USDB
SANATA DHARMA BERBAGI

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL SANATA DHARMA BERBAGI

"PENGEMBANGAN, PENERAPAN DAN PENDIDIKAN 'SAINS DAN TEKNOLOGI' PASCA PANDEMI"

Diselenggarakan oleh:
Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
Universitas Sanata Dharma Yogyakarta

Bekerjasama dengan:
IndoCEISS
Indonesian Computer, Electronics and Instrumentation Support Society
D.I.Yogyakarta

26 NOVEMBER 2022

UNIVERSITAS SANATA DHARMA
YOGYAKARTA

PROSIDING SEMINAR NASIONAL SANATA DHARMA BERBAGI

"Pengembangan, Penerapan Dan Pendidikan 'Sains Dan Teknologi' Pasca Pandemi"

26 November 2022

Universitas Sanata Dharma Yogyakarta

Sanata Dharma University Press

PROSIDING SEMINAR NASIONAL SANATA DHARMA BERBAGI
"Pengembangan, Penerapan Dan Pendidikan 'Sains Dan Teknologi' Pasca Pandemi"

Copyright © 2022
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

DEWAN EDITOR & REVIEWER
Dr. Eng. I Made Wicaksana Ekaputra
Barli Bram, Ph.D.
Dr. Eng. Gunawan Dwi Haryadi
Dr. Eng. Rando Tungga Dewa, S.T., M.Eng.
Dr. Ir. Anastasia Rita Widiarti
Dr. Ir. Budi Sugiharto
Drs. Haris Sriwindono M.Kom, Ph.D.
Dr. Lusia Krismiyati Budiasih
Dr. Ir. I Gusti Ketut Puja
Ir. Damar Widjaja Ph.D.
Dr. rer. nat. Herry Pribawanto Suryawan
Dr. Ir. Yohanes Baptista Lukiyanto
Dr. R. Kunjana Rahardi, M.Hum.
Dr. Marcellinus Andy Rudhito, S.Pd.
Vittalis Ayu, S.T., M.Cs.
KOORDINATOR DEWAN EDITOR:
Dr. Eng. I Made Wicaksana Ekaputra
Barli Bram, M.Ed., Ph.D.

BUKU ELEKTRONIK (e-BOOK):
ISBN: 978-623-6103-96-8 (PDF)
EAN: 9-786236-103968

Cetakan Pertama, Desember 2022
xii+1097 hlm.; 21x27,9 Cm.

ILUSTRASI & TATA LETAK:
Sang Condro Nugroho
Elizabeth Fenny Handayani
Thomas Aquino Hermawan Martanto
SAMPUL & LAYOUT AKHIR BUKU
Sang Condro Nugroho
Thomas Aquino Hermawan Martanto

KEPANITIAAN
Pengarah & Penanggung Jawab:
Prof. Ir. Sudi Mungkasi, Ph.D.
Ketua Panitia: Dr. apt. Yustina Sri Hartini
Wakil Ketua: Dr. Gabriel Fajar Sasmita Aji
Sekretaris: Maria Dwi Budi Jumpowati
Bendahara: M.I. Rini Hendriningsih
Pengarah Acara:
Ir. Drs. Haris Sriwindono, M.Kom, Ph.D.
Ir. Damar Widjaja, Ph.D.
Drs. Tarsisius Sarkim, M.Ed., Ph.D.
Dr. Hongki Julie, M.Si.
Sie Acara:
Rosalia Arum Kumalasanti, M.T.
Maria Vincentia Eka Mulatsih, S.S., M.A.
Sie Publikasi Dekorasi Dokumentasi:
Elizabeth Fenny Handayani
Gutomo Windu Wratsongko
Sang Condro Nugroho
Yanuarius Joko Nugroho
Sie Humas: Antonius Febri Harsanto
Pemrosesan Buku & ISBN:
Thomas Aquino Hermawan Martanto
Veronika Margiyanti
Tim Live Streaming:
Sandi Alexius Sandi Atmoko
Bartolomeus Sigit Yogyantoro
Stephanus Christiono Eka Putra
Yohannes Rio Falmy
Sie E Sertifikat: F.X. Made Setianto

DITERBITKAN OLEH

SANATA DHARMA UNIVERSITY PRESS
Lantai 1 Gedung Perpustakaan USD
Jl. Affandi (Gejayan) Mrican, Yogyakarta 55281
Telp. (0274) 513301, 515253; Ext. 51513; Fax (0274) 562383
Website: www.sdupress.usd.ac.id / e-Mail: publisher@usd.ac.id

Sanata Dharma University Press anggota APPTI
(Afiliasi Penerbit Perguruan Tinggi Indonesia)
No. Anggota APPTI: 003.028.1.03.2018

INSTITUSI PENDUKUNG/KERJA SAMA

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
Universitas Sanata Dharma Yogyakarta

IndoCEISS Indonesian Computer, Electronics
and Instrumentation Support Society
D.I.Yogya karta

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang.
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apa pun, termasuk fotokopi,
tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Universitas Sanata Dharma berupaya menyediakan ‘wadah’ untuk menampung dan mendeseminasikan karya ilmiah dosen dan mahasiswa serta meningkatkan kuantitas dan kualitas karya ilmiah dosen dan mahasiswa baik dari USD maupun pihak lain dari luar USD.

Seminar Nasional Sanata Dharma Berbagi dengan tema ““Pengembangan, Penerapan, dan Pendidikan ‘Sains dan Teknologi’ Pasca Pandemi” menghadirkan empat pembicara utama yakni Dr. Rosa Delima, S.Kom., M.Kom. (topik: MODEL OTOMATIS UNTUK ANALISIS, SPESIFIKASI, DAN VALIDASI KEBUTUHAN PERANGKAT LUNAK), Dr. L. N. Harnaningrum, S.Si., M.T. (topik: MODEL PENYIMPANAN DATA KREDENSIAL DI SMARTPHONE UNTUK MENDUKUNG TRANSAKSI MOBILE YANG AMAN), Dr. Iwan Binanto, S.Si., MCs. (topik: MODEL PENGENALAN SENYAWA KIMIA PADA LUARAN LIQUID CHROMATOGRAPY MASS SPECTROMETRY (LCMS) TANAMAN KELADI TIKUS), dan Dr. Ridowati Gunawan, S.Kom., M.T. (topik: PENINGKATAN KUALITAS HIGH-UTILITY ITEMSET MENGGUNAKAN PENDEKATAN SWARM INTELLIGENCE PADA KASUS ANALISIS KERANJANG BELANJA).

Prosiding Seminar Nasional Sanata Dharma Berbagi dengan tema ““Pengembangan, Penerapan, dan Pendidikan ‘Sains dan Teknologi’ Pasca Pandemi” memuat 80 makalah yang telah diseleksi oleh tim editor. Delapan puluh naskah ini merupakan hasil seleksi dari total 101 makalah yang diterima oleh panitia melalui Open Conference Sysyems (OCS) Seminar Nasional Sanata Dharma Berbagi (USDB) 2022. Semoga prosiding ini bermanfaat bagi kita semua.

Terima kasih

Yogyakarta, November 2022
Ketua Panitia Seminar USDB
Dr. apt. Yustina Sri Hartini

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR iii

DAFTAR ISI v

AKTIVITAS ANTIBAKTERI LIDAH BUAYA (*Aloe vera* L.) SEBAGAI BIOZANITISER TERHADAP *Stahylococcus aureus:* STUDI LITERATUR..... 1

Antonia Brigita Putri Lefanska, Yustina Sri Hartini

ANALISIS BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK KELAS VII DALAM MENYELESAIKAN SOAL AKM MATERI GEOMETRI DAN PENGUKURAN..... 7

Amellya Anastasya Ursia, Dominikus Arif Budi Prasetyo

ANALISIS GAYA SILINDER *LIFT ARM WHEEL LOADER* MENGGUNAKAN *FEA*..... 17

Pankrasius Surya Tonapa, Budi Sugiharto

ANALISIS KESALAHAN DALAM MENYELESAIKAN SOAL RELASI PADA SISWA KELAS VIII SMPN 1 LOURA 28

Susanti Kadi, Yulius Keremata Lede, Samuel Rex M. Making

ANALISIS KESULITAN DALAM MENYELESAIKAN SOAL PADA MATERI PERSAMAAN NILAI MUTLAK UNTUK SISWA KELAS X SMK NEGERI 2 KOTA TAMBOLAKA..... 36

Mersiana S. K. Lende, Yulius Keremata Lede, Samuel Rex M. Making

ANALISIS KONDISI PERENCANAAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH PENDIDIKAN KEWARGANEGARAAN BERBASIS E-LEARNING..... 47

Delfiyan Widiyanto, Annisa Istiqomah

ANALISIS PENALARAN MATEMATIS SISWA DALAM MENYELESAIKAN SOAL AKM KELAS X SMAK ST. DOMINIKUS TAMBOLAKA..... 58

Nopliana Bili, Yulius Keremata Lede, Samuel Rex M. Making

ANALISIS PERSEPSI MAHASISWA TERHADAP PELAKSANAAN PRINSIP PEMBELAJARAN HIBRID DI PRODI PENDIDIKAN MATEMATIKA UNIVERSITAS SANATA DHARMA 64

Dominikus Arif Budi Prasetyo, Chatarina Enny Murwaningtyas, Margaretha Madha Melissa

ANALISIS SENTIMEN BANTUAN LANGSUNG TUNAI COVID-19 MENGGUNAKAN ALGORITMA SUPPORT VECTOR MACHINE 72

Dian Putra Anugrah S.B., Hari Suparwito

ANALISIS SENTIMEN BANTUAN SOSIAL COVID-19 PADA TWITTER MENGGUNAKAN MULTINOMIAL NAÏVE BAYES DAN MODIFIED K-NEAREST NEIGHBOR 85

Okta Setya Putra Agustin, Agnes Maria Polina

APAKAH ICT MEMPENGARUHI NILAI SAINS SISWA? PERBANDINGAN ANTARA INDONESIA DAN SINGAPURA 98

M. Mujiya Ulkhaq

BOARD GAME LEARNING MEDIA "JOURNAL OF CULINARY TOURISM" TO DEVELOP SCIENTIFIC LITERACY SKILLS 106

Cipta Gilang Kencana, Siti Sriyati, Didik Priyandoko

PENGEMBANGAN METABOLIVERSE WEBSITE PEMBELAJARAN MULTIMEDIA INTERAKTIF MATERI METABOLISME KELAS XII 118

Yodan Prahardian Riyandika, Hendra Michael Aquan

PLUGIN EQUALIZER PARAMETRIK DIGITAL MENGGUNAKAN AUDIO INTERFACE DAN KOMPUTER 143

Joshua Rafael Rienson, Linggo Sumarno

EKSPLORASI AKTIVITAS FUNDAMENTAL MATEMATIS PADA CANDI SAMBISARI 157

Atika Yoviana, Epifani Putri Mariana, Wayan Maharani

EKSPLORASI ETNOMATEMATIKA PADA ALAT MUSIK SARON 171

Theodora Calista Larasati, Diana Paramita Kumalasari, Caesilia Apri Purwanti

EKSPLORASI ETNOMATEMATIKA PADA ALAT MUSIK SLENTHEM .. 189

Nurizky Dwi Ardian, Sara Sarita Agustin, Daniel Gasa Bima

EKSPLORASI ETNOMATEMATIKA PADA ALAT MUSIK TRADISIONAL KENDANG JAWA TENGAH 204

Elvi Sartika Purba, Curnelia Clara Devi Wahyuningtias, Maria Anjelina Agho

EKSPLORASI ETNOMATEMATIKA PADA CANDI MENDUT MUNGKID DAN IMPLEMENTASINYA PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA SEKOLAH MENENGAH PERTAMA 215

Savira Erdia Kusuma, Nadia Rustyningsih, Yulisa Ananda Putri, Dominikus Arif Budi Prasetyo

EKSPLORASI ETNOMATEMATIKA PADA CANDI LUMBUNG SEBAGAI KONSEP GEOMETRI MATEMATIKA 229

Ema Lukitasari, Salomo Boang Manalu, Virgi Frischo Agdo Putra

ETNOMATEMATIKA: EKSPLORASI IMPLEMENTASI AKTIVITAS FUNDAMENTAL PADA CANDI IJO 238

Metarisma Tika Pasomba, Yolli Cinthia, Kristin Damaiyanti Br Lumban Batu

GRAF SEBAGAI RUANG VEKTOR 249

Maria Vianney Any Herawati

IMPLEMENTASI DESIGN PEMBELAJARAN *HYBRID* PADA PERKULIAHAN EKONOMI REGIONAL PROGRAM STUDI PENDIDIKAN EKONOMI 256

Kurnia Martikasari

INVESTIGASI KETANGGUHAN BAJA AISI 1045 PADA PROSES PENDINGINAN METASTABLE 264

Bonifasius Victor Imanuel Gultom, Yosef Agung Cahyanta, I.M.W. Ekaputra

KAJIAN EKSPLORASI ETNOMATEMATIKA PADA CANDI BANYUNIBO SERTA RELEVANSI MATERI GEOMETRI DAN SISTEM KOORDINAT . 274

Joachim Airlangga N. Putra, Kevin Jeremy Dirgantara Pakpahan, Rizky Karthenz P

KAJIAN ETNOMATEMATIKA DITINJAU DARI AKTIVITAS FUNDAMENTAL MATEMATIS TERHADAP ALAT MUSIK TRADISIONAL ANGKLUNG 287

Maria Rosaria Kristy, Catherine Richelle Hindarto, Andreas Satya Bangga Nisa

KAJIAN ETNOMATEMATIKA PADA ALAT MUSIK TRADISIONAL BONANG BARUNG DAN BONANG PENERUS..... 301

Eryko Putri Niki Haryanto, Agnes Angesti, Margareta Serina Ariyani Putri

KAJIAN ETNOMATEMATIKA PADA ALAT MUSIK TRADISIONAL REBANA DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA KHUSUS LINGKARAN 317

Jeane Maya Parinding, Sisilia Nau, Dominika Eka Ayu Septiani

KAJIAN ETNOMATEMATIKA PADA CANDI BARONG SEBAGAI BAHAN AJAR PADA MATERI GEOMETRI..... 327

Ester Natasya Panjaitan, Anisa Wirawati, Dewina Artha Miranda Ambarita

KAJIAN ETNOMATEMATIKA PADA CANDI SARI KALASAN SEBAGAI BAHAN AJAR MATERI BANGUN DATAR SMP..... 338

Debora Kristyn Manalu, Renata Putri Fauziah, Silvia Dwi Saputri

KAJIAN ETNOMATEMATIKA TERHADAP ALAT MUSIK TRADISIONAL PANTING 349

Debora Dwi Kurniawati, Vincentia Ayu Zenia Widya Risanti, Patricia Yuni Brenda Sitio, Brigita Novena Maria

KESENJANGAN AKSESIBILITAS TEKNOLOGI INFORMASI DALAM PEMBANGUNAN 359

Dian Herdiana

KINERJA TRANSMISI DATA PADA SISTEM PEMANTAU KONDISI TANAH BERBASIS TEKNOLOGI IOT 372

Yohanes Eka Arissaputra, Damar Widjaja

KLASIFIKASI PASIEN COVID-19 YANG MEMBUTUHKAN *INTENSIVE CARE UNIT* MENGGUNAKAN *RANDOM FOREST* 383

I Gusti Ngurah Astika Pradnyana Dalem, Paulina Heruningsih Prima Rosa

MODEL OTOMATIS UNTUK ANALISIS, SPESIFIKASI, DAN VALIDASI KEBUTUHAN PERANGKAT LUNAK 399

Rosa Delima

MODEL PENYIMPANAN DATA KREDENSIAL SMARTPHONE UNTUK KEAMANAN TRANSAKSI 419

Lucia Nugraheni Harnaningrum

PELUANG PENELITIAN VIRTUAL REALITY PADA PEMBELAJARAN BAHASA INDONESIA: SEBUAH *LITERATURE REVIEW* 435

A. Aswan

PEMODELAN MATEMATIS PADA SISTEM ANTARMUKA MULTISUMBER EBT UNTUK MEMPEROLEH ENERGI LISTRIK YANG BERKELANJUTAN 444

Nadya Ursula S. H.

PENDIDIKAN KEJUJURAN DAN PEDULI LINGKUNGAN PADA SISWA SD YPBI SILOAM SAMABUSA DI MASA PANDEMI 456

Sebastianus Widanarto Prijowuntato, Debrito Laksono Putro Mehan

PENERAPAN *HIERARCHICAL K-MEANS CLUSTERING* DALAM PENGELOMPOKAN SEKOLAH MENENGAH PERTAMA DI PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR 471

Prima Elisa Segu, Ridowati Gunawan

PENERAPAN PEMODELAN PERMUKAAN RESPON UNTUK OPTIMISASI KUALITAS RASA KOPI SEDUH MANUAL 484

Bernadetha Dwi Ardianti, Ignatius Aris Dwiatmoko

PENGARUH BLENDED LEARNING, KEMANDIRIAN BELAJAR, DAN PARTISIPASI BELAJAR TERHADAP PRESTASI BELAJAR SISWA MATA PELAJARAN EKONOMI 497

Angelina Shinta Kartika Dewi, Kurnia Martikasari

PENGARUH *E-LEARNING*, MOTIVASI BELAJAR, DAN KEMANDIRIAN BELAJAR TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA PADA MATA PELAJARAN EKONOMI 523

Marcellino Alvin Afiyanto, Kurnia Martikasari

PENGARUH KEMUDAHAN PENGGUNAAN, KEBERMANFAATAN, KEPERCAYAAN, DAN KEBIASAAN TERHADAP KONTINUITAS PENGGUNAAN E-WALLET PADA MAHASISWA DI YOGYAKARTA.... 551

Retno Wulan Ndari, Kurnia Martikasari

PENGARUH PENDIDIKAN TERHADAP LITERASI KESEHATAN PADA REMAJA DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA (DIY) 565

Isa Karuniawati, Daniel Chriswinanto Adityo Nugroho, Oscar Gilang Purnajati, Slamet Sunarno Harjosuwarno

PENGAWASAN DI SANDI BLOK LINEAR DENGAN JARINGAN SYARAF TIRUAN PERAMBATAN BALIK 598

Wiwien Widyastuti

PENGEMBANGAN ALAT PERAGA TABUNG ZAT MATERI ZAT TUNGGAL DAN CAMPURAN TEMA 9 SUBTEMA 1 UNTUK SISWA KELAS V SD 607

Elizabeth Daniar Ratih Nursanti, Kintan Limiansih, Ignatius Edi Santosa

PENGEMBANGAN APLIKASI SOAL LITERASI SAINS BERBASIS ANDROID PADA MATERI SISTEM PERKEMBANGBIAKAN TUMBUHAN KELAS IX..... 621

Mathilda Anis Irma, Luisa Diana Handoyo

PENGEMBANGAN *E-BOOKLET* INTERAKTIF PADA MATERI BAKTERI KELAS X DI ERA PEMBELAJARAN HIBRID 638

Meylinda Dewi Maharani Pratiwi, Yoanni Maria Lauda Feroniasanti

PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS *FLIPPED CLASSROOM* PADA MATERI SISTEM REPRODUKSI KELAS XI SMA 648

Maria Liliana Suwe Jawa, Ika Yuli Listyarini

PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS WEBSITE PADA MATERI SUBSTANSI GENETIK KELAS XII

Yosafat Adwin Andana, Retno Herrani Setyati

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS *BOOK CREATOR* PADA MATERI METABOLISME SEL KELAS XII..... 688

Desak Gede Mayumi Riandini Dwija, Yoanni Maria Lauda Feroniasanti

PENGEMBANGAN *GAME* EDUKASI SISTEM IMUN UNTUK KELAS XI 710

Marcelinus Elfredo Ardyan Djasa Papur, Hendra Michael Aquan

PENGEMBANGAN LABORATORIUM VIRTUAL BERBASIS ANDROID PADA MATERI STRUKTUR DAN FUNGSI SEL KELAS XI SMA 730

Patrick Bayu Seto Nugroho, Yoanni Maria Lauda Feroniasanti

PENGEMBANGAN MEDIA BERBASIS *BOARD GAME* UNTUK MEMPERKUAT PEMBELAJARAN BIOLOGI SELAMA PANDEMI COVID-19 742

Hendra Michael Aquan, Antonius Tri Priantoro, Maslichah Asyari

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS *WEBSITE* BERBANTUAN iSPRING SUITE 9 PADA MATERI BAKTERI KELAS X . 765

Theresia Aprodita Srilestari, Retno Herrani

PENGEMBANGAN MICROLEARNING E-MODUL DALAM BLENDED LEARNING SISTEM UNTUK MENINGKATKAN MOTIVASI BELAJAR MANDIRI 778

Syaharullah Disa, Purnamawati, Andi Muhammad Idkhan

PENGEMBANGAN MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED LEARNING* BERBASIS *BLENDED LEARNING* TERINTEGRASI *E-LEARNING* JOGJABELAJAR PADA MATERI VIRUS KELAS X 787

Yohanes Ryan Kristiantoro, Luisa Diana Handoyo

PENGEMBANGAN MODUL DIGITAL INTERAKTIF BERBASIS *WEB* TERINTEGRASI AUDIO *PODCAST* PADA MATERI SISTEM HORMON KELAS XI..... 809

Th. Alvita Elviana, Luisa Diana Handoyo

PENGEMBANGAN SOAL-SOAL HOTS PADA MATERI VIRUS BERBASIS NEARPOD UNTUK KELAS X 822

Estherina Milennikasari, Hendra Michael Aquan

PENGEMBANGAN VIDEO INTERAKTIF *EDPUZZLE* PADA MATERI BAKTERI KELAS X SMA 841

Claudia Mustikasari, Luisa Diana Handoyo

PENGUKURAN DAYA KELUARAN MENGGUNAKAN SENSOR ARUS DAN TEGANGAN PADA PENGUJIAN GENERATOR MAGNET PERMANEN PUTARAN RENDAH 855

Ossa Endah Diar Nugraheni, Tjendro, B. Wuri Harini, Martanto

PENGUKURAN KECEPATAN PUTARAN GENERATOR DAN MOTOR PENGGERAK DENGAN SENSOR *HALL-EFFECT* 879

Nadya Muflihasari, Tjendro, B.Wuri Harini, Martanto

PENINGKATAN KUALITAS *HIGH-UTILITY ITEMSET* MENGGUNAKAN PENDEKATAN *SWARM INTELLIGENCE* PADA KASUS ANALISIS KERANJANG BELANJA 905

Ridowati Gunawan

PERBANDINGAN PEMBACAAN DATA LAPORAN PENGGUNA LMS BELAJAR MENGGUNAKAN VISUALISASI GOOGLE ANALYTICS DAN GOOGLE DATA STUDIO..... 920

Stephanus Christiono Eka Putra

PERBANDINGAN *PREPROCESSING* DENGAN BAHASA INDONESIA DAN INGGRIS DALAM ANALISIS SENTIMEN TERKAIT KULIAH DARING MENGGUNAKAN *MULTINOMIAL NAÏVE BAYES*..... 938

Bayu Restu Adji, J.B. Budi Darmawan

PERBANDINGAN UNJUK KERJA TCP TAHOE, RENO, NEW RENO DAN SACK PADA JARINGAN KABEL 948

Agung Hernawan

RANCANGAN DAN TANTANGAN PEMBELAJARAN MATEMATIKA TINGKAT SMA DALAM MEMPERSIAPKAN PEMBELAJARAN BERBASIS LITERASI DAN NUMERASI..... 962

Anung Wicaksono, Nor Annisa

PROJECT-BASED LEARNING MODULE FOR 4th GRADE ELEMENTARY SCHOOL STUDENT BASED ON VARK LEARNING STYLE..... 978

Ignatia Esti Sumarah, Rusmawan, Cipta Gilang Kencana, Kristophorus Divinanto Adi Yudono, Chrisnutajati Waninghiyu, Agata Mustika Kusuma Dewi

PROSES BERPIKIR LATERAL SISWA DALAM MATEMATIKA DITINJAU BERDASARKAN PRESTASI BELAJAR MATEMATIKA 992

Kala Pandu, St. Suwarsono

PROTOTIPE SMART HOME MENGGUNAKAN VOICE CONTROL DAN BLYNK..... 1007

Yoel Aldo Moga, Augustinus Bayu Primawan

STUDI FENOMENOLOGI PEMBELAJARAN DARING SAAT PANDEMI COVID-19 PADA MAHASISWA DAN DOSEN PROGRAM STUDI PENDIDIKAN EKONOMI UNIVERSITAS SANATA DHARMA 1024

Syukur Rahmat Gulo, Catharina Wigati Retno Astuti

PENGEMBANGAN BUKU AKTIVITAS BERBASIS BERPIKIR KOMPUTASIONAL DENGAN TOPIK PELAJAR PANCASILA PADA ANAK USIA 9-12 TAHUN..... 1034

Valerius Riko Hernawan, Christiyanti Aprinastuti, Kintan Limiansih

UJI KELAYAKAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MODEL *PROBLEM-BASED LEARNING* TERINTEGRASI *FLIPPED CLASSROOM* PADA MATERI ANIMALIA KELAS X SMA 1049

Lilihan Sabdarum Putri, Puspita Ratna Susilawati

UJI KELAYAKAN VIDEO PEMBELAJARAN BERBASIS ANIMASI PADA MATERI PROSES METABOLISME KELAS XII 1065

Fitri Kusumawati, Hendra Michael Aquan

VISUALIZATION OF A ROTATING MAGNETIC FIELD ON AC MOTOR USING GEOGEBRA 1089

Djoko Untoro Suwarno

http://e-conf.usd.ac.id/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

AKTIVITAS ANTIBAKTERI LIDAH BUAYA (*Aloe vera* L.) SEBAGAI BIOZANITISER TERHADAP *Stahylococcus aureus:* STUDI LITERATUR

Antonia Brigita Putri Lefanska,[1] Yustina Sri Hartini[1]*
[1]Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma
*yustinahartini@usd.ac.id

Abstrak

Menjaga kebersihan tangan merupakan salah satu cara yang dilakukan untuk antisipasi terjadinya infeksi Covid-19, dengan cara mencuci tangan dengan sabun atau menggunakan antiseptik. Biosanitizer adalah salah satu bentuk antiseptik dalam bentuk gel yang berasal dari tanaman yang mengandung senyawa antibakteri. Lidah Buaya *(Aloe vera* L.) dikenal sebagai tanaman dengan kandungan zat antibakteri sehingga dapat digunakan sebagai bahan untuk pembuatan biosanitizer. Penelitian yang dilakukan pada masa pandemi Covid-19 ini bertujuan mengetahui aktivitas ekstrak Lidah Buaya sebagai biosanitizer terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* melalui studi literatur. Data untuk penelitian ini adalah artikel publikasi ilmiah terkait Lidah Buaya (*Aloe vera* L.) pada tahun 2011-2021 yang tersedia secara online yang diambil secara retrospektif dan kemudian dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak Lidah Buaya dengan konsentrasi rata-rata 50-100% memiliki aktivitas terhadap *Staphylococcus aureus*. Saponin, flavonoid, antrakuinon, dan tanin merupakan senyawa antibakteri yang terkandung dalam Lidah Buaya. Lidah Buaya dapat digunakan sebagai bahan antibakteri dalam pembuatan *biosanitizer*

Kata kunci: Biosanitizer, *Aloe vera* L., studi literatur, Covid-19

ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF *Aloe vera* L. AS A BIOSANITIZER AGAINST *Staphylococcus aureus*: LITERATURE STUDY

Antonia Brigita Putri Lefanska,[1] Yustina Sri Hartini[2]*
[1]Fakultas Farmasi Universitas Sanata Dharma
*yustinahartini@usd.ac.id

Abstract

Maintaining hand hygiene is one way to anticipate the occurrence of Covid-19 infection, by washing hands with soap or using an antiseptic. Biosanitizer is a form of antiseptic in the form of a gel derived from plants containing antibacterial compounds. *Aloe vera* L is known as a plant that contains antibacterial substances so that it can be used as an ingredient for making biosanitizers This study, which was conducted during the Covid-19 pandemic, aimed to determine the activity of aloe vera extract as a biosanitizer against Staphylococcus aureus bacteria through a literature study. The data for this study are articles of scientific publications related to aloe vera (Aloe vera L.) in 2011-2021 available online which were taken retrospectively and then analyzed descriptively. The results showed that aloe vera

extract with an average concentration of 50-100% had activity against Staphylococcus aureus. Saponins, flavonoids, anthraquinones, and tannins are antibacterial compounds contained in aloe vera. Aloe vera can be used as an antibacterial agent in the manufacture of biosanitizer

Keywords: Biosanitizer, *Aloe vera* L., literature study, Covid-19

Pendahuluan

Mikroorganisme dapat hidup di semua tempat; di udara, tanah, air, serta hidup secara simbiosis atau sebagai parasit pada organisme lain. Beberapa kelompok mikroorganisme diketahui sebagai penyebab berbagai macam infeksi dan penyakit seperti bakteri, virus, jamur dan parasit, sedangkan kelompok lainnya dapat bermanfaat dalam bidang industri, pengobatan, dan pangan. Mikroorganisme dapat masuk ke peredaran darah dan dapat menyebar ke organ lain dan menyebabkan infeksi (Widyastuti dkk, 2016). *Staphylococcus aureus* adalah mikroorganisme berupa bakteri floranormal yang ada pada kulit atau selaput lendir pada manusia Saat bakteri masuk ke dalam peredaran darah, bakteri akan menyebar dan menyebabkan infeksi (Widyastuti dkk, 2016, Rahardjo dkk, 2017).

Zat atau bahan yang dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan bakteri disebut antibakteri dapat berupa senyawa aktif sintesis atau alamiah. Antiseptik maupun handsanitizer merupakan contoh suat iantibakteri (Asngad dkk, 2018). *Biosanitizer* adalah antiseptik dalam bentuk gel yang berasal dari tanaman yang mengandung senyawa antibakteri dan aman untuk digunakan. Salah satu tumbuhan yang memiliki aktivitas antibakteri adalah Lidah Buaya (*Aloe vera* L.) Lidah Buaya mudah tumbuh di Indoensia, mengandung 12 jenis antrakuinon, kuinon, saponin, aminoglukosida, tanin, asam sinamat, fenol, flavonoid dan minyak atsiri Bagian tanaman Lidah Buaya yang memiliki potensi aktibakteri terletak pada campuran kulit dan daging Lidah Buaya (Sulistyani dkk, 2016; Widyastuti dkk, 2016).



Gambar 1. Lidah Buaya (*Aloe vera L.*) (koleksi pribadi)

Widyastuti dkk (2016) melaporkan bahwa ekstrak Lidah Buaya menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *S. aureus*. Potensi antibakteri Lidah Buaya sebagai antibakteri dipengaruhi oleh lama kontak antara ekstrak dan bakteri. Semakin lama waktu kontak maka semakin besar nilai penurunan jumlah bakteri. Pada waktu 30 detik penurunan jumlah bakteri terbesar terjadi pada konsentrasi 17,% dan terkecil pada konsentrasi 1,2%. Sulistyani dkk (2016) menyatakan bahwa ekstrak Lidah Buaya pada konsentrasi 60%, menghambat bakteri *S. aureus* dengan

membentuk zona hambat sebesar 15 mm. Hal ini diduga disebabkan adanya kandungan senyawa kimia saponin dari Lidah Buaya yang bersifat antibakteri.

Pada masa pandemi Covid-19 ini diperlukan eksplorasi bahan alami yang berpotensi sebagai antibakteri sebagai upaya penyediaan antiseptik yang aman dan terjangkau masyarakat. Studi pustaka ini dilakukan untuk menyajikan informasi ilmiah terkait pemantaatan Lidah Buaya sebagai bahan biosanitizer terhadap *S. aureus*.

Metode

Penelitian non eksperimental deskriptif ini menggunakan data literatur/pustaka yang diambil secara retrospektif dan kemudian dianalisis secara deskriptif. Sumber penulisan dalam skripsi ini berasal dari jurnal-jurnal hasil penelitian pada tahun 2011-2021 yang dipublikasikan secara *open access*. Sumber data penelitian diperoleh dari *Google Scholar, Pubmed, Research Gate* dan sumber lainnya dengan kata kunci: ekstrak Lidah Buaya, antibakteri, *Staphylococcus aureus*, dan antiseptik. Kriteria inklusi pada penelitian ini yakni:

a. Artikel publikasi ilmiah tentang senyawa *Aloe vera* L., ekstrak Lidah Buaya yang memiliki efek antibakteri, uji antibakteri ekstrak Lidah Buaya secara *in vitro* atau *in vivo*, konsentrasi daya hambat ekstrak Lidah Buaya sebagai antibakteri serta penggunaan Lidah Buaya sebagai antiseptik alami pada tahun 2011-2021 yang tersedia secara *online*.
b. Artikel yang berkaitan dengan antibakteri, sediaan antibakteri, *Staphylococcus aureus*, dan aktivitas ekstrak Lidah Buaya (*Aloe vera* L.) sebagai biosanitizer terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*.
c. Artikel yang meneliti Lidah Buaya (*Aloe vera* L.) sebagai antibakteri

Kriteria eksklusi yakni:

a. Artikel yang termasuk *systematic review* dan *literature review*.
b. Artikel yang tidak sesuai dengan topik studi literatur.
c. Artikel yang terbit dibawah tahun 2011.
d. Artikel yang tidak dapat diakses dan tidak lengkap

Peralatan yang digunakan yakni peranti keras *Laptop ACER tipe Aspire 3 A314-22* dengan spesifikasi sistem operasi *Windows 10 Home 64-bit, Radeon Graphics 2.30 GHz dan RAM 4 B,* dan piranti lunak *Aplikasi Mendeley Desktop 1.19.8 32 bit.*

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelusuran pustaka yakni jumlah artikel dari *database* berdasarkan kata kunci (n=156) terdiri dari *Google Scholar* 95, *Pubmed*: 2, dan *Reserarch Gate* 36. Artikel yang diekslusikan sebanyak 104 terdiri dari 10 artikel yang tahun terbit di luar rentang 2011-2021, artikel berupa review 11, ketidaksesuaian judul, abstrak, dan kata kunci 83. Artikel full text yang dinilai untuk kelayakan 52 yakni artikel yang diekslusikan 46, artikel tidak dapat diakses 3, dan ketidaksesuaian pembahasan artikel 11. Jurnal yang diperoleh yang memenuhi kriteria inklusi dapat dijadikan referensi uatama adalah sebanyak 6 jurnal yakni:

1. Ali et al. 2020. In vitroAnti-Bacterial Effects of *Aloe barbadensis* (*Aloe vera*) Extracts on *Staphylococcus aureus*.
2. Handayani. 2019. Uji Aktivitas Ekstrak Etanol Daun Lidah Buaya (*Aloe vera*) Terhadap Penghambatan Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* Dan *Candida albicans*
3. Dewi dan Marniza. 2019. Aktivitas Antibakteri Gel Lidah Buaya terhadap *Staphylococcus aureus*
4. Jain et al. 2016. Antibacterial Effect of *Aloe Vera* Gel against Oral Pathogens: An In-vitro Study
5. Susanti dkk. 2020. Pengaruh Penambahan Gel *Aloe vera* Terhadap Efektivitas Antiseptik Gel
6. Haryanti, dkk. 2021. *Hand Smoothitizer*, Antiseptik Pelembut Tangan Untuk Generasi Tanggap Penyebaran Kuman

Kandungan Antibakteri Lidah Buaya

Tanaman Lidah Buaya memiliki daun tunggal yang letaknya mengumpul di pangkal batang atau spiralis, memiliki lendir dan getah yang berwarna kuning kehijauan dan sangat pahit. Pangkal daun berbentuk tumpul sampai rata, tepi bergerigi dan permukaan daun agak rata dibagian atas. Daun Lidah Buaya yang muda memiliki ciri berwarna pucat, memiliki bintik yang berwarna terang, duri yang berwarna gelap, dan memiliki bau sedikit asam yang tidak khas (Farmakope Herbal Indonesia, 2017).

Kandungan Lidah Buaya yang bermanfaat sebagai senyawa antibakteri adalah saponin, tanin, dan flavonoid. Flavonoid merupakan golongan senyawa fenol, yang efektif dalam menghambat pertumbuhan virus, bakteri, dan jamur. Flavonoid mampu menghambat motilitas bakteri (Veronita dkk, 2017). Saponin sebagai antibakteri bekerja dengan menyebabkan kebocoran protein dan enzim dari dalam sel. Saponin dapat menurunkan tegangan permukaan pada dinding sel dan merusak permeabilitas membran. Saponin akan berdifusi dengan melalui membran luar dan dinding sel kemudian mengikat membran sitoplasma dan mengurangi kestabilan membran sel (Rofiatiningrum dkk, 2015). Tanin sebagai antiseptik akan mengikat salah satu protein adhesin pada bakteri yang berfungsi sebagai reseptor permukaan bakteri sehingga terjadi penurunan daya perlekatan bakteri dan mengganggu sintesis dinding sel,

Aktivitas Antibakteri Lidah Buaya

Handayani (2019) melaporkan aktivitas ekstrak etanol daun Lidah Buaya terhadap pertumbuhan S. *aureus* dan *Candida albicans*. Peneliti mengujit ekstrak etanol Lidah Buaya dalam konsentrasi 2,5%, 3,5%, dan 4,5% b/v. Metode yang digunakan metode difusi agar dengan menggunakan *paper disc*. Terdapat perbedaan diameter zona hambat zona hambat yang terbentuk berdiameter berturut-turut 8,6 mm; 9,98 mm; dan 10,8 mm. Hal ini membuktikan bahwa ekstrak etanol dari Lidah Buaya (*Aloe vera*) dapat menghambat perkembangan bakteri *S. aureus*.

Ali et al. (2020) mengukur aktivitas antibakteri ekstark Lidah Buaya dengan metode sumuran. Lidah Buaya dibuat dalam dua ekstrak yairu ekstrak etanol dan ekstrak air. Kontrol positif dari penelitian ini adalah gentamisin dan kontrol negatif adalah air suling. semua konsentrasi ekstrak air dan ekstrak etanol menunjukan zona hambat yang tinggi terhadap pertumbuhan bakteri *S. aureus* dibandingkan

dengan kontrol positif yaitu gentamisin. Konsentrasi 100% dari ekstrak etanol dan air memberikan zona hambat secara signifikan lebih tinggi yaitu 10 mm dan 16 mm dan konsentrasi 25% memberikan zona hambat paling rendah yaitu 3,5 mm dan 9 mm. Perbedaan pelarut dan perlakukan konsentrasi ekstrak dapat mempengaruhi zona hambat yang terbentuk serta ekstrak Lidah Buaya dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus*.

Hasil yang sama dilaporkan oleh penelitian Jain et al. (2016), pada konsentrasi 100%, zona hambat yang terbentuk berdiameter 6,6 mm dan pada konsentrasi 50%, zona hambat yang terbentuk berdiameter 6,1 mm. Hal ini membuktikan bahwa gel Lidah Buaya dapat menjadi pilihan yang tepat sebagai antibakteri terhadap bakteri *S. aureus.* Dewi dan Marniza (2019) menguji aktivitas antibakteri gel Lidah Buaya dengan metode difusi sumuran. Hasil uji menunjukkan diameter zona hambat tertinggi terdapat pada konsentrasi 70% yaitu 12,81 mm dan zona hambat terkecil pada konsentrasi 30% yaitu 4,75 mm.

Lidah Buaya mengandung senyawa saponin dan antrakuinon yang memiliki aktivitas sebagai antibakteri *S. aureus*. Dalam pengujian antibakteri, Lidah Buaya dapat dibuat menjadi ekstrak etanol, ekstrak air, dan gel. Metode pengujian antibakteri yang digunakan adalah metode difusi cakram dan metode difusi sumuran. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak Lidah Buaya, aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus* semakin kuat. Kategori zona hambat yang terbentuk terdiri dari kategori sedang dan kuat. Konsentrasi terendah ekstrak Lidah Buaya yang dapat menghasilkan zona hambat adalah konsentrasi 2,5%, dengan diameter 8,6 mm. Konsentrasi tertinggi ekstrak Lidah Buaya (konsentrasi 100%) menghasilkan diameter zona hambat yang terbentuk adalah 18,2 mm.

Formula Biosanitizer

Susanti et al. (2020) membuat antiseptik gel dari Lidah Buaya menggunakan formulasi dengan bahan poligel Ca, alkohol 70%, TEA, Aqua DM, propilen glikol dan parfum dengan variabel sediaan gel *Aloe vera* dengan konsentrasi 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, dan 12,5%; pada konsentrasi 7,5% menunjukkan tanda negatif pada pertumbuhan bakteri *S. aureus*.

Haryanti dkk. (2021), mengembangkan formula *hand sanitizer* menggunakan kombinasi ekstrak tanaman sebagai bahan aktif antibakteri. Bahan yang digunakan adalah ekstrak kulit jeruk nipis dan ekstrak Lidah Buaya. Berdasarkan hasil uji aktivitas antibakteri *S. aureus*, terbentuk zona hambat yang luas dengan formulasi yang terdiri dari ekstrak kulit jeruk nipis, ekstrak Lidah Buaya, gliserin, alkohol 70%, dan metil paraben dengan zona hambat yang berdiameter 10 mm. Zona hambat yang terbentuk digolongkan sebagai zona hambat dalam kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa Lidah Buaya dapat digunakan sebagai salah satu bahan dalam pembuatan antiseptik alami.

Kesimpulan

Ekstrak Lidah Buaya dapat menghambat pertumbuhan bakteri S. *aureus* dengan konsentrasi rata-rata 50-100% dengan zona hambat yang terbentuk termasuk dalam kategori sedang dan kuat. Kandungan senyawa dari Lidah Buaya yang berfungsi sebagai antibakteri adalah saponin, flavonoid, antrakuinon, dan tanin yang bekerja dengan cara merusak protein dan dinding sel serta membran sel dari bakteri *S. aureus*. Aktivitas antibakteri yang dimiliki oleh Lidah Buaya dapat

mendukung pengembangan formula *biosanitizer* sebagai antiseptik terhadap bakteri S. *aureus*.

Daftar Pustaka

Ali, M.A., Sheikh, M.A., Rahim, A.M.A., Kahwa, I., In Vitro Anti-Bacterial Effects of *Aloe barbadensis* (*Aloe vera*) Extracts on *Staphylococcus aureus*. *Asian Journal of Research in Biological and Pharmaceutical Sciences*, 8(2), 63-70.

Asngad, A., Aprilia, B.R., Nopitasari, 2018. Kualitas Gel Pembersih Tangan (Handsanitizer) dari Ekstrak Batang Pisang dengan Penambahan Alkohol, Triklosan dan Gliserin yang Berbeda Dosisnya. *Bioeksperimen*, 4(2), 61-70.

Dewi, R., Marniza, E., 2019. Aktivitas Antibakteri Gel Lidah Buaya terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Saintek Lahan Kering*, 2(2), 61-62.

Direktorat Jenderal Kefarmasian dan Alat Kesehatan, 2017. *Farmakope Herbal Indonesia*, edisi II. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.

Handayani, G.N., 2019. Uji Aktivitas Ekstrak Etanol Daun Lidah Buaya (*Aloe Vera*) Terhadap Penghambatan Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* Dan *Candida albicans*. *Jurnal Biology Science & Education*, 8(1), 1-8.

Haryanti, K., Hidayat, W., Putri, A.K., 2021. Hand Smoothitizer, Antiseptik Pelembut Tangan Untuk Generasi Tanggap Penyebaran Kuman. *Jurnal Ilmiah Jophus*, 2(2), 21-28.

Jain, S., Rathod, N., Nagi, R., Sur, J., Laheji, A., Gupta, N., Agrawal, P., Prasad, S., 2016. Antibacterial Effect of *Aloe Vera* Gel against Oral Pathogens: An In-vitro Study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 10(11), 41-44.

Rahardjo, M., Koendhori, E.B., Setiawati, Y., 2017. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Lidah Buaya (*Aloe vera*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*, 17(2), 65-70.

Rofiatiningrum, A., Harlia, E., Juanda, W., 2015. Penggunaan Gel Lidah Buaya (*Aloe vera* L.) Sebagai Antijamur Pada Dendeng Sapi Giling. *Student-e Journal*, 4(4), 1-10.

Sulistyani, N., Kurniati, E., Yakup, Cempaka, R.A., 2016. Aktivitas Antibakteri Infusa Daun Lidah Buaya (*Aloe barbadensis* Miller). *Jurnal Penelitian Saintek*, 21(2), 120-128.

Susanti, Hendrawati, T.Y., Rusanti, W.D., 2020. Pengaruh Penambahan Gel *Aloe vera* Terhadap Efektivitas Antiseptik Gel. *Jurnal Teknologi*, 12(1), 80-86.

Veronita, F., Wijayati, N., Mursiti, S., 2017. Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Daun Binahong serta Aplikasinya sebagai Hand Sanitizer. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(2), 1-7.

Widyastuti, Y., Yuliani, N., Manik, I.G.A.W., 2016. Aktivitas Antibakteri Infusa Daun Lidah Buaya (*Aloe vera* L.) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, 6(1), 33-43.

ANALISIS BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK KELAS VII DALAM MENYELESAIKAN SOAL AKM MATERI GEOMETRI DAN PENGUKURAN

Amellya Anastasya Ursia[1], Dominikus Arif Budi Prasetyo[2*]
[1]*Pendidikan Matematika, Universitas Sanata Dharma, Jalan Paingan, Yogyakarta 55282, Indonesia*
[2]*Pendidikan Matematika, Universitas Sanata Dharma, Jalan Paingan, Yogyakarta 55282, Indonesia*
**Email : dominic_abp@usd.ac.id*

Abstrak

Asesmen Kompetensi Minimum (AKM) merupakan salah satu penilaian yang dirancang oleh pemerintah untuk mengukur kemampuan literasi dan numerasi peserta didik di Indonesia. AKM dirancang untuk memperbaiki kualitas belajar dan mengajar yang secara tidak langsung berdampak pada peserta didik. Dalam meningkatkan kualitas pendidikan, diperlukannya keterampilan abad ke-21. Salah satu kemampuan yang wajib dimiliki adalah berpikir kritis. Penelitian ini ditujukan untuk peserta didik kelas VII SMP Stella Duce 2 Yogyakarta dengan tujuan untuk mengukur kesiapan peserta didik dalam menghadapi AKM. Selain itu, penelitian ini dilakukan juga dengan tujuan untuk mendeskripsikan kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam menyelesaikan soal AKM khususnya pada materi geometri dan pengukuran. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan menggunakan dengan menggunakan soal tes dan wawancara. Berdasarkan hasil penelitian 20,7% peserta didik berada dikategori rendah, 59,8% kategori sedang, dan 19,5% berada di kategori tinggi. Beberapa kesulitan yang dialami peserta didik dalam mengerjakan soal (1) lupa rumus; (2) kesulitan menuliskan langkah penyelesaian; dan (3) tidak percaya diri.

Kata kunci: AKM, numerasi, berpikir kritis, geometri dan pengukuran

ANALYSIS OF CRITICAL THINKING OF GRADE VII IN SOLVING AKM ESSAY ON GEOMETRY AND MEASUREMENT

Amellya Anastasya Ursia[1], Dominikus Arif Budi Prasetyo[2*]
[1]*Mathematics Education, Sanata Dharma University, Jalan Paingan, , Yogyakarta 55282, Indonesia*
[2] *Mathematics Education, Sanata Dharma University, Jalan Paingan, , Yogyakarta 55282, Indonesia*
**Email : dominic_abp@usd.ac.id*

Abstract

Asesmen Kompetensi Minimum (AKM) is one of the assessments designed by the government to measure the literacy and numeracy abilities of students in Indonesia. AKM is designed to improve the quality of teaching and learning that does not have

a direct impact on students. In improving the quality of education, the skills needed in the 21st century. One of the skills that must be possessed is critical thinking. This study was intended for seventh-grade students of SMP Stella Duce 2 Yogyakarta to measure the readiness of students in facing AKM. In addition, this research was also conducted with the aim of describing the critical abilities of students in solving AKM questions, especially on geometry and measurement materials. The type of research used is qualitative research with a descriptive approach. Data collection techniques were carried out using test questions and interviews. Based on the research, 20,7% of students were in the low category, 59,8% were in the medium category, and 19,5% were in the high category. Some of the obstacles experienced by students in working on the questions (1) forgot the formula; (2) the obligation to record the settlement steps; and (3) not confident.
Keywords: AKM, numeracy, critical thinking, geometry and measurement

Pendahuluan

Pada dasarnya manusia membutuhkan pengetahuan untuk terus berkembang dan meningkatkan sumber daya manusia (SDA). Pendidikan menjadi peranan yang cukup penting dalam meningkatkan kualitas dari SDA tersebut. Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No. 20 Pasal 3 (Indonesia, 2003) disebutkan bahwa fungsi dan tujuan dari pendidikan adalah untuk mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam mencerdaskan kehidupan bangsa, serta bertujuan untuk mengembangkan potensi peserta didik menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis dan bertanggung jawab.

Kurikulum merupakan salah satu bagian inti dari pendidikan. Kurikulum memberi dampak yang besar terhadap semua kegiatan yang berkaitan dengan sistem pendidikan (Suripah, 2018). Matematika merupakan salah satu pelajaran yang diajarkan dalam tiap jenjang pendidikan. Menurut Cockroft (dalam Abdurrahman (Yeni, 2015)) menyampaikan bahwa matematika perlu diberikan kepada peserta didik karena: (1) berguna dalam segala aspek kehidupan; (2) keterampilan dalam matematika diperlukan dalam segala bidang studi; (3) matematika mampu menjadi sarana komunikasi yang kuat, singkat, dan jelas; (4) matematika mampu menyajikan berbagai informasi dengan berbagai cara; (5) mampu meningkatkan kemahiran dalam berpikir secara logis, ketelitian dalam bekerja, serta kesadaran tentang keruangan; dan (6) dapat menumbuhkan kepuasan dari usaha menyelesaikan masalah yang menantang.

Meskipun demikian, kemampuan matematis peserta didik di Indonesia masih sangat rendah. Hal ini dapat dibuktikan melalui hasil studi *Programme for International Student Assement* (PISA). Berdasarkan hasil informasi Kemendikbud (2020) diperoleh data pada tahun 2012 peringkat Indonesia pada bidang matematika berada di urutan 57 dari 65 negara yang berpartisipasi dengan perolehan skor 375. Kemudian Kemendikbud (2016) mengungkapkan, pada tahun 2015 Indonesia mengalami peningkatan peringkat menjadi urutan ke 61 dari 69 partisipan dengan rata-rata skor 386. Hanya saja kemampuan peserta didik Indonesia mengalami penurunan dari sebelumnya, berdasarkan informasi dari Kemendikbud (2019) Indonesia berada pada peringkat 7 terbawah dengan perolehan skor 379.

Berdasarkan hasil tersebut, pemerintah Indonesia membuat langkah baru dengan tujuan untuk memperbaiki kualitas dari pembelajaran di Indonesia. Program yang disusun diberi nama Asesmen Nasional. Asesmen Nasional merupakan program yang dibuat untuk menjadi penilaian terhadap mutu dari satuan pendidikan (Kemendikbud, 2021). Asesmen Nasional terdiri dari tiga instrumen, yaitu (1) Asesmen Kompetensi Minimum (AKM); (2) Survei Karakter; dan (3) Survei Lingkungan. AKM dibuat dengan tujuan untuk mengukur kemampuan peserta didik dalam pengetahuan. Salah satu komponen yang dinilai dalam AKM adalah numerasi.

Untuk meningkatkan kemampuan numerasi, perlu adanya peningkatan kualitas pendidikan. Dimulai dari lingkungan kelas. Salah satu cara yang diperlukan untuk meningkatkan kemampuan numerasi, peserta didik perlu memiliki kemampuan abad ke-21. Salah satunya adalah kemampuan berpikir kritis (*critical thinking*). Menurut Sihotang (2019) kemampuan berpikir kritis adalah pola pikir di mana seseorang menganalisis, mempertimbangkan, kemudian memutuskan. Zubaidah (2018) mengungkapkan bahwa sejak tahun 1980 fokus pembelajaran berpikir kritis terus mengalami peningkatan secara signifikan dengan beragam macam bentuk asesmen yang terus berkembang. Penelitian ini menengahkan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik dengan menggunakan tes esai. Tes esai merupakan tes yang butir soalnya disajikan untuk diisi oleh peserta tes dengan menggunakan gagasan-gagasan deskriptif dan argumentatif (Munthe, 2009).

Berdasarkan pengalaman yang dialami peneliti selama menjalani masa Pengenalan Lapangan Persekolahan Pembelajaran (PLP PP) di SMP Stella Duce 2 Yogyakarta, peneliti mengalami ketertarikan terhadap kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan soal esai dan kemampuan peserta didik dalam berpikir kritis. Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti bermaksud untuk menyusun penelitian “Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas VII dalam Menyelesaikan Soal AKM Materi Geometri dan Ukuran”

Metode

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam menyelesaikan soal esai tipe AKM dengan materi geometri dan pembangunan; dan mencari tahu kesulitan yang dialami oleh peserta didik dalam menyelesaikan soal. Berdasarkan tujuan tersebut, peneliti menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Penelitian ini dilaksanakan di SMP Stella Duce 2 Yogyakarta pada semester genap tahun ajaran 2021/2022. Subjek penelitiannya adalah peserta didik kelas VII, sebanyak 87 orang. Dari hasil penelitian diperoleh dua hasil bentuk data, yaitu kualitatif dan deskriptif. Data kualitatif berupa data hasil tes tertulis dan wawancara. Sedangkan untuk hasil data deskriptif adalah hasil dari analisis kemampuan dari peserta didik dan kesulitan yang dialaminya.

Pemberian skor dan nilai untuk peserta didik, disesuaikan dengan pedoman yang telah disusun. Skor maksimal yang diberikan tiap soal sebesar 10. Dengan total soal sebanyak 3 butir. Setelah mendapatkan perolehan skor dan nilai, peserta didik akan dibagi menjadi 3 kategori berdasarkan tingkat kemampuan dalam

berpikir kritis. Berikut merupakan acuan yang digunakan untuk mengategorikan kemampuan peserta didik dalam berpikir kritis menurut Arikunto (2018).

Table 1. Kategori Tingkat Kemampuan Berpikir Kritis

No.	Interval	Tingkat Kemampuan
1.	Nilai $>$ 66,53	Tinggi
2.	24,19 $\leq$ Nilai $\leq$ 66,53	Sedang
3.	Nilai $<$ 24,19	Rendah

Setelah menentukan kategori dari tiap peserta didik, peneliti memilih perwakilan dari tiap kelompok kategori untuk dianalisis dan wawancara. Proses wawancara dilakukan dengan menggunakan pedoman yang telah disusun. Setelah itu, peneliti memulai melakukan analisis per soal dan mencari tahu kemampuan dan kesulitan yang dialami oleh peserta didik dalam menyelesaikan soal.

Hasil dan Pembahasan

Kegiatan tes kemampuan berpikir kritis dilaksanakan sejak tanggal 5 sampai 8 April 2022 pada seluruh kelas VII di SMP Stella Duce 2 Yogyakarta. Soal yang diberikan sebanyak 3 butir, dengan materi utama yang Geometri dan Pengukuran. Soal yang disajikan untuk peserta didik telah divalidasi oleh 2 dosen ahli dan 1 guru mata pelajaran. Pada penelitian ini indikator yang digunakan untuk menganalisis kemampuan berpikir kritis peserta didik, meliputi: (1) identifikasi permasalahan, (2) merumuskan pertanyaan, (3) menganalisis data yang dimiliki dan mencari penyelesaian, (4) proses penyelesaian, dan (5) menarik kesimpulan.

Berdasarkan hasil tes kemampuan peserta didik, diperoleh kemampuan peserta didik kelas VII dalam menyelesaikan soal tes. Hasil penilaian yang diberikan tidak hanya berdasarkan hasil jawaban yang benar atau salah, melainkan banyaknya indikator berpikir kritis yang terpenuhi. Berikut merupakan hasil akhir pekerjaan peserta didik dalam menyelesaikan soal.

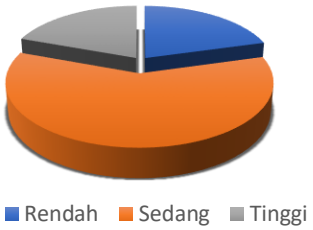
Table 2. Tabulasi Nilai dan Kategori Kemampuan Berpikir Kritis

Subjek	Skor	Nilai	Kategori	Subjek	Skor	Nilai	Kategori
S01	8	26,67	Sedang	S45	14	46,67	Sedang
S02	19	61,67	Sedang	S46	15	50,00	Sedang
S03	19	63,33	Sedang	S47	20	65,00	Sedang
S04	21	70,00	Tinggi	S48	14	45,00	Sedang
S05	19	63,33	Sedang	S49	10	31,67	Sedang
S06	19	63,33	Sedang	S50	21	70,00	Tinggi
S07	21	68,33	Tinggi	S51	7	21,67	Rendah
S08	23	76,67	Tinggi	S52	7	21,67	Rendah

S09	17	55,00	Sedang	S53	22	71,67	Tinggi
S10	16	51,67	Sedang	S54	22	71,67	Tinggi
S11	25	83,33	Tinggi	S55	12	40,00	Sedang
S12	18	60,00	Sedang	S56	21	70,00	Tinggi
S13	21	70,00	Tinggi	S57	11	36,67	Sedang
S14	24	78,33	Tinggi	S58	6	20,00	Rendah
S15	20	65,00	Sedang	S59	11	35,00	Sedang
S16	15	48,33	Sedang	S60	13	41,67	Sedang
S17	19	61,67	Sedang	S61	9	28,33	Sedang
S18	3	10,00	Rendah	S62	9	28,33	Sedang
S19	1	3,33	Rendah	S63	5	16,67	Rendah
S20	16	53,33	Sedang	S64	11	35,00	Sedang
S21	11	35,00	Sedang	S65	7	23,33	Rendah
S22	18	58,33	Sedang	S66	3	10,00	Rendah
S23	9	28,33	Sedang	S67	14	46,67	Sedang
S24	6	20,00	Rendah	S68	20	65,00	Sedang
S25	6	20,00	Rendah	S69	11	36,67	Sedang
S26	18	58,33	Sedang	S70	17	56,67	Sedang
S27	17	56,67	Sedang	S71	18	58,33	Sedang
S28	19	63,33	Sedang	S72	16	51,67	Sedang
S29	7	23,33	Rendah	S73	9	30,00	Sedang
S30	8	26,67	Sedang	S74	5	16,67	Rendah
S31	24	78,33	Tinggi	S75	8	25,00	Sedang
S32	3	10,00	Rendah	S76	2	6,67	Rendah
S33	13	43,33	Sedang	S77	23	75,00	Tinggi
S34	21	68,33	Tinggi	S78	8	26,67	Sedang
S35	22	71,67	Tinggi	S79	6	18,33	Rendah
S36	23	76,67	Tinggi	S80	7	21,67	Rendah
S37	13	43,33	Sedang	S81	19	63,33	Sedang
S38	10	31,67	Sedang	S82	14	45,00	Sedang

S39	2	6,67	Rendah	S83	12	38,33	Sedang
S40	6	20,00	Rendah	S84	15	48,33	Sedang
S41	19	61,67	Sedang	S85	14	46,67	Sedang
S42	8	26,67	Sedang	S86	22	73,33	Tinggi
S43	23	75,00	Tinggi	S87	8	25,00	Sedang
S44	17	55,00	Sedang				

Dari tabel tersebut, diketahui bahwa dari 87 peserta didik yang mengikuti tes kemampuan berpikir kritis, terdapat 18 peserta didik berada pada kategori kemampuan rendah, 52 peserta didik berada pada kategori kemampuan sedang, dan sisanya berada pada kategori kemampuan tinggi. Berikut merupakan perbandingan kemampuan peserta didik berdasarkan kategori kemampuan. Sebanyak 20,7% peserta didik berada pada kategori rendah, 59,8% berada pada kategori sedang, dan 19,5% berada pada kategori tinggi.



Gambar 1. Diagram Perbandingan Kemampuan Peserta Didik

Hasil analisis akan dilakukan secara deskriptif tentang kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan soal esai tipe AKM pada materi Geometri dan Pengukuran. Berikut merupakan hasil analisis jawaban peserta didik dan hasil wawancara yang telah dilakukan peneliti.

1. Analisis Kemampuan Peserta Didik

   Soal yang disajikan pada peserta didik disesuaikan dengan kemampuan level kognitif dari Taksonomi Bloom untuk tingkat SMP. Pada soal nomor 1, materi yang dibuat mengenai konsep dari keliling bangun datar. Peserta didik diminta untuk membuktikan apakah keempat bangun datar yang diberikan memiliki panjang keliling yang sama besar. Soal ini disajikan dengan level kognitif C2, yaitu pemahaman (*knowing*). Pada soal ini, peserta didik dituntut untuk menunjukkan atau membuktikan pengetahuan yang dimilikinya terkait keliling bangun datar dengan permasalahan yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Dari 5 peserta didik yang dipilih, hanya terdapat 2 orang yang mampu menyelesaikan soal dengan memenuhi kelima indikator dalam berpikir kritis.

   Selanjutnya pada soal nomor 2, peneliti menyajikan soal dengan level kognitif C5. Level kognitif C5 merupakan evaluasi (*evaluating*), yang mana peserta didik akan diminta untuk menunjukkan besar dari volume 2 tabung dengan cara menuangkan isi air dari volume tabung pertama ke volume tabung kedua. Kemudian, peserta didik diminta untuk menyimpulkan hasil yang

diperolehnya. Banyak peserta didik yang mengaku mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soalnya. Terdapat 2 dari 5 peserta didik yang mampu menyelesaikan soal tersebut dengan memenuhi indikator dalam berpikir kritis.

Berikutnya adalah soal nomor 3. Soal ini disajikan dengan permasalahan kontekstual yang berkaitan dengan pengukuran waktu dan peserta didik diminta untuk memberi kesimpulan terkait masalah yang terjadi. Pada soal ini peneliti menyajikan level kognitif yang serupa seperti nomor sebelumnya, yaitu C5. Soal yang disajikan meminta peserta didik untuk mencari waktu yang diperlukan untuk mengosongkan tangki air, dengan kondisi menggunakan 2 pompa yang memiliki perbedaan waktu dalam mengosongkan tangki jika digunakan terpisah. Berdasarkan hasil pekerjaan peserta didik, tidak ada satu pun yang memiliki hasil jawaban yang benar. Tetapi, 2 dari 5 peserta didik mampu menuliskan jawaban dengan lengkap berdasarkan indikator dalam berpikir kritis.

2. Kemampuan Berpikir Kritis

Pada soal nomor 1, terdapat peserta didik S13 dan S54 yang mampu menuliskan keseluruhan indikator yang diperlukan dalam menyelesaikan soal. Peserta didik mampu mengidentifikasi permasalahan, menuliskan rumusan permasalahan, menganalisis dan menentukan proses penyelesaian, melaksanakannya, dan memberi kesimpulan. Meskipun hasil pekerjaan peserta didik S54 sudah memenuhi indikator yang diperlukan, tetapi hasil jawaban yang diberikan belum tepat. Sedangkan peserta didik lainnya, yaitu S23, S40, dan S79 hanya memenuhi 2 indikator. Indikator yang terpenuhi adalah menganalisis dan menentukan proses penyelesaian, serta melaksanakan proses penyelesaian. Meskipun hanya memenuhi 2 indikator berpikir kritis, peserta didik S40 mampu memberikan hasil jawaban yang benar.

Pada soal nomor 2, peserta didik S13 dan S54 kembali mampu memenuhi kelima indikator yang diperlukan dalam berpikir kritis. Hanya saja, sangat disayangkan kedua peserta didik tersebut tidak memperoleh hasil penyelesaian yang tepat. Selanjutnya, peserta didik S20, S40, dan S79 hanya mampu memenuhi 1 indikator saja pada soal nomor 2. Meskipun hanya memenuhi 1 indikator, peserta didik S40 kembali menyelesaikan soal nomor 2 dengan jawaban yang tepat.

Selanjutnya pada soal nomor 3, peserta didik S13 dan S54 juga menuliskan langkah penyelesaiannya sesuai dengan indikator dalam berpikir kritis. Kemudian, peserta didik S23 dan S79 hanya memenuhi 2 indikator. Peserta didik S23 memenuhi indikator identifikasi permasalahan dan melaksanakan proses penyelesaian. Sedangkan peserta didik S79 memenuhi indikator melaksanakan proses penyelesaian dan memberi kesimpulan. Selanjutnya, peserta didik S40 hanya memenuhi 1 indikator yakni proses penyelesaian. Dari kelima peserta didik yang dipilih, tidak ada satu pun yang mampu menyelesaikan soal ini dengan tepat.

3. Identifikasi Kesulitan

Setelah menganalisis kemampuan peserta didik dan menemukan hasilnya, peneliti menemukan beberapa kesulitan yang dialami oleh peserta didik dalam menyelesaikan masing-masing soal yang disajikan. Peserta didik pada kategori

tinggi (S13 dan S54) mengalami kesulitan dalam menjelaskan proses penyelesaian. Peserta didik mengaku bahwa dirinya mampu menyelesaikan soal hanya saja sulit untuk menuliskan argumen yang baik dan benar untuk menunjukkan hasil jawaban yang dianggap benar oleh mereka. Selain itu beberapa kali peserta didik juga mengalami keraguan dalam menuliskan hasil jawaban karena tidak yakin dengan rumus yang digunakan untuk menyelesaikan soal. Dari ketiga soal yang disajikan, peserta didik mengaku bahwa soal yang paling sulit dikerjakan adalah soal nomor 3.

Selanjutnya, peserta didik pada kategori kemampuan sedang. Peserta didik mengaku bahwa soal yang diberikan cukup sulit. Peserta didik merasa tidak yakin dengan jawaban yang diberikan pada ketiga soal tersebut, dikarenakan dirinya lupa dengan rumus yang digunakan untuk menyelesaikan soal. Peserta didik S23 hanya menuliskan yang dipikirkannya saat mencoba menyelesaikan soal yang disajikan.

Kemudian, untuk peserta didik pada kategori rendah memiliki keunikan dalam memilih soal yang susah. Menurut peserta didik S40, nomor yang dianggap sulit hanya nomor 3. Peserta didik mengaku bahwa dirinya tidak menemukan ide dalam menyelesaikannya. Akhirnya peserta didik hanya mencoba dengan menjumlahkan masing-masing waktu yang diperlukan pompa 1 dan pompa 2 dalam menyelesaikan tangki. Kemudian, hasil waktu yang dijumlahkan dibagi dengan 2. Peserta merasa dirinya ragu dalam menyelesaikan soal. Sehingga, dirinya hanya menuliskan hasil jawabannya saja di lembar jawaban tanpa memberikan proses penyelesaiannya. Selanjutnya, peserta didik S79 mengaku bahwa soal yang diberikan cukup sulit semua. Peserta didik S79 mencoba mencari penyelesaian yang dibutuhkan dari masing-masing soal, hanya saja dirinya tidak tahu bagaimana cara menjelaskannya. Pengetahuan yang tidak banyak, membuatnya merasa kesulitan dalam menyelesaikan soal. Sehingga, sering kali peserta didik S79 lupa terhadap rumus yang diperlukan untuk menyelesaikan soal-soal yang diberikan.

Berdasarkan hasil identifikasi yang dilakukan, peneliti menemukan kemiripan kesulitan yang dialami oleh para peserta didik. Berikut merupakan kesulitan-kesulitan yang dialami oleh peserta didik dalam menyelesaikan soal esai bertipe AKM: a) lupa terhadap rumus yang diperlukan, b) kesulitan dalam menuliskan langkah penyelesaian, dan c) muncul rasa kurang percaya diri terhadap hasil pekerjaan pribadi. Perlu adanya solusi penyelesaian dari permasalahan yang dialami peserta didik. Kemampuan berpikir kritis dapa ditingkatkan dengan mengubah strategi pembelajaran. Menurut Siti Zubaidah (2010) dalam penelitiannya, kemampuan berpikir kritis dapat ditingkatkan dengan mengubah strategi pembelajaran dengan adanya perencanaan yang spesifik pada materi, konstruksi, dan kondisi. Guru perlu menyiapkan materi secara sistematis dengan mengembangkan struktur kognitif dan mengajak peserta didik untuk menyelesaikannya masalah yang diberikan secara bersamaan.

Selain itu guru juga perlu memberi penjelasan pentingnya untuk mengidentifikasi permasalahan, menuliskan rumusan pertanyaan, menganalisis data, menentukan proses penyelesaian, melaksanakan penyelesaian, dan memberikan kesimpulan. Menurut Lestari (2014)

peningkatan kemampuan koneksi matematis peserta didik perlu ditingkatkan. Sehingga peserta didik terbiasa dengan mengaitkan informasi yang diperoleh untuk menyelesaikan masalah yang diberikan. Untuk meningkatkan kemampuan koneksi matematis peserta didik, dapat dengan mengubah metode pembelajaran. Salah satu metode yang sudah terbukti adalah metode *Brain-Based Learning.*

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas VII SMP Stella Duce 2 Yogyakarta dalam menyelesaikan soal esai tipe AKM materi Geometri dan Pembangunan berada pada kategori kemampuan sedang. Hal itu dibuktikan dari besar persentase kemampuan peserta didik pada kategori kemampuan rendah sebesar 20,7%, kategori kemampuan sedang sebesar 59,8&, dan kategori kemampuan tinggi sebesar 19,54%. Dari hasil pernyataan peserta didik, kesulitan-kesulitan yang dialami dalam menyelesaikan soal adalah a) sulit untuk mengingat rumus, b) kesulitan dalam menuliskan langkah penyelesaian, dan c) kurangnya percaya diri dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Dari penelitian ini memberikan gambaran kepada para guru untuk lebih kreatif dalam merancang metode dan strategi pembelajaran yang mampu merangsang kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Daftar Pustaka

Arikunto, S. (2018). *DASAR-DASAR EVALUASI PENDIDIKAN EDISI 3* (3rd ed.). Jakarta: Bumi Aksara.

Indonesia, R. (2003). *Undang-undang (UU) tentang Sistem Pendidikan Nasional*.

Kemendikbud. (2016). *Peringkat dan Capaian PISA Indonesia Mengalami Peningkatan*. https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2016/12/peringkat-dan-capaian-pisa-indonesia-mengalami-peningkatan

Kemendikbud. (2019). *Hasil PISA Indonesia 2018: Akses Makin Meluas, Saatnya Tingkatkan Kualitas*. Kemdikbud.Go.Id. https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2019/12/hasil-pisa-indonesia-2018-akses-makin-meluas-saatnya-tingkatkan-kualitas

Kemendikbud. (2020). AKM dan Implikasinya pada Pembelajaran. In *Pusat Asesmen Dan Pembelajaran Badan Penelitian Dan Pengembangan Dan Perbukuan Kementerian Pendidikan Dan KebudayaanPembelajaran Badan Penelitian Dan Pengembangan Dan Perbukuan Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan*. Pusat Asesmen dan Pembelajaran Badan Penelitian dan Pemngembangan dan Pembukuan Kementrian Pendidikan dan Budaya.

Kemendikbud. (2021). *Apa itu Asesmen Nasional? Penjelasan Tentang Asesmen Nasional*. Pusat Asesmen Dan Pembelajaran Badan Penelitian Dan Pengembangan Dan Perbukuan Kementerian Pendidikan Dan KebudayaanPembelajaran Badan Penelitian Dan Pengembangan Dan Perbukuan Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan. https://anbk.kemdikbud.go.id/

Lestari, K. E. (2014). Implementasi Brain-Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Koneksi dan Kemampuan Berpikir Kritis Serta Motivasi

Belajar Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan UNSIKA*, *2*. https://doi.org/https://doi.org/10.35706/judika.v2i1.120

Munthe, B. (2009). *DESAIN PEMBELAJARAN* (10th ed.). Yogyakarta: Pustaka Insan Madani.

Sihotang, K. (2019). *BERPIKIR KRITIS KECAKAPAN HIDUP DI ERA DIGITAL* (R. Wahyudi (ed.)). Yogyakarta: Kanisius.

Siti Zubaidah. (2010). Berfikir Kritis : Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Yang dapat Dikembangkan Melalui Pembelajaran Sains. *Seminar Nasional Sains 2010 Dengan Tema “Optimalisasi Sains Untuk Memberdayakan Manusia,” 16*(January 2010), 1–14. https://www.researchgate.net/profile/Siti-Zubaidah-7/publication/318040409_Berpikir_Kritis_Kemampuan_Berpikir_Tingkat_Tinggi_yang_Dapat_Dikembangkan_melalui_Pembelajaran_Sains/links/59564c650f7e9b591cda994b/Berpikir-Kritis-Kemampuan-Berpikir-Tingkat-Tingg

Suripah. (2018). LANDASAN, FILSAFAT, IDEOLOGI PENGEMBANGAN KURIKULUM. In Marsigit (Ed.), *Pengembangan Kurikulum Pendidikan Matematika* (pp. 1–25). Yogyakarta: Media Akademi.

Yeni, E. M. (2015). Kesulitan Belajar Matematika di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan Dasar*, *2*(2), 1–10. https://www.neliti.com/publications/71281/kesulitan-belajar-matematika-di-sekolah-dasar

Zubaidah, S. D. C. A. M. (2018). *Asesmen Berpikir Kritis Terintegrasi Tes Essay Asesmen Berpikir Kritis Terintegrasi Tes Essay*. *April 2015*, 200–213.

ANALISIS GAYA SILINDER *LIFT ARM WHEEL LOADER* MENGGUNAKAN *FEA*

Pankrasius Surya Tonapa[1], Budi Sugiharto[2,*]
[1]*Teknik Mesin, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta Indonesia 55282*
[2] *Teknik Mesin, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta Indonesia 55282*
**Email : sugih@usd.ac.id*

Abstrak

Loader merupakan alat berat yang digunakan dalam berbagai dunia industri dengan kegunaan mengikis, mengangkut material, melakukan penggalian, ataupun meratakan. Loader memiliki komponen *lift arm* yang berguna untuk menopang *bucket* dan *tilt lever* dengan gerakan *lift arm* naik turun yang digerakkan oleh *lift arm* silinder. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis tegangan *Von Mises*, *displacement* dan *factor of safety* menggunakan software *Solidworks.* Analisis kekuatan *lift arm* ketika menerima beban dari *bucket*. Variasi penelitian yaitu jarak *bore pin bucket* dari permukaan tanah posisi 1 sebesar 585 mm, posisi 2 sebesar 2000 mm dan posisi 3 sebesar 4360 mm. Tegangan *Von Mises* paling besar terjadi pada posisi 2 sebesar 248,295 MPa. Nilai *displacement* paling besar berada pada posisi 2 sebesar 16,438 mm. Desain masih dalam keadaan aman dengan nilai *yield strength* sebesar 620,422 MPa dan nilai terkecil *factor of safety* berada pada posisi 2 sebesar 2,499. Selanjutnya dilakukan penambahan panjang sebesar 209 mm sehingga panjang keseluruhan *lift arm* sebesar 3276 mm dari panjang sebelumnya 3067 mm. Hasil tegangan *Von Mises* desain setelah optimasi sebesar 598,371 MPa dan *displacement* sebesar 54,106 mm.

Kata kunci: analisa statik, *displacement*, *factor of safety*, *Solidworks*, *Von Mises*

LIFT ARM WHEEL LOADER CYLINDER STYLE ANALYSIS USING FEA

Pankrasius Surya Tonapa[1], Budi Sugiharto[2,*]
[1]*Mechanical Engineering, Sanata Dharma University, Yogyakarta, Indonesia 55282*
[2]*Mechanical Engineering, Sanata Dharma University, Yogyakarta, Indonesia 55282*
**Email : sugih@usd.ac.id*

Abstract

Loaders are heavy equipment used in various industrial worlds with the use of scraping, transporting materials, digging, or leveling. The loader has a lift arm component that is useful for supporting the bucket and tilt lever with the up and down movement of the lift arm driven by the cylindrical lift arm. The purpose of this study is to analyze the Von Mises stress, displacement and factor of safety using Solidworks software. Analysis of the lift arm strength when receiving a load from

the bucket. The research variation is the distance of the bore pin bucket from the ground level at position 1 of 585 mm, position 2 of 2000 mm and position 3 of 4360 mm. The highest Von Mises stress occurs at position 2 of 248.295 MPa. The largest displacement value is in position 2 of 16,438 mm. The design is still in a safe condition with a yield strength value of 620,422 MPa and the smallest value of factor of safety is in position 2 of 2,499. Furthermore, an additional length of 209 mm was made so that the overall length of the lift arm was 3276 mm from the previous length of 3067 mm. The results of the design Von Mises stress after additional length of 598.371 MPa and a displacement of 54.106 mm.

Keywords: *displacement, factor of safety, Solidworks, static analysis, Von Mises*

Pendahuluan

Alat berat merupakan alat yang didesain untuk mengerjakan salah satu fungsi atau kegiatan proses konstruksi yang sifatnya berat bila dikerjakan oleh tenaga manusia. Pekerjaan tersebut seperti mengangkut, mengangkat, memuat, memindah, menggali, mencampur dan lainnya dengan cara yang mudah, hemat dan aman (Asiyanto, 2008). Penggunaan alat berat bertujuan memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah dalam waktu yang relatif lebih singkat. Produktivitas kecil dan waktu yang dibutuhkan dalam pengadaan alat lain yang lebih sesuai merupakan hal yang menyebabkan pembengkakan biaya (Kholil, 2012).

Loader adalah traktor yang dilengkapi dengan attachment berupa bucket untuk mendorong dan mengangkat material keatas dump truck (Rochmanhadi, 1992). Loader beroda ban (*wheel-tractor-mounted*) terdiri atas 4 *wheel drive* dan *rear wheel drive*. *Rear wheel drive* biasanya dipakai untuk menggali dan 4 *wheel drive* cocok untuk membawa *bucket* bermuatan penuh (Kholil, 2012). Loader berperan penting dalam konstruksi dengan kegunaan untuk mengangkat, mengangkut maupun menggusur material.

Metode elemen hingga adalah metode numerik untuk mendapatkan solusi persamaan diferensial, baik persamaan diferensial biasa (*Ordinary Differential Equation*) maupun persamaan diferensial parsial (*Partial Differential Equation*) (Kosasih, 2012).

Agar tercapai suatu desain yang aman elemen struktural, ditentukan suatu faktor keselamatan (*factor of safety*), yaitu perbandingan tegangan patah (*failure stress*) terhadap tegangan izin. Umumnya, di dalam banyak desain seperti baja struktural dan aluminium, tegangan maksimum dianggap sebagai tegangan patah (Zainuri, 2019). Perhitungan *factor of safety* menggunakan persamaan 1.

$$\textit{Factor of safety} = \frac{Yield\ Stress}{Tegangan\ Normal} \qquad (1)$$

Loader memiliki beberapa komponen utama yang berfungsi untuk membuat loader dapat beroperasi dengan baik. Salah satu komponen utama yaitu lift arm. Lift arm berfungsi mengangkat beban yang ada di bucket dengan tumpuan di bore pin lift arm. Tumpuan bore pin bucket terhubung dengan silinder lift yang bekerja dengan cara mendorong dari tekanan hidrolik. Dalam beroperasinya lift arm sering

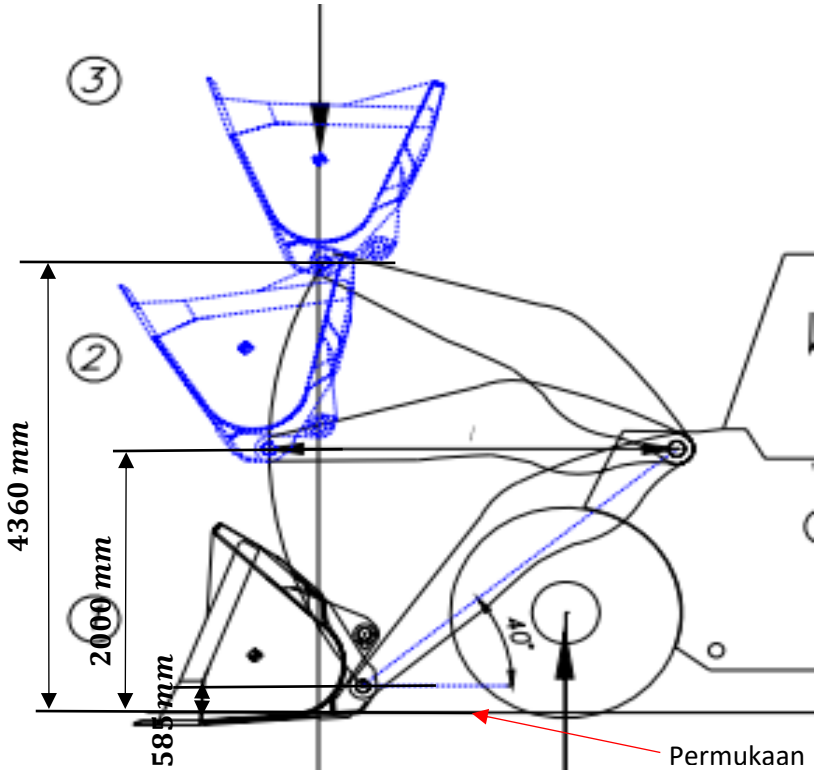
mengalami kegagalan material, hal ini diakibatkan oleh tegangan yang terjadi pada lift arm lebih besar dari kekuatan bahan yang dimiliki sehingga menyebabkan defleksi yang berlebih. Kelebihan defleksi melebihi batas kemampuan elastis menyebabkan arm bengkok atau patah.

Sheetal S. Kolte dan PA Makasare (2015) meneliti tentang optimasi arm loader *loading shovel*. Pada penelitian ini untuk menguji struktur dari tinggi *dump*, menggali kedalaman dan juga pengujian sambungan. Penelitian ini dilakukan untuk mengoptimalkan lengan loader dengan berbagai iterasi atau siklus, perhitungan tekanan silinder dan ram lengan loader. Analisis ini dilakukan dengan metode FEA dengan menggunakan ANSYS 15. Hasil menunjukkan bahwa *lift arm* mengalami perubahan drastis dalam hal panjang dan juga sudut dan hal ini membuat *lift arm* dapat melakuan semua fungsi yang diinginkan seperti meratakan dan malakukan pembuangan serta dapat bergerak pada sudut yang diperlukan (Kolte & Makasare, 2015). Fanqing Pan, Huqi Wang, Yupeng Win dan Axia Yuan (2016) meneliti tentang analisis elemen hingga dari *lift arm* loader sebagai objek penelitian dengan menentukan tegangan, deformasi dan dihitung dengan software ANSYS. Tujuan penelitian ini untuk meningkatkan kemampuan pemuatan dan memperpanjang umur dengan peningkatan desain sesuai dengan hasil analisis. Hasil peningkatan kekuatan menunjukkan bahwa faktor keamanan meningkat sebesar 1.98 dari 1.59 untuk *lift arm* bagian belakang dengan presentase 24.5 % dan untuk *lift arm* bagian depan faktor keamanan meningkat sebesar 2.18 dari 1.98 pada pemuatan simetris (Pan dkk., 2016).

Analisa kekuatan pada komponen lift arm dilakukan pada 3 variasi posisi yaitu, posisi 1 jarak antara bore pin bucket dengan permukaan tanah sebesar 585 mm, posisi 2 jarak antara bore pin bucket dengan permukaan tanah sebesar 2000 mm dan posisi 3 jarak antara bore pin bucket dengan permukaan tanah sebesar 4360 mm. Selanjutnya, dilakukan penambahan panjang arm dengan tujuan untuk mengoptimalkan desain terutama pada saat bucket melakukan porses dump. Desain sebelum optimasi memiliki jarak antara body dump dengan gigi bucket memiliki jarak sebesar 745 mm dengan posisi lift arm 45° dan 407 mm dengan posisi lift arm 35°. Selanjutanya, dilakukan pertambahan panjang arm dengan jarak antara body dump sisi kanan dengan gigi bucket sebesar 934 mm dengan posisi lift arm 45° dan 590 mm posisi lift arm 35°. Pada proses penelitian ini digunakan software SolidWorks untuk membantu dalam pembuatan desain 3D dan analisis statik.

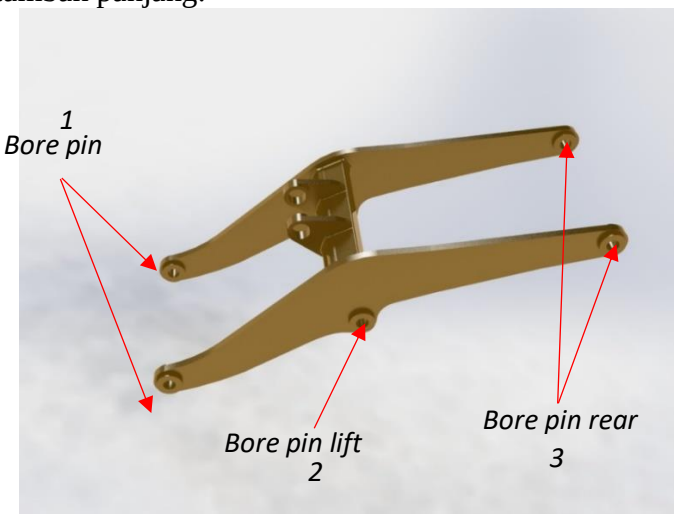
Metode

Pada penelitian digunakan software Solidworks untuk membantu analisis kekuatan pada arm. Analisis yang dilakukan adalah besarnya tegangan Von Mises maksimum, displacement maksimum dan faktor keamanan (safety factor). Pada penelitian yang dilakukan ada tiga variasi yang akan dilakukan. Variasi posisi 1 yaitu proses melakukan digging, posisi 2 melakukan loading dengan gerakan bucket tilt dan posisi 3 melakukan loading dengan gerakan bucket dump. Tujuan dari variasi ini adalah untuk membandingkan tegangan dan juga defleksi yang terjadi pada setiap posisi lift arm bekerja. Gambar 1 menunjukkan variasi penelitian dengan memberikan jarak antara bore pin bucket dengan permukaan tanah. Posisi 1 memiliki jarak dari permukaan tanah dengan bore pin bucket sebesar 585 mm, posisi 2 memiliki jarak dari permukaan tanah dengan bore pin bucket sebesar 2000 mm dan posisi 3 memiliki jarak 4360 mm dari permukaan tanah.



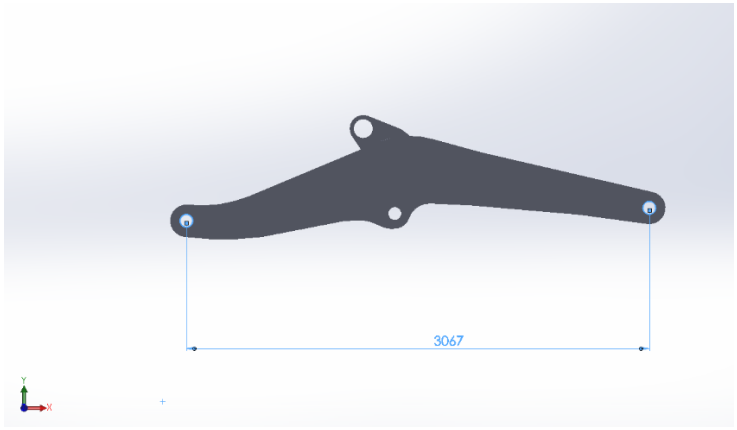
Gambar 1. Variasi Penelitian lift arm loader WA470

Pemodelan desain lift arm loader tipe WA470 dengan menggunakan software SolidWorks ditunjukkan pada Gambar 2. Gambar 3 desain awal dan Gambar 4 desain sesudah ditambah panjang.



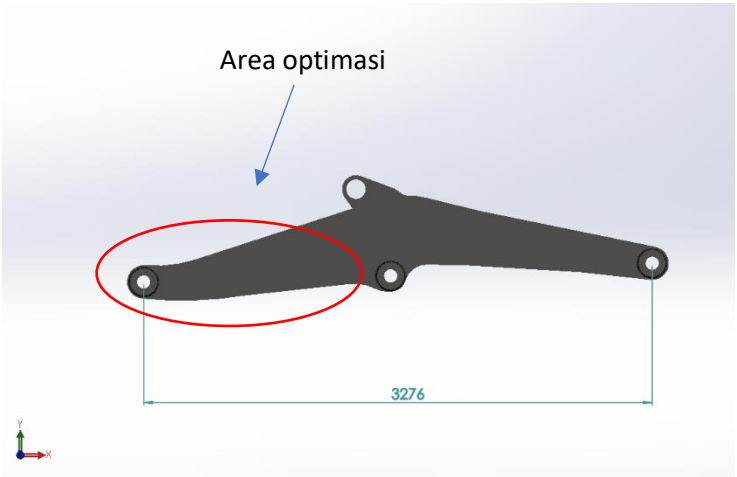
Gambar 2. Hasil rendering desain lift arm WA470

Gambar 2 menunjukkan hasil desain 3D dengan menunjukkan area gaya yang bekerja dengan keterangan (1) bore pin bucket (2) bore pin lift silinder (3) bore pin rear.



Gambar 3. Lift arm awal

Gambar 3 menunjukkan desain sebelum awal dangan panjang sebesar 3067 mm dengan massa sebesar 1401,49 kg dan material yang digunakan adalah jenis alloy steel.



Gambar 4. Lift arm sesudah pertambahan panjang

Gambar 4 menunjukkan desain sesudah pertambahan panjang dengan panjang sebesar 3276 mm dengan massa sebesar 1480,83 kg dan material yang digunakan adalah jenis alloy steel.

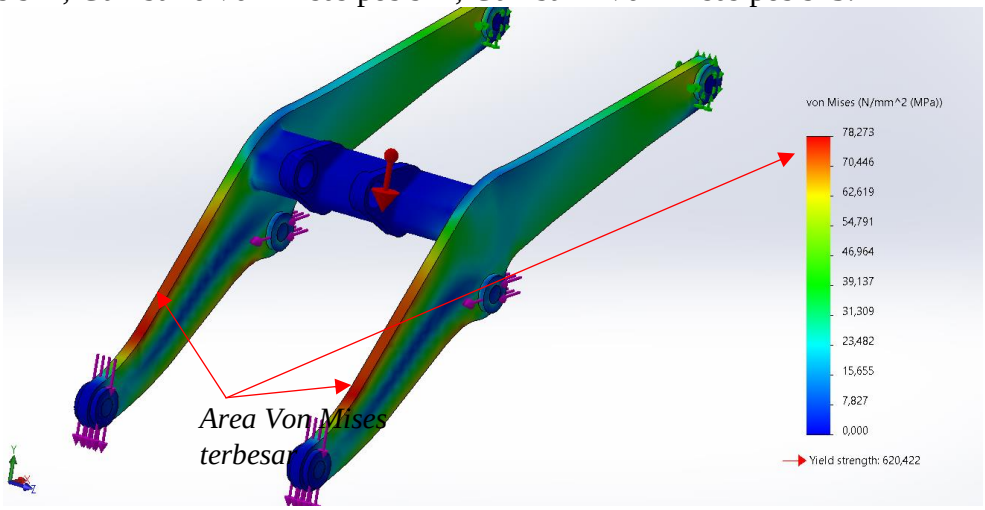
Hasil dan Pembahasan

Hasil yang disampaikan berupa distribusi tegangan, displacement yang terjadi serta safety of factor dari lift arm pada ketiga posisi. Dari ketiga posisi

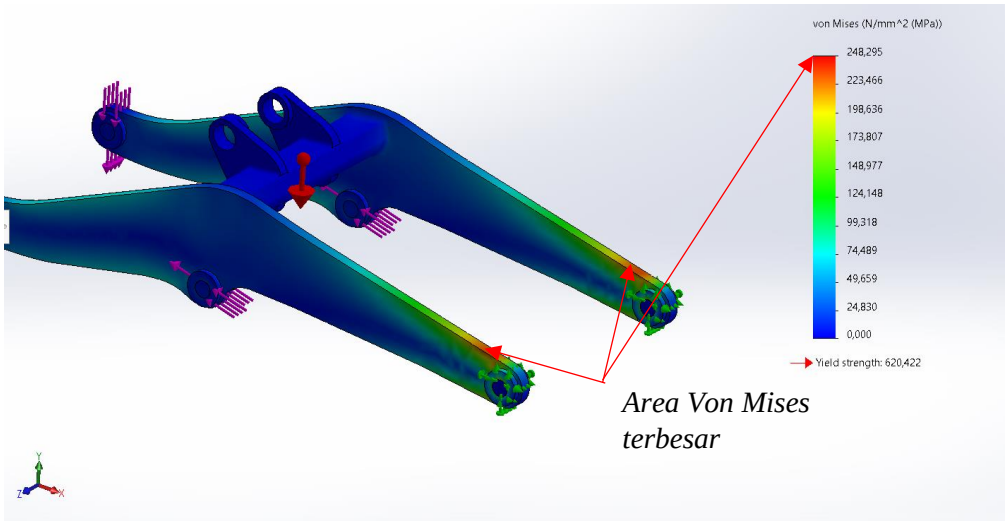
tersebut dipilih posisi yang mengalami tegangan tertinggi yang selanjutnya digunakan untuk menganalisis lift arm yang telah diperpanjang.

Distribusi Tegangan *Von Mises*

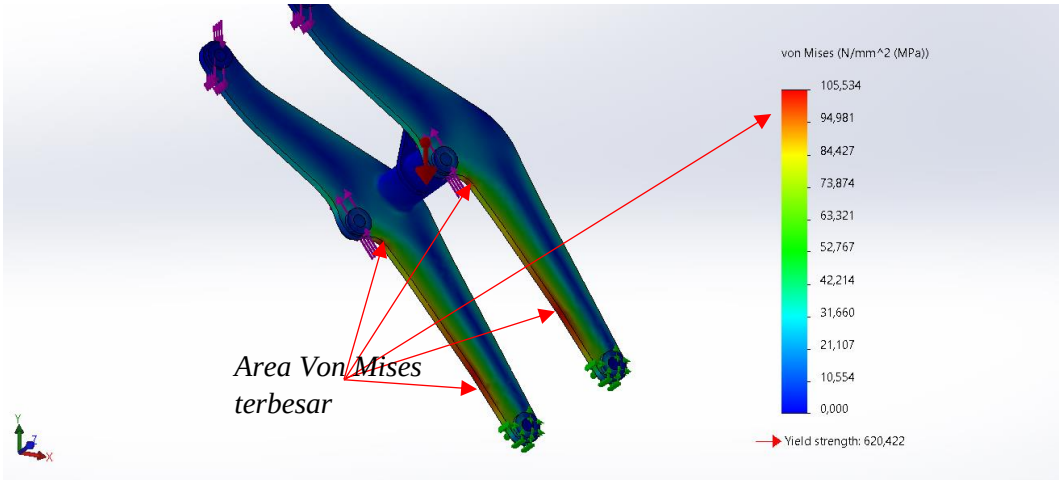
Hasil pengujian simulasi ditampilkan secara data visual yang menunjukkan distribusi tegangan *Von Mises* dengan gradasi warna. Warna biru menunjukkan tegangan yang paling kecil sampai dengan warna merah yang menunjukkan tegangan paling besar. Hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 5 *Von Mises* posisi 1, Gambar 6 *Von Mises* posisi 2, Gambar 7 *Von Mises* posisi 3.



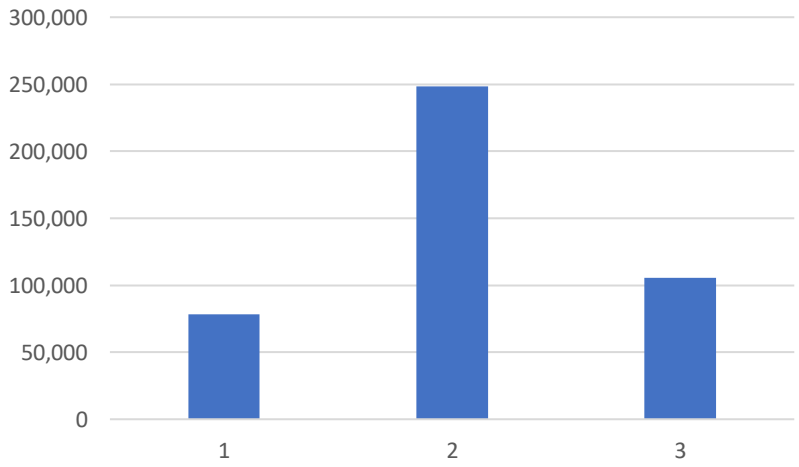
Gambar 5. Distribusi tegangan Von Mises posisi 1



Gambar 6. Distribusi tegangan Von Mises posisi 2



Gambar 7. Distribusi tegangan Von Mises posisi 3

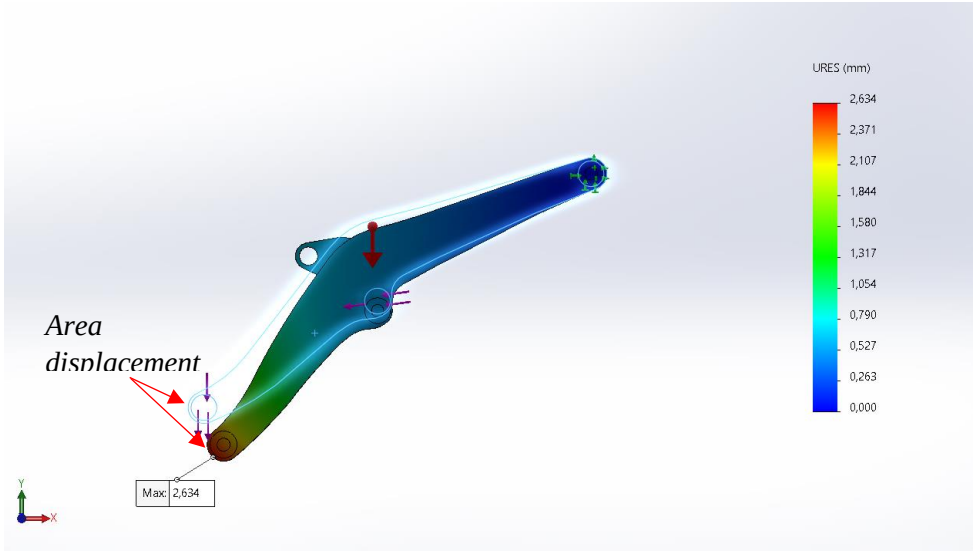


Gambar 8. Perbandingan tegangan Von Mises maksimum

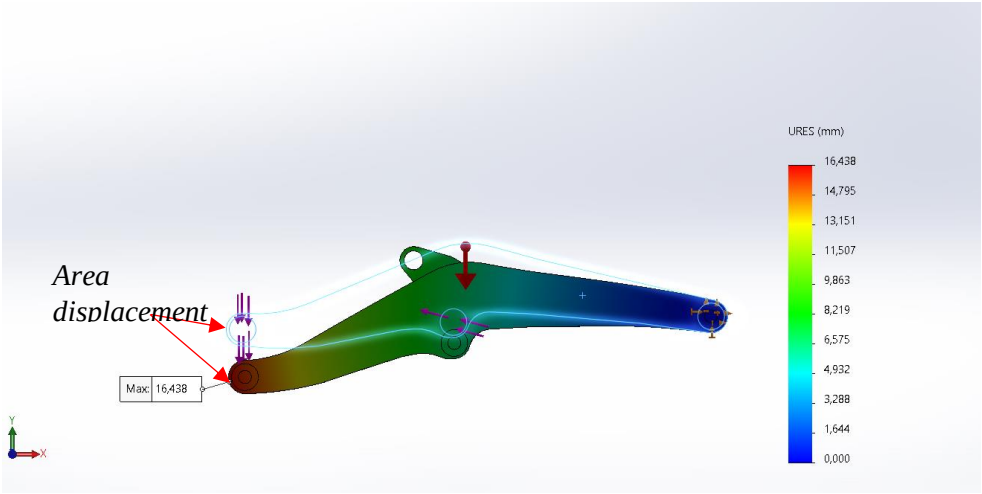
Dari Gambar 5, 6 dan 7 terlihat distribusi tegangan *Von Mises* yang terjadi pada *lift arm*. Tegangan maksimum ditunjukkan dengan warna merah. masing-masing posisiGambar 8 memperlihatkan perbandingan tegangan *Von Mises* maksimum/terbesar pada masing-masing posisi. Posisi 2 memperlihatkan tegangan *Von Mises* maksimum yang terbesar dibandingkan dengan posisi yang lain.

Displacement* (deformasi) *lift arm

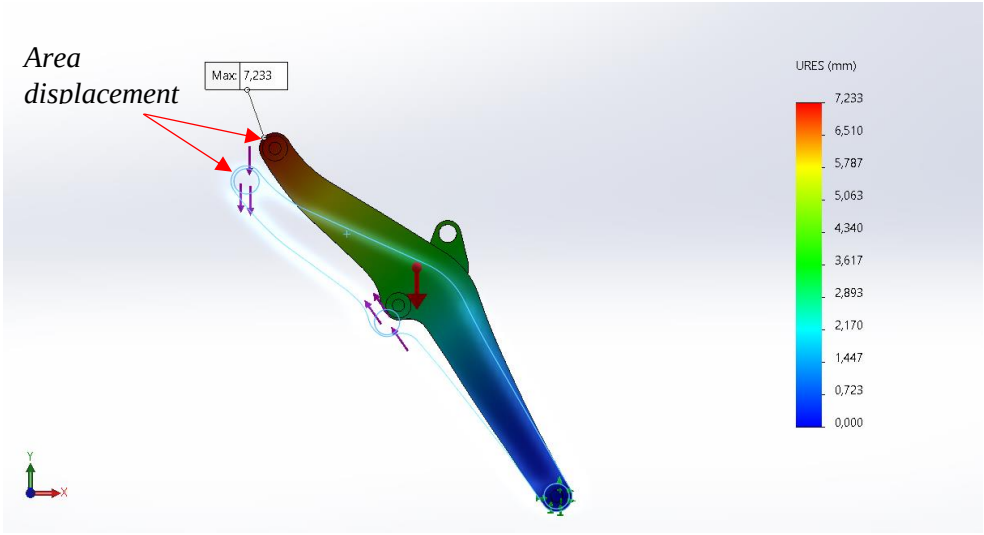
Displacement ditampilkan secara visual dengan distribusi gradasi warna. Warna biru menunjukkan *displacement* terendah sampai dengan warna merah yang menunjukkan *displacement* terbesar. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 9 distribusi *displacement* posisi 1, Gambar 10 *displacement* posisi 2 dan Gambar 11. *displacement* posisi 3.



Gambar 9. Distribusi displacement posisi 1



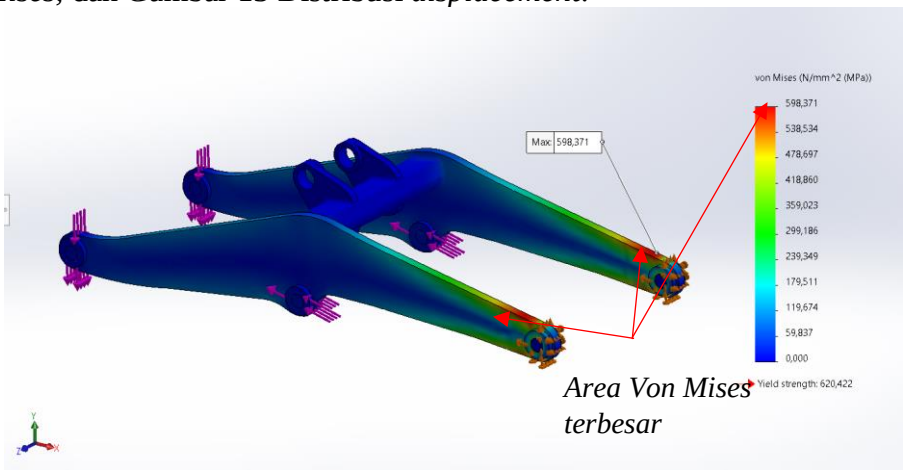
Gambar 10. Distribusi displacement posisi 2



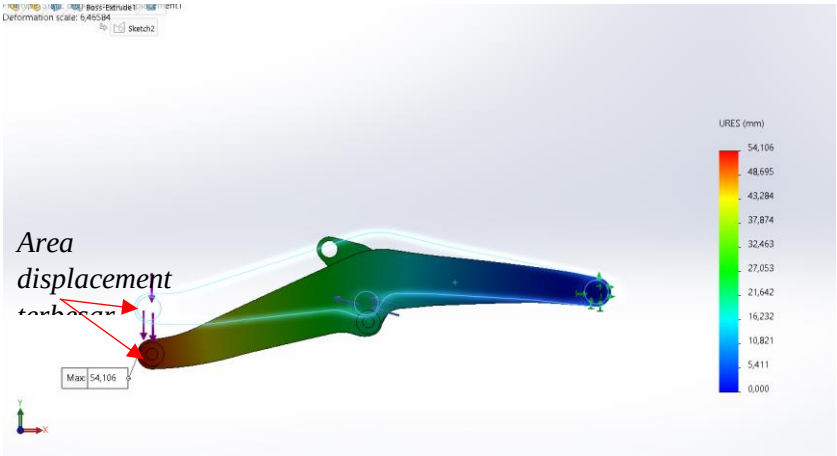
Gambar 11. Distribusi *displacement* posisi 3

Hasil pertambahan Panjang arm (*Von Mises, displacement*)

Pertambahan Panjang dilakukan pada posisi 2 dikarenakan tegangan *Von Mises* maskimum terbesar berada dan *displacement* terbesar saat posisi 2. Dengan memberikan gaya pada *bore pin bucket* sebesar 166627,30 *N* dan gaya pada *bore pin lift arm* (495550 *N*) maka, akan diperoleh hasil dalam bentuk distribusi yang ditunjukkan dengan gradiasi warna seperti pada Gambar 12 Distribusi tegangan *Von Mises*, dan Gambar 13 Distribusi *displacement*.



Gambar 12. Distribusi tegangan Von Mises setelah pertambahan panjang



Gambar 13. Distribusi Displacement setelah pertambahan Panjang

Tabel 1 menampilkan *displacement* maksimum dan *factor of safety* pada masing-masing posisi. Terlihat bahwa hasil *displacement* terbesar terjadi dengan *factor of safety* yang terendah yaitu pada posisi 2 hal ini juga ditunjukkan dengan tegangan maksimum *Von Mises* maksimum yang terbesar pada Gambar 8.

Tabel 1. Data displacement maksimum dan factor of safety (FOS)

Posisi	Jarak	Displacement maksimum	Yield strength	FOS	Keterangan
1	585	2,634 mm	620,422 MPa	7,926	Aman
2	2000	16,438 mm	620,422 MPa	2,499	Aman
3	4360	7,233 mm	620,422 MPa	5,879	Aman

Tabel 2. Data setelah lift arm diperpanjang

Posisi	Jarak	*Von Mises* Maksimum	*Displacement* Maksimum	*Factor of safety*
2	2000 mm	598,371 MPa	54,106 mm	1,037

Tabel 2 menunjukkan hasil yang diperoleh setelah pertambahan panjang *lift arm*. Tegangan *Von Mises* maksimum mengalami penurunan, *displacement* mengalami peningkatan dan *factor of safety (FOS)* mengalami penurunan. Penurunan FOS yang terjadi masih di atas 1, sehingga pertambahan panjang lift arm masih dianggap aman sebagai konstruksi.

Kesimpulan

Dari hasil pembahasan tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa posisi 2 *lift arm* mengalami tegangan maksimum terbesar yaitu 248,295 MPa, *displacement* terbesar sebesar 16,438 mm dan *factor of safety* terkecil sebesar 2,499. Setelah dilakukan pertambahan panjang tegangan *Von Mises* maksimum menjadi 598,371 MPa, *displacement* menjadi 54,106 mm dan *factor of safety* menjadi 1,037.

Daftar Pustaka

Asiyanto. (2008). *Manajemen Alat Berat untuk Konstruksi*. https://pustaka.pu.go.id/biblio/manajemen-alat-berat-untuk-konstruksi/4GL11

Kholil, A. (2012). *Alat Berat* (A. Kamsyach, Ed.). PT Remaja Rodakarya.

Kolte, S. S., & Makasare, P. A. (2015). Optimization of Loader Arm of Wheel Loading Shovel. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, *4*(04), 1095–1099. www.ijert.org

Kosasih, P. B. (2012). *Teori dan Aplikasi Metode Elemen Hingga* (S. Suryantoro, Ed.; 1 ed.). CV Andi Offset.

Pan, F., Wang, H., Yin, Y., & Yuan, A. (2016). *Finite Element Analysis of Loader Lift Arm*.

Rochmanhadi. (1992). *ALATALAT BERAT DAN PENGGUNAANNYA*. YBPPU.

Zainuri, A. (2019). *KEKUATAN MATERIAL Teori & Aplikasi Berbasis Komputer.* (Aditya, Ed.; 1 ed.). CV Andi Offset.

http://e-conf.usd.ac.id/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

ANALISIS KESALAHAN DALAM MENYELESAIKAN SOAL RELASI PADA SISWA KELAS VIII SMPN 1 LOURA

Susanti Kadi[1*], Yulius Keremata Lede[2], Samuel Rex M. Making[3]
[12]*Pendidikan Matematika STKIP weetebula Kabupaten Sumba Barat Daya, Prov. Nusa Tenggara Timur-Indonesia.*
**Email: susantikadi03@gmail.com*

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kesalahan dalam menyelesaikan soal relasi pada siswa kelas VIII SMPN 1 Loura. Jenis penelitian ini adalah deskriptif kualitatif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat 3 jenis kesalahan yang dilakukan siswa yaitu kesalahan konsep, kesalahan prinsip, dan kesalahan ceroboh. Yang menyebabkan siswa melakukan kesalahan adalah siswa kurang teliti dan belum menguasai materi.

Kata kunci: Analisis kesalahan, kesalahan konsep, kesalahan prinsip dan kesalahan ceroboh.

Abstract

The purpose of this study was to find out errors in solving relational problems in class VIII SMPN 1 Loura. This type of research is descriptive qualitative. The results of this study indicate that there are 3 types of errors made by students, namely conceptual errors, principle errors, and careless errors. What causes students to make mistakes is that students are less thorough and have not mastered the material.

Keywords: Error analysis, conceptual error, principle error, and careless error.

PENDAHULUAN

Matematika merupakan suatu ilmu yang mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan manusia karena matematika berpengaruh pada perkembangan suatu bidang seperti bidang ekonomi, teknologi, sosial, dan sebagainya. Matematika adalah ratu sekaligus pelayan semua ilmu pengetahuan. Sebagai pelayan matematika adalah ilmu yang mendasari dan melayani berbagai ilmu pengetahuan lain. Uno (2007:136) menyatakan bahwa matematikan merupakan alat pikir, berkomunikasi, alat untuk memecahkan beberapa persoalan praktis yang unsur-unsurnya logika dan intuisi, analisis dan kontruksi, generalitas dan individualitas serta mempunyai cabang-cabang antara lain aritmetika, aljabar, geometri dan analisis.

Matematika mempunyai berbagai karakteristik salah satunya mempunyai objek yang bersifat abstrak. Sifat inilah yang menyebabkan banyak siswa mengalami kesulitan dalam matematika. Kesulitan yang dialami siswa inilah yang

memungkinkan terjadinya kesalahan ketika siswa menjawab soal menurut Asih (2015). Gunawan (2007), menyatakan matematika merupakan salah satu dari dua mata pelajaran yang dapat mempuyai peluang besar untuk siswa membuat kesalahan. Dalam pembelajaran guru dan siswa merupakan komponen penting yang menentukan keberhasilan proses pembelajaran dikelas (Aly, Sujadi D Taufiq, 2019). Guru mempunyai tugas mengatur jalannya pembelajaran dikelas, sedangkan siswa memiliki kemampuan, motivasi dan kesiapan untuk mengikuti proses pembelajaran di kelas. Kesalahan-kesalahan yang dilakukan siswa menunjukkan bahwa adanya hambatan belajar yang dilakukan oleh siswa.

Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara terhadap guru mata pelajaran matematika di SMPN 1 Loura, guru mengatakan bahwa siswa sering melakukan kesalahan-kesalahan dalam menyelesaikan soal-soal matematika. Hal tersebut mengakibatkan rendahnya prestasi belajar siswa. Kesalahan-kesalahan tersebut terjadi karena kurang jelasnya siswa dalam memahami, menerima dan mengolah informasi yang diperoleh. Selain itu, penyebab yang lainnya yaitu siswa kurang tepat dalam melakukan penyelesain soal dan kurang teliti dalam melengkapi jawaban.

Kesalahan siswa dalam mengerjakan soal cerita perluh adanya analisis untuk mengetahui kesalahan apa saja yang banyak dilakukan dan kenapa kesalahan tersebut dilakukan siswa. Melalui analisis kesalahan akan diperoleh bentuk dan penyebab kesalahan siswa, sehingga guru dapat memberikan jenis bantuan kepada siswa. Kesalahan yang dilakukan siswa perluh adanya analisis lebih lanjut, agar mendapatkan gambaran yang jelas dan rinci atas kelemahan-kelemahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita.

Kesalahan adalah kekeliruan; perbuatan yang salah (melanggar hukum dan sebagainya), Dekdikbud (1999,855). Menurut Soedjadi (2000:13), kesalahan itu dihubungkan dengan objek dasar matematika, kesalahan yang dimaksud yaitu : 1) kesalahan konsep adalah kekeliruan dalam menggolongkan atau mengklasifikasikan sekumpulan objek. Konsep yang dimaksud dalam matematika dapat berupa definisi. 2) kesalahan prinsip adalah kekeliruan dalam mengaitkan beberapa fakta atau beberapa konsep. Adapun kesalahan-kesalahan dalam menyelesaikan dalam menyelesaikan matematika, yaitu: (a) kesalahan dalam memahami soal, yang terjadi jika siswa salah dalam menemukan hal yag diketahui, ditanyakan dan tidakmdapat menuliskan apa yang dikehendaki; (b) kesalahan dalam menggunakan rumus, yang terjadi jikasiswa tidak mampu mengidentifikasi rumus atau metode apa yang akan digunakan atau diperluhkan dalam menyelesaikan soal; (c) kesalahan dalam operasi penyelesaiannya, yang terjadi jika siswa salah dalam melakukan perhitungan; (d) kesalahan dalam menyimpulkan, yang terjadi jika siswa tidak memperhatikan kembali apa yang ditanyakan dari soal dan tidak membuat kesimpulan dari hasil perhitungannya, karena siswa beranggapan bahwa hasil perhitungannya merupakan penyelesaian dari permasalahan yang ada.

Menurut uraian diatas, maka letak kesalahan pada penelitian ini dikategorikan sebagai berikut: (a) kesalahan dalam penerapan konsep, siswa dikatakan melakukan kesalahan konsep apabila siswa tidak mengerti definisi suatu

istilah dalam matematika atau siswa belum menguasai sub materi dasar yang diberikan pada pembahasan salah satu materi. (b) kesalahan prinsip , siswa dikatakan melakukan kesalahan prinsip apabila siswa tidak menggunakan rumus atau tidak mengaitkan beberapa konsep. (c) kesalahan ceroboh , siswa dikatakan melakukan kesalahan dalam menyelesaikan soal matematika dikarenakan siswa lupa konsep, rumus atau operasi yang digunakan untuk menyelesaikan soal matematika.

Dalam penulisan artikel ini, penulis bertujuan untuk mengetahui kesalahan dalam menyelesaikan soal relasi pada siswa kelas VIII SMPN 1 Loura. Dengan demikian, akan dapat diketahui faktor-faktor apa saja yang menyebabkan siswa melakukan kesalahan dalam menyelesaikan soal dan bagaimana solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut sehingga prestasi belajar siswa menigkat.

Dalam penelitian ini pembatasan masalah difokuskan pada kesalahan siswa kelas VIII SMPN 1 Loura dalam menyelesaikan soal uraian matematika pokok bahasan relasi. Sehingga tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui kesalahan dalam menyelesaikan soal relasi pada siswa kelas VIII SMPN 1Loura.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kualitatif yang disajikan dalam bentuk deskriptif berdasarkan kata lisan maupun tulisan (Moleong, 2013). Subjek dalam penelitian ini adalah siswa kelas VIII SMPN 1 loura yang berjumlah 14 siswa. Penentuan subjek penelitian ini didasarkan pada hasil tes kemampuan matematika. Berdasarkan hasil tes kemampuan matematika tersebut, siswa dikelompokkan dalam tiga kategori berdasarkan kemampuan matematikanya, yaitu: berkemampuan tinggi, berkemampuan sedang dan berkemampuan rendah. Dari masing-masing kategori tersebut dipilih tiga siswa sebagai subjek penelitian. Secara sistematis proses penentuan dalam penelitian dilakukan dengan langkah-langkah: 1) memberikan tes: 2) mengelompokkan siswa berdasarkan kemampuan matematika. Siswa dengan skor 80-100 dikelompokkan dalam kategori tinggi, skor 60-79 dikelompokkan dalam kategori sedang, skor 0-59 dikelompokkan dalam kategori rendah. Objek dalam penelitian ini adalah analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal relasi. Penelitian ini dilaksanakan di SMPN 1 Loura pada tanggal 22 september 2022 , jam 11:05 - 12:25.

Wawancara dilakukan untuk mengetahui jenis kesalahan siswa secara mendalam dalam menyelesaikan soal relasi yang tidak dapat diperoleh dengan jelas melalui tes tertulis. Wawancara dilakukan terhadap tiga subjek penelitian dengan kriteria paling banyak melakukan kesalahan, melakukan kesalahan pada setiap butir soal, dan mampu berkomunikasi dengan baik. Kegiatan wawancara dilaksanakan satu hari setelah pelaksanaan tes tertulis, di SMPN 1 Loura. Materi wawancara berkaitan dengan jawaban yang salah pada setiap butir soal. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan alur sebagaimana yang dikemukakan Encilopedia (2019) yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan atau verifikasi.

Pengecekan keabsahan data dilakukan dengan cara membandingkan dan mengecek balik data dari hasil tes dan hasil wawancara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pertama yang dilakukan peneliti dalam penelitian adalah menyiapkan instrumen penelitian berupa soal tes dan lembar wawancara. Setelah semuanya siap, dilakukan validasi instrumen. Kemudian diadakan tes kepada subjek penelitian yaitu siswa kelas VIII SMPN 1 Loura. Jumlah seluru siswa di kelas tersebut ada 13 siswa. Dalam menganalisis data, peneliti menggunakan analisis model Miles dan Huberman dengan tahap sebagai berikut:

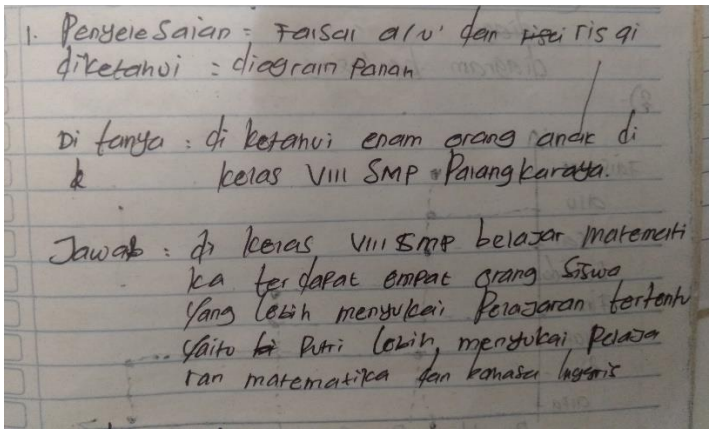
1. Data *reduction* (reduksi data)

   Setelah melaksanakan tes untuk mendapatkan hasil tes dari siswa, peneliti mengoreksi hasil pekerjaan siswa dan membuat kategori nilai siswa berdasarkan tingkat rendah, sedang, dan tinggi. Selain membuat kategori nilai berdasarkan tingkat kemampuan siswa, peneliti juga membuat peringkat siswa berdasarkan skor untuk menentukan siswa yang akan dijadikan subjek wawancara. Dari hasil pringkat siswa, peneliti mendapatkan bahwa banyak siswa masuk dalam kategori rendah, untuk kategori tinggi terdapat satu orang siswa dan untuk kategori sedang juga terdapat dalam penelitian ini. Berikut ini adalah data distribusi frekuensi dan persentase hasil tes siswa yang dapat dilihat pada tabel berikut ini.

   Tabel 1. Distribusi frekuensi dan persentase hasil tes

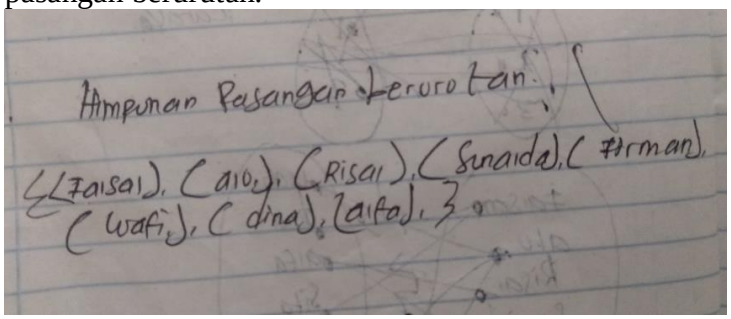
Skor	Kategori	Jumlah	Persentase
≥ 80	tinggi	1	7,7%
≤ 79	Sedang	4	30,76%
≤ 59	rendah	8	61,53%

   Selanjutnya adalah melakukan wawancara terhadap siswa dari kategori tinggi, sedang, dan rendah. Siswa yang berkemampuan tinggi hanya terdapat satu siswa, maka peneliti mengambil satu siswa yang berkemampuan sedang dan satu siswa yang berkemampuan rendah dan nantinya siswa tersebut yang dijadikan sebagai subjek wawancara.
2. Penyajian Data
   a) Kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal pada materi relasi.
      Soal:
      1. Pak Idris mempunyai tiga orang anak, bernama Faisal, Alu, dan Risqi. Pak suganar mempunyai dua orang anak, bernama Sunaida dan Firman. Pak Adhim mempunyai seorang anak bernama Wafi. Nyatakan diagram panah relasi “ ayah dari” dari himpunan ayah kehimpunan anak.
         Contoh kesalahan yang ditemukan:
         - Kesalahan konsep
           Siswa S1 belum tepat menuliskan yang diketahui dan yang ditanya.



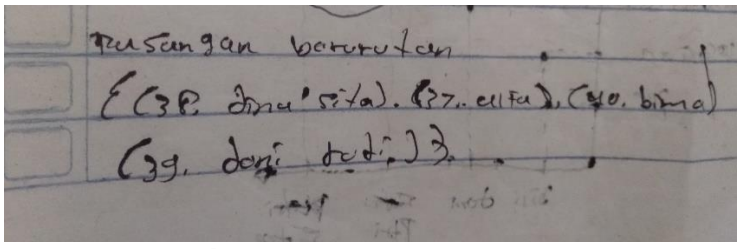
Gambar (a)

- Kesalahan fakta
  Siswa salah dalam menyajikan relasi dengan himpunan pasangan berurutan.



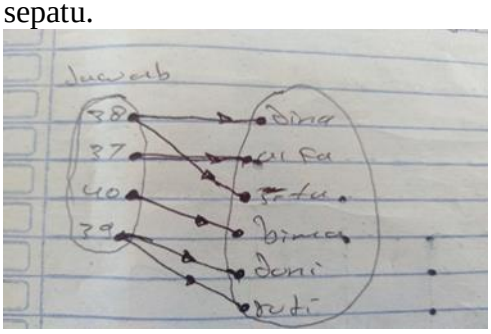
Gambar (b)

2. Diketahui enam orang anak dikelas VIII SMPN 1 Loura, yaitu Dina, Alfa, Sita, Bima, Doni dan Rudi. Mereka mempunyai ukuran sepatu yang berbeda-beda. Dina dan Sita mempunyai ukuran sepatu yang sama yaitu nomor 38. Alfa mempunya ukuran sepatu 37. Bima mempunyai ukuran sepatu nomor 40. Sedangkan Doni dan Rudi mempunyai ukuran sepatu yang sama yaitu 39. Gambarlah diagram panah yang menghubungkan nama anak di kelas VIII SMPN 1 Loura dengan ukuran sepatunya.
   Contoh kesalahan yang ditemukan:
   - Kesalahan fakta
     Siswa salah dalam menyajikan bentuk relasi dengan himpunan pasangan berurutan



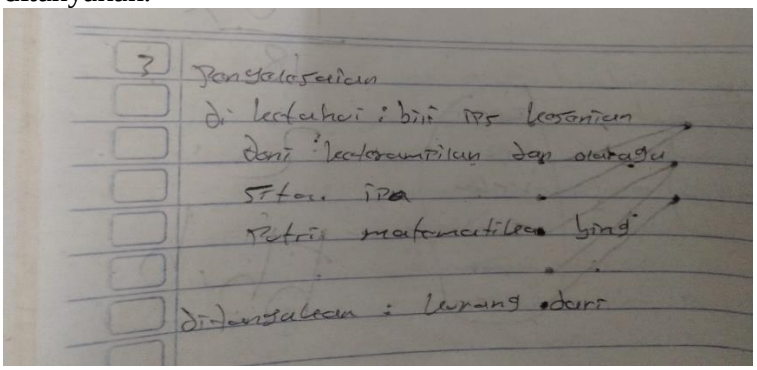
Gambar (c)

- Kesalahan prinsip
  Siswa salah dalam menentukan anggota domain dan kodomain. Seharusnya yang menjadi domain adalah nama anak dan yang menjadi kodomain adalah ukuran sepatu.



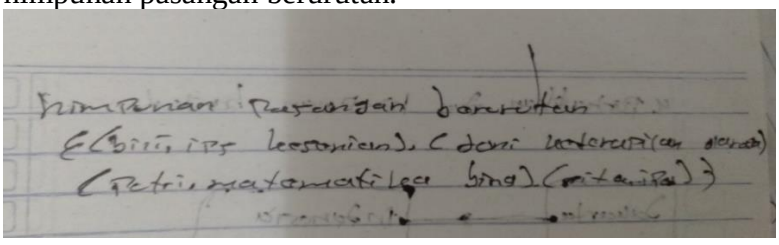
Gambar (d)

3. Dikelas VIII SMP belajar matematika terdapat empat orang siswa yang lebih menyukai tertentu yaitu Bili menyukai pelajaran IPS dan kesenian. Doni menyukai pelajaran ketrampilan dan olahraga. Vita menyukai pelajaran IPA dan Putri lebih menyukai pelajaran matematika dan bahasa inggris. Buatlah relasi dari soal diatas dan disajikan menggunakan diagram panah, digram kartesius dan himpunan pasangan berurutan.
   Contoh kesalahan yang ditemukan:
   - Kesalahan konsep
     Siswa belum tepat menuliskan yang diketahui dan yang ditanyakan.



Gambar (e)

   - Kesalahan fakta
     Siswa salah dalam menyajikan bentuk relasi dengan himpunan pasangan berurutan.



Gambar (f)

Untuk soal nomor 1 siswa cenderung melakukan kesalahan konsep dan kesalahan fakta yaitu siswa belum tepat menuliskan yang diketahui dan yang ditanyakan dan salah menyajikan relasi dalam himpunan pasangan berurutan. Pada soal nomor 2, siswa melakukan kesalahan fakta dan kesalahan prinsip. Kesalahan fakta siswa salah dalam menyajikan bentuk relasi dengan himpunan pasangan berurutan dan kesalahan prinsip yaitu siswa salah dalam menentukan anggota domain dan kodomain. Seharusnya yang menjadi domain adalah nama anak dan yang menjadi kodomain adalah ukuran sepatu. Pada soal nomor 3, siswa melakukan kesalahan konsep dan kesalahan fakta yaitu siswa belum tepat menuliskan yang diketahui dan yang ditanyakan.

b) Penyajian hasil wawancara siswa

1. Subjek berkemampuan sedang.

   Pertanyaan yang diajukan untuk siswa berkemampuan sedang adalah pertanyaan pada nomor 1 dan 2. Pada saat konfirmasi mengenai jawaban yang salah pada nomor 1, S1 menjawab bahwa dirinya tidak mengerti cara mengerjakannya. Pada soal-soal berikutnya, S1 ditanyai tentang soal nomor 2, dan S1 menjawab bahwa dia mengerti apa yang dimaksud hanya saja lupa cara menyajikan bentuk relasi dengan himpunan pasangan berurutan dan diagram panah.

2. Subjek berkemampuan rendah.

   Untuk subjek berkemampuan rendah, daftar jawaban yang akan dikonfimasi kepada siswa adalah soal nomor 3. Subjek berkemampuan rendah pada saat dikonfirmasi mengenai jawaban dari soal nomor 2 menjawab bahwa S2 bingung dalam memahami soal sehingga berakibat pada hasil yang diperoleh. S2 menjawab bahwa dirinya tidak mengerti cara mengerjakannya.

3. Penarikan kesimpulan dan verifikasi

   Pada penilitian ini, hal yang dilakukan adalah analisis kesalahan yang terdiri dari kesalahan fakta, kesalahan prinsip, kesalahan konsep dalam menyelesaikan soal pada materi relasi siswa kelas VIII di SMPN 1 Loura. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari tes hasil belajar dan wawancara kepada subjek, diperoleh kesalahan-kesalahan yang dilakukan oleh siswa. Nilai siswa berada pada kategori rendah, dan kesalahan yang dilakukan pada materi relasi paling banyak adalah kesalahan fakta dan kesalahan konsep. Pada materi relasi mereka masi bingung dalam menuliskan yang diketahui dan yang ditanyakan pada soal dan cara menyajikan dalam himpunan pasangan berurutan dan diagram panah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

Siswa kelas VIII SMPN 1 Loura melakukan semua jenis kesalahan. Yang paling banyak terjadi adalah kesalahan fakta dan kesalahan konsep. Siswa belum mampu menyajikan relasi dengan benar menggunakan diagram panah dan himpunan pasangan berurutan dan siswa belum tepat menuliskan yang diketahui dan yang ditanyakan pada soal relasi.

DAFTAR PUSTAKA

Tarsisius E.B. Trapisilo. (2016) Analisi Kesalahan Menurut Teori Newman Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Materi PLDV Pada Siswa Kelas IX SMPN 1 Banyu Biru.

Hana Hakim. (2020). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal uraian matematika kelas VIII SMP taman Dewasa Ibu Pawiyatan. UNION: Jurnal Pendidikan Matematika, 8 (1) Tahun 2020.

Cahyani, C A. (2018). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Pada Materi Operasi Penjumlahan dan Pengurangan Bentuk Aljabar Bagi Siswa Kelas VII SMP Kristen 2 Salatiga. Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika Vol. 2 No. 1, April 2018. Hal. 26-30.

Raharjo, A M & Christanti, A D I. (2020). Analisis Kesalahan Siswa Kelas VIII SMP Kanisius Gayam Dalam Menyelesaikan Soal Relasi Dan Fungsi. Seminar Nasional Pendidikan Matematika, 1 (1), 281-292.

Rokhimah, S. (2015). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita Matematika Materi Aritmetika Sosial Kelas VII Berdasarkan Prosedur Newman. Skripsi. Universitas Negeri Semarang.

Nurussafa’At, F A & Sujadi, I & Riyadi, R.(2016). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Pada Materi Volume Prisma Dengan Fong's Shcematic Model for Error Analysis Ditinjau Dari Gaya Kognitif Siswa. Jurnal Elektronik Pendidikan Matematika Vol.4, No. Z, hal 174-187 April 2016.

ANALISIS KESULITAN DALAM MENYELESAIKAN SOAL PADA MATERI PERSAMAAN NILAI MUTLAK UNTUK SISWA KELAS X SMK NEGERI 2 KOTA TAMBOLAKA

Mersiana S. K. Lende[1*], Yulius Keremata Lede[2], Samuel Rex M. Making[3]
[12]*Pendidikan Matematika STKIP weetebula Kabupaten Sumba Barat Daya, Prov. Nusa Tenggara TimurIndonesia.*
**Email: sariantilende38gmail.com*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesulitan dalam menyelesaikan soal uraia pada materi persamaan nilai mutlak. Indikator kesulitan yang digunakan disini adalah kesulitan dalam pemahaman konsep, dalam penerapan prinsip dan kesulitan menyelesaikan soal. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode deskriptif kualitatif. Teknik pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan memberikan tes soal uraian kepada siswa, setelah itu hasil jawaban siswa dikoreksi dan dianalisis. Tempat penelitian dilaksanakan di SMK Negeri 2 Kota Tambolaka pada kelas X semester ganjil tahun ajaran 2022-2023. Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa SMK kelas X di kabupaten sumba barat daya. Subjek penelitian yaitu siswa kelas X, diantaranya subjek dengan kemampuan matematika tinggi, dengan kemampuan matematika sedang, dan kemampuan matematika rendah. Peneliti menggunakan instrumen berupa tes soal uraian dan wawancara untuk memperoleh suatu data. Dari data penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa subjek dengan kemampuan matematika tinggi sudah mampu menerapkan prinsip serta terampil pada saat peyelesaian soal.

Kata kunci : Analisis kesulitan, persamaan nilai mutlak,soal uraian

ABSTRACT

This study aims to analyze the difficulties in solving problems in the absolute value equation material. The indicators of difficulty used here are difficulties in understanding concepts, in applying principles and in solving problems. The method used in this study is a qualitative descriptive method. The data collection technique in this study was carried out by giving a description test to students, after which the results of students' answers were corrected and analyzed. The place of research was carried out at SMK Negeri 2 Tambolaka City in class X in the odd semester of the 2022-2023 academic year. The population of this study were all students of class X Vocational High School in Southwest Sumba Regency. The research subjects were students of class X, including subjects with high

mathematical ability, moderate mathematical ability, and low mathematical ability. Researchers used instruments in the form of essay tests and interviews to obtain data. From the research data, it was found that subjects with high mathematical abilities were able to apply principles and were skilled at solving problems.

Key words: Difficulty analysis, absolute value equation, description problem

PENDAHULUAN

Dalam dunia pendidikan salah satu mata pelajaran yang mempunyai peranan penting adalah matematika. Hampir semua bidang studi melibatkan ilmu matematika. Oleh karena itu, semua orang harus mempelajari matematika agar dapat digunakan sebagai sarana untuk memecahkan masalah kehidupan sehari-hari. Dan dalam dunia pendidikan tidak terlepas dari mata pelajaran matematika, mulai dari sekolah dasar hingga perguruan tinggi, dan jumlah jam pelajaran pun lebih banyak dari mata pelajaran lainnya. Sejalan dengan yang dikemukakan Zanthy (2016), dalam pembelajaran matematika siswa dituntut kemampuan berpikirnya dikarenakan matematika menjadi salah satu pelajaran yang penting, selain itu banyak masalah dalam kehidupan yang dapat disajikan ke dalam model matematika. Seseorang akan terbiasa berpikir secara sistematis, ilmiah, menggunakan logika, kritis, serta dapat meningkatkan daya kreativitasnya.

Dalam kegiatan pembelajaran di sekolah, salah satu pelajaran yang menjadi sorotan yaitu matematika. Dikarenakan siswa sering mengalami kesulitan saat menyelesaikan persoalan matematika khususnya saat proses pemecahan permasalahan matematika. Oleh sebab itu hendaknya guru lebih memahami kesulitan apa saja yang dihadapi siswa saat proses pemecahan masalah dalam suatu pembelajaran disekolah.

Kesulitan merupakan suatu kendala dalam menyelesaikan suatu masalah. Kesulitan dalam proses penyelesaian soal matematika dapat diketahui dengan cara memberikan pertanyaan berupa tes atau soal tentang materi yang sudah dipelajari. Kesulitan siswa dalam mengerjakan suatu soal dapat menjadi cara untuk mengetahui sejauhmana siswa dapat memahami materi yang telah diajarkan. Widdiharto (Dwidarti, Mampouw, & Setyadi, 2019), menyatakan bahwa tidak mengingat satu syarat atau lebih dari suatu konsep merupakan tanda dari kesulitan dalam matematika. Hal tersebut membuktikan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam proses pemahaman suatu materi dalam matematika. Kesulitan tersebut disebabkan karena siswa tidak menguasai konsep. Dengan demikian faktor-faktornya yang mempengaruhi kesulitan perlu diidentifikasi serta dicari solusi penyelesaian yang menyebabkan kesalahan tersebut.

Dalam suatu proses belajar, harus terdapat objek yang sesuai untuk dipelajari. Menurut Mutia (Kurniawan, 2018), objek kajian matematika berupa fakta, konsep,

operasi dan prinsip bersifat abstrak. Siswa tidak hanya sekedar menghafal dan menggunakan rumus. Oleh karena itu keabstrakan matematika dapat semakin dipahami dengan memperbanyak dan menghubungkan keberanekaragaman konsep. Seperti halnya pada pembelajaran persamaan nilai mutlak, siswa tidak hanya menjelaskan keabstrakan persamaan nilai mutlak saja akan tetapi siswa harus menjelaskan definisi-definisi dengan memperlihat secara langsung bendanya. Menurut Mulyanti, Yani, & Amelia (2018), siswa berkemampuan matematika rendah sudah dipastikan mengalami semua jenis kesulitan. Maka dari itu guru perlu memberikan perhatian lebih kepada siswa berkemampuan rendah.

Dari beberapa materi persamaan nilai mutlak tersebut, contohnya saja ketika siswa selesai mengerjakan soal persamaan nilai mutlak dan tidak persamaan nilai mutlak siswa merasa kesulitan. Hal ini sependapat dengan apa yang dikemukakan oleh Martini (2014: 4) bahwa kesulitan belajar merupakan suatu individu yang sulit melakukan kegiatan belajar secara efektif. Sehingga dari beberapa pendapat diatas, kesulitan belajar merupakan suatu individu yang melakukan kesulitan dalam kegiatan belajar secara efektif pada materi pertidaksamaan nilai mutlak terletak pada kesulitan aritmetika dan kesulitan ketiadaan makna.

Merujuk hasil penelitian Fakhrul Jamal (2014: 18) kesulitan siswa terletak pada pemahaman konsep peluang, penggunaan rumus dalam menyelesaikan soal dan kebiasaan guru dalam mengajar.

Dari pernyataan-pernyataan di atas bahwa penting bagi peneliti untuk menganalisis kesulitan yang dihadapi siswa karena dengan hal tersebut dapat mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi kesulitan siswa sehingga dapat mencari solusi penyelesaiannya sertamenciptakan beragam inovasi dalam pembelajaran bangun ruang. Hal ini sejalan dengan yangdikemukakan oleh Endu & Nina (2019), analisis untuk mengetahui kesulitan siswa sangatlah penting oleh karena itu perlu dilakukan inovasi pembelajaran yang dirancang agar siswa terbiasa mengkontruksi pengetahuannya dan menumbuh kembangkan kemampuan komunikasimatematis.

Dengan adanya analisis kesulitan ini diharapkan guru dapat membimbing siswanya dalam menghadapi dan mengatasi kesulitan sehingga pada akhirnya diharapkan dapat meningkatkan prestasi siswa dalam belajar matematikanya. Hal tersebut sesuai dengan yang dikemukakan oleh Jumiati & Zanthy (2020), bahwa guru tidak hanya membantu mengatasi kesulitan tetapi guru juga harus mengembangkan sikap positif terhadap matematika dan siswa pada kemampuan matematika sedang perlu mengasah keterampilan sehingga pada serta pemahaman konsep sehingga mampu mengadapi kesulitan- kesulitan dalam mengerjakan soal persamaan nilai mutlak.

Berdasarkan pemaparan diatas, penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan mendeskripsikan kesulitan yang dialami siswa dalam suatu penyelesaian soal persamaan nilai mutlak.

METODE PENELITIAN

Tempat penelitian dilaksanakan di SMK Negeri 2 Kota Tambolaka, Semester Ganjil Tahun Akademik 2022-2023. Penelitian ini digolongkan ke dalam penelitian deskriptif kualitatif yangberusaha untuk mendeskriptifkan analisis kesulitan siswa dalam suatu penyelesaian soal uraianpada materi persamaan nilai mutlak serta metode nya pun menggunakan metode kualitatif deskriptif. Subjek penelitian terdiri dari 20 siswa kelas X SMK Negeri 2 Kota Tambolaka. Subjek dipilih secara purposive sampling yakni pengambilan sample sumber data dengan pertimbangan tertentu Suharsimi Arikunto (Krisdiana, Apriandi, & Setiansyah, 2014). Pertimbangan pemilihan subjek yaitu siswa yang memiliki kemampuan matematika tinggi, kemampuan matematika sedang dan kemampuan matematika rendah.

Teknik pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan memberikan tes soal uraian kepada siswa Sugiyono (Patmalasari, Nur Afifah, & Resbiantoro, 2017). Setelah itu hasil jawaban siswa dikoreksi dan dianalisis. Analisis data yang dilakukan adalah reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan. Menurut Cooney (Dwidarti et al., 2019), terdapat 3 kesulitan, yaitu kesulitan dalam mempelajari konsep, kesulitan dalam menerapkan prinsip, kesulitan dalam keterampilan. Sebelum mengetahui kesulitan, peneliti menganalisis kesalahan siswa. Teknik pengolahan data pada tes uraian tersebut menggunakan rumus presentase.Sebagaimana yang disebutkan Arikunto (Waskitoningtyas, 2016):

P = x 100% –

Keterangan

P = Presentasi jenis kesalahan

n = Banyak kesalahan jawaban siswa

N = Nilai maksimum soal

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode penelitian ini dalah deskriptif kualitatif. Penelitian ini dilakukan pada siswa kelas X semester 1 di SMK Negeri 2 Kota Tambolaka, Tahun ajaran 2022/2023. Jumlah siswa di kelas tersebut adalah 17 orang. Peneliti memberikan 5 butir soal uraian dengan materipersamaan nilai mutlak. Setelah selesai 3 orang siswa diberi pertanyaan berupa wawancara untuk mengetahui kesulitan terhadap soal yang dikerjakan. Sebelum mengetahui kesulitan siswa terhadap masing-masing butir soal, adapun hasil tes uji kesalahan soal disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Tes Uji Kesalahan Soal

No.	Butir Soal	Betul	Salah
1.	1	80%	20%
2.	2	60%	40%
3.	3	25%	80%
4.	4	35%	65%
5.	5	15%	85%

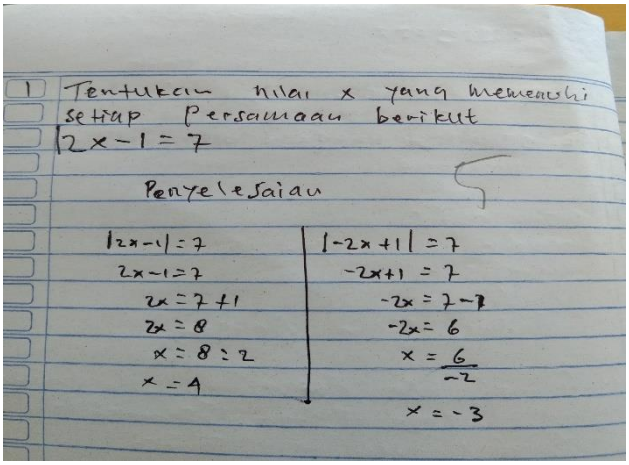
Tabel 1 menunjukan hasil yang diperoleh siswa di kelas pada setiap butir soal persamaan nilai mutlak. Adapun penguraian hasil dari masing-masing butir soal yaitu: Pada butir soal no 1 bahwa dari 20 siswa memperoleh presentase 80% siswa menjawab benar dan 20% siswa menjawab salah, pada butir soal no 2 bahwa dari 20 siswa memperoleh presentase 60% siswa menjawab benar dan 40% siswa menjawab salah, pada butir soal no 3 bahwa dari 20 siswa memperoleh presentase 20% siswa menjawab benar dan 80% siswa menjawab salah, pada butirsoal no 4 bahwa dari 20 siswa memberoleh presentase 35% siswa menjawab benar dan 65% siswa menjawab salah, dan pada butir soal no 5 bahwa dari 20 siswa memperoleh presentase 15% siswa menjawab benar dan 85% siswa menjawab salah.

Pembahasan

Siswa Setelah diketahui hasil dari tes uji kesalahan soal selanjutnya menganalisis hasil dari tesuraian dan wawancara terhadap 3 orang siswa, terhadap kemampuan matematika tinggi (KMT),matematika sedang (KMS), matematika rendah (KMR), diperoleh hasil sebagai berikut:

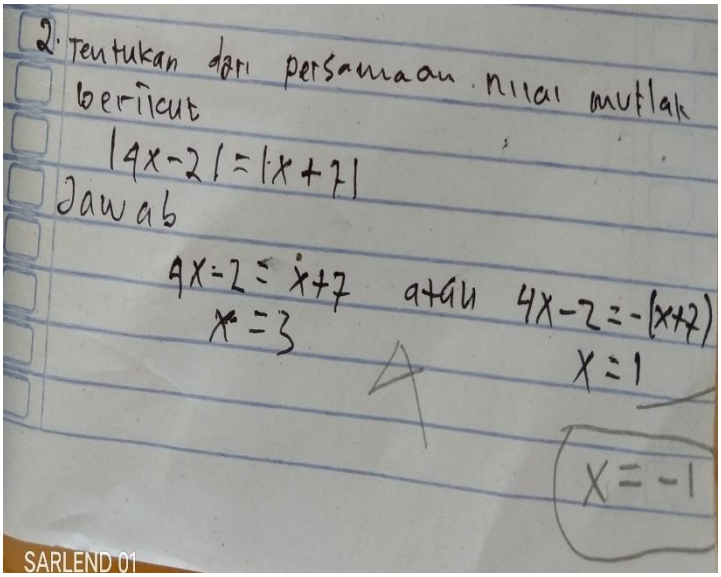
Kemampuan Matematika Tinggi (KMT)

Analisis kesulitan kemampuan matematika tinggi (KMT), diawali dari kesulitan dalam pemahaman konsep, kesulitan penerapan prinsip, dan kesulitan keterampilan atau terampil dalam mengerjakan soal.



Gambar 1. Jawaban tes uraian KMT Nomor 1

Siswa KMT disini telah mampu mempelajari konsep dengan baik, hal tersebut dilihat dari cara penyelesaian siswa terhadap soal nomor 1 dengan benar dan jelas. Selain itu juga jawaban nomor 1 ini, siswa mampu menerapkan prinsip serta ketrampilan yang bagus dalam penyelesaian soal.



Gambar 2. Jawaban tes uraian KMT Nomor 2.

Berdasarkan gambar 2, terlihat bahwa siswa KMT tersebut telah mampu memahami prinsip dan terampil dalam penyelesaian soal, akan tetapi hasil dari jawaban siswa tersebut kurang lengkap. Hal ini disebabkan karena siswa kurang memahami konsep yang telah diajarkan. Sejalandengan Sholihah & Ekasatya Aldila Afriansyah (2017), siswa berkemampuan tinggi cenderung mengalami kesulitan dalam mempelajari konsep.

Pada hasil wawancara, siswa kemampuan matematika tinggi hanya mengatakan bahwa mengalami kesulitan pada nomor 2 saja. Berikut adalah hasil wawancara siswa KMT.

Penanya : soal nomor berapa yang susah adik ?

KMT : Nomor 2 Ibu.

Penanya : nomor 2 susah bagian mananya?

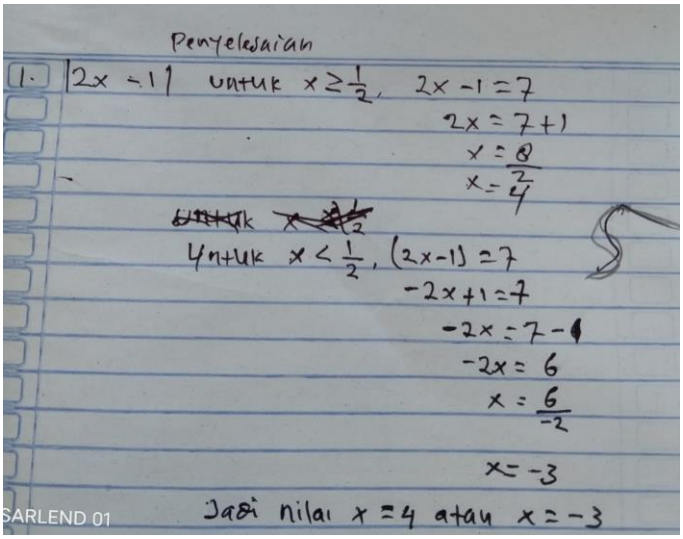
KMT : Lupa rumus nya ibu cara menentukan nilai X yang menghasilkan negatif.

Penanya tapi : perhatian, kan ini disuruh tentukan persamaan nilai mutlakanya, adik lupa dirumusnya.

Berdasarkan wawancara tersebut bahwa bisa diambil kesimpulannya yaitu siswa KMT sudah mampu memahami prinsip dan terampil dalam proses penyelesaian soal, akan tetapi dalam pemahaman konsep yang telah diajarkan sebelumnya siswa masih merasa kesulitan kuhusnya pada nomor 2 ini. Hal ini sejalan dengan penelitian Dwidarti et al. (2019), bahwa siswa berkemampuan tinggi masih mengalami kesulitan dalam pemecahan sebuah masalah.

Kemampuan Matematika Sedang (KMS)

Analisis kesulitan siswa kemampuan matematika sedang (KMS), diawali dengan kesulitan siswa dalam pemahaman konsep, kesulitan penerapan prinsip, dan kesulitan keterampilan siswa. Berikut adalah jawaban siswa untuk penyelesaian soal nomor 1.

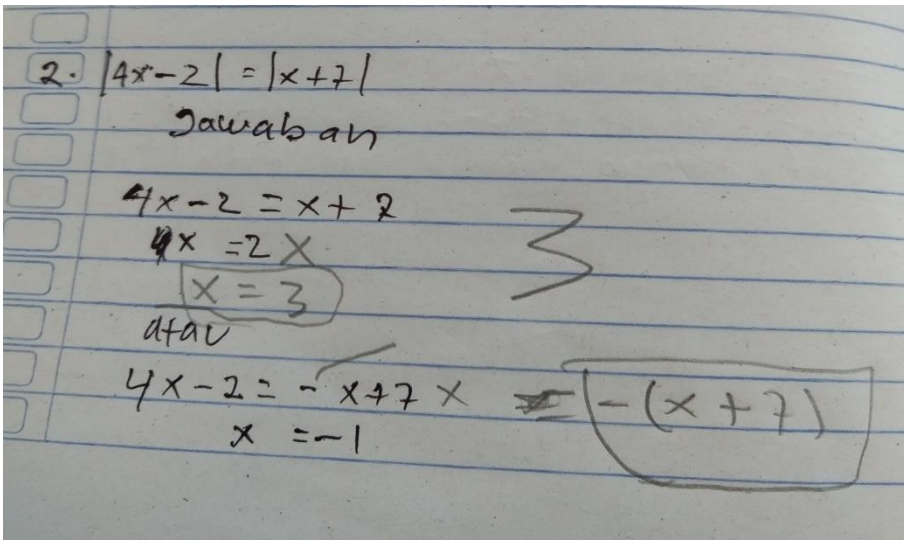


Gambar 3. Jawaban tes uraian KMS nomor 1

Pada jawaban nomor 1 di atas siswa sudah mampu memahami konsep. Selain itu juga siswa KMS mampu untuk memahami apa yang dimaksud dalam pembelajaran yang sebelumnya pernah dijelaskan serta penyelesaiannya pun sudah tepat dan akurat, sehingga siswa dapat dikatakan mampu menyelesaikan masalah yang diberikan.

Ketika penerapan prinsip, siswa KMS masih mengalami kesulitan khususnya pada nomor 2 ini. Hal tersebut terlihat dari gambar diatas, bahwa siswa KMS belum mampu untuk mengerjakan permasalahan soal yang diberikan. Pada segi keterampilan pun sama bahwa siswa masih mengalami kesulitan terhadap soal nomor 2.

Akan tetapi siswa telah mampu untuk menerapkan konsep yang telah dipelajari sebelumnya dalam penyelesaikan masalah untuk soal nomor 2. Pada hasil wawancara, siswa KMS mengatakan bahwa terdapat kesulitan dalam penyelesaikan masalah nomor 2.



Gambar 4. Jawaban Tes Uraian KMS Nomor 2

Penanya : Ada soal yang susah adik?

KMS : Nomor 2

Penanya : Nomor 2 susah bagian mananya?

KMS : Susah pas cari nilai mutlak sama dengan nilai mutlak ibu.

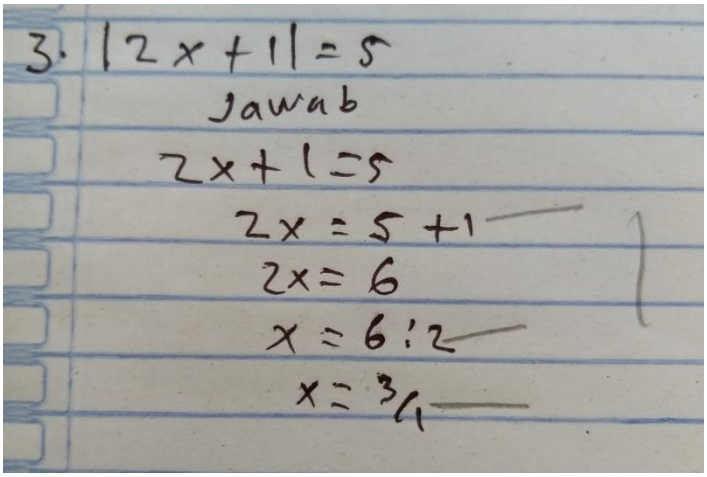
Penanya : Susah cari nilai mutlaknya? Pas dijelasin di kelas kamu perhatiin tidak ?

KMS : Perhatiin, tapi lupa lagi cari nilai mutlaknya.

Berdasarkan hasil analisis pada soal nomor 2, bahwa bisa diambil kesimpulannya yaitu KMS telah mampu untuk menerapkan konsep tetapi dalam penerapan prinsip siswa KMS masih mengalami kesulitan atau kurang terampil dalam pengerjaan soal nomor 2.

Kemampuan Matematika Rendah (KMR)

Analisis kesulitan siswa kemampuan matematika rendah (KMR), diawali dari kesulitan siswa dalam pemahaman konsep, kesulitan dalam penerapan prinsip, dan terampil dalam pengerjaansoal.



Gambar 5. Jawaban Tes Uraian KMR Nomor 3

Pada jawaban gambar 5 ini, sangat terlihat jelas bahwa penyelesaian soal yang kerjakan siswa KMR disini tidak tepat. Pada pemahaman konsep, siswa bisa dikatakan kurang. Ketika penerapan prinsip pun masih mengalami kesulitan. Hal tersebut terlihat bahwa hasil dari jawaban siswa tidak tepat, dikarenakan siswa mengerjakan soal dengan sembarang tidak memahami soal terlebih dahulu. Berikut adalah jawaban siswa untuk penyelesaian soal permasalahan.

Selain itu juga dari jawaban siswa KMR diatas, siswa mengalami kesulitan itu dalam segi keterampilan. Disini terlihat bahwa penerapan keterampilannya dalam penyelesaian masalah diatas siswa belum mampu menyelesaikan. Pada hasil wawancara, siswa KMR mengatakan bahwa terdapat kesulitan dalam penyelesaian soal permasalahan nomor 3. Pada lembar jawab tersebut terlihat bahwa siswa dapat mengerjakan akan tetapi secara sembarang. Berikut adalahhasil wawancara subjek KMR. Sejalan dengan Mulyanti, Yani, & Amelia (2018), selain ke tiga jenis kesulitan siswa sering mengalami kesulitan dalam segi keterampilan.

Penanya : Ada soal yang sulit adik ?

KMR : Iya ada, bagian nomor 3 bagian paling susah

Penanya : nomor 3 itu yang susah dibagian mana?

KMR : Semuanya ibu.

Berdasarkan hasil analisis dari soal berikut, bahwa dapat disimpulkan siswa KMR belum mampu dalam penerapan konsep dan dalam penerapan prinsip juga masih kesulitan serta mengalami kesulitan keterampilan dalam pengerjaan soal. Menurut subjek permasalahan yang diberikan adalah materi yang sulit sejalan dengan pendapat Jumiati & Zanthy (2020), bahwa siswa banyak yang kebingungan pada saat menyelesaikan permasalahan dan mengidentifikasi soal karena menurut siswa permasalahan yang disajikan termasuk sulit.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami materi persamaan nilai mutlak khususnya dalam penyelesaian soal, sebab kurangnya ketelitian dalam pemahaman soal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa subjek mengalami kesulitan baik dalam pemahaman konsep, penerapan prinsip dan keterampilan dalam pengerjaan soal. Tidak hanya siswa berkemampuan matematika rendah yang mengalami kesulitan, namun siswa berkemampuan matematika tinggi dan kemampuan matematika sedang pun mengalami kesulitan dalam penyelesaian soal uraian matematika.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, didapatkan beberapa saran yaitu Siswa diharapkan mempelajari materi persamaan nilai mutlak dengan baik agar memiliki kemampuandalam penyelesaian soal yang bisa dikerjakan dengan berbagai rumus dan tidak salah memilihcara penyelesaian. Selain itu peneliti juga menyarankan kepada guru maupun calon guru agar pada saat mengajar memperhatikan kesulitan siswa dalam materi yang diajarkan, agar siswa tidak mengalami kesulitan yang serius dalam penyelesaian masalah soal uraian khususnya persamaan nilai mutlak dan pertidaksamaan nilai mutlak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada SMK Negeri 2 Kota Tambolaka yang sudah menerima dan memperbolehkan peneliti untuk mengadakan penelitian tentang Analisis Kesulitan dalam menyelesaikan soal pada materi persamaan nilai mutlak untuk kelas X di SMK Negeri 2 Kota Tambolaka. Dan terima kasih juga untuk Kanpus UNIKA Weetebula.

DAFTAR PUSTAKA

Dwidarti, U., Mampouw, H. L., & Setyadi, D. (2019). Analisis Kesulitan Siswa dalamMenyelesaikan Soal Cerita pada Materi Himpunan. *Cendikia*, *3*(2), 315–322.

Jumiati, Y., & Zanthy, L. S. (2020). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita Persamaan dan Pertidaksamaan Linear Satu Variabel. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, *3*(1), 11–18. https://doi.org/10.21831/pg.v14i1.21481

Krisdiana, I., Apriandi, D., & Setiansyah, R. K. (2014). Analisis Kesulitan yang Dihadapi oleh Guru dan Peserta Didik Sekolah Menengah Pertama dalam Implementasi Kurikulum 2013 pada Mata Pelajaran Matematika. *JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, *3*(1). https://doi.org/10.25273/jipm.v3i1.492

Zanthy, L. S. (2016). Pengaruh Motivasi Belajar Ditinjau dari Latar Belakang Pilihan Jurusan Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa di Stkip Siliwangi Bandung. *Teori DanRiset Matematika*, *1*(1)

Waskitoningtyas, R. S. (2016). Analisis Kesulitan Belajar Matematika Siswa Kelas V Sekolah Dasar Kota Balikpapan Pada Materi Satuan Waktu Tahun Ajaran 2015/2016. *JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, *5*(1), 24. https://doi.org/10.25273/jipm.v5i1.852

Kurniawan, H. S. (2018). *Kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal matematika materibangun ruang sisi datar berdasarkan pemahaman konsep pada kelas viii*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Mulyanti, N. R., Yani, N., & Amelia, R. (2018). Analisis Kesulitan Siswa dalam Pemecahan Masalah Matematik Siswa SMP pada Materi Teorema Phytagoras. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, *1*(3), 415–426. https://doi.org/10.22460/jpmi.v1i3.p415-426

Patmalasari, D., Nur Afifah, D. S., & Resbiantoro, G. (2017). Karakteristik Tingkat KreativitasSiswa yang Memiliki Disposisi Matematis Tinggi dalam Menyelesaikan Soal Matematika.*JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, *6*(1), 30.

https://doi.org/10.25273/jipm.v6i1.1509

Sholihah, S. Z., & Ekasatya Aldila Afriansyah. (2017). Analisis Kesulitan Siswa dalam ProsesPemecahan Masalah Geometri Berdasarkan Tahapan Berpikir Van Hiele. *Mosharafa*, *6*(2), 287–298.

Patmalasari, D., Nur Afifah, D. S., & Resbiantoro, G. (2017). Karakteristik Tingkat Kreativitas Siswa yang Memiliki Disposisi Matematis Tinggi dalam Menyelesaikan Soal Matematika. *JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, *6*(1), 30.

https://doi.org/10.25273/jipm.v6i1.1509

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

ANALISIS KONDISI PERENCANAAN PEMBELAJARAN MATA KULIAH PENDIDIKAN KEWARGANEGARAAN BERBASIS E-LEARNING

Delfiyan Widiyanto[1*], Annisa Istiqomah[2]
[1]Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia, FKIP, Universitas Tidar, Jalan Kapten Suparman No. 39, Magelang Utara, Kota Magelang
[2]Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan, FIS, Univeristas Negeri Yogyakarta, Jalan Colombo No. 1, Caturtunggal, Kec Depok, Kab. Sleman
**Email : delfiyanwidiyanto@untidar.ac.id*

Abstrak

Tujuan penelitian yang digunakan untuk melihat kondisi pelaksanaan pembelajaran mata kuliah umum Pendidikan Kewarganegaraan berbasis e-learning di Universitas Tidar. Jenis penelitian yang digunakan adalah evaluasi. Penelitian evaluasi berupa analisis sistematis dengan menggunakan model discrepancy dengan lima langkah. Pendekatan penelitian kualitatif digunakan untuk menganalisis data. Data yang dikumpulkan dengan wawancara, observasi, dan dokumentasi. Subjek penelitian ialah dosen pengampu mata kuliah Pendidikan Kewarganegaraan Universitas Tidar, dan objek penelitian adalah e-learning. Penelitian dilakukan di Universitas Tidar dari bulan September 2021-Januari 2022. E-learning sudah disusun setiap dosen pengampu mata kuliah pendidikan kewarganegaraan. Berdasarkan hasil penelitian bahwa Dosen pengampu mata kuliah Pendidikan Kewarganegaraan kurang memaksimalkan e-learning dalam pembelajaran. Dalam penyusunan e-learning masih sederhanan dan tidak disesuiakan dengan rencana metode pembelajaran, capaian pembelajaran, dan aktivitas perkuliahan. Pada penggunaan e-learning menunjukkan persentase sebesar 65% telah menggunakan petunjuk perangkat pembelajaran pada elita. Terdapat 15% dosen yang tidak menambahkan perintah pada elita. Penggunaan fitur yang ada pada elita, dosen pengampu mata kuliah pendidikan Pancasila lebih senang menggunakan assigment dengan persentase sebesar 27%, quiz dengan persentase sebesar 15 %, Forum dengan persentase sebesar 15 %, file dengan persentase sebesar 21 %, chat dengan persentase 8 %, dan sisanya label, book, url, dan page. Hal ini menunjukkan bahwa dosen mata kuliah Pendidikan Kewarganegaraan belum maksimal menggunakan fitur e-learning dan belum adanya pembelajaran e-learning yang variatif berbasis multimedia.

Kata kunci: E-learning, Pendidikan kewarganegaraan, Pembelajaran

ANALYSIS OF LEARNING CONDITIONS OF E-LEARNING-BASED CITIZENS EDUCATION COURSES

Delfiyan Widiyanto1, Annisa Istiqomah2

[1]*Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia, FKIP, Universitas Tidar, Jalan Kapten Suparman No. 39, Magelang Utara, Kota Magelang*
[2]*Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan, FIS, Univeristas Negeri Yogyakarta, Jalan Colombo No. 1, Caturtunggal, Kec Depok, Kab. Sleman*
**Email : delfiyanwidiyanto@untidar.ac.id*

Abstract

The purpose of this research is to see the condition of the implementation of e-learning-based Citizenship Education general courses at Tidar University. The type of research used is evaluation. Evaluation research is a systematic analysis using a discrepancy model with five steps. A qualitative research approach was used to analyze the data. Data collected by interview, observation, and documentation. The research subject is a lecturer in Citizenship Education at Tidar University, and the object of research is e-learning. The research was conducted at Tidar University from September 2021-January 2022. E-learning has been prepared for every lecturer who teaches citizenship education courses. Based on the results of the study, the percentage of Lecturers in Citizenship Education courses with a percentage of 65% have used instructional instructions for elites. There are 15% of lecturers who do not add orders to elites. Using the existing features in Elite, lecturers in Pancasila education courses prefer to use assignments with a percentage of 27%, quizzes with a percentage of 15%, Forums with a percentage of 15%, files with a percentage of 21%, chat with a percentage of 8%, and the rest label, book, url, and page. This shows that the lecturers of the Citizenship Education course have not maximally used the e-learning feature and there is no multimedia-based varied e-learning.

Keywords: E-learning, Civic Education, Learning

Pendahuluan

Mata kuliah umum Pendidikan Kewarganegaraan adalah salah satu mata kuliah yang wajib ditempuh bagi mahasiswa program diploma dan sarjana. Landasan yuridis penyelenggaraan mata kuliah umum berdasarkan peraturan sistem pendidikan nasional dan peraturan akademik universitas. Berdasarkan pada pasal 37 ayat (2) Undang-Undang No. 23 Tahun 2003 bahwa kurikulum pendidikan tinggi wajib menyelenggarakan perkuliahan Pendidikan Agama, Pendidikan Kewarganegaraan, dan Bahasa Indonesia. Pada peraturan tingkat Universitas Tidar bahwa mata kuliah wajib digolongkan menjadi dua, yaitu mata kuliah wajib nasional dan mata kuliah universitas. Berdasarkan Pasal 14 ayat (3) Peraturan Rektor Universitas Tidar No. 15/UN57/HK.01/2019 Tentang Pedoman Akademik Universitas Tidar yang termasuk mata kuliah umum wajib nasional meliputi Bahasa Indonesia, Pendidikan Pancasila, Pendidikan Agama, dan Pendidikan Kewarganegaraan, sedangkan mata kuliah wajib universitas meliputi Bahasa Inggris dan Kewirausahaan.

Penyelenggaraan MKU secara umum di Universitas Tidar memuat materi khas yang mendukung visi misi Universitas Tidar. Sehingga dalam pembelajaran

terdapat sisipan materi yang berkaitan dengan visi dan misi Universitas Tidar. Mata kuliah umum dapat memberikan karakter kepada mahasiswa tentang nilai-nilai Universitas Tidar. Selain itu, MKU menjadi sarana untuk mengembangkan jati diri bangsa, menggali, dan mengembangkan potensi mahasiswa.
Mata kuliah umum dikelola oleh gugus tugas mata kuliah umum Universitas Tidar. Masing-masing mata kuliah terdapat koordinator atau pengelola mata kuliah yang bertanggung jawab pada perencanaan, monitoring pelaksanaan, dan administrasi perkuliahan. Gugus tugas mata kuliah umum (MKU) dimaksudkan untuk mengelola penyelenggaraan mata kuliah di Universitas Tidar. Gugus tugas
MKU di bawah koordinasi dari Biro BAKPK (Biro Akademik Kemahasiswaan Perencanaan dan Kerja sama).

Pengelolaan MKU sebelum adanya gugus tugas MKU diserahkan kepada program studi masing-masing mata kuliah, hal ini berdampak pada MKU belum optimal untuk dikelola. Program studi tidak memiliki kewenangan penuh untuk mengelola MKU, sehingga yang dikelola lebih pada penjadwalan mata kuliah dan pembagian dosen pengampu. Berkaitan dengan rencana pembelajaran semester (RPS), pelaksanaan pembelajaran, dan evaluasi belum dikelola dengan maksimal terbatas pada dosen pengampu mata kuliah. Apalagi dengan adaptasi teknologi saat ini yang menggunakan pembelajaran e-learning, dapat menimbulkan tantangan dan persoalan yang baru.

Pada aspek pelaksanaan pembelajaran Mata kuliah Pendidikan Kewarganegaraan bahwa ada kelemahan dalam penggunaan e-learning, banyak yang menggunakan untuk unggah file materi saja. Penyusuan e-elearning kurang berjalan sesuai dengan rencana pembelajaran. Sehingga berdampak pada hasil dari pembelajaran. E-learning dalam pembelajaran Pendidikan Kewarganegaraan meliputi dari perencanaan pelaksanaan, dan evaluasi. Pada aspek rencana pembelajaran semester menjadi bagian perencanaan pembelajaran MKU di Universitas Tidar. Perencanaan pembelajaran digunakan untuk menentukan tujuan pembelajaran. Perencanaan berupa proses pengambilan keputusan hasil berpikir secara rasional tentang saran dan tujuan pembelajaran tertentu (Sanjaya, 2010).
Rencana pembelajaran menjadi bagian keterampilan pengajar. Negara Inggris dan hampir seluruh dunia menyatakan bahwa guru perlu memiliki keterampilan desain kurikulum dan perencanaan pembelajaran (John, Peter D. 2007). Kondisi fasilitas, kemampuan siswa, dan perangkat pembelajaran menjadi pertimbangan dalam menyusun rencana pembelajaran. Hal ini dapat membedakan perencanaan pembelajaran masing-masing sekolah maupun kelas.

Pada perencanaan pembelajaran terdapat beberapa perangkat yang harus disusun. Menurut Hamalik (2010) perangkat yang harus dipersiapkan dalam pembelajaran adalah pemahaman kurikulum, penguasaan bahan ajar, menyusun program pembelajaran, melaksanakan program pembelajaran dan menilai program. Kemampuan ini diperlukan untuk menyusun perencanaan pembelajaran, agar rencana yang disusun sudah akurat dan sesuai dengan tujuan pembelajaran. Perencanaan pembelajaran dipahami sebagai proses penyusunan materi, media,

penggunaan pendekatan, metode pembelajaran, dan alokasi waktu dalam menyelenggarakan pembelajaran (Majid: 2012).

Fungsi dan tujuan dengan dirumuskannya perencanaan pembelajaran berupa adanya kualitas pembelajaran yang baik. Perlunya perencanaan pembelajaran digunakan dalam perbaikan pembelajaran (Uno, 2012). Perbaikan pembelajaran dapat dilakukan berdasarkan pemahaman kurikulum dan tujuan pembelajaran dan hasil evaluasi pelaksanaan pembelajaran yang sudah berlangsung. Pada negara Cina, pengembangan dari rencana pembelajaran digunakan alat yang baik untuk refleksi pribadi dan refleksi kolegial (Shen, Jianping, et al. 2007).

Perencanaan menjadi hal yang penting bagi penyelenggaraan pembelajaran, sehingga perlu menyelaraskan dengan e-learning agar dapat menunjang pembelajaran dengan baik. Pentingnya memahami tujuan pembelajaran, sehingga dapat mengerti langkah atau pengelaman belajar yang perlu disajikan di e-learning

Metode

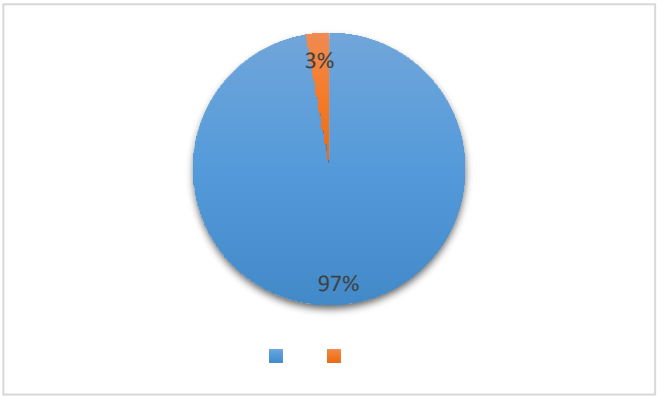
Penelitian evaluasi berupa analisis sistematis dengan menggunakan model discrepancy dengan lima langkah. Pendekatan penelitian kualitatif digunakan untuk menganalisis data. Data yang dikumpulkan dengan wawancara, observasi, dan dokumentasi. Subjek penelitian ialah dosen pengampu mata kuliah Pendidikan Kewarganegaraan Universitas Tidar, dan objek penelitian adalah perencanaan pembelajaran MKU Pendidikan Kewarganegaraan berbasis e-learning. Penelitian dilakukan di Universitas Tidar dari bulan September 2021-Januari 2022.

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengumpulan data yang dilakukan kepada dosen pengampu mata kuliah Pendidikan Kewarganegaraan. Hasil tabulasi data, dan analisis data tentang analisis kondisi perencanaan pembelajaran, pelaksanaan, dan evaluasi pembelajaran Pendidikan Kewarganegaraan berbasis e-learning berikut:

A. *Penyusunan rencana pembelajaran semester*

Penyusunan rencana pembelajaran dilakukan oleh setiap dosen pengampu mata kuliah umum. Berdasarkan pengumpulan data persentase dosen menyusun RPS sebagai berikut.



Gambar 1. Persentase dosen menyusun RPS

Mayoritas dosen pengampu mata kuliah Pendidikan Kewarganegaraan di Universitas Tidar menyusun RPS mata kuliah. Meskipun mata kuliah ada yang sama, namun dosen terlibat dalam penyusunan RPS. Hanya terdapat 3 % dosen yang tidak ikut atau membuat RPS, hal ini dikarenakan kendala waktu yang padat.

B. Sumber-sumber yang digunakan dalam penyusunan dalam RPS

Perencanaan pembelajaran perlu rumuskan dengan sistematis agar menghasilkan perangkat perencanaan pembelajaran. Perencanaan pembelajaran yang sistematis mempermudah pelaksanaan pembelajaran secara efektif dan efisien. Penggunaan model desain pembelajaran dapat mendukung perencanaan pembelajaran. Desain pembelajaran adalah suatu sistem yang sistematis dalam pembelajaran (Dick and Carey, 1985). Pendekatan model desain pembelajaran Dick dan Carey (1985) pendekatan sistem yang mengacu pada sistem pengembangan pembelajaran yang terdiri dari komponen pembelajar, pengajar, materi, dan lingkungan.

Setiap tahap pembelajaran saling berkaitan dengan masing komponen-komponen pembelajaran. Tahap pembelajaran kemudian diukur kesesuaiannya dengan standar nasional pendidikan tinggi. Setiap langkah pembelajaran dapat diukur keberhasilannya dan kejelasan indicator.

Dalam penyusunan RPS terdapat sumber-sumber yang digunakan. Berdasarkan pengumpulan data bahwa ditemukan sumber penyusunan RPS meliputi sumber referensi buku ajar, kurikulum, capaian lulusan, proses pembelajaran, buku kurikulum Program studi, jurnal, peraturan menteri pendidikan dan kebudayaan RI nomor 50 Tahun 2015, indikator kinerja utama perguruan tinggi, dan RPS lama. Sumber penyusunan RPS yang belum digunakan adalah kurikulum pendidikan tinggi di era industri 4.0 dan standar Universitas Tidar.

C. Penyusunan Capaian Pembelajaran dalam RPS

Capaian pembelajaran lulusan dibuat oleh program studi. Berdasarkan kurikulum pendidikan tinggi di era industri 4.0 bahwa capaian pembelajaran lulusan disusun berdasarkan pada penelusuran lulusan, masukan pemangku kepentingan, asosiasi profesi, konsorsium keilmuan, kecenderungan perkembangan keilmuan, dan hasil evaluasi. Untuk mendukung dan menghadapi era industri 4.0 diperlukan kemampuan literasi digital, literasi teknologi, serta memandang akan terjadinya revolusi industri 5.0. Kurikulum perlu dibuat dengan kolaborasi antara pengajar dan desain kurikulum. Adanya kolaborasi antara dosen dan tim desain dari kurikulum digunakan untuk pengembangan kurikulum dan peningkatan profesional dari pengajar (Voogt, J. M. et. al , 2016).

Dalam RPS terdapat capaian pembelajaran yang menjadi tujuan dari pembelajaran. Capaian pembelajaran lulusan menjadi target kemampuan atau keterampilan mahasiswa yang dimiliki setelah mengikuti perkuliahan.

Berdasarkan pengumpulan data bahwa dosen merumuskan capaian pembelajaran lulusan berdasarkan pada kedalaman materi, sesuai KKNI dan Standar Nasional Pendidikan Tinggi, panduan kurikulum program studi, kebutuhan industri, analisis kurikulum, visi misi Universitas Tidar, landasan MKU dan kesepakatan tim pengampu MKU. Berdasarkan pada pengumpulan data bahwa untuk merumuskan capaian pembelajaran lulusan belum menambahkan ciri dan keunikan perguruan tinggi, keunikan kedaerahan, dan keunikan Indonesia. Universitas Tidar sudah memiliki standar pembelajaran Universitas yang digunakan dalam penyusunan pembelajaran. Sehingga akan lebih baik apabila ditambahkan ciri dan keunikan perguruan tinggi, keunikan kedaerahan, dan keunikan Indonesia dengan standar pembelajaran Universitas Tidar.

Pada capaian pembelajaran lulusan terdapat poin-poin yang harus ada. Berdasarkan pada pengumpulan data poin-poin yang terdapat dalam capaian pembelajaran lulusan dalam RPS, yaitu etos kerja, motivasi berprestasi, kemandirian, prestasi dan keberanian mengambil keputusan, mandiri, kreatif, inovatif, kemampuan pola pikir, sikap, keterampilan umum dan khusus, pengetahuan, dan sikap.

Setelah sudah selesai merumuskan capaian pembelajaran lulusan kemudian menyusun capaian pembelajaran mata kuliah. Capaian pembelajaran lulusan masih bersifat umum, perlu membuat capaian mata kuliah atau yang dikenal dengan courses learning outcomes. Dari capaian pembelajaran mata kuliah diturunkan menjadi sub-capaian pembelajaran mata kuliah sebagai kemampuan akhir yang direncanakan pada setiap pertemuan perkuliahan untuk memenuhi capaian pembelajaran lulusan.

Berdasarkan pengumpulan data yang dikumpulkan bahwa cara dosen menyusun capaian pembelajaran mata kuliah umum dengan menurunkan capaian pembelajaran lulusan menjadi capaian pembelajaran mata kuliah umum, berdasarkan KKNI dan standar nasional pendidikan tinggi, melihat profil lulusan program studi, diskusi dan FGD bersama tim pengampu Pendidikan Kewarganegaraan, menurunkan standar nasional perguruan tinggi sesuai dengan karakteristik program studi.

Dosen pengampu mata kuliah sudah menyusun capaian pembelajaran mata kuliah dengan menurunkan dari capaian pembelajaran lulusan. Cara yang digunakan untuk merumuskan capaian pembelajaran mata kuliah dengan berdiskusi dan FGD dengan tim pengampu Pendidikan Kewarganegaraan. Hasil dari penyusunan capaian pembelajaran mata kuliah sudah sesuai dengan capaian pembelajaran lulusan.

Jumlah pertemuan perkuliahan Pendidikan Kewarganegaraan di Universitas Tidar sebanyak 14 pertemuan dengan satu kali ujian tengah semester, dan satu kali ujian akhir semester. Dosen membagi materi setiap pertemuan untuk mencapai capaian pembelajaran lulusan dan mata kuliah. Setelah tersusunnya sub capaian pembelajaran mata kuliah dapat merumuskan kemampuan akhir dan materi akan disampaikan. Materi yang akan disampaikan mengacu pada sub capaian pembelajaran mata kuliah umum untuk mendukung capaian pembelajaran matakuliah dan lulusan.

Berdasarkan pengumpulan data bahwa cara dosen membagi materi perkuliahan tiap-tiap pertemuan dengan disesuaikan capaian pembelajaran, kemampuan akhir yang diharapkan setiap pertemuan, diskusi antar dosen, berdasarkan capaian pembelajaran mata kuliah, dan berdasarkan RPS yang dibuat.

Dosen pengampu mata kuliah umum sudah menyusun materi yang disajikan setiap pertemuan sudah mengacu pada sub capaian pembelajaran mata kuliah dan kemampuan akhir. Cara dosen menyusun materi yang disajikan setiap pertemuan dilakukan dengan cara diskusi antar dosen pengampu mata kuliah umum yang sama. Penggunaan e-learning tidak digunakan setiap pertemuan, namun hanya beberapa pertemuan saja. Terkadang di dalam e-learning hanya tersedia materi PPT saja tanpa ada petunjuk ataupun penjelasan.

D. Penentuan metode pembelajaran dalam RPS

Karakteristik materi dapat menentukan metode yang digunakan dalam penentuan metode pembelajaran. Selain itu, bahwa metode pembelajaran berdasarkan pada kemampuan yang diharapkan dalam suatu tahap pembelajaran. Berdasarkan pada pengumpulan data bahwa dosen menentukan metode pembelajaran setiap pertemuan berdasarkan pada standar pendidikan tinggi, diskusi, karakteristik materi, bahan kajian dan kemampuan akhir yang diharapkan, kesesuaian dengan indikator kinerja utama perguruan tinggi, aturan akademik, keadaan mahasiswa, dan tingkat kesulitan materi.

Adanya peraturan kementerian pendidikan dan kebudayaan perguruan tinggi dengan indikator kinerja perguruan tinggi 7, mempengaruhi dalam penggunaan metode pembelajaran. Dosen pengampu mata kuliah umum sudah menentukan metode pembelajaran sesuai dengan ketentuan. Sehingga penentuan metode pembelajaran sudah baik dilakukan. Namun, pada tahap ini e-learning tidak disesuaikan dengan metode yang digunakan dalam perencanaan pembelajaran.

E. Penyusunan kriteria penilaian dan indikator dalam RPS

Penilaian menjadi rangkaian dalam pelaksanaan pembelajaran. Menurut Black and William (2012) bahwa penilaian adalah bagian utama untuk mendukung dan mengukur tujuan pembelajaran. Dengan adanya pelaporan penilaian dapat menunjukkan keberhasilan pembelajaran. Penilaian yang baik melibatkan semua aspek mulai dari perencanaan, pengelolaan, dan memanfaatkan penilaian untuk mengukur dan melaporkan hasil pembelajaran yang dilakukan (Deluca, et. al, 2016 : 3). Sehingga setiap tahapan perencanaan pembelajaran perlu diperhatikan dan sistematis.

Universitas Tidar memiliki pedoman bobot penilaian antara mata perkuliahan secara teori dan praktik. Ketentuan ini mengatur semua mata kuliah di Universitas Tidar. Dosen perlu menyusun kisi-kisi, instrumen, dan skor masing-masing soal.

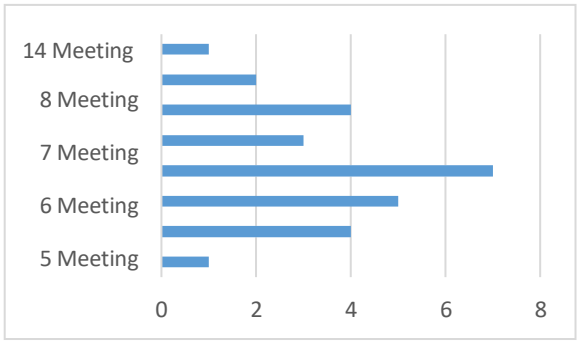
Berdasarkan pengumpulan data bahwa dosen menyusun kriteria penilaian dan indikator dalam RPS berdasar pada kesesuaian bahan kajian, metode pembelajaran, kemampuan akhir yang diharapkan, melihat bahan kajian, berdasarkan pada capaian pembelajaran mata kuliah, tergantung metode dan jenis tugas, tingkat pemahaman dan kemampuan kognitif, dan pengalaman mahasiswa.

Dosen pengampu mata kuliah Pendidikan Kewarganegaran sudah menyusun secara rencana dalam RPS. Namun kelemahannya adalah pada perangkat penilaian proses dan hasil belajar belum semuanya tersusun sistematis. Masih terdapat dosen yang membuat soal dan berdasarkan pada materi perkuliahan, bukan pada kemampuan akhir pada perkuliahan. Sehingga representasi capaian pembelajaran mata kuliah belum bisa terukur dalam penilaian. Selain itu, penilaian proses dan hasil belajar dalam metode pembelajaran case study dan team problem base learning. belum di lakukan pengukuran dan evaluasi.

Berdasarkan pada pengumpulan data bahwa poin-poin yang harus ada dalam kriteria dan indikator penilaian meliputi penilaian proses dan hasil belajar, kemampuan akhir yang dicapai, pemahaman dasar, penilaian disesuaikan. Poin- poin dalam penilaian sudah lengkap, dan sudah baik secara teknis penyusunan, tinggal dokumen perangkat penilaian yang belum tersusun. Perencanaan evaluasi penilaian menggunakan e-learning dengan fitur quiz dan assignment.

F. Penggunaan metode pembelajaran Case study dan Team problem base learning dalam RPS

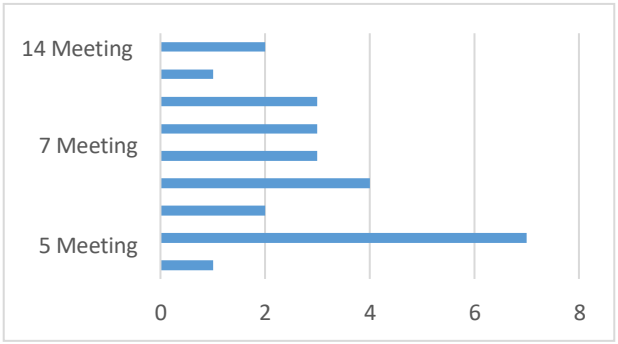
Adanya indikator kinerja utama perguruan tinggi memberikan keharusan pembelajaran menggunakan metode pembelajaran *case study* dan team problem base learning. Berdasarkan pengumpulan data dari dosen pengampu mata kuliah umum sebagai berikut.



Gambar. 2 Rencana penggunaan metode *case study*

Semua dosen sudah merenanakan model pembelajaran case study. Dosen pengampu mata kuliah umum sudah merencanakan perkuliahan dengan metode case study sudah lebih dari satu kali pertemuan, dan kebanyakan telah menyusun model pembelajran case study sebanyak 5 kali pertemuan. Hal ini sudah menjadi baik dalam merumuskan perencanaan, karena karakteristik materi dan kemampuan akhir setiap pertemuan belum tentu dapat menggunakan metode pembelajaran case study.

Pada penggunaan metode pembelajaran team problem base learning oleh dosen pengampu mata kuliah umum sebagai berikut.



Gambar. 2 Rencana pembelajaran *Team problem base learning*

Dalam merencanakan pembelajaran team *problem base learning* dosen telah menggunakan model tersebut. Dosen pengampu mata kuliah umum telah menyusun lebih dari 1 pertemuan. Mayoritas dosen menggunakan model *team problem base learning* sebanyak 2 kali pertemuan. Lebih banyak menggunakan metode *case study*, masih kurangnya penggunaan team problem base learning karena belum memahami secara mendalam tentang metode tersebut dan kesulitan materi atau kemampuan akhir setiap pertemuan tidak dapat menggunakan model *team problem base learning.*

G. Perencanaan dan Penggunaan E-learning

Kewarganegaraan persentase sebesar 65% telah menggunakan petunjuk perangkat pembelajaran pada elita. Terdapat 15% dosen yang tidak menambahkan perintah pada elita. Penggunaan fitur yang ada pada elita,

dosen pengampu mata kuliah pendidikan Pancasila lebih senang menggunakan assigment dengan persentase sebesar 27%, quiz dengan persentase sebesar 15 %, Forum dengan persentase sebesar 15 %, file dengan persentase sebesar 21 %, chat dengan persentase 8 %, dan sisanya label, book, url, dan page. Hal ini menunjukkan bahwa dosen mata kuliah Pendidikan Kewarganegaraan belum maksimal menggunakan fitur e-learning dan belum adanya pembelajaran e- learning yang variatif berbasis multimedia.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian bahwa Dosen pengampu mata kuliah Pendidikan Kewarganegaraan kurang memaksimalkan e-learning dalam pembelajaran. Dalam penyusunan e-learning masih sederhanan dan tidak disesuiakan dengan rencana metode pembelajaran, capaian pembelajaran, dan aktivitas perkuliahan. Pada penggunaan e-learning menunjukkan persentase sebesar 65% telah menggunakan petunjuk perangkat pembelajaran pada elita. Terdapat 15% dosen yang tidak menambahkan perintah pada elita. Penggunaan fitur yang ada pada elita, dosen pengampu mata kuliah pendidikan Pancasila lebih senang menggunakan assigment dengan persentase sebesar 27%, quiz dengan persentase sebesar 15 %, Forum dengan persentase sebesar 15 %, file dengan persentase sebesar 21 %, chat dengan persentase 8 %, dan sisanya label, book, url, dan page. Hal ini menunjukkan bahwa dosen mata kuliah Pendidikan Kewarganegaraan belum maksimal menggunakan fitur e-learning dan belum adanya pembelajaran e-learning yang variatif berbasis multimedia.

Daftar Pustaka

Black, P & William, D. (2012). Assessment for learning in the classroom. Dalam Gardner, J. (2012). Assesment and Learning. Great Britain: Sage Publication.

Deluca, C., Valiquette, A., Coombs, A., McEwan, D. L., & Luhanga, U. (2016). Teachers approaches to classroom assesment: a large scale survey. Assesment in education: principles, policy & practice. http://dx.doi.org/10.1080/0969594X. 2016. 1244514.

Dick, W and Carrey, L. (1985). The Systematic Design Instruction. Second edition. Glenview. Illinois: Scott., Foreman and Company

Hamalik, Oemar. (1995). Kurikulum dan Pembelajaran. Jakarta: Bumi Aksara

John, Peter D. (2007). Lesson Planning and the students Teacher: Re-Thinking the Dominant Model. Jurnal Curriculum Studies. Vol. 38, No 4, PP 483-493

Majid, Abdul, (2012). Perencanaan Pembelajaran. Bandung: Rosda Karya. Peraturan Rektor Universitas Tidar No. 15/UN57/HK.01/2019 Tentang Pedoman Akademik Universitas Tidar

Sanjaya, Wina. (2010). Perencanaan dan Desain Sistem Pembelajaran. Jakarta: Kencana Pradana Media Group.

Shen, Jinping. Sue Poppink, Yunhou Cui dan Gourui Fan (2007).Lesson Planning: A Practice of Professional Responsibility and Development. Educational Horizons. Vol. 85, No. 4. pp. 248-258

UU No 20 tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional.

Voogt, J. M., Pieters, J. M., & Handelzalt, A. (2016). Teacher collaboration in curriculum design teams: effects, mechanisms, and conditions. Education reseacrh and evaluation An international journal no theory and practice. 22 (3- 4). 121-140. https://doi.org/10.1080/13803611.2016.1247725

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

ANALISIS PENALARAN MATEMATIS SISWA DALAM MENYELESAIKAN SOAL AKM KELAS X SMAK ST. DOMINIKUS TAMBOLAKA

Nopliana Bili[1*], Yulius Keremata Lede[2], Samuel Rex M. Making[3]
[12]*Pendidikan Matematika STKIP weetebula Kabupaten Sumba Barat Daya, Prov. Nusa Tenggara Timur-Indonesia.*
**Email: noplianabili@gmail.com*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penalaran matematis siswa dalam menyelesaikan soal AKM kelas X SMAK ST.Dominikus Tambolaka. Metode penelitian ini adalah penelitian kualitatif. Subyek penelitian ini adalah siswa kelas X yang berjumlah tujuh belas siswa. Hasil penelitian adalah (1) subjek kemampuan penalaran matematis dengan kategori tinggi dapat menuliskan semua informasi dari soal serta mampu memperkirakan proses penyelesaian soal subjek mampu menggunakan pola yang di ketahui, subjek juga mampu menarik kesimpulan yang disertai dengan alasan yang logis. (2) subjek dengan kemampuan penalaran matematis dengan kategori sedang dapat menuliskan semua informasi dari soal serta mampu memperkirakan proses penyelesain, subjek dapat menggunakan pola yang diketahui, namun subjek tidak mampu menyusun suatu pendapat untuk menganalisa situasi matematis hal ini menyebabkan subjek tidak dapat menarik kesimpulan yang logis, (3) subjek dengan kemampuan penalaran matematis dengan kategori rendah tidak mampu menuliskan semua informasi dari soal, hal ini menjadi penyebab subjek tidak mampu menyusun pendapat yang dari soal sehingga subjek tidak dapat menarik kesimpulan dengan alasan yang logis.
Kata Kunci: Penalaran Matematika, Asesmen Kompetensi Minimum.

Abstract

This study aims to determine the students mathematical reasoning in solving the AKM class X SMAK ST. Dominikus Tambolaka. This research method is qualitative research. The subjects of this study were class X students by totaling seventeen students. The results of the study are (1) the subject of mathematical reasoning abilities with high categories can write down all information from the problem and be able to estimate the problemsolving process, the subject is able to use patterns that are known, the subject is also able to draw conclusions accompanied by logical reasons. (2) subjects with moderate mathematical reasoning abilities can write down all information from the problem and are able to estimate the completion process, the subject can use a known pattern, but the subject is not able to formulate an opinion to analyze the mathematical situation this causes the subject to be unable to draw a valid conclusion. logically, (3) subjects with low-category mathematical reasoning abilities were unable to write down all the information from the questions, this was the cause of the subjects not being able to form opinions from the questions so that the subjects could not draw conclusions with logical reasons

Keywords: Mathematical Reasoning, Minimum Competency Assessment.

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman, dunia pendidikan terus berubah dengan Relevan sehingga banyak merubah pola pikir, dari pola pikir yang biasa dan kaku menjadi lebih canggih. Hal tersebut sangat berpengaruh dalam kemajuan pendidikan di Indonesia. Tujuan pendidikan adalah menciptakan seseorang yang berkualitas dan berkarakter sehingga memiliki pandangan yang luas ke depan untuk mencapai suatu cita-cita yang diharapkan dan mampu beradaptasi secara cepat dan tepat di dalam berbagai lingkungan. Karena pendidikan itu sendiri memotivasi kita untuk lebih baik dalam segala aspek kehidupan

Pada umumnya pendidikan merupakan suatu proses yang dapat membantu manusia dalam mengembangkan dirinya sehingga mampu menghadapi perubahan yang ada. Pendidikan merupakan suatu aspek yang penting dalam kehidupan manusia. Menurut UU No 20 Tahun 2003. pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana dan proses pembelajaran agar usaha peserta didik secara aktif mengembangkan potensi-potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual, keagamaan dan pengendalian diri. Menurut Sanjaya (2006:3) mengemukakan bahwa pendidikan merupakan upaya pengembangan potensi anak jadi, pendidikan dapat diartikan sebagai suatu upaya penigkatan kemampuan manusia baik segi moral pengetahuan, maupun perilaku untuk mencapai tujuan hidup. proses pendidikan terjadi apabila antar komponen yang ada dalam pendidikan saling berkaitan secara fungsional dalam satu kesatuan terpadu. proses pendidikan juga merupakan aktifitas atau kegiatan yang dilakukan dengan sadar, sengaja, dan terencana dalam mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar tujuan pendidikan dapat tercapai. Dengan adanya pendidikan diharapkan dapat menciptakan pribadi yang membawa perubahan dan membangun serta memajukan bangsa kearah hidup yang lebih baik.

Menurut Winarti (Izzah, 2015) kurikulum 2013 menjelaskan bahwa siswa diharapkan tidak hanya dapat penerapan konsep saja, tetapi lebih kepada bagaimana konsep itu dapat diterapkan dalam berbagai macam situasi, dan kemampuan siswa dalam bernalar dan berangumentasi tentang bagaimana soal itu dapat diselesaikan.

Menurut Ario (izzah, 2016) mengingat pentingnya penalaran matematis maka perlu dilakukan Analisa mendalam tentang kemampuan penalaran matematis siswa. Analisis ini berupa tingkat penguasaan kemampuan penalaran matematis siswa setelah mengikuti suatu pembelajaran serta ragam kesalahan siswa dalam menjawap soal-soal kemampuan bernalar matematis

Menurut Sariningsih & Purwasih (Fajriyah 2017) menyatakan bahwa pendidikan matematika dapat mendorong masyarakat untuk selalu maju, terbukti dengan adanya perkembangan teknologi modern. Oleh karena itu, belajar matematika dengan baik merupakan langkah pertama dalam pengusaan konsep.

Dalam mengembangkan suatu konsep pelajaran yang baik, penalaran siswa dapat dibutuhkan untuk memberi arti dalam proses belajar mandiri, misalnya dengan adanya keinginan, untuk mencari hubungan konseptual antara pengetahuan yang dimiliki dengan yang dipelajari di dalam pembelajaran. Menurut Riyanto & Siroj (Fajriyah, 2011) menyatakan bahwa salah satu tujuan pembelajaran matematika di sekolah ialah menggunakan penalaran pada pola dan sifat.

Pernyataan ini juga didukung oleh pernyataan kusumah (Fajriyah, 2011) bahwa kemampuan penalaran matematis adalah kemampuan yang dapat memahami pola hubungan diantara subjek-subjek dengan berdasarkan teorema atau dalil yang sudah terbukti kebenarannya. Jika siswa diberi kesempatan untuk menggunakan keterampilan bernalarnya dalam melakukan pendugaan-pendugaannya berdasarkan pengalaman atau sepengetahuannya sendiri, sehingga lebih mudah memahami konsep. Hal ini bertujuan agar potensi yang dimiliki oleh peserta didik mampu meningkat dan berkembang secara optimal.

Indikator kemampuan penalaran matematis menurut Raharjo, S. Saleh, H. & Sawitri, D (2020) adalah sebagai berikut:

1. Mengajukan dugaan (conjectures).
2. Melakukan manipulasi matematika.
3. Memberikan kesimpulan, menyusun bukti, memberikan alasan atau bukti terhadap beberapa solusi.
4. Memeriksa kesahihan dari pernyataan
5.

METODE

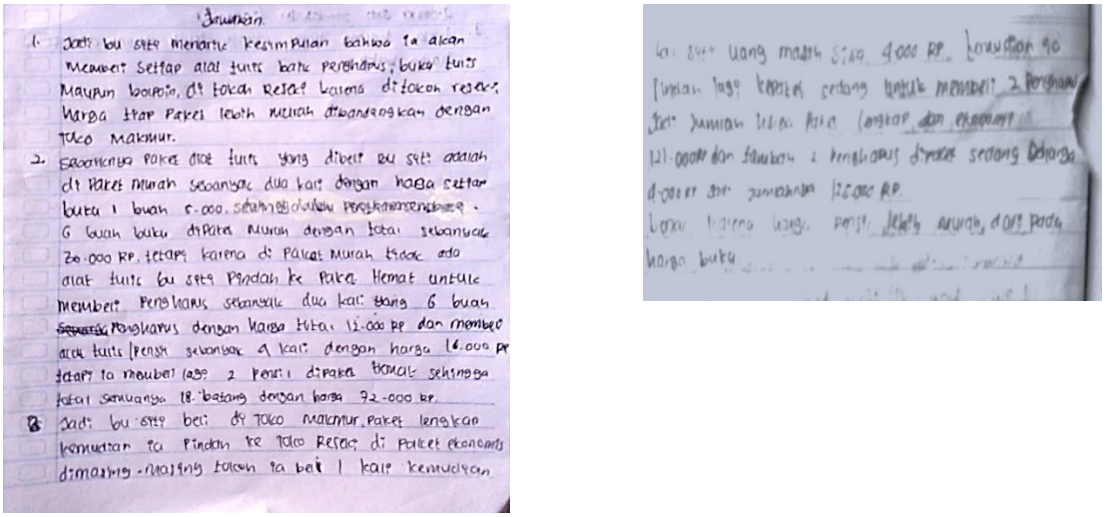
Menurut Arikunto (Bernard,2010) penelitian deskripsi merupakan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui keadaan dan kondisi yang mana hasilnya dijelaskan dalam bentuk laporan penelitian. Menurut Nawawi (Bernard, 2005) pengukuran adalah suatu usaha untuk mengetahui suatu keadaan berupa kecerdasan, kecakapan nyata (achievement) dalam bidang tertentu, dan teknik komunikasi langsung merupakan usaha peneliti mengadakan kontak langsung secara lisan atau tatap muka dengan sumber data.

Menurut Arikunto (Bernard,2009)” objek segala sesuatu yang menjadi titik pusat pengamatan karena penilaian menginginkan informasi tentang sesuatu tersebut “. Objek dalam penelitian ini adalah analisis penalaran matematika siswa dalam menyelesaikan soal AKM. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan jenis penelitian deskriptif kualitatif, dimana keseluruan mendeskripsikan analisis penalaran matematis siswa dalam menyelesaikan soal AKM. Penelitian ini tergolong dalam penelitian kualitatif yang berusaha mengungkapkan secara alami dan menyeluruh sesuai dengan data yang diperoleh. Penelitian ini dilakukan di SMAK ST. Dominikus Tambolaka. Subjek penelitian terdiri dari 17 orang siswa, dan waktu penelitian di semester ganjil tahun 2022/2023. Adapun teknik ana lisis data yang digunakan mengacu pada teknik analisis menurut Miles & Huberman yakni reduksi data,penyajian data dan menarik kesimpulan atau verivikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini yang dilaksanakan di kelas X Mia SMAK ST. Dominikus Tambolaka pada tanggal 13 Oktober 2022 tentang soal Asesmen Kompetensi Minimum. Saya menguji 19 orang siswa. Intrumen lembar tes kemampuan penalaran matematis digunakan untuk mengetahui kemampuan penalaran matematis dalam menyelesaikan soal Asesmen Kompotensi Minimum berdasarkan indicator penalaran. Soal Asesmen Kemampuan Minimum terdiri dari satu soal esai yang terdiri dari 4 sub pertanyaan dan diberikan kepada 19 siswa, pada saat pemberian soal AKM. peneliti tidak mengalami kendala dan penelitian dapat berjalan dengan lancar. Lembar tes kemampuan penalaran yang diberikan berupa

soal AKM dalam bentuk soal cerita pada soal Asesmen Kompetensi Minimum(AKM).



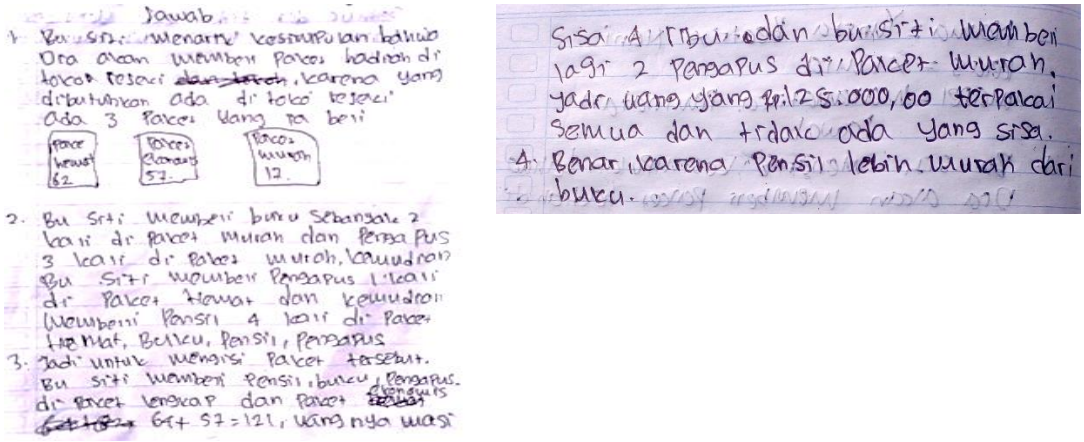
Gambar 1. Jawaban S1

Wawancara subjek 1

P : apa saja yang diketahui dari soal tersebut?

S1 : di Toko Rejeki ada paket hemat dengan harga RP.72.000,00, Paket Ekonomis RP. 57.000,00,dan Paket Murah RP.17.000,00. sedangkan di Toko Makmur ada paket sedang RP.48.000,00,Paket Besar RP.90.000,00 dan Paket Lengkap RP.64.000,00.

Berdasarkan jawaban dan hasil wawancara siswa sudah memenuhi indicator pertama yaitu subjek mampu menuliskan semua informasi dari soal serta mampu memperkirakan proses penyelesaian soal dan subjek mampu menggunakan pola yang di ketahui ketika S1 menjawab harga paket yang ada pada toko Rejeki dan Toko Makmur, serta subjek juga mampu menarik kesimpulan yang disertai dengan alasan yang logis.



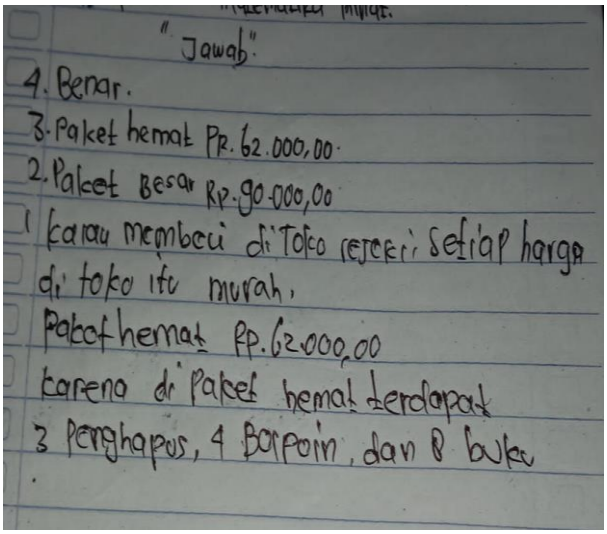
Gambar 2. Wawancara S2.

Wawancara subjek 2

P : apa saja yang diketahui dari soal tersebut?

S2 : di Toko Rejeki ada Paket Hemat RP 62, Paket Ekonomis RP57, Paket Murah RP17

Berdasarkan jawaban dan hasil wawancara siswa sudah memenuhi indicator kedua subjek menuliskan semua informasi dari soal serta mampu memperkirakan proses penyelesain, subjek dapat menggunakan pola yang diketahui, namun subjek tidak mampu menyusun suatu pendapat untuk menganalisa situasi matematis hal ini menyebabkan subjek tidak dapat menarik kesimpulan yang logis,



Gambar 3. Wawancara S3

P : Apa saja yang diketahui dari soal tersebut?

S3 : di Toko Rejeki dan Toko Makmur ada buku,penghapus dan pensil

Berdasarkan jawaban dan hasil wawancara siswa sudah memenuhi indicatorke tiga Subjek tidak mampu menuliskan semua informasi dari soal, hal ini menjadi penyebab subjek tidak mampu menyusun pendapat yang benar dari soal sehingga subjek tidak dapat menarik kesimpulan dengan alasan yang logis.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian dapat disimpulkan bahwa kemampuan penalaran matematis siswa dalam menyelesaikan soal AKM, memahami masalah, menyusun rencana penyelesaian masalah, menyelesaikan masalah sesuai rencana dan menafsirkan hasilnya terhadap semua langkah yang telah dikerjakan tergolong siswa kurang mampu menyelesainkan soal yang berkaitan dengan Asesmen Kompetensi Minimum. Itu disebabkan karena (1) siswa kurang mengerti apa maksud dan tujuan dari soal, (2) dalam memahami konsep esensial maksudnya siswa belum bisa mengerjakan atau memecahkan masalah dengan tuntas, (3) belum bisa mengerjakan proses dan tahapan untuk memecahkan masalah matematis dan (4) siswa belum bisa mengaplikasikan soal-soal tersebut dalam kehidupan sehari-hari.

Daftar Pustaka

Raharjo, S. Saleh, H. & Sawitri, D. 2020. Analisis kemampuan penalaran matematis siswa dengan pendekatan open–ended dalam pembelajaran matematika. Paedagoria: Jurnal Kajian, Penelitian dan Pengembangan Kependidikan, 11, 36-43. DOI: 10.31764/paedagoria. V 11i1.1881.

Arikunto, S. (2010). Prosedur penelitian (suatu pendekatan praktek). Bandungan : Rineka cipta

Arikunto (2009). Dasar-dasar evaluasi pendidikan. Jakarta: Bumi Aksara

Winarti,sri. 2015 Analisis kemampuan penalaran siswa dalam menyelesaikan soal serupa pisa pada siswa kelas vii. fakultas keguruan dan ilmu pendidikan universitas Muhammadiyah Surakarta. http://eprints.ums.ac.id/.Diakses23 mei 2019

Ario, Marfi. 2016. Analisis kemampuan penalaran matematis siswa smk setelah mengikuti pembelajaran berbasis masalah. Jurnai ilmiah Edu Recearah voi.5 No.2 Hal. 125-134.https: // media.neliti,com /media/publications/.Diakses 23 mei 2019.

Nawawi, H. (2005). Metode Penelitian Bidang Sosial. Yogyakarta: Gajah Mada Univesity Press.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

ANALISIS PERSEPSI MAHASISWA TERHADAP PELAKSANAAN PRINSIP PEMBELAJARAN HIBRID DI PRODI PENDIDIKAN MATEMATIKA UNIVERSITAS SANATA DHARMA

Dominikus Arif Budi Prasetyo[1*], Chatarina Enny Murwaningtyas[2], Margaretha Madha Melissa[3]
Prodi Pendidikan Matematika Universitas Sanata Dharma
Kampus 3 Paingan Maguwoharjo Depok Sleman Yogyakarta
**Email : dominic_abp@usd.ac.id*

Abstrak
Pandemi Covid 19 yang terjadi sejak awal tahun 2020 membawa banyak perubahan cara hidup di dunia. Cara belajar mengajar pun tidak terhindar dari perubahan tersebut. Selama perkuliahan di masa pandemi, prodi Pendidikan Matematika USD telah menyusun prinsip-prinsip pembelajaran jarak jauh daring. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis persepsi mahasiswa terhadap pelaksanaan perkuliahan hybrid yang diadakan di prodi Pendidikan Matematika USD. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Peneliti menyebarkan kuesioner terkait persepsi pelaksanaan perkuliahan melalui *googleform.* Kuesioner dibuat berdasarkan prinsip pembelajaran yang diadaptasi dari 10 Prinsip Pembelajaran Jarak Jauh Daring. Responden yang terkumpul dalam penelitian ini sebanyak 106 mahasiswa prodi Pendidikn Matematika Universitas Sanata Dharma pada semester genap tahun ajaran 2021/2022 yang terdiri dari angkatan 2018, 2019, 2020 dan 2021. Hasil dari penelitian ini adalah sebanyak 68,87% mahasiswa responden pernah mengikuti perkuliahan secara luring di kampus dan persepsi mahasiswa terhadap pelaksanaan perkuliahan hybrid berdasarkan adaptasi 10 prinsip pembelajaran jarak jauh daring yang dikembangkan di prodi menunjukkan hasil 5 prinsip dengan kategori sangat baik dan 5 prinsip dengan kategori baik.

Kata kunci: perkuliahan hybrid, persepsi, prinsip pembelajaran hybrid.

Abstract
The COVID-19 pandemic that has occurred since 2020 has brought many changes to the way of life in the world. The way of teaching and learning is not spared from these changes. During the pandemic, Department of Mathematics Education Sanata Dharma University has developed the principles of online learning. The research aim is analyze students' perceptions of the implementation of the hybrid learning principle in Department of Mathematics Education. The method used in this research is descriptive quantitative. Researchers distributed questionnaires about the perception of the implementation of lectures through googleform. The questionnaire was developed based on learning principles that adapted from 10 Principles of Online Learning. The respondents in this research are 106 students of Departments of Mathematics Education Sanata Dharma University in the even

semester of the 2021/2022 academic year, consisting of the 2018, 2019, 2020 and 2021 classes. The results of this study are about 68,87% of the respondent had attended offline learning and students' perceptions of the implementation of hybrid lectures based on the adaptation of 10 principles of online learning that developed in the department show the results of 5 principles with excellent categories and 5 principles with good categories.

Keywords: hybrid learning, perception, hybrid learning principles

Pendahuluan

Pandemi covid 19 yang terjadi mulai awal tahun 2020 memaksa dunia untuk mengubah cara hidupnya. Perubahan besar ini juga terjadi pada cara pelaksanaan kegiatan belajar mengajar. Kegiatan yang semula dilakukan seluruhnya secara tatap muka di kelas menjadi seluruhnya dalam jaringan (daring). Sejak bulan Maret 2020, perkuliahan di Universitas Sanata Dharma dilakukan secara daring. (SE Rektor USD, 2020a). Dalam rangka untuk memberikan layanan yang optimal untuk mahasiswa, terutama terkait dengan perkuliahan daring, tim prodi Pendidikan Matematika USD menyusun Prinsip-prinsip Pembelajaran Jarak Jauh Daring. (Kristanto, dkk, 2021)

Prinsip-prinsip Pembelajaran Jarak Jauh Daring

Perkuliahan daring yang harus dilaksanakan dalam masa pandemic covid 19 ini perlu mengacu pada aturan tertentu. Aturan ini ditujukan agar perkuliahan yang dilaksanakan dapat mengakomodasi kebutuhan belajar mahasiswa, sehingga mahasiswa tetap memperoleh hak belajar dan pendampingan oleh dosen secara optimal. Berikut ini prinsip-prinsip pembelajaran jarak jauh daring yang berhasil dikembangkan prodi Pendidikan Matematika USD. (Kristanto, dkk, 2021).

1. Mengomunikasikan tujuan dan informasi lain perkuliahan dengan jelas
2. Menyampaikan konten pembelajaran yang menuntut kehadiran kognitif melalui lingkungan belajar asinkronus
3. Memfasilitasi terjadinya interaksi produktif antar peserta pembelajaran (dosen-mahasiswa dan mahasiswa-mahasiswa)
4. Mengupayakan berkembangnya kehadiran sosial melalui lingkungan belajar sinkronus
5. Mengupayakan proses umpan balik dialogis yang mengembangkan regulasi belajar mahasiswa
6. Menyediakan aktivitas-aktivitas pembelajaran yang memantik mahasiswa untuk menjadi pemelajar daring yang proaktif
7. Menyediakan penugasan dengan kuantitas yang sesuai dan periode waktu pengerjaan yang cukup
8. Menyediakan video-video asinkronus, yang mempertimbangkan prinsip-prinsip pengembangan video pembelajaran, dan media teks sebagai pelengkapnya
9. Melakukan asesmen formatif dan sumatif dengan lebih memberikan penekanan pada jenis asesmen yang pertama
10. Menggunakan teknologi secara efektif sekaligus mendemonstrasikan TPACK kepada mahasiswa

Pada laporannya, Kristanto dkk (2021) menguraikan pentingnya aturan main dalam perkuliahan yang perlu diperhatikan oleh dosen untuk mengelola kelas jarak jauh secara daring. Namun, dalam laporan tersebut belum memuat bagaimana cara pengelolaan kelas jarak jauh daring secara detail. Dalam pelaksanaan perkuliahan secara daring, ada indikasi penurunan motivasi belajar mahasiswa meskipun secara kategori masih dapat dikatakan sangat baik. (Dewayani, Gabriela Kurnia dan Sulistianingsih, Clara Ajeng, 2022). Dalam penelitian di kampus lain menunjukkan bahwa kepuasan mahasiswa terhadap perkuliahan daring termasuk dalam kategori cukup.

Seiring berjalannya waktu, pandemic covid 19 memasuki tahap baru dimana masyarakat Indonesia telah memperoleh vaksin mulai tahun 2021 untuk vaksin dosis 1 dan 2. Pada tahun 2022, masyarakat mulai menerima vaksin dosis 3 atau booster. Pemerintah mulai mengatur tatanan baru dalam kehidupan normal termasuk proses belajar di sekolah dan kampus. Universitas Sanata Dharma memulai proses pembelajaran hybrid. Perkuliahan ini berlangsung secara bersamaan dengan sebagian mahasiswa hadir secara langsung di kampus atau kelas dan sebagian lainnya mengikuti perkuliahan secara daring. (SE Rektor USD, 2021)

Pembelajaran Hibrid

Menurut Zydney, dkk (2018), pembelajaran hybrid merupakan pembelajaran yang dilakukan secara serentak antara peserta yang hadir di kelas secara langsung dengan peserta yang hadir secara daring melalui aplikasi pertemuana virtual. Hal ini bersesuaian dengan SE Rektor USD tentang pelaksanaan perkuliahan hybrid. Dosen yang mengelola perkuliahan hybrid perlu mempersiapkan dinamika untuk mahasiswa yang hadir langsung di kelas dan hadir melalui aplikasi virtual secara serentak atau bersamaan pada jam yang ditentukan.

Pada pembelajaran hybrid ini, secara tata kelola masih bisa menggunakan prinsip-prinsip pembelajaran jarak jauh daring. Penelitian yang dilakukan oleh Murwaningtyas (2022) mengenai pelaksanaan perkuliahan hybrid pada Kalkulus Diferensial di prodi Pendidikan Matematika USD menunjukkan hasil yang baik. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, mahasiswa yang hadir secara langsung di kelas merasa hasilnya lebih maksimal daripada mahasiswa yang hadir secara daring melalui zoom. Dosen juga perlu membagi perhatian yang seimbang antara mahasiswa yang hadir di kelas dengan mahasiswa yang hadir melalui zoom.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang memerikan deskripsi atau gambaran terkait pengumpulan data, penyajian dan hasil penelitian dengan bantuan angka. (Hikmawati, 2020; Sukendra, I.K., Atmaja, I.K.S., 2020). Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan angket atau kuesioner yang diisi oleh responden menggunakan bantuan *googleform*. Instrumen yang digunakan adalah kuesioner yang berisi 2 informasi umum responden, 20 pertanyaan tertutup dengan skala Likert 1 – 7 dan 3 pertanyaan terbuka terkait perkuliahan hybrid. Kuesioner ini dikembangkan berdasarkan Prinsip-prinsip Pembelajaran Jarak Jauh Daring yang disesuaikan dengan pelaksanaan perkuliahan hybrid. (Kristanto, dkk, 2021) Validasi dilakukan dengan validasi ahli dan validasi item empiris. Responden dari penelitian ini adalah mahasiswa prodi Pendidikan Matematika USD yang mengikuti perkuliahan pada semester genap tahun ajaran

2021/2022. Data yang telah dikumpulkan diolah menggunakan SPSS untuk mengetahui validitas dan reliabilitasnya. Data persepsi terkait pelaksanaan perkuliahan hybrid dihitung berdasarkan pengelompokan pertanyaan pada Prinsip-prinsip Pembelajaran Hibrid dan dikategorikan menggunakan Tabel 1. Data dari pertanyaan terbuka dirangkum untuk memperoleh gambaran yang mendukung pencapaian kategori setiap prinsipnya.

Tabel 1 Kategori Pencapaian

Interval	**Kategori**
1,00 – 2,19	Sangat Kurang
2,20 – 3,39	Kurang
3,40 – 4,59	Cukup
4,59 – 5,79	Baik
5,80 – 7,00	Sangat Baik

Hasil dan Pembahasan

Pada bagian hasil dan pembahasan penelitian ini memuat dua hal, yakni hasil validasi instrumen dan persepsi mahasiswa terhadap perkuliahan hybrid yang diselenggarakan di prodi Pendidikan Matematika Universitas Sanata Dharma pada semester genap tahun ajaran 2021/2022.

Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Validasi instrument yang dilakukan oleh peneliti dikerjakan dengan dua cara, yakni validasi pakar dan validasi empiris. Hasil dari validasi pakar menunjukkan bahwa bahasa dan pertanyaan dari instrumen ini tidak ambigu dan dapat digunakan untuk mengumpulkan data persepsi mahasiswa tentang pelaksanaan perkuliahan hybrid. Selain hasil validasi pakar, Tabel 2 berikut ini menunjukkan secara empiris hasil validasi setiap butir pertanyaan yang disusun dengan nilai Korelasi Pearson lebih dari 0,194. Hal ini juga diperkuat ketika nilai *Sig.*(2-*tailed*) untuk semua pertanyaan kurang dari 0,05. Sedangkan Tabel 3 menunjukkan nilai Alpha Cronbach lebih dari 0,9. Berdasarkan kedua tabel tersebut dapat dikatakan bahwa seluruh pertanyaan yang disusun valid dan intrumennya reliabel sehingga layak digunakan untuk mengumpulkan data.

Tabel 2. Validasi Instrumen

Nomor Pertanyaan	Nilai Korelasi Pearson	*Sig.*(2-*tailed*)	Keterangan
1a	0,595	0,000	Valid
1b	0,589	0,000	Valid
2a	0,688	0,000	Valid
2b	0,683	0,000	Valid
3a	0,513	0,000	Valid
3b	0,730	0,000	Valid
4a	0,540	0,000	Valid
4b	0,539	0,000	Valid
5a	0,674	0,000	Valid
5b	0,718	0,000	Valid
6a	0,724	0,000	Valid
6b	0,511	0,000	Valid

Nomor Pertanyaan	Nilai Korelasi Pearson	*Sig.*(2-*tailed*)	Keterangan
7a	0,670	0,000	Valid
7b	0,666	0,000	Valid
8a	0,647	0,000	Valid
8b	0,697	0,000	Valid
9a	0,765	0,000	Valid
9b	0,795	0,000	Valid
10a	0,626	0,000	Valid
10b	0,612	0,000	Valid

(Sumber : Hasil luaran SPSS)

Tabel 3. Reliabilitas Instrumen

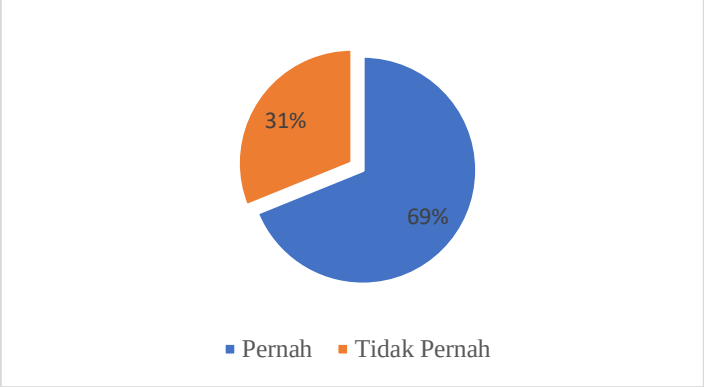
Nilai Alpha Cronbach	Banyak Item	Keterangan
0,924	20	Reliabel

Persepsi Mahasiswa terhadap Perkuliahan Hibrid

Pada penelitian ini berhasil terkumpul 106 responden. Responden ini terdiri dari mahasiswa angkatan 2018, 2019, 2020 dan 2021 dengan sebarannya pada Tabel 4. Responden ini juga mencakup mahasiswa yang mengikuti perkuliahan sepenuhnya daring dan mahasiswa yang pernah mengikuti perkuliahan secara luring di kelas atau kampus dengan sebaran ditunjukkan pada Gambar 1.

Tabel 4. Sebaran Angkatan

Angkatan	**Responden**
2018	10
2019	19
2020	18
2021	59



Gambar 1. Perbandingan Mahasiswa Dalam Perkuliahan Hibrid

Selanjutnya dari hasil kuesioner dilakukan analisis data dengan merangkum nilai persepsi yang telah diperoleh. Hasil rangkuman nilai persepsi setiap prinsip dari pembelajaran hybrid dikategorikan menggunakan kategori pada Tabel 1. Tabel 5 berikut ini merupakan hasil rangkuman persepsi mahasiswa terhadap pelaksanaan perkuliahan hybrid di prodi Pendidikan Matematika USD dan hasil kategori dari setiap prinsipnya.

Tabel 5. Hasil Persepsi Mahasiswa Terhadap Pelaksanaan Perkuliahan Hibrid

No	Prinsip Pembelajaran Hibrid	Nilai Persepsi	Kategori
1	Mengomunikasikan tujuan dan informasi lain perkuliahan dengan jelas	6,02	Sangat Baik
2	Menyampaikan konten pembelajaran yang menuntut kehadiran kognitif melalui lingkungan belajar asinkronus	5,73	Baik
3	Memfasilitasi terjadinya interaksi produktif antar peserta pembelajaran (dosen-mahasiswa dan mahasiswa-mahasiswa)	6,12	Sangat Baik
4	Mengupayakan berkembangnya kehadiran sosial melalui lingkungan belajar sinkronus	5,71	Baik
5	Mengupayakan proses umpan balik dialogis yang mengembangkan regulasi belajar mahasiswa	5,82	Sangat Baik
6	Menyediakan aktivitas-aktivitas pembelajaran yang memantik mahasiswa untuk menjadi pemelajar daring yang proaktif	5,87	Sangat Baik
7	Menyediakan penugasan dengan kuantitas yang sesuai dan periode waktu pengerjaan yang cukup	5,11	Baik
8	Menyediakan video-video asinkronus, yang mempertimbangkan prinsip-prinsip pengembangan video pembelajaran, dan media teks sebagai pelengkapnya	5,79	Baik
9	Melakukan asesmen formatif dan sumatif dengan lebih memberikan penekanan pada jenis asesmen yang pertama	5,75	Baik
10	Menggunakan teknologi secara efektif sekaligus mendemonstrasikan TPACK kepada mahasiswa	6,14	Sangat Baik
	Rata-rata	5,81	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 5 diperoleh informasi bahwa secara umum pelaksanaan perkuliahan hybrid mendapatkan kategori persepsi sangat baik. Terdapat 5 prinsip dengan kategori persepsi sangat baik, 5 prinsip dengan kategori persepsi baik. Hal

ini menunjukkan bahwa dalam pelaksanaan perkuliahan hybrid sudah terkelola dengan baik oleh sebagian dosen. Namun demikian, jika dilihat prinsip dengan nilai persepsi terendah 5,11 perlu ada perhatian dosen dan pengelola prodi. Prinsip yang dimaksud adalah prinsip ketujuh yakni Menyediakan penugasan dengan kuantitas yang sesuai dan periode waktu pengerjaan yang cukup. Dari hasil penelusuran pertanyaan terbuka terkait kesan pelaksanaan perkuliahan hybrid ini menunjukkan ada penugasan matakuliah yang cukup banyak dan waktu pengerjaan yang kurang memadai. Selain itu, dari pertanyaan terkait usulan perkuliahan hybrid di prodi Pendidikan Matematika USD juga menunjukkan perlunya pelaksanaan *flip learning* secara konsisten. Hal ini sejalan dengan nilai persepsi mahasiswa yang terkategori baik.

Selain hasil pada Tabel 5 tersebut, berdasarkan jawaban kuesioner juga diperoleh informasi dari responden tentang kesan selama belajar pada masa perkuliahan hybrid dan usulan yang perlu diperhatikan oleh penyelenggara perkuliahan hybrid. Hal tersebut meliputi perhatian dosen yang seimbang antara peserta kuliah yang hadir langsung di kelas dengan peserta yang hadir melalui zoom, kesiapan jaringan, fasilitas di kelas yang menunjang peserta melalui zoom dan teknologinya, kuantitas tugas yang tidak membebani dan waktu penyelesaian yang memadai serta informasi *flip learning* yang konsisten.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, diperoleh informasi bahwa pelaksanaan perkuliahan hybrid di Prodi Pendidikan Matematika USD secara umum termasuk dalam kategori sangat baik. Prinsip pembelajaran hybrid yang termasuk kategori sangat baik ada 5 dan kategori baik ada 5. Perlu adanya perhatian bersama antara penyelenggara perkuliahan atau prodi, dosen dan mahasiswa terkait pelaksanaan perkuliahan hybrid agar hasilnya lebih optimal.

Daftar Pustaka

Bower, M., Dalgarno, B., Kennedy, G. E., Lee, M. J. W., & Kenney, J. (2015). Design and implementation factors in blended synchronous learning environments: Outcomes from a cross-case analysis. *Computers & Education*, 1-17.

Creswell, J. W. (2014). *Research Design : Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches.* Los Angeles: SAGE Publications Ltd.

Dewayani, Gabriela Kurnia dan Sulistianingsih, Clara Ajeng. (2022). Pengaruh Pembelajaran Daring Terhadap Motivasi Belajar Mahasiswa Pendidikan Matematika Universitas Sanata Dharma. *Sendika 2022* (pp. 269-276). Purworejo: Universitas Muhammadiyah Purworejo.

Hikmawati, F. (2020). *Metodologi Penelitian.* Depok: Rajawali Press.

Kristanto, Y. D., Sulistyani, N., & Utomo, B. (2021). Prinsip-Prinsip Desain Pembelajaran Jarak Jauh Daring. figshare. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.14248940

Murwaningtyas, C. E. (2022). Efektivitas Pembelajaran Hybrid Pada Mata Kuliah Kalkulus Diferensial Menggunakan Model Pembelajaran Kooperatif Di

Masa Akhir Pandemi Covid 19. *Sendika 2022*. Purworejo: Universitas Muhammadiyah Purworejo.

Prasetyo, D.A.B. 2021. Modul Pelatihan : Olah Data dengan SPSS. 25 Maret 2021. BPSDMP Kominfo Manado.

Sugiyono. (2002). Statistik Untuk Penelitian. Bandung: CV. Alfabeta.

Sukendra, I.K., Atmaja, I.K.S. (2020). *Instrumen Penelitian.* Denpasar: Mahameru Press.

Syah, Didakus Patrisiamus Pedro & Pranajaya, Anthony Adam. (2022). Analisis Kepuasan Pembelajaran Matematika Jarak Jauh Mahasiswa Unwira Pendidikan Matematika Angkatan 2019. *Sendika 2022*. Purworejo: Universitas Muhammadiyah Purworejo.

Zydney, J. M., McKimmy, P., Lindberg, R., & Schmidt, M. (2018). Here or There Instruction: Lessons Learned in Implementing Innovative Approaches to Blended Synchronous Learning. *TechTrends*, 123-132.

-, (2018). Peraturan Akademik Program Sarjana, Yogyakarta : Universitas Sanata Dharma.

-, (2020). Surat Edaran Rektor USD Nomor 107/Rektor/III/2020 Tentang Kebijakan Pencegahan Penyebaran Virus Corona.

-, (2021). Surat Edaran Rektor USD Nomor 535/Rektor/XII/2021tentang Kebijakan Tata Kelola Universitas Sanata Dharma Semester Genap Tahun Akademik 2021/2022.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

ANALISIS SENTIMEN BANTUAN LANGSUNG TUNAI COVID-19 MENGGUNAKAN ALGORITMA SUPPORT VECTOR MACHINE

Dian Putra Anugrah S.B.[1], Hari Suparwito[2*]
[1,2] *Program Studi Informatika Universitas Sanata Dharma, Kampus III Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Indonesia*
**Email: shirsj@jesuits.net*

Abstrak

Pemerintah memberikan bantuan langsung tunai (BLT) kepada masyarakat terdampak covid-19. Lewat media sosial Twitter, masyarakat memberikan tanggapan entah bernada positif, netral, dan negatif terkait program BLT tersebut. Tujuan penelitian adalah melakukan klasifikasi opini masyarakat terhadap program BLT yang dituliskan dalam media sosial Twitter. Metode yang digunakan adalah analisis teks *Natural Language Processing* menggunakan pendekatan *Machine Learning* (pembelajaran mesin) dengan algoritma *Support Vector Machine*. Data dari Twitter diambil menggunakan *Twint.* Jumlah data yang diperoleh sebanyak 2170 cuitan twitter dengan kata kunci "bantuan sosial", "blt", dan "bantuan corona" selama masa pandemi covid-19. Untuk mengurangi campur tangan manusia dalam proses pelabelan data digunakan *Vader* dan *Google translate dictionary.* Hasil akurasi tertinggi dari testing dataset sebesar 85% diperoleh dengan implementasi parameter SVM menggunakan *Kernel = RBF, C = 1, gamma* = 1 dan cross validation dengan nilai k = 27. Studi ini memberikan kontribusi dalam hal pengetahuan tentang opini yang terbentuk dalam masyakarat untuk salah satu program pemerintah yaitu program BLT covid-19.

Kata kunci: Analisis sentimen, Bantuan langsung tunai, Covid-19, Support Vector Machine, Twitter.

Pendahuluan

Indonesia menjadi salah satu negara yang memberikan bantuan sosial sebagai usaha penanganan covid-19. Terdapat beberapa jenis bantuan yang diberikan oleh pemerintah kepada masyarakat, seperti misalnya bantuan dalam bentuk bahan mentah makanan ataupun bantuan yang diberikan dalam bentuk uang tunai (Firdausu, 2021). Program bantuan sosial yang diberikan oleh pemerintah selama masa pandemi covid-19 banyak menuai opini atau pendapat dari masyarakat. Dengan semakin mudahnya orang mengakses media sosial maka pendapat-pendapat tersebut banyak yang disampaikan melalui media sosial.

Twitter adalah salah satu media sosial yang banyak diakses oleh masyarakat Indonesia (Damanik & Setyohadi, 2021). Orang-orang dengan mudah mengungkapkan apa yang sedang mereka rasakan ataupun pendapat mereka tentang sesuatu melalui sebuah cuitan (tweet). Dalam setiap tweet yang dituliskan oleh pengguna Twitter dapat digolongkan menjadi tiga yaitu, tweet bernada positif, netral, dan negatif. Untuk mengetahui hal tersebut, seseorang dapat melakukannya dengan membaca setiap tweet yang yang dituliskan oleh pengguna Twitter, namun

hal ini akan memakan banyak waktu karena jumlah tweet perhari yang sangat banyak. Karena itu perlu dilakukan analisis sentimen untuk mengetahui sentimen dari setiap tweet yang ingin diklasifikasikan sebagai tweet bernada positif, netral, atau negatif. Analisis sentimen digunakan untuk melakukan klasifikasi terhadap dokumen yang berisi opini berdasarkan sentiment tentang sesuatu (Hussein, 2018). Dengan melakukan analisis sentimen, maka dapat ditentukan label yang akan diberikan terhadap sentimen tersebut: positif, netral, maupun negatif.

Salah satu metode yang digunakan untuk melakukan analisis sentimen yaitu dengan pendekatan pembelajaran mesin menggunakan algoritma *Support Vector Machine* (*SVM*). Beberapa studi tentang analisis sentimen menggunakan SVM sudah dilakukan dengan hasil akurasi yang baik. Rian Tineges et al. (2020) melakukan analisis sentimen terhadap layanan indihome berdasarkan data twitter dengan akurasi 87%. Penelitian lain juga dilakukan terkait vaksin covid-19 pada data twitter dengan akurasi 82% (Mulyawan et al., 2021). Analisis sentimen mengenai kualitas layanan online marketplace di Indonesia yang dilakukan oleh Rasyida et al. (2020) juga menghasilkan akurasi yang sangat baik yaitu 90%. Analisis sentiment juga dilakukan untuk meneliti wacana tentang pemindahan ibukota Indonesia dan dengan algoritma SVm didapat hasil akurasi sebesar 96%. Performa SVM juga dibandingkan dengan Random Forest menyelesaikan analisis sentimen dan hasilnya menunjukkan bahwa SVM mampu mendeteksi sentiment positif lebih baik daripada Random Forest (Adrian et al., 2021). Tidak hanya dengan Random Forest, Algoritma SVM yang diterapkan untuk analisis sentiment juga menghasilkan akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan KNN pada penelitian tentang penggunaan vaksin Sinovac (Baita et al., 2021)

Dari penelitian yang telah dijabarkan, terlihat bahwa SVM berpotensi untuk digunakan dengan lebih baik guna melakukan analisis sentimen dan dapat memberikan akurasi yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis sentiment terhadap bantuan langsung tunai (BLT) yang diberikan oleh pemerintah kepada masyarakat terdampak selama masa pandemi covid-19 menggunakan algoritma SVM.

Metode

Metode penelitian mengikuti proses *Knowledge Data Discovery* (KDD). Proses KDD dibagi ke dalam 4 bagian besar yaitu: pengumpulan data (*Data Acquisition*), pra-proses data (*Data Preprocessing*), pemodelan data (*Data Modelling*), dan pengukuran performa data (*Data Performance*) (Kumar et al., 2019).

Pengumpulan data

Penelitian ini menggunakan data yang diambil dari Twitter dengan memanfaatkan tool *Twint*. Data merupakan cuitan yang disampaikan oleh masyarakat umum mengenai BLT yang diberikan oleh pemerintah selama masa pandemic covid-19. Data tweet diambil dari bulan Juni 2021 hingga bulan September 2021 dengan kata kunci “bantuan sosial”, “blt”, dan “bantuan corona”. Pada proses pengumpulan data yang telah dilakukan, diperoleh sebanyak 2170 data tweet yang akan disimpan dalam bentuk dokumen *Microsoft Excel* (xlsx.).

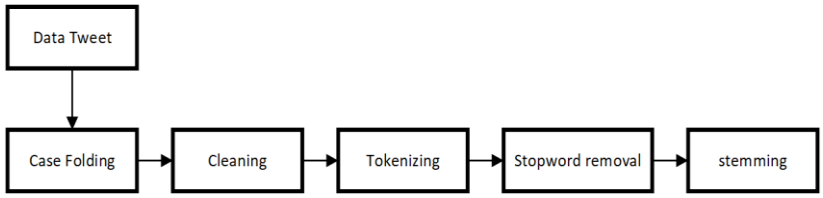
Pelabelan data

Pada saat pengambilan data, data belum memiliki label sehingga perlu dilakukan pelabelan data tweet. Proses pelabelan data menggunakan *Vader* (Elbagir

& Yang, 2019). Tool ini dipilih karena terdapat banyak data yang harus diberikan label dan juga karena data yang selalu bertambah. Pada penelitian sebelumnya *Vader* dinilai dapat memberikan kinerja yang baik ketika melakukan analisis sentimen pada teks yang ditemukan di media sosial (Hutto & Gilbert, 2014). Karena *Vader* hanya dapat melakukan pelabelan data dalam bahasa Inggris maka data tweet berbahasa Indonesia diterjemahkan terlebih dahulu ke dalam bahasa Inggris. Setelah data diterjemahkan ke bahasa Inggris selanjutnya proses pelabelan dilakukan dengan *Vader*.

Pra-proses data

Sebelum data diproses, perlu dilakukan *pra-proses* data agar data siap untuk diproses lebih lanjut. Pra-proses ini dilakukan untuk mengubah bentuk data menjadi lebih terstruktur, menghilangkan noise yang terdapat pada *tweet*, dan juga untuk kata kata tidak baku yang terdapat dalam tweet diubah ke bentuk kata baku. Proses *pra-proses* meliputi:



Gambar 1. Pra-proses data

Ekstraksi fitur data

Proses ekstraksi fitur bertujuan untuk mengurangi jumlah fitur dalam kumpulan data dengan membuat fitur baru dari yang sudah ada (dan kemudian membuang fitur asli). Kumpulan fitur baru yang dikurangi ini kemudian dapat merangkum sebagian besar informasi yang terkandung dalam kumpulan fitur asli. Dengan cara ini, versi ringkasan dari fitur asli dapat dibuat dari kombinasi data set asli. Dalam penelitian ini, ekstraksi fitur akan dilakukan dengan menggunakan metode TF-IDF yaitu dengan menganalisis cuitan pada data tweet.

TF-IDF (*term frequency-inverse document frequency*) adalah ukuran statistik yang mengevaluasi seberapa relevan sebuah kata dengan dokumen dalam kumpulan dokumen (Qaiser & Ali, 2019). Ini dilakukan dengan mengalikan dua metrik: berapa kali sebuah kata muncul dalam sebuah dokumen, dan frekuensi dokumen terbalik dari kata tersebut di seluruh kumpulan dokumen. Ini memiliki banyak kegunaan, yang paling penting dalam analisis teks otomatis, dan sangat berguna untuk menilai kata-kata dalam algoritma pembelajaran mesin untuk *Natural Language Processing* (NLP).

TF-IDF diciptakan untuk pencarian dokumen dan pencarian informasi. Ini bekerja dengan meningkatkan secara proporsional dengan berapa kali sebuah kata muncul dalam dokumen, tetapi diimbangi dengan jumlah dokumen yang mengandung kata tersebut. Jadi, kata-kata yang umum di setiap dokumen, seperti ini, apa, dan jika, peringkatnya rendah meskipun mungkin muncul berkali-kali, karena mereka tidak terlalu berarti bagi dokumen itu secara khusus.

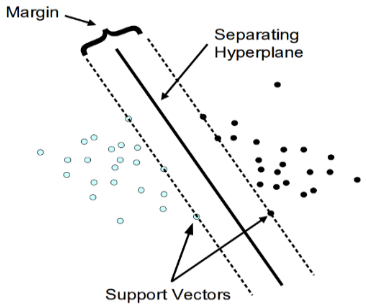
Pembagian data

Tweet dataset akan dibagi menjadi data *training* dan data *testing*. Pembagian data dilakukan menggunakan tools dari *python* yang terdapat dalam *library sklearn*.

Data tweet dibagi sesuai dengan ekperimen yang akan dilakukan yaitu 70% data *training* dan 30% data *testing* di eksperimen 1 dan menggunakan teknik *Cross-Validation* di eksperimen 2.

Model dan pengukuran performa data

Setelah nilai TF/IDF berhasil didapatkan dan pembagian data dilakukan, langkah selanjutnya adalah implementasi pemodelan. Dalam penelitian ini, algoritma SVM digunakan untuk membuat model klasifikasi berdasar pada label yang ada. SVM adalah salah satu algoritma dalam pembelajaran mesin dan digunakan dalam penambangan data dan pengenalan pola. Konsep utama SVM diilustrasikan pada Gambar berikut ini.



Gambar 2. Support Vector Machine

Algoritma SVM dapat dijelaskan sebagai proses pemisahan dua kelas yang berbeda dalam ruang fitur seperti positif dan negatif. Menemukan hyperplane yang dapat memisahkan kelas-kelas tersebut adalah masalah utama dalam proses klasifikasi, dimana hyperplane ini tergantung pada margin maksimal (lihat gambar 2). Beberapa masalah optimasi dapat diatasi dengan membedakan titik data positif dan negative membutuhkan mengidentifikasi hyperplane untuk memisahkan titik data sebagai dua kelas. Hyperplane diharapkan dapat menjadi batas keputusan untuk SVM linier.

Ada dua jenis SVM, yaitu SVM linier dan SVM nonlinier. Dukungan linier mesin vektor menangani masalah klasifikasi biner dari titik data yang ditargetkan dengan membaginya menjadi dua kelas. Gambar 2 menunjukkan titik-titik data yang dapat dipisahkan secara linier. Ketika dua kelas tidak dapat dipisahkan secara linier, disebut tidak dapat dipisahkan. Dengan kata lain, menentukan hyperplane berarti pula menentukan kemampuan mengklasifikasikan titik-titik data secara linier atau nonlinier (Al-Mejibli et al., 2018).

Ketika SVM linier tidak sesuai untuk dataset yang digunakan maka SVM Nonlinier memberikan solusi. Konsep SVM linier telah diperluas untuk menangani kasus nonlinier. Konsep utama nonlinier SVM adalah untuk menemukan hyperplane pemisah yang optimal dalam ruang fitur berdimensi tinggi yang mirip dengan linear SVM di ruang input. Ini diimplementasikan sama seperti pada SVM linier tetapi alih-alih menghitung produk dalam di ruang fitur, yang akan menjadi mahal secara komputasi karena dimensinya yang tinggi. Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan fungsi kernel nonlinier, di ruang input, yang membantu mempercepat komputasi (Bao, 2018). Fungsi kernel diimplementasikan dengan SVM untuk memecahkan banyak masalah seperti analisis pola. Umumnya, analisis pola dapat membantu dalam menentukan dan mempelajari berbagai jenis relasi dalam dataset khususnya klasifikasi dan klusterisasi.

Gamma digunakan ketika kita menggunakan kernel RBF Gaussian. Jika menggunakan kernel linier atau polynomial maka *gamma* tidak perlu digunakan dan hanya perlu C hypermeter. *Gamma* adalah hyperparameter yang harus ditentukan sebelum model pelatihan dikerjakan. *Gamma* memutuskan berapa banyak kelengkungan yang kita inginkan dalam sebuah batas keputusan. *Gamma* tinggi berarti lebih banyak kelengkungan. *Gamma* rendah berarti lebih sedikit kelengkungan.

Pembuatan model klasifikasi dilakukan dengan melatih dataset training. Dataset *training* adalah data yang akan digunakan untuk melatih model pada tahap analisis sentimen. Dataset testing digunakan untuk menguji apakah model klasifikasi yang dibuat dapat melakukan klasifikasi dengan baik dan optimal. Pemodelan dengan *SVM* akan menggunakan modul *SVC* dari *library python sklearn.SVM* dan akan digunakan beberapa parameter yaitu c*ost* (C), *gamma*, dan *kernel*.

Untuk mendapatkan nilai akurasi yang optimal, beberapa eksperimen dilakukan dengan cara mengganti-ganti nilai *Cost* (C), *Gamma* dan *Kernel*. Tabel berikut menunjukkan rencana eksperimen yang akan dilakukan. Nilai terbaik dari masing masing parameter ditentukan dengan menggunakan teknik *grid-search*

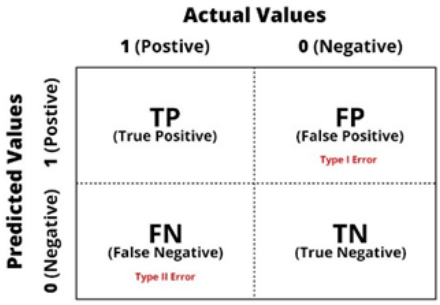
Tabel 1. Parameter grid-search yang digunakan dalam eksperimen

Keterangan	Ekperimen 1	Ekperimen 2
Pembagian data	Split data 70:30	Cross-Validation
Kernel	Linear – Sigmoid – Polynomial – RBF	
Cost	1 – 3 – 5 – 10	
Gamma	0.1 – 1 – 2 – 3	

Dikarenakan metode *SVM* tidak mendukung untuk melakukan klasifikasi dimana kelas nya lebih dari 2 atau *multiclass* sehingga diperlukan menggunakan metode pendekatan baru supaya *SVM* dapat melakukan klasifikasi multiclass atau lebih dari 2 kelas. Pada modul *SVC* telah tersedia parameter *decision_function_shape* dimana nilai *default* nya adalah *one vs rest* (ovr) sehingga pada penelitian ini digunakan pendekatan *one vs rest* (ovr) supaya dapat dilakukan klasifikasi multiclass menggunakan SVM.

Setelah dilakukan pemodelan menggunakan model *SVM* akan menghasilkan model berdasarkan nilai parameter yang digunakan. Kemudian akan dilakukan pengukuran performa terhadap model-model yang telah diperoleh tersebut dengan menggunakan metode *confusion matrix* (Flach, 2019). Ketika berhadapan dengan masalah pembelajaran mesin, pertanyaan seperti bagaimana mendapatkan model terbaik muncul. Oleh karena itu, mengukur performa model merupakan langkah penting dalam pembelajaran mesin agar dapat dipertimbangkan untuk memilih model terbaik. Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk mengukur kinerja model, terutama kasus klasifikasi adalah confusion matrix. Pengukuran performa dilakukan dengan membandingkan model dan hasil klasifikasi yang sebenarnya. Confusion matrix adalah tabel matriks yang menggambarkan performa suatu model

klasifikasi pada serangkaian data testing yang nilai aktualnya diketahui. Gambar di bawah ini adalah confusion matrix dengan empat kombinasi nilai prediksi dan nilai aktual.



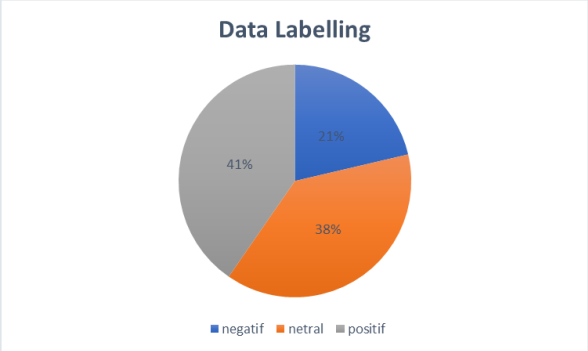
Gambar 3. Confusion Matrix

Terdapat empat istilah sebagai representasi dari hasil proses klasifikasi dalam confusion matrix. Keempat istilah tersebut adalah True Positive (TP), True Negative (TN), False Positive (FP) dan False Negative (FN). Agar lebih mudah dipahami, keempat istilah tersebut adalah: True Positive (TP) adalah data positif yang diprediksi kebenarannya. True Negative (TN) adalah data negatif yang diprediksi kebenarannya. False Positive (FP) — Kesalahan Tipe I adalah data negatif tetapi diprediksi positif. False Negative (FN) — Kesalahan Tipe II adalah data positif tetapi diprediksi sebagai data negatif.

Confusion matrix menunjukkan seberapa bagus model yang kita buat. Secara khusus, matriks konfusi juga menyediakan informasi tentang TP, FP, TN, dan FN. Matriks Kebingungan sangat membantu karena hasil klasifikasi umumnya tidak dapat dinyatakan dengan baik dalam satu angka saja.Confusion matrix dilakukan dengan menggunakan *library sklearn.metrics* dan untuk mencari akurasi nya menggunakan fungsi *accuracy_score*.

Hasil dan Pembahasan

Hasil pelabelan data dengan menggunakan *Vader* dengan 3 label, negatif, netral, dan positif ditunjukkan dalam gambar berikut:



Gambar 4. Prosentase data label

Label positif dan netral mempunyai jumlah yang hamper mirip yaitu 41% dan 38% dari keseluruhan data, sedangkan data label negatif berjumlah 21%. Dari pelabelan data ini dapat diketahui bahwa bahwa masyarakat cukup mengapresiasi usaha pemerintah untuk memberikan bantuan langsung tunai kepada masyrakat terdampak covid-19.

Pelabelan data menggunakan *Vader* menghasilkan klasifikasi tweet dengan label positif, netral, dan negatif. Dalam tabel berikut diberikan hasil pelabelan data menggunakan *Vader* terhadap tweet:

Tabel 2. Contoh hasil pelabelan data menggunakan *Vader*

Tweet	Data label
#IMF Minta BI Kurangi Bantuan ke Pemerintah dalam Biayai Covid - CNN Indonesia #Covid #Covid19 https://t.co/VXqWOOBYg7	-1
Bagi warga terkonfirmasi Covid-19, dapat melaporkan diri kepada aparat setempat, melalui RT, RW serta kelurahan. #bansos #isolasimandiri #omicron #covid19 #pakaimasker #dinsosdkijakarta #Kotakolaborasi https://t.co/uwOqjmjCes	0
Dinas Sosial DKI Jakarta menyalurkan bantuan sosial (bansos) berupa 171 paket sembako kepada warga terkonfirmasi COVID-19 yang sedang menjalani isolasi mandiri (isoman) di rumah. #BacadiBJ #BeritaJakarta #DKIJakarta #Bansos #Covid19 https://t.co/75MX8FXmAy	1

Pada hasil pelabelan sentimen dengan nilai -1 menandakan sentimen tersebut bernilai negatif, sentimen bernilai 0 menandakan sentimen tersebut bernilai netral, dan sentimen bernilai 1 menandakan sentimen tersebut bernilai positif. Hal ini ditentukan dengan aturan dimana ketika nilai polaritas kurang dari 0 dan mendekati -1 maka label nya adalah -1 atau negatif, jika nilai polaritas sama dengan 0 maka labelnya 0 atau netral, sedangkan jika nilai polaritas nya lebih dari 0 maka labelnya 1 atau positif.

Pra-proses data terdiri dari beberapa tahapan (lihat gambar 1). Tahapan ini dimulai dengan *case folding,* proses dimana setiap huruf besar yang terdapat pada tweet diubah menjadi huruf kecil. Contoh hasil prose *case folding* akan dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3. Contoh hasil proses case folding

Sebelum	Sesudah
Dinas Sosial DKI Jakarta menyalurkan bantuan sosial (bansos) berupa 171	dinas sosial dki jakarta menyalurkan bantuan sosial (bansos) berupa 171

paket sembako kepada warga terkonfirmasi COVID-19 yang sedang menjalani isolasi mandiri (isoman) di rumah. #BacadiBJ #BeritaJakarta #DKIJakarta #Bansos #Covid19 https://t.co/75MX8FXmAy	paket sembako kepada warga terkonfirmasi covid-19 yang sedang menjalani isolasi mandiri (isoman) di rumah. #bacadibj #beritajakarta #dkiJakarta #bansos #covid19 https://t.co/75mx8fxmay

Setelah case folding, dilakukan tahapan *cleaning*. Proses ini melakukan pembersihan data, dimana dilakukan penghapusan terhadap beberapa karakter yang tidak diperlukan untuk proses berikutnya. Beberapa karakter yang akan dihapus tersebut antara lain seperti tanda baca dan karakter yang tidak diperlukan lainnya.

Tabel 4. Contoh hasil data cleaning

Sebelum	Sesudah
pemprov dki jakarta melalui dinas sosial menyalurkan bantuan sosial berupa sembako kepada warga terkonfirmasi Covid-19 yg sedang menjalani isolasi mandiri di rumahnya. #bansos #jakartatanggapcorona #isolasimandiri #omicron #covid19 #pakaimasker #dinsosdkijakarta #kotakolaborasi https://t.co/2audiwxifj	pemprov dki jakarta melalui dinas sosial menyalurkan bantuan sosial berupa sembako kepada warga terkonfirmasi covid yg sedang menjalani isolasi mandiri di rumahnya

Dengan proses *Tokenizing* dilakukan pemisahan kalimat menjadi sebuah kata atau biasa juga disebut token.

Table 5. Contoh hasil tokenizing

Sebelum	Sesudah
dinas sosial dinsos dki jakarta menyalurkan bantuan sosial bansos berupa paket sembako kepada warga terkonfirmasi covid yang sedang menjalani isolasi mandiri isoman di rumah	['dinas', 'sosial', 'dinsos', 'dki', 'jakarta', 'menyalurkan', 'bantuan', 'sosial', 'bansos', 'berupa', 'paket', 'sembako', 'kepada', 'warga', 'terkonfirmasi', 'covid', 'yang', 'sedang', 'menjalani', 'isolasi', 'mandiri', 'isoman', 'di', 'rumah']

Setelah semua kalimat diubah menjadi kata tunggal maka dalam tahapan *stop word removal* dilakukan penghilangan kata yang dianggap tidak bermakna atau tidak penting yang mana hanya akan menyisakan kata-kata yang bermakna atau penting. Selain kata yang ditambahkan ke *bankwords* terdapat beberapa kata yang

digunakan untuk mencari data seperti “bantuan”, “sosial”, dan ”covid” yang akan ditambahkan ke *bankwords* karena kata-kata tersebut pasti terdapat dalam cuitan.

Tabel 6. Contoh hasil stop words

Sebelum	Sesudah
['dinas', 'sosial', 'dinsos', 'dki', 'jakarta', 'menyalurkan', 'bantuan', 'sosial', 'bansos', 'berupa', 'paket', 'sembako', 'kepada', 'warga', 'terkonfirmasi', 'covid', 'yang', 'sedang', 'menjalani', 'isolasi', 'mandiri', 'isoman', 'di', 'rumah']	['dinas', 'sosial', 'dinsos', 'dki', 'jakarta', 'menyalurkan', 'bantuan', 'sosial', 'bansos', 'paket', 'sembako', 'warga', 'terkonfirmasi', 'menjalani', 'isolasi', 'mandiri', 'isoman', 'rumah']

Tahapan terakhir dalam pra-proses data adalah *stemming*. Ini dilakukan untuk mengubah kata yang memiliki imbuhan pada cuitan menjadi kata dasarnya. Tahapan ini dilakukan untuk mengurangi dimensi (variasi *morphology)*.

Tabel 7. Contoh hasil stemming

Sebelum	Sesudah
['dinas', 'sosial', 'dinsos', 'dki', 'jakarta', 'menyalurkan', 'bantuan', 'sosial', 'bansos', 'paket', 'sembako', 'warga', 'terkonfirmasi', 'menjalani', 'isolasi', 'mandiri', 'isoman', 'rumah']	['dinas', 'sosial', 'dinsos', 'dki', 'jakarta', 'salur', 'bantu', 'sosial', 'bansos', 'paket', 'sembako', 'warga', 'konfirmasi', 'jalan', 'isolasi', 'mandiri', 'isoman', 'rumah']

Langkah berikutnya setelah pra-proses data selesai dilakukan adalah pemodelan data dan pengukuran performa data. Untuk mendapatkan model klasifikasi yang baik, pada penelitian ini dilakukan beberapa pengujian dengan mengubah nilai parameter yang terdapat pada model *SVM*. Perubahan nilai parameter tersebut dilakukan untuk mencari model yang akan menghasilkan nilai akurasi terbaik sehingga akan diketahui parameter mana yang sangat mempengaruhi analisis sentimen menggunakan *SVM*.

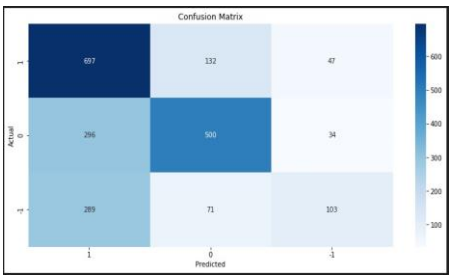
Secara garis besar, eksperimen didasarkan pada pembagian data. Eksperimen 1 akan menganalisis dataset yang dibagi menjadi 2 bagian, data training dan data testing dengan besaran 70% data untuk training dan 30% data untuk testing. Selanjutnya dilakukan perhitungan dan nilai akurasi terbaik di setiap kernel ditampilkan dan dibandingkan dengan eksperimen 2. Eksperimen 2 membagi data berdasar pada teknik cross-validation. Hasil terbaik untuk masing masing eksperimen terlihat dalam tabel dibawah ini

Table 8. Hasil akurasi

Eksperimen	Kernel	Cost	Gamma	Akurasi (%)

Split 70:30	Linear	1	0.1	66.5
	Sigmoid	10	1	66.5
	Polynomial	5	2	63.7
	RBF	10	1	67.3
Cross-Validation	Linear	1	0.1	73.4
	Sigmoid	10	0.1	73.4
	Polynomial	3	1	65.9
	RBF	1	1	85

Confusion matrix untuk hasil akurasi terbaik dari 2 percobaan adalah



Gambar 3. Hasil confusion matrix untuk semua hasil akurasi terbaik.

Dari 2 eksperimen yang dilakukan, terlihat bahwa kernel RBF dapat memberikan hasil akurasi terbaik dengan nilai akurasi 85%. Penggunaan kernel RBF (Gopi et al., 2021) menjadi hal yang menentukan dalam proses klasifikasi menggunakan algoritma SVM. Kernel RBF merupakan fungsi kernel yang biasa digunakan dalam analisis ketika data tidak terpisah secara linear. RBF kernel memiliki dua parameter yaitu *Gamma* dan *Cost*. Parameter Cost atau biasa disebut sebagai C merupakan parameter yang bekerja sebagai pengoptimalan SVM untuk menghindari misklasifikasi di setiap sampel dalam training dataset. Parameter Gamma menentukan seberapa jauh pengaruh dari satu sampel training dataset dengan nilai rendah berarti “jauh”, dan nilai tinggi berarti “dekat”. Dengan gamma yang rendah, titik yang berada jauh dari garis pemisah yang masuk akal dipertimbangkan dalam perhitungan untuk garis pemisah. Ketika gamma tinggi berarti titik – titik berada di sekitar garis yang masuk akal akan dipertimbangkan dalam perhitungan (Meyer & Wien, 2015).

Parameter g*amma* digunakan sebagai salah satu parameter yang pada penelitian ini ternyata memiliki dampak terhadap besarnya akurasi yang akan didapatkan ketika melakukan analisis sentimen. Parameter *gamma* digunakan sebagai percepatan fungsi dari beberapa *kernel* yang digunakan yaitu polynomial dan RBF. Agar penggunaan *gamma* dapat memperoleh hasil akurasi terbaik maka *gamma* diimplementasikan untuk metode *non-linear classification*. Nilai Cost (C) menjadi penting dalam hal ini karena fungsi cost di SVM digunakan untuk

memperkirakan fungsi logistik dibandingkan dengan nilai linear. Nilai *cost* kecil menunjukkan tingakt detail ketelitian yang lebih tinggi (Chang & Lin, 2011).

Apabila dengan mengubah nilai parameter ternyata nilai akurasi tidak mengalami perubahan yang signifikan maka perlu dilihat bagaimana pra-proses terhadap dataset yang dipunyai. Saat melatih model dengan data dari kumpulan data, kita harus memikirkan cara yang ideal untuk melakukannya. Pelatihan harus dilakukan sedemikian rupa sehingga sementara model memiliki cukup banyak contoh untuk dilatih, mereka tidak boleh terlalu sesuai dengan model dan pada saat yang sama, harus dipertimbangkan bahwa jika tidak ada cukup contoh untuk dilatih, model tidak akan dilatih dengan baik dan akan memberikan hasil yang buruk saat digunakan untuk pengujian. Akurasi penting dalam klasifikasi maka harus selalu berusaha untuk mencapai akurasi tertinggi. Saat mengerjakan kumpulan data kecil, pilihan ideal adalah cross-validation k-fold dengan nilai k yang besar (tetapi lebih kecil dari jumlah instance) atau *cross-validation leave-one-out* sedangkan saat mengerjakan kumpulan data kolosal, pikiran pertama adalah untuk gunakan cross-validation (Robert et al., 2017). Dalam penelitian ini terlihat bahwa penggunaan data split 70:30 hanya menghasilkan akurasi 67% sedangkan dengan cross-validation maka akurasi dapat meningkat sampai dengan 85%

Dengan demikian terlihat bahwa penggunaan kernel RBF dengan cost kecil dan gamma juga kecil membuat model klasifikasi dapat bekerja dengan baik dan menghasilkan tingkat akurasi yang tinggi yaitu 85% atau nilai akurasi mengalami kenaikan sebesar 28% dibandingkan saat menggunakan metode data split 70:30

Kesimpulan

Pendekatan pembelajaran mesin dengan algoritma SVM dapat digunakan untuk melakukan analisis sentimen terhadap bantuan langsung tunai yang diberikan oleh pemerintah selama masa pandemi Covid-19. Hasil akurasi paling optimal didapatkan pada pengujian kedua ketika menggunakan parameter kernel RBF, nilai C adalah 1 dan nilai gamma nya juga 1 dengan akurasi yang diperoleh adalah 85%. Hasil tersebut diperoleh karena didukung dari dua parameter yang digunakan yaitu C dan gamma dimana dua parameter tersebut mampu memaksimalkan fungsi pada kernel RBF. Pengujian dengan mengubah nilai dari kernel, gamma, dan C menunjukkan bahwa parameter kernel adalah parameter yang paling berpengaruh ketika melakukan pengujian, hal ini dapat dilihat dari perubahan yang diperoleh ketika menggubah nilai kernel yang digunakan. Data split menggunakan metode cross-validation juga memberikan peningkatan akurasi yang signifikan dibandingkan dengan penggunaan data split 70:30.

Daftar Pustaka

Adrian, M. R., Putra, M. P., Rafialdy, M. H., & Rakhmawati, N. A. (2021). Perbandingan Metode Klasifikasi Random Forest dan SVM Pada Analisis Sentimen PSBB. *Jurnal Informatika Upgris*, *7*(1).

Al-Mejibli, I. S., Alwan, D. H., & Rabash, A. J., (2018). Performance evaluation of kernels in support vector machine. *1st Annual International Conference on Information and Sciences.*

Arsi, P., & Waluyo, R. (2021). Analisis Sentimen Wacana Pemindahan Ibu Kota Indonesia Menggunakan Algoritma Support Vector Machine (SVM). *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, *8*(1), 147.

Baita, A., Pristyanto, Y., & Cahyono, N. (2021). Analisis Sentimen Mengenai Vaksin Sinovac Menggunakan Algoritma Support Vector Machine (SVM) dan K-Nearest Neighbor (KNN). *Information System Journal*, *4*(2), 42-46.

Bao, H. T., (2018). Kernel Methods and Support Vector Machines. Japan Advance Institute of Science and Technology,

Chang, C. C., & Lin, C. J. (2011). LIBSVM: a library for support vector machines. *ACM transactions on intelligent systems and technology (TIST)*, *2*(3), 1-27.

Damanik, F.J., & Setyohadi, D.B. (2021). Analysis of public sentimen about COVID-19 in Indonesia on Twitter using multinomial naive bayes and SVM. *IOP Conference Ser Earth Environmental Science*. 704(1). doi: 10.1088/1755-1315/704/1/012027.

Elbagir, S., & Yang, J. (2019, March). Twitter sentiment analysis using natural language toolkit and VADER sentiment. In *Proceedings of the international multiconference of engineers and computer scientists* (Vol. 122, p. 16).

Firdausu, A.Z., (2021) Penyaluran Bantuan Dana Jaminan Sosial bagi Masyarakat yang Terdampak *Covid-19. Open Science.*1. 1–7.

Flach, P. (2019, July). Performance evaluation in machine learning: the good, the bad, the ugly, and the way forward. In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence* (Vol. 33, No. 01, pp. 9808-9814).

Gopi, A. P., Jyothi, R., Narayana, V. L., & Sandeep, K. S. (2020). Classification of tweets data based on polarity using improved RBF kernel of SVM. *International Journal of Information Technology*, 1-16.

Hussein, D. M. E. D. M. (2018). A survey on sentiment analysis challenges. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, *30*(4), 330-338.

Hutto, C. & Gilbert, E., (2014). *VADER*: A Parsimonious Rule-Based Model for Sentimen Analysis of Social Media Text. Proc. *Int. AAAI Conf. Web Soc. Media*. 8 (1). 216–225.

Kumar, N., Jain, S., & Chauhan, K. (2019). Knowledge Discovery from Data Mining Techniques. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, *7*(12), 1-3.

Meyer, D., & Wien, F. T. (2015). Support vector machines. *The Interface to libsvm in package e1071*, *28*, 20.

Mulyawan, M. D., Slamet, I., & Respatiwulan, R. (2021). Analisis Sentimen Terkait Vaksin COVID-19 Pada Data Twitter Menggunakan Support Vector Machine. *Prosiding SENDIKA*, *7*(1).

Qaiser, S., & Ali, R. (2018). Text mining: use of TF-IDF to examine the relevance of words to documents. *International Journal of Computer Applications*, *181*(1), 25-29.

Rasyida, A. Z. I., Wijaya, I. D., & Yunhasnawa, Y. (2020, October). Analisis Sentimen Kualitas Layanan Online Marketplace Di Indonesia Menggunakan Metode Support Vector Machine. In *Seminar Informatika Aplikatif Polinema* (pp. 70-75).

Roberts, D. R., Bahn, V., Ciuti, S., Boyce, M. S., Elith, J., Guillera-Arroita, G., ... & Dormann, C. F. (2017). Cross-validation strategies for data with temporal, spatial, hierarchical, or phylogenetic structure. *Ecography*, *40*(8), 913-929.

Tineges, R., Triayudi, A., & Sholihati, I. D. (2020). Analisis Sentimen Terhadap Layanan Indihome Berdasarkan Twitter Dengan Metode Klasifikasi Support Vector Machine (SVM). *Jurnal Media Informatika Budidarma*, *4*(3), 650-658.

Widayani, W. & Harliana, H., (2021) Analisis *SVM* Untuk Pemberian Rekomendasi Penundaan Biaya Kuliah Mahasiswa. *J. Sains dan Inform.*, 7 (1). 20–27. doi: 10.34128/jsi.v7i1.268.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

ANALISIS SENTIMEN BANTUAN SOSIAL COVID-19 PADA TWITTER MENGGUNAKAN MULTINOMIAL NAÏVE BAYES DAN MODIFIED K-NEAREST NEIGHBOR

Okta Setya Putra Agustin[1*], Agnes Maria Polina[2]
[1,2]*Program Studi Informatika*
Universitas Sanata Dharma
Jl. Mrican Baru Catur Tunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta, Indonesia
**Email: oktasetyaputra14@gmail.com*

Abstrak

Kasus positif Covid-19 di Indonesia terkonfirmasi berjumlah 4.255.672 hingga tahun 2021. Pemerintah Indonesia melakukan beberapa cara untuk menekan penyebaran Covid-19 dengan menerapkan PSBB. Namun kebijakan tersebut menyebabkan terbatasnya gerak masyarakat untuk mencari nafkah. Dari permasalahan tersebut pemerintah melalui Kementerian Sosial menyalurkan program BANSOS kepada masyarakat yang terdampak Covid-19. Namun dalam proses penyalurannya terdapat beberapa kendala mulai dari peraturan yang tidak selaras, data penerima bantuan sosial yang berbeda antara pemerintahan pusat dan daerah, dan adanya kasus korupsi. Permasalahan diatas ramai dibicarakan di media sosial, salah satunya *twitter*. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis sentimen terhadap *tweet* bantuan sosial Covid-19 dengan menggunakan metode *Multinomial Naïve Bayes* yang dibandingkan akurasinya terhadap metode *Modified K-Nearest Neighbor*. Data yang digunakan adalah *tweet* dalam bahasa Indonesia, diperoleh dari *API Twitter* dengan kata kunci "bansos", dengan jumlah sebanyak 3451 *tweet*. Dataset yang digunakan adalah data *tweet* dengan label positif dan negatif yang telah melewati tahap *labeling* menggunakan *tools VADER*. Hasil penelitian ini menunjukkan akurasi terbaik yang dicapai metode *Multinomial Naïve Bayes* bernilai 73,6207 %, sedangkan metode *Modified K-Nearest Neighbor* menghasilkan akurasi terbaik bernilai 79,5862 %. Dengan demikian disimpulkan bahwa metode *Modified K- Nearest Neighbor* menghasilkan akurasi lebih tinggi dalam melakukan analisis sentimen.

Kata kunci: Bantuan Sosial Covid-19, *Multinomial Naïve Bayes, Modified K-Nearest Neighbor*

THE SENTIMEN ANALYSIS OF COVID-19 SOCIAL SUPPORT ON TWITTER USING MULTINOMIAL NAÏVE BAYES AND MODIFIED K-NEAREST NEIGHBOR

Okta Setya Putra Agustin[1*], Agnes Maria Polina[2]
[1,2]*Program Studi Informatika*
Universitas Sanata Dharma
Jl. Mrican Baru Catur Tunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta, Indonesia
**Email: oktasetyaputra14@gmail.com*

Abstract

There are 4,255,672 confirmed positive cases of Covid-19 in Indonesia until 2021. The Indonesian government has taken several ways to suppress the spread of Covid-19 by implementing PSBB. However, this policy causes limited movement of people to earn a living. From these problems, the government through the Ministry of Social Affairs has distributed the BANSOS program to communities affected by Covid-19. However, in the distribution process, there are several obstacles, ranging from inconsistent regulations, different data on recipients of social assistance between the central and regional governments, and cases of corruption. The above problems are widely discussed on social media, one of which is *Twitter*. This study aims to analyze the sentiment of *tweet* using the *Multinomial Naïve Bayes* which compared its accuracy to the *Modified K-Nearest Neighbor*. The data used are *tweets* in Indonesian, obtained from *the Twitter API* with the keyword "bansos", with a total of 3451 *tweets*. The dataset used is *tweet* with positive and negative labels that have passed the *labeling* using *VADER tools*. The results of this study indicate that the best accuracy achieved by the *Multinomial Naïve Bayes* is 73.6207%, while the *Modified K-Nearest Neighbor* produces the best accuracy of 79.5862%. Thus, it is concluded that the *Modified K-Nearest Neighbor* produces higher accuracy in conducting sentiment analysis.

Keywords: Covid-19 Social Support, *Multinomial Naïve Bayes*, *Modified K-Nearest Neighbor*

Pendahuluan

Penyebaran virus Covid-19 terkonfirmasi sejak tanggal 02 Maret 2020. Dimana penyebaran dari tahun 2020 hingga tahun 2021 telah mencatatkan kasus Covid-19 mencapai 4.255.672 kasus (Covid-19, 2021). Sebagai upaya untuk menekan persebaran virus Covid-19, pemerintah Indonesia melakukan beberapa terobosan salah satunya dengan melakukan kebijakan PSBB (Pembatasan Sosial Berskala Besar) yang diatur pada surat edaran No.57/2020 tanggal 28 Mei 2020 (Tuwu, 2020). Penerapan kebijakan PSBB dilakukan selama masa inkubasi terlama yaitu 2 minggu atau 14 hari. Pemberlakuan PSBB di Indonesia memberikan beberapa dampak salah satunya adalah turunnya pendapatan ekonomi masyarakat di Indonesia, hal ini dikarenakan adanya pembatasan yang mempengaruhi ruang gerak masyarakat untuk mencari nafkah (Nasarudin & Haq, 2020).

Melihat dampak dari pemberlakuan PSBB (Pembatasan Sosial Berskala Besar), pemerintah melalui Kementerian Sosial membuat kebijakan melalui Surat Edaran Menteri Desa Nomor 8 dimana berisi tentang padat karya, dana desa yang bisa dialihkan untuk Bantuan Sosial (BANSOS) bagi masyarakat berdampak

Covid-19. Bantuan sosial yang diadakan oleh pemerintah dalam bentuk bantuan langsung tunai (program keluarga harapan), dan bantuan sosial dalam bentuk sembako. Namun dalam penyalurannya terdapat beberapa kendala mulai dari peraturan yang tidak selaras, dan data penerima bantuan sosial yang berbeda antara pemerintahan pusat dan daerah (Mufida, 2020). Selain masalah diatas, terdapat juga masalah korupsi dana bantuan sosial yang dilakukan oleh Menteri Sosial Juliari Peter Batubara dengan total korupsi sebesar Rp 20 miliar. J.P. Batubara terkonfirmasi menjadi tersangka pada tanggal 5 Desember 2020 (Putri & Pramudiana, 2021).

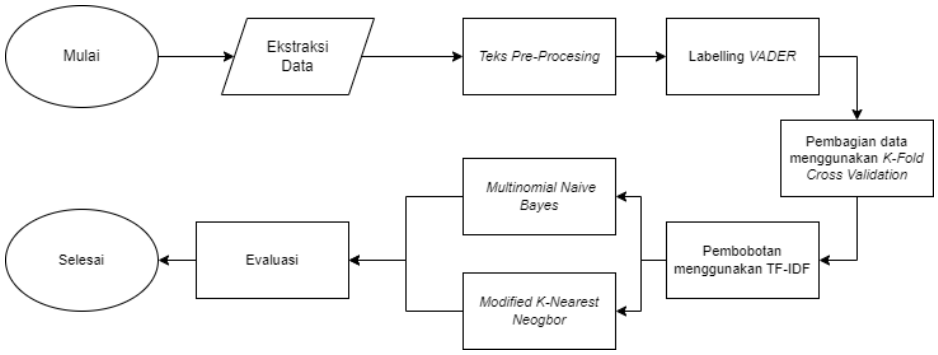
Berdasarkan hasil survei Kementerian Kominfo memaparkan 3 aplikasi media sosial yang populer di Indonesia adalah *facebook* sebanyak 65 juta pengguna, *twitter* sebanyak 19,5 juta pengguna, dan *google+* sebanyak 3,4 juta pengguna (Anwar, 2017). Menjadi salah satu media sosial dengan banyak pengguna di Indonesia, media sosial *twitter* merupakan jenis media sosial *microblogging* yang memfasilitasi penggunanya untuk menulis, dan mempublikasikan aktivitas serta pendapat. Dari *tweet* yang dihasilkan pada media sosial *twitter* bisa dijadikan sarana untuk mengungkapkan hal yang dirasakan oleh pengguna, serta juga dapat dijadikan sebagai media untuk berbagi informasi (Husnusyifa, 2019).

Dari isi *tweet* tersebut bisa dijadikan sebagai sumber informasi untuk melakukan analisis sentimen. Analisis sentimen merupakan bagian dari studi komputasi mengenai pendapat, emosi, sikap, dan penilaian yang dikategorikan kedalam bentuk kelas negatif, dan positif (Pramono, Indarti, & Arie, 2017). Berdasarkan penelitian terdahulu dengan judul Algoritma Multinomial Naïve Bayes untuk Klasifikasi Sentimen Pemerintah Terhadap Penanganan Covid-19 Menggunakan Data Twitter (Yuyun, Hidayah, & Sahibu, 2021), digunakan 2000 dataset *text posting user* dari *twitter*. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa klasifikasi sentimen menggunakan *Multinomial Naïve Bayes* menghasilkan akurasi, *precision*, dan *recall* sebesar 74%. Sehingga disimpulkan bahwa algoritma yang diusulkan memiliki tingkatan *fair classification* atau (nilai diagnosis cukup baik/ sedang). Kemudian pada penelitian dengan judul Deteksi Berita Hoax Pada Dokumen Berbahasa Indonesia Menggunakan Metode *Modified K-Nearest Neighbor* (Dhaneswara, Azhar, & Hayatin, 2020) , berdasarkan hasil penelitian diperoleh akurasi 72,5%, menggunakan pembagian dataset 80% data *training*, dan 20% data *testing*.

Dari pemaparan di atas, penulis tertarik melakukan analisis sentimen masyarakat Indonesia dari media sosial *twitter* terhadap bantuan sosial (BANSOS) Covid-19 yang diberlakukan oleh pemerintah. Proses analisis sentimen dilakukan menggunakan pendekatan *machine learning* dengan algoritma *Multinomial Naïve Bayes*, dan *Modified K-Nearest Neighbor* sebagai metode pendekatan. Dari kedua model yang digunakan memiliki pola penyelesaian yang berbeda, dimana model *Multinomial Naïve Bayes* proses penyelesaiannya menggunakan metode probabilitas (Sabrani, Putu, & Bimantoro, 2020). Sedangkan model *Modified K-Nearest Neighbor* proses penyelesaiannya menggunakan nilai k yang dihitung dengan perhitungan validitas (Yuyun, Hidayah, & Sahibu, 2021). Oleh sebab itu pada penelitian ini akan dilihat akurasi hasil analisis sentimen bantuan sosial Covid-19 pada *twitter* menggunakan model *Multinomial Naïve Bayes* dibandingkan dengan *Modified K- Nearest Neighbor*.

Metode

Pada bagian ini dijelaskan secara umum alur dan metode dari penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi tertinggi yang didapat dari perbandingan analisis sentimen bantuan sosial Covid-19 pada *twitter* menggunakan *Multinomial Naïve Bayes*, dan *Modified K-Nearest Neighbor*. Penelitian diawali dengan melakukan ekstraksi data, kemudian dilakukan *teks preprocessing*. Tujuan dilakukan *teks preprocessing* adalah supaya data menjadi bersih, dan data bisa digunakan pada tahapan selanjutnya. Setelah melakukan proses *teks preprocessing*, dilakukan proses pelabelan dengan menggunakan metode *VADER* (*Valance Aware Dictionary for Sentiment Reasoning*). Selanjutnya dilakukan proses pembagian data latih, dan data uji menggunakan metode *K-Fold Cross Validation*. Kemudian dilakukan proses pembobotan menggunakan metode *TF-IDF* (*Term Frequency – Inverse Document Frequency*), yang bertujuan untuk mengubah data tekstual menjadi data *vector*. Selanjutnya dilakukan pemodelan menggunakan metode *Multinomial Naïve Bayes*, dan *Modified K-Nearest Neighbor*. Kemudian hasil dari pemodelan menggunakan kedua metode tersebut akan dievaluasi berdasarkan nilai akurasi yang didapat.



Beberapa metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode VADER, metode *K-Fold Cross Validation*, metode *TF-IDF* (*Term Frequency – Inverse Document Frequency*), *Multinomial Naïve Bayes*, *Modified K-Nearest Neighbor*, dan *Confusion Matrix.*

2.1 Labeling *VADER* (*Valance Aware Dictionary for Sentiment Reasoning*)

Metode VADER (*Valance Aware Dictionary for Sentiment Reasoning*) merupakan sebuah metode pelabelan teks menggunakan kamus yang menghasilkan label sentimen positif, negative, dan netral berdasarkan nilai compoundnya. Setelah proses *text preprocessing* data bersih dilabelkan berdasarkan nilai compound yang didapat dengan menjumlahkan skor sentimen dari setiap kata yang ada pada *Vader Lexicon* dalam kalimat (Anggraini & Suryono, 2019). Dibawah ini merupakan persamaan menghitung nilai compound:

$$nilai\ compound = \frac{x}{\sqrt{x^2 + alpha}} \quad (1)$$

Keterangan:

x = Jumlah nilai kata pada kamus

alpha = 15

2.2 *K-Fold Cross Validation*

K-fold cross validation merupakan teknik untuk memilih data training, dan data testing untuk mengurangi bias dalam pengambilan data sampel. *K-fold cross validation* digunakan untuk mengetahui keberhasilan dari sistem dengan melakukan perulangan mengacak atribut masukan sehingga sistem tersebut bisa teruji dalam atribut input acak. Proses diawali dengan membagi data sejumlah n-fold, kemudian dibagi menjadi n partisi dengan ukuran yang sama. Proses pembagian data latih dan data uji dilakukan sebanyak n kali (Christanto, Andjarwirawan, & Tjondrowiguno, 2020).

2.3 *TF-IDF* (*Term Frequency – Inverse Document Frequency*)

TF-IDF (*Term Frequency-Inverse Document Frequency*) merupakan salah satu proses untuk melakukan transformasi data dari data tekstual ke dalam data numerik untuk dilakukan pembobotan pada tiap kata atau fitur. *TF-IDF* adalah sebuah ukuran statistik yang digunakan untuk mengevaluasi seberapa penting sebuah kata di dalam sebuah dokumen (Melita, Amrizal, Bayu, & Dirjam, 2018). Dalam perhitungan bobot, memerlukan yaitu *Term Frequency* (TF) dan *Inverse Document Frequency* (IDF). *Term Frequency* (TF) merupakan banyaknya jumlah kata atau term tertentu yang ada dalam suatu dokumen. *Inverse Document Frequency* (IDF) merupakan frekuensi kemunculan kata pada seluruh dokumen. Sebelum menghitung bobot *TF-IDF* diharuskan untuk terlebih dahulu menghitung bobot IDF (Rahman, Wiranto, & Dorwes, 2017). Dibawah ini merupakan persamaan *TF-IDF*:

$$W_{dt} = tf_{dt} \times idf_t = tf_{dt} \times \log(\frac{N}{df_t}) \quad (2)$$

Keterangan:

W_{dt} = Nilai pembobotan TF-IDF atau W dari term t di kategori c

tf_{dt} = Jumlah kemunculan *term* t dalam dokumen d

N = Jumlah dokumen secara keseluruhan

df_t = Jumlah dokumen yang mengandung *term* t

2.4 *Multinomial Naïve Bayes*

Multinomial Naive Bayes merupakan variasi lain dari *naive bayes*. *Multinomial Naive Bayes* bisa digunakan untuk melakukan proses klasifikasi pada kelas tertentu

(Bunga, Djahi, & Nasbuasa, 2018). Model klasifikasi *Multinomial Naive Bayes* merupakan hasil perkalian antara *prior probability* dan *conditional probability*. Hasil akhir dari *Multinomial Naive Bayes* merupakan sebuah *posterior probability* dengan nilai yang paling besar untuk suatu kelas tertentu (Manning, Raghavan, & Schutze, 2009). Dibawah ini merupakan persamaan metode *Multinomial Naïve Bayes*:

$$C_{map} = \arg\max_{c \in C} \hat{P}(c|d) = \arg\max_{c \in C} \hat{P}(c) \prod_{1 \le k \le n_d} \hat{p}(t_k|c) \quad (\mathbf{3})$$

Keterangan:

arg *max* = Fungsi untuk mencari nilai *posterior probability* terbesar suatu kelas.

$\hat{P}(c)$ = *Prior Probability*, peluang kemunculan sebuah kelas dari seluruh pengamatan yang dilakukan. Adapun menghitung $\hat{P}(c)$ menggunakan rumus.

$\hat{P}(t_k|c)$ = *Conditional probability*, peluang kemunculan kata *k* dalam suatu kelas tertentu.

Nilai probabilitas sebuah dokumen d berada di dalam kelas c dinyatakan dengan persamaan (4):

$$\hat{P}(c) = \frac{Nc}{N'} \quad (\mathbf{4})$$

Keterangan:

Nc = Jumlah dokumen di kelas c.

N' = Jumlah total dokumen training.

Untuk menghitung *conditional probability*, menggunakan persamaan (5):

$$\hat{P}(t|c) = \frac{T_{ct}}{\sum t' \in V \; T_{ct'}} \quad (\mathbf{5})$$

Keterangan:

Tct = Frekuensi dalam kelas c pada dokumen *training* termasuk yang berulang.

Tct’ = Jumlah total kata dalam suatu kelas c.

Seringkali ada suatu kata yang tidak ada dalam kelas tertentu, sehingga peluang kata dalam kelas tersebut (*conditional* probability) bernilai 0. Untuk menghindari terjadinya peluang nilai 0, digunakan metode *laplace smoothing*. Cara kerja *laplace smoothing* adalah menambahkan angka 1 pada *numerator*, dan jumlah kosakata pada *denominator*. *Laplace smoothing* dinyatakan pada persamaan (6):

$$\hat{P}(t|c) = \frac{T_{ct} + 1}{(\sum t' \epsilon V\ T_{ct'}) + B'} \quad (\mathbf{6})$$

B’ = jumlah kata pada keseluruhan kelas (Jumlah IDF)

1 = *laplace smoothing* (Nilai alpha)

Untuk mendapatkan nilai akhir probabilitas dokumen data yang diuji, digunakan persamaan (7):

$$\mathrm{P} = \frac{Nc}{N'} \mathrm{X} \frac{T_{ct} + 1}{(\sum t' \epsilon V\ T_{ct'}) + B'} \quad (\mathbf{7})$$

2.5 *Modified K-Nearest Neighbor*

Algoritma *Modified K-Nearest Neighbor* (MKNN) merupakan metode yang dikembangkan dari algoritma KNN dengan menambahkan proses baru untuk melakukan klasifikasi yaitu perhitungan nilai bobot, dan perhitungan nilai validasi (Wafiyah, Hidayat, & Setya, 2017). Dibawah ini merupakan tahapan proses metode *Modified K-Nearest Neighbor*:

1. Menghitung Jarak *Euclidean*:

Perhitungan euclidean digunakan untuk mendefinisikan jarak antara dua titik antara data training, dan data testing yang dinyatakan dengan persamaan (8):

$$d(xi, yi) = \sqrt{\sum_{i=0}^{n} (xi - yi)^2} \quad (\mathbf{8})$$

Keterangan:

x = data training

y = data testing

i = nilai atribut

n = dimensi atribut

2. Menghitung nilai validitas:

Perhitungan nilai validitas digunakan untuk memvalidasi data training. Proses validasi dilakukan pada setiap tetangga, dan hasil dari proses validasi digunakan sebagai sumber informasi pada data tersebut. Rumus menghitung nilai validitas dinyatakan dengan persamaan (9):

$$Validity\ (x) = \frac{1}{H}\sum_{i=0}^{n} S(lbl\ (x), lbl(Ni(x)))$$

(**9**)

Keterangan:

H = Jumlah titik terdekat

Ibl (x) = kelas x

Ibl (Ni(xi)) = label kelas terdekat x

Pada fungsi S digunakan untuk menghitung kesamaan antara titik x, dan data ke-i dari tetangga terdekat yang dinyatakan pada rumus dibawah ini:

$$S(a,b) = \begin{cases} 1\ a = b \\ 0\ b \neq b \end{cases}$$

Keterangan:

a = kelas a pada data training

b = kelas lainnya selain a pada data training

3. Menghitung nilai *weight voting*

Perhitungan *weight voting* berpengaruh terhadap data yang memiliki nilai validitas lebih tinggi, dan lebih dekat dengan data. Dengan mengalikan dengan nilai validitas dapat mengatasi kelemahan dari data yang memiliki jarak dengan weight. Rumus menghitung *weight voting* dinyatakan pada persamaan (10):

$$W(i) = Validity(i)\ x\ \frac{1}{de + \alpha}$$

(**10**)

Keterangan:

W(i) = Perhitungan *weight voting*

Validity (i) = Nilai validitas

de = Jarak *euclidean*

α = Nilai alpha

2.6 *Confusion Matrix*

Metode yang digunakan untuk melakukan evaluasi adalah *confusion matrix*. *Confusion matrix* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur baik atau buruknya kinerja dari suatu proses klasifikasi. Untuk melakukan pengukuran terhadap performa klasifikasi dapat dilakukan dengan menghitung akurasi, *precision*, *recall*, dan *f1-score* (Han, Kamber, & Pei, 2012). Dibawah ini merupakan persamaan menghitung akurasi:

$$\text{Akurasi} = \frac{TP + TN}{TP + FN + FN + TN}\ \text{x}\ 100\ \%$$

(11)

Keterangan:

TP (*true positive*) = Jumlah dokumen dari kelas 1 yang benar dan diklasifikasikan sebagai kelas 1.

TN (*true negative*) = Jumlah dokumen dari kelas 0 yang benar dan diklasifikasikan sebagai kelas 0.

TF (*true false*) = Jumlah dokumen dari kelas 0 yang salah dan diklasifikasikan sebagai kelas 1.

FN (*false negative*) = Jumlah dokumen dari kelas 1 yang salah dan diklasifikasikan sebagai kelas.

Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini dapat diketahui bahwa, setelah dilakukan proses crawling data didapatkan data *tweet* dengan kata kunci "bansos" berjumlah 3451 *tweet*. Dengan jumlah label positif berjumlah 607, label negative berjumlah 1386, dan label netral berjumlah 1451. Dimana pada penelitian ini hanya digunakan label positif dan negatif saja, sehingga hanya digunakan data *tweet* berjumlah 1993.

Setelah proses *crawling* data, dilakukan proses *text prprocessing.* Hal ini dilakukan supaya data menjadi *clean*, dan bisa digunakan di tahap selanjutnya. Setelah proses *text preprocessing,* dilakukan proses labeling menggunakan metode VADER dengan memanfaatkan kamus leksikon *_json_sentiword_id* yang berisikan 1773 kata sentimen yang telah diberikan bobot. Setelah proses labeling, dilakukan proses pembagian data menggunakan *K-Fold Cross Validation*. Tujuan dilakukan pembagian data adalah untuk mengetahui kinerja dari suatu metode dengan membagi data ke dalam beberapa bagian. Data dibagi menjadi data latih, dan data uji, yang pembagiannya ditentukan oleh sistem. Setelah melakukan pembagian data, dilakukan proses pembobotan menggunakan metode *TF-IDF*. Pembobotan dilakukan untuk mengubah data tekstual menjadi data vector.

Setelah dilakukan pembobotan, dilakukan proses pemodelan menggunakan metode *Multinomial Naïve Bayes*, dan *Modified K-Nearest Neighbor*. Dilakukan pengujian pada metode *Multinomial Naïve Bayes* yaitu nilai *alpha* (0,0001, 0,001, 0,01, 0,1, 1, dan 10), dan pengujian nilai K pada *K-Fold Cross Validation* (3, 5, 7, 9, 10, dan 11). Dibawah ini merupakan hasil pengujian dari pemodelan *Multinomial Naïve Bayes* yang ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Pemodelan menggunakan metode *Multinomial Naïve Bayes*

Nilai K-Fold	Nilai *Alpha*					
	0,0001	0,001	0,01	0,1	1	10
3	72,3075	72,3075	72,7621	**73,6207**	72,257	70,1357
5	71,6518	71,8539	72,1064	72,6114	71,1468	70,0862
7	71,2977	71,3987	71,4996	72,1054	70,8939	70,0357
9	71,2472	71,2977	71,3987	71,7017	70,6411	70,0856
10	70,995	71,0455	71,1465	71,601	70,5909	70,0859
11	70,9441	71,0451	71,1461	71,3986	70,6410	70,0855

Pada tabel 1 diketahui bahwa hasil akurasi terbesar didapatkan pada nilai *alpha* yaitu 1, nilai *K-Fold Cross Validation* yaitu 3, dan menghasilkan akurasi sebesar 73,6207. Setelah melakukan pengujian menggunakan metode *Multinomial Naïve Bayes*, dilakukan pengujian menggunakan metode *Modified K-Nearest Neighbor*. Dilakukan pengujian pada metode *Modified K-Nearest Neighbor* yaitu nilai K tetangga terdekat (3, 5, 7, 9, 10, 11), dan pengujian nilai K pada *K-Fold Cross Validation* (3, 5, 7, 9, 10, dan 11). Pengujian menggunakan metode *Modified K-Nearest Neighbor* ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Pemodelan menggunakan metode *Modified K-Nearest Neighbor*

Nilai K-Fold	Tetangga Terdekat				
	3	5	7	9	11
3	77,7159	75,8458	75,0371	73,6730	73,4706
5	79,1304	77,0582	75,0872	73,9763	73,6226
7	79.3829	77,0076	75,5421	74,0267	73,7232
9	79,5854	77,3115	75,4914	74,0268	73,673

10	**79,5862**	77,3614	75,4915	74,4314	73,8756
11	79,3843	77,0586	75,7943	74,4309	73,5723

Pada tabel 2 diketahui bahwa hasil akurasi terbesar didapatkan pada nilai K tetangga terdekat yaitu 3, nilai *K-Fold Cross Validation* yaitu 10, dan menghasilkan akurasi sebesar 79,5862.

Kesimpulan

Kesimpulan yang bisa diambil dari penelitian ini adalah metode *Modified K-Nearest Neighbor* memiliki akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode *Multinomial Naïve Bayes*. Pada metode *Modified K-Nearest Neighbor* menghasilkan akurasi tertinggi bernilai 79,5862%, pada pengujian nilai K (*K-Fold Cross Validation*) yaitu 10, dan nilai K (tetangga terdekat) 3. Pada metode *Multinomial Naïve Bayes* menghasilkan akurasi tertinggi yaitu bernilai 73,6207%, pada pengujian nilai K (*K-Fold Cross Validation*) yaitu 3, dan nilai *alpha* yaitu 0,1.

Daftar Pustaka

Anggraini, N., & Suryono, H. (2019). Perbandingan Analisis Sentimen Terhadap Digital Payment "T-Cash dan Go-Pay" Di Sosial Media Menggunakan Orange Data Mining. *Journal of Information Systems and Informatics* .

Anwar, F. (2017). Perubahan dan Permasalahan Media Sosial. *Jurnal Muara Ilmu Sosial, Humaniora, dan Seni*.

Bunga, M., Djahi, B., & Nasbuasa, Y. (2018). Multinomial Naive Bayes Untuk Klasifikasi Status Kredit Mitra Binaan Di PT. Angkasa Pura I Program Kemitraan. *J-Icon, Vol. 6, No. 2*.

Christanto, M., Andjarwirawan, J., & Tjondrowiguno, A. (2020). Aplikasi Analisa Sentimen Pada Komentar Berbahasa Indonesia Dalam Objek Video di Website YouTube Menggunakan Metode Naïve Bayes Classifier. *Vol 8, No 1*.

Covid-19, S. (2021). *Covid19.go.id: Beranda*. Retrieved from Data Sebaran Covid: https://covid19.go.id/

Dhaneswara, C., Azhar, Y., & Hayatin, N. (2020). Deteksi Berita Hoax pada Dokumen Berbahasa Indonesia Menggunakan Metode Modified K-Nearest Neighbor. *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA)*.

Dhaneswara, C., Azhar, Y., & Hayatin, N. (2020). Deteksi Berita Hoax pada Dokumen Berbahasa Indonesia Menggunakan Metode Modified K-Nearest Neighbor. *Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA)*.

Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). *DATA MINING Concepts and Techniques.* Morgan Kaufmann Publisher.

Husnusyifa, A. (2019). Pengaruh Penggunaan Media Sosial Twitter Terhadap Sikap Fanatisme Penggemar (Studi Pada Media Sosial Twitter @BTOBIndonesia Terhadap Sikap Fanatisme Penggemar). *Jurnal Humaniora*.

Manning, C., Raghavan, P., & Schutze, H. (2009). *An Introduction to Information Retrival.* Cambridge: Cambridge University Press.

Melita, R., Amrizal, V., Bayu, H., & Dirjam, T. (2018). PENERAPAN METODE TERM FREQUENCY INVERSE DOCUMENT FREQUENCY (TF-IDF) DAN COSINE SIMILARITY PADA SISTEM TEMU KEMBALI INFORMASI UNTUK MENGETAHUI SYARAH HADITS BERBASIS WEB (STUDI KASUS: SYARAH UMDATIL AHKAM). *Jurnal Teknik Informatika*.

Mufida, A. (2020). Polemik Pemberian Bantuan Sosial Di Tengah Pandemic Covid 19Jurnal Sosial & Budaya Syar-i. *Buletin Hukum dan Keadilan, Vol. 4, No. 1*.

Nasarudin, R., & Haq, I. (2020). Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) dan Masyarakat Berpenghasilan RendahJournal Publicuh. *Jurnal Sosial & Budaya Syar-i*.

Pramono, A., Indarti, R., & Arie, N. (2017). Sentiment Analisis Tokoh Politik Pada Twitter. *Seminar Nasional Inovasi Teknolog*.

Putri, P., & Pramudiana, N. (2021). Analisis framing pemberitaan penangkapan juliari batubara dalam korupsi dana bansos covid-19 pada kompas.com . *Jurnal Kajian Media Vol.5, No.1*.

Rahman, A., Wiranto, & Dorwes, A. (2017). Online News Classification Using Multinomial Naive Bayes. *Jurnal Teknologi dan Informasi*.

Sabrani, A., Putu, I. G., & Bimantoro, F. (2020). METODE MULTINOMIAL NAÏVE BAYES UNTUK KLASIFIKASI ARTIKEL ONLINE TENTANG GEMPA DI INDONESIA. *JTIKA, Vol. 2, No. 1*.

Tuwu, D. (2020). KEBIJAKAN PEMERINTAH DALAM PENANGANAN PANDEMI COVID-19. *Journal Publicuho, Vol.3, No.2*.

Wafiyah, F., Hidayat, N., & Setya, R. (2017). Implementasi AlgoritmaModified K-NearestNeighbor(MKNN) untuk. *Klasifikasi Penyakit Demam*.

Yuyun, Hidayah, N., & Sahibu, S. (2021). Algoritma Multinomial NaïveBayesUntuk Klasifikasi Sentimen PemerintahTerhadap PenangananCovid-19 Menggunakan DataTwitter. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*.

APAKAH ICT MEMPENGARUHI NILAI SAINS SISWA? PERBANDINGAN ANTARA INDONESIA DAN SINGAPURA

M. Mujiya Ulkhaq*
[1]*Departemen Teknik Industri, Universitas Diponegoro, Indonesia*
**Email : ulkhaq@live.undip.ac.id*

Abstrak

Studi ini meneliti apakah teknologi informasi dan komunikasi (*information and technology communication*/ ICT) mempengaruhi nilai sains siswa di Indonesia dan Singapura. Data PISA tahun 2015 digunakan untuk menjawab tujuan penelitian ini. Regresi linier multivariat digunakan di penelitian ini; sebagai variabel dependen adalah nilai PISA bidang sains, sedangkan informasi tentang latar belakang siswa digunakan sebagai variabel independen, yaitu jenis kelamin, usia, indeks status ekonomi, sosial, dan budaya, kepemilikan ICT di rumah, kesenangan dalam belajar sains. Untuk sampel Indonesia, hasil menunjukkan bahwa hanya usia dan jenis kelamin yang tidak signifikan pada taraf 5%. Sementara untuk sampel Singapura, hanya jenis kelamin yang tidak signifikan pada taraf 5%. Hal ini menunjukkan bahwa variabel kepemilikan ICT di rumah, kondisi ekonomi, sosial, dan budaya, dan kesenangan dalam belajar sains berpengaruh terhadap prestasi siswa yang diukur dengan nilai sains. Beberapa pengujian untuk menguji asumsi klasik, seperti uji normalitas residual, uji heteroskedastisitas dan uji kolinearitas juga dilakukan. Menurut tes ini, tidak ada masalah yang terjadi.

Kata kunci: ICT, sains, PISA, regresi multivariat, Indonesia, Singapura

DOES ICT INFLUENCE STUDENT'S SCIENCE PERFORMANCE? A COMPARISON BETWEEN INDONESIA AND SINGAPORE

M. Mujiya Ulkhaq*
[1]*Department of Industrial Engineering, Diponegoro University, Indonesia*
**Email : ulkhaq@live.undip.ac.id*

Abstract

This study examines whether information and communication technology (ICT) influences student's science performance in Indonesia and Singapore. The PISA 2015 data is used to answer the objective of this study. Multivariate linear regression is used in this study; as the dependent variable is the PISA score of science literacy, while information about the background of students is used as the independent variables, namely gender, age, index of economic, social, and cultural status (ESCS), ICT possessions at home, and enjoyment in learning science. For the Indonesian sample, the result shows that only age and gender are not significant at the 5% significant level. Meanwhile, for the Singapore sample, only gender is not significant at the 5% level. This shows that the variables of ICT possession at home, ESCS, and enjoyment in learning science do have influence on student

achievement as measured by the PISA score of science. Several tests to test the classical assumptions, such as residual normality test, heteroscedasticity test and collinearity test are also carried out. According to these tests, no severe problems occurred.

Keywords: ICT, science, PISA, multivariate regression, Indonesia, Singapura

Pendahuluan

Munculnya beberapa penilaian sektor pendidikan berskala internasional dalam dua dekade terakhir telah secara konsisten memberikan para peneliti khususnya bidang pendidikan suatu pangkalan data yang berisi beragam jenis variabel (misalnya, prestasi dan latar belakang siswa, praktik yang dilakukan di sekolah, dll.). Asesmen seperti Program for International Student Assessment (PISA) dari Organization for Cooperation and Economic Development (OECD) telah memberikan dampak nyata pada perkembangan penelitian pendidikan dalam beberapa tahun terakhir (Gamazo et al., 2016).

Telah diamati juga bahwa kebijakan pendidikan di beberapa negara maju biasanya dipengaruhi oleh laporan dan analisis yang dilakukan oleh OECD melalui PISA. Hal ini dikarenakan PISA merupakan asesmen tingkat international yang pertama kali disajikan kepada publik secara gratis (Wiseman, 2013). Laporan dan analisis dari OECD ini bisa jadi agak terbatas mengingat banyaknya variabel yang ada pada PISA, sehingga selebihnya menjadi tanggung jawab bagi peneliti di bidang pendidikan untuk mempelajari lebih lanjut database ini dan menemukan hubungan di antara variabel-variabel yang ada serta memberikan kesimpulan yang mungkin tidak ditawarkan oleh laporan OECD untuk memperkaya penelitian bidang pendidikan.

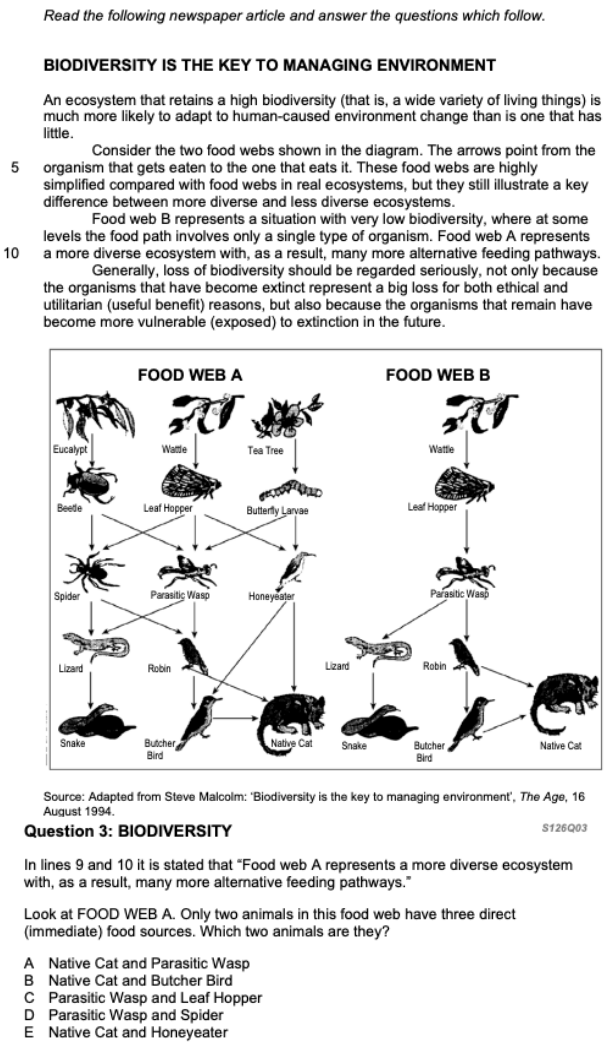
Analisis sekunder dengan menggunakan data PISA dapat dilakukan melalui penggunaan beberapa metode yang berbeda. Salah satu yang paling umum adalah analisis regresi bertingkat (multilevel regression analysis), karena memungkinkan peneliti untuk memperhitungkan variabilitas di tingkat siswa dan sekolah pada saat yang sama, misalnya dilakukan oleh Willms (2010). Penulis lain telah memilih berbagai metode yang berbeda, seperti structural equation modeling, misalnya dalam Acosta dan Hsu (2014), Barnard-Brak et al. (2018) atau analisis kovarians, misalnya dalam Smith et al. (2018), Zhu dan Kaiser (2020). Teknik data mining baru-baru ini juga telah muncul dalam beberapa tahun terakhir sebagai salah satu teknik untuk menganalisis database PISA, misalnya dalam Gamazo dan Martínez-Abad (2020), She et al. (2019), dan Martínez-Abad (2019).

Penelitian ini mencoba memperluas praktik regresi linier multivariat untuk mengeksplorasi apakah teknologi informasi dan komunikasi (information and technology communication/ICT) khususnya kepemilikan ICT di rumah mempengaruhi nilai sains siswa Indonesia dan Singapura, dengan menggunakan dari OECD PISA tahun 2015.

PISA

PISA adalah penilaian berskala internasional yang mengukur kemampuan bahasa, matematika, dan sains siswa berusia 15 tahun yang diselenggara-kan setiap tiga tahun sekali. Pertama kali dilakukan pada tahun 2000, domain utama dibuat bergantian antara membaca, matematika, dan sains pada setiap siklusnya. PISA

juga mencakup ukuran kompetensi umum atau lintas kurikuler, seperti pemecahan masalah secara kolaboratif. Secara desain, PISA menekankan keterampilan fungsional yang telah diperoleh siswa pada saat mereka mendekati akhir wajib belajar. PISA dikoordinasikan oleh OECD, sebuah organisasi antarpemerintah negara-negara maju. PISA edisi tahun 2015 berfokus pada sains. Contoh soal PISA tentang literasi sains ditunjukkan pada Gambar 1.



Read the following newspaper article and answer the questions which follow.

BIODIVERSITY IS THE KEY TO MANAGING ENVIRONMENT

An ecosystem that retains a high biodiversity (that is, a wide variety of living things) is much more likely to adapt to human-caused environment change than is one that has little.

Consider the two food webs shown in the diagram. The arrows point from the organism that gets eaten to the one that eats it. These food webs are highly simplified compared with food webs in real ecosystems, but they still illustrate a key difference between more diverse and less diverse ecosystems.

Food web B represents a situation with very low biodiversity, where at some levels the food path involves only a single type of organism. Food web A represents a more diverse ecosystem with, as a result, many more alternative feeding pathways.

Generally, loss of biodiversity should be regarded seriously, not only because the organisms that have become extinct represent a big loss for both ethical and utilitarian (useful benefit) reasons, but also because the organisms that remain have become more vulnerable (exposed) to extinction in the future.

Source: Adapted from Steve Malcolm: 'Biodiversity is the key to managing environment', *The Age*, 16 August 1994.

Question 3: BIODIVERSITY *S126Q03*

In lines 9 and 10 it is stated that “Food web A represents a more diverse ecosystem with, as a result, many more alternative feeding pathways.”

Look at FOOD WEB A. Only two animals in this food web have three direct (immediate) food sources. Which two animals are they?

A Native Cat and Parasitic Wasp
B Native Cat and Butcher Bird
C Parasitic Wasp and Leaf Hopper
D Parasitic Wasp and Spider
E Native Cat and Honeyeater

Gambar 1. Contoh Soal PISA untuk Literasi Sains

Data dan Variabel

Data diperoleh dari database PISA edisi penyelenggaraan tahun 2015. Database ini memiliki informasi tentang status siswa, sekolah, dan orang tua. Dalam tulisan ini, saya memfokuskan perhatian saya pada data di Indonesia saja. Prestasi sains siswa diestimasi dengan nilai PISA bidang sains (saya hanya menggunakan satu nilai saja, nilai PISA yang lain akan digunakan dalam pemeriksaan robustness). Variabel nilai PISA bidang sains bertindak sebagai variabel dependen. Untuk variabel independen, saya menggunakan kepemilikan ICT di rumah (ICTRES). Sebagai variabel kontrol, digunakan usia (AGE), jenis kelamin (GENDER), indeks sosial, ekonomi, budaya siswa (ESCS), dan

kesenangan dalam belajar sains (JOY). Variabel-variabel ini beserta penjelasan dan indikatornya ditunjukkan pada Tabel 1. GENDER merupakan variabel dummy (bernilai 0 untuk laki-laki dan 1 untuk perempuan). ESCS merupakan indikator komposit yang diturunkan dari tiga variabel: pendidikan orang tua, pekerjaan orang tua, dan benda-benda yang dimiliki di rumah. ICTRES diturunkan berdasarkan item response theory (IRT) scaling.[1]

Table 1. Variabel dan Penjelasannya

Variabel	Deskripsi
PV_SCIE	Nilai PISA siswa untuk bidang sains
ICTRES	Kepemilikan ICT di rumah. *Indikator*: Apakah kamu memiliki benda-benda ini di dalam rumah? • *Software* yang berhubungan dengan pendidikan • Internet • Telepon yang terhubung dengan internet • Komputer (bisa *desktop computer*, *portable laptop*, atau *notebook*) • *Tablet computers* (misalnya, iPad, BlackBerry, PlayBook) • *E-book readers* (misalnya, Kindle, Kobo, Bookeen)
AGE	Usia siswa
GENDER	Jenis kelamin: 0 untuk laki-laki dan 1 untuk perempuan
ESCS	Indeks ekonomi, sosial, dan budaya dari siswa. *Indikator*: • Pekerjaan orang tua • Pendidikan orang tua • Barang kepemilikan di rumah
JOY	Kesenangan dalam belajar sains. *Indikator*: • Saya senang saat belajar sains • Saya suka membaca tentang topik yang berhubungan dengan sains • Saya senang mengerjakan topik yang berhubungan dengan sains • Saya senang memperoleh pengetahuan baru dalam ilmu sains • Saya tertarik mempelajari ilmu sains

Model

Untuk menganalisis apakah kepemilikan ICT mempengaruhi nilai sains siswa, persamaan regresi multivariat yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$PV_SCIE_i = \alpha + \beta_1 ICTRES_i + \beta_2 AGE_i + \beta_3 GENDER_i + \beta_4 ESCS_i + \beta_5 JOY_i + \varepsilon_i, \quad (1)$$

di mana PV_SCIE adalah nilai PISA untuk sains, α adalah intersep, β_i adalah koefisien regresi, ε_i adalah noise term, dan *i* adalah subskrip yang menunjukkan siswa (i = 1, 2, … N).

[1] Untuk detail tentang bagaimana variabel IRT diturunkan, lihat PISA 2018 Technical Report (tersedia online di: https://www.oecd.org/pisa/data/pisa2018technicalreport/).

Hasil dan Pembahasan

Estimasi Parameter

Parameter diestimasi menggunakan metode ordinary least square. Hasil analisis regresi ditunjukkan pada Tabel 2 (lihat kolom Coef.). Tanda koefisien regresi dapat diartikan sebagai berikut. Koefisien positif menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai variabel independen maka nilai ekspektasi variabel dependen juga cenderung meningkat. Sebaliknya, apabila nilai koefisien adalah negatif, menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai variabel independen maka nilai ekspektasi variabel dependen cenderung turun. Nilai koefisien menandakan seberapa besar nilai yang diharapkan dari variabel dependen berubah dengan adanya pergeseran satu unit dalam variabel independen tertentu sementara variabel independen lainnya tetap konstan. Hal ini sangat penting karena memungkinkan untuk menilai efek dari setiap variabel secara terpisah dari yang lain. Tidak hanya tanda, tetapi kita juga harus melihat signifikansi koefisien.

Tabel 2. Hasil Penelitian

Variabel	Indonesian sample		Singaporean sample	
	Coef.	VIF	Coef.	VIF
Constant	494.034**		332.8686**	
ICTRES	14.41491**	2.32	11.48077**	1.51
AGE	-2.470319	1.00	12.51384**	1.00
GENDER:				
Male	-0.3753507	1.01	1.656784	1.01
ESCS	12.18133**	2.31	33.7269**	1.53
JOY	8.061601**	1.00	28.44918**	1.04

** signifikan pada taraf 5%

Pada sampel Indonesia, hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel kepemilikan ICT di rumah (ICTRES) adalah signifikan secara statistik pada taraf 5%. Hal ini menunjukkan bahwa variabel ini benar mempengaruhi nilai sains. Nilai yang positif menunjukkan semakin tinggi indeks kepemilikan ICT di rumah, maka nilai sains siswa akan naik pula. Indeks ekonomis, sosial, dan budaya siswa juga signifikan secara statistik dan mempunyai nilai yang positif. Hal ini berarti variabel ini mempengaruhi nilai sains; dengan arah positif: semakin tinggi indeks ekonomis, sosial, dan budaya siswa, maka nilai sains siswa akan naik. Temuan ini mengkonfirmasi temuan lain pada penelitian lainnya, misalnya, Ulkhaq (2021, 2022), Perelman & Santín (2011), dan Salas-Velasco (2020) yang juga menyatakan bahwa ESCS bernilai positif dalam menaikkan performansi siswa yang diukur dengan nilai PISA. Variabel lain yang signifikan secara statistik pada taraf 5% adalah JOY (kesenangan dalam belajar sains). Nilai yang positif menunjukkan bahwa semakin tinggi indeks kesenangan siswa dalam belajar sains, maka nilai sains siswa akan meningkat juga. Variabel kontrol jenis kelamin dan usia siswa yang tidak signifikan pada taraf 5% menunjukkan bahwa variabel ini tidak berpengaruh terhadap kenaikan dan penurunan nilai sains siswa di Indonesia.

Pada sampel Singapura, hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel kepemilikan ICT di rumah (ICTRES) juga signifikan secara statistik pada taraf 5% dengan tanda positif. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi indeks kepemilikan ICT di rumah, maka nilai sains siswa di Singapura akan naik pula.

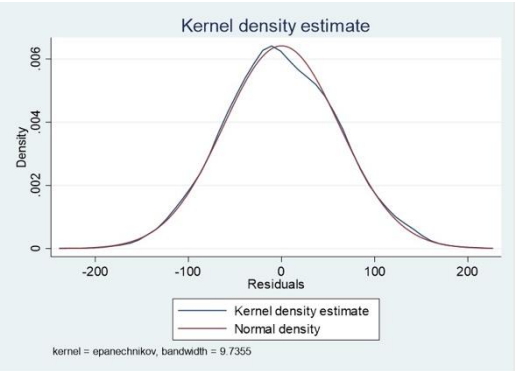
ESCS juga signifikan secara statistik dan mempunyai nilai yang positif, yang berarti semakin tinggi indeks ekonomis, sosial, dan budaya siswa, maka nilai sains siswa akan naik. Variabel lain yang signifikan secara statistik pada taraf 5% adalah kesenangan dalam belajar sains dan usia siswa. Variabel kontrol jenis kelamin tidak signifikan pada taraf 5% menunjukkan bahwa variabel ini tidak berpengaruh terhadap kenaikan dan penurunan nilai sains siswa di Singapura. Perbedaan antara hasil sampel Indonesia dan Singapura terletak pada variabel AGE. Di Indonesia, usia siswa tidak berpengaruh terhadap nilai saisn yang diperoleh, namun di Singapura variabel ini berpengaruh secara statistik.

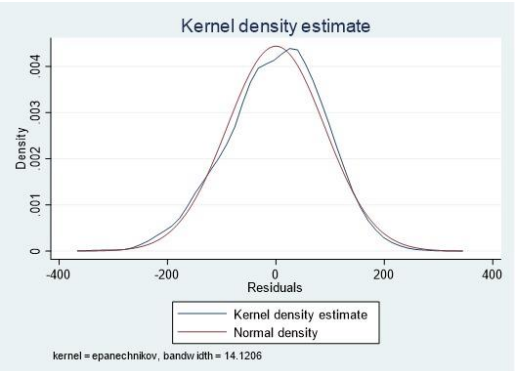
Menguji Asumsi Klasik

Pada bagian ini, akan diperlihatkan bagaimana model yang digunakan lolos uji asumsi klasik. Pengujian pertama adalah memeriksa normalitas residual dengan menggunakan kernel density plot. Grafiknya ditunjukkan pada Gambar 2 (a) untuk sampel Indonesia dan (b) untuk sampel Singapura. Plot residual menyerupai distribusi normal sehingga bisa dikatakan model lolos uji asumsi normalitas residual.

Asumsi klasik lainnya adalah homogenitas varians dari residual. Jika model baik, seharusnya tidak ada pola yang terjadi apabila residual di-plot terhadap fitted values. Jika varians dari residual tidak konstan, maka varians residual dikatakan “heteroskedastis”. Sebuah metode grafis yang umum digunakan adalah untuk memplot residual versus fitted values seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 (c) untuk sampel Indonesia dan Gambar 2 (d) untuk sampel Singapura. Seperti terlihat pada Gambar 2 (c) dan (d), tidak terdapat pola pada grafik yang menunjukkan tidak terjadi heteroskedastisitas.

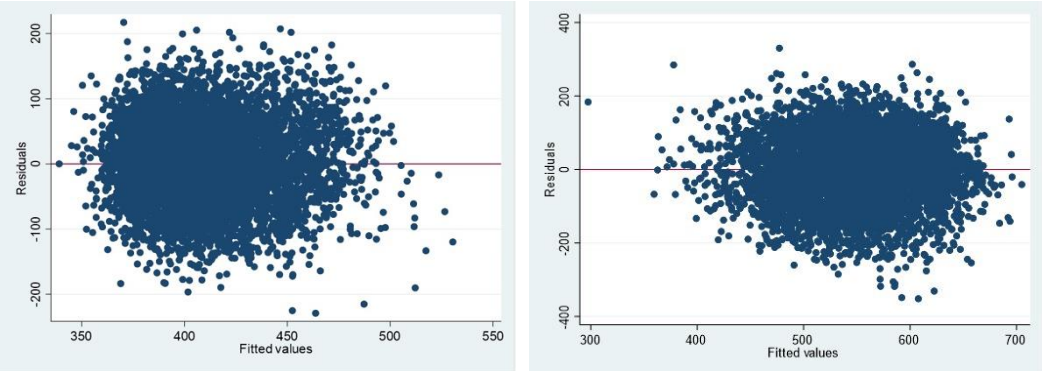
Asumsi selanjutnya adalah kolinearitas, yang menyiratkan bahwa dua variabel adalah kombinasi linier yang mendekati sempurna satu sama lain. Bila lebih dari dua variabel yang terlibat, maka disebut multikolinearitas. Perhatian utama adalah bahwa ketika derajat multikolinearitas meningkat, estimasi model regresi dari koefisien menjadi tidak stabil dan kesalahan standar (standard error) untuk koefisien dapat meningkat secara tidak beraturan. Untuk memeriksa masalah ini, saya menggunakan varians inflation factor (VIF). Sebagai rule of thumb, variabel yang nilai VIF lebih besar dari 10 mungkin memerlukan penyelidikan lebih lanjut karena dicurigai ada multikolinearitas. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 2 pada kolom VIF. Nilai VIF untuk semua variabel independen lebih rendah dari 10, menunjukkan tidak ada masalah multikolinearitas untuk semua sampel.





(a) Uji kenormalan residual: Indonesian Sampel

(b) Uji kenormalan residual: Singaporean Sampel



(c) Uji heteroskedastisitas: Indonesian Sampel

(d) Uji heteroskedastisitas: Singaporean Sampel

Gambar 2. Uji Asumsi Klasik

Kesimpulan

Studi ini meneliti apakah kepemilikan ICT di rumah mempengaruhi nilai sains siswa Indonesia dan Singapura. Data PISA tahun 2015 digunakan untuk menjawab tujuan penelitian. Regresi linier multivariat digunakan untuk menjawab tujuan penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepemilikan ICT di rumah signifikan secara statistik pada taraf 5% baik untuk siswa Indonesia maupun siswa Singapura. Kepemilikan ICT di rumah bertanda positif, berarti semakin banyak benda-benda ICT yang ada di rumah, maka semakin baik nilai sains-nya. Selain itu, hasil penelitian ini menunjukkan variabel kontrol ESCS dan JOY juga signifikan secara statistik dengan tanda positif. Hal ini menunjukkan bahwa indeks kondisi ekonomi, sosial, dan budaya, serta indeks kesenangan siswa belajar sains mempengaruhi nilai sains siswa Indonesia, dengan semakin tinggi nilai variabel ini, maka nilai sains siswa akan semakin meningkat pula. Variabel jenis kelamin siswa yang tidak signifikan menunjukkan bahwa variabel ini tidak berpengaruh terhadap kenaikan dan penurunan nilai sains siswa di Indonesia dan Singapura. Perbedaan antara hasil sampel Indonesia dan Singapura terletak pada variabel AGE. Di Indonesia, usia siswa tidak berpengaruh terhadap nilai saisn yang diperoleh, namun di Singapura variabel ini berpengaruh secara statistik. Asumsi klasik diuji (yaitu, normalitas residual, adanya heteroskedastisitas, dan juga multikolinearitas) untuk menunjukkan bahwa estimasi yang telah dilakukan valid.

Daftar Pustaka

Acosta, S. T., & Hsu, H. Y. (2014). Negotiating diversity: An empirical investigation into family, school and student factors influencing New Zealand adolescents’ science literacy. *Educational Studies*, *40*(1), 98-115.

Barnard-Brak, L., Lan, W. Y., & Yang, Z. (2018). Differences in mathematics achievement according to opportunity to learn: A 4pL item response theory examination. *Studies in Educational Evaluation, 56*, 1-7.

Gamazo, A., & Martínez-Abad, F. (2020). An exploration of factors linked to academic performance in PISA 2018 through data mining techniques. *Frontiers in Psychology, 11*, 3365.

Gamazo, A., Olmos-Migueláñez, S., & Martínez-Abad, F. (2016, November). Multilevel models for the assessment of school effectiveness using PISA scores. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 1161-1166).

Mancebón, M. J., Calero, J., Choi, Á., & Ximénez-de-Embún, D. P. (2012). The efficiency of public and publicly subsidized high schools in Spain: Evidence from PISA-2006. *Journal of the operational research Society, 63*(11), 1516-1533.

Martínez-Abad, F. (2019). Identification of factors associated with school effectiveness with data mining techniques: testing a new approach. *Frontiers in Psychology, 2583*.

Perelman, S., & Santín, D. (2011). Measuring educational efficiency at student level with parametric stochastic distance functions: an application to Spanish PISA results. *Education economics, 19*(1), 29-49.

Salas-Velasco, M. (2020). Assessing the performance of Spanish secondary education institutions: distinguishing between transient and persistent inefficiency, separated from heterogeneity. *The Manchester School, 88*(4), 531-555.

She, H. C., Lin, H. S., & Huang, L. Y. (2019). Reflections on and implications of the Programme for International Student Assessment 2015 (PISA 2015) performance of students in Taiwan: The role of epistemic beliefs about science in scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching, 56*(10), 1309-1340.

Smith, P., Cheema, J., Kumi-Yeboah, A., Warrican, S. J., & Alleyne, M. L. (2018). Language-based differences in the literacy performance of bidialectal youth. *Teachers College Record, 120*(1), 1-36.

Ulkhaq, M. M. (2021). Efficiency analysis of Indonesian schools: A stochastic frontier analysis using OECD PISA 2018 data. In *2nd International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Asia Pacific Conference*, Surakarta, Indonesia.

Ulkhaq, M. M. (2022). The determinants of Indonesian students’ science performance: An analysis through PISA data 2015 wave. In *Bioteknologi dan Penerapannya dalam Penelitian dan Pembelajaran Sains*, Moh. Nasrudin (Ed.), Pekalongan: PT. Nasya Expanding Management, 529-539.

Willms, J. D. (2010). School composition and contextual effects on student outcomes. *Teachers College Record, 112(*4), 1008-1037.

Wiseman, A. W. (2013). Policy responses to PISA in comparative perspective. PISA, power, and policy: The emergence of global educational governance, 303-322.

Zhu, Y., & Kaiser, G. (2020). Do east asian migrant students perform equally well in mathematics? *International Journal of Science and Mathematics Education, 18*(6), 1127-1147.

BOARD GAME LEARNING MEDIA "JOURNAL OF CULINARY TOURISM" TO DEVELOP SCIENTIFIC LITERACY SKILLS

Cipta Gilang Kencana[1*], Siti Sriyati[2], Didik Priyandoko[3]
[1] *SMA Santa Angela (Jl.Merdeka no.24-Bandung 40117)*
[2]*Universitas Pendidikan Indonesia (Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 **Bandung** 40154/Indonesia)*
[3] *Universitas Pendidikan Indonesia (Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 **Bandung** 40154/Indonesia)*
**Email : kencanacipta09@gmail.com*

Abstract

Based on the PISA assessment in 2018, Indonesian students are ranked 74th out of 79 countries in scientific literacy skills. This study aims to describe the development of Board Game (BG) media to develop scientific literacy skills. BG media is a game-based learning media with certain rules. The BG title is "Journal of Culinary Tourism", using class XI digestive system material. The goal is to synergize scientific literacy skills between digestive system materials, dietary food and health. The experiment was carried out by involving students to play the role of tourists with certain health, so it is necessary to regulate their diet. The BG was made using ADDIE model and is validated by material experts, media experts, and assessment experts; with a final score of 80.56% (good enough), so it can be tested after revision. Limited trials were conducted for students at St. Angela's High School Bandung. As a result, they realized the importance of assessing food intake levels when on a culinary tour, based on the needs of calories, carbohydrates, fats, and proteins. Thus, students know that by maintaining a diet, diabetes mellitus, high cholesterol, and gout can be controlled, so that they can lead a healthy life.

Keywords: Board Game, digestive system, diet, PISA

MEDIA PEMBELAJARAN *BOARD GAME* "JURNAL WISATA KULINER" UNTUK MENGEMBANGKAN LITERASI SAINS

Cipta Gilang Kencana[1], Siti Sriyati[2], Didik Priyandoko[3*]
[1] *SMA Santa Angela (Jl. Merdeka no.24-Bandung 40117/Indonesia)*
[2]*Universitas Pendidikan Indonesia (Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 **Bandung** 40154/Indonesia)*
[3] *Universitas Pendidikan Indonesia (Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 **Bandung** 40154/Indonesia)*
**Email : kencanacipta09@gmail.com*

Abstrak

Berdasarkan penilaian PISA pada 2018, peserta didik Indonesia berada pada peringkat ke-74 dari 79 negara dalam kemampuan literasi sains. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan pengembangan media *Board Game* (*BG*), untuk menjadi sarana mengembangkan kemampuan literasi sains. Media *BG* merupakan media pembelajaran berbasis permainan dengan aturan tertentu. *BG* yang dikembangkan peneliti berjudul "Jurnal Wisata Kuliner", menggunakan materi sistem pencernaan kelas XI. Tujuannya adalah mensinergikan literasi sains antara materi sistem pencernaan makan, pola makan dan kesehatan. Percobaan dilakukan

dengan melibatkan peserta didik untuk berperan sebagai wisatawan dengan kesehatan tertentu, sehingga perlu mengatur pola makan.
Media *BG* tersebut menggunakan model ADDIE dan divalidasi oleh ahli materi, ahli media, dan ahli asesmen; dengan skor akhir 80,56% (cukup baik), sehingga dapat diujicobakan setelah direvisi. Ujicoba terbatas dilakukan kepada peserta didik di SMA St. Angela Bandung. Hasilnya mereka menyadari pentingnya mengkaji kadar asupan makanan saat berkuliner, berdasarkan kebutuhan kalori, karbohidrat, lemak, dan protein. Dengan demikian peserta didik mengetahui bahwa dengan menjaga pola makan, maka penyakit diabetes melitus, kolesterol tinggi, dan asam urat dapat dikendalikan, sehingga dapat menjalani hidup sehat.

Kata kunci: Board Game (BG), literasi sains, PISA, pola makan, sistem pencernaan

Introduction

Education system that is always increasingly developing in accordance with the times provides opportunities to develop creativity in creating new innovations in the world of education. One of them is the application of games as learning media such as BG which are used as educational research throughout the 21st century (Tuomisto & Aksela, 2015). A BG is a game that involves counting steps or pieces that are moved or placed on a surface (board) that has been previously marked according to the agreed rules (Piccione, 1980). BGs that are commonly known in Indonesia are chess, snakes and ladders, congklak, monopoly, and so on. Besides that, Indonesia has also created BG s both as learning media and commercially produced for entertainment media. Thomas Armstrong in Suyadi (2010), stated that providing BG as learning tools can train visual spatial, linguistic, interpersonal and kinesthetic intelligence. Because this gaming activity can provide students with real-life simulations.

Research on the application of BG as an educational medium is carried out because it can train students' analytical skills and strategies in solving problems, practicing fine motor skills and socializing in competitive sports (Brown, 2011: Kalyuga & Plass, 2009). This shows that as a learning medium, BG provide opportunities for students to participate actively in learning (Lujan & DiCarlo, 2006). Active student involvement in learning is very useful in increasing students' abilities up to (70 – 90) %, based on their learning outcomes (Parsonson, 2012; Huang & Levinson, 2011).

The Indonesian government has made efforts to improve the quality of Indonesian education. In 1999, UNESCO and UNICEF collaborated with the Ministry of National Education to advance the quality of Indonesian education by developing the CLCC (Creating Learning Communities for Children) or School-Based Management (SBM) program. Important aspects of SBM, namely: (1) open school management, accountability and participation, (2) involving the role of the community, both directly and indirectly, (3) active (pembelajaran aktif), creative (kreatif), effective (efektif) and fun learning (menyenangkan) or PAKEM based on learning active student (Asmani, 2011; Rusman, 2016). This shows that the application of BG in learning supports the SBM program in terms of learning aspects.

Based on the practical aspect of learning, the application of BG as learning tools can help teachers, especially those who are still accustomed to applying conventional learning. According to Silberman (2011) and Ambarini et al. (2013), it is not easy to change conventional learning into active student learning, because teachers are worried about losing control and students themselves are still difficult to be given responsibility. This is because both parties are not used to it and still need adaptation. The application of BG which is a game medium can dilute the learning atmosphere and involve students actively, so as to create a pleasant learning environment for both parties. Students will respond positively to learning if the learning stimulus from their environment makes students comfortable (Tuan, Chin & Shieh, 2005).

The application of BG in learning for students is very helpful in developing intrapersonal skills, namely their involvement with peers and teachers. This is important because generational differences often create gaps in which the younger ones feel uncomfortable and are reluctant to communicate with the older ones (Lancaster & Stillman, 2002), in this case students and teachers. Furthermore, Lancaster & Stillman (2002) stated that generational differences also affect the personality of students, because it is directly related to the place where they grew up (economic, social, cultural strata) and technological developments which are the background of the student's environment. The research of Bencsik, Csikos and Juhez (2016) states that students from the generation born between 1995 and around 2000, the majority are familiar with technology and gadgets that indirectly affect their personality. Furthermore, Lyons (2004) suggests that the characteristics of students in this generation are multitasking. Because they can apply so many activities at one time such as working by listening to music, have very open communication skills compared to the previous generation, are fanatical in using social media because they are familiar with technology, very critical and open to political and economic issues, so very reactive to environmental and global changes, has a tendency to communicate with other people indirectly (virtual world) rather than face to face. Based on the characteristics of students who are reluctant to the teacher.

Based on its benefits, the application of BG in learning can train multiple intelligences (Helena, 2012), so it is good for implementing scientific literacy in its manufacture. Scientific literacy is scientific knowledge that is applied in everyday life (Bybee et al., 2009; Tsaparlis et al., 2013; Osborne, 2002; Bacanak & Gokdere, 2009; Smith et al., 2012).This ability is important for a person to have as a provision in his life, especially in solving problems, both personal problems and those that are directly related to society, culture to those related to economic productivity (NRC, 1996; Preczewski et al., 2009). Armed with this ability, each individual can be alert and responsive to adapt to the challenges of changing times (Holbrook & Rannikmae, 2009). Zuriyani (2011) in Trinayanti (2016) emphasizes the importance of scientific literacy, because in developed countries, scientific literacy has long been developed and its implementation is directly integrated in classroom learning. Based on this, the foundation of scientific literacy is used as the main focus of science education in America (DeBouer, 2000). The importance of education in schools is actually to equip students with various sciences or sciences, which should be able to be applied in everyday life. Lyons (2004) stated that the generation of students born from 1995 to 2000 has the potential to be critical and

open to political and economic issues, so that they are very reactive to environmental and global changes. This shows the potential of generations to be responsive and active in the face of the times, so it is better to apply scientific literacy in every learning so that their potential develops to the fullest.

Based on one of the scientific literacy skills tests conducted globally for testing the ability of Indonesian students along with students from other countries, namely PISA (Program for International Student Assessment), it is known that the majority of Indonesian students are still foreign to scientific literacy. From the results of the PISA test performed by 15-year-old students, it became clear that the scores have not experienced a significant increase throughout the years. The proof is that in 2000 and 2003, Indonesia was ranked 38 out of 41 participating countries and 38 out of 40 participating countries respectively. Furthermore, in 2006, 2009 and 2011, and 2013 respectively, Indonesia was ranked 50 out of 57 participating countries, 60 out of 65 participating countries, 40 out of 42 participating countries and 64 out of 65 participating countries (Abas, 2013; Aulia, 2013; Zuryani , 2011). Most recently in 2015, Indonesia's scientific literacy ability showed more or less the same results as in previous years, which is ranked 62 out of 70 participating countries (OECD, 2016). Then, based on the PISA assessment in 2018, Indonesian students are ranked 74th out of 79 countries in scientific literacy skills (PISA, 2018). Thus, Indonesia's overall position is still below the international average score. This shows that Indonesian education still does not meet the needs of students in exploring scientific literacy skills, because majority of them find difficulty when faced with scientific literacy questions like PISA.

Likewise, when educational research is conducted on scientific literacy by Hadinugraha (2012) regarding PISA scientific literacy skills applied to biology 3 high school clusters in Bandung, the achievement was relatively low with average equivalent of 37%. The same thing also happened to the PISA scientific literacy research conducted by Sophia (2013) on high school students in Garut which was also relatively low with an average of 25%. The scientific literacy contained in the PISA questions actually aims to assess students' scientific literacy abilities; analyzing scientific information, identifying various questions and drawing conclusions based on relevant evidence.

Based on the description above showed that Indonesian education is still unable to bridge the teaching material with everyday life (Firman, 2007). The majority of students in Indonesia are unable to develop analytical skills (Darmawan, 2013; Yuliati, 2015; Asma, 2016). This explain the causes of students' difficulties in understanding the scientific literacy questions. This factor is also strengthened by the results of the PISA test which in 2018 was still ranked 74^{th} out of 79 participating countries. According to Trinayanti (2016), in terms of student conditions, this is because students are still fixated on rote learning methods without properly understanding its application in life whose environment is constantly evolving. As a result, students are increasingly skeptical of school education. They study only to fulfill obligations, not to equip themselves for their future lives. This skepticism reduces students' enthusiasm for learning because they unable to find its use in everyday life (Park & Young-Ho, 2009).

One of the biology matter that is closely related to daily life is the digestive system. Based on the 2013 Curriculum, the digestive system has been provided from elementary to high school levels, with Basic Competencies and Learning

Objectives that are tailored to the needs at each level. The Basic Competence in the concept of the digestive system for highschool is how to analyze information in concluding a person's health. This conclusion relates to eating patterns that will affect organ’s function in a certain period of time.

In this study, a BG was made based on the 2015 PISA framework in order to help students to analyze health information into daily life through games, by designing their food menu based on health tests. The 2015 PISA framework is used as a BG framework, with material limitations adjusted for the 2013 Curriculum Basic Competencies for SMA/MA level. The purpose of this research is to construct PISA which is generally in the form of test questions (conventional) into a BG, so that it can explore students' literacy skills through games. The 2015 PISA Framework consists of three competencies, namely explaining phenomena scientifically, evaluating and designing scientific investigations, and interpreting data and evidence scientifically (OECD, 2013). It is hoped that the application of the PISA-framed BG in learning activities can facilitate students to explore scientific literacy skills. Besides that, it can also provide ideas for teachers to implement BG in an effort to train students' intrapersonal skills.

Method

This research is narative research using validated BG using The BG was made using ADDIE model as a learning tools. According to Assjari & Permanarian (2010: 172), narrative research can be used by an educator to report their teaching experiences. The type of narrative research was a scientific report on the results of using "Journal of Culinary Tourism" BG at classes (11^{th} MIPA 1- 11^{th} MIPA 5), using one of class 11’th grade: digestive system material.

Analyze

In the analyze stage, literacy studies and direct observations were carried out on students to find facts especially about their scientific literacy abilities. Based on the results of PISA 2018, it shows that the reading score of Indonesian students is ranked 72 out of 77 participating countries (PISA, 2018). In addition, other studies also show the same thing regarding the condition of the majority of Indonesian students. This low ability over the years certainly shows that students can read but are not necessarily able to understand it. In addition, literature was conducted to identify Generation Z born in 1997-2012. Singh (2014) stated that generation Z more than any other will suffer from the growing gap between the highly skilled and the unskilled. The technical skill gap is huge, but the nontechnical skill gap is even more pervasive. On the one hand, managing generation Z requires a huge remedial effort on broad transferable skills like work habits, interpersonal communication, critical thinking and a huge investment in remedial technical training.

Based on literacy studies and direct observations, it is necessary to look for ways that can provide opportunities to develop work habits, interpersonal communication, critical thinking, and remedial technical training for students. The first challenge is reducing the gap between skill and age differences, one of which can be overcome through games. Secondly, to find a game that can provide opportunities to work together and reduce competition, the idea emerged to make BG by generalizing the conditions of the players. Thirdly, finding appropriate

biology subject matter for making games and being able to develop scientific literacy skills through simulations: digestive system for high school based on Kurtilas Standard Competence.

Design

In the design stage, the BG was created using the PISA 2015 framework which was validated by 3 experts; media experts, subject-matter expert (SME) dan assessment experts. The prototype design (Figure 1) was revised so that the results can be validated (Figure 2) with a total rating of 80.56% or good enough for learning tools.

Development

The first prototype that has been made (Figure 1) is revised to the one shown in Figure 2.

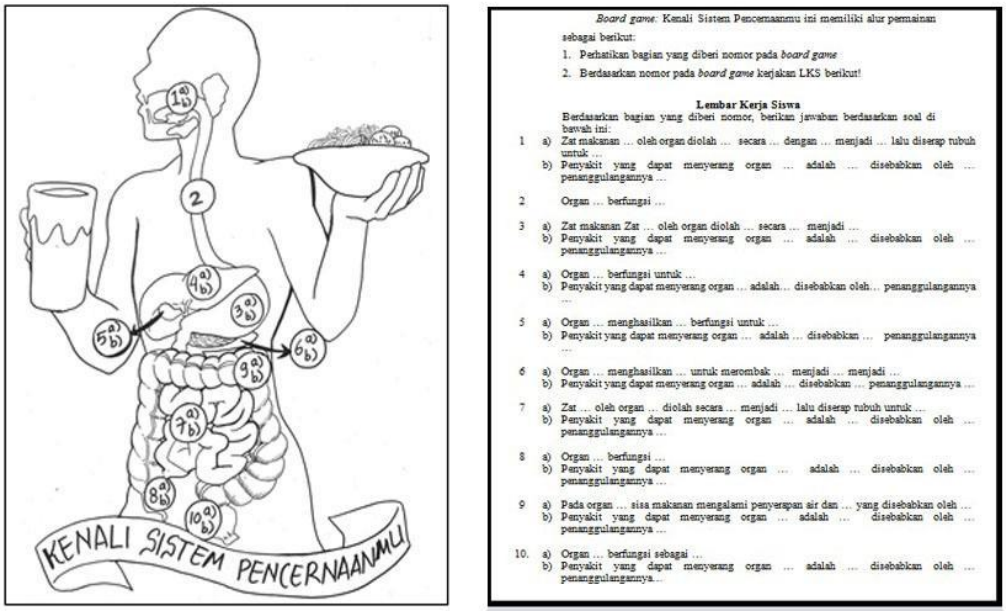


Figure 1. BG before revision



Figure 2. BG after revision with PISA 2015 framework

Implementation

The implementation of learning activity using BG is presented based on the results of observations that were made by documenting the findings in the classroom through learning process. Before learning activity is conducted, first making lesson plan, designing proper BG (Figure 2), and making questions for pre and post-test to suit the material (Tabel 1) that would be given in classes. This regulations complies with Permendiknas about lesson plan or RPP PP. No. 19 of 2005 article 20, that planning the learning process includes a syllabus and lesson plan which at least contains learning objectives, teaching materials, learning methods, learning resources and assessment of learning outcomes. In designing lesson plans, it is necessary to know that scientific literacy competence is the main target, so the design should be fused with one of scientific literacy, in this study using PISA 2015 competencies without reducing learning matter. PISA 2015 framework consists of 3 competencies: 1) Explaining phenomena scientifically; 2) Designing scientific investigations; 3) Interpret data and evidence scientifically with biology matter about digestive system for high school.

Tabel 1. Sample of literacy questions for pre and post-test

No.	Question grid	About	Answer

<table>
<tr>
<td>1.</td>
<td>Determining the ideal standard of a person's body based on BMI for the fat category</td>
<td>Anissa is a 25-year-old career woman, has a height of 155 cm and a weight of 73 kg, so based on the BMI formula:
BMI = body weight (kg) / Height2 (m)
Then compare the results with the following BMI (Body Mass Index) table!
<table>
<tr><td>BMI</td><td>Group</td><td>Category</td></tr>
<tr><td><17</td><td>Thin</td><td>too skinny</td></tr>
<tr><td>17-18.5</td><td>Thin</td><td>mild lean</td></tr>
<tr><td>18.5-25</td><td>Normal</td><td>normal</td></tr>
<tr><td>>25-27</td><td>Fat</td><td>mild overweight</td></tr>
<tr><td>>27</td><td>Fat</td><td>overweight</td></tr>
</table>
Based on the results of the comparison with the BMI table, it can be concluded that Anisa's body category is…
A. overweight
B. mild overweight
C. normal, because ideal
D. mild lean
E. too skinny</td>
<td>A</td>
</tr>
</table>

Evaluation

A limited trial was conducted by teacher (researchers) to 154 students (11th grade) of Santa Angela High School Bandung on October 19th to 24th, 2022 (Figure 3). The results of the analysis of student’s literacy skills through their assignment before and after playing BG can be seen in Figure 4.

Based on the chart, it was found that there was an increase in scientific literacy skills for each class based on a comparison of the pre and post test results. The average pre-test for 11th MIPA 1 was 60.36 and 79.06 for post-test. The average pre-test for 11th MIPA 2 pre-test was 59.69 and 75.86 for post-test. The average pre-test for 11th MIPA 3 pre-test was 68.82 and 79.38 for post-test. The average pre-test for 11th MIPA 4 was 58.97 and 82.65 for post-test. The average pre-test for 11th MIPA 5 was 71.94 and 81.11 for post-test. The average of the whole class is 63.96 for pre-test and 79.61 for post-test.








Figure 3. Students played “Journal of Culinary Tourism” BG

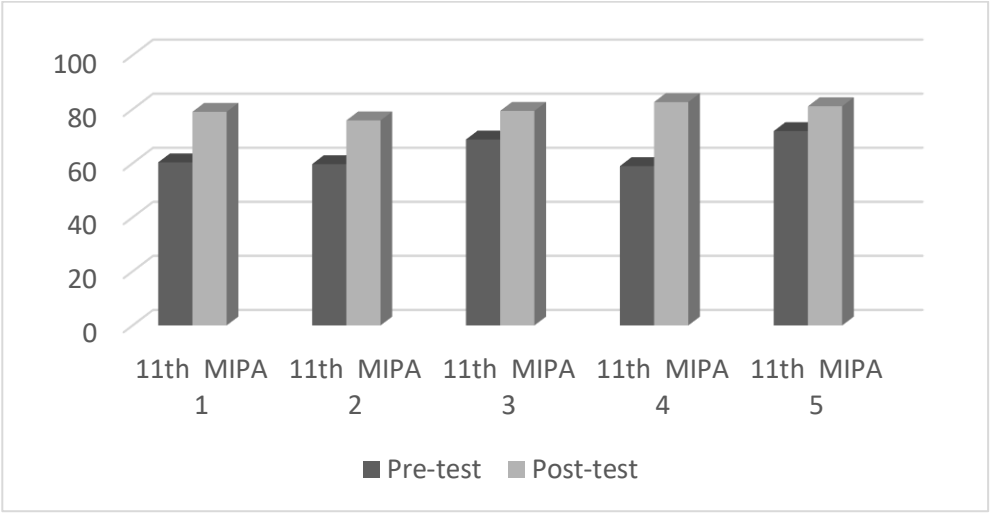


Figure 4. Student assignment (pre and post-test)

Conclusion

This research was conducted to explore the scientific literacy skills of high school students through the application of BG in learning about the food digestive system. This "Journal of Culinary Tourism" BG can be representatived as real life simulation for students to understand the importance of food intakes, learning how to maintain healthy life, maintaining a diet, diabetes mellitus, high cholesterol, and gout can be controlled.

References

Abas, H. (2013, 12 Juni). *Misteri Pelaksanaan Sertifikasi Guru*. Kompas, hal. 12.

Ambarini, N., Alvi R. & Joko A. (2013). Penerapan pembelajaran aktif card sort disertai mind mapping untuk meningkatkan minat belajar siswa dalam pembelajaran biologi siswa kelas VII-E SMP Negeri 5 Surakarta. *BIO-PEDAGOGI 2* (1): pp. 77-87.

Asma, D. M. (2016). *Pengembangan Media Komik Pembelajaran untuk Meningkatkan Penalaran dan Dampaknya Terhadap Sikap Peduli Lingkungan Pada Konsep Pencemaran Lingkungan di SMP*. S2 thesis. Universitas Pendidikan Indonesia.

Asmani, J. M. (2011). *Tujuh Tips Aplikasi PAKEM*. Yogyakarta: Diva Press.

Assjari & Permanarian (2010). Desain penelitian naratif. *Jurnal Asesmen dan Intervensi Anak Berkebutuhan Khusus. 10(2),* 172-183. Retrieved from: https://doi.org/10.17509/jassi.v10i2.3922

Aulia, L. (2013, 5 Desember). Posisi Indonesia Nyaris Jadi Kuru Kunci. Kompas, hal. 12.

Bacanak, A. & Gokdere, M. (2009). Investigating level of the scientific literacy of primary school teacher candidate. *Asia-Pasific Forum on Science Learning and Teaching,* 10(1).

Bencsik, A., Csikos, G. & Juhaz, T. (2016). Y and Z Generation at Workplace. *Journal of Competitiveness, 8*(3), 90-106

Brown, J. F. (2011). *The skills system instructor’s guide: an emotion-regulation skills curriculum for all learning abilities*. IUniverse.

ByBee, R., McCrae, B., Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 865-883.

Darmawan, Rangga. (2013). *The Use of Comic Strips in Improving Students’ Reading Comprehension of Narrative Texts: A Quasi-Experimental Research in Eight Grade Students of a Junior High School in Bandung*. S1 skripsi. Universitas Pendidikan Indonesia.

DeBoer, G.E. (2000). Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Cotemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.

Firman, H. (2007). *Laporan Analisis Literasi Sains Berdasarkan Hasil PISA Nasional 2006.* Jakarta : Balitbang Depdiknas

Hadinugraha, S. (2012). *Literasi Sains Siswa SMA Berdasarkan Kerangka PISA (The Programme for International Student Assessment) pada Konten Pengetahuan Biologi.* (Skripsi) FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung. Tidak diterbitkan.

Helena, R. M. R. (2012) Playful learning in the EFL class: the beneficial use board games and the lego serious play method. *Action Research Project*. Universidad de Alcalá, 12 September 2012.

Huang, A. & Levinson, D. (2011). To game or not to game teaching transportation planning with board games. *Transportation Research Record* 2307.

Holbrook, J. & Rannikmae, M. (2009). “The meaning of scientific literacy”. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275-288.

Kalyuga, S. & Plass, J. L. (2009). Evaluating & managing cognitive load in games. *Handbook of Reseach on Effective Electronic Gaming in Education*, 2, 719-737.

Lancaster, L. C. & Stillman, D. (2002). *When generations collide. Who they are. Why they clash. How to solve generations puzzle at work.* New York: Collins Business.

Lyons, S. (2004). An exploration of generational values in life at work. *ProQuest Dissertation and Theses*, 441-441.

Lujan, H.L. & DiCarlo, S.E. (2006). Too much teaching, not enough learning: what is the solution? *Advances in Physiology*, 30(1), 17-22.

NRC. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.

OECD (2013). *PISA 2015 Draft Science Framework*. Paris: OECD

OECD (2016). *Programme for International Student Assessment* (*PISA) Result from PISA 2015.*

Osborne, J. (2002). Science without literacy: a ship without a sail?. *Cambridge Journal of Education*, 32(2), 203-218.

Park. E. Y. & Young-Ho Park. (2009). A Proposal on an Edu-Game Mechanism for Effectively Knowledge by Using Hierarchical Configuration. *UNESST 2009*. Verlag Berlin Hiendelberg: Springer.

Parsonson, B.S. (2012) *Evidence-based classroom behavior management strategies*. Kairranga 13.

Preczewski, P.J. et al. (2009). Perspective of German and US students as they make meaning of science in their everyday lives. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 247-258.

Piccione, P. (1980), *In search of the meaning of Senet*. [ONLINE] available http://www.gamemuseum.uwaterloo.ca/archieves/Pissione/index.html

PISA. (2018). *Country note: program for international students assessment (PISA).* Retrived from: http://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_IDN.pdf

Rusman (2016). *Model-model pembelajaran: mengembangkan profesionalisme guru*. Kota Depok: PT Rajagrafindo Persada.

Smith, K.V. et al. (2012). Developing Scientific Literacy in a Primary School. *International Journal of Science Education*, 34(1), 231-250.

Sophia, G. (2013). *Profil Capaian Literasi Sains Siswa SMA di Garut Berdasarkan Kerangka PISA Pada Konten Pengetahuan Biologi*. (Skripsi). FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung. Tidak diterbitkan.

Singh, A., (2014). Challenges and Issues of Generation Z. *IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM)* e-ISSN: 2278-487X, p-ISSN: 2319-7668. Volume 16, Issue 7. Ver. I (July. 2014), PP 59-63
www.iosrjournals.org

Silberman, M. L. (2011). *Active learning 101 cara belajar siswa aktif*. Bandung: Nusamedia.

Sugiyono (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung : Alphabet.

Suyadi. (2010). *Psikologi belajar PAUD*. Yogyakarta: Pedagogia.

Tsaparlis, G. et al. (2013). Students’ knowledge of nuclear science and its connection with civic literacy science in two European context: the case of newspaper article. *Science and Education*, 22, 1963-1991.

Trinayanti, T. (2016) *Peningkatan Literasi Sains dan Berpikir Kritis Melalui Penerapan* Levels of Inquiry *Pada Materi Gerak Tumbuhan Kelas VIII*. S2 thesis. Universitas Pendidikan Indonesia.

Tuan, H.L., Chin, C.C., & Shieh, S.H. (2005). The Development of a Questionnaire to Measure Students’ Motivation Towards Biology Learning. *International Journal of Biology Education, 6.* Pp.639-654.

Tuomisto, M. & Aksela, M. (2015). Design and Evaluation Framework for Educational Games: *Design and Evaluation Framework for Relevant Chemistry-related Educational Card and Board Games*. Unit of Chemistry Teacher Edication, Department of Chemistry.

Yuliati, Yuyu. (2015). *Peningkatan Keterampilan Berpikir Kreatif dan Keterampilan Proses Sains Siswa Sekolah Dasar Melalui Model*

Pembelajaran Berbasis Masalah. S2 thesis. Universitas Pendidikan Indonesia.

Zuriyani, E. (2011). *Literasi Sains dan Pendidikan*. [Online]. Tersedia: http://sumsel.kemenag.go.id/file/file/TULISAN/wagj1343099486.pdf (diakses 14 April 2016).

PENGEMBANGAN METABOLIVERSE WEBSITE PEMBELAJARAN MULTIMEDIA INTERAKTIF MATERI METABOLISME KELAS XII

Yodan Prahardian Riyandika[1], Hendra Michael Aquan[2]
[1,2]*Universitas Sanata Dharma, Indonesia*
[1]*yodanprahardianriyandika@gmail.com* , [2]*hendra.aquan@usd.ac.id*

Abstrak
Pandemi COVID-19 telah mengubah pendidikan tradisional menjadi lingkungan yang lebih online. Guru dan siswa berjuang untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan belajar yang baru sebagai akibat dari perubahan yang tiba-tiba. Partisipan dalam penelitian ini adalah guru dari enam SMA. Biologi merupakan mata pelajaran yang menantang untuk dipelajari, khususnya proses metabolisme. Penelitian ini dilakukan untuk membuat dan menilai kesesuaian *Metaboliverse*, sebuah website multimedia interaktif. Penelitian ini menggunakan model penelitian dan pengembangan Sugiyono yang dibatasi pada 5 tahap yaitu potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, dan revisi desain. Penelitian ini menggunakan dua metode pengumpulan data, yaitu wawancara dan kuesioner. Produk telah dikembangkan dengan menggunakan *Google Sites*. Produk kemudian divalidasi oleh satu ahli media, satu ahli materi, dan dua praktisi pembelajaran. Skor validasi adalah 94,38%, dengan kriteria "Sangat Layak". Penelitian ini menyimpulkan bahwa website *Metaboliverse* sangat layak untuk diujicobakan pada kelompok siswa terbatas dan berpotensi untuk digunakan dalam lingkungan pembelajaran online.

Kata kunci: Google Sites, Metabolisme, Metaboliverse, Multimedia Interaktif, RnD

DEVELOPMENT OF METABOLIVERSE WEBSITE INTERACTIVE MULTIMEDIA LEARNING ON METABOLISM MATERIALS FOR CLASS XII

Yodan Prahardian Riyandika[1], Hendra Michael Aquan[2]
[1,2]*Sanata Dharma University, Indonesia*
[1]*yodanprahardianriyandika@gmail.com* , [2]*hendra.aquan@usd.ac.id*

Abstract
The pandemic COVID-19 has transformed traditional education into a more online environment. Teachers and students struggled to adjust to the new learning environment as a result of the abrupt change. The participants in this study are teachers from six high schools. Biology was a subject that was challenging to learn, particularly the metabolic process. This study was done to create and assess the suitability of *Metaboliverse*, an interactive multimedia website. The research used Sugiyono's research and development model which were limited to 5 stages

including potential and problems, data collection, product design, design validation, and design revision. The research used two data collection methods, namely interviews and questionnaires. The product has been developed by using *Google sites*. The product then being validated by one media expert, one material expert, and two learning practitioners. Score of validation is 94.38%, with criteria of “Very Eligible”. This research concluded that the *Metaboliverse* website is very eligible to be tested to limited group of students and has the potential to be used in online learning environment.

Keywords: Google Sites, Interactive Multimedia, Metabolism, Metaboliverse, RnD

Pendahuluan

Pandemi COVID-19 membawa situasi baru dalam dunia pendidikan yakni perubahan dari pembelajaran luring menjadi daring atau Pembelajaran Jarak Jauh (PJJ). Perubahan ini tentu mengubah dinamika kelas dan memerlukan adaptasi. Dalam proses adaptasi tersebut, pendidik dituntut untuk dapat memfasilitasi kegiatan belajar peserta didik melalui pembelajaran daring yang memanfaatkan teknologi berbasis internet.

Meskipun ada perubahan dinamika pembelajaran, ketercapaian kompetensi dan tujuan pembelajaran tentu menjadi harapan yang diperjuangkan guru dan peserta didik. Keberhasilan dalam proses pembelajaran dapat diukur dari beberapa indikator sebagai berikut : ketercapaian tujuan pembelajaran, keaktifan siswa untuk berpartisipasi dalam pembelajaran, dan keberhasilan pendidik untuk merangsang daya kreativitas dalam kondisi pembelajaran yang menyenangkan. Ketika indikator tersebut terpenuhi maka kegiatan pembelajaran dapat dikatakan berhasil atau disebut pembelajaran ideal. Dalam rangka mencapai hal tersebut tentunya dipengaruhi berbagai macam faktor yang mendukung di antaranya penyampaian materi yang menarik oleh guru, media pembelajaran yang interaktif, serta alur pembelajaran yang menarik diikuti oleh peserta didik.

Pada pelaksanaannya, guru mengalami kendala dalam pembelajaran daring. Tantangan pembelajaran daring tersebut diketahui dari hasil wawancara dengan guru mata pelajaran biologi dari enam sekolah yakni SMA Immanuel Kalasan, SMA Kolese De Britto, SMA Negeri 1 Ngemplak, SMA Pangudi Luhur, SMA Negeri 1 Prambanan, dan SMA Negeri 11 Yogyakarta. Kendala pembelajaran daring yang ditemui di 6 SMA tersebut antara lain jaringan internet yang bisa saja tidak stabil dan boros kuota khususnya pada kelas virtual yang menggunakan platform seperti *Google Meet* ataupun *Zoom.* Tantangan tersebut tidak dapat dihindarkan karena pembelajaran bertumpu pada kehadiran internet. Keterbatasan waktu dalam pembelajaran menjadi kendala dalam penyampaian materi agar mudah dipahami oleh peserta didik. Selain itu kendala yang dialami berupa keterlambatan pengumpulan tugas atau didapati hasil pekerjaan yang sama antar peserta didik yang diindikasikan sebagai bentuk plagiarisme. Pada pembelajaran daring, guru juga dituntut menyiapkan media pembelajaran yang dapat menarik motivasi dan minat peserta didik. Hasil analisis kebutuhan dalam dinamika kelas dan mencari sumber-sumber pembelajaran yang relevan di internet secara selektif agar dapat menyampaikan materi pembelajaran dengan baik. Materi yang dianggap

sulit untuk diajarkan salah satunya yaitu materi metabolisme. Guru mengalami kesulitan dalam penyampaian materi tersebut karena materi cukup kompleks dan abstrak. Kebutuhan akan media pembelajaran yang menarik juga diperlukan untuk menarik perhatian peserta didik dalam pembelajaran dan membantu dalam pemahaman materi yang disampaikan oleh guru.

Dilihat dari berbagai permasalahan yang dihadapi oleh guru, pengembangan produk yang dibuat berfokus hanya untuk membantu menyelesaikan permasalahan berupa keterbatasan waktu dalam penyampaian materi, memuat materi metabolisme yang dianggap sulit untuk diajarkan, pengadaan media pembelajaran menarik yang tidak memerlukan jaringan yang stabil dan intensif layaknya pertemuan sinkron dengan *Zoom* ataupun *Google Meet* serta tidak memakan banyak kuota internet. Permasalahan yang dihadapi oleh guru perlu untuk ditindaklanjuti dan dibantu dalam penemuan solusinya agar turut meningkatkan mutu dan keberhasilan pembelajaran selama daring.

Berdasarkan Suardi (2015) pembelajaran dapat dikatakan berhasil apabila memenuhi indikator yaitu materi atau bahan ajar dapat dipahami dengan baik secara individual maupun kelompok kelas yang ditunjukkan oleh tercapainya prestasi tinggi di kelas tersebut; dan perilaku yang ditentukan dalam tujuan pembelajaran telah dicapai oleh peserta didik secara individual maupun kelompok. Dalam rangka memenuhi indikator keberhasilan pembelajaran tersebut, pemberian materi disertai gambar dan video dapat dilakukan untuk meningkatkan pemahaman peserta didik dalam memahami materi yang dirasa sulit. Hal ini juga didukung oleh penelitian Wiroatmojo dan Sasonohardjo dalam Khotimah, dkk. (2019) yang menyebutkan bahwa indera penglihatan memiliki daya serap tertinggi terhadap stimulus yang dalam hal ini adalah materi pembelajaran, yaitu sebanyak 82%. Persentase daya serap indera lainnya yaitu 11% pada indera pendengaran, 3,5% pada indera peraba, 2,5% pada indera perasa, dan 1% pada indera penciuman. Oleh karena itu, apabila diaplikasikan dalam proses pembelajaran maka penting untuk memanfaatkan media pembelajaran yang sifatnya visual dalam rangka meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi dan menjadi salah satu alternatif guru dalam memberikan materi pembelajaran.

Hasil wawancara kebutuhan menunjukkan bahwa para guru dan siswa sudah terbiasa menggunakan internet sebagai sarana pembelajaran biologi. Hal ini menjadi penunjang dalam pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis internet. Selain itu, pengembangan produk dalam penelitian ini mengacu pada enam penelitian relevan terdahulu. Beberapa hasil penelitian tersebut yang menginspirasi dalam pengembangan produk ini antara lain pengembangan media pembelajaran berbasis *Google Sites* pada materi protista mendapatkan hasil skor respon peserta didik terhadap media yang tergolong sangat baik dan layak untuk digunakan (Aulia, dkk., 2021); penerapan *Wordwall* yang dipadukan dengan *Classroom* terbukti meningkatkan motivasi belajar dan prestasi belajar biologi (Arimbawa, 2021); pengembangan LKPD interaktif untuk pembelajaran konsep mol memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif (Herawati, dkk., 2016); penerapan animasi GIF pada kegiatan pembelajaran mendapatkan hasil dengan kategori sangat layak (Asyhari & Fitri, 2017); penelitian penggunaan aplikasi Padlet terbukti meningkatkan hasil belajar peserta didik (Nurhayati, 2022); dan pemanfaatan media YouTube sebagai media pembelajaran mendapatkan hasil peningkatan motivasi belajar, aktivitas belajar, serta meningkatnya kualitas diskusi antara guru dan peserta didik (Suwanto,

dkk., 2021). Berdasarkan temuan masalah dan pertimbangan di atas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Pengembangan Metaboliverse Website Pembelajaran Multimedia Interaktif Materi Metabolisme Kelas XII”.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan atau disebut juga *Research and Development* (RnD) model Sugiyono. Model RnD yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada model RnD Sugiyono tahapan satu hingga kelima. Tahapannya yaitu pencarian potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, dan revisi desain (Sugiyono, 2013).

Teknik pengumpulan data yang pertama adalah wawancara analisis kebutuhan dengan guru biologi dari enam SMA di Yogyakarta dan sekitarnya. Keenam sekolah tersebut yaitu SMA Immanuel Kalasan, SMA Kolese De Britto, SMA Negeri 1 Ngemplak, SMA Pangudi Luhur, SMA Negeri 1 Prambanan, dan SMA Negeri 11 Yogyakarta. Data wawancara analisis diolah oleh peneliti untuk mengidentifikasi dan membuat produk. Teknik pengumpulan data yang kedua adalah dengan mengisi kuesioner produk yang diisi validator yaitu dua guru biologi sebagai praktisi dan dua dosen Pendidikan Biologi sebagai pakar atau tenaga ahli.

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif dengan hasil wawancara analisis kebutuhan dan kuesioner validasi produk. Data hasil wawancara analisis kebutuhan digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan guru dalam pembelajaran biologi dan membantu peneliti menentukan produk yang hendak dikembangkan. Data hasil kuesioner produk digunakan untuk mengetahui kevalidan dan kelayakan media pembelajaran yang telah dibuat oleh peneliti. Perbaikan atau penyempurnaan produk juga didasarkan pada komentar atau saran validator. Analisis kuantitatif dilakukan dengan menggunakan data dari perolehan skor lembar validasi produk oleh validator untuk mendapatkan hasil berupa kelayakan produk yang dikembangkan peneliti. Kategori penilaian validasi produk berdasarkan Arikunto dalam Handoko, dkk., (2021) seperti terlihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Kriteria Kelayakan Produk

No.	Skor Presentase	Interpretasi
1.	81%-100%	Sangat layak
2.	61%-80%	Layak
3.	41%-60%	Cukup layak
4.	21%-40%	Kurang layak
5.	0%-20%	Sangat kurang layak

Hasil dan Pembahasan

Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan melalui wawancara berdasar kisi-kisi dengan narasumber guru biologi jenjang SMA. Kisi-kisi wawancara meliputi enam aspek yaitu identitas guru, pelaksanaan pembelajaran, model dan metode pembelajaran, materi pembelajaran, media pembelajaran, dan evaluasi pembelajaran. Peneliti memilih tiga sekolah swasta yaitu SMA Immanuel Kalasan, SMA Kolese De Britto, SMA Pangudi Luhur, dan tiga sekolah negeri yaitu SMA Negeri 1 Ngemplak, SMA Negeri 1 Prambanan, dan SMA Negeri 11 Yogyakarta. Pemilihan sekolah yang beragam ini tujuannya untuk mendapatkan informasi variatif dan harapannya dapat mencerminkan permasalahan yang dialami guru biologi.

Berdasar temuan analisis kebutuhan, peneliti menemukan ada persamaan potensi dan masalah yang dapat digunakan sebagai dasar dari pengembangan produk. Potensi yang ditemui pada tiap sekolah yaitu guru dan peserta didik sudah biasa menggunakan media berbasis IT dengan bantuan laptop atau *smartphone* dalam kegiatan pembelajaran. Guru juga memiliki harapan adanya pengembangan media pembelajaran interaktif untuk materi metabolisme yang memuat video pembelajaran dan animasi yang menarik minat peserta didik dikarenakan materi tersebut dianggap materi tersulit karena cenderung abstrak. Selain itu, perlu adanya kegiatan praktikum yang dapat dilakukan secara mandiri dengan alat dan bahan yang tidak sulit didapatkan oleh peserta didik.

Pengembangan Produk Awal

Pengembangan produk didasari pada analisis kebutuhan yang sudah dilakukan. Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini yaitu berupa *website* pembelajaran multimedia interaktif materi metabolisme kelas XII yang bernama *Metaboliverse* (*Metabolism Universe*). Nama tersebut mempunyai arti yaitu *universe* = alam semesta dan *metabolism* = metabolisme, sehingga dapat diartikan sebagai ruang dan waktu untuk mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan metabolisme. Produk ini dapat diakses dan digunakan melalui komputer, laptop, *tablet*, maupun *smartphone*. Produk dapat diakses melalui tautan sebagai berikut https://sites.google.com/view/metaboliverse.

Pengembangan produk ini menggunakan *Google Sites* sebagai platform utama dan dikombinasikan dengan platform digital lainnya yang mendukung media pembelajaran interaktif antara lain *Wizer.me*, *Wordwall*, *Padlet*, *Google Form*, *YouTube*, dan animasi GIF. Masing-masing media mempunyai peranan dalam produk. *Wizer.me* sebagai media untuk LKPD interaktif. *Wordwall* sebagai media untuk *pretest* dan *posttest*. *Padlet* sebagai media untuk diskusi dalam pembelajaran. *Google Form* digunakan sebagai presensi peserta didik sebelum mengikut pembelajaran. *YouTube* dan animasi GIF digunakan sebagai sumber belajar sekaligus mengilustrasikan materi agar meningkatkan minat belajar serta memudahkan peserta didik dalam memahami materi.

Secara umum, desain yang digunakan pada *website* ini didominasi oleh warna biru. Pada bagian latar belakang dipilih warna biru muda dikombinasikan dengan warna biru tua, putih, dan merah muda. Selain itu, dalam produk juga didesain menggunakan gambar yang menarik seperti adanya karakter guru untuk menimbulkan kesan komunikatif. Dalam penggunaan *website* dibantu dengan tombol navigasi dengan gambar yang disesuaikan kegunaannya. Contoh tombol navigasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tombol Navigasi

Produk ini juga dilengkapi dengan beberapa komponen lain yaitu halaman utama, capaian kompetensi, peta konsep, pembelajaran, materi, penugasan, video, glosarium, daftar pustaka, dan profil penyusun. Berikut penjelasan dari masing-masing komponen website *Metaboliverse*:

1. Halaman utama



Gambar 2. Tampilan Awal *Website*

Halaman utama yaitu tampilan yang dilihat pertama kali ketika mengakses produk, seperti terlihat pada Gambar 2. Pada halaman itu terdapat tulisan berjalan dan audio berisi sambutan dan kata pengantar untuk pengguna produk. Selain itu memuat pula deskripsi produk, petunjuk penggunaan produk, gambaran umum materi, dan juga berbagai menu seperti yang terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Menu Pada Halaman Utama

2. Halaman capaian kompetensi

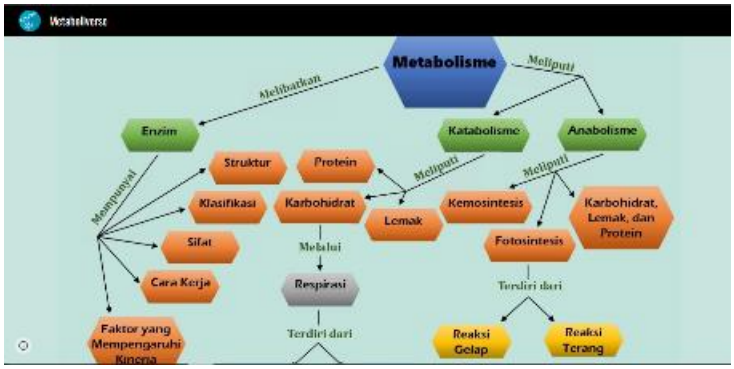
Bagian ini berisi kompetensi inti dan kompetensi dasar pembelajaran materi metabolisme seperti yang terlihat pada Gambar 4. Kompetensi inti yang tercantum meliputi KI 3 dan KI 4 mata pelajaran biologi SMA. Sedangkan kompetensi dasar yang tercantum adalah KD 3.2 dan KD 4.2 terkait dengan materi metabolisme kelas XII.



Gambar 4. Tampilan Halaman Capaian Kompetensi

3. Halaman peta konsep

Bagian ini berisi peta konsep materi dengan bentuk segi enam warna-warni dilengkapi dengan keterangan dan garis panah sebagai penghubung. Selain itu ada kata kunci yang berisikan kata penting dalam memahami materi metabolisme. Tampilan halaman peta konsep dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Halaman Peta Konsep

4. Halaman pembelajaran

Bagian ini berisi petunjuk kegiatan pembelajaran dan 3 menu kegiatan pembelajaran sesuai dengan materi per pertemuannya seperti terlihat pada Gambar 6. Kegiatan 1 berisi pembelajaran materi enzim, kegiatan 2 berisi materi katabolisme, dan kegiatan 3 berisi materi anabolisme.



Gambar 6. Menu Kegiatan Pembelajaran

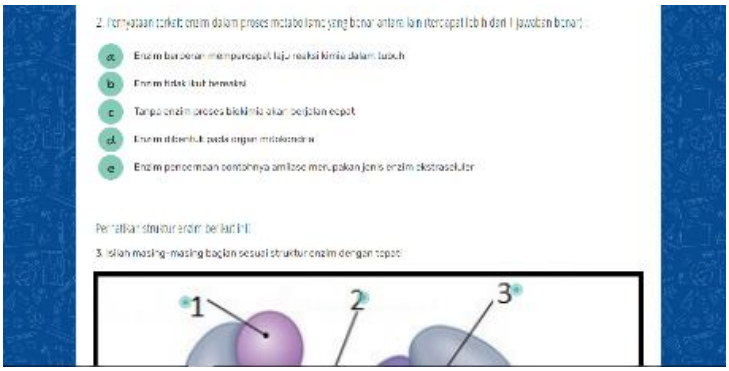
Setiap kegiatan pembelajaran memuat tulisan bergerak berisi sambutan pada pengguna dan mengingatkan untuk membaca materi terlebih dahulu sebelum mengikuti pembelajaran. Selanjutnya ada presensi, apersepsi dengan gambar dan penjelasan, tujuan pembelajaran, *pretest*, diskusi (mencakup petunjuk kegiatan, LKPD dan forum diskusi berupa *Padlet*), *posttest*, penugasan berupa praktikum mandiri, dan penutup. *Pretest* dan *posttest* dibuat dengan *Wordwall* seperti terlihat pada Gambar 7. Forum diskusi *Padlet* mempunyai tampilan seperti pada Gambar 8. Sedangkan tampilan LKPD dibuat dengan *Wizer.me* seperti terlihat pada Gambar 9 dan 10.



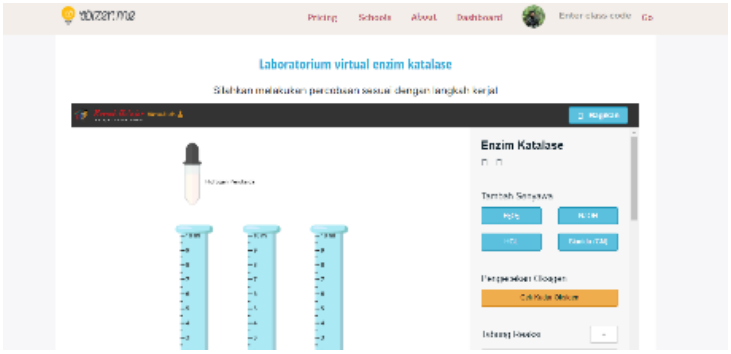
Gambar 7. Contoh Tampilan *Pretest* & *Posttest*



Gambar 8. Contoh Tampilan Forum Diskusi *Padlet*



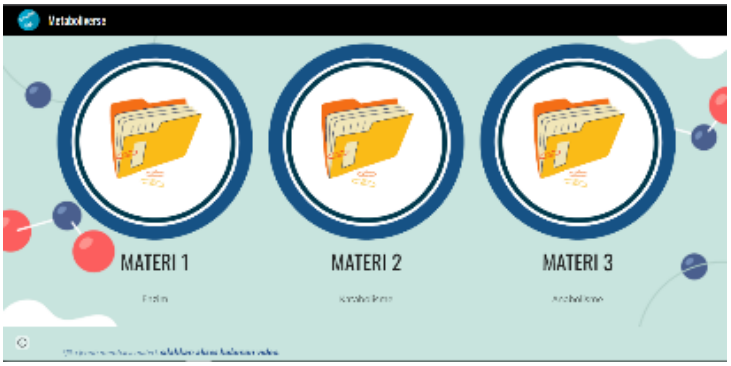
Gambar 9. Contoh Tampilan LKPD Diskusi



Gambar 10. Contoh Tampilan LKPD Praktikum

5. Halaman materi

Bagian ini berisi sambutan, penjelasan halaman materi, dan 3 menu materi. Materi 1 memuat materi enzim, materi 2 memuat materi katabolisme, dan materi 3 memuat materi anabolisme, seperti yang tampak pada Gambar 11. Setiap menu berisi rangkuman penjelasan materi dilengkapi dengan animasi GIF dan gambar relevan untuk membantu memahami materi.



Gambar 11. Menu Materi

6. Halaman penugasan

Bagian ini berisi sambutan, penjelasan halaman penugasan, dan 3 menu tugas sesuai sub materi metabolisme yang dipelajari seperti terlihat pada Gambar 12. Tugas 1 memuat LKPD praktikum enzim katalase, tugas 2 memuat LKPD praktikum fermentasi anaerob, dan tugas 3 memuat LKPD praktikum fotosintesis. Pada halaman penugasan juga tertulis kata mutiara dari beberapa tokoh, harapannya peserta didik dapat terinspirasi dan termotivasi sebelum

mengerjakan tugas. Setiap menu tugas merupakan pintasan menuju LKPD praktikum yang sama pada halaman pembelajaran. Hal ini dibuat agar peserta didik dapat lebih fleksibel dalam mengakses LKPD tugas praktikum mandiri tanpa harus masuk terlebih dahulu ke menu pembelajaran.



Gambar 12. Menu Tugas

7. Halaman video

Bagian ini berisi penjelasan materi dan tutorial mengaktifkan *subtitle* pada video dengan Bahasa Indonesia. Selain itu ada berbagai video yang bersumber dari *YouTube* terkait materi enzim, katabolisme, dan anabolisme, seperti yang terlihat pada Gambar 13. Hal ini dapat digunakan untuk membantu mempermudah pemahaman peserta didik.



Gambar 13. Tampilan Halaman Video

8. Halaman glosarium

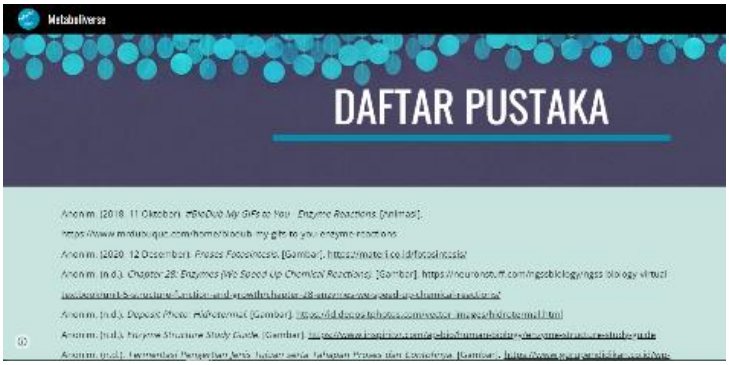
Glosarium berisi definisi dari kata kunci dan kata asing, seperti terlihat pada Gambar 14. Pada halaman ini, dilengkapi dengan keterangan huruf awal pada kata untuk mempermudah pencarian oleh pengguna.



Gambar 14. Tampilan Halaman Glosarium

9. Halaman daftar pustaka

Website ini dilengkapi dengan daftar pustaka seperti pada Gambar 15. Daftar pustaka ini memuat semua sumber yang menjadi referensi dalam pembuatan isi *website* baik sumber tertulis, gambar, animasi GIF, maupun video dari *YouTube*.



Gambar 15. Tampilan Halaman Daftar Pustaka

10. Profil penyusun

Pada profil penyusun berisi nama lengkap, foto, dan info kontak yaitu *email* dan *WhatsApp*. Ikon *email* dan *WhatsApp* dapat diklik dapat langsung membuka kedua aplikasi tersebut. Lalu ada pula keterangan universitas dan tahun pembuatan media yaitu tahun 2022. Profil penyusun ini terdapat pada bagian bawah disemua halaman *website,* seperti terlihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Tampilan Profil Penyusun

Validasi Produk

Validasi produk *Metaboliverse* dilakukan dengan tujuan mengetahui kelayakan produk dan mendapatkan komentar maupun saran yang membangun dalam rangka perbaikan produk pada komponen media maupun materi. Proses validasi melibatkan empat orang meliputi satu ahli media dari dosen Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma, satu ahli materi dari dosen Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma, dan dua praktisi yaitu guru biologi SMA Kolese De Britto dan SMA Negeri 1 Ngemplak. Komponen media mencakup delapan aspek yaitu cara penggunaan dan kepraktisan, kelengkapan, tampilan, tata letak, navigasi, multimedia, menarik dan interaktif, serta keterlibatan peserta didik. Hasil validasi komponen media dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil validasi komponen media

Aspek yang Dinilai	Hasil dari Validator			Rerata
	Ahli Media	Praktisi I	Praktisi II	
Cara Penggunaan dan Kepraktisan	4	4	3	3,67
Kelengkapan	4	4	4	4
Tampilan	3	4	4	3,67
Tata Letak	4	4	3	3,67
Navigasi	4	4	4	4
Multimedia	3	4	4	3,67
Menarik dan Interaktif	4	4	4	4
Keterlibatan Peserta Didik	4	4	4	4
Total Skor	30	32	30	30,67
Rata-rata	3,75	4	3,75	3,83
Persentase	93,75	100	93,75	95,83
Kriteria	Sangat Layak	Sangat Layak	Sangat Layak	Sangat Layak

Perhitungan persentase validator mencakup ahli media, praktisi I, dan praktisi II yaitu 93,75%, 100%, dan 93,75% yang mana ketiganya termasuk dalam kategori sangat layak berdasarkan kriteria kelayakan produk. Rata-rata persentase ketiga validator yaitu 95,83% sehingga diketahui produk *Metaboliverse website* pembelajaran multimedia interaktif materi metabolisme kelas XII yang dikembangkan oleh peneliti mempunyai kriteria sangat layak komponen medianya.

Komponen materi mencakup enam aspek yaitu kesesuaian materi, keakuratan materi, kedalaman materi, keluasan materi, penyajian materi, dan penggunaan bahasa. Hasil validasi komponen materi dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil validasi komponen materi

Aspek yang Dinilai	Hasil dari Validator			Rerata
	Ahli Materi	Praktisi I	Praktisi II	
Kesesuaian Materi	4	4	4	4
Keakuratan Materi	4	3	4	3,67
Kedalaman Materi	3	4	4	3,67
Keluasan Materi	4	4	4	4
Penyajian Materi	3	4	4	3,67
Penggunaan Bahasa	3	4	3	3,33
Total Skor	21	23	23	22,33
Rata-rata	3,5	3,83	3,83	3,72
Persentase	87,5	95,83	95,83	93,06
Kriteria	Sangat Layak	Sangat Layak	Sangat Layak	Sangat Layak

Perhitungan validator mencakup ahli materi, praktisi I, dan praktisi II yaitu 87,5%, 95,83%, dan 95,83% yang mana ketiganya termasuk dalam kategori sangat layak berdasarkan kriteria kelayakan produk. Rata-rata persentase ketiga validator yaitu 93,06% sehingga dapat diketahui produk berupa *Metaboliverse website* pembelajaran multimedia interaktif materi metabolisme kelas XII yang dikembangkan oleh peneliti mempunyai kriteria sangat layak komponen materinya.

Setelah mendapatkan hasil penilaian dari seluruh validator dilakukan perhitungan rerata hasil validasi akhir produk. Hasil validasi akhir produk merupakan perhitungan dari hasil validasi komponen media dan hasil validasi komponen materi yang sudah didapatkan. Rekapitulasi perhitungan rerata akhir produk dapat dilihat pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Rekapitulasi Rerata Validasi Akhir Produk

No.	Validasi	Hasil
1.	Media	3,83
2.	Materi	3,72
Rerata Akhir		3,78
Persentase		94,38
Kriteria		Sangat Layak

Berdasarkan hasil yang didapatkan, produk Metaboliverse website pembelajaran multimedia interaktif materi metabolisme kelas XII yang dikembangkan peneliti mendapatkan rata-rata 3,78 yang diperoleh dari rata-rata hasil validasi komponen media dan komponen materi yaitu 3,83 dan 3,72. Rata-rata dari keseluruhan aspek yaitu media dan materi yaitu 3,78 atau 94,38% sehingga dapat dikategorikan sangat layak berdasarkan kriteria kelayakan produk.

Revisi Produk

Revisi terhadap isi produk yang dikembangkan oleh peneliti, diperbaiki atas komentar dan saran dari validator baik dari segi media maupun materi. Tidak banyak perubahan yang dilakukan sebab komentar dan saran dari validator produk yang diberikan kepada produk sudah memuaskan. Pada segi media, perbaikan hanya terdapat pada hal teknis misalnya penambahan gambar, pemilihan warna pada peta konsep, dan pemilihan gambar yang lebih relevan dengan pengguna produk. Sedangkan pada segi materi, perbaikan yang dilakukan hanya pada penulisan yang perlu disesuaikan dengan tata tulis yang baik dan benar mengacu pada PUEBI.

Pembahasan

Produk yang dikembangkan oleh peneliti berupa *website* yang menggunakan *Google Sites* sebagai platform utama. Alasan dipilihnya platform tersebut karena dapat digunakan secara gratis, mudah dalam pengoperasiannya dan menyediakan banyak fitur yang mendukung untuk pengembangan media pembelajaran. Sejalan dengan yang disampaikan oleh Yuniarto, dkk. (2020), bahwa penggunaan *Google Sites* sebagai media pembelajaran mempunyai keunggulan sebab tidak hanya memuat kata-kata melainkan dapat juga memuat gambar, video, dan fitur lain yang dapat diintegrasikan dalam tampilan *website*. Melihat potensi yang dimiliki *Google Sites*, platform ini sangat memungkinkan untuk dikembangkan sebagai media pembelajaran yang memuat multimedia yang menunjang pembelajaran. Kombinasi penggunaan beberapa media dalam menyajikan informasi meliputi penggunaan teks, grafik, gambar, video, animasi dan audio merupakan definisi dari multimedia (Darmawan, 2014).

User Interface (*UI*) menjadi faktor penting yang perlu diperhatikan dalam pengembangan produk berbasis *website*. Selaras yang disampaikan oleh Geasela, dkk. (2018), *UI* merupakan tampilan visual yang meliputi tampilan visual seperti

kombinasi penggunaan warna, tipografi, tata letak layout, dan desain lainnya. Tingkat kenyamanan dan kejudahan penggunaan produk akan lebih baik apabila memperhatikan *UI* dalam pengembangannya. Peneliti menggunakan kombinasi beberapa warna yang terdiri dari warna biru muda sebagai *background* kemudian warna biru tua, merah muda, dan putih sebagai variasi warna desain. Warna biru dipilih karena warna ini menggambarkan alam seperti air dan langit yang memberikan kesan kehidupan (Purbasari & Jakti, 2014). Pengartian warna biru secara psikologis mempunyai arti kedamaian, ketenangan, kebersihan, dan santai (Purbasari & Jakti, 2014) namun juga mempunyai arti adanya tantangan (Purnama, 2010).

Komponen *User Interface* lainnya yang perlu diperhatikan berdasarkan Geasela, dkk. (2018) yaitu tipografi dan kerapian letak *layout.* Peneliti melakukan pengembangan produk *website* dengan memperhatikan kekonsistensian penggunaan jenis dan ukuran huruf. Penggunaan ukuran serta jenis yang tidak sama bertujuan untuk menandakan *section* atau bagian berbeda yang tersusun di laman *website*. Pada beberapa bagian terdapat penulisan kata atau kalimat yg dituliskan secara tebal atau miring. Penulisan tadi bertujuan untuk menyampaikan sorotan atau menggarisbawahi poin krusial agar menerima perhatian lebih pengguna *website*. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan oleh Zainudin (2022) yaitu penataan serta pemilihan huruf dapat memberikan kesan eksklusif untuk membantu pengguna *website* dalam memahami isi yang tersedia dalam laman *website.*

Penyusunan tata letak *layout* juga diperhatikan dalam pengembangannya. Peneliti berusaha menyusun konten isi pada *website* supaya tersusun dengan rapi dan nyaman untuk dicermati. Selain itu, peneliti juga berusaha secara maksimal untuk meminimalisir adanya tempat kosong pada *website*. Hal ini selaras dengan yang disampaikan Widyana & Waluyanto (2022) berkaitan dengan cara menyusun gambar, tulisan, juga elemen lain supaya terbentuk susunan yang baik. Penyusunan halaman *website* yang baik tentu akan memudahkan pengguna website memahami pesan yang terkandung pada halaman *website*.

Pengembangan sistem navigasi yang baik akan memudahkan dalam penggunaan produk. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan Hartadi, dkk. (2020), penggunaan ikon navigasi dengan gambar yang sesuai dengan fungsi akan memudahkan penggunaan media. Pengembangan produk metaboliverse menggunakan tombol navigasi dengan desain gambar yang menggambarkan fungsi tombol dan disertai dengan keterangan agar memudahkan pengguna dalam menelusuri halaman *website*. Penggunaan tombol juga fleksibel dikarenakan pengguna dapat melakukan klik pada gambar ikon navigasi sesuai dengan kebutuhan. Produk juga didesain dengan membaginya menjadi beberapa bagian meliputi halaman utama, capaian kompetensi, peta konsep, pembelajaran, materi, penugasan, video, glosarium, daftar pustaka, dan profil penyusun.

Produk yang dikembangkan terdiri dari enam macam platform dan media interaktif antara lain *Wizer.me, Wordwall, Padlet,* Animasi *GIF, YouTube,* dan *Google Form*. Setiap platform mempunyai peran dalam produk dan dikemas menjadi satu kesatuan produk. Tujuannya agar menunjang penyampaian informasi kepada pengguna dengan baik. Ketika informasi dapat diterima dengan baik oleh pengguna maka tujuan pembelajaran akan tercapai. Ketercapaian tujuan pembelajaran akan lebih mudah apabila pembelajaran yang dilakukan secara efektif. Pembelajaran efektif menurut Jihad & Haris (2013) yaitu pembelajaran

yang memberikan peserta didik kemudahan dalam mempelajari suatu hal yang sifatnya bermanfaat atau mencapai tujuan pembelajaran.

Salah satu karakteristik media pembelajaran yang baik yaitu adanya penggunaan banyak media dalam suatu produk. Selaras dengan yang disampaikan Tafonao (2018) yang menyampaikan bahwa karakteristik media pembelajaran yang baik yaitu variatif. Penggunaan media yang variatif tentu akan menunjang gaya belajar peserta didik yang berbeda-beda. Menurut Wahyuni (2017), terdapat tiga jenis gaya belajar yaitu gaya belajar visual yang utamanya menggunakan indera penglihatan, auditori yang utamanya menggunakan indera pendengaran, dan kinestetik yang utamanya menggunakan indera peraba atau melakukan gerakan. Di dalam produk, peserta didik yang memiliki gaya belajar visual dapat diakomodasi dengan adanya penyajian gambar, animasi, tabel, grafik, dan video. Peserta didik yang memiliki gaya belajar auditori dapat diakomodasi dengan adanya penyajian materi melalui lagu dan video pembelajaran. Sedangkan peserta didik yang memiliki gaya belajar kinestetik dapat diakomodasi dengan adanya kegiatan praktikum dalam proses pembelajaran.

LKPD dalam produk yang membantu proses pembelajaran dikembangkan menggunakan *wizer.me*. Pengertian LKPD menurut Umbaryati (2016) yaitu penggunaan LKPD dalam pembelajaran dapat dijadikan sebagai pedoman bagi pendidik dan peserta didik dalam rangka mendukung kegiatan pembelajaran. Terdapat dua macam LKPD yang digunakan dalam produk yaitu LKPD tipe pengayaan dan LKPD tipe praktikum.

Tipe LKPD dalam produk dipilih oleh peneliti berdasarkan penggunaan model pembelajaran yang terakomodasi dalam produk yaitu *flipped classroom*. Hal ini memungkinkan peserta didik untuk mempelajari terlebih dahulu materi sebelum mengikuti pembelajaran. Oleh sebab itu LKPD pengayaan sangat cocok digunakan selama kegiatan pembelajaran supaya melatih peserta didik yang sudah mempunyai bekal pengetahuan yang dipelajari sebelumnya.

Tipe LKPD lainnya yaitu praktikum bertujuan untuk melatih kemampuan kognitif sekaligus psikomotorik peserta didik. Hal ini juga didukung dengan materi yang dikemas dalam produk yaitu metabolisme yang mengakomodasi adanya praktikum disetiap sub materinya. Pada sub materi enzim tersedia virtual lab dalam LKPD praktikumnya dan pada materi lainnya memanfaatkan alat dan bahan sederhana yang dapat ditemui peserta didik dilingkungannya. Tujuannya sebagai alternatif solusi permasalahan yang ditemui saat analisis kebutuhan yaitu adanya kendala dalam penggunaan alat dan bahan praktikum ketika pembelajaran daring.

Seluruh LKPD yang terdapat diproduk dikemas dalam media *wizer.me*. Pemilihan media tersebut didasari variatifnya fitur-fitur yang disediakan dan interaktif. Selaras dengan yang disampaikan Kumalasari & Julianto (2018) bahwa *wizer.me* mempunyai fitur antara lain mengelompokkan, mencocokkan, menggambar, *puzzle*, dan lain sebagainya. Kelebihan lain yang dimiliki oleh *wizer.me* yaitu mempunyai kelebihan dalam menambahkan gambar, audio, video, serta dapat mengakomodasi interaksi antara guru dan peserta didik misalnya saling melihat tanggapan (Kopniak, 2018).

Penggunaan *wordwall* dalam produk ditujukan untuk mengakomodasi evaluasi pembelajaran peserta didik berupa *pretest* dan *posttest*. Pemberian evaluasi pembelajaran merupakan bentuk penentuan nilai hasil belajar melalui pengukuran dengan membandingkan tingkat keberhasilan belajar masing-masing peserta didik

dengan standar tertentu (Idrus, 2019). Dengan adanya kegiatan *pretest* dan *posttest* diharapkan guru dapat mengetahui sejauh mana peserta didik memahami materi yang dipelajarinya. *Wordwall* dipilih karena cocok digunakan untuk media kuis. Fitur dalam wordwall juga memungkinkan guru untuk mengetahui jumlah jawaban benar dan salah peserta didik setiap soal serta terdapat rekapan hasil pekerjaan tiap peserta didik. Disisi lain wordwall mempunyai tampilan yang menarik sehingga tidak terkesan monoton dan menegangkan. Adanya fitur dan keseruan yang ditawarkan dalam *wordwall* menjadi salah satu pertimbangan peneliti untuk menggunakannya dengan tujuan peserta didik dapat melatih kemampuan belajarnya secara menyenangkan layaknya bermain *game*. Penggunaan media pembelajaran game edukasi dapat membantu perkembangan kognitif peserta didik terkait literasi, pemahaman konsep, berpikir secara kritis, dan bersikap positif (Handarini, dkk., 2020).

Media *Padlet* dalam pengembangan produk berperan untuk mengakomodasi kegiatan diskusi dalam pelaksanaan pembelajaran. Kegiatan pembelajaran yang terdapat dalam produk yang dikembangkan oleh peneliti memuat tiga pertemuan yang mana setiap pertemuan terdapat kegiatan diskusi. Hal ini dapat berjalan dengan baik dan terstruktur apabila menggunakan media yang dapat mengakomodasi hal tersebut terlebih ketika digunakan pada pembelajaran secara daring. *Padlet* merupakan platform yang dapat memfasilitasi hal tersebut dikarenakan mampu untuk mengatur, mengunggah, dan berbagi konten antar pengguna ke sebuah papan buletin virtual secara langsung dan aktual. Pernyataan tersebut didukung oleh Sanuhung, dkk. (2022) yang menyatakan bahwa *Padlet* memungkinkan pembelajaran berlangsung secara sinkron walaupun pembelajaran dilakukan secara daring dari tempat yang berbeda-beda. Penggunaan *Padlet* ini dalam pembelajaran konvensional dapat menggantikan peran papan tulis di kelas. Selain itu peneliti juga memilih media ini dikarenakan mampu mengakomodasi tiap peserta didik untuk berbagi pendapat dan menanggapi tanggapan peserta didik lain bukan hanya berupa tulisan namun juga dapat berupa video ataupun gambar. Selaras dengan yang disampaikan oleh Nofrion (2017) bahwa *Padlet* dalam pembelajaran dapat digunakan untuk berbagi ide maupun berdiskusi secara tulisan, video, maupun gambar.

Penggunaan animasi *GIF* dalam produk mempunyai peran sebagai sumber belajar dan mengilustrasikan materi. Animasi *GIF* atau *Graphic Interchange Format* dipilih peneliti karena dapat memberikan pengilustrasian suatu proses dengan baik karena terlihat jelas pergerakannya. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan Rini, dkk. (2022) bahwa *GIF* merupakan jenis animasi yang terdiri dari penyatuan potongan gambar yang diatur waktu dan kecepatannya sehingga seolah-olah terdapat gerakan subjek pada gambar tersebut. Pada materi metabolisme yang dikembangkan peneliti, animasi *GIF* ini sangat cocok dalam memberikan gambaran suatu proses misalnya menggambarkan proses cara kerja enzim, teori kerja enzim, dan cara kerja inhibitor yang menghambat kinerja enzim sehingga peserta didik akan lebih memahami materi. Hal ini didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Esra, dkk. (2017) yang mendapati bahwa penggunaan animasi *GIF* dalam pembelajaran mampu membantu peserta didik untuk memahami materi pembelajaran. Penggunaan animasi *GIF* dapat membantu terlaksananya proses pembelajaran menjadi lebih menarik (Sukiyasa & Sukoco, 2013). Hal inilah yang mendasari peneliti untuk memilih bentuk animasi

dibandingkan gambar biasa dalam menjelaskan suatu proses dikarenakan lebih menyenangkan untuk disimak dan cenderung membangkitkan rasa keinginan belajar.

Platform *YouTube* yang digunakan peneliti dalam mengembangkan produk mempunyai peran yang serupa dengan penggunaan animasi *GIF* akan tetapi dalam format video dan mampu mengakomodasi penjelasan yang lebih banyak. Penggunaan platform *YouTube* dalam produk yang dikembangkan peneliti, digunakan sebagai sarana menyampaikan rangkuman materi dan referensi-referensi relevan yang mendukung ketercapaian tujuan pembelajaran. Peneliti memilih penyampaian materi juga dalam bentuk video karena dapat menarik perhatian peserta didik sekaligus sebagai variasi media pembelajaran. Menurut Khotimah, dkk. (2019), media yang merangsang atensi peserta dapat meningkatkan fokus dalam pembelajaran dan dapat memahaminya dengan baik.

Platform terakhir yang digunakan dalam pengembangan produk yaitu *Google Form*. Platform digunakan dalam produk yang dikembangkan oleh peneliti mempunyai peran sebagai alat untuk mengumpulkan rekap presensi sebelum kegiatan pembelajaran dimulai pada setiap pertemuannya. Penggunaan *Google Form* dianggap lebih praktis oleh peneliti karena pendidik akan mendapatkan rekapan hasil setelah peserta didik selesai mengisi. Pengisian presensi melalui *Google Form* tidak dapat diwakilkan oleh orang lain dikarenakan peserta didik harus login menggunakan *email* pribadi masing-masing. Kelebihan lain dari penggunaan *google form* ini yaitu guru dapat membatasi waktu pengisiannya dan dapat melihat waktu pengumpulan *form* dari tiap-tiap peserta didik.

Setelah produk selesai dirancang, Metaboliverse diujikan kepada empat orang ahli dibidangnya dengan rincian sebagai berikut: satu orang ahli media yaitu R.H, seorang dosen Program Studi Pendidikan Biologi; satu orang ahli materi yaitu B., seorang dosen Program Studi Pendidikan Biologi; dua orang praktisi yaitu M.M.S.F, seorang guru mata pelajaran biologi SMA Kolese De Britto selaku praktisi I dan S., seorang guru mata pelajaran biologi SMA Negeri 1 Ngemplak selaku praktisi II.

Penilaian produk terbagi menjadi dua komponen yaitu komponen media dan komponen materi. Pada komponen media mencakup delapan aspek meliputi cara penggunaan dan kepraktisan, kelengkapan, tampilan, tata letak, navigasi, multimedia, menarik dan interaktif, serta keterlibatan peserta didik. Sedangkan pada komponen materi mencakup enam aspek meliputi kesesuaian materi, keakuratan materi, kedalaman materi, keluasan materi, penyajian materi, dan penggunaan bahasa.

Hasil validasi, Metaboliverse mendapatkan rata-rata 3,83 pada komponen media dan 3,72 pada komponen materi. Rata-rata skor validasi Metaboliverse secara keseluruhan adalah 3,78. Hasil tersebut apabila dijadikan persentase menjadi 94,38%. Produk tersebut termasuk dalam kriteria “Sangat Layak” (Arikunto dalam Handoko, dkk, 2021).

Atas dasar kriteria tersebut, maka Metaboliverse berpotensi untuk menyelesaikan permasalahan yang ditemui pada sekolah-sekolah yang menjadi sumber informasi selama analisis kebutuhan. Hasil validasi yang tinggi pada produk Metaboliverse tidak lepas dari kesesuaiannya dari fungsi media menurut Aghni (2018) yang mencakup fungsi atensi, afektif, kognitif, dan kompensatoris.

Fungsi atensi berkaitan dengan visual yang mampu menarik perhatian peserta didik sehingga dapat mendukung konsentrasi. Hal ini dibuktikan dengan tingginya nilai validasi komponen media terutama pada aspek menarik dan interaktif yang mendapatkan rata-rata nilai validasi aspek maksimal yaitu 4. Selain itu penggunaan berbagai macam multimedia interaktif menjadi kunci menariknya produk yang dikembangkan oleh peneliti.

Fungsi afektif berkaitan dengan tingkat kenyamanan peserta didik dalam proses belajar melalui media pembelajaran. Hal ini didukung dengan tingginya nilai validasi aspek cara penggunaan dan kepraktisan yaitu mendapat rata-rata nilai aspek 3,67 serta didukung dengan rata-rata maksimal pada aspek navigasi yaitu 4 sehingga produk Metaboliverse dapat nyaman dalam menggunakannya. Penggunaan produk yang mudah dan sistem navigasi yang baik akan selaras dengan tingkat kenyamanan pengguna *website* terutama peserta didik untuk mempelajari materi pembelajaran.

Fungsi kognitif berkaitan dengan dukungan dari berbagai temuan bahwa media pembelajaran dapat mendukung peserta didik dalam memahami materi pembelajaran. Hal ini didukung dengan tingginya perolehan nilai rata-rata pada komponen materi. Komponen yang dimaksud antara lain kesesuaian materi, keakuratan materi, kedalaman materi, keluasan materi, dan penyajian materi. Selain itu, penggunaan multimedia seperti animasi ataupun video relevan juga akan meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi yang dipelajarinya.

Sedangkan fungsi terakhir yaitu kompensatoris merupakan fungsi yang berkaitan dengan membantu pemahaman siswa yang mengalami kesulitan atau lambat dalam memahami materi. Hal ini dapat teratasi dengan beragamnya pilihan sarana belajar yang terakomodasi dalam produk Metaboliverse dan upaya penambahan-penambahan media yang membantu penggambaran materi kepada peserta didik seperti animasi dan video tentu akan menunjang kemudahan peserta didik memahami materi metabolisme yang dianggap abstrak. Hal ini juga didukung oleh tingginya nilai validasi dari kedua komponen produk Metaboliverse.

Produk Metaboliverse dengan hasil validasi yang tinggi juga membuktikan bahwa produk ini memenuhi karakteristik media pembelajaran interaktif yang baik. Menurut Zaman (2012), karakteristik media pembelajaran interaktif meliputi *curriculum, content, communication, computer capacity, creativity, compatibility, cosmetic,* dan *interactivity*.

Karakteristik *curriculum* yang dimaksud yaitu hendaknya media pembelajaran disesuaikan dengan kurikulum yang ada yaitu terkait dengan kesesuaian sasaran dan tujuan; konsistensi antara tujuan, materi, dan evaluasi; kelengkapan unsur dalam pembelajaran; dan memperhatikan pedagogik. Hal tersebut sudah diakomodasi dalam Metaboliverse yang pengembangannya mengacu pada kurikulum 2013 sesuai hasil analisis kebutuhan.

Karakteristik selanjutnya adalah *content*, yang dimaksud oleh karakteristik ini yaitu media pembelajaran interaktif yang dibuat didasari pada aspek ketepatan materi; memperhatikan cakupan, kedalaman, dan aktualitas; dan kelengkapan sumber. Hal ini sudah terakomodasi dalam produk dan telah divalidasi dengan perolehan rata-rata nilai validasi yang tinggi pada komponen materi.

Kemudian karakteristik *communication* yaitu terkait kejelasan pesan yang ingin disampaikan dan harapannya mampu untuk meningkatkan motivasi peserta didik. Menariknya dan beragamnya media yang terkandung dalam produk

Metaboliverse menjadikannya sesuai dengan karakteristik ini. Selain itu dalam pengembangannya, produk ini didesain dengan memuat sebuah karakter guru yang mendampingi peserta didik pada halaman-halaman website. Hal ini dirancang dengan tujuan terbangunnya hubungan komunikasi yang baik antara peserta didik dan gurunya yang kehadirannya terwakilkan dengan adanya karakter tersebut pada halaman produk. Fungsi lainnya dari karakter tersebut yaitu membimbing peserta didik dalam menggunakan produk dan memberikan motivasi yang disampaikan secara beragam misalnya dalam ucapan semangat contohnya “Selamat belajar dan tetap semangat untuk menimba ilmu!”; bentuk kata mutiara contohnya "Kurang cerdas dapat diperbaiki dengan belajar, kurang cakap dapat dihilangkan dengan pengalaman. Namun tidak jujur sulit diperbaiki." dari Mohammad Hatta; dan dalam bentuk pantun contohnya “Pemanasan dulu, nanti keseleo! Mulai bosan? Yuk tonton video!”.

Selanjutnya karakteristik *computer capacity* atau kemampuan dalam penggunaan multimedia. Hal ini terakomodasi dalam produk Metaboliverse dikarenakan produk tersebut mempunyai sistem navigasi yang baik dan mudah dalam penggunaannya. Selain itu, setiap media interaktif yang terakomodasi dalam Metaboliverse mempunyai petunjuk penggunaan yang terletak di awal media atau sebelum penggunaan media yang dimaksud. Hal ini tentu akan menunjang kemudahan peserta didik menggunakan media dan meminimalisir kebingungan yang dialami oleh peserta didik.

Selanjutnya terkait karakteristik *creativity, compatibility* atau mudah dalam penggunaannya, *cosmetic* atau memiliki tampilan yang menarik, dan *interactivity* atau interaktif sudah terdapat dalam produk Metaboliverse dan divalidasi para ahli dengan perolehan nilai yang tinggi. Dalam indikator validasi juga mengakomodasi ciri khas produk, kemenarikan, dan keinteraktifan produk yang tercakup pada aspek menarik dan interaktif. Hasil maksimal pada rata-rata skor validasi pada aspek tersebut membuktikan bahwa produk Metaboliverse memang memenuhi kriteria produk pembelajaran yang menarik dan interaktif.

Tahapan terakhir yang dilakukan oleh peneliti berdasarkan tahapan RnD model Sugiyono yaitu tahapan revisi desain. Tahapan ini dilakukan oleh peneliti berdasarkan hasil validasi produk yang telah dilakukan. Hasil validasi produk yang didapatkan tidak hanya berupa nilai namun juga komentar guna memperbaiki produk yang dikembangkan. Berdasarkan hasil validasi produk, tidak banyak perubahan yang disarankan oleh para ahli selaku validator produk.

Perbaikan dari komponen media meliputi penyesuaian gambar ilustrasi dengan pengguna produk. Terdapat gambar pada bagian glosarium yang mengilustrasikan seorang anak yang sedang membaca buku. Validator menyarankan untuk melakukan penggantian gambar supaya lebih sesuai dengan ilustrasi gambar pengguna yaitu peserta didik SMA. Saran tersebut ditindaklanjuti peneliti dengan mengganti gambar yang dimaksud dengan gambar ilustrasi yang lebih sesuai. Hal tersebut selaras dengan yang disampaikan oleh Nasol (2017), bahwa media pembelajaran harus menyesuaikan dengan karakteristik peserta didik.

Kemudian terdapat saran perbaikan yaitu terkait pemilihan warna dan penggunaan garis pada bagian peta konsep. Hal ini ditindaklanjuti oleh peneliti dengan penyesuaian peta konsep sesuai dengan saran validator. Selanjutnya terdapat saran pemberian jarak pada bagian materi yang mempunyai penjelasan panjang pada materi anabolisme. Hal ini juga ditindaklanjuti oleh peneliti dengan

memberikan jarak pada penjelasan yang panjang tersebut. Perbaikan terkait warna, garis, dan jarak termasuk dalam peningkatan *user interface* yang baik (Geasela, dkk., 2018).

Saran perbaikan selanjutnya yaitu terkait penggunaan sumber referensi yang kredibel. Terdapat gambar yang mengambil dari sumber *blogspot* sehingga validator menyarankan untuk mengambil gambar dari sumber lain. Peneliti menindaklanjutinya dengan mengganti gambar tersebut dengan sumber referensi lain. Perbaikan tersebut berkaitan dengan penggunaan sumber referensi yang kredibel. Menurut Soenarno, dkk. (2015), kredibilitas sumber berpengaruh pada kegunaan informasi yang diterima.

Saran perbaikan terakhir oleh validator pada komponen media yaitu penambahan gambar sebagai ilustrasi dan penambahan video penjelasan materi secara ringkas. Hal tersebut ditindaklanjuti oleh peneliti dengan melakukan penambahan komponen yang dimaksud sesuai dengan saran validator. Penambahan komponen dilakukan dalam rangka meningkatkan kemudahan peserta didik dalam memahami materi. Selaras dengan yang disampaikan oleh Mamonto (2013), bahwa penggunaan media audiovisual dapat mengurangi dan mencegah kesalahpahaman peserta didik akan suatu materi. Pendapat lain yang mendukung yaitu yang dikemukakan oleh Khotimah, dkk. (2019) bahwa penerapan media visual dapat merangsang atensi peserta didik sehingga dapat memahami pembelajaran dengan baik. Terkait dengan video penjelasan materi secara ringkas, ditindaklanjuti oleh peneliti dengan memasukkan video pengantar materi pada tiap sub bab pembelajaran dengan memperhatikan durasi video yaitu kurang dari 15 menit. Hal tersebut agar peserta didik dapat tetap fokus dan konsentrasi dalam menyimak penjelasan yang diberikan. Hal ini selaras dengan yang dikemukakan oleh Bradbury (2016), yang menyampaikan bahwa seseorang dapat menjaga tingkat konsentrasi yang baik antara 10-15 menit saja.

Sedangkan perbaikan dari komponen materi hanya berupa perbaikan penulisan yang disesuaikan dengan PUEBI. Contohnya yaitu penulisan preposisi “di” yang diikuti dengan keterangan lokasi misalnya perbaikan penulisan “dibawah” menjadi “di bawah”. Kemudian terkait dengan penulisan kata yang baku sesuai dengan PUEBI contohnya perbaikan penulisan “mempengaruhi” menjadi “memengaruhi”. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan Ernis & Wahyuni (2021) bahwa PUEBI dalam melakukan penulisan merupakan sebuah aturan yang harus ditaati. Selain itu penggunaan PUEBI dapat dijadikan panduan bahasa tulis yang baik dan benar (Sunendar, 2016).

Keterbatasan Pengembangan

Terdapat keterbatasan pada produk yang dikembangkan oleh peneliti. Keterbatasan pertama yaitu produk *website* yang bergantung pada jaringan internet untuk mengakses. Jika hendak digunakan secara *offline*, maka perlu mengunduh halaman *website* terlebih dahulu. Meski demikian, cara ini hanya berlaku pada halaman materi berupa tulisan saja dan tidak berlaku bagi pengisian presensi, akses video *YouTube, Padlet* diskusi, dan LKPD. Kedua, fitur produk dapat digunakan secara maksimal apabila diakses menggunakan laptop atau komputer, tidak dengan *smartphone*. Ketiga, pengguna *smartphone* dapat mengakses dengan tampilan lebih baik apabila menggunakan *browser Google Chrome* dengan mengaktifkan fitur

situs desktop. Keempat, produk terlebih dalam mengerjakan tugas belum terintegrasi dengan platform pengecekan plagiasi.

Kesimpulan

Pengembangan produk Metaboliverse website pembelajaran multimedia interaktif materi metabolisme kelas XII dikembangkan menggunakan berbagai macam media interaktif dan platform meliputi animasi *GIF, YouTube, Padlet, Wizer.me, Wordwall,* dan *Google Form* serta dikemas menjadi satu kesatuan dalam *Google Sites* menggunakan metode *Research and Development* model Sugiyono sampai tahap revisi desain. Produk ini mendapatkan persentase rerata akhir kelayakan produk 94,38% dengan kriteria “Sangat Layak”.

Daftar Pustaka

Aghni, R. I. (2018). Fungsi dan jenis media pembelajaran dalam pembelajaran akuntansi. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia,* 16(1), 98-107. https://doi.org/10.21831/jpai.v16i1.20173

Arimbawa, I. G. P. A. (2021). Penerapan *word wall game quiz* berpadukan *classroom* untuk meningkatkan motivasi dan prestasi belajar biologi. *Indonesian Journal of Educational Development,* 2(2), 324-332. https://doi.org/10.5281/zenodo.5244716

Asyhari, A. & Fitri, S. M. S. (2017). Penerapan media animasi berbasis *Graphic Interchange Format* (*GIF*) pada kompetensi dasar menerapkan jenis-jenis peralatan survei dan pemetaan kelas X TGB SMKN 3 Surabaya. *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan,* 3(3), 306-314. https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/24/article/download/21199/19436

Aulia, D., Kaspul, K., & Riefani, M. K. (2021). Google site as a learning media in the 21st century on the protists concept. *Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, 3(3),173-178. https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/bino/article/download/10524/7524

Bradbury, N. A. (2016). Attention span during lectures: 8 seconds, 10 minutes, or more? *Journal Advances in Physiology Education*, 40(4), 509-513. https://doi.org/10.1152/advan.00109.2016

Darmawan, D. (2014). *Pengembangan e-learning teori dan desain vol. 25*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

Ernis, P., & Wahyuni, N. (2021). Penguasaan PUEBI terhadap keterampilan menulis teks laporan hasil observasi. *Jurnal KIBASP (Kajian Bahasa, Sastra, dan Pengajaran),* 5(1), 71-82. https://doi.org/10.31539/kibasp.v5i1.2927

Esra A., Sukru, I., & Soner, K. (2017). Evaluation of use of graphics interchange format (GIF) animations in mathematics education. *Educational Research and Reviews*, 12(23), 1112–1119. http://dx.doi.org/10.5897/ERR2017.3369

Geasela, Y. M., Ranting, P., Andry, J. F. (2018). Analisis user interface terhadap website berbasis e-learning dengan metode heuristic evaluation. *Jurnal Informatika*, 5(2), 270-277. http://dx.doi.org/10.31311/ji.v5i2.3741

Handarini, Oktafia, & Wulandari, S. (2020). Pembelajaran daring sebagai upaya study from home (SFH) selama pandemi covid 19. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran*, 8(3), 496–503. https://doi.org/10.26740/jpap.v8n3.p496-503

Handoko, A., Anggoro, B. S., Marzuki, M., & Nuragustin, P. (2021). Pengembangan modul pembuatan ecobrick sampah plastik sebagai sarana pengembangan diri berbasis ecopreneurship di SMA kelas X. Diklabio: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi, 5(2), 169-177. https://doi.org/10.33369/diklabio.5.2.169-177

Hartadi, M. G., Artayasa, I. N., & Swandi, I. W. (2020). Kajian konsep minimalis, fungsi, dan makna user interface (UI) dalam aplikasi seluler bukaloka. *Jurnal Seni Rupa dan Desain,* 24(2), 82-94. https://jurnal.isi-dps.ac.id/index.php/prabangkara/article/download/1218/563

Herawati, E. P., Gulo, F., & Hartono. (2016). Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) interaktif untuk pembelajaran konsep mol di kelas X SMA. *Jurnal Penelitian Pendidikan Kimia,* 3(2), 168-178. https://doi.org/10.36706/jppk.v3i2.8163

Idrus, L. (2019). Evaluasi dalam proses pembelajaran. *ADAARA: Jurnal Manajemen Pendidikan Islam,* 9(2), 920-935. http://dx.doi.org/10.35673/ajmpi.v9i2.427

Jihad, A., & Haris, A. (2013). *Evaluasi Pembelajaran.* Yogyakarta: Multi Pressindo.

Khotimah, H., Supena, A., & Hidayat, N. (2019). Meningkatkan atensi belajar siswa kelas awal melalui media visual. *Jurnal Pendidikan Anak,* 8(1), 17-28. http://dx.doi.org/10.21831/jpa.v8i1.22657

Kopniak, N. B. (2018). The use of interactive multimedia worksheets at higher education institutions. *Information Technologies and Learning Tools,* 63(1), 116-129. http://dx.doi.org/10.33407/itlt.v63i1.1887

Kumalasari, O. D. & Julianto. (2018). Pengembangan lembar kerja peserta didik ilmu pengetahuan alam berbantu website *wizer.me* materi energi alternatif Kelas IV Sekolah Dasar. *Jurnal PGSD,* 9(7), 2827-2837. https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-penelitian-pgsd/article/view/41382/35688

Mamonto, S. E. (2013). Sigi tentang penggunaan media pembelajaran pada mata pelajaran akuntansi kelas XI IPS di SMA negeri 18 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Akuntansi,* 1(3), 1-10. https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jpak/article/view/3809

Nasol, M. F. (2017). Pengembangan media pembelajaran tematik integratif berbasis *website* melalui portal moodle pada kelas 5 madrasah ibtidaiyah negeri 2 malang [Tesis]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. http://etheses.uin-malang.ac.id/11110/1/15760045.pdf

Nofrion. (2017). *Padlet Sebagai Platform Pembelajaran Daring Pada Masa Pandemi (Sebuah Panduan Sederhana)*. https://osf.io/7ehg4/download#:~:text=Padlet%20dapat%20dijadikan%20sebagai%20salah,siswa%20diminta%20dalam%20bentuk%20teks.

Nurhayati, N. (2022). Penggunaan media aplikasi padlet dapat meningkatkan hasil belajar fisika kelas X MIPA 5 SMA Negeri 3 Bangkalan pada masa pandemi. *EDUCATOR: Jurnal Inovasi Tenaga Pendidik dan Kependidikan,* 2(1), 12-20. https://doi.org/10.51878/educator.v2i1.1003

Purbasari, M. & Jakti, R. A. D. R. I. K. (2014). Warna dingin si pemberi nyaman. *Humaniora: Language, People, Art, and Communication Studies,* 5(1): 357-366. https://doi.org/10.21512/humaniora.v5i1.3034

Purnama, S. (2010). Elemen warna dalam pengembangan multimedia pembelajaran agama islam. *Jurnal Al-Bidayah*, 2(1), 113-129. https://jurnal.albidayah.id/index.php/home/article/view/102

Rini, D. S., Azrai, E. P., & Suryanda, A. (2022). Inovasi media evaluasi pada pembelajaran IPA di masa pandemi: Graphics Interchange Format (GIF). *Jurnal SOLMA*, 11(1), 113-122. https://doi.org/10.22236/solma.v11i1.7895

Sanuhung, F., Salsabila, U. H., Wahab, J. A., & Amalia, M. (2022). Penggunaan aplikasi padlet sebagai media pembelajaran daring pada mata kuliah teknologi pendidikan (Studi Kasus Universitas Ahmad Dahlan). *Jurnal Pendidikan Glasser*, 6(1), 20-28. https://doi.org/10.32529/glasser.v6i1.1352

Soenarno, A. R. P., Suharyono, & Mawardi, M. K. (2015). Analisis pengaruh kualitas informasi dan kredibilitas sumber terhadap kegunaan informasi dan dampaknya pada adopsi informasi (Studi pada masyarakat pengikut akun twitter resmi ikaskus). *Jurnal Administrasi Bisnis (JAB)*, 25(1), 1-8. http://administrasibisnis.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jab/article/view/1016/1199

Sukiyasa, K., & Sukoco. (2013). Pengaruh media animasi terhadap hasil belajar dan motivasi belajar siswa materi sistem kelistrikan otomotif. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 3(1), 126-137. http://dx.doi.org/10.21831/jpv.v3i1.1588

Suardi, M. (2015). *Belajar dan Pembelajaran.* Yogyakarta: Deepublish.

Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.

Sunendar, D. (2016). *Kata Pengantar Kepala Pengembangan dan Pembinaan Bahasa*. Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia. Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Suwanto, Muzaki., A., & Muhtarom. (2021). Pemanfaatan media YouTube sebagai media pembelajaran pada siswa Kelas XII MIPA di SMA negeri 1 Tawangsari. *Media Penelitian Pendidikan: Jurnal Penelitian dalam Bidang Pendidikan dan Pengajaran.* 15(1), 26-30. https://doi.org/10.26877/mpp.v15i1.7531

Tafonao, T. (2018). Peranan media pembelajaran dalam meningkatkan minat belajar mahasiswa. *Jurnal Komunikasi Pendidikan*, 2(2), 103-114. https://doi.org/10.32585/jkp.v2i2.113

Umbaryati. (2016). Pentingnya LKPD pada pendekatan scientific pembelajaran matematika. *Prosiding Seminar Nasional Matematika IX 2015.* https://doi.org/10.20961/shes.v3i3.56958

Yuniarto, E., Widayanti, F. D., & Khasanah, R. (2020). Online learning management using google sites in covid-19 pandemic era. *Journal of Applied Management*, 19(2), 346-353. http://dx.doi.org/10.21776/ub.jam.2021.019.02.10

Wahyuni, Y. (2017). Identifikasi gaya belajar (Visual, auditorial, kinestetik) mahasiswa pendidikan matematika universitas Bung Hatta. *JPPM*, 10(2), 128-132. http://dx.doi.org/10.30870/jppm.v10i2.2037

Widyana, A. I. & Waluyanto, H. D. (2022). Pengembangan kreativitas desainer melalui aplikasi grafis dalam perancangan desain komunikasi visual. *Jurnal DKV Adiwarna*, 1(1), 1-11. https://publication.petra.ac.id/index.php/dkv/article/download/12231/10723

Zainudin, A. (2022, 12 April). *Prinsip Tipografi agar Desain Lebih Menarik.* Website Universitas Sains & Teknologi Komputer. Diakses pada 20 Juli 2022

http://desain-grafis-s1.stekom.ac.id/informasi/baca/Prinsip-Tipografi-Agar-Desain-Lebih-Menarik/32b94c1be9a5ff38ce2c52f9bbf63cb95b817392

Zaman, M. Q. (2012). Pengembangan multimedia pembelajaran interaktif menggunakan macromedia flash professional pada mata pelajaran fisika. *Indonesian Journal of Curriculum and Educational Technology Studies*, 1 (1), 6-7. http://lib.unnes.ac.id/11698/1/1102405044a.pdf

PLUGIN EQUALIZER PARAMETRIK DIGITAL MENGGUNAKAN AUDIO INTERFACE DAN KOMPUTER

Joshua Rafael Rienson[1*], Linggo Sumarno[2]
[1,2]Program Studi Teknik Elektro, Universitas Sanata Dharma (Kampus III Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta, Indonesia. 55282)
Email: jrienson@gmail.com

Abstrak

Perkembangan teknologi telah memasuki era peralihan dari analog ke digital, dimana
hampir semua perangkat yang bentuknya analog sudah ada versi digitalnya. Adanya versi digital ini akan dapat mempermudah penggunaan dari perangkat-perangkat tersebut. Penelitian ini terkait dengan versi digital dari suatu parametric equalizer. Secara lebih detil, penelitian ini membuat suatu plugin untuk parametric equalizer. Pada dasarnya, plugin ini menjalankan proses filtering yang dibagi dalam tiga band. Pada setiap band ada biquad bandpass filter yang digunakan untuk proses filtering tersebut. Selanjutnya, pada setiap filter ini, pengguna dapat mengatur center frequency, gain, dan quality factor (Q). Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai error untuk center frequency, gain dan quality factor, masing-masing sebesar 5,46%, 55,27 %, dan 0%. Adanya nilai error yang cukup besar pada gain ini menandakan bahwa biquad bandpass filter tidak cocok digunakan pada parametric equalizer di penelitian ini.

Kata kunci: parametric equalizer, biquad bandpass filter, plugin

DIGITAL PARAMETRIC EQUALIZER PLUGIN USING AUDIO INTERFACE AND COMPUTER

Joshua Rafael Rienson1, Linggo Sumarno2
[1,2]Program Studi Teknik Elektro, Universitas Sanata Dharma (Kampus III Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta, Indonesia. 55282)
Email : (jrienson@gmail.com)

Abstract

Technological developments have entered an era of transition from analog to digital, where almost all analog devices have a digital version. The existence of this digital version will make it easier to use these devices. This research is related to the digital version of a parametric equalizer. In more detail, this research makes a plugin for parametric equalizer. Basically, this plugin runs a filtering process which is divided into three bands. In each band there is a biquad bandpass filter which is used for the filtering process. Furthermore, on each of these filters, the user can set the center frequency, gain, and quality factor (Q). Based on the test results, the error values for center frequency, gain and quality factor are 5.46%, 55.27%, and 0%, respectively. The existence of a fairly large error value in this gain indicates that

the biquad bandpass filter is not suitable for use in the parametric equalizer in this study.

Keywords: parametric equalizer, biquad bandpass filter, plugin

Pendahuluan

Memasuki era 4.0 sama dengan memasuki era peralihan analog ke digital dengan tujuan mempermudah segala sesuatu, efisiensi waktu, murah dan praktis. Peralihan ini pun juga terjadi dibidang elektronika yang telah menghasilkan penemuan-penemuan baru. Aplikasi software dan hardware dari perkembangan ini telah memenuhi kegiatan kehidupan, diantaranya dalam audio, video, sistem kontrol dan sebagainya. Semua kegiatan tersebut tidak dapat dipisahkan dengan masalah pengolahan sinyal. Jika masalah sinyal dikaitkan dengan sistem yang ada, maka pengolahan sinyal bertugas untuk menerima masukan yang ada dan selanjutnya mengolah atau memproses kemudian mengeluarkan hasilnya.

Berdasarkan hal tersebut, sinyal audio dari equalization merupakan syarat fungsional yang penting terhadap penggabungan nada-nada yang banyak digunakan didalam aplikasi audio professional dan semi-profesional, contohnya di studio rekaman. Sebuah equalizer pada dasarnya merupakan sekumpulan filter dengan tanggapan frekuensi yang dapat disesuaikan dengan keinginan pengguna (Lidyawati, Rahmiati, dan Sunarti, 2016).

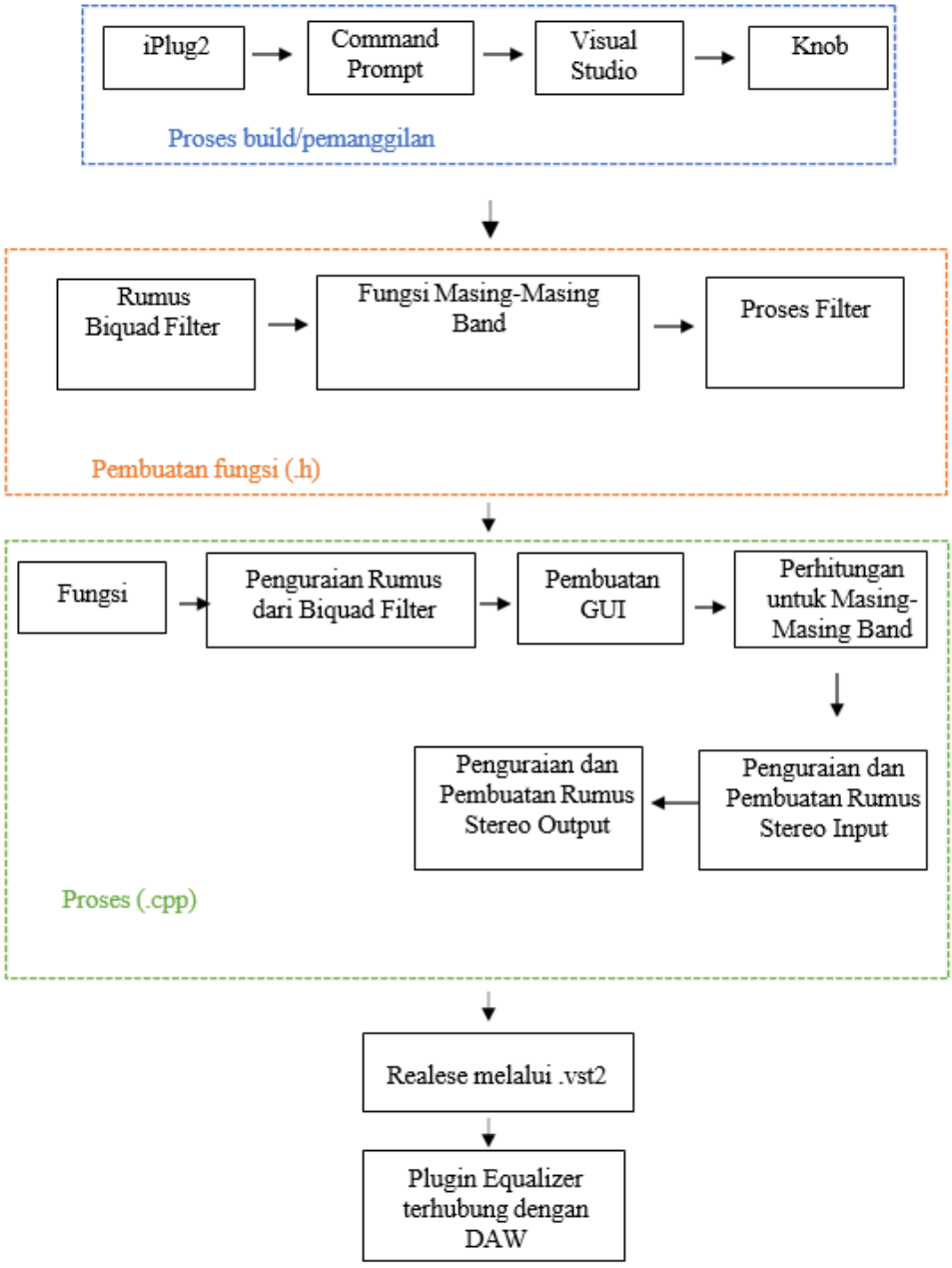
Digital parametric equalizer yang dibuat pada penelitian ini, sangat berguna untuk pengolahan audio dengan satu fungsi gain dan tiga band yang berbeda-beda serta membedakan karakteristik dari tiga buah filter. Sehingga pengguna dapat melihat dan mengetahui perbedaan dari masing-masing karakteristik filter yang ditampilkan. Data masukan berupa sinyal dari Line-in (realtime). File hasil processing dapat di-export dan disimpan menjadi file audio yang disimpan dalam file dengan ekstensi WAV, AIFC, AIFF, Windows Media Audio, dan MPEG 1 Layer 3. Data masukan audio dapat juga merekam (record) dengan menggunakan microphone (XLR) maupun Line-in gitar (TS/TRS). Tampilan yang menarik dibutuhkan oleh audio software agar diminati banyak orang yang bergelut dibidang audio engineering. Komputer digunakan sebagai penampil dari processing hingga hasil pengolahan sinyal audio. Proses pengolahan sinyal audio dilakukan dengan Digital Parametric Equalizer.

Software tersebut di atas dapat di manfaatkan sebagai media pembelajaran bagi mahasiswa yang mengambil mata kuliah digital signal processing (DSP), terutama tentang band pass filter, low pass, high pass, low shelf, high shelf. Untuk memudahkan dan membantu pemahaman ini, penulis akan membuat software plugin parametric equalizer untuk sebuah digital audio workstation.

Metode

Perancangan Sistem

Gambar 5 memperlihatkan blok diagram keseluruhan sistem yang dirancang. Pada dasarnya, keseluruhan sistem tersebut dibedakan menjadi tiga bagian, yaitu proses build, pembuatan fungsi dan proses .cpp.



Gambar 1 Blok Diagram Perancangan Sistem.

Proses build

Iplug2 yang terlihat pada Gambar 1 di atas merupakan suatu *file plugin* yang ada dalam *parametric equalizer*. *Plugin* merupakan perangkat yang sering digunakan dalam pengolahan audio berbasis digital, jika dilihat dari fungsinya bisa dikatakan *plugin* adalah sebagai pengganti perangkat yang digunakan dalam proses *mixing* pada metode perekaman audio berbasis analog. Plugin dapat membuat proses pembuatan musik menjadi jauh lebih sederhana dan jauh lebih mudah diakses. Dimasa lalu kita akan membutuhkan perangkat keras dan peralatan yang hampir tidak dapat diakses oleh sebagian besar musisi baru karena implikasi

biaya. Peralatan analog akan membuat kita memerlukan banyak biaya, tetapi plugin sangat hemat biaya. Didalam produk ini ada banyak jenis *plugin* yang beredar, salah satu contohnya adalah G-EQ SSL *(Solid State Logic)* (Santoso, 2006). *Plugin* G-EQ merupakan *plugin* untuk pemecahan sinyal dan *mixing* yang mendetail, dan *G-Equalizer* untuk membentuk dan memberi karakter pada sinyal. Penelitian ini merancang *plugin* sendiri sejenis G-EQ tersebut, dengan fitur dan tampilan yang sedikit berbeda dari EQ pada produk lainnya (Santoso, 2006).

Berdasarkan Gambar 1 di atas, *file plugin* iplug2 dimasukkan ke *folder project visual studio* yang ingin dibuat. Pada tahap pemasukan *file* dilakukan dengan menggunakan *cmd python* dikarenakan beberapa *file* iPlug2 harus menggunakan *cmd*. Setelah berhasil, tampilan satu *knob* pada *gui* akan muncul ketika membuka *file (.sln) visual studio*.

Pembuatan fungsi

Pada pembuatan fungsi, program dibuat dalam file .h untuk dipanggil ke file .cpp. Mulai dari pembuatan rumus filter, fungsi masing-masing band dan proses filter yang akan diuraikan pada proses di .cpp yaitu menguraikan rumus dari biquad filter yang sudah dipanggil.

Biquad filter yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas dua komponen orde 2 yaitu: filter umpan maju orde 2 dan filter umpan balik orde 2 yang digabungkan menjadi seperti yang diperlihatkan pada persamaan berikut (Knaen, 2017).

$$y(n) = a_0x(n) + a_1x(n-1) + a_2x(n-2) - b_1y(n-1) - b_2y(n-2)$$

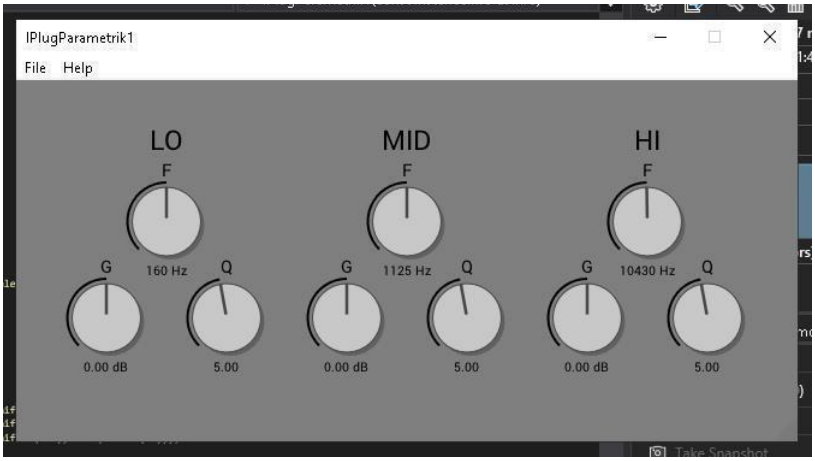
Penelitian ini menggunakan *biquad filter* untuk keperluan *bandpass filtering*. Dengan kata lain, penelitian ini menggunakan *biquad bandpass filter*. Untuk keperluan ini maka koefisien-koefisien *filter* dari persamaan (1) di atas dicari menggunakan metode optimal (Pirkle C, 2019).

Terdapat tiga *biquad bandpass filter* yang dipakai dalam penelitian ini. Tiga *filter* ini dirangkai membentuk suatu *equalizer* yang dinamakan *parametric equalizer*. Pada dasarnya *equalizer* adalah rangkaian dari sejumlah *filter* yang digunakan untuk mengontrol respon frekuensi pada suatu *sound system*. Melalui *equalizer* kita dapat mengubah karakter suara (*sound*) secara total atau sebagian (Cornell, 2019).

Parametric Equalizer memungkinkan kita mengontrol tiga aspek dari karakter suara: *level* (meningkatkan atau memotong desibel), pusat/frekuensi utama, dan *bandwidth*/jangkauan (juga dikenal sebagai Q atau *quotient of change*) dari setiap frekuensi utama (Astuti, 2021).

Proses

GUI digunakan untuk mempermudah pengoperasian alat plugin equalizer. Pada penelitian ini, hasil dari proses pembuatan GUI yang terlihat pada Gambar 1, diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Tampilan GUI.

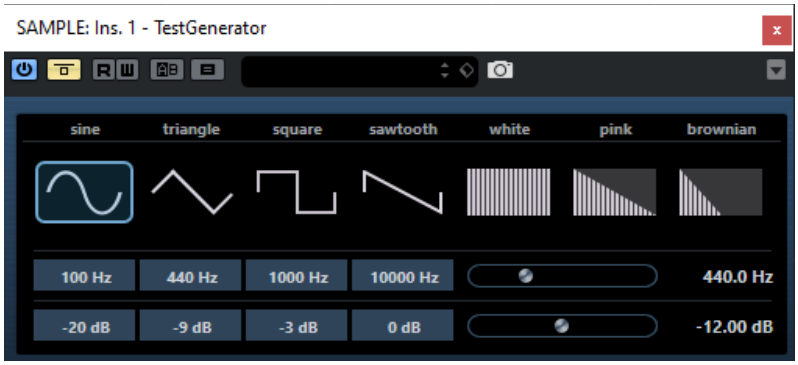
Gambar 2 Tampilan GUI.

Pembuatan GUI, dari tata letak masing-masing *knob*, menentukan warna *equalizer*, jenis *font*, hingga warna *font*. Kemudian memanggil *file* .h dan masuk ke bagian perhitungan masing-masing *band*, penguraian dan pembuatan rumus stereo *input-output*. Setelah itu *parametric equalizer* dapat dijalankan.

Pengujian

Ketika *parametric equalizer* berhasil dijalankan, proses selajutnya yaitu *release* hasil perancangan dengan *release vst2*, sesuai format *file standart* DAW (*Digital Audio Workstation*). Steinberg Cubase (knaen ,2017) merupakan suatu *software* musik yang dapat digunakan untuk untuk merekam musik, mengatur dan mengedit musik sebagai bagian dari DAW. Pada penelitian ini, DAW digunakan sebagai wadah pengujian proses *equalizer*. Dalam prakteknya, pengujian ini menggunakan *vst2/file* .dll yang di pindahkan ke *disk* c, *program files*, *folder* DAW. Selanjutnya *plugin equalizer* otomatis terhubung ke DAW dan siap dijalankan.

Pengujian dilakukan dengan memberikan sinyal *sinus* dan *noise* pada *equalizer* yang dirancang. Sinyal *sinus* dan *noise* ini didapatkan dari suatu Testgenerator (Ankerstjerne ,2021) yang merupakan suatu *software plugin*. *Software* ini pada dasarnya mempunyai fungsi seperti AFG (*Audio Function Generator*). Gambar 3 memperlihatkan tampilan Testgenerator yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 3 Tampilan Test Generator

Untuk mengamati hasil keluaran dari *equalizer* yang dirancang digunakan *software* Fabfilter Pro Q3 (knaen ,2017). Gambar 4 memperlihatkan tampilan Fabfilter Pro Q3 yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 4 Tampilan Fabfilter Pro Q3.

Hasil dan Pembahasan

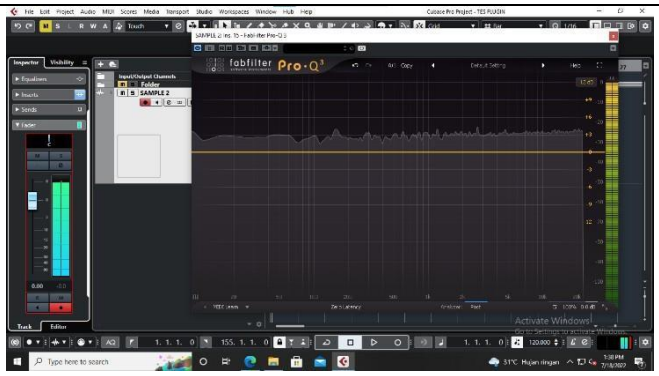
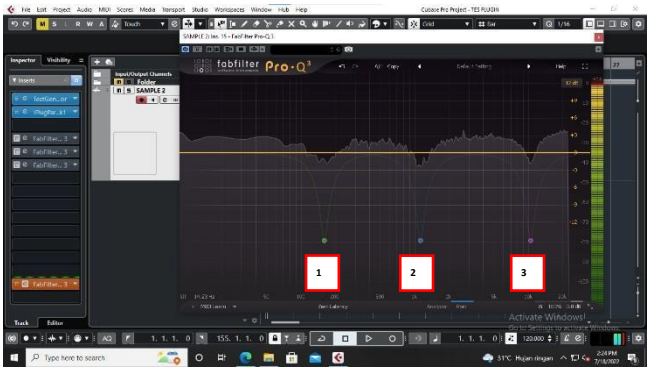
Proses Pemberian Sinyal Masukan Gelombang Frekuensi Noise

Noise merupakan sekumpulan frekuensi yang memiliki nilai frekuensi yang berkisar antara 20 sampai 20.000 *Hertz* (hz).

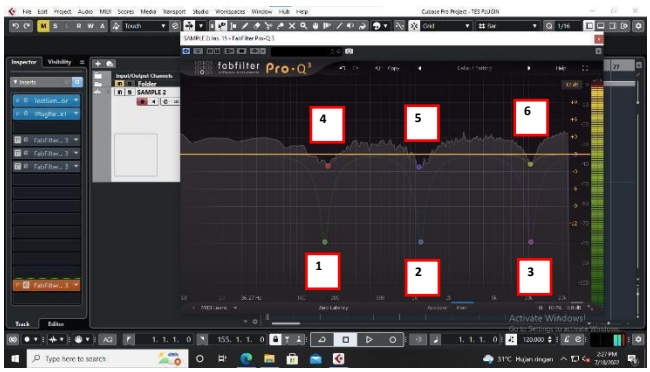
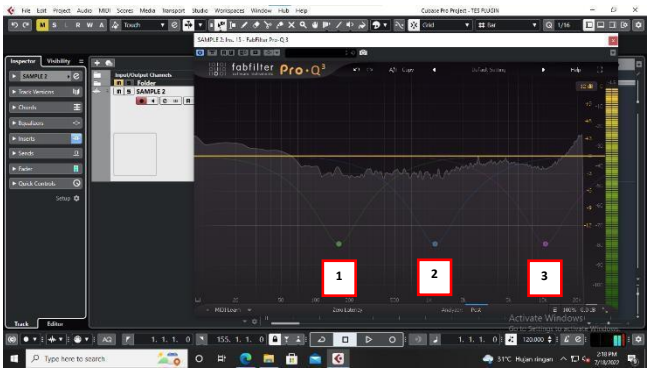
Untuk proses pemberian sinyal masukan gelombang frekuensi *noise* dilakukan pada DAW menggunakan Testgenerator. Sinyal masukan melewati *filter* untuk diproses dan dikeluarkan melalui *output* DAW. Tujuan utama pengguna memberi *input* frekuensi *noise* untuk melihat perbandingan *output* yang dihasilkan.

Pada tabel 1 merupakan penjelasan berupa gambar dari hasil pemberian sinyal masukan gelombang frekuensi *noise*.

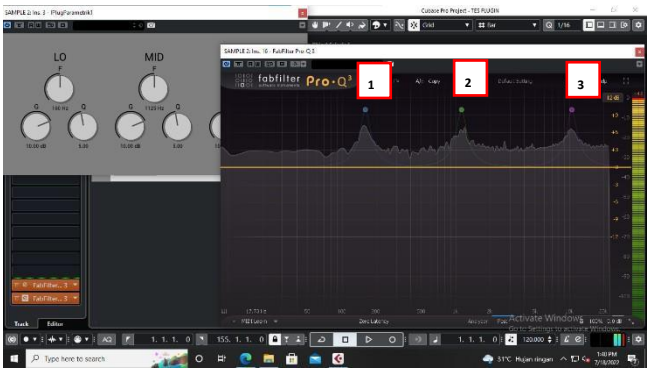
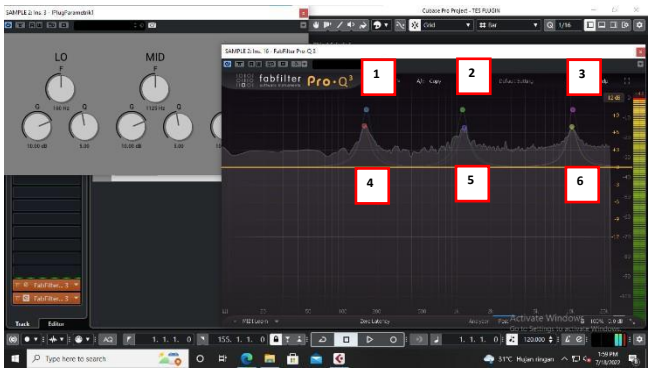
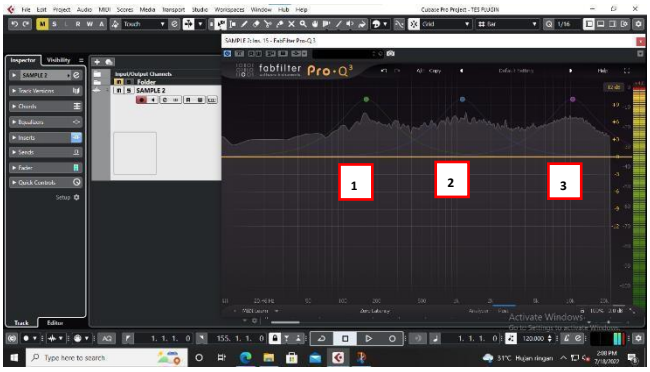
Tabel 1 Hasil Pemberian Sinyal Masukan Gelombang Frekuensi Noise

No	Gambar	Keterangan
1.		*Input noise* dalam kondisi *equalizer parametric dry*. Tampilan *audio spectrum* pada Q3 terlihat rata.
2.		Kondisi *wet* 1. Tampilan *audio spectrum* pada Q3 terlihat seperti lembah curam. Hal tersebut dipengaruhi oleh pengurangan *gain* dititik frekuensi yang ditentukan oleh pengguna yaitu frekuensi 160Hz, 1125Hz dan 10430HZ. Tanda kotak nomor 1, 2 dan 3 adalah garis parameter keberhasilan yang ditampilkan *analyzer*.

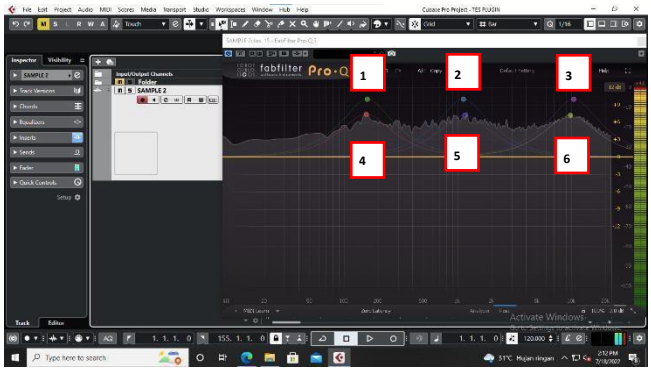
Tabel 1 (Lanjutan) Hasil Pemberian Sinyal Masukan Gelombang Frekuensi *Noise*

3.		Kondisi *wet* 1. Tanda kotak nomor 4, 5 dan 6 adalah garis *audio spectrum* yang dikeluarkan oleh *parametric equlizer*. *audio spectrum* mengalami perubahan tetapi masih jauh dari garis parameter keberhasilan.
4.		Kondisi *wet* 2. Tampilan *audio spectrum* pada Q3 terlihat turun secara menyeluruh. Hal ini disebabkan karena Q dengan nilai 1. Semakin kecil angka nilai Q maka semakin lebar *bandwith* yang dihasilkan, dan sebaliknya. Tanda kotak nomor 1, 2 dan 3 adalah garis parameter keberhasilan yang ditampilkan *analyzer*.
5.		Kondisi *wet* 2. Diketahui tanda kotak nomor 4, 5 dan 6 masih jauh dari garis parameter keberhasilan, tanda kotak 1, 2 dan 3.

Tabel 1 (Lanjutan) Hasil Pemberian Sinyal Masukan Gelombang Frekuensi Noise

6.		Kondisi *wet* 3. Tampilan *audio spectrum* pada Q3 terlihat seperti gunung kecil. Hal tersebut dipengaruhi oleh penambahan *gain* dititik frekuensi yang ditentukan oleh pengguna yaitu frekuensi 160Hz, 1125Hz dan 10430HZ. Tanda kotak nomor 1, 2 dan 3 adalah garis parameter keberhasilan yang ditampilkan *analyzer*.
7.		Kondisi *wet* 3. Tanda kotak nomor 4, 5 dan 6 adalah garis *audio spectrum* yang dikeluarkan oleh *parametric equalizer*. *audio spectrum* mengalami perubahan dan hampir mendekati garis parameter keberhasilan, tanda kotak 1, 2 dan 3.
8.		Kondisi *wet* 4. Tampilan *audio spectrum* pada Q3 mengalami peningkatan amplitudo secara menyeluruh. Hal ini disebabkan karena Q dengan nilai 1. Semakin kecil angka nilai Q maka semakin lebar *bandwith* yang dihasilkan, dan sebaliknya. Tanda kotak nomor 1, 2 dan 3 adalah garis parameter keberhasilan yang ditampilkan *analyzer*.

Tabel 1 (Lanjutan) Hasil Pemberian Sinyal Masukan Gelombang Frekuensi Noise

9.		Kondisi *wet* 4. Tanda kotak nomor 4, 5 dan 6 adalah garis *audio spectrum* yang dikeluarkan oleh *parametric equalizer*. *audio spectrum* mengalami perubahan dan hampir mendekati garis parameter keberhasilan, tanda kotak 1, 2 dan 3.

Tabel 1 merupakan hasil dari pemberian sinyal masukan gelombang frekuensi noise. Dari hasil tersebut, parametric equalizer sudah berhasil disimulasikan dikarenakan ketika user memberikan input, audio spectrum mengalami perubahan pada frekuensi noise tetapi belum optimal. Hal tersebut dikarenakan dalam pembuatan software plugin parametric equalizer menggunakan biquad filter. Oleh karena itu biquad filter kurang cocok digunakan pada pengujian ini.

Tabel 2 Nilai *Setting Parametric Equalizer*

Band	Ket	Wet1	Wet2	Wet3	Wet4
LO (Kotak 1)	F	160 Hz	160 Hz	160 Hz	160 Hz
	G	-15.05 dB	-15.05 dB	10 dB	10 dB
	Q	5	1	5	1
MID (Kotak 2)	F	1125 Hz	1125 Hz	1125 Hz	1125 Hz
	G	-15.05 dB	-15.05 dB	10 dB	10 dB
	Q	5	1	5	1
HI (Kotak 3)	F	10430 Hz	10430 Hz	10430 Hz	10430 Hz
	G	-15.05 dB	-15.05 dB	10 dB	10 dB
	Q	5	1	5	1

Tabel 3 Nilai Hasil *Parametric Equalizer*

Band	Ket	Wet1	Wet2	Wet3	Wet4
LO (Kotak 4)	F	171 Hz	183 Hz	154 Hz	157 Hz
	G	-2.04 dB	-3.59 dB	7.18 dB	7.38 dB
	Q	5	1	5	1
MID (Kotak 5)	F	1083 Hz	1311 Hz	1169 Hz	1158 Hz
	G	-2.20 dB	-4.24 dB	6.86 dB	7.21 dB
	Q	5	1	5	1
HI (Kotak 6)	F	10402	10806 Hz	10236 Hz	9822 Hz
	G	-1.71 dB	-2.45 Hz	7.06 dB	7.20 dB
	Q	5	1	5	1

Tabel 2 merupakan nilai batas keberhasilan parametric equalizer yang digunakan sebagai acuan dari hasil yang diperoleh setelah simulasi dilakukan. Hasil yang diperoleh parametric equalizer setelah disimulasikan dapat dilihat pada tabel 3, dimana nilai dari hasil tersebut belum sesusai seperti nilai batasan yang diberikan, karena dalam pembuatan software plugin parametric equalizer menggunakan biquad filter yang menyebabkan hasil belum optimal.

Tabel 4 Nilai Selisih Antara Nilai *Setting* dan Hasil

Band	Ket	Wet1	Wet2	Wet3	Wet4
LO	F	11 Hz	23 Hz	6 Hz	3 Hz
	G	-13.01 dB	-11.46 dB	2.82 dB	2.62 dB
	Q	0	0	0	0
MID	F	42 Hz	186 Hz	44 Hz	33 Hz
	G	-12.85 dB	-10.81 dB	3.14 dB	2.79 dB
	Q	0	0	0	0
HI	F	28 Hz	376 Hz	194 Hz	608 Hz
	G	-13.34 dB	-12.6 dB	2.94 dB	2.8 dB
	Q	0	0	0	0

Tabel 4 merupakan nilai selisih antara nilai setting dan nilai hasil. Dari data tersebut pada bagian frekuensi diperoleh selisih terkecil yaitu frekuensi band HI dan selisih terbesar yaitu frekuensi band LO. Pada bagian gain diperoleh selisih terkecil yaitu gain band HI dan terbesar gain band LO. Hal tersebut dikarenakan dalam pembuatan software plugin parametric equalizer menggunakan biquad filter yang menyebabkan hasil belum optimal.

Tabel 5 Data *Error* (%)

Band	Ket	Wet1	Wet2	Wet3	Wet4	Rata-Rata
LO (Kotak 4)	F	6.87	14.37	3.75	1.87	6,71
	G	86.44	76.14	28.2	26.2	54,24
	Q	0	0	0	0	0
MID (Kotak 5)	F	3.73	16.53	3.91	2.93	6,77
	G	85.38	71.82	31.4	27.9	54,12
	Q	0	0	0	0	0
HI (Kotak 6)	F	0.26	3.60	1.86	5.82	2,89
	G	88.63	83.72	29.4	28	57,43
	Q	0	0	0	0	0

Tabel 5 merupakan data *error* (%) yang diperoleh dari nilai data nilai *setting* dan data hasil. Dari data tersebut dapat diketahui presentase *error* yang diperoleh dari tiap *band*. Presentase *error* terbesar terdapat pada bagian *gain* yaitu dengan rata-rata total presentase *error* sebesar 55,27%. Untuk nilai rata-rata total presentase *error* frekuensi dan Q dapat dilihat pada tabel 6

Tabel 6 Nilai Rata-Rata Keseluruhan (%)

Band	Rata-Rata Total
F	5,46
G	55,27
Q	0

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan yaitu *program digital parametric equalizer* menjalankan proses *filter* pada 3 band yang dibuat, *program digital parametric equalizer* dapat menerima *input* sinyal frekuensi, memproses, dan mengeluarkan sinyal frekuensi, dan *program digital parametric equalizer* yang dibuat sudah berhasil meskipun belum optimal 100%. Hal tersebut dikarenakan penelitian ini menggunakan *biquad filter* untuk membuat *program digital equalizer parametric*. Oleh karena itu *biquad filter* kurang cocok untuk digunakan pada pengujian ini.

Daftar Pustaka

Sari, T Tirta., 2010, Simulasi Komputer Digital Graphic Equalizer, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro, FST, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.

Cornell. Kevin., 2019, What Are VST Plugins and How Can They Boost Your Creativity, https://www.tunecore.com/id.blog/2019/11/what-are-vst-plugins- and- how-can-they-boost-your-creativity.html, diakses 19 November 2021.

Lidyawati, Lita., Rahmiati, Pauline. dan Sunarti, Yuli., 2016, Implementasi FilterFinite Impulse Response (FIR) Window Hamming dan Balckman Menggunakan DSK TMS320C6713, ELKOMIKA, vol.4, no.1.

Santoso, Tri Budi., 2006, Mengenal IIR Filter, EEPIS, ITS.

Diana, Arsy, 2021, Pengertian Band Pass Filter (BPF) dan Fungsinya, https://rodablog.com/band-pass-filter-adalah.html, diakses 19 November 2021.

Pirkle C, Will., 2019, Designing Audio Effect Plugins in C++, Vanderbilt Avenue, New York, Routledge.

Rajaguguk, Beta., 2019, Analisa Pengukuran Gain Menggunakan Cakewalk Sonar LE pada Real-Time Analyzer Audio Mixer Allen & Health ZED420, ZED428,ZED436 di Talk Show / Musik TVRI Jawa Tengah Semarang, Tugas Akhir, Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Semarang, Jawa Tengah.

Altunian, Gary, 2021, Perbedaan antara Grafis dan Equalizer Parametik, https://id.eyewated.com/perbedaan-antara-grafis-dan-equalizer-parametrik/, diakses 10 November 2021.

Knaen, 2017, Testgenerator https://steinberg.help/cubase_plugin_reference/v9/en/_shared/topics/plug_ref/testgen erator_r.html

Jhon, Gee., 2021, Audio Interface: Alat Utama Studio Musik Digital, https://erudisi.com/audio-interface-alat-utama-studio-musik-digital/, diakses 21 November 2021.

Astuti, Novi Puji., 2021, Mengenal Fungsi Speaker, Lengkap dengan Jenis-Jenisnya, https://www.merdeka.com/jabar/mengenal-fungsi-speaker-lengkap- dengan jenis-jenisnya- kln.html, diakses 21 November 2021.

Ankerstjerne, Christian , 2021, Pro q3 Equalizer Plugin https://www.fabfilter.com/products/pro-q-3-equalizer-plug-in

Larkin, Oli., ------- , iPlug2, https://github.com/iPlug2/iPlug2, diakses 16 November 2021.

knaen, 2017, Pengertian dan Sejarah Steunberg Cubase, https://creativemusiklab.blogspot.com/2017/10/steinberg-cubase.html, diakses 17 November 2021

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

EKSPLORASI AKTIVITAS FUNDAMENTAL MATEMATIS PADA CANDI SAMBISARI

Atika Yoviana[1*], Epifani Putri Mariana[2], Wayan Maharani[3]
[1,2,3]FKIP, Universitas Sanata Dharma
*email : atikayoviana@gmail.com

Abstrak

Matematika saat ini berkembang mengikuti buadaya setempat, hal inilah yang disebut dengan etnomatematika. Salah satu unsur matematika dalam suatu kebudayaan terdapat pada sebuah candi. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi unsur etnomatematika ditinjau dari aktivitas fundamental matematis pada Candi Sambisari yang dilihat dari materi geometri dan pengukuran. Ada enam aktivitas fundamental matematis yang akan dikaji yakni *counting*, *locating*, *measuring*, *designing*, *playing*, dan *explaining*. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif eksplorasi dengan teknik pengumpulan data observasi, wawancara, dan dokumentasi. Data yang akan digunakan berupa data-data yang berhubungan dengan objek matematis geometri dan pengukuran yang terdapat pada Candi Sambisari. Hasil dari penelitian ini terdiri dari; *counting* yaitu menghitung banyaknya candi, *locating* untuk mengetahui jarak pada candi, *measuring* digunakan untuk mengukur bangun ruang dan bangun datar, *designing* digunakan untuk menentukan kesebangunan antar bangun ruang yang ada pada candi, *playing* digunakan untuk menentukan aturan penyusunan batu pada candi, dan *explaining* digunakan untuk menjelaskan sejarah dan sifat-sifat bangun ruang serta bangun datar.
Kata kunci: Candi Sambisari, Etnomatematika, Geometri, Pengukuran.

Abstract

Mathematics is currently developing following the local culture, this is what is called ethnomathematics. One of the elements of mathematics in a culture is found in a temple. This study aims to explore the elements of ethnomathematics in terms of mathematical fundamental activities at the Sambisari Temple as seen from the geometry and measurement materials. There are six fundamental mathematical activities that will be studied, namely counting, locating, measuring, designing, playing, and explaining. This study uses a descriptive exploratory method with data collection techniques of observation, interviews, and documentation. The data that will be used is in the form of data related to geometrical mathematical objects and measurements contained in the Sambisari Temple. The results of this study consist of; counting is counting the number of temples, locating to find out the distance to the temple, measuring is used to measure the shape of the space and flat shapes, designing is used to determine the similarity between the existing buildings in the temple, playing is used to determine the rules for arranging stones in the temple, and explaining is used to explain the history and properties of spatial and flat shapes.
Keywords: Sambisari Temple, Ethnomathematics, Geometry, Measurement.

Pendahuluan

Matematika tidak hanya terdiri dari angka, simbol, dan rumus yang tidak ada hubungannya terhadap konteks dunia real. Namun sebenarnya, matematika tumbuh dari dunia nyata (Susilo, 2012). Penerapan matematika telah digunakan sejak zaman dahulu, seperti perhitungan banyaknya jumlah ternak, menghitung luas tanah yang dimiliki, mengukur suatu bangunan, perhitungan pajak, dan lain sebagainya. Sejak dahulu, matematika erat kaitannya dengan aktivitas kehidupan masyarakat, hal ini juga ditemukan dalam aspek budaya. Budaya yang erat kaitannya dengan tumbuh kembang masyarakat, di dalamnya memiliki ilmu matematika yang tumbuh, lahir, dan berkembang dari kebudayaan. Hal inilah yang disebut dengan etnomatematika, di mana matematika adalah hasil dari budaya yang berkembang dalam kehidupan bermasyarakat (Muhtadi, Sukirwan, & Warsito, 2019).

Etnomatematika adalah penghubung antara keilmuan matematika dan kebudayaan, etnomatematika memiliki cara yang berbeda dalam melakukan aktivitas dengan menggunakan matematika (Lisnani, dkk 2020). Dalam membantu seseorang untuk mencari tahu konsep matematika apa saja yang ada dalam suatu kebudayaan tertentu, terdapat 6 aktivitas fundamental menurut Bishop (1988) yang terdiri dari *counting, locating, measuring, designing, playing,* dan *explaining. Counting* adalah aktivitas yang mempresentasikan suatu objek dengan objek lain yang memiliki nilai yang sama. *Locating* adalah sebuah aktivitas yang berkaitan dengan gagasan geometris. *Measuring* adalah suatu aktivitas yang berkaitan dengan membandingkan, mengurutkan atau menyusun suatu objek satu dengan objek lainnya. *Designing* adalah aktivitas untuk melihat bentuk dari keanekaragaman suatu objek. *Playing* adalah suatu aktivitas untuk melihat suatu aspek matematis yang terdapat pada permainan anak-anak. Terakhir, *Explaining* adalah aktivitas yang berkaitan antara suatu kejadian dengan pencarian teori penjelasan.

Salah satu contoh pengeksplorasian yang memuat beberapa aktivitas fundamental adalah mengeksplorasi candi. Candi adalah bangunan pada zaman dahulu yang dibangun oleh raja-raja untuk digunakan sebagai tempat ritual ibadah maupun tempat pemakaman. Dalam pembangunan candi, baik itu dilihat dari aspek historis, letak, dan pembangunan akan terdapat konsep matematika di dalamnya. Salah satu konsep matematika yang banyak ditemui pada candi adalah konsep bangun ruang. Misalnya, pada Candi Selogending memiliki aspek *designing* pada petilasan-petilasan memuat unsur bangun geometri bidang, geometri ruang, dan pencerminan (Riski Ainurriza, 2020). Salah satu candi yang berada di Yogyakarta adalah Candi Sambisari yang terletak di Dusun Sambisari. Candi Sambisari merupakan candi Hindu yang dibangun pada masa pemerintahan Raja Rakai Garung pada kerajaan Mataram Kuno. Adapun penelitian etnomatematika terdahulu yang menjadikan Candi Sambisari sebagai objek penelitian. Penelitian yang dilakukan oleh Prayitno (2020) yang berjudul “Kajian Etnomatematika Pada Candi Sambisari Daerah Istimewa Yogyakarta Dan Implementasinya Dalam Pembelajaran Matematika Kelas VII Sekolah Menengah Pertama”. Hasil penelitian ini menunjukan bahwa peneliti mengetahui sejarah, aspek sosial, dan aspek matematis Candi Sambisari. Perbedaan penelitian saat ini dengan terdahulu adalah

pengkajian aktivitas fundamental pada penelitian ini, berdasarkan pada materi bangun ruang. Pengeksplorasian aktivitas fundamental matematis pada Candi Sambisari masih jarang ditemukan, selain itu peneliti juga mempertimbangkan kestrategisan lokasi, maka penelitian ini akan membahas mengenai hasil pengeksplorasian Candi Sambisari dengan menggunakan aktivitas fundamental matematis jika ditinjau dari materi geometri dan pengukuran.



Gambar 1. Candi Sambisari

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksplorasi dengan metode deskriptif eksploratif**.** Tujuan penelitian eksplorasi adalah penelitian yang bersifat eksplorasi untuk memperoleh ide-ide terkait permasalah secara lebih rinci maupun dalam mengembangkan hipotesis yang sudah ada (Yusuf, 2017). Sedangkan penelitian deskriptif adalah penelitian yang mengarah pada pemberian gejala-gejala, fakta-fakta, atau suatu kejadian secara sistematis dan akurat, mengenai sifat populasi atau daerah tertentu (Marihot et al., 2022). Penelitian deskriptif merupakan penelitian lanjutan setelah melakukan eksplorasi. Sehingga dapat disimpulkan bahw**a** penelitian deskriptif eksplorasi memiliki tujuan yaitu untuk menggambarkan suatu keadaan ataupun fenomena. Dalam penelitian deskriptif eksplorasi ini, adapun dokumen yang menjadi bahan eksplorasi adalah aktivitas fundamental matematis yang digunakan untuk menentukan aspek-aspek geometri dan pengukuran pada Candi Sambisari.

Lokasi penelitian pada Candi Sambisari terletak di Jl. Candi Sambisari, Sambisari, Purwomartani, Kec. Kalasan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55571. Subjek penunjang penelitian adalah narasumber yang memberikan informasi mengenai objek candi Sambisari yang akan diteliti. Subjek penunjang penelitian yang digunakan adalah dua pemandu wisata yang sudah ditugaskan oleh Balai Pelestarian Cagar Budaya (BPCB) Yogyakarta.

Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data observasi, wawancara, dan dokumentasi. Observasi dilakukan dengan bantuan pedoman observasi yang digunakan dalam pengamatan kemudian dilanjutkan dengan mencatat hasil observasi. Sedangkan metode wawancara yang digunakan bersifat semi terstruktur yang artinya wawancara yang dilakukan sesuai dengan pedoman wawancara yang berisi daftar pertanyaan, tetapi pertanyaan dapat dikembangkan ataupun dapat menimbulkan pertanyaan baru dalam proses wawancara. Selanjutnya pada metode dokumentasi digunakan untuk mengumpulkan data berupa foto,

gambar, atau dokumen candi Sambisari yang membuat aktivitas fundamental matematis pada geometri dan pengukuran.

Hasil dan Pembahasan

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan memuat aktivitas fundamental matematis yang terdapat pada Candi Sambisari yang berhubungan dengan geometri dan pengukuran. Aktivitas fundamental tersebut didapatkan melalui wawancara, observasi dan dokumentasi. Wawancara dilakukan dengan narasumber yang berasal dari BPCB serta pegawai penjualan tiket. Untuk observasi dilakukan secara langsung oleh peneliti di Candi Sambisari yang terletak di Desa Purwomartani, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Untuk dokumentasi didapatkan melalui pengambilan gambar oleh peneliti Adapun aktivitas fundamental yang telah ditemukan yaitu:

1. Aktivitas *Counting*

   Melalui observasi dan wawancara yang dilakukan, aktivitas *counting* yang dapat ditemukan adalah menghitung banyaknya jenis bangun ruang dan bangun datar yang ada Candi Sambisari. Pada, lingga yoni semu yang ada di candi terdapat 8 Lingga yoni semu. Pada setiap lingga yoni terdapat 3 bentuk bangun ruang yaitu tabung dan dua balok yang berbeda ukuran. Terdapat unsur bangun ruang pada umpak yang ada pada candi induk. Umpak memiliki dua bentuk yang berbeda yaitu bentuk tabung dan balok. Umpak berbentuk tabung terdiri dari 8 buah. Umpak berbentuk tabung ini terdapat bangun ruang di atasnya yang berbentuk balok. Umpak berbentuk balok terdiri dari 4 buah. Umpak berbentuk balok ini terdapat bangun ruang di atasnya yang berbentuk balok. Terakhir, terdapat satu bentuk limas yang terletak pada puncak candi induk.



Gambar 2. Lingga Yoni

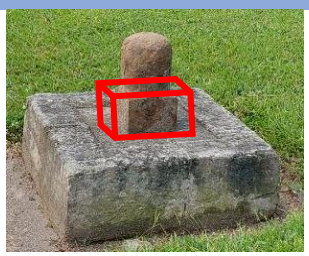


Gambar 3. Umpak



Gambar 4. Umpak

Tabel 1. Bentuk Bangun Ruang Pada Candi Sambisari

Unsur Bangun Ruang	Gambar dan Penjelasan	
Balok	 Gambar 5. Bentuk balok di atas, terdapat pada salah satu bagian candi yaitu bagian tengah lingga yoni.	 Gambar 6. Bentuk balok di atas, terdapat pada salah satu bagian candi yaitu bagian paling bawah lingga yoni
Tabung	 Gambar 7. Bentuk tabung di atas, terdapat pada salah satu bagian candi yaitu bagian paling atas lingga	

Unsur Bangun Ruang	Gambar dan Penjelasan
Limas	

Gambar 8. Bentuk limas di atas, terdapat pada salah satu bagian candi induk

Selain itu, bentuk bangun datar yang ada pada Candi Sambisari dijelaskan melalui tabel di bawah ini. Adapun bentuk-bentuk bangun datar tersebut adalah persegi, persegi panjang, segitiga, trapesium, dan lingkaran.

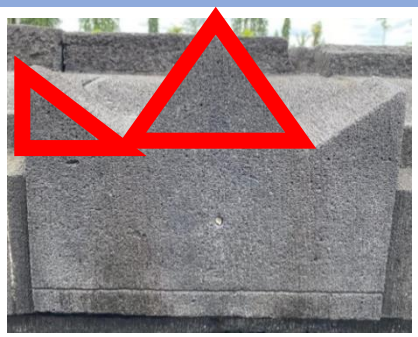
Tabel 2. Bentuk Bangun Datar Pada Candi Sambisari

Unsur Bangun Datar	Gambar dan penjelasan
Persegi	

Gambar 9. Bentuk persegi di atas, terdapat pada salah satu bagian candi yaitu umpak

Persegi Panjang	

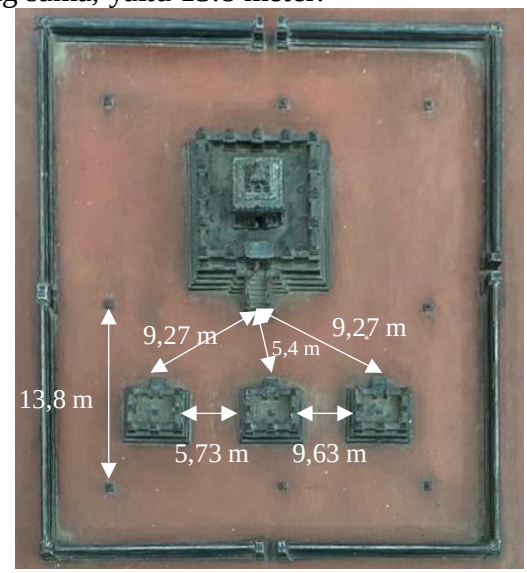
Gambar 10. Bentuk persegi panjang di atas, terletak pada salah satu bagian pagar yang terdapat di Candi Sambisari

Unsur Bangun Datar	Gambar dan penjelasan
Segitiga	 Gambar 11. Bentuk segitiga sama kaki dan segitiga siku-siku di atas terdapat pada salah satu bagian pagar candi induk.
Trapesium	 Gambar 12. Bentuk trapesium sama kaki di atas terdapat pada salah satu bagian candi yaitu lapik lingga
Lingkaran	 Gambar 13. Bentuk lingkaran di atas, terletak pada salah satu bagian dari candi induk yaitu umpak.

2. Aktivitas *Locating*

Melalui observasi yang dilakukan, aktivitas *locating* yang ada pada Candi Sambisari terdiri dari jarak antar candi induk dengan perwara, jarak antar lingga yoni semu, dan jarak antar umpak. Jarak antar candi induk dengan candi perwara pertama adalah 9.27 meter, jarak antar candi induk

dengan candi perwara kedua adalah 5.4 meter, jarak antar candi induk dengan perwara ketiga adalah 9.27 meter. Selain itu, jarak antar candi perwara pertama dengan kedua adalah 5.73 meter dan jarak antar candi perwara kedua dan ketiga adalah 6.63 meter. Selain itu terdapat pula jarak antar lingga yoni semu yang tersebar pada halaman Candi Sambisari memiliki jarak yang sama, yaitu 13.8 meter.



Gambar 14. Jarak Antar Candi

3. Aktivitas *Measuring*

Aktivitas *measuring* terdiri dari aktivitas yang mengidentifikasi bentuk-bentuk bangun ruang yang ada pada Candi Sambisari, setelah itu mengukur ukuran dari bangun ruang yang telah teridentifikasi tersebut. Bangun ruang yang ada pada Candi Sambisari terdiri dari balok dan tabung. Bentuk balok dan tabung ini terdapat pada lingga yoni semu dan umpak. Ukuran balok pada lingga yoni semu terdiri dari 16.5 x 16.5 x 10.5 cm dan 66 x 66 x 20 cm. Sedangkan ukuran tabung pada lingga yoni semu memiliki diameter 15.5 cm, dengan tinggi 17 cm dan keliling 53 cm.

Pada umpak yang terdapat pada candi induk memiliki 2 perpaduan bentuk yang berbeda. Umpak yang pertama terdiri dari bentuk balok dan balok, yang memiliki ukuran 19 x 18 x 10 cm dan 76 x 75.5 x 12 cm. Sedangkan umpak kedua terdiri dari bentuk balok dan tabung, ukuran balok terdiri dari 17.5 x 15.5 x 10 cm. Ukuran tabung pada bentuk yang kedua memiliki diameter 72 cm dengan tingginya adalah 10 cm. Selain itu terdapat bangun ruang berbentuk limas pada puncak di candi induk, hanya saja peneliti tidak dapat mengukur limas tersebut.

Tabel 3.Ukuran Bangun Datar dan Bangun Ruang Pada Candi Sambisari

Bentuk	Nama Gambar	Ukuran
Lingga Yoni Semu	**Gambar 2**	Balok kecil: 16.5 x 16.5 x 10.5 Balok besar: 66 x 66 x 20 cm Tabung:

Bentuk	Nama Gambar	Ukuran
		- Diameter: 15.5 cm - Tinggi: 17 cm
Umpak 1	**Gambar 3**	Balok kecil: 19 x 18 x 10 cm Balok besar: 76 x 75.5 x 12 cm
Umpak 2	**Gambar 4**	Balok: 17.5 x 15.5 x 10 cm. Tabung - Diameter: 72 cm - Tingginya: 10 cm

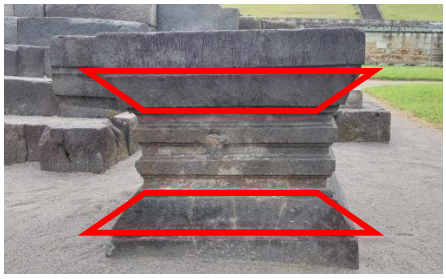
4. Aktivitas *Designing*

Dalam aktivitas *designing*, ditemukan beberapa bangun ruang dan bangun datar yang memiliki kesebangunan dengan bangun lainnya. Kesebangun bangun ruang yaitu terdapat bentuk balok yang sebangun pada penyusun candi induk. Selain itu, bangun datar yang sebangun yaitu kesebangunan pada trapesium, kesebangunan pada segitiga siku-siku dan segitiga sama kaki yang terdapat pada pagar yang mengelilingi candi induk, dan kesebangunan pada lingkaran yang merupakan umpak dan terdapat pada candi induk. Berikut ini merupakah tabel kesebangunan pada bangun ruang dan bangun datar yang terdapat pada Candi Sambisari.

Tabel 1. Kesebangunan Pada Candi Sambisari
Kesebangunan Bangun Ruang dan Bangun Datar

Balok	
Gambar	Keterangan
	- Kedua balok di samping merupakan balok penyusun candi induk - Kedua balok sebangun - Ukuran : Panjang : 51 cm Lebar : 34 cm Tinggi : 22 cm
Gambar 15. Kesebangunan pada Balok	

Trapesium	
Gambar	Keterangan



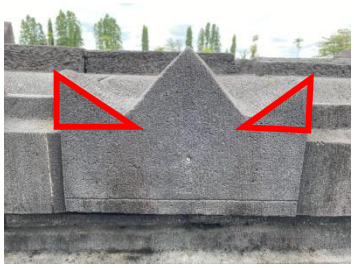
- Kedua trapesium di samping merupakan trapesium yang ada pada lapik lingga
- Kedua trapesium sebangun
- Ukuran :
  Panjang : 51 cm
  Lebar : 34 cm
  Tinggi : 22 cm

Gambar 16.

Kesebangunan pada Trapesium

Segitiga Siku-Siku

Gambar | Keterangan



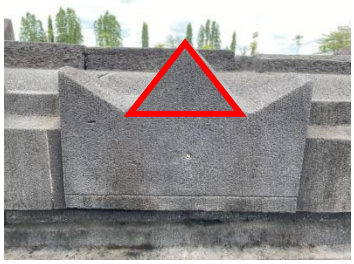
- Kedua segitiga siku-siku di samping merupakan segitiga yang terdapat pada pagar yang mengelilingi candi induk
- Kedua segitiga sebangun
- Ukuran :
  Alas : 10 cm
  Tinggi : 8 cm
  Sisi miring : 12 cm

Gambar 17.

Kesebangunan pada Segitiga Siku-Siku

Segitiga Sama Kaki

Gambar | Keterangan



- Kedua segitiga sama kaki di samping merupakan segitiga yang terdapat pada pagar yang mengelilingi candi induk
- Segitiga tersebut sebangun dengan segitiga lain yang terdapat pada pagar yang mengelilingi candi induk
- Ukuran :
  Alas : 16 cm
  Tinggi : 13 cm
  Sisi miring : 10 cm

Gambar 18.

Kesebangunan pada Segitiga Sama Kaki

Lingkaran

Gambar | Keterangan



- Kedua lingkaran di samping merupakan lingkaran pada umpak yang terdapat di candi induk
- Kedua lingkaran ini adalah sebangun, tetapi tabung yang ada di umpak tidak sebangun karena memiliki tinggi yang berbeda

Gambar 19.

Kesebangunan pada Lingkaran

- Ukuran :
  Diameter :72 cm

5. Aktivitas *Playing*

   Dalam aktivitas *playing*, peneliti menemukan bahwa dalam penyusunan candi-candi yang terdapat pada kompleks Candi Sambisari menggunakan prinsip dalam pemugaran candi yakni keaslian bentuk dan keaslian bahan. Sehingga pada saat penyusunan kembali Candi Sambisari para arkeolog membuat penyusunan percobaan. Teknik yang digunakan dalam menyusun batu-batu candi adalah dengan menyesuaikan bentuk-bentuk dari penyusunnya seperti saat bermain *puzzle*. Hal ini karena apabila pemasangan batu tidak sesuai dengan pasangannya batu-batu tersebut tidak akan bisa terpasang dengan baik. Batu yang tersusun memiliki bentuk yang beragam, seperti balok, kubus hingga limas.

6. Aktivitas *Explaining*

   Aktivitas *explaining* terdiri dari menjelaskan sejarah Candi Sambisari sifat-sifat bangun ruang dan bangun datar yang ada pada Candi Sambisari.

   Adapun penjelasan sejarah Candi Sambisari yaitu

   1. Pendiri Bangunan

      Candi Sambisari ditemukan pada tahun 1966 adalah candi yang ditemukan tidak sengaja oleh seorang petani yang sedang mencangkul di sawahnya. Pada saat petani tersebut mencangkul, petani itu merasakan cangkulnya menghantam sebuah benda keras yang, setelah digali dan diamati, ternyata adalah sebuah batu berhiaskan pahatan. Ekskavasi atau pembongkaran arkeologi terhadap Candi Sambisari dilaksanakan lagi pada 1975-1977. Kondisi candi setelah dilakukan ekskavasi ditemukan dalam keadaan runtuh dan berada pada kedalaman 6,5 meter di bawah permukaan tanah. Pada tahun 1984-1985 kegiatan ekskavasi arkeologi kembali dilakukan dan berhasil menampakkan bahwa di luar pagar keliling halaman pusat terdapat teras dengan tangga naik di setiap sisinya.

      Candi ini diperkirakan dibangun pada dekade awal abad ke-9 pada masa pemerintahan Raja Rakai Garung yang berkuasa di Kerajaan Mataram Kuno dari Wangsa Syailendra. Perkiraan ini dilihat dari gaya tulisan lempengan emas yang terbaca "om shiva shtana" yang ditemukan 1977 di kompleks candi ini, serta informasi dari prasasti Wanua Tengah III yang menyebutkan bahwa Rakai Garung memerintah Medang pada awal abad ke-9.

   2. Sejarah Kontruksi

      Dikarenakan Posisi dasar Candi Sambisari yang terletak 6,5 meter di bawah permukaan tanah ketika ditemukan. Dugaan ini dikarenakan tertimbun lahar dari Gunung Merapi yang meletus dan menimbulkan bencana dahsyat pada awal abad ke-11 (kemungkinan tahun 1006). Hal ini terlihat dari banyaknya batu material vulkanik di sekitar candi. Maka, setelah ditemukannya Candi Sambisari, dilakukan pemugaran pertama kali pada tahun 1986.

Secara teknis kegiatan pemugaran candi Sambisari memerlukan waktu 20 tahun yang dihitung sejak ditemukan pada tahun 1966 sampai tahun 1987. Pelaksanaannya melalui kegiatan dan tahapan yang terbagi atas:

• Tahun 1966-1975 dilakukan ekskavasi pra-pemugaran yang bertujuan menyelamatkan bangunan candi, setelah itu diadakan susunan percobaan dengan maksud untuk merekonstruksi sementara.

• Tahun 1975/1976 – 1986/1987 dilaksanakan secara intensif yang didasarkan pada kegiatan per tahun Pekerjaan pemugaran ini meliputi: penelitian, pembebasan tanah, pembongkaran, dan susunan percobaan

3. Cara Pembangunan Situs

Pemugaran Candi Sambisari dimulai dengan melakukan penelitian persiapan pemugaran yang kegiatannya terdiri dari: pembongkaran, identifikasi, seleksi komponen batu, klasifikasi, dan penyusunan percobaan. Dari kegiatan ini diketahui bahwa batu-batu isian candi terdiri atas batu-batu putih yang lunak atau padas antara 3 – 4 lapis dan di bawahnya berupa tanah yang dipadatkan bercampur dengan batu kali atau batu gundul.

Setelah proses penelitian persiapan pemugaran selesai, pekerjaan selanjutnya adalah menata kembali. Penyusunan ini terdiri dari susunan candi induk, tiga buah candi perwara, dan pagar keliling. Batu-batu penyusun candi dan pagar keliling yang tidak ditemukan diganti dengan batu baru polos.

Tahap akhir pemugaran Candi Sambisari adalah dengan membuat saluran air pada area sekeliling luar teras. Hal ini dilakukan untuk mengalirkan air hujan menuju bak penampungan air agar tidak menggenangi halaman candi. Selain itu, dilakukan penataan lingkungan dengan mendesain pertamanan di sekeliling candi, pembangunan pos keamanan, dan penyediaan ruang informasi sebagai sarana pendukung pariwisata dan penelitian

Dalam Candi Sambisari terdapat bangun ruang yaitu balok, tabung dan limas. Adapun sifat-sifat bangun tersebut yaitu:

a. Sifat-sifat balok
   - Memiliki 4 buah diagonal ruang dan 12 buah diagonal bidang
   - Memiliki 8 buah titik sudut dan seluruhnya siku – siku
   - Memiliki 12 buah rusuk dan 6 pasang rusuk tersebut berhadapan sama panjang
   - Memiliki 6 Buah Bidang sisi yang berbentuk Persegi Panjang dan 3 pasang sisi yang saling Kongruen

b. Sifat-sifat tabung
   - Memiliki alas dan tutup yang berbentuk lingkaran
   - Jarak antara lingkaran tutup dan lingkaran alas disebut dengan tinggi tabung
   - Jaring tabung berupa 1 buah persegi panjang dan 2 buah lingkaran
   - Bidang tegak tabung itu berupa lengkungan yg disebut juga dengan selimut tabung

c. Sifat-sifat limas

- Memiliki titik sudut berjumlah n titik sudut alas + 1 titik sudut puncak
- Memiliki rusuk berjumlah n rusuk dikali 2
- Memiliki bidang sisi yang berbentuk segitiga dan alas berupa n-sisi

Dalam Candi Sambisari terdapat bangun datar yaitu persegi, persegi panjang, segitiga, trapesium, dan lingkaran. Adapun sifat-sifat bangun tersebut yaitu:

a. Sifat-sifat persegi
   - Memiliki sisi-sisi yang sama panjang.
   - Memiliki dua diagonal yang sama panjang (keduanya saling berpotongan dan membentuk tegak lurus serta membaginya menjadi dua bagian sama panjang).
   - Memiliki empat sudut siku-siku yang sama besar, yakni 90 derajat.
   - Memiliki empat sumbu simetri lipat.
   - Memiliki empat titik sudut.
   - Memiliki empat sumbu simetri putar
b. Sifat-sifat persegi panjang
   - Memiliki empat sisi (dimana kedua sisi tersebut saling berhadapan sama panjang dan sejajar).
   - Memiliki empat sudut siku-siku yang sama besar, yaitu 90 derajat.
   - Memiliki dua diagonal (garis melintang) yang berpotongan menjadi dua bagian yang sama panjang.
   - Memiliki dua sumbu simetri lipat.
   - Memiliki dua sumbu simetri putar.
   - Memiliki sisi-sisi persegi panjang yang saling tegak lurus
c. Sifat-sifat segitiga sama kaki
   - Memiliki satu sumbu simetri lipat.
   - Memiliki dua sisi yang berhadapan sama panjang.
   - Memiliki satu sumbu simetri putar
d. Sifat-sifat segitiga siku-siku
   - Memiliki satu sisi miring.
   - Tidak memiliki sumbu simetri lipat.
   - Memiliki dua sisi yang saling tegak lurus.
   - Tidak memiliki sumbu simetri putar.
   - Salah satu sudutnya, yaitu sudut siku-siku sebesar 90 derajat.
   - Menggunakan rumus phytagoras dalam mencari panjang sisi miringnya
e. Sifat-sifat trapesium
   - Trapesium sama kaki memiliki simetri putar tingkat satu.
   - Dua diagonal pada trapesium sama kaki sama panjangnya.
   - Mempunyai dua buah sudut yang berdekatan yang besarnya sama.
   - Jumlah sudut diantara dua garis sejajar 180 derajat.
   - Memiliki dua kaki yang sama panjang
f. Sifat-sifat lingkaran

- Memiliki jarak pada tepi garis ke titik pusat yang biasa disebut dengan jari-jari atau dilambangkan r
- Memiliki simetri lipat dan putar yang jumlahnya tidak terhingga.
- Memiliki jumlah derajat lingkaran sebesar 360 derajat.
- Memiliki satu titik pusat.
- Memiliki diameter yang membagi lingkaran menjadi dua sisi yang seimbang.
- Memiliki jari-jari yang menghubungkan ke titik pusat dengan titik busur lingkaran.
- Memiliki diameter yang konstan

Kesimpulan

Berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi, terdapat 6 aktivitas fundamental pada Candi Sambisari. Aktivitas *counting* terdiri dari mencacah banyaknya jenis bangun ruang dan bangun datar pada Candi Sambisari, terdapat 3 bentuk bangun ruang yaitu balok, tabung, dan limas. Selain terdapat bentuk bangun datar yaitu persegi, segitiga, lingkaran, dan trapesium. Aktivitas *locating* terdiri dari aktivitas mengukur jarak pada candi, yaitu dengan menentukan jarak antar perwara ke perwara, jarak antar perwara dan candi, jarak antar lingga yoni semu, dan jarak antar umpak. Aktivitas *measuring* terdiri dari pengukuran bentuk bangun ruang yang sudah ditemui. Aktivitas *designing* terdapat kesebangunan antar bentuk bangun ruang pada candi. Aktivitas *playing* terdiri dari melihat pola penyusunan pada candi, didapatkan bahwa penyusunan dilakukan dengan teknik *puzzle*. Aktivitas *explaining* terdiri dari aktivitas penjelasan sejarah dan sifat-sifat bangun ruang yang ada pada Candi Sambisari.

Daftar Pustaka

Ainurriza, Riski. 2020. Etnomatematika Pada Candi Selogending Di Desa Kandangan Sebagai Sumber Belajar Matematika Kelas IV Sekolah Dasar. EDUCARE: Journal of Primary Education Vol. 1, No. 3, Desember 2020, pp. 283-302.

Bishop, A. J. (1988). Mathematical enculturation. A cultural perspective on mathematics education. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-009-2657-8

Frans Susilo. (2012). Landasan Matematika. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Lisnani, Zulkardi, Putri, R. I. I., & Somakim. (2020). Etnomatematika : Pengenalan Bangun Datar Melalui Konteks Museum Negeri Sumatera Selatan Balaputera Dewa. Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika, 9(3), 359–370.

Marihot, Y., Sari, S., & Endang, A. (2022). Buku Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif. In *Jurnal Multidisiplin Madani (MUDIMA)* (Vol. 1, Issue 1).

Warsito, Nuraini Y, Sukirwan & Muhtadi D. (2019). The Design Learning of Fraction with Realistic Mathematics Education in Elementary School. Journal of Physics: Conference Series 1188. Doi:10.1088/1742-6596/1188/1/012110

Yusuf. 2017. Metode Penelitian: Kuantitatif, Kualitatif, Dan Penelitian Gabungan. Jakarta: Kencana.

http://e-conf.usd.ac.id/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

EKSPLORASI ETNOMATEMATIKA PADA ALAT MUSIK SARON

Theodora Calista Larasati[1*], Diana Paramita Kumalasari[2], Caesilia Apri Purwanti[3,]

[1]*Mahasiswa S1 Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sanata Dharma Yogyakarta*
**Email : 201414047@student.usd.ac.id*

Abstrak

Budaya dan pendidikan merupakan dua hal yang saling berkaitan. Institusi pemerintahan mulai menggiatkan gerakan-gerakan untuk melestarikan budaya bangsa. Salah satu unsur budaya yang dapat diterapkan dalam pendidikan adalah alat musik. Indonesia sendiri memiliki beragam alat musik salah satunya adalah alat musik tradisional Saron. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui: 1) Sejarah dan filosofi alat musik Saron, 2) Aktivitas fundamental matematis menurut Bishop pada alat musik Saron, 3) Unsur matematika yang terdapat pada alat musik Saron. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif kualitatif. Objek penelitian yang akan diteliti adalah alat musik tradisional Saron. Narasumber dalam penelitian ini adalah pembina dan pengurus UKM Karawitan Universitas Sanata Dharma. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah studi literatur, wawancara mendalam, dan observasi secara langsung. Proses analisa data akan dilakukan dengan teknik analisis data kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan sejarah dan filosofinya, terdapat 6 aktivitas fundamental matematis menurut Bishop yang ada pada alat musik Saron. Selain itu, Saron memiliki etnomatematika yang berkaitan dengan konsep geometri, yaitu pada bagian-bagian atau bentuk dari alat musik tradisional Saron serta konsep barisan aritmatika, yaitu pada bentuk rancakan kijingan serta bilah dengan ukuran yang berbeda-beda sehingga dapat dijadikan sebagai media dan alat peraga dalam penyampaian kedua materi tersebut.

Kata kunci: etnomatematika, pembelajaran matematika, saron

ETHNOMATHEMATICS EXPLORATION ON SARON'S MUSICAL INSTRUMENTS

Theodora Calista Larasati[1], Diana Paramita Kumalasari[1], Caesilia Apri Purwanti[1]

[1]*Student of S1 Mathematics Education Research Program Faculty of Teacher Training and Education Sanata Dharma University, Yogyakarta*
**Email : 201414047@student.usd.ac.id*

Abstract

Culture and education are two interrelated things. Government institutions began to activate movements to preserve the nation's culture. One of the cultural elements that can be applied in education is a musical instrument. Indonesia itself has a variety of musical instruments, one of which is the traditional Saron musical

instrument. The purpose of this study is to find out: 1) The history and philosophy of Saron's musical instrument, 2) Bishop's fundamental mathematical activity on Saron's musical instrument, 3) Mathematical elements contained in Saron's musical instrument. This study uses a qualitative approach with a qualitative descriptive method. The object of research to be studied is the traditional Saron musical instrument. The resource persons in this study were the supervisors and administrators of the Karawitan UKM at Sanata Dharma University. Data collection techniques used are literature study, in-depth interviews, and direct observation. The data analysis process will be carried out using qualitative data analysis techniques. The results showed that based on history and philosophy, there are 6 fundamental mathematical activities according to Bishop that exist in Saron's musical instrument. In addition, Saron has ethnomathematics related to the concept of geometry, namely in the parts or shapes of Saron's traditional musical instruments and the concept of arithmetic sequences, namely in the form of kijingan plans and blades with different sizes so that they can be used as media and props. in the delivery of these two materials.
Keywords: ethnomathematics, math learning, saron.

Pendahuluan

Negara Indonesia mulai menyerukan kepada seluruh masyarakat akan pentingnya kesadaran berbudaya yaitu kesadaran akan pelestarian dan pemanfaatan terhadap warisan budaya nenek moyang terdahulu. Tidak sedikit institusi pemerintah yang melakukan pelestarian budaya dengan berbagai cara, seperti adanya gerakan “Selasa Berkebaya” bagi pegawai perempuan di kawasan institusi pemerintah Kemenkeu RI dan adanya sosialisasi KIK (Kekayaan Intelektual Komunal) oleh Kanwil Kemenkumham Riau pada generasi muda. Banyak pecinta dan pemerhati cagar budaya meyakini bahwa sumber daya budaya bukan hanya pusaka, tetapi juga pusaka bangsa Indonesia (Balai Pelestarian Cagar Budaya Provinsi Sumatera Barat, 2020). Indonesia merupakan negara yang kaya akan budaya dalam bidang alat musik tradisional (Norman Timotius, 2014). Hal ini terbukti bahwa hampir di setiap daerah memiliki alat musik tradisional yang khas (Norman Timotius, 2014). Secara historis, alat musik pada awalnya dibuat dari hal-hal yang mudah ditemukan (David dkk., 2014). Selain hiburan, alat musik tradisional juga digunakan oleh masyarakat untul mengiringi ritual adat suatu daerah (David dkk., 2014).

Djoko Widagdho (2010: 18) mengatakan “budaya” merupakan perkembangan dari kata majemuk budidaya, yang berarti daya dari budi. Budaya lebih berkaitan dengan daya dari budi dalam hal cipta, rasa, dan karsa, sedangkan kebudayaan lebih berkaitan dengan hasil cipta, rasa, dan karsa. Koentjaraningrat (Djoko Widagdho, 2010: 19-20) juga mengatakan kebudayaan adalah kelakuan dan hasil kelakuan seluruh manusia yang diatur dalam peraturan yang wajib didapatkan dengan cara belajar dan tidak terorganisasi dalam kehidupan masyarakat. Budaya dan pendidikan merupakan satu kesatuan dan tidak dapat dipisahkan. Tidak jarang kita mendengar bahwa dengan mendidik semakin membudayakan manusia untuk tetap berbudaya. Dalam hal ini pendidikan memberikan pemahaman kepada masyarakat mengenai cara berperilaku, norma, keterampilan, kehidupan sosial, religius, maupun bagaimana memahami perkembangan fisik. Dunia Pendidikan mengharuskan siapapun melestarikan kebudayaan yang sangat melekat dari

generasi ke generasi. Melestarikan kebudayaan dengan menerapkan dan menafsirkan budaya yang terkandung atau tercantum lewat proses pendidikan adalah salah satu alat yang paling efektif untuk melestarikan budaya Indonesia tanpa kita sadari.

Kebudayaan berkembang melalui proses pendidikan yang tidak lepas dari peserta didik, lingkungan sosial, dan budaya masyarakat. Dalam pendidikan, budaya sangat penting karena dapat menunjang belajar siswa. Adanya seni dan budaya dalam pendidikan, dapat membuat potensi siswa semakin berkembang, yaitu peserta didik tidak hanya cerdas secara intelektual akan tetapi juga mempunyai akhlak serta moral yang baik. Salah satu cara untuk mengembangkan kreativitas siswa adalah dengan mengintegrasikan matematika dan budaya ke dalam pendidikan yang bermakna untuk menumbuhkan kemampuan siswa mengembangkan warisan budaya sesuai konteks masa sekarang dengan menggunakan basis keterampilan berpikir kritis dan kreatif matematis yang bercirikan logis, rasional, imajinatif yang disertai dengan rasa estetika. Beberapa pakar telah mengembangkan teori pedagogi budaya yang relevan dengan meneliti proses belajar mengajar dalam kerangka berpikir kritis dan melalui korelasi eksplisit antara budaya peserta didik dan materi pelajaraan sekolah (D'Ambrosio, 1990; Gay, 2000; Rosa & Orey, 2003).

Salah satu unsur budaya yang dapat diterapkan dalam pendidikan adalah alat musik. Indonesia memiliki berbagai macam alat musik, salah satunya adalah gamelan. Gamelan merupakan seperangkat alat musik tradisional yang dikenal oleh masyarakat Indonesia dan berasal dari pulau Jawa. Gamelan itu sendiri merupakan sekumpulan alat musik yang dimainkan dengan cara dipukul atau ditabuh. Gamelan pada umumnya dimainkan ketika acara khusus seperti upacara adat, upacara keagamaan, wayang, dan lain sebagainya. Irama musik gamelan Jawa mencerminkan keselarasan hidup antara budaya dengan adat masyarakat Jawa yang lembut. Untuk menghasilkan irama musik yang diinginkan, diperlukan adanya keselarasan dari beberapa alat musik yang merupakan bagian dari gamelan Jawa. Salah satu perangkat alat musik pada gamelan Jawa adalah Saron.

Dibandingkan dengan alat musik pada gamelan Jawa lainnya, Saron memiliki ukuran yang sedang dan memiliki oktaf yang tinggi. Alat musik ini terdiri dari 6 sampai 7 bilah atau batang yang terbuat dari logam perunggu. Seluruh bilah diletakkan di atas kotak kayu berongga bernama rancakan kijingan yang berfungsi juga sebagai resonator. Hampir sama dengan alat musik tradisional lain pada gamelan, cara memainkan Saron adalah dengan menabuh atau memukul bilah-bilah sehingga menghasilkan suara khas Saron. Dengan memiliki ciri khas tersendiri yang berbeda dengan alat musik tradisional lainnya, Saron menjadi menarik untuk dilestarikan melalui pendidikan.

Peneliti ingin mengkaji lebih dalam terkait dengan konsep matematika apa saja yang ada dalam alat musik Saron yang dapat diterapkan dalam pembelajaran khususnya pada mata pelajaran Matematika. Selain itu, peneliti juga ingin mengetahui bagaimana penerapan Alat musik Saron dalam pembelajaran Matematika. Untuk dapat menjawab pertanyaan tersebut perlu untuk dikaji lebih dalam pada alat musik Saron terkait dengan unsur dan konsep unsur matematika yang ada pada alat musik Saron. Oleh karena itu, Etnomatematika berperan penting dalam kajian pada alat musik Saron sehingga menjadi kajian yang menarik untuk di eksplorasi lebih mendalam.

D’Ambrosio, salah satu tokoh dalam etnomatematika berpendapat bahwa etnomatematika merupakan matematika yang dipraktikkan oleh kelompok berbudaya, mengekspresikan hubungan antar budaya, dan studi terkait ide-ide matematika yang terkandung dalam budaya. Etnomatematika ini diharapkan juga mampu menarik minat peserta didik dalam mempelajari matematika dengan menggabungkannya dengan unsur budaya. Adapun pembelajaran dalam hal etnomatematika alat musik Saron dapat berupa menganalisis bentuk dari alat musik saron dan mengaitkannya dengan geometri dan yang lainnya. Oleh karena itu, etnomatematika alat musik saron akan dibahas lebih lanjut dalam kajian ini.

Dengan dilakukan penelitian terkait eksplorasi etnomatematika pada alat musik Saron, peneliti berharap bahwa dapat mengetahui filosofi alat musik tradisional Saron, menemukan bahwa alat musik tradisional Saron dapat diterapkan dalam pembelajaran Matematika, dan mengetahui apa saja konsep matematika yang ada pada alat musik Saron. Peneliti juga berharap dapat mengetahui bagaimana penerapan alat musik saron dalam pembelajaran matematika. Dengan demikian, alat musik Saron dapat dilestarikan dan diwariskan kepada generasi penerus tidak hanya sebatas alat musik tradisional tetapi juga sebagai alat musik tradisional yang memiliki nilai pendidikan yang tinggi.

Metode

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian deskriptif kualitatif. Data yang akan digunakan pada penelitian ini diperoleh dengan menggunakan teknik pengumpulan data studi literatur, wawancara mendalam, dan observasi secara langsung. Peneliti menggunakan saron milik Universitas Sanata Dharma sebagai objek observasi. Adapun pada tahap wawancara, peneliti mengambil data dengan melakukan wawancara secara langsun*g* dengan salah satu pengurus UKM Karawitan USD dan Pembina UKM tersebut. Setelah data untuk penelitian ini diperoleh, data akan diolah dengan menggunakan teknik analisis data kualitatif.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data yang diperoleh dari proses pengumpulan data secara studi literatur, wawancara mendalam, dan observasi secara langsung serta pengolahan data secara analisis data kualitatif, ditemukan terdapat unsur-unsur matematika pada alat musik saron. Lebih lanjut terkait hasil data yang diperoleh dan analisis penelitian ini sebagai berikut :

Sejarah dan filosofi alat musik saron

Saron adalah salah satu instrumen gamelan yang termasuk keluarga balungan (Fitri, 2022). Alat musik saron memiliki 2 jenis nada yaitu slendro dan pelog (Huda, 2022). Saron dimainkan dengan cara dipukul dengan alat pemukul khusus. Nama gamelan saron berasal dari Bahasa Jawa *sero* yang memiliki arti ‘keras’, sesuai sesuai dengan bunyi yang dihasilkannya. Nama saron berasal dari kata *soran* yang mengalami metatesis atau pergantian huruf hidup atau huruf mati. Selain memiliki bentuk yang khas, Saron memiliki 7 atau 14 bilah (wilah) yang terbuat dari bahan logam perunggu yang diletakkan di atas wadah kayu berongga bernama rancakan kijingan. Berdasarkan uraian di atas, saron memiliki makna bahwa manusia harus tegas dan lantang dalam menegakkan kebenaran.

Pada pembuatannya, Saron memiliki beberapa pilihan bahan dasar yang disesuaikan dengan kemampuan finansial dan kebutuhan. Dalam pemilihan bahan dasar rancakan, terdapat beberapa kayu tertentu yang dapat dijadikan pilihan agar menghasilkan suara yang bagus. Sedangkan dalam pemilihan bahan dasar bilah terdapat beberapa pilihan logam diantaranya perunggu, tembaga, besi, ataupun campuran dari beberapa jenis logam. Pemilihan bahan dasar pembuatan saron akan berpengaruh pada suara yang dihasilkan. Berdasarkan informasi tersebut, saron dengan bahan dasar bilah berupa perunggu menghasilkan suara yang cenderung lebih bagus daripada bahan dasar lainnya.

Alat musik saron dalam permainan gamelan mengambil peranan penting. Alat musik saron dimainkan dengan cara memukul bilah-bilah secara terstruktur agar menghasilkan susunan nada yang indah. Saron dipukul dengan alat pemukul khusus yang disebut panakol saron. Panakol saron terbuat dari bahan kayu yang sekilas menyerupai palu. Pemain saron duduk di tengah-tengah dan memegang panakol dengan tangan sebelah kanan. Sambil memukul bilah-bilah saron, tangan kiri menahan getaran dari lempengan besi setelah ditabuh agar tidak bergetar atau berdengung dalam waktu yang lama setelah dipukul. Menekan bilah-bilah saron juga bisa dilakukan dengan menggunakan jari tengah pada tangan kiri. Teknik menekan saron ini disebut memathet (Erifan, 2021).

Dalam memainkan gamelan Saron terdapat makna yang sangat mendalam khususnya pada tangga nada Saron slendro. Tangga nada saron memiliki filosofi yang menggambarkan struktur kehidupan manusia yang kompleks. Seperti pada ji (siji/satu), tangga nada ji tidak hanya sebatas tangga nada tetapi memiliki makna yaitu barang (kepala), tangga nada ro (loro/dua) memiliki makna jangga (leher) yang memiliki arti bahawa jangga/leher ini adalah jalan menuju kehidupan, tangga nada lu (telu/tiga) memiliki makna jaja (dada) yang memiliki makna kehidupan, tangga nada mo (limo/lima) memiliki makna panca indra manusia, yaitu ada mata, telinga, hidung, rasa, kulit. Kemudian, untuk tangga nada nem (enem/enam) memiliki makna bahwa panca indra tersebut diikat oleh wilayah yang lebih tinggi lagi yaitu rasa.

Terdapat beberapa cara dalam memukul atau menabuh saron, yaitu cara biasa sesuai nada, nada yang imbal dan menabuh bergantian saron yang satu dengan saron yang lainnya (Zulfa, 2014). Cepat lambatnya atau keras lemahnya tabuhan Saron ditentukan bagaimana kendang ditabuh atau jenis gendhingnya (Fathurrohman, 2016). Ketika gendhing menggambarkan kondisi peperangan (gendhing gangsaran) maka saron ditabuh dengan keras dan cepat. Sementara Ketika gending menggambarkan nuansa militer (gendhing gati), saron ditabuh dengan tempo lambat namun keras. Kemudian, ketika mengiringi sebuah lagu maka saron ditabuh dengan tempo pelan dan halus.

Aktivitas fundamental matematis pada alat musik saron

Menghitung/membilang

Ketika memainkan alat musik saron terdapat hitungan notasi tertentu untuk menabuh sesuai dengan lagu yang dimainkan. Terdapat beberapa cara dalam memukul atau menabuh saron, yaitu cara biasa sesuai nada, nada yang imbal dan menabuh bergantian saron yang satu dengan saron yang lainnya. Cepat lambatnya atau keras lemahnya penabuhan tergantung dari komando kendang atau jenis gendhingnya. Misalnya, pada gendhing gangsaran yang menggambarkan kondisi peperangan, saron ditabuh dengan

keras dan cepat. Sementara pada gendhing gati yang bernuansa militer, saron ditabuh dengan tempo lambat namun keras. Saat mengiringi sebuah lagu, saron ditabuh dengan tempo pelan dan halus. Ketika penabuh gamelan saron memainkan alat musik saron entah di dalam batinnya atau dalam pengucapannya sambil menyebutkan tangga nada yang akan ditabuh, seperti ji (1), ro (2), nem (6), mo (5).

Alat musik saron dimainkan dengan cara penabuh memukul bilah-bilah agar menghasilkan susunan nada yang indah. Saron dipukul dengan alat pemukul khusus yang disebut panakol saron. Panakol saron memiliki bentuk menyerupai palu dan terbuat dari kayu. Sambil memukul bilah-bilah saron, tangan kiri menahan getaran dari lempengan besi agar tidak bergetar atau berdengung dalam waktu yang lama. Menekan bilah-bilah saron juga bisa dilakukan dengan menggunakan jari tengah pada tangan kiri. Terdapat hitungan-hitungan nada yang ketika menabuh saron harus tepat dikarenakan jika terdapat kesalahan sedikit saja akan berpengaruh dengan jalannya pertunjukan.

Tabel 1. Perangkat Gamelan Saron

Alat	Gambar	Deskripsi
Panakol		Pemukul saron yang terbuat dari kayu.
Saron laras Slendro		Digunakan saat notasi yang digunakan dalam gendhing menggunakan laras slendro.
Saron laras pelog		Digunakan saat notasi yang digunakan dalam gendhing menggunakan laras pelog.

Gambar 1. Panakol

Gambar 2. Saron Laras Slendro

Gambar 3. Saron Laras Pelog

Pada gamelan jawa terdapat istilah khusus untuk penamaan atau penyebutan notasi. Adapun istilah tersebut merupakan representasi dari penyebutan angka untuk nada-nada dalam bahasa Jawa, sebagai berikut:

Tabel 2. Istilah Nada dalam Gamelan

Angka atau Nada	Istilah	Asal Kata (Bahasa Jawa)	Arti Kata (Bahasa Indonesia)
1	Ji	Siji	Satu

2	Ro	Loro	Dua
3	Lu	Telu	Tiga
4	Pat	Papat	Empat
5	Mo	Limo	Lima
6	Nem	Enem	Enam
7	Pi	Pitu	Tujuh

Menempatkan

Pada aspek menempatkan pada alat musik Saron yaitu mengenai susunan bilah sesuai dengan nada yang dikeluarkan atau tangga nadanya. Bilah-bilah pada saron disusun berderet berdasarkan urutan nada. Pada alat musik tradisional Saron terdapat 2 laras, yaitu laras slendro dan laras pelog. Laras Slendro memiliki 5 nada karena berdasarkan perhitungan hari (pon, wage, kliwon, legi, pahing). Nada pada laras slendro lebih mengarah ke perasaan sedih. Laras pelog memiliki 7 tangga nada karena menurut perhitungan matahari (1,2,3,4,5,6,7). Unsur-unsur gamelan yang menggunakan laras pelog akan memberi suasana ceria. Perbedaan mencolok pada laras slendro dan laras pelog terdapat pada susunan tangga nadanya. Pada laras slendro, saron memiliki 5 (lima) nada per oktaf, yaitu 1 2 3 5 6 dengan interval yang sama atau perbedaan interval yang sangat kecil. Kemudian pada laras pelog, saron memiliki 7 (tujuh) nada per oktaf, yaitu 1 2 3 4 5 6 7 dengan perbedaan interval yang besar. Laras pelog dan laras slendro walaupun memiliki tangga nada yang berbeda tetapi nantinya keduanya akan bertemu di selapan (35 hari).

Tabel 3. Saron Laras Slendro dan Pelog

Laras	Susunan Tangga Nada	Gambar
Slendro	*6. 1 2 3 5 6 1·*	 Gambar 4. Saron laras slendro
Pelog	1 2 3 4 5 6 7	 Gambar 5. Saron laras pelog

Mengukur

Saron memiliki ukuran yang sedang diantara dua alat musik bilah lainnya yaitu demung dan peking. Ukuran setiap bilah pada alat musik saron berbeda-beda tergantung dengan nada yang ingin dihasilkan. Istilah lain yaitu ukuran dan bentuk bilah saron ditetapkan oleh masing-masing Empu Gamelan atau pengrajin. Umumnya, alat musik tradisional saron memiliki ukuran bilah yang letak bilah dari kiri ke kanan ukurannya semakin kecil

karena sesuai tangga nadanya. Hasil observasi kami terkait dengan ukuran antar bilah pada saron dan berat antar bilah sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Bilah Saron

Laras	Bilah (Nada)	Panjang (Cm)	Lebar (Cm)	Berat (gram)
Pelog	1	28	7	1753
	2	27	6,5	1764
	3	26	6	1481
	4	25	6	1759
	5	24	5,5	1720
	6	23	5,5	1612
	7	22	5,5	1480
	6.	27,5	7	1721
Slendro	1	27	7	1789
	2	26,5	7	1817
	3	26	6,5	1915
	5	25,5	6	1908
	6	25	6	1939
	i̇	24,5	6	1948

Pada saron laras pelog dan slendro ditemukan bahwa terdapat konsep barisan aritmatika pada panjang antar wilahan saron. Selisih panjang (beda) tiap wilahan saron laras pelog selalu berkurang 1 cm sedangkan selisih panjang (beda) tiap wilahan Saron laras slendro selalu berkurang 0,5 cm.

Selain ditemukannya konsep barisan aritmatika, pada alat musik saron ditemukan juga bentuk persegi panjang pada wilahan saron laras slendro dan laras pelog. Hal ini dikarenakan bentuk dari setiap wilahan yang ada menyerupai bentuk persegi panjang sehingga dari setiap wilahannya dapat ditemukan luas serta keliling.

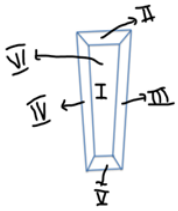
Ditemukan pula materi matematika yaitu bentuk geometri pada rancakan/kijingan dan juga ruang dibawah wilahan rongga suara. Pada materi geometri, dapat ditemukan juga konsep mencari luas permukaan pada tubuh saron seperti gambar di bawah ini :



Gambar 6. Bentuk Geometri Trapesium

Trapesium adalah bangun datar dua dimensi yang dibentuk oleh empat buah rusuk yang dua di antaranya saling sejajar namun tidak sama panjang. Rumus keliling dan luas trapesium, yaitu:

Keliling = AB + BC + CD + DA	Luas = $\frac{1}{2}(AD + BC) \times t$



Gambar 7. Luas permukaan Rancakan/Kijingan Saron

Rancakan/kijingan Saron berbentuk seperti prisma trapesium tetapi rancakan saron ini semakin ke kanan semakin mengecil ukurannya. Dari bentuk geometri ini dapat ditemukan luas permukaan pada bagian rancakan/kijingan Saron ini, yaitu

Luas permukaan rancakan = Luas I + Luas II + Luas III + Luas IV + Luas V + Luas VI



Gambar 8. Rongga udara Saron

Pada rongga udara saron terdapat bentuk geometris trapesium karena ukuran Saron dari kiri ke kanan semakin mengecil.

Menjelaskan

Alat musik saron merupakan salah satu jenis alat musik dalam gamelan yang masuk dalam kategori wilahan. Hal tersebut dapat dilihat dari komponen Saron yang menjadi pokok alat musik tersebut berupa bilah-bilah logam yang dalam bahasa Jawa disebut *wilah*. Terdapat beberapa instrumen melodi dalam gamelan, tetapi saron berfungsi sebagai alat musik utama dalam membangun melodi pada gamelan. Dalam satu set gamelan, umumnya terdapat dua pasang saron yaitu satu pasang saron laras slendro dan sepasang saron laras pelog. Saron laras slendro terdiri dari lima nada, yaitu 1, 2, 3, 4, dan 5, sedangkan saron laras pelog tersusun atas 7 nada, yaitu 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7. Pada saron, bilah-bilah logam disusun berderet secara urut menyesuaikan susunan nada dari kiri ke kanan. Penempatan susunan bilah-bilah nada pada saron bersifat tetap dan tidak dapat diubah posisinya.

Pada bawah wilahan saron terdapat bantalan yang berguna untuk mengganjal antara wilahan dengan rancakan(tubuh saron) agar saron dapat mengeluarkan suara saat ditabuh. bantalan ini berbentuk persegi yang terbuat dari karet. Ketika bantalan ini tidak ada, maka wilahan saron dengan rancakan (tubuh saron) tidak berjarak dan saron tidak dapat mengeluarkan suara sebagus diberi bantalan.



Gambar 9. Bantalan Saron

Mendesain

Saron memiliki bentuk yang khas dari setiap daerahnya. Saron dari daerah Yogyakarta memiliki ciri khas dari bentuk ujung kayu saron. Pada saron Yogyakarta ujung kayunya melengkung dan lebih tinggi dari susunan bilah. Berbeda dengan saron Solo, ujung kayu saron Solo lebih datar atau sama dengan tinggi susunan bilah. Pada dasarnya, dalan membuat saron tidak ada ukuran pasti atau patokan. Ukuran dari setiap alat musik saron bergantung pada pengrajin yang membuatnya. Setiap bilah yang ada pada alat musik saron memiliki ukuran yang berbeda-beda sehingga menghasilkan nada yang berbeda pula. Ukuran dari bilah tersebut dapat berupa panjang, lebar, tebal, ataupun ketebalan. Walaupun tidak ada ukuran pasti dalam pembuatannya, pengrajin tetap menganut proporsional dan juga mempertimbangkan fungsinya.

Tabel 5. Saron gaya Yogyakarta dan Saron gaya Solo



Gambar 10.
Saron Yogyakarta



Gambar 11.
Saron Solo

Bermain

Dalam satu set gamelan, saron dimainkan bersama-sama dengan alat musik gamelan yang lain sesuai dengan notasi masing-masing agar menghasilkan alunan musik yang padu. Sumber suara alat musik saron adalah dengan menabuh atau memukul bilah dengan sebuah pemukul dari kayu yang berbentuk seperti palu. Dalam menabuh saron ada beberapa cara yang bisa dilakukan yaitu dengan menabuh sesuai nada yang ada, nada yang imbal, atau antar saron satu dengan lainnya ditabuh secara bergantian. Untuk menghasilkan suara yang diinginkan, saron dimainkan dengan menggunakan teknik mathet yaitu salah satu tangan memukul bilah dan tangan satunya memencet bilah yang dipukul sebelumnya agar dengungan atau sisa suara yang dihasilkan dari pukulan sebelumnya tidak tersisa. Cepat lambat atau keras lemahnya menabuh bilah saron bergantung pada komando dari kendang dan jenis gendhingnya. Pada saron penerus, cara memainkannya berbeda dengan jenis saron lainnya. Penabuh saron penerus memainkannya dengan memukul bilah sebanyak 2 kali dari notasi. Hal ini dimaksudkan agar suara dari saron penerus dapat mengisi pada gendhing yang dimainkan.

Unsur matematika yang terdapat pada alat musik saron

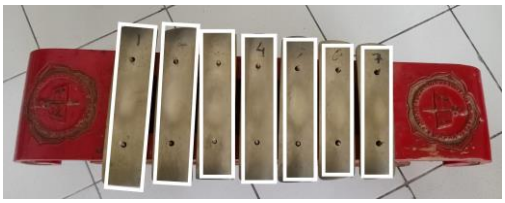
Hasil analisis alat musik saron berdasarkan aktivitas fundamental matematis, ditemukan konsep geometri pada badan kijingan dan barisan aritmatika pada ukuran bilah saron.

Konsep geometri pada alat musik saron

Berdasarkan hasil analisis dari eksplorasi yang dilakukan secara langsung pada alat musik saron, ditemukan beberapa konsep geometri yaitu :

Persegi panjang bilah saron

Saron memiliki susunan bilah yang setiap bilahnya memiliki bentuk persegi panjang. Persegi panjang merupakan bangun datar yang memiliki dua pasang sisi yang masing-masing sama panjang dan sejajar. Persegi panjang memiliki rumus luasnya adalah $L = panjang \times lebar$ dan rumus kelilingnya adalah $K = 2(panjang) + 2(lebar)$. Berdasarkan pengertian persegi panjang, bilah-bilah pada saron menyerupai persegi panjang.



Gambar 12. Persegi Panjang Bilah Saron

Berdasarkan hasil pengukuran bilah saron yang terdapat pada Tabel 3, setiap bilah pada saron laras slendro dan saron laras pelog memiliki panjang dan lebarnya masing-masing. Sehingga setiap bilah pada saron laras slendro dan saron laras pelog mempunyai luas dan keliling yang berbeda seperti berikut ini:

Tabel 6. Hasil Perhitungan Luas dan Keliling Bilah Saron

Laras	Bilah (Nada)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Luas (cm^2)	Keliling (cm)
Pelog	1	28	7	196	70
	2	27	6,5	175,5	67
	3	26	6	156	64
	4	25	6	150	62
	5	24	5,5	132	59
	6	23	5,5	126,5	57
	7	22	5,5	121	55
Slendro	6.	27,5	7	192,5	69
	1	27	7	189	68

	2	26,5	7	185,5	67
	3	26	6,5	169	65
	5	25,5	6	153	63
	6	25	6	150	62
	1	24,5	6	147	61

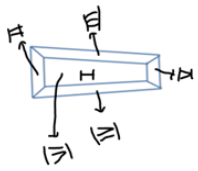
Trapesium kijingan saron

Kijingan/rancakan/tubuh saron memiliki bentuk trapesium. Trapesium adalah bangun datar dua dimensi yang dibentuk oleh empat buah rusuk yang dua di antaranya saling sejajar namun tidak sama panjang. Trapesium memiliki rumus untuk luasnya adalah $\frac{1}{2}(AD + BC)t$ dan untuk rumus kelilingnya adalah $AB + BC + CD + DA$. Pada gambar 6 kita dapat melihat bahwa bagian depan kijingan saron laras slendro maupun saron laras pelog berbentuk trapesium dengan ukuran yang sama. Kemudian, pada gambar 7 pada saron laras slendro maupun laras pelog dapat dicari luas permukaannya pada bagian rancakan/kijingan. Sesuai observasi kami yaitu

Tabel 7. Perhitungan Luas dan Luas Permukaan Kijingan/Rancakan Saron

No	Gambar	Deskripsi
1.	 Gambar 13. Bentuk Geometri Trapesium	Panjang alas atas = 54 cm Panjang alas bawah = 67 cm Tinggi = 11 cm $Luas = \frac{1}{2}(alas\ atas + alas\ bawah) \times tinggi$ $Luas = \frac{1}{2}(54 + 67) \times 11$ $Luas = 60{,}5 \times 11$ $Luas = 665{,}5\ cm^2$

2.



Gambar 14. Ilustrasi rancakan/kijingan Saron dalam Bentuk Geometri

Di samping adalah ilustrasi rancakan/kijingan saron dalam bentuk geometri. Sesuai hasil observasi, didapatkan :
Sisi III dan IV :
Panjang alas atas = 54 cm
Panjang alas bawah = 67 cm
Tinggi = 11 cm

$$Luas = \frac{1}{2}(alas\ atas + alas\ bawah) \times tinggi$$
$$Luas = \frac{1}{2}(54 + 67) \times 11$$
$$Luas = 60{,}5 \times 11$$
$$Luas = 665{,}5\ cm^2$$

Sisi I :
panjang alas atas = 11 cm
panjang alas bawah = 12 cm
tinggi = 51 cm

$$Luas = \frac{1}{2}(alas\ atas + alas\ bawah) \times tinggi$$
$$Luas = \frac{1}{2}(11 + 12) \times 51$$
$$Luas = 11{,}5 \times 51$$
$$Luas = 586{,}5\ cm^2$$

Sisi VI :
panjang alas atas = 16 cm
panjang alas bawah = 19 cm
tinggi = 63 cm

$$Luas = \frac{1}{2}(alas\ atas + alas\ bawah) \times tinggi$$
$$Luas = \frac{1}{2}(16 + 19) \times 63$$
$$Luas = 17{,}5 \times 63$$
$$Luas = 1102{,}5\ cm^2$$

Sisi II :
panjang alas atas = 12 cm
panjang alas bawah = 19 cm
tinggi = 11 cm

$$Luas = \frac{1}{2}(alas\ atas + alas\ bawah) \times tinggi$$
$$Luas = \frac{1}{2}(12 + 19) \times 11$$
$$Luas = 15{,}5 \times 11$$
$$Luas = 170{,}5\ cm^2$$

Sisi V :
panjang alas atas = 16 cm
panjang alas bawah = 11 cm
tinggi = 11 cm

$$Luas = \frac{1}{2}(alas\ atas + alas\ bawah) \times tinggi$$
$$Luas = \frac{1}{2}(16 + 11) \times 11$$
$$Luas = 13{,}5 \times 11$$
$$Luas = 148{,}5\ cm^2$$

Jadi, luas permukaan kijingan tersebut adalah

$$Luas\ I + Luas\ II + Luas\ III + Luas\ IV + Luas\ V + Luas\ VI$$
$$= 586{,}5\ cm^2 + 170{,}5\ cm^2 + 665{,}5\ \square\square^2 + 665{,}5\ cm^2 + 148{,}5\ cm^2 + 1102{,}5\ cm^2$$
$$= 3339\ cm^2$$

3.



Gambar 15. Geometri Trapesium pada Rongga Udara Saron

Pada rongga udara saron di bawah bilah terdapat bentuk geometri trapesium. Rongga udara pada saron laras slendro dan saron laras pelog memiliki ukuran yang sama.
Dengan panjang alas atas = 9 cm
panjang alas bawah = 10 cm
tinggi = 42 cm

$$Luas = \frac{1}{2}(alas\ atas + alas\ bawah) \times tinggi$$

$$Luas = \frac{1}{2}(10 + 9) \times 42$$
$$Luas = 9{,}5 \times 42$$
$$Luas = 399\ cm^2$$

Konsep barisan aritmatika pada alat musik saron

Berdasarkan hasil analisis dari eksplorasi secara langsung pada alat musik saron, ditemukan adanya konsep barisan aritmatika. Barisan Aritmatika merupakan susunan bilangan berurut yang memiliki selisih(beda) dua suku yang berurutan selalu konstan atau tetap. Bentuk umum dari barisan aritmatika adalah $U_1, U_2, U_3, \ldots, U_n$ dengan $beda(b) = U_n - U_{n-1}$ sehingga diperoleh rumus suku ke-n nya adalah $U_n = U_1 + (n-1)b$.

Pada Tabel 1 terlihat bahwa ukuran panjang bilah pada saron dengan laras slendro dan pelog membentuk sebuah sebuah barisan aritmatika karena beda dua suku yang berurutan konstan. Sehingga terdapat rumus suku ke-n dari barisan panjang bilah slendro dan barisan panjang bilah pelog seperti berikut ini:

Tabel 8.Barisan aritmatika panjang bilah saron laras slendro dan saron laras pelog

No.	Barisan	Suku Pertama	Beda (Selisih)	Rumus suku ke–n
1.	Panjang Bilah Slendro	28	$U_n - U_{n-1} = -1$	$U_n = -n + 29$
2.	Panjang Bilah Pelog	27,5	$U_n - U_{n-1} = -0{,}5$	$U_n = -0{,}5n + 28$

Kesimpulan

Salah satu alat musik tradisional Indonesia yang dapat dikaitkan dengan konsep matematika adalah alat musik saron. Saron merupakan salah satu instrumen gamelan dalam kategori wilahan. Saron tersusun atas bagian rancakan berbahan dasar kayu dan beberapa bilah logam yang terstruktur sebagai unsur utamanya. Saron dimainkan dengan cara dipukul menggunakan alat pemukul khusus terbuat dari kayu yang disebut panakol. Pada gamelan termasuk saron, terdapat filosofi dari tangga nada yang dikaitkan dengan kehidupan dan juga anatomi manusia. Pola permainan alat musik saron bergantung pada gendhing yang dimainkan antara keras atau lembutnya. Berdasarkan sejarah dan filosofinya, ditemukan 6 aktivitas

fundamental matematis pada alat musik saron, yaitu aktivitas menghitung, menempatkan, mengukur, menjelaskan, mendesain, dan bermain. Dari 6 aktivitas ini ditemukan unsur matematika pada alat musik saron yaitu dalam konsep geometri (persegi panjang bilah saron dan trapesium kinjingan) dan konsep aritmatika pada ukuran panjang bilah saron.

Daftar Pustaka

Admin Dinas Kebudayaan Yogyakarta. (2014). Istilah-Istilah Gamelan dan Seni Karawitan. Diakses melalui : https://budaya.jogjaprov.go.id/artikel/detail/449-istilah---istilah-gamelan-dan-seni-karawitan#:~:text=Susunan%20instrumen%20gamelan%20yang%20dimainkan,kemodhong%2C%20ada%20kalanya%20memakai%20suling

Astuti, J, S. (2020). Selasa Berkebaya : Upaya Melestarikan Budaya Bangsa Indonesia. Diakses melalui : http://www.djpb.kemenkeu.go.id/kppn/surabaya1/id/data-publikasi/artikel/2893-selasa-berkebaya-upaya-melestarikan-budaya-bangsa-indonesia.html

Astutik, S.L. (2019). Pengaruh Media Laron (Gamelan Saron) dengan Lagu Daerah terhadap Hasil Belajar untuk Anak TunaGrahita Ringan di SLB Malang. Jurnal : Pemikiran dan Pengembangan Sekolah Dasar, Vol.7(1).

Balai Pelestarian Cagar Budaya Provinsi Sumatera Barat. (2020). Pemangku Kepentingan dalam Pelestarian Cagar Budaya. Diakses melalui : http://kebudayaan.kemdikbud.go.id/bpcbsumbar/pemangku-kepentingan-dalam-pelestarian-cagar-budaya/

D’Ambrosio, U. (1990).Etnomatemática [Ethnomathematics]. São Paulo, SP.Brazil: Editora Ática.

Erifan, V. (2021). *Alat Musik Tradisional Jawa Tengah*. Maribelajar.net. Diakses melalui : https://maribelajar.net/alat-musik-tradisional-jawa-tengah/

Fathurrohman, M. N. (2016). *Alat Musik Tradisional Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY)*. Tentang Provinsi. Diakses melalui: https://semuatentangprovinsi.blogspot.com/2016/10/alat-musik-tradisional-daerah-istimewa-yogyakarta-diy.html

Fitri. (2022). *8+ Alat Musik Saron : Contoh, Gambar, Fungsi dan Jenisnya*. RomaDecade. Diakses melalui: https://www.romadecade.org/alat-musik-saron/#

Gay, G. (2000). Culturally responsive teaching: Theory, research, and practice. New York, NY: Teachers College Press

Huda, M. (2022). *7+ Nama Alat Musik Jawa : Gambar dan Penjelasan - LezGetReal*. LezGetReal. https://lezgetreal.com/alat-musik-jawa/#

Librado, D., Joni, M. (2018). Prototype Alat Musik Tradisional Melalui Simulasi Bermain Saron. *Jurnal : INFORMA Politeknik Indonusa Surakarta*, Vol. 4(3).

Museumnusantara, M. (2022). *Gamelan Jawa: Alat Musik Tradisional Nusantara*. Museumnusantara.com. Diakses melalui : https://museumnusantara.com/gamelan-jawa/

Nay, F. (2021). Budaya dan Pendidikan : Memaknai Budaya dalam Perspektif Pendidikan Indonesia. LPKN.

Normina. (2017). PENDIDIKAN DALAM KEBUDAYAAN. Jurnal : *Kopertais Wilayah XI Kalimantan,* Vol. 15(28).

Raharjo, B.S. (2010). Pendidikan Karakter Sebagai Upaya Menciptakan Akhlak Mulia. *Jurnal : Pendidikan dan Kebudayaan*, Vol. 16(3).

Riau, Kanwil. (2022). Tingkatkan Kesadaran Akan Pentingnya Melestarikan Warisan Budaya, Kanwil Kemenkumham Riau Gelar Sosialiasi KIK. Diakses melalui : https://riau.kemenkumham.go.id/berita-utama/tingkatkan-kesadaran-akan-pentingnya-melestarikan-warisan-budaya-kanwil-kemenkumham-riau-gelar-sosialisasi-kik

Rosa, M., & Orey, D. C. (2003). Vinho e queijo: Etnomatemática e Modelagem! [Wine and cheese: Ethnomathematics and modelling!]. BOLEMA, 16(20), 1- 16.

Setiaji, B. P. (2022, May 29). PERAN KEBUDAYAAN DALAM PENDIDIKAN. https://doi.org/10.31237/osf.io/t3enz

Sugimin. (2018). Mengenal Karawitan Gaya Yogyakarta. Jurnal : Pengetahuan, Pemikiran, dan Kajian tentang “Bunyi”. Vol. 18(2).

Sulandra, M.I., Subanji, Trinoviawati, E. (2019). PENERAPAN PEMBELAJARAN INKUIRI HIPOTETIS UNTUK MENINGKATKAN AKTIVITAS DAN MEMAHAMKAN SISWA MATERI BARISAN DAN DERET. Jurnal : Kajian Pembelajaran Matematika, Vol. 3 (2).

Susanto, D., Kurniawan T, dkk. Matematika SMA Kelas X. Pusat Kurikulum dan Pembukuan.

Timotius Norman Andriono. 2014. Multimedia Interaktif Alat Musik Kolintang. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya. 3(2): 1- 11.

Wibowo, Yulia. (2022). LUAS PERMUKAAN DAN VOLUME BANGUN RUANG SISI DATAR. KOMPETENSI DASAR. INDIKATOR. Diakses melalui : https://adoc.pub/luas-permukaan-dan-volume-bangun-ruang-sisi-datar-kompetensif8392f34664f8452930c59ea4e81080053051.html

Widagdho, Djoko, dkk. (2010). *Ilmu Budaya Dasar*. Jakarta: PT Bumi Aksara.

Yudianto, E., Pambudi, S, D., Monalisa, A, L., dkk. (2019). Etnomatematika pada Alat Musik Tradisional Banyuwangi Sebagai Bahan Ajar Siswa. *Kadikma*, Vol. 10, 45-55. Jember: Program Studi (S1) Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Jember.

Zulfa. (2014). *Pengertian Saron Alat Musik Tradisional Daerah Jawa dan Bali*. Blogspot.com; Blogger. Diakses melalui : https://dunia-kesenian.blogspot.com/2014/11/pengertian-saron-alat-musik-tradisional.html

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

EKSPLORASI ETNOMATEMATIKA PADA ALAT MUSIK SLENTHEM

Nurizky Dwi Ardian[1*], Sara Sarita Agustin[1], Daniel Gasa Bima[2,]
[1]*Mahasiswa S1 Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta*
[2]*Mahasiswa S1 Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta*
**Email : 201414062@student.usd.ac.id*

Abstrak

Indonesia merupakan negara kepulauan yang majemuk dan memiliki berbagai macam kebudayaan, salah satunya adalah alat musik yang beragam jenisnya di tiap daerah. Salah satu alat musik tradisional yang terkenal adalah Gamelan yang berasal dari Pulau Jawa. Istilah gamelan merujuk pada instrumen atau rangkaian alat musik yang merupakan satu kesatuan dan dibunyikan bersama. Salah satu alat musik dalam Gamelan adalah Slenthem. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi unsur-unsur matematika yang terdapat pada alat musik Slenthem berdasarkan enam aktivitas fundamental menurut Bishop, yaitu menghitung, mengukur, menempatkan, mendesain, bermain, dan menjelaskan. Jenis penelitian adalah penelitian kualitatif dengan pendekatan etnografi dan menghasilkan hasil analisis yang deskriptif. Metode penelitian berupa observasi, wawancara, dan studi literatur. Data yang diperoleh kemudian dianalisis berdasarkan aspek-aspek fundamental Bishop untuk menemukan aspek-aspek matematika yang ada di alat musik Slenthem. Hasil penelitian ini menjelaskan sejarah, filosofi, dan aspek-aspek matematika yang ditemukan pada alat musik Slenthem yaitu dalam aspek menghitung, menempatkan, mengukur, dan bermain alat musik Slenthem.

Kata kunci: Slenthem, Etnomatematika, Pembelajaran Matematika

Abstract

Indonesia is a compound archipelagic country and has a variety of cultures, one of which is a musical instrument of various types in each region. One of the famous traditional musical instruments is the Gamelan which originated from Java Island. The term gamelan refers to an instrument or series of musical instruments that are a single entity and sounded together. One of the musical instruments in gamelan is the Slenthem. This study aims to explore the mathematical elements contained in the Slenthem musical instrument based on six fundamental activities according to Bishop. This type of research is qualitative research with an ethnographic approach and produces descriptive analysis results. Research methods are in the form of observation, interviews, and literature studies. The data obtained were then analyzed based on the fundamental aspects of Bishop to find the mathematical aspects present in the Slenthem instrument. The results of this study explain the history, philosophy, and mathematical aspects found in the Slenthem musical instrument.

Keywords : Slenthem, Ethnomatematics, Mathematical Learning

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terdiri dari berbagai macam suku, budaya, agama, ras, dan golongan. Sebagai negara kepulauan, sudah menjadi hal yang lumrah bahwa Indonesia juga merupakan negara yang majemuk atau beragam dalam berbagai aspek, salah satunya dalam hal budaya. Budaya sendiri adalah hasil kerja atau usaha manusia, dalam bentuk benda atau hasil pemikiran manusia dalam kehidupannya (Soekmono, 1973). Budaya yang ada di Indonesia berbeda-beda pada setiap daerah sesuai dengan suku yang mendiami daerah tersebut. Salah satu suku yang memiliki kebudayaan yang beragam dan unik adalah suku Jawa. Ada beberapa kebudayaan dari suku Jawa yang terkenal seperti Wayang dan Batik. Dalam hal kesenian musik, terdapat banyak alat musik yang berkembang di suku Jawa, salah satunya yaitu Gamelan. Istilah gamelan merujuk pada instrumen atau alat musik yang merupakan satu kesatuan dan dibunyikan bersama. Gamelan umumnya terdiri dari berbagai alat musik seperti Kendang, Bonang, Bonang Penerus, Demung, Saron, Peking, Kenong, Slenthem, Gender, Gong, Gambang, Rebab, Siter,dan Suling yang dibunyikan bersama sebagai satu kesatuan.

Slenthem sendiri merupakan alat musik yang terbuat dari lembaran lebar logam tipis yang diuntai dengan tali dan direntangkan di atas tabung-tabung sehingga menghasilkan gema. Cara memainkan alat musik Slenthem adalah dengan dipukul menggunakan pemukul berbentuk cakram. Secara lebih mendetail, cara memainkan alat musik ini adalah tangan kanan memukul lembaran logam dengan pemukulnya, disusul tangan kiri melakukan *pathet*, yaitu menahan getaran logam yang sudah dipukul. Slenthem dibagi menjadi dua jenis berdasarkan larasnya, yaitu laras slendro dan laras pelog. Laras slendro terdiri dari lima tangga nada, sedangkan laras pelog terdiri dari tujuh tangga nada.

Dalam konteks pendidikan, kebudayaan yang berkembang di Indonesia dapat diterapkan dalam dunia pendidikan. Hal itu sejalan dengan pendapat Hartoyo (2012), bahwa mengintegrasikan budaya setempat dalam pembelajaran merupakan suatu hal yang tepat. Hal tersebut karena dengan menggunakan budaya, siswa dapat belajar berdasarkan konteks kehidupan nyata. Salah satu pembelajaran yang bisa didekatkan dengan konteks kebudayaan adalah pembelajaran matematika. Hal itu sejalan dengan pendapat Hiebert dan Capenter (dalam Alfonsa, 2015) bahwa pengajaran matematika di sekolah dengan yang ditemukan siswa dalam kehidupan sehari-hari sangatlah berbeda. Oleh karena itu, pembelajaran matematika perlu menjembatani pengetahuan tentang matematika dengan kehidupan sehari-hari yang berbasis pada budaya lokal. Dalam menjembatani antara pengetahuan matematika dan kehidupan sehari-hari siswa, terdapat Etnomatematika sebagai salah satu solusinya.

Etnomatematika adalah matematika yang diterapkan oleh kelompok budaya tertentu, kelompok buruh/petani, anak-anak dari masyarakat kelas tertentu, kelas-kelas profesional, dan lain sebagainya (D’Ambrosio, 1985). Menurut Bishop (1997), terdapat enam aspek fundamental dalam etnomatematika meliputi aktivitas

menghitung (*counting*), menentukan lokasi (*locating*), mengukur (*measuring*), merancang (*designing*), bermain (*playing*), dan menjelaskan (*explaining*). Etnomatematika merupakan jembatan antara matematika dengan kehidupan sehari-hari siswa dan dinilai efektif dalam menanamkan pengetahuan matematika kepada siswa supaya mudah dipahami dan bermakna. Pendapat tersebut diperkuat oleh penelitian Nur Rusliah yang berjudul “Pendekatan Etnomatematika dalam Permainan Tradisional Anak di Wilayah Kerapatan Adat Koto Tengah Kota sungai Penuh Provinsi Jambi” pada tahun 2016 yang menyatakan bahwa pendekatan etnomatematika pada permainan “Ingkek-ingkek” sukses membawa materi matematika ke kehidupan siswa dengan menyenangkan dan bermakna.

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis hendak melakukan penelitian berjudul “Eksplorasi Etnomatematika pada Alat Musik Slenthem”. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan 1)Mengetahui sejarah, filosofi, dan cara memainkan alat musik Slenthem; 2)Mengetahui hubungan antara alat musik Slenthem dengan matematika; 3)Mengetahui aspek-aspek fundamental menurut Bishop yang bisa ditemukan di alat musik Slenthem.

Metode

Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif dengan metode etnografi dan menghasilkan pembahasan data dalam bentuk deskriptif. Penelitian kualitatif merupakan penelitian yang temuan-temuannya tidak diperoleh melalui prosedur statistik akan tetapi melalui pengumpulan data, analisis, kemudian diinterpretasikan (Rijal Fadli, 2021). Pendekatan Etnografi menurut Moleong (1990:13) adalah pendekatan dalam penelitian yang berupaya menguraikan kebudayaan dan aspek-aspek kebudayaan. Peneliti terlibat langsung dalam penelitian dengan menemukan dan mencatat data yang ditemukan di lapangan, melakukan analisis berdasarkan data tersebut, dan melaporkan hasil analisis data. Dalam penelitian ini, pendekatan etnografi akan mendeskripsikan etnomatematika dalam alat musik Slenthem.

Teknik pengumpulan data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah observasi, studi pustaka, dan wawancara. Observasi dilakukan langsung dengan melihat alat musik Slenthem secara langsung. Observasi dilakukan di ruang UKM Karawitan Universitas Sanata Dharma, sehingga objek penelitiannya adalah instrumen karawitan yang ada di UKM Karawitan tersebut. Wawancara dilakukan bersama salah satu dosen Universitas Sanata Dharma yang berkecimpung dalam dunia karawitan dan gamelan. Studi pustaka adalah serangkaian aktivitas yang berkaitan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengolah bahan penelitian (Zed, 2008:3). Data yang diperoleh akan dianalisis berdasarkan enam aspek fundamental Bishop. Enam aspek fundamental menurut Bishop meliputi aktivitas menghitung (*counting*), menentukan lokasi (*locating*), mengukur (*measuring*), merancang (*designing*), bermain (*playing*), dan menjelaskan (*explaining*) (Prasetyawati, 2019).

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti, diperoleh hasil sebagai berikut:

A. Sejarah dan Filosofi Slenthem

Peneliti tidak menemukan sejarah spesifik tentang kapan (tahun ataupun era) muncul dan berkembangnya alat musik Slenthem. Berdasarkan hasil wawancara, rangkaian alat musik Gamelan termasuk Slenthem sudah ditemukan berupa corak pada relief Candi Borobudur. Berdasarkan hal tersebut, bisa diperkirakan alat musik Gamelan sudah hadir sejak 404 Masehi.

Penamaan “Slenthem” berasal dari nada yang dihasilkannya menggema dan terdengar seperti “mmm”. Slenthem adalah satu kesatuan utuh yang mengiringi sekaligus melengkapi rangkaian permainan gamelan agar musik yang dihasilkan merdu.

Alat musik tradisional Slenthem memiliki 2 jenis tangga nada atau *titi laras* dalam Bahasa Jawa. 2 jenis tangga nada tersebut adalah slendro dan pelog. Slenthem slendro terdiri dari 5 tangga nada sedangkan slenthem pelog memiliki 7 tangga nada. Slenthem pelog biasanya digunakan untuk mengiringi gending atau lagu yang tenang dan khidmat. Bertolak belakang dengan Slenthem pelog, Slenthem slendro digunakan untuk mengiringi lagu yang bersifat gembira dan semangat.

Tangga nada yang terdapat di Slenthem dan beberapa instrumen gamelan lainnya adalah *ji* (satu), *ro* (dua), *lu* (tiga), *pat* (empat), *ma* (lima), *nem* (enam), dan *pi* (tujuh). Penggunaan bilangan dari satu sampai tujuh dilakukan setelah unsur musik barat masuk di Nusantara. Sebelum unsur musik barat masuk di Nusantara, penamaan nada dalam Slenthem menggunakan filosofi tubuh manusia. *Ji* pada awalnya dinamakan *barang* (kepala), *ro* dinamakan *janggo* (leher), *lu* dinamakan *jaja* (dada) yang bisa dimaknai kehidupan, *ma* dinamakan *manis* (panca Indra yang ada lima), *nem* dinamakan *rasa* (indra keenam yang mengikat kelima panca indra), dan *pi* yang filosofinya kembali ke *barang*.

Slenthem terdiri dari beberapa bagian yang memiliki fungsi masing-masing. Bagian-bagian tersebut terdiri dari *wilahan*, *rancakan*, tabung penghasil suara, dan tali. *Wilahan* atau bilah berfungsi sebagai tempat memukul pemain alat musik Slenthem yang kemudian akan menghasilkan suara dengan bantuan tabung penghasil suara yang berada di bawah bilah logam. Tabung penghasil suara memiliki fungsi untuk menghasilkan gema atau getaran setelah pemain memukul bilah logam yang berada di atas tabung. *Rancakan* berfungsi sebagai tempat meletakkan bilah logam dan tabung penghasil suara. Supaya bilah logam berada tepat di atas tabung penghasil suara diperlukan tali yang berfungsi untuk mengikat bilah logam.

Bagian dari alat musik Slenthem terbuat dari berbagai macam material mulai dari logam, kayu, bambu, dan tali. Pada bagian bilahan yang berada di bagian atas terbuat dari logam, biasanya logam yang digunakan adalah tembaga, besi, perunggu maupun *alloy* (campuran dua logam). Bagian bawah alat musik

Slenthem yang berbentuk tabung dibuat dari bambu betung yang memiliki ukuran lingkar batang yang besar. Akan tetapi, seiring dengan perkembangan zaman maka saat ini bambu tersebut digantikan dengan menggunakan logam seperti aluminium supaya tidak mudah lapuk. Slenthem diletakkan pada suatu tempat yang disebut *rancakan* yang terbuat dari kayu yang diukir dengan motif tertentu.

Cara memainkan alat musik slenthem yaitu dengan memukul bilah logam yang berada di bagian atas alat musik menggunakan alat yang berbentuk seperti cakram. Tangan kanan pemain memegang pemukul sedangkan tangan kiri pemain melakukan *“pathet”* yang artinya menahan getaran suara dari bilah logam yang sebelumnya dipukul. Saat bermain alat musik Slenthem pola pukulan disesuaikan dengan gending atau lagu yang sedang dibawakan. Jenis gending tersebut antara lain gending lancaran, gending ketawang, dan gending ladrang.



Gambar 1. Slenthem

B. Aspek-Aspek Fundamental pada Alat Musik Slenthem menurut Bishop

1. Menghitung (*counting*)

Alat musik Slenthem terdiri dari bilah-bilah yang terbuat dari perunggu dan besi dengan berbagai ukuran. Setiap bilah logam tersebut akan menghasilkan nada yang berbeda-beda dan biasanya dinotasikan dengan angka untuk membedakan tinggi rendahnya suara. Dalam Bahasa Jawa notasi ini disebut dengan istilah titi laras. Titi laras pada alat musik Slenthem merupakan salah satu bagian dari aspek menghitung yang disebutkan oleh Bishop. Hal ini ditinjau dari pemberian nama nada berdasarkan urutan bilangan yang biasanya disebutkan oleh pemain saat bermain alat musik Slenthem.

Slenthem memiliki dua versi yaitu titi laras slendro dan pelog. Slenthem titi laras pelog memiliki 7 tangga nada yang diberi nama sebagai berikut *ji, ro, lu, pat, ma (*baca*:mo), nem,* dan *pi*. Sedangkan Slenthem titi laras slendro memiliki 5 tangga nada yang diberi nama *ji, ro, lu, ma (*baca*:mo),* dan *nem*. Penamaan tersebut berasal dari Bahasa Jawa yang

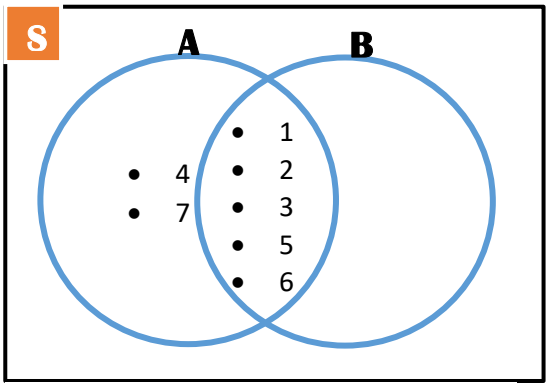
artinya *ji siji* (satu), *ro loro* (dua), *lu telu* (tiga), *pat papat* (empat), *mo limo* (lima), *nem enem* (enam), dan *pi pitu* (tujuh) (Surya Osada, n.d.).

Melalui aktivitas fundamental menghitung, dapat diperoleh konsep himpunan berdasarkan titi laras yang dimiliki alat musik Slenthem Berdasarkan titi laras gamelan pelog dan slendro, penjelasannya sebagai berikut.

Titi laras pelog : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (*ji, ro, lu, pat, ma, nem, pi*)

Titi laras slendro : 1, 2, 3, 5, 6 (*ji, ro, lu, ma, nem*)

Dapat dinyatakan dalam bentuk diagram venn berikut.



Gambar 2. Diagram venn sebagai representasi himpunan titi laras pada Slenthem

Keterangan dari diagram venn di atas adalah sebagai berikut.

- Himpunan A adalah himpunan titi laras pelog
- Himpunan B adalah himpunan titi laras slendro
- Semesta himpunan titi laras gamelan

  Aspek matematis tersebut dapat dikembangkan dinyatakan pada operasi himpunan sebagai berikut:

  $A = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$

  $B = \{1, 2, 3, 5, 6\}$

  Himpunan irisan dari titi laras pelog dan slendro adalah $A \cap B = \{1, 2, 3, 5, 6\}$. Selisih himpunan B dan himpunan A $B - A = \{4, 7\}$



Gambar 3. Slenthem Pelog

2. Menentukan lokasi (*locating*)

Aspek menentukan lokasi yang disebutkan Bishop dapat ditemukan pada alat musik Slenthem yang dikaitkan dengan cara memainkan alat musik. Cara memainkan alat musik Slenthem yaitu dengan menggunakan kedua tangan, tangan kanan memegang pemukul sedangkan tangan kiri melakukan “pathet”, yaitu menahan getaran yang terjadi pada bilah logam. Selanjutnya pemain perlu mengayunkan pemukul ke kanan atau ke kiri sesuai dengan titi laras yang akan dipukul. Aktivitas menentukan arah kiri atau kanan merupakan bagian dari konsep-konsep yang berkaitan dengan menentukan lokasi menurut Bishop.

Selain ditinjau dari cara memainkan, aspek fundamental Bishop dalam menentukan lokasi juga dapat ditemukan pada cara penempatan bilah logam. Penempatan bilah logam pada alat musik Slenthem dilakukan dengan cara tali temali yang bertujuan supaya bilah logam tepat berada di atas tabung sehingga menghasilkan suara yang sesuai dan indah.

Selain itu, dalam aspek *locating* peneliti juga menemukan bahwa dalam alat musik Slenthem melakukan pemasangan bilah besi yang disesuaikan dengan tabung-tabung yang berada di bawahnya. Aturan pemasangannya adalah untuk bilah besi yang memiliki nada lebih rendah, maka diameter tabung di bawah bilah besi tersebut lebih besar. Sedangkan, untuk bilah besi dengan nada yang lebih tinggi, di bawahnya terdapat tabung dengan diameter yang lebih kecil.

Berikut tabel perbandingan ukuran tabung yang terdapat di masing-masing *wilahan.*

Tabel 1. Keterangan ukuran tabung yang ada di bawah masing-masing *wilahan*

Nada (titi laras)	Diameter tabung	Jari-jari tabung	Tinggi tabung	Jari-jari lingkaran dalam pada tutup tabung
ji	13,5 cm	6,75 cm	41 cm	3 cm
ro	13,2 cm	6,6 cm	40 cm	4 cm

lu	13 cm	6,5 cm	38 cm	4,5 cm
pat	12,6 cm	6,3 cm	36 cm	5 cm
ma	12,4 cm	6,2 cm	34 cm	-
nem	12,2 cm	6,1 cm	32 cm	-
pi	12 cm	6 cm	29 cm	-

Setelah melakukan proses observasi, peneliti menemukan fakta bahwa ada beberapa tabung suara yang di atasnya tidak memiliki tutup, yaitu tabung pada nada *ma*, *nem*, dan *pi*. Sedangkan, pada nada *ji*, *ro*, *lu*, dan *pat* terdapat tutup pada atas tabung. Pada tutup keempat tabung tersebut juga terdapat lubang (dituliskan sebagai lingkaran dalam) yang ukurannya berbeda-beda (perhatikan tabel 1).

Setelah menemukan ukuran masing-masing tabung, peneliti bisa menemukan volume dan luas permukaan masing-masing tabung dengan menggunakan rumus volume tabung $\pi r^2 t$ dan rumus luas permukaan tabung $2\pi r^2 + 2\pi rt$. Faktanya, ada beberapa tabung yang tidak memiliki tutup dan alas, misalnya pada tabung *ma*, *nem*, dan *pi*. Sehingga, untuk ketiga tabung suara tersebut rumus luas permukaan menggunakan $2\pi rt$ saja. Sedangkan, untuk nada *ji*, *ro*, *lu*, dan *pat* diketahui tidak memiliki alas, pada tutupnya terdapat lubang, sehingga untuk menghitungnya menggunakan rumus $\left(\pi r_{tabung}^2 - \pi r_{lubang}^2\right) + 2\pi r_{tabung} t$. Hasil penghitungan volume dan luas permukaan tabung suara disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2. Volume dan luas permukaan tabung yang ada di bawah masing-masing *wilahan*

Nada (titi laras)	Volume tabung	Luas permukaan tabung
ji	$1.868{,}0625\pi\ cm^3$	$590{,}0625\pi\ cm^2$
ro	$1.742{,}4\pi\ cm^3$	$555{,}56\pi\ cm^2$
lu	$1.605{,}5\pi\ cm^3$	$516\pi\ cm^2$
pat	$1.428{,}84\pi\ cm^3$	$468{,}29\pi\ cm^2$
ma	$1.306{,}96\pi\ cm^3$	$421{,}6\pi\ cm^2$
nem	$1.190{,}72\pi\ cm^3$	$390{,}4\pi\ cm^2$
pi	$1.044\pi\ cm^3$	$348\pi\ cm^2$

3. Merancang (*designing*)

Berdasarkan unsur-unsur yang ada pada alat musik Slenthem ditemukan bentuk dan estetika yang berkaitan dengan konsep *designing* yang dikemukakan oleh Bishop. Unsur-unsur yang ada pada alat musik tersebut antara lain: tabung penghasil suara, bilah logam, pemukul alat musik, dan *rancakan*.

Rancakan dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia didefinisikan sebagai kayu yang dibuat seperti para-para dan digunakan untuk menaruh alat musik gamelan bonang. Sedangkan, menurut hasil observasi diperoleh fakta bahwa *rancakan* juga digunakan sebagai tempat menaruh alat musik Slenthem.

Berdasarkan aktivitas merancang, pada alat musik ini peneliti bisa menemukan macam-macam bentuk geometri yang ditinjau dari tabung penghasil suara, bilah logam, dan pemukul alat musik. Bentuk-bentuk tersebut dapat diidentifikasi sebagai berikut:

Tabel 3. Rangkaian alat musik Slenthem

No	Unsur	Gambar	Identifikasi
1.	Tabung penghasil suara		Pada unsur alat musik slenthem ini terdapat bentuk geometri berupa tabung yang terbuat dari bambu atau seng. Tujuan dari bentuk tabung tersebut supaya ketika bilah logam yang berada di atas tabung dipukul maka dapat dihasilkan gema suara.
2.	Bilah logam		Pada bagian bilah logam terdapat bentuk geometri persegi panjang. Bilah logam ini memiliki ukuran yang berbeda pada tiap bilahnya. Tujuan dari perbedaan ukuran tersebut supaya

			nada yang dihasilkan juga berbeda.
3.	Pemukul alat musik		Pada pemukul alat musik Slenthem terdapat bentuk geometri berupa cakram pada bagian atas pemukul. Bentuk tersebut dibuat demikian supaya suara yang dihasilkan lebih halus.
4.	Tempat meletakkan bilah besi dan tabung suara (*rancakan*)		*Rancakan* memiliki bentuk seperti balok dengan sisi-sisi berupa persegi panjang.

4. Mengukur (*measuring*)

Menurut Bishop aktivitas measuring adalah aktivitas yang berkaitan dengan membandingkan, mengurutkan, dan mengukur kualitas. Bishop menyatakan bahwa beberapa konsep yang berkaitan dengan measuring adalah mengurutkan, menyusun, dan panjang. Pada alat musik Slenthem terdapat ketiga konsep tersebut yang ditinjau dari bilah logam dan tabung penghasil suara pada alat musik.

Setelah peneliti mengobservasi ditemukan bahwa panjang bilah logam dari alat musik Slenthem memiliki ukuran yang berbeda. Ketika peneliti mengukur secara langsung ditemukan 7 ukuran yang berbeda dari bilah logam.

Ukuran-ukuran yang ditemukan peneliti berdasarkan Slenthem yang berada di UKM Karawitan USD adalah 31,2 cm (*pi*); 31,4 cm (*nem*); 32,2 cm (*ma*), 32,6 cm (*pat*); 33 cm (*lu*); 33,6 cm (*ro*); dan 33,9 cm (*ji*). Setiap bilah memiliki panjang berbeda mengindikasikan perbedaan ketinggian nada yang dimiliki masing-masing bilah. Berdasarkan hasil pengukuran, semakin tinggi nada dari sebuah bilah, maka semakin pendek. Sedangkan, untuk lebar semua bilah ukurannya sama.

Berikut merupakan tabel yang berisi panjang, lebar, dan luas masing-masing *wilahan*.

Tabel 4. Keterangan luas masing-masing *wilahan*

Nada (titi laras)	Panjang	Lebar	Luas

ji	33,9 cm	9 cm	305,1 cm^2
ro	33,6 cm	9 cm	302,4 cm^2
lu	33 cm	9 cm	297 cm^2
pat	32,6 cm	9 cm	293,4 cm^2
ma	32,2 cm	9 cm	289,8 cm^2
nem	31,4 cm	9 cm	282,6 cm^2
pi	31,2 cm	9 cm	280,8 cm^2

Berikut merupakan tabel yang berisi panjang, lebar, dan keliling masing-masing *wilahan*.

Tabel 5. Keterangan keliling masing-masing *wilahan*

Nada (titi laras)	Panjang	Lebar	Keliling
ji	33,9 cm	9 cm	85,8 cm
ro	33,6 cm	9 cm	85,2 cm
lu	33 cm	9 cm	84 cm
pat	32,6 cm	9 cm	83,2 cm
ma	32,2 cm	9 cm	82,4 cm
nem	31,4 cm	9 cm	80,8 cm
pi	31,2 cm	9 cm	80,4 cm

Selain mengukur panjang dan lebar masing-masing *wilahan*, peneliti juga mengukur panjang, lebar, dan tinggi *rancakan*. Ukuran dari *rancakan* sangat berpengaruh dalam Slenthem karena ukurannya menyesuaikan dengan ukuran *wilahan* dan tabung suara. Peneliti menemukan ukuran *rancakan* yaitu panjang 80 cm, tinggi 40 cm, dan lebar 30 cm. Sehingga, dengan rumus volume balok yaitu $p\ x\ l\ x\ t$, diperoleh volume dari *rancakan* di UKM Karawitan USD sekitar 960cm^3 (ukuran dari satu *rancakan* di satu tempat dengan lainnya bisa saja berbeda).

5. Bermain (*playing*)

Berdasarkan penelitian dan observasi, aspek bermain yang dikemukakan oleh Bishop ditemukan pada alat musik tradisional Slenthem

yang ditinjau melalui aktivitas dengan aturan tertentu. Pada permainan alat musik gamelan, Slenthem dimainkan bergantung dengan gending atau lagu yang dimainkan. Ketika bermain gending lancaran dan gending ketawang Slenthem dipukul sebanyak 16 tabuhan setiap satu gongan (satu kali gong dibunyikan) karena Slenthem tergolong sebagai gamelan balungan atau *wilahan*. Sedangkan saat memainkan gending ladrang, Slenthem ditabuh sebanyak 32 kali dalam satu kali alat musik gong dibunyikan.

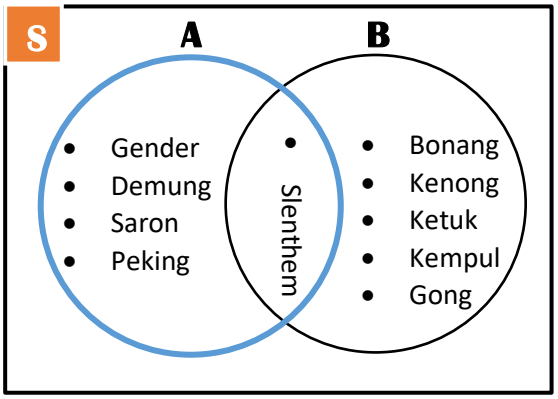
6. Menjelaskan (*explaining*)

Aspek fundamental menjelaskan *(eksplaining)* muncul pada alat musik tradisional Slenthem yang ditinjau melalui pengklasifikasian objek secara hirarkis. Alat musik tradisional Slenthem merupakan bagian dari alat musik gamelan yang tergolong sebagai alat musik gamelan berupa *wilahan* atau bilahan. Akan tetapi terdapat alat musik Slenthem yang memiliki pencon atau cekungan yang berada di atas *wilahan*. Fakta tersebut mengakibatkan Slenthem merupakan bagian dari gamelan *wilahan* dan gamelan pencon.



Gambar 4. Slenthem Pencon

Informasi di atas dapat dinyatakan dalam diagram venn sebagai berikut.



Gambar 5. Diagram venn sebagai representasi instrumen gamelan

Keterangan dari diagram venn di atas adalah sebagai berikut.
Himpunan A adalah himpunan gamelan *wilahan*.
Himpunan B adalah himpunan gamelan pencon.

Semesta yang dimaksud adalah himpunan alat musik gamelan.
Aspek matematis tersebut dapat dikembangkan dinyatakan pada operasi himpunan sebagai berikut:
A = {Gender, Demung, Saron, dan Peking, Slenthem}
B = {Bonang, Kenong, Ketuk, Kempul, Slenthem}
Himpunan irisan dari titi laras pelog dan slendro
$A \cap B$= {Slenthem}

C. Konsep dan Materi Matematika yang Bisa Ditemukan di Slenthem

Berdasarkan hasil analisis data penelitian yang dilakukan oleh peneliti, beberapa konsep matematika yang bisa ditemukan di alat musik Slenthem adalah himpunan, bangun datar, dan bangun ruang.

Materi himpunan yang bisa ditemukan berupa pengelompokkan klasifikasi Slenthem. Dalam rangkaian gamelan, terdapat tiga kelompok alat musik besar berdasarkan cara memainkan dan bentuknya. Terdapat kelompok *pencon*, yaitu kelompok alat musik yang terdapat benjolan di atasnya dan dimainkan dengan cara dipukul (Gong, Kenong, dan lain-lain). Selanjutnya terdapat kelompok *wilahan*, yaitu kelompok alat musik yang berbentuk bilahan dan dimainkan dengan dipukul (Slenthem, Saron, dan lain-lain). Terakhir terdapat kelompok alat musik yang dimainkan dengan cara digesek (Rebab, Siter, dan lain-lain). Sedangkan, salah satu jenis Slenthem yaitu Slenthem Pencon yang merupakan perpaduan antara *wilahan* dan *pencon*. Jika dikaitkan dengan konsep himpunan, Slenthem Pencon ini merupakan irisan dari himpunan *wilahan* dan himpunan *pencon*.

Materi bangun datar yang bisa ditemukan berupa bentuk *wilahan* yang bentuknya persis seperti persegi panjang. Seperti yang dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 6. Slenthem dengan wilahan yang berbentuk persegi panjang

Materi bangun ruang dapat ditemukan pada bentuk tabung suara yang ada di bawah bilahan besi Slenthem yang bentuknya seperti tabung. Seperti yang dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 7. Tabung suara (tampak atas)



Gambar 8. Tabung suara (tampak samping)

Kesimpulan

Slenthem adalah alat musik bagian dari instrumen Gamelan yang masuk ke dalam kelompok *wilahan* atau berbentuk bilahan besi. Cara memainkan alat musik ini adalah dengan dipukul menggunakan pemukulnya yang berbentuk cakram. Slenthem terdiri dari dua komponen utama, yaitu bilah logam yang menghasilkan getaran dan tabung suara tepat di bawahnya untuk memberikan menghantarkan nada. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti, terdapat enam aktivitas fundamental menurut Bishop yang bisa ditemukan pada alat musik ini. Peneliti juga menemukan unsur-unsur matematika pada alat musik ini, misalnya penamaan nada yang menggunakan bilangan bulat 1 sampai 7 dalam bahasa Jawa, penempatan bilah logam yang memiliki ukuran panjang berbeda dan setiap bilah logam berbentuk persegi panjang, dan tabung suara yang berbentuk selayaknya tabung.

Daftar Pustaka

Abi, A. M. (2017). Integrasi etnomatematika dalam kurikulum matematika sekolah. *JPMI (Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia)*, *1*(1), 1-6.

Abroriy, D. (2020). *Etnomatematika dalam Perspektif Budaya Madura*. http://mass.iain-jember.ac.id

Agustina, W., Gazali, R. Y., Chairani, Z., & Nareki, M. L. (2021). Ethnomathematics panting music exploration. *Psychology, Evaluation, and Technology in Educational Research*, *4*(1), 8-17.

Andarini, F. F., Sunardi, S., & Monalisa, L. A. (2019). Etnomatematika Pada Alat Musik Tradisional Banyuwangi Sebagai Bahan Ajar Siswa. *KadikmA*, *10*(1), 45-55.

Ardiansyah, A., Yuwana, L., Suyatno, Rahmat, D. B., Indrawati, S., & Prajitno, G. (n.d.). *Pengaruh Resonator Terhadap Bunyi Slenthem Berdasarkan Sound Envelope* (Vol. 10).

Aspek, T., Tinjauan, B., Budaya, A., Kebudayaan, B., Berbasis, L., & Lokal, K. (n.d.). *1-Tinjauan Aspek Budaya pada Pembelajaran IPA - Fajar Hardoyono*.

Damaningrum, A., & Budiarto, M. T. (2021). Etnomatematika Alat Musik Kesenian Reyog Ponorogo ditinjau dari Aspek Literasi Matematis. *Jurnal Pendidikan Matematika. https://doi. org/10.36709/jpm. v12i1*, *15254*.

Darmawan, K. Z. (2008). Penelitian etnografi komunikasi: tipe dan metode. *Mediator: Jurnal Komunikasi*, *9*(1), 181-188.

Dewi, A. F. K., Kinanti, M., & Sulistyorini, P. (2020). Pola Barisan Aritmetika pada Pukulan Ketukan Dalam Gending Ketawang di Gamelan Yogyakarta. In *ProSANDIKA UNIKAL (Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika Universitas Pekalongan)* (Vol. 1, pp. 7-14).

Firdyan, E., & Zhoga, E. (n.d.). *Gamelan Jawa: Sebuah Alternatif Media Pembelajaran Matematika Berbasis Budaya*.

Gerdes, P. (1996). On Ethnomathematics and the transmission of mathematical knowledge in and outside schools in Africa south of the Sahara. *Les sciences hors d'Occident au XX'siècle*, *5*, 229-246.

Lubis, S. I., Mujib, A., & Siregar, H. (2018). Eksplorasi etnomatematika pada alat musik Gordang Sambilan. *Edumatika: Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, *1*(2), 1-10.

Nuryadi, N., & Kholifa, I. (2020). Etnomatematika: Eksplorasi gamelan Jawa karawitan dengan pendekatan science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *Jurnal Pendidikan Surya Edukasi (JPSE)*, *6*(2), 140–148. https://doi.org/10.37729/jpse.v6i2.6810

Pitoyo, A. J., & Triwahyudi, H. (2017). Dinamika perkembangan etnis di Indonesia dalam konteks persatuan negara. *Populasi*, *25*(1), 64-81.

Setyawan, B. W. (2019). Metode Pembelajaran Berbasis Budaya Jawa dalam Rangka Menyukseskan Pendidikan Multikultural di Era Revolusi Industri 4.0. *JPK (Jurnal Pancasila dan Kewarganegaraan)*, *4*(3), 1-12.

Surya Osada, S. (n.d.). *Prosiding Seminar Nasional Etnomatnesia ETNOMATEMATIKA DALAM TITI LARAS DAN IRAMA PADA KARAWITAN JAWA*.

Tilaar, A. L. (n.d.). *Jurnal Formatif 1(3): 186-191 EFFEKTIVITAS PEMBELAJARAN KONTEKSTUAL DALAM MENGAJARKAN MATEMATIKA*

Zhoga, E. F. E. (2019, December). Gamelan Jawa: Sebuah Alternatif Media Pembelajaran Matematika Berbasis Budaya. In *Prosiding SEMDIKJAR (Seminar Nasional Pendidikan Dan Pembelajaran)* (Vol. 3, pp. 675-688).

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

EKSPLORASI ETNOMATEMATIKA PADA ALAT MUSIK TRADISIONAL KENDANG JAWA TENGAH

Elvi Sartika Purba[1*], Curnelia Clara Devi Wahyuningtias[1], Maria Anjelina Agho[1]

[1]*Mahasiswa S1 Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta*
**Email : Vikasilangit12@gmail.com*

Abstrak

Budaya adalah cara hidup sekelompok orang yang biasanya diwariskan secara turun-temurun. Budaya kerap dikaitkan dengan pendidikan yang dikenal dengan etnomatematika. Salah satu penerapan etnomatematika dalam dunia pendidikan khususnya dalam pembelajaran matematika yaitu etnomatematika alat musik tradisional di Indonesia. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah menganalisis sekaligus mengkaji, dan mendeskripsikan hasil kajian yang berkaitan dengan budaya yaitu alat musik tradisional yang berasal dari Jawa Tengah (kendang) berdasarkan 6 aktivitas fundamental matematis yang dikemukakan oleh Bishop terdiri atas (1) *counting* (membilang), (2) *locating* (meletakkan), (3) *measuring* (mengukur), (4) *designing* (merancang), (5) *playing* (memainkan), (6) *explaining* (menjelaskan). Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif. Data yang digunaka dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data-data tersebut diambil dari data buku elektronik, artikel jurnal online serta sumber-sumber lain yang membahas tentang alat musik tradisional kendang yang sudah dipublikasikan. Teknik pengumpulan data yang dipilih adalah mencari data mengenai variabel berupa buku elektronik, artikel jurnal online dan lainnya. Data tersebut dianalisis kemudian dihasilkan adanya keterkaitan antara alat musik tradisional kendang dengan kegiatan belajar mengajar matematika. Hasil penelitian ini menunjukkan sejarah dan filosofi dari alat musik tradisional kendang serta terdapat aktivitas fundamental matematis pada konsep matematika terutama pada bidang geometri.

Kata kunci: Etnomatematika, Kendang, Geometri.

ETHNOMATHEMATICAL EXPLORATION ON TRADITIONAL MUSICAL INSTRUMENTS KENDANG CENTRAL JAVA

Elvi Sartika Purba[1], Curnelia Clara Devi Wahyuningtias[1], Maria Anjelina Agho[1]

[1]*Student of S1 Mathematics Education Research Program Faculty of Teacher Training and Education*
Sanata Dharma University, Yogyakarta
**Email : Vikasilangit12@gmail.com*

Abstract

Culture is method life the usual group of people inherited by hereditary . Culture is often associated with education known as ethnomathematics. One application of ethnomathematics in the world of education, especially in learning mathematics, is the ethnomathematics of traditional musical instruments in Indonesia. Destination conducted study this is analyze at a time examine, and describe the results of studies related to culture namely a traditional musical instrument originating from Central Java (kendang) based on the 6 fundamental mathematical activities proposed by Bishop consists of on (1) counting , (2) locating , (3) measuring, (4) designing , (5) playing, (6) explaining. This research is qualitative descriptive research . The data used in this research are secondary data . These data _ taken from electronic book data, online journal articles and other sources that discuss the traditional musical instrument kendang that have been published. Selected data collection techniques is looking for data on variables in the form of electronic books, online journal articles and others. The data is analyzed and then generated existence linkages Among traditional musical instrument drum with activity study teach math. The results of this study show the history and philosophy of traditional drum instruments and there are mathematical fundamental activities in mathematical concepts, especially in the field of geometry.

Keywords : _ Ethnomathematics , Kendang , Geometry

Pendahuluan

Bangsa Indonesia merupakan negara yang memiliki puluhan ribu pulau yang masing-masing memiliki jenis suku, etik, ras, agama, dan ragam budaya lainnya. Keragaman budaya membuat pendidikan yang ada di Indonesia memiliki inovasi baru sehingga budaya tersebut dapat dijadikan sebagai media pembelajaran. Budaya telah dikenal oleh siswa sejak usia dini, dengan demikian pembelajaran berbasis budaya akan lebih mudah dipahami dan budaya tersebut dapat terjaga kelestariannya. Melalui media pembelajaran yang dirancang secara inovatif dengan memadupadankan unsur kebudayaan, sistem pendidikan di Indonesia akan semakin bervariasi. Pendidikan merupakan suatu usaha yang sudah direncanakan agar tercapainya suasana belajar serta proses dalam pembelajaran sehingga siswa dapat meningkatkan kualitas diri, untuk memiliki kepercayaan spiritual, kecerdasan, pengontrolan diri, kepribadian, serta keterampilan yang dibutuhkan dalam masyarakat (UU No 20, 2003). Pendidikan menjadi salah satu faktor utama dalam penanaman nilai-nilai budaya dan karakter bangsa. Pada jaman sekarang

perkembangan budaya di Indonesia semakin perlahan semakin punah, karena masuknya budaya luar yang mempengaruhi budaya yang ada di Indonesia (Siregar & Nadiroh, 2017). Oleh karena itu,perlu adanya upaya yang harus dilakukan oleh guru agar dapat mengatasi masalah tersebut dengan cara mengimplementasikan budaya Indonesia kedalam pembelajaran selama di sekolah.

Pembelajaran yang berlatar belakang budaya, kini sudah dapat diterapkan dalam berbagai bidang pendidikan. Cara yang dapat dilakukan adalah dengan mengikutsertakan budaya dalam kegiatan belajar mengajar di sekolah. Matematika merupakan salah satu bidang ilmu pengetahuan, yang dapat menggunakan budaya sebagai sarana dalam pembelajaran. Pada masa kini, tidak sedikit orang yang beranggapan kalau matematika adalah mata pelajaran dengan tingkat kesulitan yang sangat tinggi, pelajaran bersifat abstrak karena tidak berhubungan langsung dengan kejadian yang terjadi setiap harinya. Oleh karena itu, sebaiknya budaya dijadikan sebagai salah satu media belajar matematika. Konsep matematika yang dianggap abstrak akan semakin mudah dipahami, jika kegiatan pembelajaran menggunakan metode yang sesuai dan tepat sasaran. Pembelajaran berbasis budaya ini dikenal dengan istilah etnomatematika. Etnomatematika dapat dijadikan sarana untuk menghubungkan matematika dan budaya sehingga digunakan sebagai contoh praktik budaya dalam pembelajaran matematika. Model pembelajaran yang menggunakan pendekatan budaya bertujuan untuk mementingkan kegiatan siswa dari latar belakang masing-masing siswa dan diimplementasikandalam kegiatan belajar mengajar, diintegrasikannya ke dalam proses pembelajaran bidang matematika salah satunya, dan dapat menggunakan berbagai bentuk penilaian dalam menilai hasil belajar model pendekatan pembelajaran (Suardana & Retug, 2017).

Kebudayaan Indonesia yang dikaji menggunakan etnomatematika adalah alat musik tradisional. Alat musik yang dikaji pada penelitian ini adalah kendang yang ada di Jawa Tengah. Kendang mudah ditemukan di berbagai daerah Pulau Jawa. Selain itu, kendang juga memiliki bentuk yang bervariasi serta bunyi yang khas ketika dimainkan. Penamaan alat musik ini memiliki alasan tersendiri sesuai dengan daerahnya. Kendang merupakan salah satu bagian dari alat musik gamelan. Pada umumnya, alat musik tradisional memiliki ciri khas yang menunjukkan kekhasan dari suatu daerah di Indonesia begitu pula dengan alat musik kendang tersebut. Bentuk kendang berbeda-beda untuk setiap daerah. Alat musik ini memiliki bentuk yang hamper sama dengan tabung. Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan alat musik ini adalah kayu nangka atau kayu lainnya yang memiliki struktur mirip seperti kayu tersebut dan *tebokan*nya biasanya terbuat dari kulit sapi atau kambing. Ada juga tali rotan yang berfungsi sebagai pengencang *tebokan* tersebut. Dalam pembuatan kendang, diperlukan beberapa proses pembuatan kendang untuk menghasilkan nada yang bagus.

Terdapat hubungan antara alat musik tradisional kendang dengan aktivitas fundamental matematis (Puspasari et al., 2021) (Bishop, 1997). Ada enam aktivitas fundamental matematika dalam pembelajaran etnomatematika yaitu: *counting* (membilang), *measuring* (mengukur), *locating* (menempatkan), *designing* (mendesain), *playing* (bermain), dan *explaining* (menjelaskan). Keenam aspek

fundamental ini digunakan untuk mengkaji serta menjelaskan kepada siswa tentang hubungan antara alat musik tradisional dan pengetahuan matematika. Aktivitas ini mengajarkan konsep dan mengimplementasikan kurikulum pendidikan dan praktek nyata dalam pembelajaran matematika. Alat musik tradisional yang dikaji digunakan sebagai contoh dalam memvisualisasikan pengetahuan matematika. Tujuan penelitian ini adalah mengeksplorasi hubungan antara alat musik kendang dan matematika serta menjelaskan penerapan alat musik kendang dalam matematika menurut aktivitas fundamental matematis (Bishop).

Metode

Dalam penelitian ini digunakan metode analisis data deskriptif kualitatif. Menurut Sugiyono (OKTYANINOOR, 2021) penelitian deskriptif kualitatif adalah penelitian yang mempelajari objek secara alamiah (*naturalistik*), sarana pengumpulan data adalah penelitinya, dilakukan dengan triangulasi (gabungan), dan analisis datanya secara induktif dari hasil generalisasi penelitian. Data-data tersebut diperoleh dari data yang sudah diolah yang diambil dari sumber data buku elektronik, artikel jurnal online serta sumber-sumber lain yang membahas tentang alat musik tradisional kendang yang sudah dipublikasikan. Cara mengumpulkan data dengan kajian studi literature. Semua data yang telah dikumpulkan dianalisis kemudian diperoleh kesimpulan adanya hubungan antara alat music tradisional kendang dalam belajar matematika.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil eksplorasi yang telah dilakukan, alat musik tradisional kendang memiliki bentuk dan ukuran berbeda-beda. Selain bentuk dan ukuran, adapun sejarah serta aktivitas fundamental matematis menurut Bishop.

a. Sejarah

Secara harfiah, kendang merupakan salah satu alat musik tradisional Jawa Tengah dengan menggunakan instrumen *membranophones*, yang terdapat pada gamelan. Kendang terbuat dari kayu yang berongga, kulit sapi atau kerbau sebagai muka bidangnya dan tali sebagai pengikat sisi-sisi badan kendang. Alat musik tradisional kendang mulai menginvasi Nusantara pada pertengahan abad ke sembilan dan pertama kali masuk ke Indonesia melalui Pulau Jawa. Saat masuk ke Indonesia, kendang memiliki beberapa sebutan lain diantaranya murdala, muraja, padahi, pataha, murawa atau muraba. Dengan berbagai macam penyebutan ini menunjukkan bahwa kendang memiliki banyak bentuk serta ukuran yang berbeda, ukuran dan bahan yang digunakan pada kendang. Selain itu, kendang juga ditemukan dalam situs-situs sejarah di Indonesia, seperti di Candi Borobudur, Candi Siwa di Prambanan, Candi Tegowangi, dan Candi Penataran.

b. Aktivitas Fundamental Bishop

Menurut aktivitas fundamental matematis, ditemukan bahwa alat musik tradisional kendang memiliki unsur-unsur matematika. Berdasarkan bentuk, ukuran, serta bunyi yang dihasilkan oleh alat musik tersebut saat dimainkan, ada beberapa unsur matematika dapat dikaji, diantaranya adalah bentuk geometri bidang alat musik tradisional kendang, serta barisan aritmetika yang dikaji berdasarkan bunyi yang dihasilkan alat musik kendang.



Gambar 1. Alat Musik Tradisional Kendang

1. Counting (menghitung)

Pada alat musik tradisional kendang, aktivitas fundamental *counting*/menghitung yang dapat dikaji adalah notasi kendang.

Tabel 1.Notasi Kendang

Nama Kendang	Bagian	Lambang	Bunyi
Kendang Indung (Ageng)	Gedug	U	Dong
		Ù	Ting
		Ú	Det
		Ú...	Deded
		Ũ	Dut
	Kempyang	a	Pang
		á	Plak
		a-	Ping
		a+	Pong
		ą	Nguk
Kendang Kulanter (Ciblon)	Kutiplak	ä	Pak
		å	Peung
	Katipung	u	Tung

Simbol yang terdapat pada tabel menunjukan posisi tangan, yang digunakan untuk memukul bagian *tebokan* kendang, antara lain bagian *kumpyang* dan *kutiplak*, sedangkan lambang di bawah garis menunjukkan posisi tangan yang digunakan untuk memukul bagian *tebokan* yaitu bagian *gedug* dan *katipung* (bidang permukaan yang lebih besar) . Di bawah ini merupakan nilai ketukan dari notasi adalah sebagai berikut.

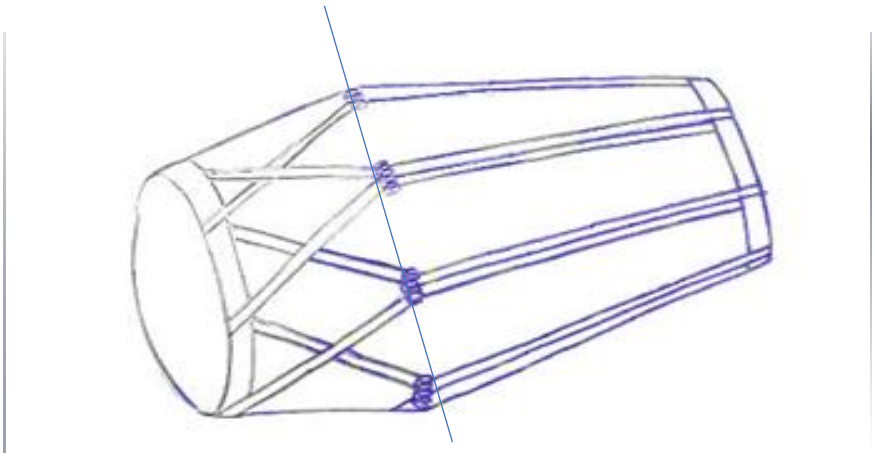
U a	Bunyi dong dan pang, memiliki 1 ketuk
Ua	Bunyi dong dan pang, memiliki ½ ketuk
UaUa	Bunyi dong dan pang, memiliki nilai ¼ ketuk

2. Measuring (mengukur)

Alat musik tradisional kendang dapat dikaji menurut aktivitas fundamental Bishop measuring adalah menghitung luas dan volume alat musik tersebut. Konsep yang digunakan dalam perhitungan luas dan volume alat musik kendang adalah konsep geometri dimana dapat dihitung masing-masing bagian kendang yang dapat dibagi menjadi dua bagian.

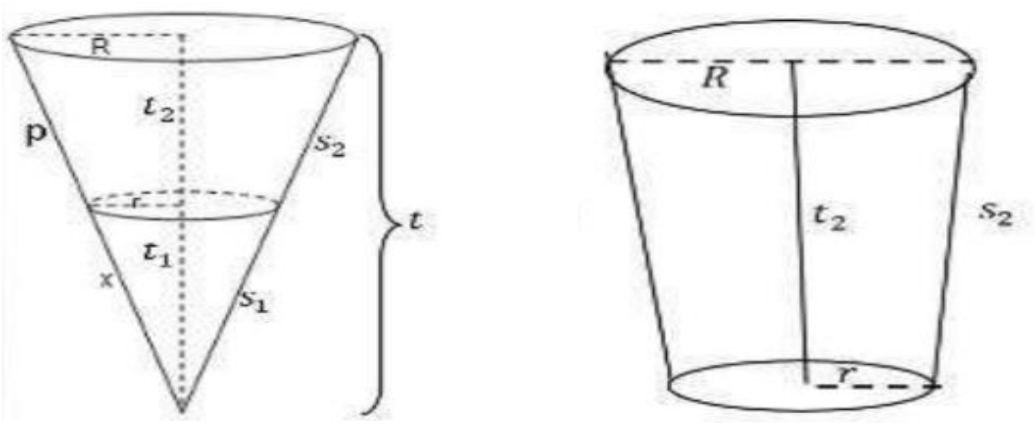
Tabel 2. Ukuran kendang

No	Jenis Kendang	Tinggi	Diameter Tebokan Besar	Diameter Tebokan Kecil
1.	Ageng	66 cm	37 cm	33 cm
2.	Ciblon	60 cm	20 cm	12 cm

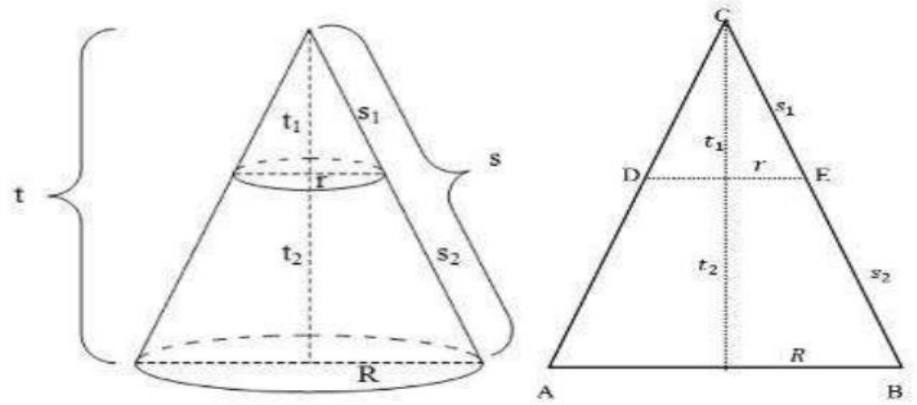


Gambar 2. Ilustrasi Kendang

Kedua bagian tersebut, bentuknya seperti kerucut terpancung yang dipisahkan kedua bagian tersebut oleh sebuah bidang sejajar dengan bidang *tebokan* (bagian alat musik kendang yang digunakan untuk tempat memukul). Hal ini digunakan karena ukuran bagian tebokan pada kendang yang berbeda pada kedua sisinya. Hasil pengukuran alat musik tradisional kendang dapat dilihat pada tabel 2.



Gambar 3. Ilustrasi Kerucut terpancung Kendang



Gambar 4. Ilustrasi Penampang bagian irisan kerucut

Pada bagian ini,peneliti metentukan rumus untuk menghitung luas permukaan dan volume dari alat musik tradisional kendang. Gambar 4 menjelaskan segitiga yang merupakan penampang dari kerucut terpancng yang telah dibuat. Segitiga ABC mempunyai tinggi $t_1 + t_2$ dan segitiga CDE mempunyai tinggi t_1. t_2 adalah tinggi dari kerucut terpancung yang dibuat, panjang sisi BC adalah $s_1 + s_2$ dan panjang sisi EC adalah s_1. s_2 adalah panjang dari garis pelukis kerucut terpancung, dan panjang R adalah $\frac{1}{2}AB$ dan r adalah $\frac{1}{2}EF$ yang mewakili jari-jari dari kerucut tersebut. Menggunakan sifat-sifat kesebangunan antara segitiga ABC dan segitiga CDE, didapatkan perbandingan sisi, yaitu:

$$\frac{s_1}{s_1+s_2} = \frac{t_1}{t_1+t_2} = \frac{r}{R} \qquad (1)$$

Dari persamaan (1) diperoleh relasi antara t_2 ,r ,R dan relasi antara s_1 dengan s_2 , r dan R.

$$t_1 = \frac{t_2 r}{R-r} \qquad (2)$$

dan

$$s_1 = \frac{s_2 r}{R-r} \quad (3)$$

Kemudian dapat dimisalkan volume kerucut terpancung V_R dan V_r. Jari-jari kedua kerucut terpancung tersebut dimisalkan dengan R dan r. Sehingga, dapat ditemukan rumus untuk volume kerucut terpancung tersebut adalah:

$$V = V_R - V_r = \frac{1}{3}\pi R^2(t_1 + t_2) - \frac{1}{3}\pi r^2 t_1 \quad (4)$$

Subtitusi persemaan (2) ke persamaan (4) , dan hasilnya akan beerbentuk sebuah rumus volume kerucut terpancung yang baru, yaitu:

$$V = \frac{1}{3}\pi t_2(R^2 + r^2 + Rr) = \frac{1}{3}\pi t_2[(R + r)^2 - Rr] \quad (5)$$

Dengan cara yang sama, dapat ditemukan rumus luas selimut kerucut terpancung tersebut :

$$L = \pi s_2(R + r) \quad (6)$$

dimana t_2 mewakili tinggi dari kerucut terpancung dan s_2 mewakili panjang dari garis pelukis kerucut terpancung yang telah dibuat.

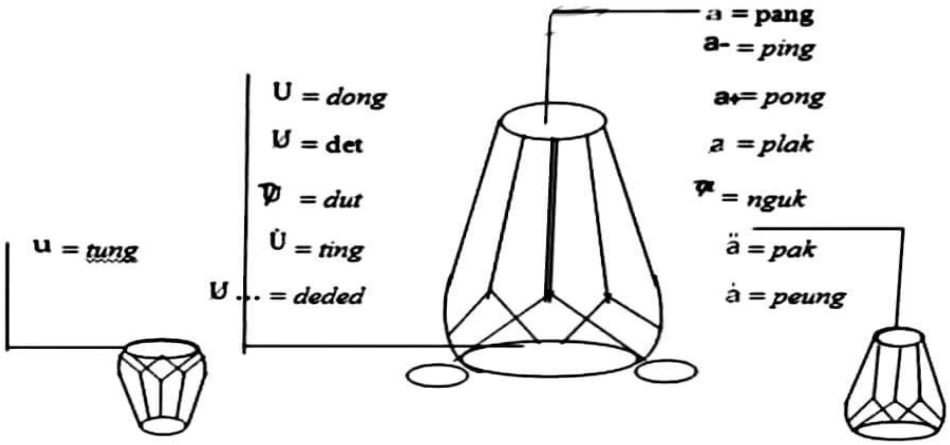
Setelah dilakukannya perhitungan untuk menentukan rumus volume dan luas selimut dari kerucut terpancung tersebut, peneliti dapat menghitung volume dan luas selimut dari alat musik tradisional kendang yang diteliti, berdasarkan informasi ukuran-ukuran yang didapatkan.. Hasil dari perhitungan ditunjukan pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Pengukuran dan Perhitungan Kerucut Terpancung Kendang

Jenis Kendang	Ageng	Ciblon
Tinggi (t) (cm)	66	60
d tebokan besar (cm)	37	20
R tebokan besar (cm)	18,5	10
d tebokan kecil (cm)	33	12
r tebokan kecil (cm)	16,5	6
S (cm)	66,030	60,133
L (cm^2)	7.263,3	3.023,830
V (cm^3)	63.594,143	12.320

3. *Locating* (menempatkan)

Alat musik kendang diletakan pada kaki kendang yang terbuat dari kayu berbentuk seperti huruf X dan diletakan secara vertikal. Ada dua kaki kendang yang digunakan sebagai penyangga untuk alat musik tradisional kendang agar alat musik tersebut terletak vertikal serta dapat dimainkan dan menghasilkan bunyi sesuai yang diinginkan oleh pemain musik kendang. Kaki kendang ini dinamakan dengan jangka kendang.



Gambar.5 Bagian Bunyi Tebokan Kendang

4. Designing (mendesain)

Pada umumnya alat musik kendang berbentuk gabungan dari dua kerucut terpancung yang di bagian sisinya terdapat ukiran-ukiran yang dapat menambah nilai keunikan dari alat musik kendang. Tali rotan yang membentuk seperti huruf Y berfungsi untuk menaikan atau menurunkan nada dasar pada alat musik tersebut. Pada bagian badan kendang dilapisi cairan pernis (*varnish*) agar terlihat lebih mengkilap.



Gambar 6. Kerangka Kendang



Gambar 7. Kaki Kendang

5. Playing (bermain)

Pada aspek *playing* ada beberapa teknik memukul kendang. Berdasarkan hasil eksplorasi yang telah dilakukan langkah pertama yang harus dilakukan oleh pemain alat musik kendang adalah meletakan tangan kanan pada bagian kendang yang *tebokan* kecil (kanan) dan tangan kiri diletakan dibagian kendang yang lebih besar (sebelah kiri). Posisi badan dan tangan jangan terlalu tegang karena dapat mempengaruhi saat bermain kendang. Selanjutnya, untuk cara bermain dengan menggunakan tangan kanan memiliki aturan khusus yang sering diainkan oleh pemain musik yaitu menggunakan jari manis dan jari telunjuk.. Tangan kiri juga memukul dengan jari yang sama tetapi pada bagian yang kecil ini biasanya diselingi dengan tangan bagian dalam.

6. Explaining (menjelaskan)

Berdasarkan hasil eksplorasi, terdapat beberapa jenis kendang beserta fungsinya masing-masing diantaranya: kendang *ageng* yang berukuran besar dan selalu dipakai dalam pertunjukan gamelan, kendang wayangan yang biasanya digunakan dalam pertunjukan wayang kulit, kendang *ciblon* yang menghasilkan nada tinggi dan kendang *ketipun*g yang biasa digunakan sebagai instrumen dangdut. Umumnya kendang yang sering digunakan dalam pertunjukan gamelan hanya membutuhkan dua jenis kendang, yaitu kendang *ageng* dan kendang *ciblon*. Pada pembuatan alat musik kendang kayu yang digunakan adalah kayu pohon nangka dan mangga karena kedua kayu tersebut dapat menghasilkan suara kendang yang bagus.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil eksplorasi, alat musik tradisional kendang memiliki sejarah dan filosofi yang menarik untuk diketahui oleh banyak orang. Mengikuti aktivitas fundamental matematis alat musik tradisional kendang memiliki keterkaitan dengan matematika. Berdasarkan bentuknya alat musik ini dapat dihitung luas serta volume dengan menggunakan rumus luas dan volume kerucut terpancung.

Daftar pustaka

Andriono, R. (2021). Analisis Peran Etnomatematika dalam Pembelajaran Matematika. *ANARGYA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, *4*(2). https://doi.org/10.24176/anargya.v4i2.6370

GEA, M. (2021). *NEGARA KESATUAN (makalah ilmu negara)*. https://osf.io/preprints/xsgf8/%0Ahttps://osf.io/xsgf8/download

Lubis, S. I., Mujib, A., & Siregar, H. (2018). Eksplorasi Etnomatematika pada Alat Musik Gordang Sambilan. *Edumatika : Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, *1*(2), 1. https://doi.org/10.32939/ejrpm.v1i2.246

Nurhasanah, L., Siburian, B. P., & Fitriana, J. A. (2021). Pengaruh Globalisasi Terhadap Minat Generasi Muda Dalam Melestarikan Kesenian Tradisional Indonesia. *Jurnal Global Citizen : Jurnal Ilmiah Kajian Pendidikan Kewarganegaraan*, *10*(2), 31–39. https://doi.org/10.33061/jgz.v10i2.5616

OKTYANINOOR, S. (2021). Analisis Penanganan Bagasi Terhadap Kepuasan Penumpang Maskapai Garuda Indonesia Pt. Gapura Angkasa Di Yogyakarta International Airport. *Skripsi STT Kedirgantaraan Yogyakarta*, 34–50.

Puspasari, R., Rinawati, A., & Pujisaputra, A. (2021). Pengungkapan Aspek Matematis pada Aktivitas Etnomatematika Produksi Ecoprint di Butik El Hijaaz. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, *10*(3), 379–390. https://doi.org/10.31980/mosharafa.v10i3.851

Saepudin, A. (2013). Konsep dan Metode Garap dalam Penciptaan Tepak Kendang

Jaipongan. *Panggung*, *23*(1). https://doi.org/10.26742/panggung.v23i1.84

Setyawan, A. D., Arief, A., & Al Masjid, A. (2017). Analisis Instrumen Kendang Dalam Karawitan Jawa Di Tinjau Dari Nilai Luhur Tamansiswa. *Jurnal JPSD (Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar)*, *4*(1), 69. https://doi.org/10.26555/jpsd.v4i1.a9592

Siregar, S. M., & Nadiroh, N. (2017). Peran Keluarga Dalam Menerapkan Nilai Budaya Suku Sasak Dalam Memelihara Lingkungan. *Jurnal Green Growth Dan Manajemen Lingkungan*, *5*(2), 28. https://doi.org/10.21009/jgg.052.04

Sitanggang, N. (2021). Etnomatematika: Eksplorasi Alat Musik Tradisional Khas Batak Toba. *Jurnal Peka*, *4*(2), 57–61. https://doi.org/10.37150/jp.v4i2.851

Suardana, I. N., & Retug, N. (2017). Pelatihan Pembuatan Perangkat Pembelajaran Berbasis Budaya Bali Bagi Guru-Guru Sains Smp Di Kecamatan Buleleng. *Jurnal Widya Laksana*, *2*(1), 9. https://doi.org/10.23887/jwl.v2i1.9125

Sumantri, G., & Sari, A. F. K. (2022). Eksplorasi Etnomatematika pada Gamelan Jawa sebagai Media Belajar Matematika. *Prosiding Seminar Pendidikan …*, *5*(2721). http://prosiding.himatikauny.org/index.php/prosidinglsm/article/view/233%0Ahttp://prosiding.himatikauny.org/index.php/prosidinglsm/article/download/233/120

Supriyono, S., Purwaningsih, W. I., & Saputra, A. F. (2021). Etnomatematika Pada Alat Musik Gamelan Jawa. *Math Educa Journal*, *5*(2), 135–142. https://doi.org/10.15548/mej.v5i2.2763

Zhoga, E. F. E. (2019). Gamelan Jawa: Sebuah Alternatif Media Pembelajaran Matematika Berbasis Budaya. *Prosiding SEMDIKJAR (Seminar …*, 675–688. http://ojs.semdikjar.fkip.unpkediri.ac.id/index.php/SEMDIKJAR/article/view/79

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

EKSPLORASI ETNOMATEMATIKA PADA CANDI MENDUT MUNGKID DAN IMPLEMENTASINYA PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA SEKOLAH MENENGAH PERTAMA

Savira Erdia Kusuma[1*], Nadia Rustyningsih[2], Yulisa Ananda Putri[3], Dominikus Arif Budi Prasetyo[4]

[1,2,3]*Universitas Sanata Dharma,* [4]*Dosen Universitas Sanata Dharma*
**Email :savirakusuma28.co.id@gmail.com*

Abstrak

Etnomatematika sebagai penggunaan matematika dari kelompok-kelompok budaya yang dapat diidentifikasi dan dianggap sebagai studi matematika. Salah satu aplikasi etnomatematika ini terdapat pada Candi Mendut yang terletak di kawasan Borobudur, Mungkid, Magelang, Jawa Tengah. Penelitian ini bertujuan untuk membahas tentang sejarah, filosofi, dan konsep matematika yang terdapat dalam Candi Mendut. Dalam penelitian ini menggunakan metode eksploratif. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini meliputi: (1) Candi mendut sebagai produk etnomatematika menyajikan berbagai konsep agama dan budaya (2) Terdapat aktivitas fundamental yang ditemukan, seperti aktivitas *counting*, yaitu menghitung banyaknya elemen-elemen Candi Mendut, dan mengetahui banyak pengunjung serta harga tiket masuk. Aktivitas *locating*, yaitu mengetahui letak Candi Mendut serta kedudukannya dengan Candi Pawon dan Candi Borobudur. Aktivitas *measuring*, yaitu mengetahui luas Candi Mendut. Aktivitas *designing* yaitu menentukan aspek-aspek geometri pada Candi Mendut. Aktivitas *playing* yaitu mengetahui penentuan arah bangunan dan kegiatan rehabilitasi atap Candi Mendut. Aktivitas *explaining* yaitu mengetahui filosofi, sejarah dan makna relief pada bangunan Candi Mendut (3) Implementasi etnomatematika dalam pembelajaran matematika meliputi bangun datar, bangun ruang, dan kesebangunan.
Kata kunci: Candi Mendut, Etnomatematika, Konsep Matematika, Sejarah.

Abstract

Ethnomathematics as the use of mathematics from cultural groups that can be identified and considered as the study of mathematics. One of the ethnomathematical applications is Mendut Temple which is located in the Borobudur area, Mungkid, Magelang, Central Java. This study aims to discuss the history, philosophy, and mathematical concepts contained in Mendut Temple. This research uses the exploratory method. The results of this study include: (1) Mendut Temple as an ethnomathematical product presents various religious and cultural concepts (2) There are fundamental activities found, such as counting activities, counting the number of elements of Mendut Temple, knowing the number of visitors and the entrance ticket price. Locating activities, knowing the location of the Mendut temple and its position with the Pawon and Borobudur temples. Measuring activity, knowing the area of Mendut Temple. The designing activity is to determine the geometrical aspects of Mendut Temple. Playing activities, determine the direction of construction and rehabilitation of the roof of Mendut Temple. The

explaining activity is knowing the philosophy, history and meaning of the reliefs on the Mendut Temple building. (3) The implementation of ethnomathematics in learning mathematics includes plane figure, solid figure, and similarity.

***Keywords**: Ethnomathematics, History, Mathematical Concepts, Mendut Temple.*

Pendahuluan

Pendidikan merupakan suatu upaya untuk memberikan pengetahuan, wawasan, keahlian, dan keterampilan untuk mengembangkan suatu bakat serta karakteristis atau kepribadian manusia. Pendidikan adalah suatu media yang berperan penting dalam menciptakan manusia yang berkualitas dan memiliki potensi dalam mencerdaskan sumber daya manusia (Sari, 2018). Pada era modern ini pendidikan yang berkualitas sangat dibutuhkan untuk menciptakan manusia yang cerdas dan mampu bersaing di era berkembangnya teknologi ini. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas pendidikan yaitu dengan mengoptimalkan proses kegiatan belajar mengajar di kelas. Kegiatan pembelajaran di kelas yang masih menjadi fokus perhatian yaitu pembelajaran matematika. Hal tersebut dikarenakan peserta didik masih menganggap matematika adalah pelajaran yang sulit dan abstrak sehingga mengakibatkan kurangnya minat peserta didik dalam pembelajaran matematika.

Utami & Cahyono (2020) menyatakan bahwa matematika selalu dianggap sulit bagi peserta didik karena objek matematika yang abstrak menggunakan banyak rumus sehingga menimbulkan pandangan peserta didik terhadap pembelajaran matematika di sekolah adalah pelajaran yang sulit dan rumit. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa matematika adalah salah satu mata pelajaran yang bersifat abstrak. Sehingga peserta didik perlu memiliki pemahaman yang tinggi terhadap konsep matematika. Salah satu konsep matematika yang bersifat abstrak adalah geometri. Geometri merupakan materi matematika yang menghubungkan antara titik, garis, sudut, bidang, bangun datar, dan bangun ruang (Ulum, Budiarto, & Ekawati; 2018).

Menurut Hardiarti (2017) matematika tidak pernah terlepas dari budaya karena sudah menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari misalnya dalam transaksi jual beli. Budaya dan matematika saling berkaitan sehingga budaya dapat menjadi salah satu pendekatan dalam pembelajaran matematika. Dengan melalui pendekatan tersebut peserta didik dapat belajar matematika melalui budaya yang ada di sekitar mereka. D’Ambrosio (1990) merupakan seorang ahli pendidikan matematika yang mencoba menghubungkan pembelajaran matematika dengan budaya, cara ini merupakan suatu inovasi terbaru dalam pembelajaran matematika. Keterkaitan matematika dan budaya ini disebut etnomatematika.

Etnomatematika adalah suatu pembelajaran matematika yang dibangun atas pengetahuan siswa sebelumnya, latar belakang siswa, dan peran lingkungan siswa (D’Ambrosio; 1990). Adanya aktivitas siswa sehari-hari dalam masyarakat dengan menerapkan ilmu etnomatematika sebagai suatu pendekatan pembelajaran tentunya materi matematika akan lebih mudah dipahami oleh siswa. Pembelajaran ini merupakan cara yang tepat dalam mendidik siswa berkarakter yang berbasis budaya bangsa.

Negara Indonesia sendiri dikenal sebagai negara yang memiliki beragam warisan budaya dan produk etnomatematika telah banyak ditemukan di seluruh penjuru

tanah air (Fitriani, dkk; 2019). Tetapi masih banyak etnomatematika yang belum ditemukan salah satunya etnomatematika pada Candi Mendut. Candi Mendut ini merupakan candi peninggalan agama Buddha. Candi mendut terletak di Kelurahan Mendut, Kecamatan Mungkid, Kabupaten Magelang. Jika dilihat dari struktur bangunan candi mendut ini bagian-bagian dari bangunannya merupakan susunan dari bentuk geometris yang memiliki aspek matematis dan terdapat etnomatematika di dalamnya. Hal ini sesuai dengan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai eksplorasi etnomatematika pada candi.
Berdasarkan penjelasan di atas, tujuan dari penulisan artikel ini mengeksplorasi etnomatematika pada objek budaya Candi Mendut, Magelang. Adapun konsep materi yang digunakan adalah materi geometri karena berkaitan dengan bentuk bangunan candi mendut yang berupa bangun datar, kekongruenan, dan bangun ruang

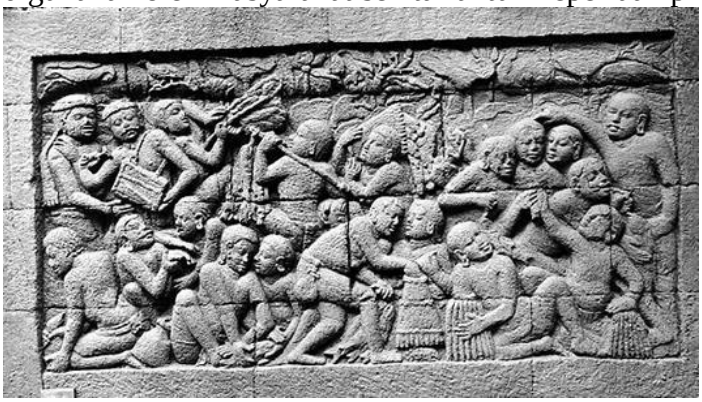
Metode

Penelitian ini menggunakan penelitian eksploratif dengan teknik pengumpulan data berupa wawancara, observasi, studi pustaka dan dokumentasi. Fokus penelitian ini berkaitan dengan ajaran agama, budaya, dan pola matematis yang terdapat dalam candi Mendut. Data-data ajaran agama dan budaya diperoleh dari berbagai catatan sejarah dan dari berbagai sumber lainnya. Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis data kualitatif meliputi; (1) Reduksi data hasil wawancara, (2) Pemaparan data yang terdiri dari kegiatan menyajikan data, menganalisis data, dan menghubungkan data muatan etnomatematika yang diperoleh agar dapat disusun suatu kesimpulan; dan (3) Penarikan kesimpulan, dilakukan dengan menyimpulkan hasil temuan berdasarkan aspek fundamental etnomatematika.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil observasi, studi pustaka, dokumentasi dan wawancara yang dilakukan peneliti dengan Bapak Taufik selaku Arkeolog Balai Konservasi Borobudur, didapatkan aktivitas fundamental etnomatematika sebagai berikut :
Aspek fundamental yang pertama adalah aspek *explaining* pada Candi Mendut. Candi pertama kali ditemukan kembali pada tahun 1836 dalam keadaan runtuh dan tertimbun tanah serta ditumbuhi semak belukar, kemudian pada tahun tersebut candi mulai dibersihkan. Seluruh bangunan Candi Mendut ditemukan kecuali bagian atapnya. Pada tahun 1897 sampai 1904 dilakukan usaha penggalian dan pemugaran serta perbaikan perdana oleh Belanda. Pemugaran tersebut berhasil membangun bagian kaki dan tubuh candi. Pada 1908 T. Van Erp melanjutkan perbaikan Candi Mendut bersamaan dengan Candi Borobudur. Namun, belum selesai karena atapnya belum dipasang. Perbaikan selanjutnya dilakukan pada tahun 1925 yang memerlukan beberapa stupa kecil dapat dipasangkan kembali pada atap candi.
Usia Candi Mendut diperkirakan lebih tua dari Candi Borobudur atau paling tidak sezaman dengan Candi Borobudur. Hal ini berdasarkan temuan tulisan pendek yang diduga berasal dari atas pintu masuk. Dari segi paleografis tulisan tersebut ada persamaan dengan tulisan pendek yang tertera pada bagian atas panel relief Karmawibhangga Candi Borobudur. Setelah kurang lebih satu abad bangunan ini menjadi tempat ziarah pada zaman penganut Buddha candi ini kemudian terabaikan bersamaan dengan keruntuhan Kerajaan Mataram Kuno, tertimbun tanah dan pasir

akibat letusan gunung merapi, gempa bumi, dan hilangnya batu-batu candi karena digunakan oleh masyarakat sekitar untuk keperluan pribadi.



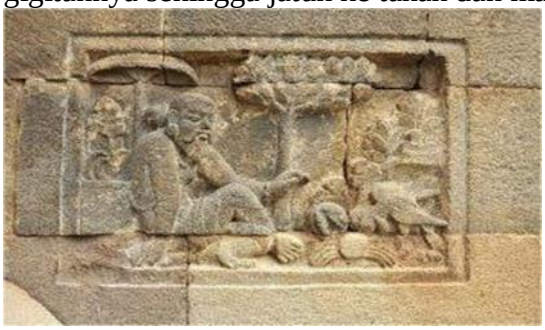
Gambar 1. Relief Karmawibhangga (https://borobudurnews.com/ini-penjelasan-ditutupnya-relief-candiborobudur- tentang-karma-perbuatan-manusia/)

Candi ini dinamakan Mendut karena terletak di Desa Mendut. Candi Mendut merupakan candi bercorak keagamaan Buddha Mahayana yang didirikan pada masa pemerintahan Raja Indra dari Dinasti Syailendra prasasti dari Desa Karangtengah yang berangka tahun 824 Masehi menyebutkan bahwa Raja Indra membangun bangunan suci bernama Crimad Venuvana yang berarti bangunan suci di hutan bambu. Menurut J. G. De Casparis, ahli arkeologi dari Belanda kata ini dihubungkan dengan pendirian Candi Mendut.

Dinding pipi tangga dihiasi dengan beberapa panil berpahat yang menggambarkan berbagai cerita yang mengandung ajaran Buddha (relief- relief cerita Pañcatantra dan Jataka). Pañcatantra adalah sebuah karya sastra dunia yang berasal dari Kashmir, India dan ditulis pada abad-abad pertama Masehi. Pañcatantra ini mengisahkan seorang brahmana bernama Wisnusarma yang mengajari tiga pangeran putra Prabu Amarasakti mengenai kebijaksanaan duniawi dan kehidupan, atau secara lebih spesifik disebut ilmu politik atau ilmu ketatanegaraan. Ilmu pelajarannya terdiri atas lima buku, itulah sebabnya disebut Pañcatantra yang secara harfiah berarti “lima ajaran”. Lima bagian ini merupakan lima aspek yang berbeda dari ajaran sang brahmana ini. Bagian-bagian tersebut di dalam buku bahasa Sanskerta yang berjudulkan Tantrakhyāyika dan dianggap sebagai Pañcatantra yang tertua, meliputi : (1)Mitrabheda (Perbedaan Teman-Teman), (2) Mitraprāpti (Datangnya Teman-Teman), (3) Kākolūkīya (Peperangan dan Perdamaan), (4)Labdhanāśa (Kehilangan Keberuntungan), (5) Aparīkṣitakāritwa (Tindakan yang Tergesa-Gesa)

Ciri khas Pañcatantra ini terutama ialah ceritanya dikisahkan dalam bentuk cerita bingkai dan banyak mengandung fabel–fabel. Cerita bingkai ini juga disebut dengan istilah kathāmukha dan cerita-ceritanya semua dirangkai menjadi satu dengan yang lain. Setelah setiap cerita yang biasanya dalam bentuk prosa, moral cerita diringkas dalam bentuk seloka. Cerita- cerita fabel Pañcatantra banyak yang berdasarkan cerita-cerita jataka. Hiasan relief-relief pada Candi Mendut merupakan cerita berupa ajaran moral dengan menggunakan tokoh-tokoh binatang sebagai pemerannya. Terdapat 31 buah panel yang memuat relief cerita pada bagian dasar tubuh candi, di antaranya relief cerita “Brahmana dan Kepiting”, “Angsa dan Kura-Kura”, “Dua Burung Betet yang berbeda” dan “Dharmabuddhi dan Dustabuddhi”.

Relief Brahmana dan Kepiting menceritakan seorang brahmana yang menyelamatkan seekor kepiting. Kepiting ini kemudian membalas budi dengan menyelamatkan brahmana dari gangguan gagak dan ular. Relief Angsa dan Kura-kura tentang seekor kura-kura yang diterbangkan dua ekor angsa ke danau. Namun kura-kura ini merasa tersinggung dengan ucapan angsa. Kura-kura melepas gigitannya sehingga jatuh ke tanah dan mati.



Gambar 2. Relief Brahmana dan kepiting, angsa, dan kura-kura
(http://kebudayaan.kemdikbud.go.id/bkborobudur/candi-mendut/)

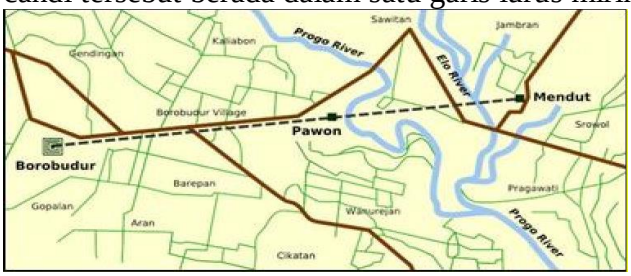
Dharmabuddhi dan Dustabuddhi bercerita tentang dua orang sahabat yang berbeda kelakuannya. Dustabuddhi memiliki sifat tercela suka menuduh Dharmabuddhi melakukan perbuatan tercela, namun akhirnya kejahatannya terbongkar dan Dustabuddhi pun dijatuhi hukuman. Relief terakhir bercerita tentang kelakuan dua burung betet yang sangat berbeda karena satunya dibesarkan oleh brahmana dan satunya lagi oleh seorang penyamun.
Relief pada tubuh Candi Mendut dapat dilihat secara pradaksina (berjalan searah jarum jam), terdiri dari relief jajaran dewa yang dikenal dengan Garbhadatu Mandala dari agama Buddha aliranTantrayana, yaitu: Boddhisattva Avalokiteswara, Boddhisattva Maitreya, Boddhisattva devi Cunda di antara tokoh-tokoh Buddha, Boddhisattva Ksitigarbha, Boddhisattva Samantabhadra, Boddhisattva Mahakarunika Avalokitesvara di antara tokoh-tokoh Buddha. Pada bagian di depan pintu masuk dijumpai penampil candi. Bagian penampil candi memiliki pahatan relief cerita yang posisinya berada persis di kanan dan kiri pintu masuk menuju ruang utama candi. Dinding dalam bilik penampil dihiasi dengan relief Kuwera atau Avataka dan relief Hariti. Relief Kuwera terpahat di dinding utara, relief Hariti terpahat di dinding selatan.



Gambar 3. Relief Hariti
(http://kebudayaan.kemdikbud.go.id/bkborobudur/candi-mendut/)

Aspek fundamental yang kedua yang ditemukan pada Candi Mendut yaitu aspek *locating*. Berdasarkan studi pustaka yang peneliti lakukan diperoleh informasi

bahwa Candi Mendut terletak di Jalan Mayor Kusen Desa Mendut, Kecamatan Mungkid Kabupaten Magelang Provinsi Jawa Tengah. Secara astronomis terletak di 7° 36’ 17.17” LS, 110° 13’ 48.01” BT (Balai Konservasi Borobudur, 2018). Letak Candi Mendut berada pada kawasan Borobudur dan berdekatan dengan Candi Borobudur dan Candi Pawon. Jarak Candi Mendut ke Candi Borobudur sejauh 3 km dan 1,15 km dari Candi Pawon. Ditemukan fakta unik bahwa ketiga candi tersebut berada dalam satu garis lurus miring ke arah timur laut.



Gambar 4. Peta letak Candi Borobudur, Candi Pawon, dan Candi Mendut (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Borobudur-Pawon-Mendut.png)

Aspek fundamental yang ketiga yang ditemukan pada Candi Mendut yaitu aspek *counting* meliputi; banyaknya anak tangga pada bagian depan Candi sebanyak 14 anak tangga, dengan 2 makara di bagian pangkal tangga yang berbentuk kepala naga berbelalai gajah yang terbuka mulutnya dan didalam mulutnya terdapat seekor singa, kemudian dibawah kepala naga terdapat panil berbentuk makhluk kerdil (gana). Erdasarkan wawancara dan observasi Candi Mendut hanya memiliki 1 candi induk. Kemudian berdasarkan draft rekonstruksi, atap candi mendut terdapat stupa- stupa dengan jumlah 48 buah, yang terdiri dari 24 buah pada tingkat pertama, 16 buah pada tingkat kedua dan 8 buah pada bagian teratas. Namun pada saat penemuan candi banyak bagian-bagian candi yang tidak dapat ditemukan, sehingga bagian atap candi belum sempurna. Sehingga hanya terdapat sebanyak 24 stupa yang terpasang pada atap Candi Mendut dan sisanya berada di sebelah utara Candi Mendut yang belum dapat dipasang.



Gambar 5. Tangga Candi Mendut



Gambar 6. Candi Mendut Tampak Samping


Gambar 7. Stupa Bagian Depan Candi

Di dalam bilik Candi Mendut terdapat 3 arca Buddha, arca yang pertama tepat menghadap pintu terdapat Buddha Cakyamuni dengan posisi duduk bersila bersikap sedang melakukan khotbah. Buddha digambarkan dalam posisi duduk dengan sikap tangan dharmacakramudra, yaitu sikap sedang mewejangkan ajaran. Yang kedua berada di sebelah kanan menghadap selatan, terdapat arca Bodhisattva Avalokitesvara, sebagai bodhisattva penolong manusia. Buddha digambarkan dalam posisi duduk dengan kaki kiri terlipat dan kaki kanan menjuntai ke bawah. Telapak kaki kanan menumpang pada bantalan teratai kecil. Yang ketiga berada di sebelah kiri menghadap ke utara terdapat arca Maitreya sebagai bodhisatva pembebas manusia kelak di kemudian hari. Buddha digambarkan sedang duduk dengan sikap tangan simhakarnamudra dengan jari-jari tertutup. Ketiga arca ini dilengkapi dengan prabha atau sinar kedewaan di sekeliling kepalanya (Balai Konservasi Borobudur, 2018; Perpusnas, 2014).


Gambar 8. Arca di dalam Bilik Candi Mendut (https://asmarainjogja.id/2016/06/05/candi-mendut-yang-dihuni-3-arca- budha-terbesar/)

Pada dinding luar Candi Mendut terdapap Jaladwara atau saluran air, untuk membuang air dari selasar dan Jaladwara ini biasanya hanya dimiliki Candi di daerah Jawa Tengah dan Yogyakarta. Pada Candi Mendut terdapat sebanyak 12 Jaladwara, dengan bentuk yang lebih ramping dan kecil. Banyaknya batu yang tersusun pada Candi Mendut hingga saat ini belum diketahui berapa banyaknya, namun terdapat 1.250 blok batu di halaman candi Mendut yang belum bisa dipasang pada bangunan Candi karena tidak ditemukan secara lengkap.


Gambar 9. Jaladwara tampak samping


Gambar 10. Batu Candi Mendut yang Belum Terpasang

Berdasarkan studi pustaka yang telah dilaksanakan ditemukan aspek fundamental yang keempat pada Candi Mendut yaitu aspek *measuring* pada Candi Mendut meliputi : (1) Denah dari Candi Mendut berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 33,8 m × 25 m dan tinggi bangunan 18,95 m. Candi Mendut ini dikelola oleh Balai Konservasi Borobudur karena Candi Mendut ini masih termasuk dalam kawasan Borobudur. Selain itu tinggi batur (bagian kaki candi) setinggi 3,7 m dan terdapat tangga. (2) Harga tiket masuk Candi Mendut untuk warga lokal sebesar Rp.10.000,00, untuk anak-anak sebesar Rp.5.000,00 dan untuk warga negara asing sebesar Rp.20.000,00 untuk semua kategori ditambah biaya admin Rp.500,00



Gambar 11. Tiket Masuk Candi Mendut dan Candi Pawon

Aspek fundamental kelima yang ditemukan pada Candi Mendut yaitu aspek *playing* pada Candi Mendut meliputi : Aturan dalam Penentuan Arah dari Bangunan Candi Mendut. Berdasarkan wawancara, Candi Mendut menghadap ke Barat sedikit miring utara, ini menandakan dalam pembangunan Candi mendut mengikuti arah matahari, seperti peletakan baru pertama Candi Mendut. Dilihat dari arah bangunan, diperkirakan Candi Mendut dibangun pada bulan September sampai Desember.

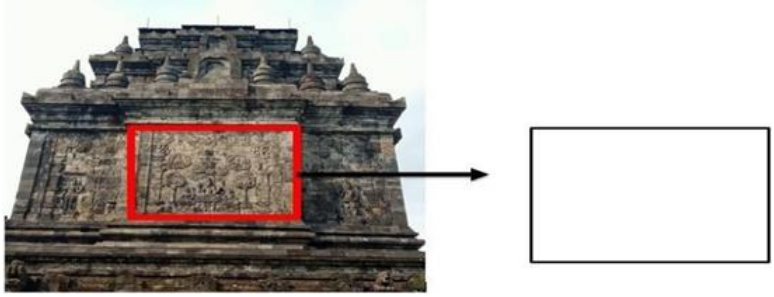
Kegiatan rehabilitasi atap Candi Mendut untuk menangani kebocoran dilakukan dengan cara (1) Pembongkaran atap, untuk membersihkan kotoran dan tanah yang ada pada lantai atap satu, dua, tiga serta pembongkaran batu stupa, (2) Pemasangan kembali elemen-elemen candi. (3) Coating atau permukaan batu dan pada angkur penguat batu-batu stupa, (4) Pembersihan secara kering dan basah, (5) Pengawasan arkeologi, dilakukan sebelum, selama dan setelah kegiatan serta observasi

menyeluruh terhadap Candi Mendut, (6) Pekerjaan lainnya seperti perbaikan susunan tangga sisi utara yang ada dalam bilik candi, pembongkaran lantai bilik candi, pembersihan dan pengembalian batu pada tempat semula, (7) Dokumentasi dilakukan sebelum, selama, dan setelah kegiatan, (8) Finishing, pembersihan bangunan dan lingkungan candi dari sisa-sisa bahan kegiatan.

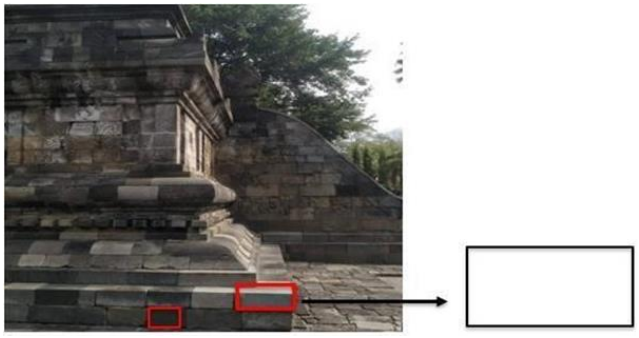
Kemudian aspek fundamental keenam yang ditemukan pada Candi Mendut yaitu aspek *designing*. Pada struktur bangunan Candi Mendut ditemukan beberapa bentuk bangunan yang memiliki unsur etnomatematika di dalamnya yaitu bentuk geometri bangun datar dan geometri bangun ruang, selain itu pada Candi Mendut ditemukan konsep bangunan yang sebangun dan kongruen. Konsep Matematis Bangun Datar pada Candi Mendut



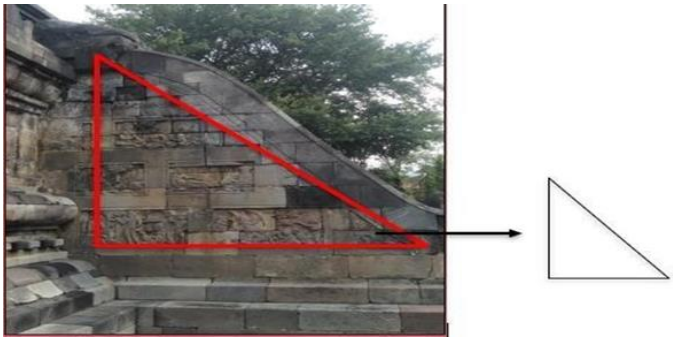
Gambar 12. Tangga Candi Mendut



Gambar 13. Relief pada bagian tubuh Candi Mendut

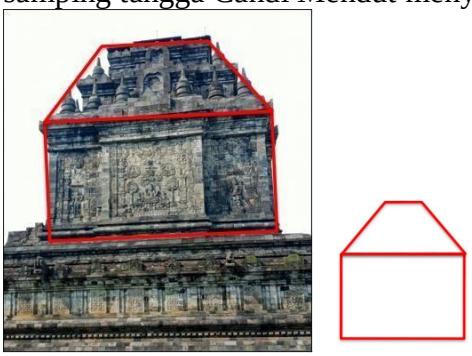


Gambar 14. Pondasi Candi Mendut



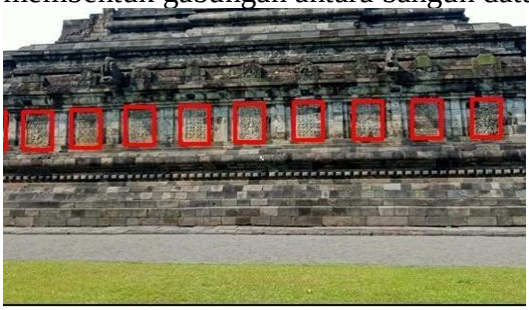
Gambar 15. Bagian Samping Tangga Candi Mendut

Berdasarkan hasil observasi, pada gambar 12. terdapat bentuk bangun dua dimensi pada tangga Candi Mendut yang tersusun atas beberapa batu yang berbentuk persegi panjang. Selain itu, ditemukan pula bentuk bangun persegi panjang yang terletak pada bagian relief tubuh Candi Mendut (Gambar 13.). Bangun persegi panjang juga ditemukan pada pondasi Candi Mendut yang tersusun di bagian bawah candi (Gambar 14.). Pada pondasi Candi Mendut juga ditemukan bentuk bangun datar persegi yang tersusun berdampingan dengan batu yang lainnya. (Gambar 14.). Sedangkan pada gambar 15 konsep bangun datar yang dapat ditemukan pada bagian samping tangga Candi Mendut menyerupai bangun datar segitiga siku-siku.



Gambar 16. Bagian Tubuh dan Atap Candi Mendut

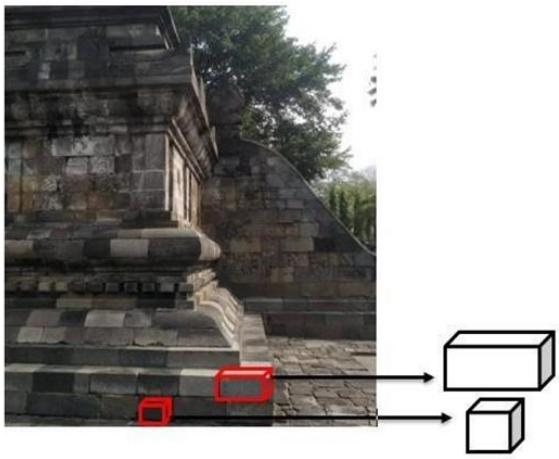
Berdasarkan pada sisi samping bagian tubuh dan atap candi (Gambar 16) terlihat membentuk gabungan antara bangun datar persegi dan trapesium.



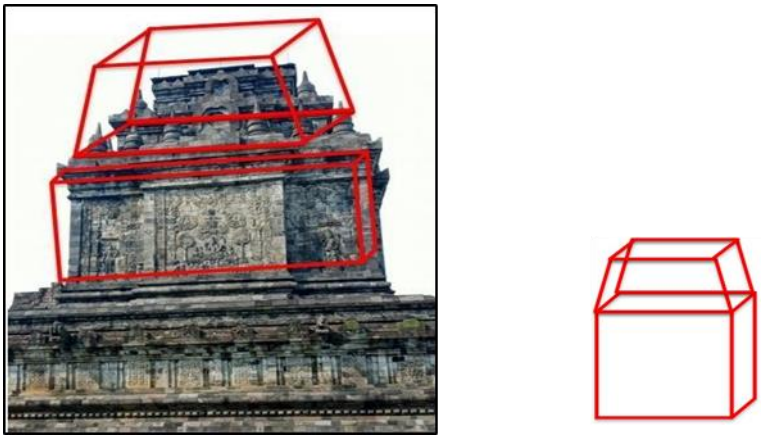
Gambar 17.Relief Candi Mendut

Pada bagian dinding candi mendut terdapat relief yang berbentuk persegi panjang hal ini juga termasuk ke dalam konsep kekongruenan karena pada setiap relief di Candi Mendut memiliki besar sudut dan panjang sisi yang sama.

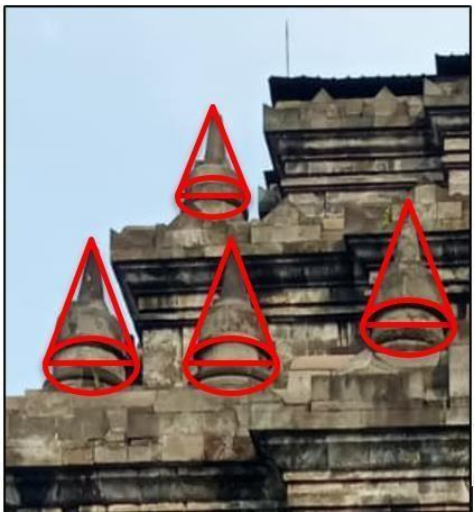
Selain konsep matematis bangun datar, terdapat pula konsep matematis banung ruang pada Candi Mendut. Beberapa bentuk geometri bangun ruang diantaranya yaitu balok, kubus, trapezium, dan kerucut.



Gambar 18. Pondasi Candi Mendut



Gambar 19. Bagian Tubuh dan Atap Candi Mendut



Gambar 20. Bagian Stupa Atap Candi Mendut

Pada bagian pondasi Candi Mendut (Gambar 18) ditemukan bangun ruang berbentuk kubus dan balok. Kemudian pada bangunan tubuh candi dan atap candi (Gambar 19) tersusun dari gabungan bangun ruang kubus dan juga prisma segiempat. Selanjutnya pada bagian stupa atap candi (Gambar 20) ditemukan aspek matematika berupa bangun ruang yaitu berbentuk kerucut.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terdapat etnomatematika pada bangunan Candi Mendut. Pada aspek *explaining* diketahui filosofi dan sejarah dari Candi Mendut. Aspek *locating* diketahui bahwa Candi Mendut, Candi Pawon, dan Candi Borobudur terletak pada satu garis lurus. Aspek *counting* diketahui banyaknya anak tangga pada Candi Mendut adalah 14, banyaknya candi ada 1, banyaknya stupa ada 24, banyaknya arca ada 3, banyaknya jaladwara ada 12, dan banyaknya batu yang belum tersusun ada 1.250. Aspek *measuring* diketahui denah dari Candi Mendut berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 33,8 m × 25 m dan tinggi bangunan 18,95 m dan harga tiket masuk Candi Mendut. Aspek *playing* diketahui bahwa Candi Mendut menghadap ke Barat sedikit miring utara, ini menandakan dalam pembangunan Candi mendut mengikuti arah matahari yang dibangun sekitar bulan September sampai Desember dan rehabilitasi atap candi. Kemudian yang terakhir aspek *designing*, etnomatematika yang dapat ditemukan berupa konsep geometri seperti bangun datar, bangun ruang, dan kesebangungan. Geometri bangun datar yang dapat dijumpai berupa persegi, persegi panjang, trapesium, dan segitiga. Selanjutnya, geometri bangun ruang yang dapat dijumpai pada bangunan Candi Mendut berupa balok, kubus, kerucut, dan prisma segiempat. Hal ini menunjukkan bahwa matematika memasuki segala aspek di dalam kehidupan terutama aspek budaya yang terdapat pada bangunan Candi Mendut.

Daftar Pustaka

Ainurriza, R., Sugiarto, T., & Hutama, F. S. (2020). Etnomatematika pada Candi Selogending di Desa Kandangan sebagai Sumber Belajar Matematika Kelas IV Sekolah Dasar. *EDUCARE: Journal of Primary Education*, Vol. 1, No. 3, Desember 2020, pp. 283-302.

Arikunto. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik.* Jakarta: Rineka Cipta.

Bishop, A. (1998). *Mathematical Enculturation: a Cultural Perpective on Mathematics Education.* London: Kluwer Academic Publisher.

Borobudur, B. K. (2018). *Selayang Pandang Candi Borobudur, Candi Mendut, dan Candi Pawon.* Magelang: Balai Konservasi Borobudur.

D’Ambrosio, U. (1990). *Ethnomathematics.* Sao Paulo: Editora Atica. Daliman, A. (2012). *Metode Penelitian Sejarah.* Yogyakarta: Penerbit Ombak.

Denzin, & Lincoln. (2009). *Handbook of Qualitative.* Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Fitriani, d. (2019). Pengembangan Modul Pembelajaran IPA Berbasis Kearifan Lokal Desa Sembalun untuk Peningkatan Hasil Belajar Kognitif Siswa MTs. *Bioscentis*, Jurnal Ilmiah Biologi, 7(1), 68-78.

Hardiarti, S. (2017). Etnomatematika: Aplikasi Bangun Datar Segiempat pada Candi Muaro Jambi. *Aksioma*, Vol. 8, No. 2, November 2017 e-ISSN 2579-7646.

Hendri, S., & Kenedi, A. K. (2018). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berbasis Discovery Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Kelas VIII SMP. *ejournal unikama*, JIP, Vol.8, No. 2, Edisi Agustus 2018, Hal:10-24.

Hidayat, T., Asmar, A., & Yerizon. (2021). Eksplorasi Etnomatematika pada Candi Muara Takus di Kec. XIII Koto Kampar Riau. *JEP (Jurnal Eksakta Pendidikan)*, Vo. 5 No. 1 Mei 2021 hal 77-86.

Irsyad, M., Sujadi, A., & Setiana, D. S. (2020). Eksplorasi Etnomatematika pada Candi Asu. *UNION: Jurnal Pendidikan Matematika*, Vol. 8 No. 1 Tahun 2020.

Istiqomah, Q., & Nurulhaq, C. (2021). Perbandingan Kemampuan Koneksi Matematis Siswa antara Model Pembelajaran Discovery Learning dan Ekspositori. *PLUSMINUS: Jurnal Pendidikan Matematika*, Vol. 1, No. 1, Maret 2021, Hal. 135-144.

Jayanti, T. D., & Puspasari, R. (2020). Eksplorasi Etnomatematika pada Candi Sanggrahan Tulungagung. *JP2M (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika)*, 6 (2), 2020, 53-66.

Koentjaraningrat. (2000). *Pengantar Ilmu Antropologi*. Jakarta: Rineka Cipta.

Liliweri, A. (2002). *Makna Budaya dalam Komunikasi antar Budaya*. Yogyakarta: PT. LKiS Pelangi Aksara.

Marsigit, d. (2016). Pengembangan Pembelajaran Matematika Berbasis Etnomatematika. *Prosiding Seminar Nasional Etnomatnesia*, ISBN: 978-602-6258-07-6.

Nursyeli, F., & Puspitasari, N. (2021). Studi Etnomatematika pada Candi Cengkuang Leles Garut Jawa Barat. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, Vol. 1, No. 2, Juli 2021, Hal. 327 - 338.

Prayitno, C. N. (2020). *Kajian Etnomatematika pada Candi Sambisari Daerah Istimewa Yogyakarta dan Implementasinya dalam Pembelajaran Matematika Kelas VII Sekolah Menengah Pertama.* Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.

Priyadi, S. (2012). *Metode Penelitian Pendidikan Sejarah.* Yogyakarta: Penerbit Ombak.

Putri, N. N. (2022). Etnomatematika pada Candi Sumur sebagai Konsep Geometri di Sekolah Dasar. *JPGSD*, Volume 10 Nomor 2 Tahun 2022, 289-301.

Sari, A. (2018). *Aspek Matematis Pada Aktivitas Pembuatan Gerabah di Kasongan dan Implementasinya Dalam Pembelajaran Matematika.* Yogyakarta: Program Studi Pendidikan Matematika Program Magister, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

Sjamsuddin, H. (2007). *Metodologi Sejarah.* Yogyakarta: Penerbit Ombak.

Sunandar, M. (2016). Pembelajaran Matematika SMK Bernuansa Etnomatematika. *Seminar Nasional Matematika X Universitas Negeri*.

Sutan, F. (2003). *Mahir Matematika melalui Permainan.* Jakarta: Puspa Swara.

Ulum, B., Budiarto, M. T., & Ekawati, R. (2018). Etnomatematika Pasuruan: Eksplorasi Geometri Untuk Sekolah Dasar

Pada Motif Batik Pasedahan Suropati. *Jurnal Kajian Pendidikan dan Hasil Penelitian*, Vol 4, No 2, Mei 2018 e-ISSN: 2460-8475.

Utami, R. N., Muhtadi, D., & Ratnaningsih, N. (2020). Etnomatematika: Eksplorasi Candi Mendut. *Jurnal Penelitian Pendidikan dan Pengajaran Matematika*, vol. 6 no. 1, pp. 13–26.

Veronica. (2018). Etnomatematika pada Candi Ratu Boko sebagai pendukung pembelajaran matematika realistik. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*, Vol. 1 No. 1 (2018).

Wahyu, S., Setiawan, T. B., & Sunardi. (2018). Etnomatematika Pada Pura Mandara Giri Semeru Agung Sebagai Bahan Pembelajaran Matematika.

Jurnal UNEJ, Kadikma, Vol. 9, No. 1, hal. 156-164.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

EKSPLORASI ETNOMATEMATIKA PADA CANDI LUMBUNG SEBAGAI KONSEP GEOMETRI MATEMATIKA

Ema Lukitasari[1], Salomo Boang Manalu[2], Virgi Frischo Agdo Putra[3*]
[1,2,3]Universitas Sanata Dharma
**Email: putraagdo27@gmail.com*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi unsur-unsur matematika terutama pada geometri bangun datar (etnomatematika) pada Candi Lumbung. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif eksplorasi. Data-data yang dipakai adalah data yang diperoleh melalui Studi Pustaka, observasi, wawancara dan dokumentasi. Wawancara digunakan untuk mengetahui aspek budaya yang terdapat di Candi Lumbung. Observasi digunakan untuk mengetahui aspek matematis pada Candi Lumbung yang terletak di Dukuh Benar, Kelurahan Bugisan, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah, Daerah Istimewa Yogyakarta. Dokumentasi berupa foto candi yang memuat unsur matematika dan dapat mendukung data-data yang telah diperoleh baik data wawancara maupun observasi. Hasil dari penelitian yaitu terdapat unsur-unsur matematika pada Candi Lumbung, yaitu konsep persegi panjang, trapesium, persegi, dan segitiga yang kemudian dikaitkan dengan aktivitas fundamental yang dapat digunakan dalam pembelajaran matematika yakni (1)*counting* digunakan untuk menghitung jumlah candi yang terdiri candi utama dan candi perwara, (2)*measuring* digunakan untuk mengkur luas teras pada candi dan luas candi, (3)*locating* digunakan untuk menentukan arah mata angin dan lokasi pada candi ,(4) *desaining* digunakan untuk mencari bentuk geometri pada candi, dan (5)*explaining* digunakan untuk mengetahui sejarah pada Candi Lumbung.

Kata kunci: Eksplorasi, Etnomatematika, Candi Lumbung.

ETHNOMATHEMATICAL EXPLORATION OF LUMBUNG TEMPLE AS A MATHEMATICAL GEOMETRY CONCEPT

Ema Lukitasari[1], Salomo Boang Manalu[2], Virgi Frischo Agdo Putra[3*]
[1,2,3] Sanata Dharma University
**Email : putraagdo27@gmail.com*

Abstract

This study aims to explore the elements of mathematics, especially in geometric shapes (ethnomatematics) at the Lumbung Temple. The method used in this research is exploratory descriptive. The data used are data obtained through library research, observation, interviews and documentation. Interviews were used to find out the cultural aspects contained in the Lumbung Temple. Observations were used to find out the mathematical aspects of the Lumbung Temple which is located in the Benar Hamlet, Bugisan Village, Prambanan District, Klaten Regency, Central Java, Yogyakarta Special Region. The documentation is in the form of photos of the temple which contain elements of mathematics and can support the data that has been obtained, both interview and observation data. The results of the study are that there are mathematical elements in the Lumbung Temple, namely the concepts of rectangles, trapezoids, squares, and triangles which are then associated with fundamental activities that can be used in learning mathematics namely (1) counting is used to count the number of temples consisting of the main temple and ancillary temples, (2) measuring is used to measure the area of the terrace on the temple and the area of the temple, (3) locating is used to determine the cardinal directions and locations on the temple, (4) designing is used to find geometric shapes on the temple, and (5) explaining is used to find out the history of the Lumbung Temple.

Keywords: Exploration, Ethnomathematics, Temple Lumbung.

Pendahuluan

Matematika merupakan bidang ilmu yang mempelajari bilangan-bialngan pola dari struktur, perubahan dan ruang. (Siagian, 2016) Matematika merupakan salah satu cabang ilmu pengetahuan yang mempunyai peranan penting dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, baik sebagai alat bantu dalam penerapan-penerapan bidang ilmu lain maupun dalam pengembangan matematika itu sendiri. Matematika merupakan ilmu yang melekat hubungannya dengan kehidupan manusia sehingga matematika harus dipelajari, tidak hanya dalam berhitung, tetapi terutama dalam kemampuan pemecahan masalah. Banyak konsep yang dipelajari dalam matematika terkait dengan hidup sehari-hari salah satunya adalah geometri bangun datar. Geometri bangun datar merupakan salah satu materi yang sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari seperti persegi, lingkaran, persegi panjang dan bangun datar lainnya. Dalam penelitian ini peneliti mengaitkan bagaimana hubungan geometri bangun datar dengan suatu budaya tertentu salah satunya adalah candi. Candi merupakan suatu bentuk peninggalan sejarah yang terdapat di Indonesia salah satunya adalah Candi Lumbung. Tujuan penelitian ini untuk mengeksplorasi unsur-unsur matematika terutama pada geometri bangun datar (etnomatematika) pada Candi Lumbung. Sebagai tempat peninggalan Candi

lumbung merupakan salah satu tempat wisata bersejarah yang terletak Dukuh Benar,Kelurahan Bugisan,Kecamatan Prambanan,Kabupaten Klaten,Jawa Tengah Daerah Istimewa Yogyakarta. (BPCP Jateng, 2018) Pada awalnya Candi Lumbung terdapat 1 candi induk dan 16 candi perwara dan saat ini hanya terdapat 1 candi utama dan 12 candi perwara, 4 dari candi perwara berupa reruntuhan. Lokasi Candi Lumbung bersebelahan dengan Candi Bubrah latar belakang agama candi lumbung yaitu Buddha. Hal ini terlihat pada bentuk arsitekturnya, candi ini diperkirakan dibangun sekitar abad ke IX Masehi. Candi Lumbung Terdapat kesamaan dengan candi sewu hal ini dapat di lihat dari bentuk candi perwaranya dengan atap berbentuk stupa. Nama dari Candi Lumbung berasal dari sebutan masyarakat sekitar dimana bentuk Candi Lumbung mirip dengan lumbung (bangunan tempat menyimpan padi).

Candi utama saat ini sudah tidak utuh dapat dilihat pada bentuk atapnya berbentuk *polygon* bersisi 20 dengan denah dasar seluas $350 m^2$. Tubuh candi berdiri di atas batu setinggi sekitar 2,5m. Tangga dan pintu masuk terletak di sisi timur. Pintu masuk dilengkapi bilik penampil dan Lorong menuju ruang dalam tubuh candi. Bagian luar dinding di keempat sisi dihiasi pahatan-pahatan gambar lelaki dan perempuan dalam ukuran yang hampir sama dengan kenyataan. Gambar pada dinding yang mengapit pintu masuk adalah Kuwera dan Hariti. Pada dinding luar di sisi utara, barat dan selatan terdapat relung tempat meletakkan area Dhyani Buddha.



Gambar 1. Candi Lumbung

Secara bahasa, etnomatematika berasal dari kata etno/budaya dan matematika. (Barker, 2014) berpandangan jika berbudaya adalah sarana menuju kesempurnaan moral dan kebaikan sosial. (Marsigit dkk., 2014)mengemukakan jika etnomatematika berfungsi untuk mengekspresikan hubungan antara matematika dan budaya. (Zhang & Zhang, 2010) etnomatematika dapat dikatakan sebagai proses bagaimana hubungan antara matematika dan budaya. (D’Ambrosio, 1985) etnomatematika dapat diartikan sebagai praktik matematika di dalam suatu kelompok budaya yang bisa diidentifikasi sebagai gagasan studi matematika. Adapun hubungan matematika dan budaya yaitu pada aktivitas fundamental matematika dalam etnomatematika yang terdiri *Counting, Locating, Measuring, Explaining, Designing, dan Playing.* Keenam tahap ini budaya dapat dikembangkan dalam etnomatematika.

Dalam ranah pendidikan etnomatematika bisa dikatakan sebagai pembelajaran matematika realistik karena menggunakan contoh konkret dalam kehidupan sehari-hari sebagai bahan pembelajaran matematika. Dalam bangunan candi Lumbung terdapat beberapa bangunan yang dapat kita kaitkan pada materi pembelajaran matematika terutama materi geometri bangun datar yang menjadi fokus penelitian ini. Beberapa bidang datar yang dapat ditemukan dalam candi ini antara lain segitiga, persegi, persegi panjang, trapesium. Dari sini dapat dikatakan bahwa matematika memasuki segala aspek dalam kehidupan terutama budaya sehingga hal ini dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran matematika sehingga pembelajaran matematika tidak hanya terpaku pada buku.

Sampai saat ini belum ada penelitian yang mencoba mengeksplorasi unsur-unsur matematika pada Candi Lumbung. Adapun penelitian yang relevan (Irsyad dkk., 2020) “Eksplorasi Etnomatematika pada Candi Asu” memiliki kesamaan dalam mencari eksplorasi unsur-unsur matematika yang ada pada candi Asu, penelitian ini menyimpulkan bahwa terdapat konsep matematika dalam budaya (etnomatematika) pada bangunan Candi Asu. Pada Candi Asu dapat ditemukan konsep matematika berupa persegi panjang, konsep gabungan bangun datar persegi panjang dan trapesium, konsep balok dan konsep. Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi etnomatematika pada Candi Lumbung. Sehingga selain meningkatkan eksistensi Candi Lumbung penelitian ini juga bisa dikembangkan menjadi bahan pembelajaran matematika.

Metode

Penelitian dilaksanakan secara deskriptif eksporatif dan studi Pustaka. Eksplorasi dilakukan dalam rangka mengungkap unsur-unsur matematika pada candi Lumbung di Dukuh Benar, Kelurahan Bugisan, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah, Daerah Istimewa Yogyakarta. Subjek dari penelitian ini adalah Dukuh Benar, Kelurahan Bugisan, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah Daerah Istimewa Yogyakarta. Dalam pengumpulan data, instrumen penelitian yang digunakan peneliti adalah dengan cara studi pustaka, observasi, dokumentasi, dan wawancara. Studi literatur dan wawancara digunakan untuk mengetahui aspek budaya yang terdapat di Candi Lumbung. Observasi digunakan untuk mengetahui aspek matematis pada Candi Lumbung. Dokumentasi sendiri digunakan untuk mendukung data-data yang telah diperoleh baik data wawancara maupun observasi.

Hasil dan Pembahasan

Counting (menghitung/membilang)

Aspek *counting* yang terdapat pada candi lumbung mengenai jumlah keseluruhan candi yang berdiri candi utama dan candi perwara. Pada awalnya candi lumbung terdiri dari 1 candi utama dan 16 candi perwara, namun berjalannya waktu candi mengalami kerusakan sehingga hanya terdapat satu induk utama dan 12 candi perwara utuh sedangkan 4 candi perwara dalam keadaan tidak utuh. Atap pada bagian candi utama telihat tidak utuh.

Measuring (mengukur)

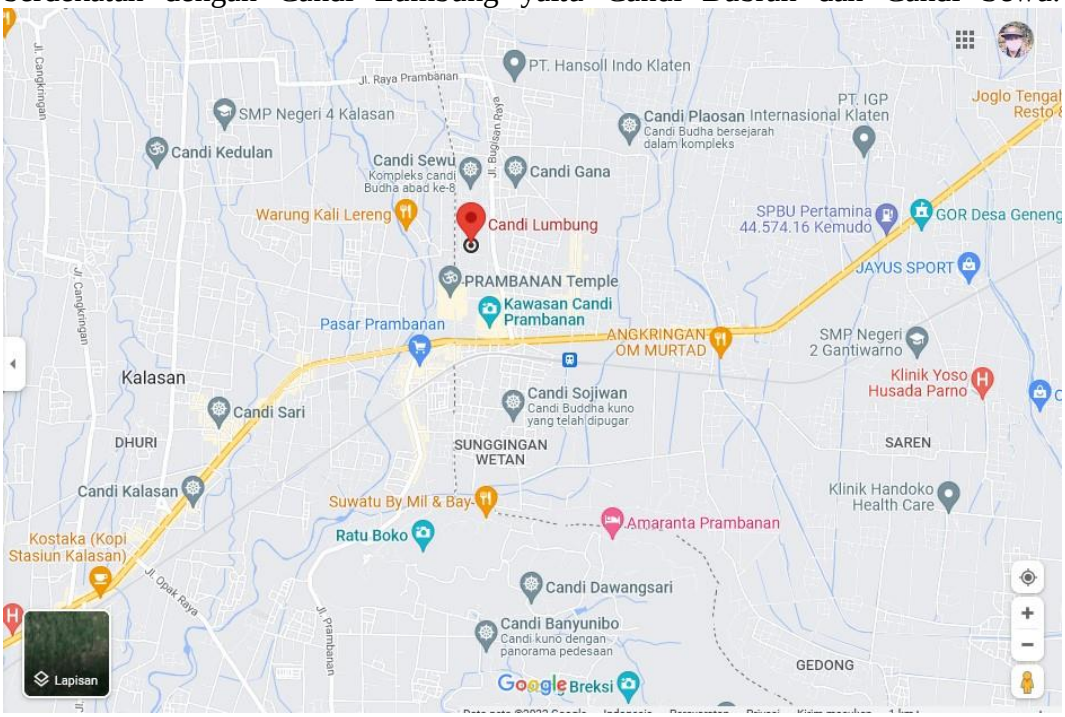
Aspek measuring yang terdapat pada candi lumbung mengenai ukuran atau besaran. ukuran tersebut dinyatakan dalam bentuk bilangan positif seperti ukuran candi, tinggi candi dan lebar candi. berikut ini beberapa hal yang termasuk dalam aspek *measuring*:

- ukuran luas candi lumbung berdasarkan denah seluas 350 cm^2
- ukuran tinggi pada candi induk sekitar 2.5 m
- ukuran jarak candi utama dengan candi perwara sekitar 3 m
- ukuran candi perwara sekitar 2 m dan tinggi stupa pada candi perwara tingginya sekitar 1 m

seluruh elemen dari candi lumbung diukur dengan menggunakan alat ukur manual dan memanfaatkan bagian bagian tubuh candi. alat ukur yang digunakan adalah meteran. misalkan candi perwara diukur dengan menggunakan meteran, lebar candi diukur menggunakan meteran dan juga mengukur jarak antara candi utama ke candi perwara.

Locating

Aspek *Locating* pada Candi Lumbung teletak pada kawasan candi prambanan yaitu tepatnya di Dukuh Benar,Kelurahan Bugisan,Kecamatan Prambanan,Kabupaten Klaten,Jawa Tengah, Daerah Istimewa Yogyakarta. letak Candi Lumbung bersebelahan dengan Candi Bubrah. Terdapat 3 candi yang berdekatan dengan Candi Lumbung yaitu Candi Bubrah dan Candi Sewu.



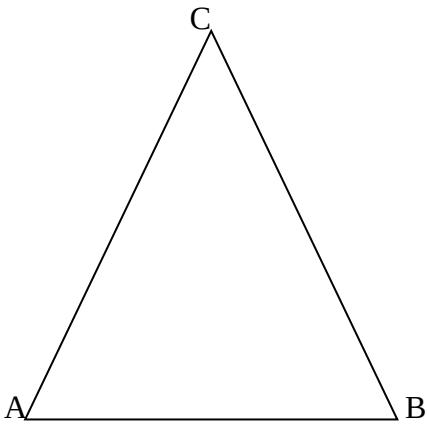
Designing

Aspek *Designing* pada Candi Lumbung bangunan dinding pada candi dibuat dengan menggunakan batu yang disusun berbentuk persegi panjang. Pada candi

perwara terdapat konsep geometri bangun datar yaitu segitiga, persegi, dan trapesium. Konsep Geometri bangun datar pada candi lumbung tersebut dapat dilihat pada gambar



Gambar 2. Stupa perwara

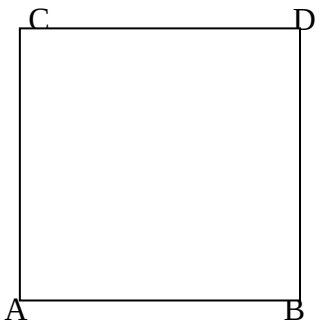


Gambar 3. Segitiga

Berdasarkan gambar 2 candi perwara yang terdapat pada candi lumbung tenyata stupa pada candi perwara berbentuk segitiga. Sifat-sifat dari segitiga itu sendiri yaitu : Segitiga merupakan bentuk geometri pada bangun datar yang dibatasi dengan tiga buah sisi dan tiga buah titik sudut. Pada gambar 3 merupakan gambar segitiga ABC. Dimana AB,BC, dan AC disebut segitiga ABC. Titik A,B,dan C merupakan titik sudut. Ketiga sisi segitiga saling berpotongan dan membentuk sudut, yaitu <A,<B, <C. Jadi sebuah segitiga memiliki tiga titik sudut, tiga sisi dan tiga sudut.



Gambar 4. Badan perwara



Gambar 5. Persegi

Berdasarkan gambar 3 candi perwara yang terdapat pada candi lumbung yang merupakan bentuk badan dari candi perwara itu sendiri berbentuk persegi. Sifat-sifat dari persegi itu sendiri yaitu :

- Semua sisi persegi adalah sama Panjang
- Sudut-sudut suaatu persegi dibagi dua sama besar oleh diagonal-diagonalnya
- Diagonal-diagonal persegi saling berpotongan sama Panjang membentuk sudut siku-siku
- AB = CD = 175cm
- ∠A = ∠B = ∠C=∠D= 90°
- AB // CD dan AC//BD
- AD = BC

Sedangkan sifat-sifat persegi yang dapat ditemukan dari antefiks tersebut adalah : Memiliki 4 titik sudut yang sama Panjang



Gambar 6. Badan Candi Lumbung



Gambar 7. Persegi Panjang

Berdasarkan gambar 6 yang terdapat pada candi lumbung yang merupakan bentuk badan dari candi utama itu sendiri berbentuk persegi panjang. Sifat-sifat dari persegi panjang itu sendiri yaitu :

- Persegi panjang memiliki empat sisi dimana sisi-sisi nya saling berhadapan sama panjang dan sejajar
- Terdapat empat sudut yang siku-sikunya sama besar yaitu 90^o
- Terdapat dua diagonal dimana diagonal tersebut berpotongan menjadi dua bagian yang sama panjang
- Terdapat dua sumbu simetri lipat.
- Terdapat dua sumbu simetri putar.
- Terdapat sisi-sisi persegi Panjang dimana sisi-sisi persegi saling tegak lurus.

$\angle A = \angle B = \angle C = \angle D = 90^o$, AB = CF = 180x120cm .



Gambar 8. Candi Utama



Gambar 9. Trapesium

Berdasarkan gambar 8 terdapat pada candi lumbung yang merupakan bentuk badan dari atap candi utama itu sendiri berbentuk trapesium. Sifat-sifat dari trapesium itu sendiri yaitu :

- Trapesium memiliki berbagai macam bentuk, yaitu trapesium sembarang, siku-siku, dan sama kaki.
- Memiliki empat sisi (dua sisi yang saling sejajar).
- Memiliki empat sudut (dua jumlah sudut saling berdekatan dengan besar 180 derajat).
- AC = BD

Explaining

Pada awalnya Candi Lumbung terdapat 1 candi induk dan 16 candi perwara dan saat ini hanya terdapat 1 candi utama dan 12 candi perwara, 4 dari candi perwara berupa reruntuhan. Lokasi Candi Lumbung bersebelahan dengan Candi Bubrah latar belakang agama candi lumbung yaitu Buddha. Hal ini terlihat pada bentuk arsitekturnya, candi ini diperkirakan dibangun sekitar abad ke IX Masehi. Candi Lumbung Terdapat kesamaan dengan candi sewu hal ini dapat di lihat dari bentuk candi perwaranya dengan atap berbentuk stupa. Nama dari Candi Lumbung berasal dari sebutan masyarakat sekitar dimana bentuk Candi Lumbung mirip dengan lumbung (bangunan tempat menyimpan padi).

Kesimpulan

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa terdapat konsep geometri bangun datar dalam budaya (etnomatematika) di Candi Lumbung. Pada Candi terdapat konsep persegi panjang, trapesium, persegi, dan segitiga yang kemudian dikaitkan dengan aktivitas fundamental yang dapat digunakan dalam pembelajaran matematika yakni (1)*counting* digunakan untuk menghitung jumlah candi yang terdiri candi utama dan candi perwara, (2)*measuring* digunakan untuk mengkur luas teras pada candi dan luas candi, (3)*locating* digunakan untuk menentukan arah mata angin dan lokasi pada candi ,(4) *desaining* digunakan untuk mencari bentuk geometri pada candi, dan (5)*explaining* digunakan untuk mengetahui sejarah pada Candi Lumbung. Hal ini menunjukan bahwa matematika dapat dikaitkan dengan

budaya yang ada di dalam kehidupan dan dapat terlihat dari bentuk bangunan candi Lumbung.

Daftar Pustaka

Barker, C. (2014). Kamus Kajian Budaya. In *Kanisius*.

D’Ambrosio, U. (1985). Ethnomathematics and Its Place in the History and Pedagogy of Mathematics. *For the Learning of Mathematics*, *5*(February 1985), 44-48 (in 'Classics').

Irsyad, M., Sujadi, A. A., & Setiana, D. S. (2020). Eksplorasi Etnomatematika pada Candi Asu. *UNION: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, *8*.

Jateng, B. (2018). *Candi Lumbung, Salah Satu Candi Yang Masuk Dalam Kawasan Warisan Dunia Prambanan*.

Marsigit, Condromukti, R., Setiana, D. S., & Hardiarti, S. (2014). *Pengembangan pembelajaran matematika berbasis etnomatematika*. 20–38.

Siagian, M. D. (2016). Kemampuan koneksi matematik dalam pembelajaran matematika. *MES: Journal of Matematics Education and Science2*, *2*(1), 58–67.

Zhang, W., & Zhang, Q. (2010). Ethnomathematics and Its Integration within the Mathematics Curriculum. *Journal of Mathematics Education*, *3*(1), 151–157.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

ETNOMATEMATIKA: EKSPLORASI IMPLEMENTASI AKTIVITAS FUNDAMENTAL PADA CANDI IJO

Metarisma Tika Pasomba[1], Yolli Cinthia[2], Kristin Damaiyanti Br Lumban Batu[3]
Universitas Sanata Dharma
**Email* : (metarisma363@gmail.com)

Abstrak

Matematika seringkali dianggap pembelajaran yang abstrak sehingga sukar untuk direpresentasikan. Dalam membangun pola pikir yang lebih realistik, perlu adanya pengembangan pembelajaran matematika yang berkaitan dengan unsur kebudayaan. Etnomatematika merupakan pembelajaran matematika yang mengaitkan konsep budaya. Salah satu kebudayaan di Indonesia yang dapat dikaji adalah Candi Ijo. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan dan mengimplementasikan aspek-aspek matematis pada Candi Ijo dalam pembelajaran matematika. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif eksplorasi. Teknik analisis data diperoleh dari hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi yang mengaitkan aktivitas fundamental pada pembelajaran matematika. Hasil eksplorasi Candi Ijo terhadap aktivitas fundamental diperoleh (1) *counting:* menghitung jumlah candi yang terdapat pada kompleks Candi Ijo, (2) *measuring:* mengukur luas permukaan dan volume pada bangun ruang, (3) *locating:* menentukan letak dan arah bangunan pada candi, (4) *designing:* menganalisis bentuk candi dan melihat sifat-sifat bangun ruang dari candi yang dianalisis, (5) *playing:* menentukan teknik penyusunan batu dan menentukan teknik untuk merawat candi, (6) *explaining:* mengetahui sejarah dan makna dari unsur-unsur yang terdapat pada candi.

Kata kunci: Aktivitas fundamental, Candi Ijo, Etnomatematika

Abstract

Mathematics is often considered an abstract learning so it is difficult to represent. In building a more realistic mindset, it is necessary to develop mathematics learning related to cultural elements. Ethnomathematics is learning mathematics that relates cultural concepts. One of the cultures in Indonesia that can be studied is Candi Ijo. This study aims to describe and implement the mathematical aspects of Candi Ijo in learning mathematics. This study uses a descriptive exploratory method. Data analysis techniques were obtained from the results of observations, interviews, and documentation that linked fundamental activities in learning mathematics. The results of the exploration of Ijo Temple on the fundamental activities obtained are (1) *counting:* counting the number of temples in the Candi Ijo complex, (2) *measuring:* measuring the surface area and volume of the spatial structure, (3) *locating:* determining the location and direction of the building on the temple, (4) *designing:* analyzing the shape of the temple and seeing the spatial characteristics of the analyzed temple, (5) *playing:* determining the technique of arranging stones

and determining the technique for maintaining the temple, (6) *explaining:* knowing the history and meaning of the elements contained in the temple.

Keywords: Ethnomathematics, Fundamental activities, Ijo Temple

Pendahuluan

Salah satu pengetahuan yang berkaitan erat dengan kehidupan sehari-hari dan pengetahuan yang mendasari pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yaitu matematika. Keterlibatan matematika dalam menyelesaikan berbagai persoalan membuat matematika tidak terlepas dari kehidupan manusia. Dengan adanya pembelajaran matematika manusia dapat mengembangkan pola pikir sehingga dapat memahami dan mengembangkan dalam aspek ekonomi, sosial maupun berbagai hal yang berkaitan dengan alam. Matematika memiliki sejarah perkembangan yang lahir dari suatu kebudayaan, dimana konsep kebudayaan yang dikaitkan dengan matematika yang tumbuh dari kebiasaan masyarakat terus berkembang secara turun temurun (Taylor, 2016). Sehingga dapat kita peroleh bahwa konsep matematika diperoleh dari kegiatan sehari-hari dan budaya yang sudah ada dari zaman nenek moyang kita dulu. Seperti yang dikatakan Muhtadi, dkk (2019) bahwa matematika adalah suatu hasil konsep yang lahir dari kebudayaan dan menyatu dalam kehidupan masyarakat yang biasanya disebut dengan istilah etnomatematika.

Budaya dan matematika adalah suatu unsur yang saling berkaitan satu sama lain dan tidak terlepas dari kehidupan manusia. Matematika sering kali digunakan pada hampir seluruh aktivitas manusia sehari-hari. Etnomatematika merupakan suatu aktivitas matematika dan budaya yang saling berkaitan dan menjadi dasar dari kegiatan manusia. Etnomatematika dapat diartikan sebagai wadah penerapan konsep, ide dan gagasan matematika yang diterapkan dalam lingkup masyarakat dengan dikaitkan dengan kebudayaan setempat dan digunakan sebagai penerapan konsep pembelajaran di sekolah (Rosa dan Orey. 2016). Selain itu, D’Ambrosio (1985); Gerdes (1994) mengatakan bahwa Etnomatematika adalah kegiatan atau aktivitas yang dilakukan oleh sekelompok orang, sekelompok tokoh masyarakat, dan kelompok budaya masyarakat tertentu dan bidang tertentu.

Etnomatematika memiliki enam aktivitas yang terdapat pada suatu budaya yang dapat digunakan untuk mengembangkan konsep matematika, aktivitas tersebut dapat disebut dengan aktivitas fundamental yang terdiri dari *counting, locating, measuring, designing, playing, dan explaining* (Alan J. Bishop, 1998). Etnomatematika merupakan suatu aktivitas yang berhubungan dengan matematika dan budaya. Etnomatematika memiliki enam aktivitas yang dapat dilakukan untuk menghubungkan suatu kebudayaan dengan konsep matematika. Candi Ijo merupakan salah satu kebudayaan setempat yang dapat dikaji untuk menerapkan suatu konsep matematika. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk melakukan penelitian terhadap Candi Ijo guna mendeskripsikan aspek-aspek matematis yang terdapat pada Candi Ijo serta mendeskripsikan implementasi aspek-aspek matematis pada Candi Ijo dalam pembelajaran matematika khususnya pada materi bangun ruang.

Dengan penelitian ini penulis mengharapkan artikel ini dapat menjadi referensi dalam pengembangan pembelajaran peserta didik pada materi bangun ruang dalam melibatkan kebudayaan yang ada di Indonesia.

Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif kualitatif dan menggunakan metode deskriptif eksplorasi. Eksplorasi dilakukan untuk mengetahui sejarah dan aktivitas fundamental matematis yang terdapat pada Candi Ijo serta implementasi aspek-aspek matematis pada bangunan Candi Ijo dalam pembelajaran matematika khususnya pada materi bangun ruang. Dalam penelitian ini, dilaksanakan di Dukuh Groyokan, Desa Sambirejo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Peneliti melakukan observasi ke lokasi terlebih dahulu. Kemudian, penelitian eksplorasi dilakukan melalui wawancara dengan narasumber.

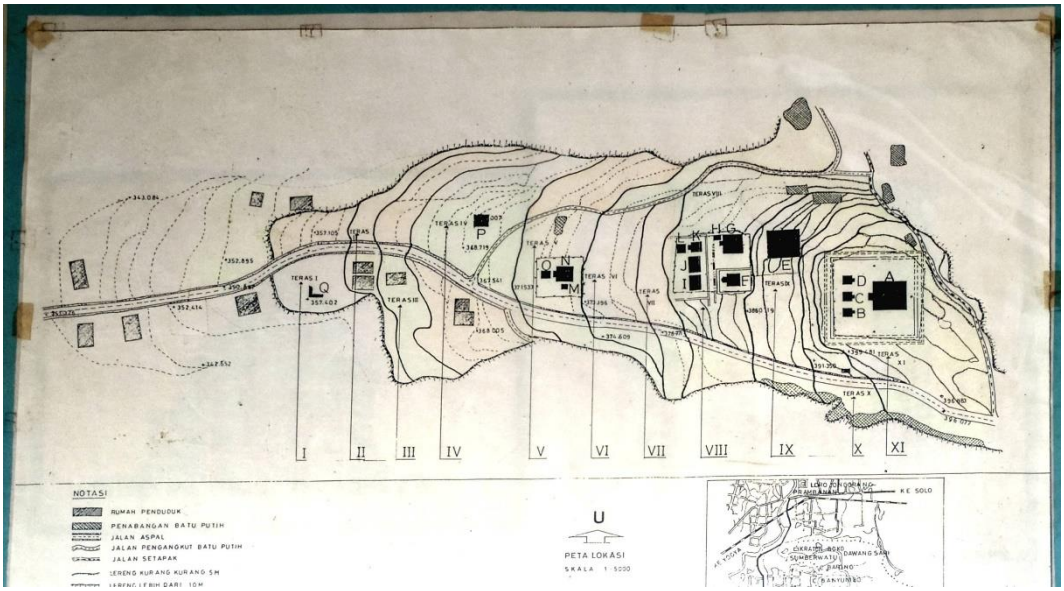
Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini, peneliti akan melakukan kajian terhadap etnomatematika pada bangunan Candi Ijo. Kajian ini merupakan analisis aktivitas fundamental matematis yang terdapat pada bangunan Candi Ijo. Menurut Bishop (1988), ada enam aktivitas dasar fundamental matematika yaitu; *counting* adalah untuk membantu masyarakat dalam merepresentasikan suatu objek yang dimilikinya dengan objek lain yang memiliki nilai yang sama; *measuring* adalah untuk membandingkan suatu objek dengan objek lainnya yang dilakukan oleh masyarakat untuk menentukan suatu berat, volume, kecepatan, waktu, serta hal-hal lainnya; *locating* adalah untuk membantu masyarakat dalam menentukan lokasi berburu yang cocok, menentukan arah dengan menggunakan kompas pada saat melakukan perjalanan, serta dengan menentukan lokasi yang didasarkan pada objek benda langit; *designing* adalah untuk melihat bentuk dari keanekaragaman bentuk suatu objek yang berupa gedung atau untuk melihat pola-pola yang berkembang dalam berbagai tempat yang ada; *playing* adalah untuk melihat suatu keanekaragaman yang terdapat pada permainan anak-anak yang berupa aspek-aspek matematis seperti bentuk bangun datar, sehingga melalui proses pengamatan tersebut maka anak-anak diajak untuk berpikir lebih kritis mengenai objek-objek yang membangun permainan tersebut; dan *explaining* adalah untuk membantu masyarakat dalam menganalisis pola grafik, diagram, maupun hal lainnya yang memberikan suatu arahan untuk menuntun masyarakat dalam mengolah suatu representasi yang diwujudkan oleh keadaan yang ada.

Berdasarkan hasil eksplorasi yang diperoleh memuat enam aktivitas fundamental matematis dari Bishop yang diuraikan sebagai berikut.

Counting

Candi Ijo ini dibangun pada abad ke 10, hal ini dapat dilihat dari struktur candi yang dibangun. Selain daripada struktur bangunan candi, ditemukan prasasti yang berkaitan dengan candi Ijo dimana prasasti tersebut memiliki gaya huruf pada abad ke-10. Bangunan candi Ijo merupakan salah satu candi yang dibangun untuk melakukan kegiatan keagamaan. Candi ini memiliki latar belakang dengan corak Hindu.



Gambar 1. Peta lokasi candi Ijo oleh pihak BPCB

Terlihat pada gambar 1 bahwa Candi Ijo terdiri dari 11 teras, terlihat pada gambar bahwa candi yang ada pada Candi Ijo terdiri dari 17 candi. Setelah dilakukan penelitian lebih lanjut oleh pihak Balai Pelestarian Cagar Budaya bahwa pada kompleks Candi Ijo sampai saat ini hanya ditemukan 15 candi. Berdasarkan penelitian dan hasil wawancara bahwa 2 candi yang tersisa bukan struktur candi melainkan 2 struktur tersebut ialah arca atau kala dan double pilar. Hasil observasi pada Candi Ijo diperoleh bahwa hanya ada 3 teras yang memiliki candi yang utuh dan pada sisa teras lainnya masih dilakukan pemugaran terhadap candi-candi yang runtuh. Terdapat 6 bangunan candi yang sudah utuh dan ada 9 struktur candi yang sedang dilakukan pemugaran terhadap candi yang ditemukan.

Bangunan candi yang menjadi candi utama atau yang disebut dengan candi induk, terletak pada teras tertinggi atau teras yang disebut dengan teras kesebelas. Candi induk di bangun menghadap ke arah barat. Dihadapan candi induk terdapat 3 bangunan yang menghadap ke candi induk dengan kata lain ketiga candi ini menghadap arah timur dan ketiga candi tersebut juga terletak di teras kesebelas. Ketiga candi disebut dengan candi perwara yang bangunannya lebih kecil dari bangunan candi induk. Candi perwara ini dibangun yang bertujuan untuk memuja tiga kekuatan Brahmana atau dengan kata lain Trimurti yaitu Brahma, Wisnu, dan Siwa.

Pada teras yang kesepuluh, tidak terdapat struktur bangunan candi dan saat ini pada teras tersebut terdapat tempat yang digunakan sebagai usaha dagang ataupun perumahan warga sekitar. Pada teras kesembilan terdapat satu struktur candi yang berbentuk panggung dan struktur candi ini disebut dengan candi E. Jarak antara teras kesembilan dan teras kesebelas terdapat talud baru yang berfungsi sebagai penahan tanah yang menjadi pijakan atau tangga ketika menaiki teras kesebelas. Selanjutnya pada teras kedelapan, terdapat 7 struktur bangunan candi, yaitu candi F, G, H, I, J, K, dan L. Bagian candi yang utuh ada 2 candi, yaitu candi G dan K. Sedangkan, candi yang masih dalam pembugaran atau masih dalam bentuk struktur candi, yaitu candi F, H, I, J, dan L. Pada teras ketujuh dan keenam,

tidak memuat bangunan ataupun struktur candi. Teras kelima, terdapat 3 struktur candi yang masih dalam proses pembugaran yaitu candi M, N, dan O. Kemudian, pada teras keempat, ketiga, kedua dan pertama merupakan teras kosong. Pada teras-teras tersebut belum ditemukan struktur atau bangunan candi, arca ataupun yang lainnya. Namun, pada teras ketiga ditemukan sebuah struktur yang diperkirakan bagian dari struktur tembok karena bagian tersebut masih tertimbun tanah dan belum dilakukan pemugaran.

Dapat dilihat pada gambar 1 menunjukan bahwa ada struktur candi P pada teras keempat dan candi Q pada teras pertama, akan tetapi setelah dilakukan pemugaran lebih lanjut oleh pihak Balai Pelestarian Cagar Budaya bahwa bagian tersebut bukan merupakan struktur candi melainkan 2 struktur tersebut ialah arca atau kala dan double pilar.



Gambar 2. Candi Induk



Gambar 3. Candi Perwara



Gambar 4. Candi Pengapit

Measuring

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara diperoleh bahwa kompleks Candi Ijo terdiri dari 15 struktur bangunan yang tersebar pada 11 teras. Teras paling atas merupakan teras yang paling suci. Narasumber mengatakan bahwa pada teras paling suci tersebut terdapat candi induk yang memiliki ukuran 18,43 meter x 18,45 meter dan tinggi 16 meter. Konsep matematis yang muncul pada aktivitas mengukur adalah volume dan luas permukaan bangun ruang limas segiempat dari kepala candi induk serta kubus dari badan candi induk.

Dalam mengukur volume dan luas permukaan pada kepala candi yang berbentuk limas segiempat menggunakan rumus berikut ini,

Rumus Bangun Ruang Limas Segiempat

Volume : $\frac{1}{3} \times Luas\ Alas\ \times Tinggi$

Luas Permukaan : $Luas\ Alas + Jumlah\ Luas\ Sisi\ Tegak$

Bangun ruang berbentuk kubus juga terdapat pada bagian badan candi, sehingga dalam mengukur kubus tersebut dapat menggunakan rumus berikut ini,

Rumus Bangun Ruang Kubus

Volume : $s\ \times s \times s = s^3$

Luas Permukaan : $6 \times s^2$



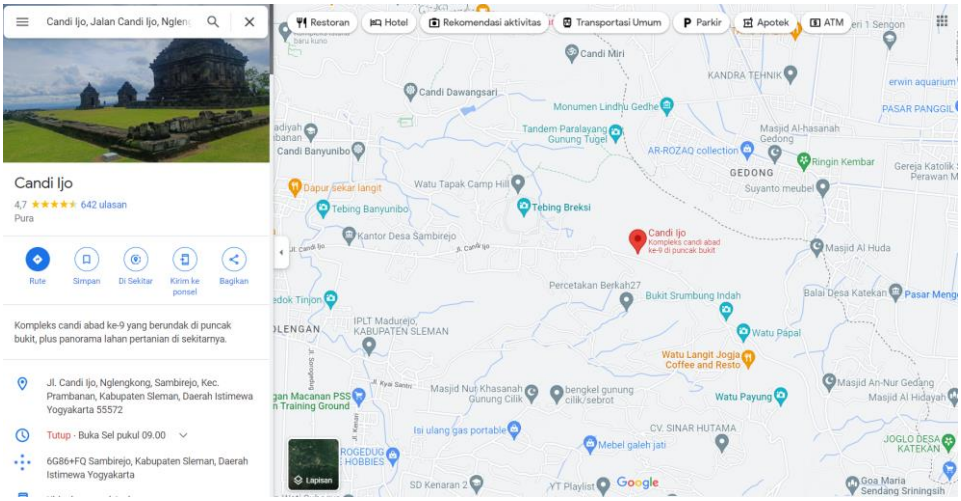
(a) (b)

Gambar 5. Candi Induk

Locating

Penelitian ini dilakukan dengan eksplorasi etnomatematika yang dilakukan di Candi Ijo yang terletak pada Nglengkong, Sambirejo, Kecamatan Prambanan. Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Candi Ijo merupakan candi yang terletak paling tinggi di antara candi yang lain. Terlihat dari letak Candi Ijo yang berada di perbukitan dengan ketinggian rata-rata 435 meter di atas permukaan laut. Candi Ijo ini merupakan candi yang letaknya paling tinggi dibanding dengan candi yang lain. Pada tujuannya Candi Ijo digunakan untuk kegiatan keagamaan yaitu untuk menyembah Dewa. Sehingga, konsep bangunan candi ini dibangun di tempat yang tinggi untuk menggambarkan seolah-olah mencapai dewa yang dipercaya ada di atas langit. Selain itu, perbukitan letak Candi Ijo berada dipercaya oleh masyarakat sekitar sebagai bukit yang suci.

Letak arah candi hanya mengarah ke barat dan timur saja karena mengikuti arah terbit dan terbenamnya matahari. Selain itu, sesuai dengan kepercayaan agama Hindu, masing-masing dewa memiliki arah mata angin. Dewa Ganesha menghadap ke arah barat yang mengartikan untuk meminta permintaan terkait urusan pribadi, misal meminta permintaan punya banyak uang maka candi dibangun mengarah barat karena pada zaman dahulu matahari ditelan oleh rahim bumi pertiwi atau yang saat ini disebut dengan matahari terbenam. Dewa Iswara menghadap ke arah timur yang mengartikan semua makhluk berbahagia yang dilambangkan dengan mulainya kehidupan atau terbitnya matahari. Ketika candi induk mengarah ke arah barat maka candi perwara menghadap ke arah timur, begitupun sebaliknya. Karena candi induk menghadap ke arah barat maka ketiga candi perwara mengarah kebalikannya atau menghadap ke arah timur.



Gambar 6. Peta Candi

Designing

Secara umum dapat dilihat bahwa bentuk struktur bangunan Candi Ijo terdapat bentuk bangun ruang kubus dan limas segi empat. Bangunan candi dibuat demikian karena memiliki aturan dan makna nya tersendiri. Pada bagian atas candi dibuat dengan bentuk limas dimana bentuk tersebut diyakini masyarakat dibuat untuk melambangkan gunung. Pada zaman dahulu gunung dipercaya sebagai tempat suci, karena gunung merupakan tempat kediaman para dewa. Selain itu, bangunan candi dibuat berdasarkan konsep yang diyakini oleh masyarakat Jawa yang juga digunakan atau dikenal oleh konsep Hindu yaitu “sedulur papat limo pancer”. Bagian paling ujung candi atau bagian yang lancip pada atas candi yang melambangkan diri kita sendiri atau yang disebut pancer. Bangunan pada badan candi yang berbentuk kubus dan memiliki empat sudut yang artinya terdapat empat pendamping yang mendampingi dalam hidup kita yang sering kali disebut saudara kita, inilah yang disebut dengan sedulur papat.

Sudah diketahui bahwa Candi Ijo terdapat bangun ruang limas segi empat dan kubus. Berdasarkan analisis diperoleh sifat-sifat bangun ruang limas segi empat yaitu 1) Mempunyai satu sisi atau alas yang berbentuk segi empat, 2) Tempat sisi lainnya berbentuk segitiga, dan 3) terdapat lima titik sudut yang terdiri dari empat sudut alas dan satu sudut berada di puncak. Sifat-sifat bangun ruang kubus yaitu 1) Mempunyai enam bidang sisi yang berbentuk persegi, 2) Mempunyai dua belas rusuk yang sama panjang, dan 3) Mempunyai delapan titik sudut dimana setiap sudutnya siku-siku.

Playing

Pada pembangunan Candi Ijo terdapat teknik penyusunan batu dalam membangun candi. Berdasarkan hasil wawancara, narasumber mengatakan bahwa tidak terdapat teknik pasti atau teknik tertentu dalam pembangunan candi. Lebih tepatnya terdapat beberapa teknik kuncian dalam menyusun batu-batu yaitu sistem pen dan sistem pelurus. Sistem pen yaitu, terdapat batu yang memiliki cekungan ke dalam dan terdapat batu lainnya yang cekung keluar sehingga saat disatukan kedua batu saling mengunci. Pada sistem pelurus dilakukan dengan cara mengunci yaitu untuk menyatukan antara batu yang satu dengan batu lainnya. Sistem pelurus

merupakan sistem lama yang digunakan orang pada zaman dahulu dalam membangun candi.

Sehingga, dalam menjaga Candi Ijo supaya tetap terawat dilakukan pemeliharaan candi yang dibagi menjadi dua cara yaitu, pemeliharaan rutin dan pemeliharaan berkala. Pemeliharaan rutin seperti menyapu dan membersihkan sampah-sampah. Sedangkan pemeliharaan berkala ada dua yaitu pembersihan mekanis dan pembersihan kremis (pembersihan dengan menggunakan bahan kimia). Pembersihan mekanis terbagi lagi menjadi dua macam yaitu pembersihan mekanis kering dan pembersihan mekanis basah. Pembersihan mekanis kering yaitu hanya dengan cara disapu, sedangkan pembersihan mekanis basah yaitu dengan cara menyikat lumut-lumut yang berwarna hijau dengan menggunakan air. Pada pembersihan kremis atau pembersihan menggunakan bahan kimia dilakukan untuk membersihkan lumut yang jenisnya liken (lumut kerak) yang menyerupai panu pada batu. Pembersihan lumut tersebut harus menggunakan pembersihan dengan bantuan bahan kimia dengan formula AC322. Kemudian, bahan kimia tertentu dioleskan pada batu dan didiamkan selama dua puluh empat jam untuk menghilangkan jamur.



(a) (b)

Gambar 7. Perawatan Candi Ijo

Sumber: http://kebudayaan.kemdikbud.go.id/bpcbyogyakarta/menjaga-keelokan-candi-ijo/

Explaining

Pada aktivitas *explaining* peneliti mengkaji terkait unsur sejarah yang terdapat pada Candi Ijo. Candi ini diperkirakan telah dibangun pada abad ke 10 dilihat dari bentuk candi. Selain daripada itu, Candi Ijo di buktikan telah dibangun pada abad ke-10 dilihat dari prasasti yang ditemukan. Prasasti tersebut memiliki bentuk huruf pada abad ke-10. Pada umumnya, sebutan Candi Ijo diperoleh berdasarkan pada temuan prasasti, letak dari lokasi candi, dan letak pertama kali ditemukan atau berdasarkan nama penduduk lokal yang menemukan pertama kali. Sehingga, sebutan yang diberikan pada candi ini dilihat dari letak candi yang berada di Bukit Ijo dan berdasarkan persetujuan dari masyarakat sekitar.

Ukiran relief pada Candi Ijo adalah relief yang bersifat dekoratif. Pada Candi Ijo terdapat bentuk segitiga yang disebut Antofik. Di dalam Antofik terdapat

relief sulur-suluran dan daun-daunan melambangkan candi sebagai tempat kediaman dari Dewa Siwa yang disebut Kailasa. Selain itu juga, ada Kala yang berbentuk raksasa berwajah singa dimaksudkan untuk menolak marabahaya atau energi negatif seperti jin atau setan yang masuk. Terdapat relief manusia kecil yang disebut Gana untuk menopang bangunan candi supaya tidak roboh.



Gambar 8. Antofik berupa sulur-suluran dan daun-daunan



Gambar 9. Kala

Kesimpulan

Dalam penelitian eksplorasi etnomatematika, peneliti memperoleh bahwa terdapat aktivitas fundamental matematis dan konsep matematika. Adapun aktivitas fundamental yang telah dikaji terkait *counting, measuring, locating, designing, playing,* dan *explaining.* Diperoleh hasil dari eksplorasi Candi Ijo terhadap aktivitas fundamental yang dikaitkan dengan pembelajaran matematika pada materi bangun ruang diperoleh (1) *counting* yaitu menghitung candi yang terdapat pada kompleks Candi Ijo, dari hasil eksplorasi terdapat 15 candi yaitu 6 bangunan candi yang sudah utuh dan 9 struktur candi yang sedang dalam proses pemugaran; (2) *measuring* yaitu mengukur luas permukaan dan volume pada bangun ruang, sehingga dari hasil eksplorasi dapat diukur dengan menggunakan rumus limas segiempat dan kubus; (3) *locating* yaitu menentukan letak dan arah bangunan pada candi, untuk arah candi induk menghadap ke arah barat dan candi perwara menghadap ke arah timur; (4) *designing* yaitu menganalisis bentuk candi dan melihat sifat-sifat bangun ruang dari candi yang dianalisis, diperoleh bahwa pada candi induk bagian kepala candi berbentuk limas segiempat dan bagian badan candi berbentuk kubus; (5) *playing* yaitu menentukan teknik penyusunan batu dalam membangun candi dan menentukan teknik untuk merawat candi, yaitu dengan cara pembersihan mekanis dan pembersihan kremis (pembersihan dengan menggunakan bahan kimia); (6) *explaining* yaitu mengetahui sejarah dan makna dari unsur-unsur yang terdapat pada candi.

Daftar Pustaka

Dolih, Aef. (2-13). Makna Tradisi Dhawuhan Ngembang di Desa Cukil Kecamatan Tengaran Kabupaten Semarang. Jawa Tengah: Universitas Kristen Satya Wacana.

Erman Suherman. (2003). Strategi Pengajaran Matematika Kontemporer. Bandung: JICA.

Herman Hudojo. (2003). Pengembangan Kurikulum dan Pembelajaran Matematika. Malang: Universitas Negeri Malang.

Liliweri, A. (2004). *Pengantar Studi Kebudayaan*. Bandung: Nusamedia.

Lisnani (2020). *Etnomatematika: Pengenalan Bangun Datar Melalui Konteks Museum Negeri Sumatera Selatan Balaputra Dewa*. Jurnal Pendidikan Matematika. Vol 9. No. 3.

Mogi Yustina (2019) *Matematika dalam budaya: Kumpulan Kajian Etnomatematika.* Mahasiswa S2 Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta: Penerbit Garudhawaca.

Rahmi Nur Fitria Utami, dkk (2020). *Etnomatematika: Eksplorasi Candi Borobudur.* Jurnal pendidikan dan Pengajaran Matematika. Vol. 6, no. 1.

Utami Rahmi Nur Fitria, dkk (2020). *Etnomatematika: Eksplorasi Candi Borobudur*. Jurnal Penelitian dan pengajaran. Vol. 6 no. 1.

Yuningsih Nining, dkk (2021). *Eksplorasi Etnomatematika pada Rancangan Bangun Rumah Adat Lengkong*. Jakarta: Jurnal Riset Pendidikan Matematika Jakarta, Vol 3, No. 1.

GRAF SEBAGAI RUANG VEKTOR

Maria Vianney Any Herawati[1]
[1]*Program Studi Matematika, Universitas Sanata Dharma, Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta*
Email: any@usd.ac.id

Abstrak
Dalam aljabar linear dipelajari tentang ruang vektor umum yang merupakan generalisasi dari ruang vektor Euclid. Dengan diabstraksinya konsep ruang vektor memungkinkan bahwa secara aljabar vektor bisa berupa matriks, fungsi dan bahkan obyek apapun. Akibatnya aplikasinya kemudian sangat luas, yaitu di bidang teknik, fisika, sosial, ilmu komputer, dan masih banyak lagi.

Di matematika ruang vektor merupakan pokok bahasan dalam aljabar linear. Selain aljabar linear cabang ilmu matematika yang lain adalah teori graf. Graf terdiri dari dua himpunan yaitu himpunan yang elemennya disebut *simpul* dan himpunan lain yang elemennya disebut *busur*. Cara umum untuk menggambarkan graf adalah menggunakan diagram yang terdiri dari satu atau beberapa titik dan ruas garis yang menghubungkan dua titik.

Dalam tulisan ini akan ditunjukkan bahwa graf yang berhingga dapat dinyatakan sebagai ruang vektor, sehingga kita dapat mempelajari graf secara aljabar. Adapun metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah studi pustaka.

Kata kunci: ruang vektor, vektor, graf, sikel.

GRAPH AS VECTOR SPACE

Maria Vianney Any Herawati[1]
[1]*Mathematics Study Program, Sanata Dharma University, Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta*
Email : any@usd.ac.id

Abstract
In linear algebra, we learn about general vector spaces which are generalization of Euclidean vector space. With the abstraction of the vector space concept, algebraically vectors can be in the form of matrices, functions and even any object. As a result, the application is then very wide, namely in the fields of engineering, physics, computer science, social science, and many more.

In mathematics, vector space is the subject of linear algebra. Another branch of mathematics is graph theory. A graph consists of two sets, that are the set whose elements are called vertex (or vertices if plural) and another set whose elements are called edges. A common way to describe a graph is to use a diagram consisting of one or more points and a line segment connecting the two points.

In this paper, we will show that a finite graph can be expressed as a vector space, so we can study graphs algebraically. The method used in this research is literature study.

Keywords: vector space, vector, graph, cycle.

Pendahuluan

Aljabar abstrak modern merupakan cabang ilmu yang penting dalam matematika seperti halnya teori graf. Walaupun representasi graf secara gambar merupakan hal yang sangat menarik dalam kajian graf secara visual, representasi lainnya juga dirasa sangat penting khususnya yang berkaitan dengan pemrosesan melalui komputer. Komputer tidak dapat bekerja paling tidak secara internal dengan gambar graf. Untuk itu graf perlu dinyatakan dan dimanipulasi secara aljabar. Dalam tulisan ini diteliti cara menyatakan graf sebagai suatu ruang vektor. Dengan ditemukannya cara menyatakan graf secara aljabar, maka dimungkinkan penggunaan komputer untuk menyelesaikan masalah-masalah dalam teori graf. Di samping itu contoh ruang vektor dalam buku-buku aljabar linear hampir semua adalah ruang vektor tak berhingga. Karena graf yang dipakai di sini adalah graf berhingga, maka studi tentang masalah ini sekaligus memungkinkan pembentukan ruang vektor berhingga yang bukan merupakan ruang vektor nol.

Ada beberapa cara untuk merepresentasikan graf, yaitu dengan notasi himpunan, matriks adjasensi, matriks insidensi, dan dengan diagram atau gambar. Dalam tulisan ini akan dibahas tentang bagaimana membentuk ruang vektor dari suatu graf lalu dicari vektor basisnya.

B. Metode, Notasi dan Definisi

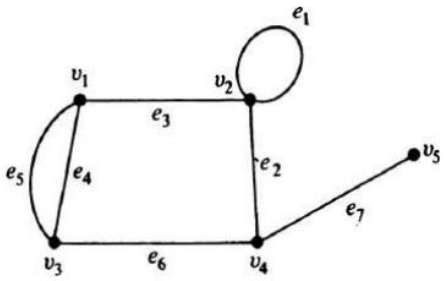
Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah studi literatur dengan mempelajari berbagai artikel dan buku tentang bagaimana membentuk ruang vektor dari graf yang diketahui.

. Penelitian ini menghubungkan konsep-konsep dalam Teori Graf, Teori Grup, dan Aljabar Linear. Konsep-konsep matematis prasyarat yang dibutuhkan dalam penelitian ini definisinya diambil dari Deo, N. (2016), Anton, H. (2019). Langkah awal dari penelitian ini adalah menentukan himpunan yang akan dijadikan ruang vektor dari graf berhingga sederhana yang diberikan, lalu mendefinisikan aturan untuk operasi penjumlahannya sekaligus operasi perkalian dengan skalarnya, lalu membuktikan bahwa terhadap kedua operasi yang didefinisikan itu ditunjukkan bahwa himpunan tersebut memenuhi semua aksioma ruang vektor. Selanjutnya dicari vektor basis dari ruang vektor tersebut.

B.1. Teori Graf.

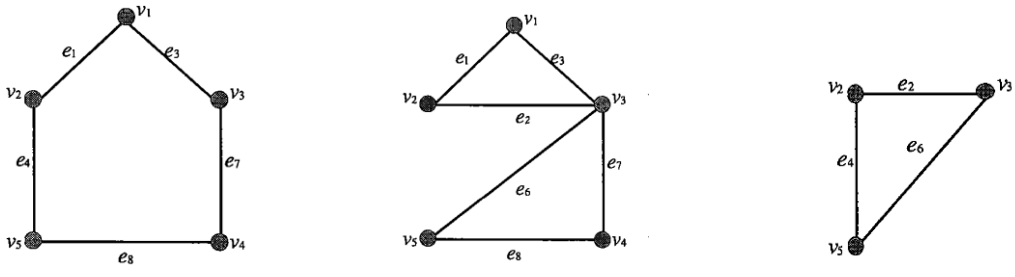
Definisi 1.

Graf $G = (V, E)$ terdiri dari himpunan obyek-obyek $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ yang elemennya disebut dengan *simpul* dan himpunan yang lain $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ yang elemennya disebut *busur*, sedemikian hingga busur e_k sering dinotasikan dengan pasangan tak terurut dari simpul-simpul $\{v_i, v_j\}$. Dan simpul-simpul v_i dan v_j dalam busur $e_k = \{v_i, v_j\}$ disebut *simpul ujung* dari e_k . Graf biasanya digambarkan dengan diagram yang terdiri dari titik dan ruas garis. Titik dipakai untuk menyatakan simpul, sedangkan busur digambarkan dengan ruas garis yang menghubungkan titik-titik ujungnya. Bahkan sering diagramnya itu sendiri dianggap sebagai graf (Gambar 1). Busur yang kedua simpul ujungnya sama yaitu busur $\{v_i, v_i\}$ disebut *loop*. Beberapa busur dengan pasangan simpul ujung yang sama disebut *busur-busur paralel*. Graf yang tidak memiliki loop maupun busur-busur yang parallel disebut *graf sederhana*. Suatu graf $G' = (V', E')$ disebut *graf bagian* dari graf $G = (V, E)$ bila $V' \subseteq V$, $E' \subseteq E$, dan V' memuat semua simpul ujung dari semua busur di E'.



Gambar 1. Graf dengan 5 simpul dan 7 busur.

Definisi 2. *Jumlahan ring* dari dua graf G_1 dan G_2 (ditulis $G_1 \oplus G_2$) adalah graf yang terdiri dari himpunan simpul $V_1 \cup V_2$ dan busur yang berada di G_1 atau G_2 , tetapi tidak di keduanya (Gambar 2).



G_1 G_2 $G_1 \oplus G_2$

Gambar 2. Jumlahan ring dua graf.

B.2. Teori Grup

Definisi 3. Suatu himpunan *G* dengan operasi * disebut *grup* $(G,*)$ bila memenuhi empat aksioma berikut:

1. *Tertutup* : Bila *a* dan *b* di *G*, maka $a * b$ juga di *G*.
2. *Assosiatif* : Bila *a*, *b*, *c* di *G*, maka $(a * b) * c = a * (b * c)$.
3. *Elemen identitas*: Ada elemen *e* di *G* sedemikian hingga untuk setiap elemen *x* di *G*, $x * e = e * x = x$.
4. *Invers*: Untuk setiap elemen *x* di *G* terdapat elemen x' di *G* sedemikian hingga $x * x' = x' * x = e$. Elemen x' yang memenuhi persamaan di atas disebut *invers dari x*.

Grup yang juga memenuhi aksioma 5 berikut disebut *grup Abel*:

5. *Komutatif* : Bila *a* dan *b* di *G*, maka $a * b = b * a$.

Apabila dalam grup Abel *G* ditambahkan satu operasi lagi, sebut $\otimes$, dan memenuhi tiga aksioma berikut:

1. *Tertutup* : Bila *a* dan *b* di *G*, maka $a \otimes b$ juga di *G*.
2. *Assosiatif* : Bila *a*, *b*, *c* di *G*, maka $(a \otimes b) \otimes c = a \otimes (b \otimes c)$.
3. *Distributif* : Bila *a*, *b*, *c* di *G*, maka $(a * b) \otimes c = (a \otimes c) * (b \otimes c)$ dan $a \otimes (b * c) = (a \otimes b) * (a \otimes c)$.

maka *G* disebut *gelanggang* dan ditulis sebagai $(G,*,\otimes)$.

Suatu gelanggang $(G,*,\otimes)$ yang operasi keduanya yaitu $\otimes$ bersifat komutatif, memiliki elemen identitas, dan setiap elemen memiliki invers kecuali elemen identitas terhadap operasi $*$, maka *G* disebut *lapangan*.

B.3. Aljabar Linear

Definisi 4. *Ruang vektor berdimensi-k* (atau *ruang vektor linear*) *atas lapangan F*, adalah suatu obyek yang terdiri dari:

1. Himpunan *W* terdiri dari *k*-tuple (semua bilangan diambil dari *F*).
2. Lapangan *F* dengan dua operasi.
3. Operasi biner yang disebut *penjumlahan vektor* antara elemen-elemen dari himpunan *W*, sedemikian hingga *W* adalah grup Abel terhadap operasi tersebut.
4. Operasi biner yang disebut *perkalian skalar*, yang bila diterapkan antara sebarang scalar *c* di *F* dan vector $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_k)$ di *W* menghasilkan vektor **p** di *W*. Vektor **p** disebut *perkalian skalar dari c dan* **x,** dan didefinisikan dengan

$$\mathbf{p} = c\mathbf{x} = (\mathrm{c}\, x_1, \mathrm{c}\, x_2, \dots, \mathrm{c}\, x_n).$$

Lebih lanjut, perkalian skalar tersebut memenuhi aksioma-aksioma berikut untuk setiap $c_1, c_2 \in F$ dan 1 adalah identitas terhadap operasi $\odot$ di *F* :

i. $c_1(c_2\mathbf{x}) = (c_1c_2)\mathbf{x}$
ii. $c_1(\mathbf{x} + \mathbf{y}) = (c_1\mathbf{x}) + (\boldsymbol{c}_1\mathbf{y})$
iii. $(c_1 + c_2)\mathbf{x} = c_1\mathbf{x} + c_2\mathbf{x}$
iv. $1\mathbf{x} = \mathbf{x}$.

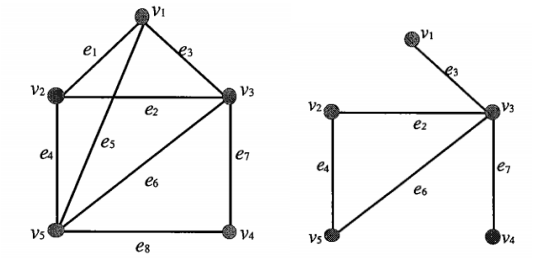
Definisi 5. Suatu himpunan tak kosong $S = \{x_1, x_2, \dots, x_r\}$ dalam ruang vektor V dikatakan *bebas linear* bila koefisien-koefisien yang memenuhi persamaan vektor $k_1v_1 + k_2v_2 + \cdots + k_rv_r = \mathbf{0}$ hanyalah $k_1 = k_2 = \cdots = k_r = 0$.

C. Hasil dan Pembahasan

Perhatikan graf G dalam Gambar 3 yang terdiri dari 5 simpul dan 8 busur yaitu $e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7, e_8$. Setiap graf bagian G' dari G ini dapat dinyatakan dengan 8-tupel yaitu $\mathbf{x} = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8)$ sedemikian hingga

$$x_i = \begin{cases} 1 \; bila \; x_i \in g \\ 0 \; bila \; x_i \notin g \end{cases}$$

Sebagai contoh graf bagian G_1 dari graf G dalam Gambar 3 akan dinyatakan dengan (0,1,1,1,0,1,1,0). Untuk graf G tersebut keseluruhannya ada $2^8 = 256$ graf bagian yang sama dengan banyaknya 8-tupel biner, termasuk (0,0,0,0,0,0,0,0) yaitu graf nol dan (1,1,1,1,1,1,1,1) yaitu G sendiri.



Graf G Graf bagian G_1 dari G

Gambar 3. Contoh graf bagian dari graf.

Operasi jumlahan ring antara dua graf bagian tidak lain sama dengan penjumlahan modulo 2 antara kedua 8-tupel yang mewakili kedua graf bagian tersebut. Sebagai contoh, perhatikan dua graf bagian dari graf G dalam Gambar 3, yaitu
G_1 dalam Gambar 2 dengan himpunan busur $\{e_1, e_3, e_4, e_7, e_8\}$ yang dinyatakan dengan (1,0,1,1,0,0,1,1)
dan G_2 dalam Gambar 2 dengan himpunan busur $\{e_1, e_2, e_3, e_6, e_7, e_8\}$ yang dinyatakan dengan (1,1,1,0,0,1,1,1).
Maka jumlahan ring dari G_1dan G_2 yaitu $G_1 \oplus G_2 = \{e_2, e_4, e_6\}$ yang dinyatakan dengan (0,1,0,1,0,1,0,0) dan sesuai dengan penjumlahan modulo 2 atas 5-tupel dari G_1dan G_2.

Dengan memperumum contoh di atas, diperoleh hasil yang paling penting dari tulisan ini yaitu bahwa untuk setiap graf G, ada ruang vektor W_G yang terdiri dari :

1. Lapangan Galois modulo 2; yaitu himpunan {0,1} dengan operasi penjumlahan modulo 2 yang dinotasikan dengan $+$ sedemikian hingga $0 + 0 = 0, 0 + 1 = 1, 1 + 0 = 1, 1 + 1 = 0$ dan perkalian modulo 2 yang dinotasikan dengan $\cdot$ sedemikian hingga $0 \cdot 0 = 0, 0 \cdot 1 = 0, 1 \cdot 0 = 0, 1.1 = 1$.
2. 2^e vektor (e-tupel), dengan e adalah banyaknya busur di G.

3. *Operasi penjumlahan* antara dua vektor **x**, **y** di W_G, yang didefinisikan dengan
   $\mathbf{x} \oplus \mathbf{y} = (x_1 + y_1, x_2 + y_2, \dots, x_e + y_e)$, dengan $+$ adalah penjumlahan modulo 2.
4. Dan *perkalian skalar* antara skalar *c* di $\mathbb{Z}_2$ dan vektor **x**, yang didefinisikan dengan $c\mathbf{x} = (c \cdot x_1, c \cdot x_2, \dots, c \cdot x_e)$.

Berikut adalah bukti bahwa keempat aksioma ruang vektor dalam Definisi 4 dipenuhi oleh W_G:

Misal $\mathbf{x}, \mathbf{y}$ di $W_G, \mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_e)$, $\mathbf{y} = (y_1, y_2, \dots, y_e)$ dan $c_1, c_2 \in F$. Maka :

i. $c_1(c_2\mathbf{x}) = c_1(c_2 \cdot x_1, c_2 \cdot x_2, \dots, c_2 \cdot x_e) = \big((c_1 \cdot c_2) \cdot x_1, (c_1 \cdot c_2) \cdot x_2, \dots, (c_1 \cdot c_2) \cdot x_e\big) = (c_1 \cdot c_2)\mathbf{x}$

ii. $c_1(\mathbf{x} + \mathbf{y}) = (c_1 \cdot (x_1 + y_{1)}, c_1 \cdot (x_2 + y_2), \dots, c_1 \cdot (x_e + y_e)) = (c_1 \cdot x_1 + c_1 \cdot y_1, c_1 \cdot x_2 + c_1 \cdot y_2, \dots, c_1 \cdot x_e + c_1 \cdot y_e) = (c_1 \cdot x_1, c_1 \cdot x_2, \dots, c_1 \cdot x_e) + (c_1 \cdot y_1, c_1 \cdot y_2, \dots, c_1 \cdot y_e) = (c_1\mathbf{x}) + (\boldsymbol{c_1}\mathbf{y})$

iii. $(c_1 + c_2)\mathbf{x} = ((c_1 + c_2) \cdot x_1, (c_1 + c_2) \cdot x_2, \dots, (c_1 + c_2) \cdot x_e) = (c_1 \cdot x_1, c_1 \cdot x_2, \dots, c_1 \cdot x_e) + (c_2 \cdot x_1, c_2 \cdot x_2, \dots, c_2 \cdot x_e) = c_1\mathbf{x} + c_2\mathbf{x}$

iv. $1\mathbf{x} = (1 \cdot x_1, 1 \cdot x_2, \dots, 1 \cdot x_e) = (x_1, x_2, \dots, x_e) = \mathbf{x}$

Terbukti bahwa W_G terhadap kedua operasi di atas membentuk ruang vektor. Sebagai ruang vektor W_G memiliki basis natural yaitu himpunan yang terdiri dari *e* vektor yang bebas linear, yang masing-masing berupa graf bagian yang terdiri dari satu busur di *G*, yang dinyatakan dengan *e*-tupel (1,0,…0), (0,1,…0),…, (0,0,…,1) di W_G.

Kesimpulan

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa dari setiap graf *G* dapat dihasilkan ruang vektor W_G yang terdiri dari 2^e vektor (*e*-tupel), dengan *e* adalah banyaknya busur di *G*, dengan operasi penjumlahan yang didefinisikan dengan

$\mathbf{x} \oplus \mathbf{y} = (x_1 + y_1, x_2 + y_2, \dots, x_e + y_e)$, dengan $+$ adalah penjumlahan modulo 2,

dan operasi perkalian skalar yang didefinisikan dengan

$c\mathbf{x} = (c \cdot x_1, c \cdot x_2, \dots, c \cdot x_e)$.

References

Anton, H., Rorres, C., Kaul, A., (2019), Elementary Linear Algebra Application Version, 12th edition, NJ: John Wiley & Sons, Inc.

Deo, N., (2016), Graph Theory with Applications to Engineering & Computer Science, New York: Dover Publications, Inc.

Manjula, V., (2014), Vector Space of a Graph, *International Journal of Mathematics and Computer Research*, 348-352.

Miller, C.C., (2013), Essentials of Modern Algebra, VA: Mercury Learning and Information.

Thulasiraman, K., (2003), Graphs and Vector Spaces, *Chapter in The Handbook of Graph Theory edited by Gross, J. & Yellen, J.*, New York: CRC Press.

Thulasiraman, K., (2016), Graphs and Vector Spaces, *Chapter in The Handbook of Graph Theory, Combinatorial Optimization, and Algorithms,* New York: CRC Press.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

IMPLEMENTASI DESIGN PEMBELAJARAN *HYBRID* PADA PERKULIAHAN EKONOMI REGIONAL PROGRAM STUDI PENDIDIKAN EKONOMI

Kurnia Martikasari
Program Studi Pendidikan Ekonomi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, Indonesia
nia.martika@usd.ac.id

Abstrak
Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan hasil pengembangan design pembelajaran *hybrid* pada perkuliahan Ekonomi Regional di Program Studi Pendidikan Ekonomi, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif yang dilaksanakan di Program Studi Pendidikan Ekonomi, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta pada semester genap 2021/2022. Hasil dari penelitian ini adalah berupa design pembelajaran *hybrid* yang dilaksanakan pada matakuliah Ekonomi Regional yang mencakup aktivitas pembelajaran, meliputi : (1) sinkron, yang meliputi pendalaman materi dan konfirmasi, diskusi kelompok, dan presentasi kelompok dan (2) asinkon, seperti mempelajari materi, mengerjakan tugas dan forum diskusi *online*.

Kata kunci: asinkron, diskusi, design pembelajaran *hybrid*, ekonomi regional, sinkron

Abstract
The research aimed to implementation of developing a hybrid learning design of Regional Economics subject in Economic Education Department. This research is a qualitative descriptive research in Economic Education Department, Sanata Dharma University Yogyakarta in second semester of 2021/2022. Results of this research are hybrid learning design which is implemented in Regional Economic subject, including : (1) synchronous, includes deeping of material and confirmation, groups discussion, and group presentations asynchronous, (2) asynchronous such as studying material before, doing assignments and online forum discussion.

Keywords: asynchronous, discussion, hybrid learning design, regional economic, synchronus

Pendahuluan

Pendidikan merupakan hal yang penting bagi warga negara Indonesia. Melalui Pendidikan, seseorang dapat mengalami perubahan sikap dan perilaku ke arah yang lebih baik serta dapat mengembangkan potensi yang ada pada dirinya. Penyelenggaraan pendidikan di Indonesia sendiri selalu diupayakan oleh pemerintah melalui system Pendidikan nasional yang dituangkan dalam undang-undang dasar 1945 pasal 31 ayat 1 dan 3. Dalam pasal ayat 1, setiap warga negara berhak mendapat pendidikan dan pada ayat 3 yang menyatakan bahwa pemerintah mengusahakan dan menyelenggarakan satu sistem pendidikan nasional, yang meningkatkan keimanan dan ketakwaan serta akhlak mulia dalam rangka mencerdas kan kehidupan bangsa. Dengan demikian, Pemerintah dapat mewujudkan tujuan nasional yaitu mencerdaskan kehiduan bangsa.

Proses penyelenggaraan pendidikan yang terjadi di Indonesia selama ini, didominasi oleh pembelajaran tatap muka. Namun, sejak awal tahun 2020, penyelenggaraan pendidikan di Indonesia mengalami perubahan, dari yang semula tatap muka (luar jaringan / luring) menjadi dalam jaringan (daring). Hal ini dikarenakan adanya pandemic Covid-19 yang melanda Indonesia sejak pertengahan Maret 2020. Pemerintah, melalui Menteri Pendidikan dan Kebudayaan kemudian mengambil kebijakan dalam penyelenggaran pendidikan di Indonesia dengan mengeluarkan surat edaran Nomor 4 Tahun 2020 tentang Pelaksanaan Kebijakan Pendidikan dalam masa darurat penyebaran virus Corona, yang menetapkan bahwa pembelajaran luring di sekolah ditiadakan dan beralih ke pembelajaran secara daring dari rumah. Sejak dikeluarkan surat edaran ini, semua penyelenggaraan Pendidikan mulai dari jenjang Sekolah Dasar hingga Pergururan Tinggi dilakukan secara daring.

Setelah berjalan kurang lebih dua tahun, keadaan sudah menjadi lebih baik. Banyak masyarakat yang sudah mendapat vaksin Covid-19 dan booster. Kemudian, penyelenggaraan Pendidikan mengalami perubahan, dari yang selama masa pandemi Covid-19 dilakukan secara daring, sudah dimungkinkan melakukan tatap muka kembali. Beberapa penyelenggara Pendidikan juga menerapkan pembelajaran *hybrid* (kombinasi tatap muka /luring dan daring).

Prodi Pendidikan Ekonomi merupakan salah satu Program Studi di Universitas Sanata Dharma yang juga menerapkan pembelajaran *hybridi,* khususnya pada perkuliahan Ekonomi Regional. Matakuliah ini merupakan matakuliah bagi para mahasiswa semester 5. Matakuliah ini membekali mahasiswa mengenai berbagai teori, isu sentral dan metode analisis yang populer dipergunakan oleh para perencana dan peneliti dalam bidang ekonomi regional, serta mampu mengajarkan di tingkat sekolah menengah, memiliki sikap kritis terhadap kebijakan ekonomi regional serta memiliki kepedulian sosial.

Proses penyelenggaraan perkuliahan Ekonomi Regional secara *hybrid*, merupakan tantangan tersendiri bagi dosen maupun mahasiswa. Dosen harus dapat merancang design perkuliahan yang memfasilitasi mahasiswa yang mengikuti secara luring di kelas dan secara daring pada saat bersamaan. Selain itu, tantangan untuk merancang sebuah design pembelajaran yang memungkinkan para mahasiswa yang mengikuti luring dan daring dapat terfasilitasi dalam berbagai diskusi sehingga para mahasiswa mengalami pengalaman belajar dan berdinamika yang kurang lebih sama, baik yang mengikuti secara luring maupun daring. Sehingga, peneliti tertarik untuk mengembangkan design pembelajaran *hybrid* pada perkuliahan Ekonomi Regional.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitaif. Penelitian deskriptif kualitatif merupakan penelitian yang lebih menekankan pada pengamatan fenomena dan memerlukan insting yang tajam dari peneliti. Penelitian deskriptif kualitatif biasanya mempelajari hubungan atau interaksi antara beberapa variabel penelitian dengan tujuan untuk memahami peristiwa yang sedang diteliti serta biasanya meneliti studi kasus dengan dasar teori tertentu (https://dqlab.id/penelitian-kualitatif-teknik-analisis-data-deskriptif).

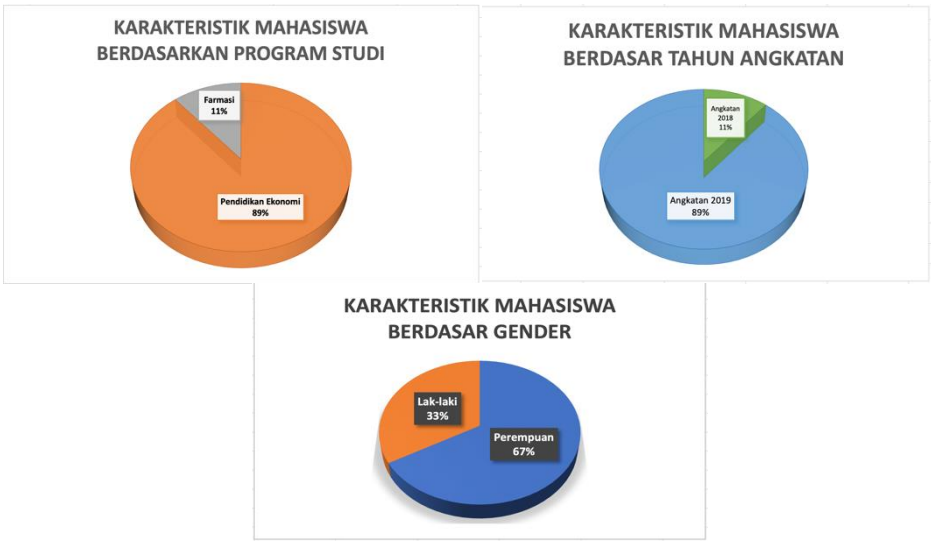
Penelitian ini akan mendeskripsikan implementasi desain pembelajaran *hybrid* pada perkuliahan Ekonomi Regional. Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap 2021/2022, pada perkuliahan Ekonomi Regional. Subjek dalam penelitian ini adalah para mahasiswa Prodi Pendidikan Ekonomi Universitas Sanata Dharma yang mengambil matakuliah Ekonomi Regional.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan pada matakuliah Ekonomi Regional semester genap 2021/2022 yang diselenggarakan secara *hybrid* (kombinasi luring dan daring). Implementasi desain pembelajaran *hybrid* pada matakuliah Ekonomi Regional dijabarkan sebagai berikut.

Deskripsi Karakteristik Mahasiswa Matakuliah Ekonomi Regional

Matakuliah Ekonomi Regional Program Studi (Prodi) Pendidikan Ekonomi, FKIP, Universitas Sanata Dharma merupakan matakuliah wajib bagi para mahasiswa semester V. Perkuliahan Ekonomi Regional ini juga dibuka untuk para mahasiswa prodi lain/lintas prodi. Perkuliahan Ekonomi Regional pada semester genap 2021/2022 diikuti oleh 24 (89%) mahasiswa dari Program Studi Pendidikan Ekonomi dan 3 (11%) mahasiswa dari Program Studi Farmasi, yang terdiri dari 3 (11%) mahasiswa berasal dari angkatan 2018 dan 24 (89%) mahasiswa berasal dari angkatan 2019. Berdasarkan jenis kelamin, peserta matakuliah Ekonomi Regional ini terdiri dari 18 (66,67%) perempuan dan 9 (33,33%) laki-laki. Adapun karakteristik mahasiswa peserta matakuliah Ekonomi Regional apabila disajikan dalam diagram lingkar adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Karakteristik Mahasiswa Matakuliah Ekonomi Regional

Desain Pembelajaran Hybrid pada Perkuliahan Ekonomi Regional

Pada perkuliahan Ekonomi Regional yang diselenggarakan secara *hybrid*, dosen pengampu mendesain perkuliahan sebagai berikut.

Desain hybrid perkuliahan sinkron

Perkuliahan Ekonomi Regional dilakukan secara sinkron, seminggu satu kali perkuliahan secara *hybrid*.

1. Kegiatan kelas pleno

Kegiatan ini dilakukan ketika perkuliahan lebih pada menjelaskan materi. maupun diskusi kelompok besar / pleno kelas. Dalam kegiatan ini, para mahasiswa dapat memilih untuk dating / menghadiri perkuliahan secara luring atau daring. Beberapa kondisi khususnya ketika mahasiswa sakit atau sedang karantina mandiri, atau masih di kampung halaman, biasanya memilih untuk mengikuti perkuliahan secara daring, sedangkan mahasiswa yang sudah bera di Yogyakarta dan dalam keadaan sehat, mereka cenderung akan memilih mengikuti perkuliahan secara luring di kelas/kampus. Dosen menggunakan alat bantu *polycom* supaya memperlancar perkuliahan *hybrid.* Dan dalam pelaksanaan perkuliahan hybrid, dosen menggunakan *zoom meeting* dan *learning management system* Universitas Sanata Dharma, yaitu belajar.usd.ac.id. Dengan demikian, baik mahasiswa yang menghadiri perkuliahan secara daring maupun luring mendapat pelayanan yang sama baiknya dan memperkecil adanya *gap* pengetahuan maupun pengalaman belajar. Berikut gambar mahasiswa yang mengikuti baik secara luring maupun daring.



Mahasiswa mengikuti perkuliahan secara luring



Mahasiswa mengikuti perkuliahan secara daring



Suasana perkuliahan *hybrid*

Gambar 2. Suasana perkuliahan *hybrid*

Dalam kegiatan pleno kelas, para mahasiswa baik yang mengikuti perkuliahan secara daring maupun luring diberi kesempatan yang sama untuk berpendapat. Dosen memfasilitasi para mahasiswa yang ingin menyampaikan ide/gagasan/pendapat. Berikut adalah dokumentasi kegiatan Ketika para mahasiswa menyampaikan ide/gagasan/pendapat atau *sharing* di kelas.



Suasana para mahasiswa luring dalam mengemukakan ide/gagasan/sharing di kelas/pleno



Suasana para mahasiswa daring dalam mengemukakan ide/gagasan/sharing di kelas/pleno

Gambar 3. Kegiatan mahasiswa dalam mengemukakan ide/gagasan/pendapat/*sharing* di kelas

2. Kegiatan Diskusi Kelompok

Dalam perkuliahan Ekonomi Regional secara *hybrid*, dosen juga mendesain kegiatan diskusi kelompok yang memfasilitasi para mahasiswa yang mengikuti perkuliahan secara luring maupun daring dapat berdinamika dan berdiskusi. Dalam kegiatan diskusi, dosen merancang dalam setiap kelompok, terdiri dari beberapa mahasiswa yang mengikuti perkuliahan secara luring dan beberapa mahasiswa yang mengikuti perkuliahan secara daring. Para mahasisiwa berdiskusi terlebih dahulu dalam kelompoknya, kemudian menyampaikan hasil diskusi kelompok di kelas. Diskusi kelompok difasilitasi dengan *zoom meeting* melalui *breakout room*. Beberapa aktivitas diskusi kelompok Nampak dalam foto kegiatan berikut.



Gambar 4. Kegiatan Diskusi Kelompok Mahasiswa

3. Kegiatan Presentasi Kelompok

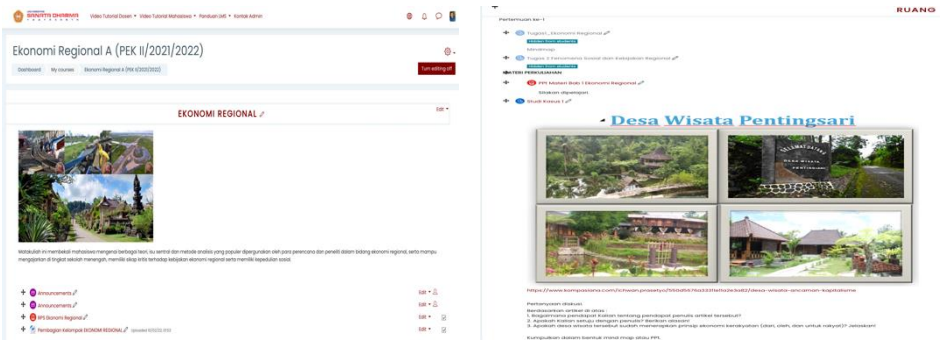
Para mahasiswa difasilitasi untuk mempresentasikan hasil diskusi kelompok di depan kelas. Para mahasiswa baik yang mengikuti perkuliahan secara daring maupun luring mendapat kesempatan yang sama untuk berpartisipasi dalam presentasi kelompok di kelas. Berikut adalah beberapa aktivitas presentasi kelas.



Gambar 5. Kegiatan Presentasi Mahasiswa

Desain hybrid perkuliahan asinkron

Selain secara sinkron, perkuliahan Ekonomi Regional juga dilakukan secara asinkron, yaitu dengan memanfaatkan *learning management system* (LMS) Universitas Sanata Dharma, yaitu belajar.usd.ac.id. Melalui belajar.usd.ac.id, para mahasiswa melakukan beberaapa aktivitas yang jangka waktunya satu minggu maupun satu bulan, seperti: mengumpulkan tugas kelompok maupun individu, mengerjakan kuis, menyelesaikan studi kasus, maupun berpartisipasi dalam forum diskusi *online*. Berikut tampilan LMS matakuliah Ekonomi Regional.



Gambar 7. Tampilan LMS Perkuliahan Ekonomi Regional

Kesimpulan

Penelitian ini merupakan penelitian deskriiptif kualiatif tentang implementasi design pembelajaran *hybrid* pada perkuliahan Ekonomi Regional semester genap 2021/2022 Prodi Pendidikan Ekonomi, Universitas Sanata Dharma. Implementasi design pembelajaran *hybrid* pada perkuliahan Ekonomi Regional meliputi kegiatan sinkron dan asinkron. Kegiatan sinkron dilakukan dengan menggunakan *zoom meeting.* Kegiatan sinkron meliputi kegiatan kelas/pleno, kegiatan diskusi kelompok dan kegiatan presentasi kelompok yang mengintegrasikan para mahasiswa yang mengikuti perkuliahan secara daring dan luring. Sedangkan kegiatan asinkron menggunakan *learning management system* Universitas Sanata Dharma yaitu belajar.usd.ac.id, yang meliputi kegiatan mempelajari materi, mengumpulkan tugas kelompok maupun individu, mengerjakan kuis, menyelesaikan studi kasus, maupun berpartisipasi dalam forum diskusi *online.*

Daftar Pustaka

Bower, M., Dalgarno, B., Kennedy, G. E., Lee, M. J. W., & Kenney, J. (2015). Design and implementation factors in blended synchronous learning environments: Outcomes from a cross-case analysis. *Computers & Education*, 1-17.

Zydney, J. M., McKimmy, P., Lindberg, R., & Schmidt, M. (2018). Here or There Instruction: Lessons Learned in Implementing Innovative Approaches to Blended Synchronous Learning. *TechTrends*, 123-132.

Carey, W. D. (1996). *The Systematic Design of Instruction, Four Edition.* New York: Haper Collin College Publisher.

(2022, November 1). Retrieved from https://dqlab.id/penelitian-kualitatif-teknik-analisis-data-deskriptif

Arikunto, S. (2006). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik Edisi Revisi.* Jakarta: Rineka Cipta.

Bilfaqih, Y. (2015). *Esensi Pengembangan Pembelajaran Daring.* Yogyakarta: Deepublisher.

Nasional, D. P. (2022, November 1). Undang-undang RI No.20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional. Jakarta.

Hamalik, O. (2010). *Proses Belajar Mengajar.* Jakarta: PT. Bumi Aksara.

Hendri. (2014). Pemanfaatan Sharabel Content Object Refrence Model dalam Menciptakan Aplikasi Web E-Learning. *Jurnal Media Sistem Informasi*, 24.

(2020). *Kebijakan Pendidikan dalam Masa Darurat Penyebaran Coronavirus Disease.* Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Kuntarto, E. (2017). Keefektifan Model Pembelajaran Daring dalam Perkuliahan bahasa Indonesia di Perguruan Tinggi. *Journal Indonesian Language Education and Literature*, 3(1), 53-65.

Abdul, S. &. (2019). Pembelajaran Daring Kombinasi Berbasis Whatsapp pada kelas karyawan Prodi Teknik Informatika. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika*, 8(1), 82.

Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D.* Bandung: Alfabeta.

Riyana, C. (n.d.). *Produksi Bahan Pembelajaran Berbasis Online.* Universitas Terbuka.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

INVESTIGASI KETANGGUHAN BAJA AISI 1045 PADA PROSES PENDINGINAN METASTABLE

Bonifasius Victor Imanuel Gultom[1], Yosef Agung Cahyanta[1], I.M.W. Ekaputra[1*]

[1]*Mechanical Engineering, Sanata Dharma University, Yogyakarta, Indonesia 55282*
**Email: made@usd.ac.id*

Abstrak

Pada penelitian ini, proses pendinginan *metastable* paduan baja AISI 1045 dilakukan dengan beberapa media pendingin. Suhu pemanasan sebelum proses pendinginan adalah 950 ^{O}C dan dengan penahanan waktu satu jam. Media pendingin yang digunakan diantaranya adalah air mineral, 1.5 % air garam, dan 31,5% air garam. Proses dilanjutkan dengan pemanasan kembali pada suhu 500 ^{O}C selama 25 menit dan diakhiri dengan pendinginan lambat (*tempering*). Hasil pengujian *impact* menunjukan bahwa, baja dengan bantuan media pendingin mengalami peningkatan ketangguhan yang signifikan dibandingkan tanpa proses perlakuan panas. Nilai ketangguhan dari baja tanpa perlakuan panas, dan media pendingin air garam 1,5% dan 31,5 % masing-masing diantaranya adalah 115, 208, dan 220 *Joule*.

Kata kunci: Air garam; Baja AISI 1045; Tempering.

1. Pendahuluan

Heat treatment adalah proses untuk memodifikasikan sifat mekanis material dengan memanaskan material sampai fase tertentu, lalu diikuti oleh pendinginan (Callister, 2013). Salah satu dari metode *heat treatment* adalah *hardening (*pengerasan) (Haryadi et al., 2021).

Hardening merupakan kemampuan paduan baja untuk membentuk struktur *martensit* akibat perlakuan panas (Callister, 2013). Metode ini dilakukan dengan memanaskan baja atas suhu kritis, lalu diikuti dengan pendinginan cepat (*quenching*). Setelah dilakukan *quenching*, baja akan dipanaskan kembali di bawah suhu kritis dan diakhiri pendinginan perlahan (*tempering*) agar menghilangkan tegangan sisa yang diakibatkan proses *quenching* sehingga benda siap digunakan pada industri (Anggun Mersilia et al., 2016).

Peningkatan sifat mekanis dari material dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu komposisi paduan, tipe dan karakteristik media *quenching*, serta ukuran dan bentuk dari spesimen (Callister, 2013). Efektivitas dari proses *quenching* dipengaruhi oleh komposisi paduan, temperature media *quenching*, dan media *quenching* (Totten et al., 2018). Oli, air, dan udara merupakan *fluida* yang umum digunakan sebagai media *quenching*. Oli biasanya digunakan pada baja paduan, pendinginan menggunakan media air akan menimbulkan retak pada material, dan material pada media udara akan membuat material berstruktur *pearlite* (Callister, 2013). Pemberian bahan tambahan bisa menjadi pilihan untuk meningkatkan kecepatan pendinginan, salah satunya dengan memberikan garam. Material yang

didinginkan dengan cairan garam akan memiliki ikatan yang lebih keras karena zat arang permukaan benda kerja akan meningkat (Mochamad, 1979).

Hal tersebut telah dibuktikkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Kirono pada tahun 2011 yang menyimpulkan bahwa material pendinginan media oli memiliki kekerasan sebesar 48,4 HRc, tetapi untuk sampel hasil *quenching* air garam memiliki kekerasannya sebesar 56,4 HRc, dan keduanya mempunya struktur mikro *martensite* dan *bainite* (Kirono, Sasi ; Saputra, 2011).

Penelitian ini akan menggunakan spesimen baja AISI 1045 dengan komposisi 0,42-0,50% C, 0,50-0,80% Mn, 0,035% S, 0,17-0,37% Si, 0,25% Ni, 0,25% Cr, dan 0,035% . Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari variasi komposisi garam terhadap nilai ketangguhan baja AISI 1045.

2. Metode

Bagian ini akan menjelaskan bagaimana prosedur dalam pengambilan data yang akan menjadi acuan dalam mengetahui hubungan nilai ketangguhan baja AISI 1045 dan media *quenching*

Pengujian Fluida

Pengujian *fluida* bertujuan untuk mengetahui densitas dan kemampuan *fluida* dalam menurunkan suhu. Alat yang digunakan untuk mencari nilai densitas *fluida* adalah timbangan, dan termometer digunakan untuk menentukan nilai kemampuan *fluida* untuk pendinginan. Kedua aparatus pengujian tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.



(a) (b)

Gambar 2. Peralatan pengujian *fluida* : (a) termometer, (b) timbangan.

Perlakuan Panas

Perlakuan panas dilakukan dengan menggunakan tungku energi listrik Barkmeyer NEY M-525 (1995) (lihat Gambar 7). Prosedur perlakuan panas pada Baja AISI 1045 akan diawali dengan pemanasan pada suhu 950 ^{O}C secara konstan selama satu jam, lalu benda uji akan didinginkan menggunakan metode *quenching* dengan variasi media *quench* (air mineral, 1,5% air garam, dan 31,5% air garam) sampai suhu normal. Setelah didinginkan, baja kemudian dipanaskan kembali pada suhu 500 ^{O}C secara konstan selama 25 menit, setelah itu didinginkan dengan metode *tempering* pada suhu ruangan.



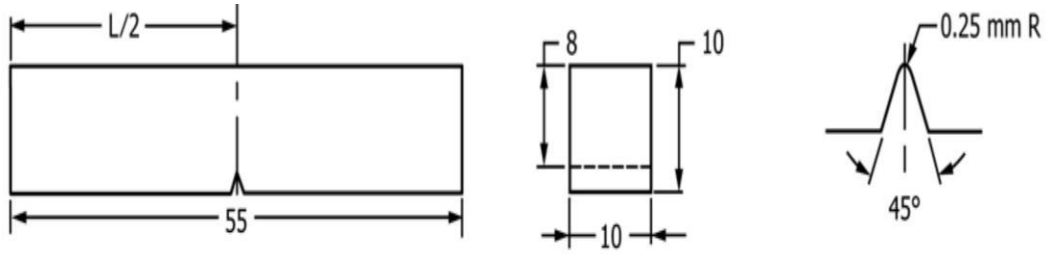
Gambar 3. Tungku eletrik

Pengujian Impact

Pengujian *impact* dilakukan dengan menggunakan akan menggunakan bantuan alat mesin uji *impact Charpy* GOTECH GT- 7045 Taiwan,, R.O.C. (G : 39.48 kg dan R : 1,357 cm) dengan kapasitas 300 joule seperti terlihat pada Gambar 8. Ukuran specimen pada pengujian *impact* mengacu pada standar ASTM E23 – 12C (ASTM International, 2012) seperti yang ditunjukan pada Gambar 9.



Gambar 4. Mesin uji impact



Gambar 5. Rancangan spesimen pengujian *impact*

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari pengujian ini adalah untuk mengetahui hubungan media *quenching* nilai terhadap ketangguhan material. Sebagai tambahan, informasi terkait karakteristik media *quenching* yang digunakan juga diuji.

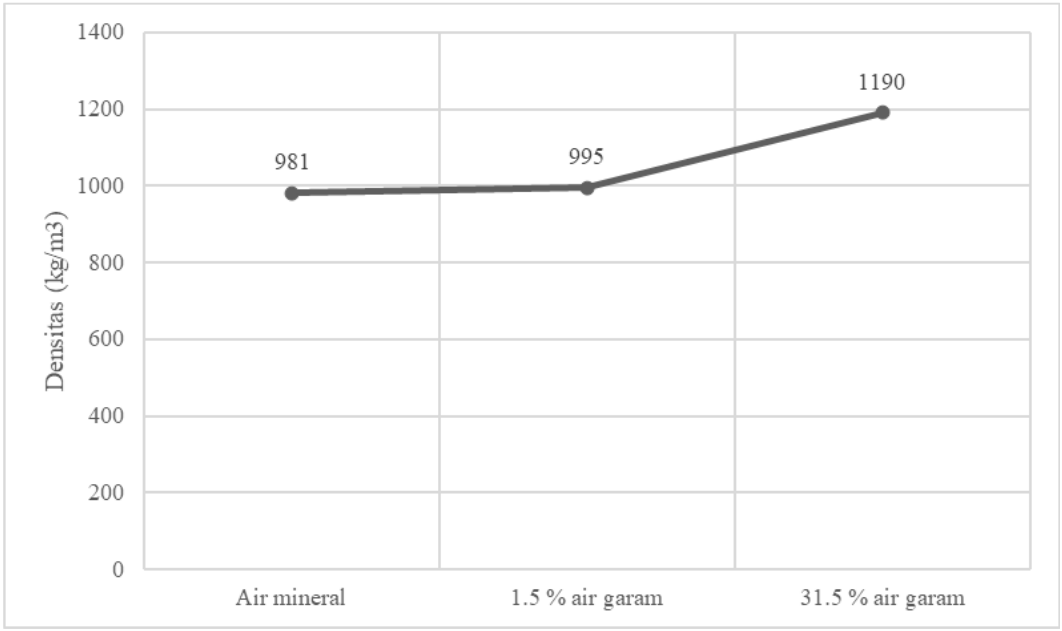
Karakteristik Media Quenching.

Hasil pengujian media fluida yang digunakan sebagai media *quenching* disajikan pada Tabel 7 berikut. Data yang disajikan berupa nilai densitas dan laju penurunan fluida yang digunakan saat mendinginkan baja setelah proses pemanasan di dalam tungku.

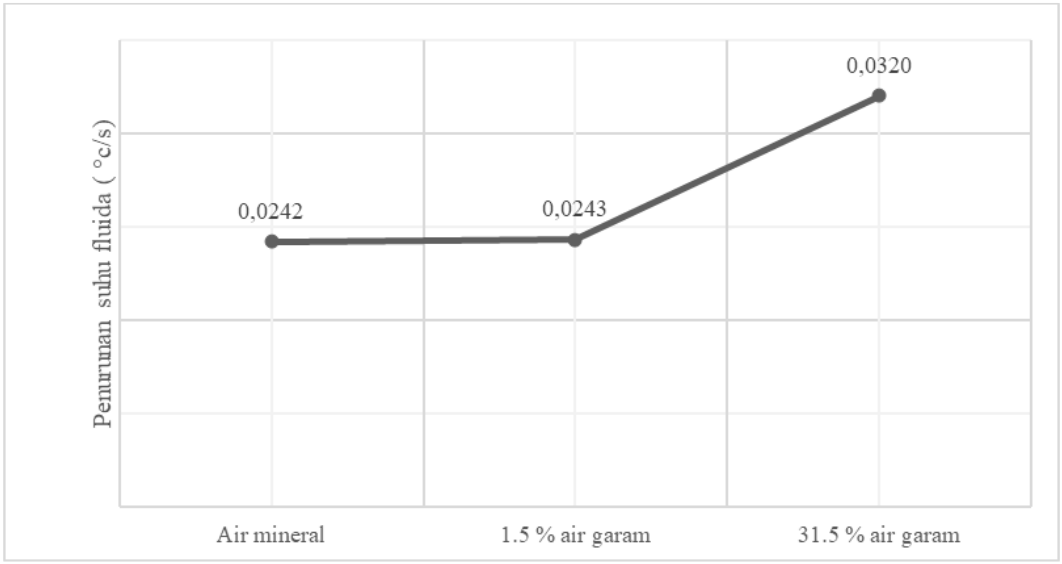
Tabel 1. Hasil pengujian *fluida*

Media *quenching*	Densitas (kg/m^3)	Penurunan suhu fluida (°c/s)
Air mineral	981	0,0242
1.5 % air garam	995	0,0243
31,5% air garam	1190	0,0320

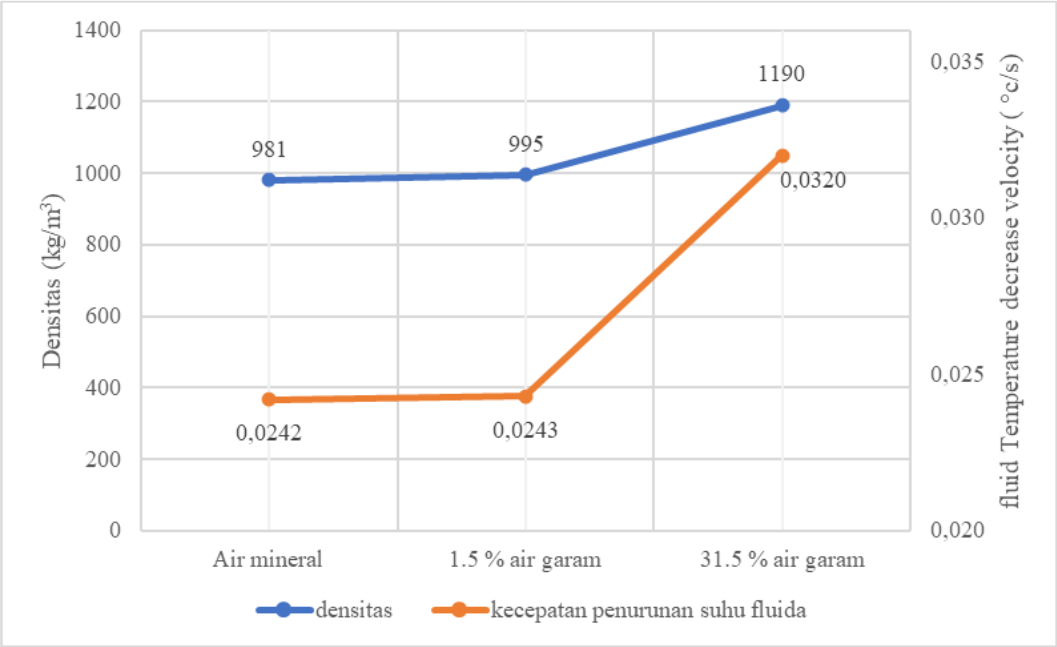
Gambar 10, 11,d dan 12, masing-masing menunjukan grafik hubungan densitas terhadap media *quenching*, kemampuan *fluida* dalam menurunkan suhu terhadap media *quenching*, dan densitas terhadap kemampuan *fluida* dalam menurunkan suhu.



Gambar 6. Hubungan densitas dan media *quenching*



Gambar 7. Hubungan penurunan suhu pada *fluida* dan media *quenching*



Gambar 8. Hubungan densitas dan penurunan suhu pada *fluida*

Berdasarkan grafik yang ditujunkan pada Gambar 10-12, disimpulkan bahwa air laut mempunyai densitas tertinggi yaitu 1014 kg/m^3 dengan penurunan suhu tercepat yaitu 0,0245 ^{O}c/s. Densitas berbanding lurus dengan kecepatan penurunan suhu pada *fluida.*

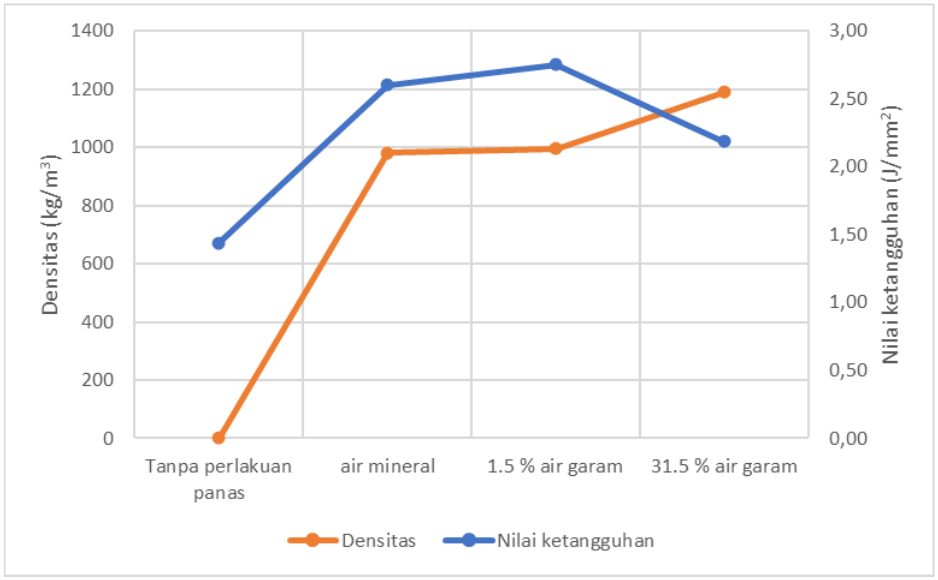
Hasil Pengujian Impact

Bedarken pengujian *impact* yang telah dilakukan maka didapatkan nilai ketangguhan pada masing-masing media *quenching* seperti yang tersaji pada pada Tabel 8.

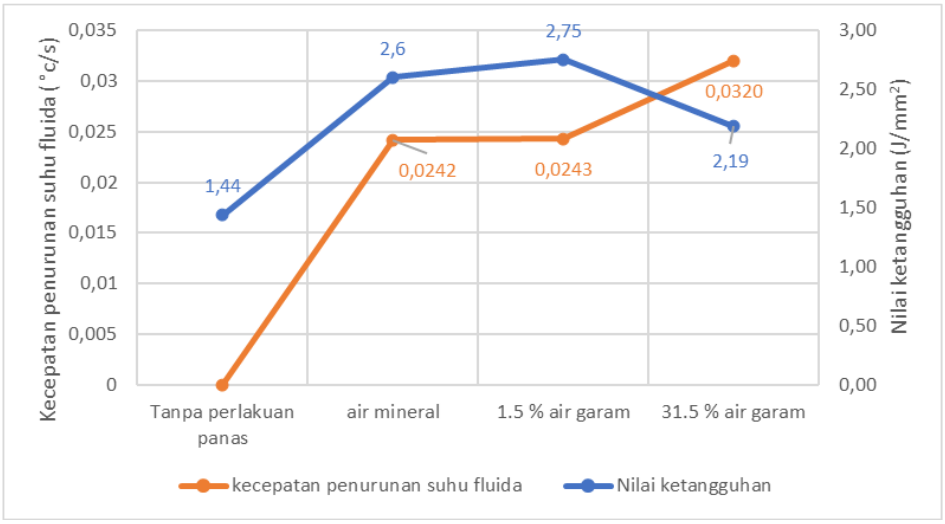
Tabel 2. Hasil pengujian *impact*

Media *quenching*	Energi *impact* (J)	Nilai ketangguhan (J/mm^2)
Tanpa perlakuan panas	115	1,44
Air mineral	208	2,60
1,5% Air garam	220	2,75
31.5 % Air garam	175	2,19

Berdasarkan Tabel 8, nilai ketangguhan yang dimiliki oleh baja AISI 1045 tanpa perlakuan panas adalah sebesar 1,44 J/mm^2. Baja yang memiliki nilai ketangguhan tertinggi adalah baja dengan media pendinginan *quenching* 1,5 air garam bernilai 2,75 J/mm^2 atau meningkat 190,91% dari baja yang tidak diberikan perlakuan panas. Grafik hubungan antara densitas terhadap nilai ketangguhan dan hubungan anatara kecepatan penurunan suhu fluida terhadap ketangguhan, masing-masing dapat dilihat pada Gambar 13 dan 14.



Gambar 93. Hubungan densitas fluida dan nilai ketangguhan Baja AISI 1045



Gambar 104. Hubungan kecepatan penurunan suhu *fluida* terhadap nilai ketangguhan Baja AISI 1045

Berdasarkan grafik pada Gambar 13 dan 14, menunjukkan bahwa densitas dan kecepatan penurunan suhu *fluida* dapat mempengaruhi nilai ketangguhan material. Peningkatan densitas dan kecepatan penurunan suhu *fluida* akan meningkatkan ketangghuan dari material. Namun, penambahan kadar garam pada air akan menurunkan nilai ketangguhan. Hal ini, disebabkan oleh korosi. Kadar garam pada air akan meningkatkan kecepatan korosi material. Hal ini dibuktikkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hasan pada tahun 2010, yang mana air laut dengan 0,5N *Nacl* mempunyai kecepatan korosi yang lebih tinggi di kondisi temperatur berapapun dari air 0,1N *Nacl* yang dibuat sendiri oleh Hasan (Hasan, 2010). Korosi dapat menurunkan nilai ketangguhan dari material. Hal ini dibuktikkan melalui penelitian yang dilakukan oleh Wasim pada tahun 2020, penelitian adalah tentang degradasi korosi besi cor pada tanah dengan Ph 5 dengan saturasi 80%, dan mendapat kesimpulan bahwa ditemukan degradasi patahan korosi, lalu penurunan nilai ketangguhan dari material terjadi, berawal 24,65 MPa, lalu setelah 180 hari menurun menjadi 24,5 MPa, dan akhirnya setelah 360 hari menjadi 21,9 MPa (Wasim et al., 2020).

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan, dapat ditarik beberapa temuan utama terkait pengaruh media *qunching* terhadap nilai ketangguhan baja AISI 1045. Beberapa temuan tersebut diantarnya adalah:

a. Media *quenching* mempengaruhi dari ketangguhan material. Penambahan densitas dan kecepatan penurunan suhu *fluida* dapat meningkatkan ketangguhan dari Baja AISI 1045

b. Baja yang memiliki nilai ketangguhan tertinggi adalah baja dengan media pendinginan quenching 1,5 air garam bernilai 2,75 J/mm^2 atau meningkat 190,91% dari material yang tidak diberikan perlakuan panas.

c. Peningkatan kadar garam pada air dapat menurunkan nilai ketangguhan dari Baja AISI 1045. Hal tersebut dapat terkait dengan peningkatan laju korosi yang terjadi pada AISI 1045 yang dapat menurunkan kemampuan baja menahan beban kejut.

Daftar Pustaka

AISI . (2020). *1045 AISI (Usa)*. *1*, 14–15.

Anggun Mersilia, Karo, P. K., & Supriyatna, dan Y. I. (2016). Pengaruh Heat Treatment Dengan Variasi Media Quenching Air Garam dan Oli Terhadap Struktur Mikro dan Nilai Kekerasan Baja Pegas Daun AISI 6135. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, *4*(02), 195–200.

Ardiansyah, F. P. A., Sulistijono, & Rohmannudin, T. N. R. (2013). *Pengaruh pH Tanah dan Variasi Cacat Gores Lapis Lindung terhadap Kebutuhan Arus Proteksi Sistem Impressed Current Cathodic Protection (ICCP) pada Baja AISI 1045*. *2*(1), 78–82.

ASTM. (2002). ASTM E23-02a - Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials. *ASTM International*, *14*.

ASTM International. (2012). Standard test methods for notched bar impact testing of metallic materials. *Standards*, 1–25. https://doi.org/10.1520/E0023-12C.2

Budiyono, R. (2013). *Pengaruh Salinitas Terhadap Pertumbuhan Ikan SIdat Fase Glass EEL Sebagai Alternatif Teknologi Budidaya Ikan Sidat (Anguilla bicolor bicolor)*. 8–9.

Callister, W. D. (2013). Materials science. *Physics Education*, *9E*(2). https://doi.org/10.1088/0031-9120/5/2/304

Fernandes, P., & Prabhu, K. N. (2007). *Effect of section size and agitation on heat transfer during quenching of AISI 1040 steel*. *183*, 1–5. https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2006.08.028

Goetz, P. W. (1976). *The New Encyclopaedia Britannica (15th edn)*. *3*(15), 937. https://doi.org/10.1080/00905997608407783

Handoyo, Y. (2013). Perancangan Alat Uji Impak Metode Charpy Kapasitas 100 Joule. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, *1*(2), 45–53. https://jurnal.unismabekasi.ac.id/index.php/jitm/article/view/735

Haryadi, G. D., Utomo, A. F., & Ekaputra, I. M. W. (2021). Pengaruh Variasi Temperatur Quenching Dan Media Pendingin Terhadap Tingkat Kekerasan Baja AISI 1045. *Jurnal Rekayasa Mesin*, *16*(2), 255. https://doi.org/10.32497/jrm.v16i2.2633

Hasan, B. O. (2010). Effect of Salt Content on The Corrosion Rate of Steel Pipe in Turbulently Flowing Solutions. *College of Engineering Journal (NUCEJ*, *13*(1), 66–73.

Kirono, Sasi ; Saputra, P. A. (2011). *Pengaruh Proses Tempering Pada Baja Karbon Medium Setelah Quenching Dengan Media Oli dan Air Garam (NaCl) Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro*. *5*(2), 36–46.

Mochamad, Z. (1979). *Pengaruh Sintering Dengan Quenching Media Pendingin Aird, Air Garam, dan Oli SAE 30 Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Pada Paduan Besi-Karbon BjTP24*. 1–5.

Nugroho, S., & Haryadi, G. D. (2005). *PENGARUH MEDIA QUENCHING AIR TERSIRKULASI (CIRCULATED WATER) TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN PADA BAJA AISI 1045*. *7*, 19–23.

Pramono, A. (2011). Karakterisrik Mekanik Proses Hardening Baja AISI 1045 Media Quenching Untuk Aplikasi Sprochet Rantai. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, *5*(1), 32–38. www.uddeholm.com,

Rifai, D., Abdalla, A. N., Khamsah, N., Aizat, M., & Fadzli, M. (2016). Subsurface defects evaluation using eddy current testing. *Indian Journal of Science and*

Technology, *9*(9). https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i9/88724

Sifa, A., & Endarmawan, T. (2013). *Permodelan Impak Test dengan Metode Charpy*. *08*, 185–188. https://jurnal.unismabekasi.ac.id/index.php/jitm/article/view/735

Totten, G. E., Dossett, J. L., & Kobasko, N. I. (2018). Quenching of Steel. *Steel Heat Treating Fundamentals and Processes*, *2010*, 91–157. https://doi.org/10.31399/asm.hb.v04a.a0005824

Wasim, M., Li, C. Q., Robert, D., & Mahmoodian, M. (2020). Fracture toughness degradation of cast iron due to corrosive mediums. *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, *186*(July), 104151. https://doi.org/10.1016/j.ijpvp.2020.104151

When, M., & Steel, C. (2011). Myth and Methodology When Comparing Steel Standards. *Comparative and General Pharmacology*, 1–19.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

KAJIAN EKSPLORASI ETNOMATEMATIKA PADA CANDI BANYUNIBO SERTA RELEVANSI MATERI GEOMETRI DAN SISTEM KOORDINAT

Joachim Airlangga N. Putra[1], Kevin Jeremy Dirgantara Pakpahan[2*], Rizky Karthenz P[3]
Universitas Sanata Dharma
**Email: pakpahanjeremy26@gmail.com*

Abstrak

Penelitian ini merupakan penelitian kajian etnomatematika pada Candi Banyunibo. Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan wawasan baru mengenai Candi Banyunibo dari sisi matematika. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif eksploratif, yaitu penelitian yang digunakan untuk menggali secara luas tentang unsur-unsur matematika yang terdapat dalam Candi Banyunibo. Data dikumpulkan melalui observasi, dokumentasi peneliti, dan kajian pustaka. Data yang dikumpulkan akan dikelompokkan ke dalam 6 aktivitas fundamental matematika, yaitu *menghitung, menempatkan, mengukur, merancang, bermain,* dan *memberikan penjelasan*. Hasil dari penelitian menunjukkan terdapatnya unsur-unsur matematika seperti bentuk-bentuk bangun datar dan materi sistem koordinat kartesius. Aktivitas ini terdiri dari *menghitung* digunakan untuk menghitung banyaknya candi, *menempatkan* digunakan untuk menentukan posisi-posisi candi ke dalam sistem koordinat kartesius, *mengukur* digunakan untuk mengukur luas candi induk, *merancang* digunakan untuk menganalisis bangun datar pada candi, *bermain* digunakan untuk mencari keberadaan bangun datar pada candi, dan *memberikan penjelasan* digunakan untuk mengetahui sejarah pada Candi Banyunibo.

Kata kunci: Aktivitas Fundamental Matematika, Candi Banyunibo, Etnomatematika, Geometri, Sistem Koordinat Kartesius.

Abstract

This research is an ethnomathematical study at Banyunibo Temple. The purpose of this research is to provide new insights about the Banyunibo Temple in terms of mathematics. The research method used is descriptive exploratory research, namely research that is used to explore the mathematical elements contained in the Banyunibo Temple. Data were collected through observation, researcher documentation, and literature review. The data collected will be grouped into 6 fundamental mathematical activities, namely *counting, locating, measuring, designing, playing,* and *explaining*. The results of the study show that there are mathematical elements such as flat shapes and material on the Cartesian coordinate system. This activity consists of *counting* used to count the number of temples, *locating* is used to determine the position of the temple position into the Cartesian coordinate system, *measuring* is used to measure the area of the main temple, *designing* is used to analyze the flat shape of the temple, *playing* is used to find the presence of flat shapes in the temple, and *explaining* used to find out the history of the Banyunibo Temple.

Keywords: Banyunibo Temple, Cartesian Coordinate System, Etnomathematics, Fundamental Mathematical Activities, Geometry.

Pendahuluan

Ilmu matematika tidak hanya dapat dipelajari di lingkungan sekolah. Ilmu matematika merupakan suatu ilmu yang luas yang dapat ditemui dalam berbagai bidang ilmu lainnya, salah satunya adalah ilmu budaya. Penyatuan antara ilmu budaya dengan matematika menghasilkan suatu ilmu baru, yaitu etnomatematika. Etnomatematika berarti suatu cara untuk melihat budaya dengan mengambil sisi matematika. serta praktik-praktik yang dapat memecahkan masalah yang berkaitan dengan aktivitas sehari-hari siswa tersebut. Dalam pembelajaran matematika etnomatematka didefinisikan sebagai matematika yang timbul dan berkembang dalam masyarakat dan sesuai dengan kebudayaan setempat, merupakan pusat proses pembelajaran serta metode pengajaran, sehingga etnomatematika membuka potensi pedagogis yang mempertimbangkan pengetahuan para siswa yang diperoleh dari belajar di luar kelas (Lawrence Shirley, 1995) dalam karangan Wahyuni (2013). Kajian etnomatematika yang dilakukan dalam pembelajaran matematika diatur dalam 6 aktivitas fundamental matematika. Bishop (1988) mengemukakan terdapat 6 *fundamental mathematical activities* (Fundamental Matematika Dasar), yaitu: menghitung, menemukan, mengukur, merancang, bermain, dan memberikan penjelasan.

Salah satu bentuk kebudayaan yang menarik untuk dilihat dari sisi matematikanya adalah bangunan candi. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), candi adalah bangunan kuno yang dibuat dari batu sebagai tempat pemujaan, penyimpanan abu jenazah raja-raja, pendeta-pendeta Hindu atau Buddha pada zaman dahulu. Adapun kata candi sendiri berasal dari nama seoarang dewi maut (*Durga*), yaitu Candika. Karena memiliki kaitan dengan kata Durga, maka cukup banyak masyarakat zaman dahulu yang menyebut candi sebagai makam (Istanto, 2018). Meskipun begitu, penyebutan candi sebagai makam hanya digunakan oleh umat Hindu, sedangkan bagi umat Buddha candi merupakan tempat pemujaan bagi dewa-dewi. Adapun pendapat lain mengatakan, bahwa candi sesungguhnya bukanlah pemakaman, tetapi merupakan bangunan kuil, karena abu yang terdapat dalam pripih di bawah candi merupakan abu kurban hewan-hewan dan bukanlah abu seorang manusia atau raja-raja (Soekmono, 2005).

Bangsa ini memiliki cukup banyak candi yang tersebar di Pulau Jawa, Sumatera, dan Kalimantan. Keberadaan candi ini merupakan akibat dari berkuasanya kerajaan Hindu-Buddha di nusantara para periode abad ke-10 Masehi. Dahulunya candi ini digunakan sebagai tempat peribadatan kepada Dewa dan Dewi oleh umat Hindu atau Buddha. Salah satu candi yang menjadi tempat penyembahan untuk Dewi kesuburan anak adalah Candi Banyunibo.

Candi Banyunibo merupakan candi yang berada di Dusun Cepit, Kecamatan Prambanan, Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Candi Banyunibo merupakan kompleks percandian berlatar belakang agama Buddha. Candi ini terdiri atas satu candi induk yang memiliki pintu masuk menghadap ke barat dan enam candi perwara yang berbentuk stupa disusun berderet, tiga candi perwara di sisi selatan dan tiga candi perwara di sisi timur candi induk.



Gambar 1. Candi Induk pada Kompleks Candi Banyunibo

Candi Banyunibo merupakan salah satu candi yang kaya akan motif hiasan relief pada dinding candinya. Salah satunya adalah pada pintu masuk candi bagian selatan candi terdapat seorang relief laki-laki. Relief tokoh tersebut sudah sedikit rusak dan hanya tersisa bagian tangannya saja. Sementara itu, disebelah kirinya ada seorang pengiring (pariwara) dalam wujud duduk. Tangan kanan di atas paha kanan, dan tangan kiri bersikap seolah-olah melindungi sebuah kantong besar. Menurut para ahli, ciri-ciri dari relief ini digambarkan sebagai Dewa Kurawa atau dewa kekayaan. Adapun motif relief juga banyak ditemukan dibagian lain pada dinding candi.

Adapun penelitian yang dianggap relevan dengan penelitian ini, yaitu penelitian yang dilakukan oleh Jayanti dan Puspasari (2020) dengan judul “Eksplorasi Candi Sanggarahan Tulungagung” menyatakan aspek geometri merupakan bagian matematis yang utama yang terdapat pada candi. Bangunan candi tersebut memiliki unsur bangun ruang dan bangun datar, diantaranya lingkaran, persegi, persegi panjang, dan trapesium, serta mengandung aspek garis dan sudut. Tidak jauh berbeda dengan penelitian sebelumnya, Hardiati (2017) melalui penelitiannya berjudul “Etnomatematika: Aplikasi Bangun Datar pada Candi Muaro Jambi” mengungkapkan nilai-nilai matematika mendasar yang dapat ditemukan dalam bangunan candi adalah mengenai bangun datar segi empat, seperti persegi, persegi panjang, trapesium, dan jajar genjang. Selain dari sisi geometri, dalam penelitian Utami, dkk (2020) yang berjudul “Etnomatematika: Eksplorasi Candi Borobudur” menyatakan Candi Borobudur memiliki suatu keunikan pada angka 9 dan adanya pola-pola bilangan yang dilihat dari jumlah stupa.

Peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai kajian etnomatematika pada Candi Banyunibo, karena candi ini memiliki bentuk yang tidak besar, namun menyimpan cukup banyak unsur-unsur matematika. Penelitian eksplorasi ini bertujuan untuk mengungkap aspek-aspek matematis dari Candi Banyunibo serta relevansinya pada materi geometri dan koordinat kartesius. Aspek-aspek matematis tersebut dikelompokkan kembali ke dalam enam aktivitas fundamental matematika.

Metode

Pada sebuah penelitian ilmiah diperlukan sebuah metode penelitian yang berguna sebagai dasar dalam melakukan penelitian tersebut. Metode penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif eksploratif. Penelitian deskriptif eksploratif merupakan penelitian yang bertujuan untuk menggambarkan keadaan suatu fenomena. Menurut Arikunto (2002) penelitian deskriptif merupakan metode penelitian yang bertujuan untuk menggambarkan atau memaparkan suatu hal, misalnya keadaan, kondisi, situasi, peristiwa, dan kegiatan. Menurut Arikunto penelitian eksploratif merupakan penelitian yang berusaha menggali tentang sebab-sebab terjadinya sesuatu. Penelitian yang bersifat eksploratif juga berusaha menggali pengetahuan baru untuk mengetahui suatu permasalahan yang sedang atau dapat terjadi.

Adapun metode pengumpulan data yang digunakan, ialah observasi langsung, dokumentasi peneliti, dan kajian pustaka. Menurut Zuldafrial (2012) Kegiatan observasi langsung merupakan sesuatu metode pengumpulan data secara langsung yang dilakukan oleh peneliti untuk mengamati gejala-gejala yang diteliti dari suatu objek penelitian. Kegiatan observasi ini dilakukan agar peneliti dapat melihat secara langsung Candi Banyunibo, serta menggali secara mandiri aspek-aspek matematis yang terdapat dalam candi tersebut. Kegiatan observasi langsung ini merupakan bagian terpenting dalam penelitian eksplorasi, karena akan menjamin kevalidan data yang digunakan. Selanjutnya, metode dokumentasi adalah suatu bentuk pengambilan informasi yang berasal dari catatan penting milik suatu lembaga, organisasi, maupun perorangan (Hamidi, 2004). Penelitian ini mengunakan metode pengumpulan dokumentasi untuk pengambilan gambar-gambar Candi Banyunibo yang memuat unsur-unsur matematis. Pengambilan gambar tersebut dilakukan untuk memperkuat hasil penelitian. Adapun menurut Sugiyono (2013), dokumentasi yang dikumpulkan bisa berbentuk tulisan, gambar, hingga karya-karya seseorang. Terakhir metode studi pustaka merupakan metode pengumpulan informasi mengenai penelitian pada Candi Banyunibo dengan cara membaca bahan-bahan literature, seperti buku, jurnal, hingga arsip-arsip budaya.

Hasil dan Pembahasan

Kompleks bangunan Candi Banyunibo terletak di Dusun Cepit, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Candi Banyunibo juga disebut sebagai candi yang sebatang kara. Kesan Candi Banyunibo sebagai candi yang penyendiri ini tidak terlepas dari lokasinya yang cukup terpencil di tengah persawahan milik warga sekitar. Meskipun begitu candi ini tidak benar-benar sendirian, karena terdapat sebuah lapangan pada bagian barat candi yang menjadikan cukup banyak anak-anak dan remaja sekitar yang bermain-main di dekat candi.

Candi Banyunibo merupakan salah satu candi yang memiliki corak agama Budha. Hal itu terlihat dari salah satu relief dalam candi yang memiliki wujud Dewa Kurawa atau dikenal sebagai dewa kekayaan dalam agama Budha. Selain itu, terdapat pula wujud seorang wanita yang dipahat pada relief di sebelah selatan candi dan dikenal sebagai Dewi Hariti. Relief tersebut menggambarkan Dewi Hariti yang sedang dikerumuni oleh anak-anak, Dewi Hariti merupakan salah satu dewa dalam kepercayaan agama Budha yang bisa dianggap sebagai dewi kesuburan, dewi ibu, dan dewi kekayaan.

Candi Banyunibo merupakan salah satu bangunan keagamaan yang bersejarah dan memilik nilai budaya tinggi. Nilai budaya tersebut terlihat dari umur candi yang telah mencapai sepuluh abad dan memiliki keunikan dibandingkan bangunan-bangunan lainnya. Keunikan dari Candi Banyunibo adalah bagian atapnya yang melengkung dan memiliki perwujudan seperti daun teratai. Teratai sendiri merupakan salah satu tanaman yang memiliki arti positif dalam agama Budha, yaitu kebangkitan, cinta, semangat, dan pengetahuan. Pada Candi Banyunibo juga dijumpai banyak ukiran-ukiran berbentuk bunga dan anak-anak kecil. Ukiran-ukiran ini masih terlihat dengan cukup jelas pada dinding-dinding candi. Dinding candi berdiri kokoh dengan berbagai batu berbentuk balok yang memiliki ukuran yang berbeda-beda.

Candi Banyunibo merupakan salah satu candi yang jarang dijadikan objek penelitian. Meskipun begitu, peneliti melihat banyak hal yang dapat diteliti dari Candi Banyunibo, khususnya melalui pendekatan secara matematika. Peneliti menggunakan perspektif matematis dalam melihat keberadaan Candi Banyunibo dan mengeksplorasi unsur-unsur matematis yang terkandung di dalam candi tersebut.

Di dalam bangunan Candi Banyunibo tersebut terdapat aspek-aspek matematis yang dapat diteliti lebih lanjut, yaitu aspek geometri dan aspek aljabar. Aspek geometri yang terdapat pada Candi Banyunibo terlihat dari adanya unsur-unsur bangun datar dan bangun ruangsalah satunya adalah dari stupa yang berbentuk melengkung. Aspek aljabar yang terdapat pada Candi Banyunibo terlihat dari penerapan koordinat kartesius pada kompleks percandian. Kedua aspek-aspek ini akan dibahas lebih lanjut dalam bentuk 6 aktivitas fundamental matematika, yaitu menghitung, mengukur, menempatkan, merancang, bermain, dan memberikan penjelasan.

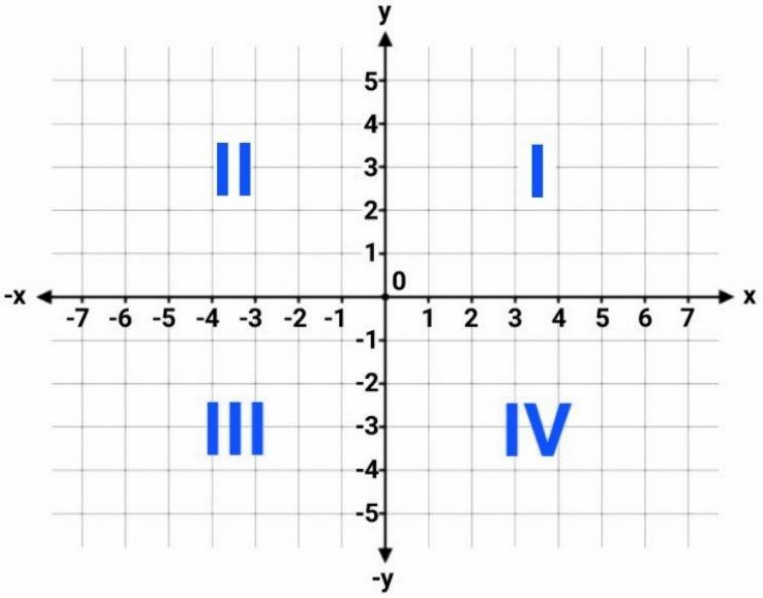
Aktivitas menghitung merupakan aktivitas paling sederhana dan paling awal dalam ilmu matematika. Menghitung memiliki makna yang berkaitan dengan banyaknya jumlah dari sesuatu. Aktivitas menghitung pada Candi Banyunibo dapat dilakukan dengan cara menghitung banyaknya candi induk, candi perwara, jendela, anak tangga menuju selasar candi, serta banyaknya lapisan candi pada bagian atap candi.

Berdasarkan observasi langsung ditemukan beberapa hal sebagai berikut. Pertama, candi induk sebanyak 1 buah dan candi perwara sebanyak 6 buah. Candi induk merupakan candi utama dari kompleks percandian Banyunibo yang memiliki ukuran lebih besar dari candi lain pada kompleks tersebut. Candi perwara merupakan candi berukuran kecil yang selalu ada sebagai pendamping dari candi induk. Kedua, anak tangga yang digunakan untuk menuju selasar candi sebanyak 14 buah anak tangga. Selasar candi merupakan sebuah Lorong yang menghubungkan pintu masuk candi induk dengan suatu ruangan di tengah candi induk. Ketiga, jendela pada candi induk sebanyak 8 buah dengan dua jendela pada setiap dinding candi sisi utara, timur, selatan, dan barat. Keempat, pada ruangan tengah candi induk pada saat peneliti melihat ke arah langit-langit candi terlihat susunan batu seperti piramida yang menyusun atap candi. Susunan-susunan batu ini dapat dihitung dan memiliki lapisan sebanyak 18 lapisan.



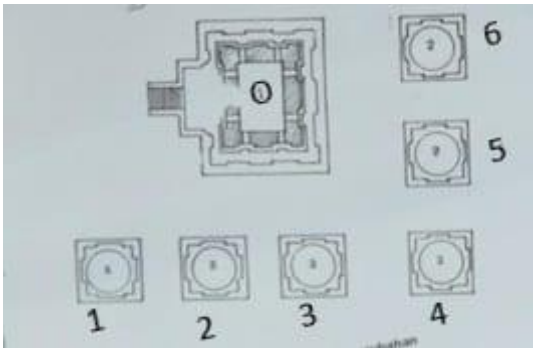
Gambar 2. Lapisan batu penyusun atap candi induk

Aktivitas menempatkan atau menentukan lokasi dalam matematika berawal dari kegiatan berburu. Pemburu biasanya menentukan lokasi tempat hewan buruannya berada. Aktivitas ini dapat diartikan sebagai penentuan titik dari suatu titik tengah bangunan dalam suatu bidang koodinat kartesius. Koordinat kartesius di bentuk dari dua garis bilangan real yang berpotongan tegak lurus dengan titik potongnya disebut sebagai titik asal atau yang biasanya dilambangkan dengan lambang O (0,0). Garis bilangan yang horizontal disebut sebagai garis bilangan *x* dan garis bilangan yang vertikal disebut sebagai garis bilangan *y*. Koordinat kartesius memiliki 4 kuadran dengan kuadran 1 memiliki nilai x positif dan y positif, kuadran 2 memiliki nilai x negatif dan y positif, kuadran 3 memiliki nilai x negatif dan y negatif, kuadran 4 memiliki nilai x positif dan y negatif.



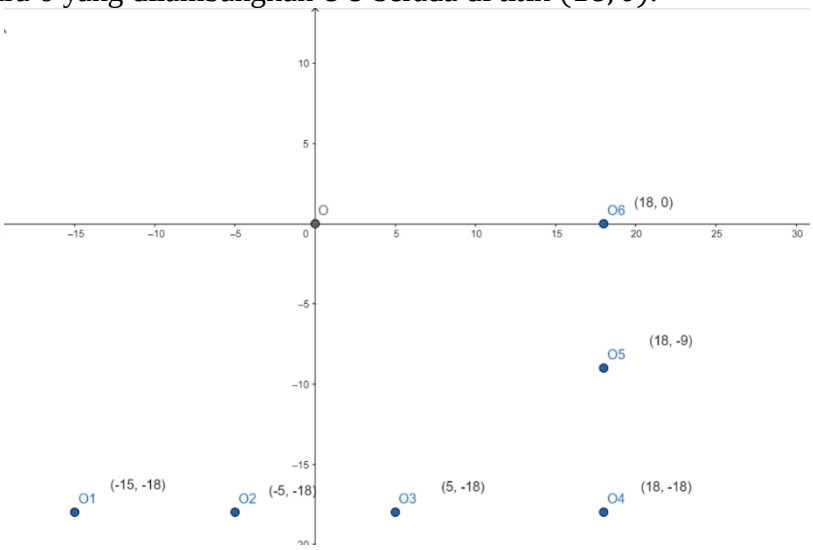
Gambar 3. Kuadran koordinat kartesius
Sumber: Cilacap Klip

Adapun melalui observasi diperoleh hasil bahwa candi induk dari Candi Banyunibo dapat dimisalkan sebagai titik asal atau titik (0,0) pada bidang kartesius, sedangkan candi perwara sebagai titik-titik dalam bidang kartesius yang berada disekitar titik asal. Melalui aktivitas observasi pula diperoleh posisi-posisi candi perwara dalam bidang kartesius. Penentuan titik-titik dari candi perwara didasarkan oleh posisi titik tertengah candi induk terhadap titik tertengah dari candi-candi perwara.



Gambar 4. Penamaan dan penomoran candi
Sumber: observasi pribadi

Perhatikan posisi-posisi candi induk dengan candi perwara melalui gambar 4 di atas. Candi perwara 1 berada 15 meter ke arah kiri titik tertengah candi induk lalu 18 meter ke arah bawah, sehingga candi perwara 1 berada di kuadran 3 dari koordinat kartesius dan candi perwara 1 yang dilambangkan $\boldsymbol{O1}$ berada di titik $(-15, -18)$. Candi perwara 2 berada 5 meter ke arah kiri titik tertengah candi induk lalu 18 meter ke arah bawah, sehingga candi perwara 2 berada di kuadran 3 dari koordinat kartesius dan candi perwara 2 yang dilambangkan $\boldsymbol{O2}$ berada di titik $(-5, -18)$. Candi perwara 3 berada 5 meter ke arah kanan titik tertengah candi induk dan 18 meter ke arah bawah, sehingga candi perwara 3 berada di kuadran 4 dari koordinat kartesius dan candi perwara 3 yang dilambangkan $\boldsymbol{O3}$ berada di titik $(5, -18)$. Candi perwara 4 berada 18 meter ke arah kanan titik tertengah candi induk dan 18 meter ke arah bawah, sehingga candi perwara 4 berada di kuadran 4 dari koordinat kartesius dan candi perwara 4 yang dilambangkan $\boldsymbol{O4}$ berada di titik $(18, -18)$. Candi perwara 5 berada 18 meter ke arah kanan titik tertengah candi induk dan 9 meter ke arah bawah, sehingga candi perwara 5 berada di kuadran 4 dari koordinat kartesius dan candi perwara 5 yang dilambangkan $\boldsymbol{O5}$ berada di titik $(18, -9)$. Candi perwara 6 berada 18 meter ke arah kanan titik tertengah candi induk, sehingga candi perwara 6 berada di kuadran 1 dari koordinat kartesius dan candi perwara 6 yang dilambangkan $\boldsymbol{O6}$ berada di titik $(18, 0)$.



Gambar 5. Koordinat kartesius candi induk dan candi perwara

Aktivitas mengukur berkaitan erat dengan aspek aljabar dalam matematika. Dalam aktivitas mengukur akan dipergunakan operasi-operasi seperti penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian. Pada kegiatan observasi terhadap Candi Banyunibo, peneliti menemui cukup banyak hal-hal yang dapat diukur. Candi induk dari Candi Banyunibo memiliki bentuk bangun ruang seperti balok, sehingga dapat dicari luas alas dan volume (ukuran) dari candi tersebut. Adapun berdasarkan hasil studi Pustaka diperoleh panjang dari alas candi induk sebesar 15,325 meter , lebar dari alas dari candi induk sebesar 14,25 meter, dan tnggi dari candi induk sebesar 14,25 meter sehingga diperoleh luas alas dari candi induk, yaitu $15{,}325\,m \times 14{,}25\,m = 281{,}4\,m^2$ dan volume candi induk, yaitu $15{,}325\,m \times 14{,}25\,m \times 14{,}25\,m = 3112{,}2\,m^3$. Ditemukan pula informasi mengenai tinggi stupa melalui papan informasi yaitu sebesar 3,5 $meter$.

Selanjutnya untuk menghitung jarak dari candi perwara ke candi induk akan digunakan phytagoras sehingga diperoleh jarak untuk setiap candi perwara ke candi induk sebagai berikut pertama, jarak dari candi induk ke candi perwara 1 dengan titik $\boldsymbol{O1}$ $(-15,-18)$, ialah 23,43 meter. Kedua, jarak dari candi induk ke candi perwara 2 dengan titik $\boldsymbol{O2}$ $(-5,-18)$, ialah 18,68 meter. Ketiga, jarak dari candi induk ke candi perwara 3 dengan titik $\boldsymbol{O3}$ $(5,-18)$, ialah 18,68 meter. Keempat, jarak dari candi induk ke candi perwara 4 dengan titik $\boldsymbol{O4}$ $(18,-18)$, ialah 25,45 meter. Kelima, jarak dari candi induk ke candi perwara 5 dengan titik $\boldsymbol{O5}$ $(18,-9)$, ialah 20,12 meter. Keenam, jarak dari candi induk ke candi perwara 6 dengan titik $\boldsymbol{O6}$ $(18,0)$, ialah 18 meter.

Aktivitas merancang dalam matematika memiliki kaitan yang sangat erat dengan geometri. Geometri adalah ilmu yang mempelajari mengenai pengukuran dalam ruang, bentuk-bentuk bangun datar dan bangun ruang. Bangun datar terdiri dari persegi, persegi panjang, belah ketupat, segitiga, lingkaran, layangan, dan trapesium. Bangun ruang terdiri dari balok, kubus, limas, kerucut, bola, dan tabung.

Melalui observasi yang dilakukan di Candi Banyunibo diperoleh bentuk-bentuk bangun datar dan bangun ruang yang tersebar di setiap kompleks percandian. Bentuk-bentuk bangun datar yang diperoleh pada Candi Banyunibo diantaranya; **persegi** adalah bangun datar yang memiliki besar dari keempat sisi yang sama. Bangun datar ini dapat ditemui dengan mudah pada batu-batu penyusun candi induk dan tumpukan batuan pada candi perwara. Bentuk persegi dapat ditemui dengan cukup mudah, karena pada umumnya batuan-batuan yang digunakan untuk mendirikan candi berbentuk balok atau kubus. Susunan batuan yang berbentuk persegi ini menjadikan candi terlihat kokoh, karena sifat balok dan kubus yang menyebabkan ruang diantara batuan-batuan menjadi sempit.



Gambar 6. Persegi pada dinding candi

Selanjutnya, ditemukan pula bentuk bangun datar **persegi panjang.** Persegi panjang adalah bangun datar yang memiliki empat titik yang saling dihubungkan dan memiliki sisi yang berhadapan sama Panjang. Persegi Panjang juga cukup mudah ditemukan pada Candi Banyunibo, karena susunan bebatuan yang banyak berbentuk balok dan candi induk yang berbentuk balok pula.



Gambar 7. Persegi panjang pada sisi selatan candi induk

Bangun datar lain yang terdapat pada Candi Banyunibo adalah **segitiga**. Segitiga merupakan bangun datar yang memiliki tiga titik dan dihubungkan satu sama lain. Panjang sisi dari segitiga tidak haruslah selalu sama. Segitiga terbagi menjadi tiga, yaitu segitiga sama sisi, segitiga siku-siku, dan segitiga sama kaki. Pada Candi Banyunibo bentuk segitiga ini dapat ditemukan pada ukiran yang terdapat di atas jendela.



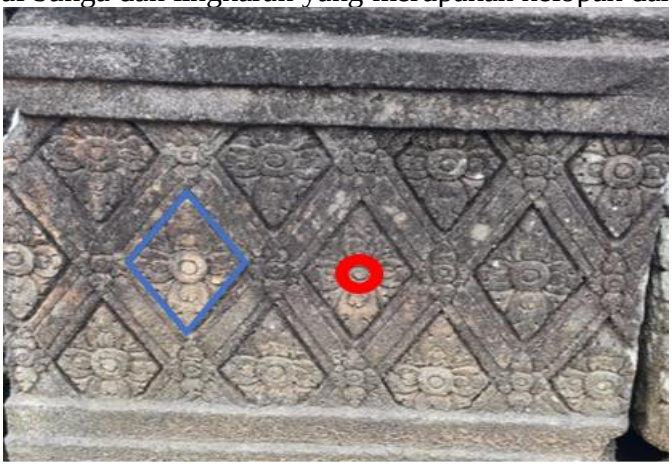
Gambar 8. Segitiga pada sisi atas jendela candi

Kemudian, bangun datar **trapesium** dapat ditemukan pada bagian kaki candi. Trapesium merupakan bangun datar yang memiliki empat buah sisi, yaitu dua buah sisi sejajar yang tidak sama Panjang dan dua buah sisi lainnya tidak sama panjang dan tidak sejajar. Pada bagian kaki candi terlihat bentuk trapesium sama kaki dengan sisi miring yang sama panjang dengan sisi berhadapan yang berbeda ukuran.



Gambar 9. Trapesium pada kaki candi induk

Lalu, bangun datar **belah ketupat** dan **lingkaran** dapat dilihat secara bersama-sama pada ukiran-ukiran yang terdapat pada candi perwara. Belah ketupat adalah bangun datar yang memiliki empat sisi yang sama panjang, namun memiliki dua pasang sudut bukan siku-siku dengan sudut yang saling berhadapan sama besar. Sedangkan lingkaran adalah bangun datar yang dibentuk oleh himpunan titik-titik yang mempunyai jarak sama dari suatu titik tetap, yakni titik pusat. Pada motif yang terdapat dalam candi perwara tersebut dalam bagian tengah belah ketupat terdapat bentuk menyerupai bunga dan lingkaran yang merupakan kelopak dari bunga.



Gambar 10. Belah ketupat dan lingkaran pada motif bunga candi perwara

Aktivitas bermain dalam matematika dapat diartikan sebagai kegiatan belajar yang menyenangkan. Pada Candi Banyunibo dapat dilakukan aktivitas permainan matematika sederhana seperti mencari keberadaan bangun datar pada candi. Dalam kompleks Candi Banyunibo tersebar aspek-aspek geometri seperti bangun datar. Dalam hal ini kita bisa mengajak siswa-siswa bermain sambil belajar dengan mencari dan mengidentifikasi bangun datar pada candi.

Aktivitas penjelasan dalam etnomatematika dapat diartikan sebagai kegiatan menjelaskan mengenai sejarah dan cerita-cerita mengenai objek kajian. Pada Candi Banyunibo, unsur matematika yang terdapat dalam sejarah adalah bilangan tahun dalam tahun berdirinya candi ini. Candi Banyunibo diperkirakan merupakan bangunan keagamaan yang berdiri pada era kerajaan Mataram Kuno. Candi ini diperkirakan di bangun sekitar abad ke-9. Bangunan Candi Banyunibo bukan merupakan bangunan yang original, tetapi telah mendapatkan perubahan karena tertimbun di dalam tanah hingga tahun 1940. Pada tahun 1943 dilakukan penelitian untuk memugarkan kembali bangunan candi induk dari Candi Banyunibo. Namun

candi perwara tidak dapat dipugarkan kembali karena telah dalam kondisi yang rusak berat. Kegiatan pemugaran tahap kedua dimulai kembali pada tahun 1976 dan selesai pada tahun 1978.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian eksplorasi etnomatematika pada Candi Banyunibo dapat disampaikan beberapa kesimpulan sebagai berikut: (1) Candi Banyunibo merupakan salah satu candi yang memuat banyak aspek-aspek matematika, seperti materi geometri dan sistem koordinat kartesius. (2) Aspek-aspek matematis tersebut dikelompokkan ke dalam 6 aktivitas fundamental matematika, yaitu *mengitung, menempatkan, mengukur, meracang, bermain, dan memberikan penjelasan***.** (3) Aktivitas *menghitung* digunakan untuk menghitung banyaknya jumlah candi, anak tangga menuju selasar candi, jendela candi induk, dan lapisan batu penyusun pada candi induk. (4) Aktivitas *menempatkan* digunakan untuk menentukan posisi-posisi candi ke dalam sistem koordinat kartesius. (5) Aktivitas *mengukur* digunakan untuk mengukur luas alas candi induk, volume candi induk, dan jarak candi induk terhadap candi perwara. (6) Aktivitas *merancang* digunakan untuk menganalisis bangun datar apa saja yang terdapat pada Candi Banyunibo. (7) Aktivitas *bermain* digunakan untuk mencari keberadaan bangun datar pada candi. (8) Aktivitas *memberikan penjelasan* digunakan untuk mengetahui sejarah pada Candi Banyunibo melalui tahun ditemukan hingga dipugarkan kembali.

Daftar Pustaka

Arikunto, S. (2002). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Bishop, A. J. (1988). *Mathematical Enculturation. A Cultural Perspective on Mathematics Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.

Hamidi. (2004). *Metode Penelitian Kualitatif: Aplikasi Praktis Pembuatan Proposal dan Laporan Penelitian*. Malang: UMM Press

Hardiati, S. (2017). Etnomatematika: Aplikasi Bangun Datar Segiempat pada Candi Muaro Jambi. *Aksioma: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika UPGRIS Semarang, 8 (2), 99-109.*

Istanto, Riza. (2018). Estetika Hindu pada Perwujudan Ornamen Candi di Jawa. *Jurnal Imaji, 16 (2), 155-161.*

Jayanti, Tety Dwi & Ratih Puspasari. (2020). Eksplorasi Etnomatematika pada Candi Sanggarahan Tulungagung. *JP2M: Jurnal Pendidikan Pembelajaran Matematika, 6 (2), 53-66.*

Soekmono, R. (2005). *Candi: Fungsi dan Pengertiannya*. Tanpa Kota: Jendela Pustaka.

Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Cv. Alfabeta.

Utami, R. N. F., et-al. (2020). *JP3M: Jurnal Penelitian Pendidikan dan Pengajaran Matematika, 6 (1), 13-26.*

Wahyuni, A., et-al. (2013). Peran Etnomatematika dalam Membangun Karakter Bangsa. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika.* ISSN 978 – 979 – 16353 – 9 – 4.

Zuldafrial. (2012). *Penelitian Kualitatif.* Surakarta: Yuma Pustaka.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

KAJIAN ETNOMATEMATIKA DITINJAU DARI AKTIVITAS FUNDAMENTAL MATEMATIS TERHADAP ALAT MUSIK TRADISIONAL ANGKLUNG

Maria Rosaria Kristy[1], Catherine Richelle Hindarto[1], Andreas Satya Bangga Nisa[1*]

[1]Mahasiswa Program Studi S1 Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
*Email: *201414057@student.usd.ac.id*

Abstrak

Indonesia merupakan negara dengan berbagai jenis budaya, seni dan adat istiadat. Beberapa budaya tersebut diakui oleh UNESCO, termasuk Angklung. Angklung merupakan salah satu alat musik khas Jawa Barat yang menggunakan dua sampai empat batang bambu dengan ukuran tertentu yang diikat dengan rotan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membantu siswa menghubungkan hubungan antara angklung dan pembelajaran matematika dan membantu pendidik merancang pembelajaran mereka menurut enam kegiatan dasar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kualitatif dengan menggunakan teknik analisis deskriptif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa enam aspek dasar musik angklung dapat digunakan untuk pembelajaran matematika. Dengan kata lain, pembelajaran matematika melampaui ruang kelas ke dunia luar, budaya lokal. Apalagi penelitian ini menunjukkan bahwa, menurut Bischof, ada dimensi matematis. b) Untuk pengukuran, ukurlah ukuran bambu yang akan digunakan. c) Penempatan meliputi penempatan angklung. d) Desain berisi bentuk angklung. e) Play berisi tentang cara memainkan Angklung. f) Uraian mencakup uraian tentang asal-usul Angklung.

Kata kunci: angklung, budaya, etnomatematika, musik, pendidikan.

ETHNOMATHEMATIC STUDIES REVIEWED FROM THE FUNDAMENTAL MATHEMATICAL ACTIVITY OF ANGKLUNG TRADITIONAL MUSICAL INSTRUMENTS

Maria Rosaria Kristy[1], Catherine Richelle Hindarto[1], Andreas Satya Bangga Nisa[1,*]

[1]Mahasiswa Program Studi S1 Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta

**201414057@student.usd.ac.id*

Abstract

Indonesia is a country with various types of culture, arts and customs. Some of these cultures are recognized by UNESCO, including Angklung. Angklung is a typical West Java musical instrument that uses two to four bamboo sticks of a certain size tied with rattan. The aim of this research is to help students connect the relationship between angklung and learning mathematics and to help educators design their learning according to six basic activities. The method used in this study is a qualitative method using descriptive analysis techniques. The results of this study indicate that the six basic aspects of angklung music can be used for learning mathematics. In other words, learning mathematics extends beyond the classroom to the outside world, the local culture. Moreover, this research shows that, according to Bischof, there is a mathematical dimension. b) For measurement, measure the size of the bamboo that will be used. c) Placement includes the placement of angklung. d) The design contains the form of angklung. e) Play contains information about how to play Angklung. f) The description includes a description of the origin of Angklung.

Keywords: angklung, culture, education, ethnomathematics, music.

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki berbagai macam kesenian tradisional yang kini telah mendunia. Kesenian tersebut ada karena Indonesia memiliki berbagai macam suku, budaya, serta adat istiadat yang beragam. Salah satu kebudayaan yang telah diakui oleh UNESCO adalah Angklung. Dikutip dari laman UNESCO, sejak November 2010, angklung telah terdaftar sebagai *Masterpiece of Oral and Intangible Heritage of Humanity* dari UNESCO sebagai bentuk pengakuan alat musik dari Indonesia. Di Indonesia, Angklung telah dimainkan sejak abad ke-7 oleh orang-orang di daerah Jawa Barat. Tidak hanya di Jawa Barat, Angklung juga dikenal di bagian lain Pulau Jawa. Angklung adalah alat musik tradisional yang dibuat dengan cara merangkai dua batang bambu atau lebih. Nama Angklung berasal dari dua kata Sunda, '*angkleung-angkleung*' yang berarti 'mengambang' dan '*klung*' yang berarti suara yang dihasilkan oleh alat musik. Saat memainkan angklung, dimainkan dengan cara menggoyangkan bambu sehingga timbul getaran di antara bambu dan menghasilkan suara “krung”. Pada zaman dahulu, di Jawa Barat, angklung dimainkan sebagai bentuk pemujaan terhadap Nyai Sri Pohaci sebagai simbol Dewi Kesuburan/Dewi Padi (Nugraha, 2015). Angklung juga digunakan untuk meningkatkan moral prajurit yang berperang, sehingga memainkan alat musik itu dilarang pada masa pemerintahan Hindia Belanda, dan jumlah pemain angklung

saat itu berkurang. Namun, kini angklung tidak hanya digunakan untuk keperluan tradisional, tetapi juga sebagai bentuk pelestarian budaya di Indonesia untuk menemani kegiatan atau belajar bersama di sekolah dan di masyarakat.

Budaya Indonesia ini juga dapat dieksplorasi dan dipraktikkan di kelas matematika. Menurut Wahyuni, dkk (2013) dan Lubis, dkk (2018), pembelajaran berbasis budaya dibagi menjadi tiga jenis, yaitu belajar tentang budaya, belajar dengan budaya, dan belajar melalui budaya. Pembelajaran berbasis budaya merupakan strategi untuk menciptakan lingkungan belajar dan merancang pengalaman belajar yang mengintegrasikan budaya sebagai bagian dari proses pembelajaran (Sutarno, 2012). Pembelajaran berbasis budaya didasarkan pada pengakuan budaya sebagai bagian mendasar dari pembentukan, ekspresi dan transmisi ide dan pengembangan pengetahuan. Selain itu, Sutarno (2012) berpendapat bahwa pembelajaran berbasis budaya merupakan kombinasi proses dan hasil belajar bagi siswa untuk menerima pengalaman belajar kontekstual dan materi perseptual untuk memahami konsep-konsep pengetahuan dalam budaya (etnis) lokal mereka. Hal ini dibahas dalam etnomatematika sebagai ilmu budaya. Nilai budaya perlu dipelajari dan ditanamkan kepada setiap orang agar mereka dapat memahami, memaknai, dan menghargai pentingnya budaya bagi kehidupan mereka (Fajriyah, 2018). Etnomatematika pertama kali diperkenalkan pada tahun 1977 oleh seorang matematikawan Brazil bernama D'Ambrosio. Ia mengemukakan bahwa *ethnomathematics* adalah pembelajaran matematika yang memperhitungkan pertimbangan budaya, dan bahwa matematika muncul dari pemahaman penalaran dan sistem matematika yang digunakan (dalam Wahyuni, et al., 115:2013). Di sisi lain, menurut Bourton, etnomatematika mencakup gagasan, pemikiran, dan praktik matematika yang dikembangkan oleh semua budaya. Etnomatematika juga dapat diartikan sebagai matematika yang diterapkan dan dipraktikkan oleh budaya, profesi, dan sebagainya tertentu (Sawroedi, 2018 dan Gerdes dalam Tandilling, 2013). Etnomatematika memerlukan interpretasi yang dinamis, yaitu selalu berkembang mengikuti perkembangan dunia pendidikan (Marsigit, 2018). Angklung adalah salah satu budaya Indonesia yang dapat dipelajari dalam etnomatematika untuk memperoleh kajian kegiatan matematika dasar yang dapat digunakan dalam pembelajaran matematika. Matematika Etnis Alat Musik Tradisional Angklung dirancang untuk meningkatkan minat siswa dalam melestarikan budaya dan belajar matematika.

Menurut D'Ambrosio (1985) dalam Rudhito (2020), etnomatematika adalah matematika yang dipraktikkan oleh kelompok budaya tertentu seperti masyarakat adat, kelompok kerja, anak-anak usia tertentu, dan profesional. D'Ambrosio juga mempertimbangkan konsep yang lebih luas dari istilah etnisitas dari semua kelompok budaya, termasuk jargon, kode, simbol, mitos, dan bahkan spekulasi. Dengan kata lain, etnomatematika adalah bentuk matematika yang terintegrasi secara budaya. Menurut Bishop (1997) dalam Rudhito (2020), ide-ide matematika adalah produk dari berbagai proses, dan sifat-sifat produk ini dapat sangat bervariasi antar budaya. Setiap daerah di Indonesia memiliki budaya tersendiri yang berkembang di daerahnya masing-masing. Salah satu daerah yang memiliki keunikan budaya adalah Jawa Barat, khususnya Pasundang. Pasundan Jawa Barat memiliki alat musik tradisional yang unik, yaitu angklung. Menurut Bishop (1997),

terdapat hubungan etnomatematika antara instrumen angklung dan aktivitas matematika dasar. Ada enam kegiatan matematika dasar dalam matematika rakyat: menghitung, mengukur, menemukan, merancang, bermain, dan menjelaskan. Artikel ini membuka pembahasan untuk mempelajari enam aktivitas matematika dasar pada alat musik tradisional Angklung. Hal ini relevan dengan pembelajaran matematika, khususnya penerapannya dalam bahan ajar geometri. Kami berharap penelitian ini dapat membantu siswa mengaitkan hubungan antara alat musik tradisional (angklung) dengan pembelajaran matematika, dan agar pendidik dapat merancang kegiatan pembelajaran sesuai dengan enam kegiatan dasar matematika yang telah dijelaskan sehingga dapat dipelihara dan digunakan sebagai alat bantu ajar dalam pembelajaran khususnya pembelajaran matematika.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode penulisan kualitatif. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji informasi terkait etnomatematika berupa alat musik tradisional Angklung. Subjek penelitian adalah alat musik tradisional Angklung dan akan dikaji dari sudut pandang matematis. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah penelusuran kepustakaan dan dokumentasi. Proses analisis data dalam penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap. Tahap pertama adalah tahap pengumpulan data dimana peneliti mengumpulkan berbagai informasi melalui studi dokumentasi perpustakaan. Tahap kedua adalah reduksi data. Peneliti merangkum dan memilih data penting dari dokumen dan survei literatur yang dapat menjawab pertanyaan dari rumusan masalah. Tahap ketiga adalah penyajian data. Peneliti mengorganisasikan data secara sistematis, mengelompokkan data berdasarkan uraian masalah untuk membantu menarik kesimpulan. Tahap keempat adalah penarikan kesimpulan. Kemudian memeriksa data yang disajikan untuk menarik kesimpulan dan menjawab pertanyaan yang ada.

Hasil dan Pembahasan

Filosofi Angklung

Angklung adalah indera musik tradisional warga Jawa Barat. Berdasarkan Karuhun Urang Sunda (dalam Rosydiana, 2017), Angklung menggambarkan kehidupan manusia. Angklung yang memiliki dua tabung menggambarkan manusia yang tidak dapat hidup sendiri dan perlu bersosialisasi untuk mencapai tujuan atau cita-cita hidupnya. Tabung besar dan kecil menggambarkan manusia yang memiliki batasan-batasan tertentu, tetapi mampu beriringan untuk mencapai tujuan bersama.

Alat musik angklung umumnya dimainkan dengan cara digoyangkan akan membentuk bunyi yang tidak selaras tergantung panjang dan tinggi setiap angklung. Lebar dan tinggi tabung atau bambu ini menciptakan resonansi yang

tidak selaras sebagai akibatnya suara yang disebabkan menurut setiap tabung tidak selaras. Angklung terbuat dari bambu. Jenis bambu yang dipakai umumnya merupakan bambu hitam (awi wulung). Angklung terdiri menurut dua, tiga, atau empat tabung bambu yang digantung dalam bingkai. Asal usul nama angklung sendiri asal menurut Bahasa Sunda yaitu terdiri menurut dua kata, yaitu “*angkleung-angkleung*” yang berarti pada apung-apung dan “*klung*” yang merupakan bunyi yang didapatkan indera musik tersebut. Dalam permainannya, Angklung dimainkan dengan cara digoyangkan sebagai akibatnya terjadi getaran antara satu bambu dengan bambu yang lain dan akan membentuk bunyi “*klung*”.

Dibalik berdiri usul nama angklung, ada tokoh inovator angklung yaitu Daeng Soetigna. Berkat Daeng Soetigna, angklung yang semula adalah indera musik sederhana, yang pada awalnya hanya dimainkan sang pengemis buat menerima perhatian, lalu sebagai indera yang efektif pada pedagogi di kelas.

Ada 2 jenis angklung, yaitu angklung tradisional dan angklung Padaeng terkini (Budi, 2017). Angklung tradisional memakai tangga nada pentatonis da-mi-na-ti-la. Awalnya angklung ini hanya dipakai pada upacara adat, pesta panen, dan lain-lain. Pada tahun 1938, musisi Daeng Soetigna memperkenalkan angklung memakai tangga nada diatonis. Angklung ini dikenal menjadi angklung Padaeng atau angklung Padaeng terkini yang merupakan output pengembangan menurut angklung tradisional yang memakai tangga nada do-re-mi-pa-so-la-si (C-D-E-F-G-A-B). Secara fisik, konsep angklung seperti menggunakan konsep pipa organa tertutup. Menurut output percobaan, apabila tabung bambu pendek digoyangkan maka frekuensi bunyinya akan semakin rendah, sedangkan kebalikannya semakin panjang maka frekuensi bunyinya akan semakin tinggi. Dengan begitu, permainan angklung wajib memperhatikan kolaborasi dan saling menghormati satu sama lain. Apabila hal ini dilewatkan, maka permainan angklung yang baik tidak akan terwujud.

Aktivitas Fundamental Matematis dalam Alat Musik Angklung

1. Menghitung (*Counting*)

   Berdasarkan penelitian Putri dan Rizky (2012) dan Firsty dan Hapidin (2018), Angklung dapat dijadikan sarana untuk belajar menghitung angka dan melakukan kegiatan berhitung dengan menyelidiki hubungan antara suara "do re mi fa so la si do" dan angka. Dalam kegiatan ini, guru mendorong siswa untuk mengenal, menghitung dan memahami huruf dan angka. Oleh karena itu, permainan angklung dengan buku catatan angka termasuk dalam kegiatan hitung menghitung dalam matematika. Setiap angklung diberi nomor 1 2 3 4 5 6 7 atau C D E F G A B untuk menunjukkan nomor nada do re mi fa so la si do (do tinggi). Dalam permainan angklung, ketika seorang pemain angklung akan mulai bermain, instruktur biasanya memberikan simbol berupa kode tangan dalam

permainan. Misalnya angklung berbunyi 1 (do) saat tangan dikepal, 2 (re) saat tangan di atas angklung, dan 3 (mi) saat tangan di depan angklung. dan seterusnya.

2. Menempatkan (*Locating*)

Menyusun penempatan angklung menurut yg mini ke akbar ataupun sebaliknya. Angklung akan ditata sedemikian rupa menggunakan urutan nadanya yaitu dimulai menurut do rendah sampai do tinggi (Gambar 1). Penataan ini bertujuan supaya lebih gampang pada memainkannya & mengingat nadanya. Ketika angklung diletakkan secara acak, maka pemain akan merasa gundah lantaran nada angklung nir berurutan.



Gambar 11. Urutan Letak Nada Angklung dalam Satu Set Angklung (Sumber: detik.com)

3. Mengukur (*Measuring*)

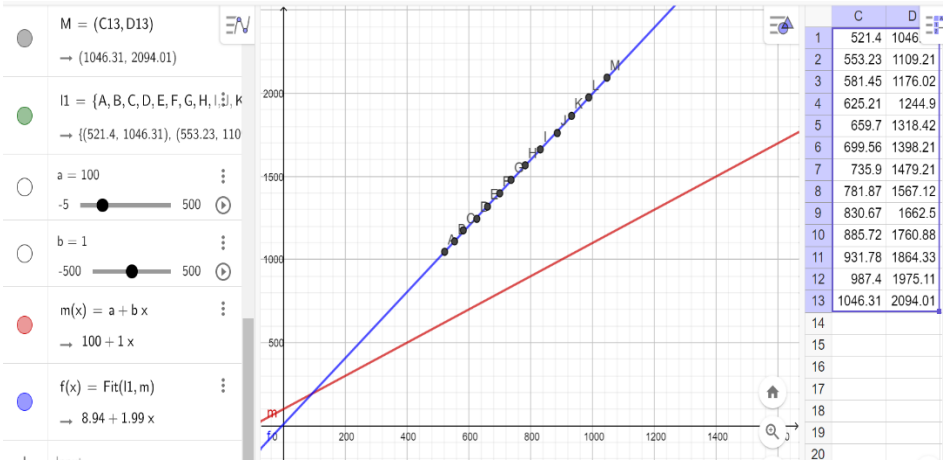
Mengukur panjang bambu yang digunakan untuk membuat angklung dengan nada tertentu. Bunyi yang dihasilkan juga tergantung pada panjang tabung resonansi, jika tabung resonansi pendek digoyangkan maka frekuensi suara yang dihasilkan tinggi dan jika tabung resonansi panjang digoyangkan, maka frekuensi suara yang dihasilkan rendah. Frekuensi tinggi dan rendah yang dihasilkan oleh angklung bergantung pada tinggi tabung, tinggi tabung resonansi, dan diameter tabung.

No	A	B	C	D	E	F	G
1	C 5	521.4	1046.31	44.1	28.1	4.4	3.6
2	Cis 5	553.23	1109.21	42.5	27.3	4.3	3.5

3	D 5	581.45	1176.02	40.5	26.1	4.2	3.4
4	Dis 5	625.21	1244.9	39.1	25.3	4.2	3.4
5	E 5	659.7	1318.42	38.2	24	4.1	3.2
6	F 5	699.56	1398.21	36.4	23.1	4.1	3.1
7	Fis 5	735.9	1479.21	35.7	22.3	4	3.1
8	G 5	781.87	1567.12	34	21.5	3.9	3
9	Gis 5	830.67	1662.5	33	20.4	3.9	3
10	A 5	885.72	1760.88	31.2	19.1	3.8	2.8
11	Ais 5	931.78	1864.33	30.5	18.2	3.7	2.8
12	B 5	987.4	1975.11	29.1	17.2	3.7	2.6
13	C 6	1046.31	2094.01	28.1	16.1	3.6	2.3

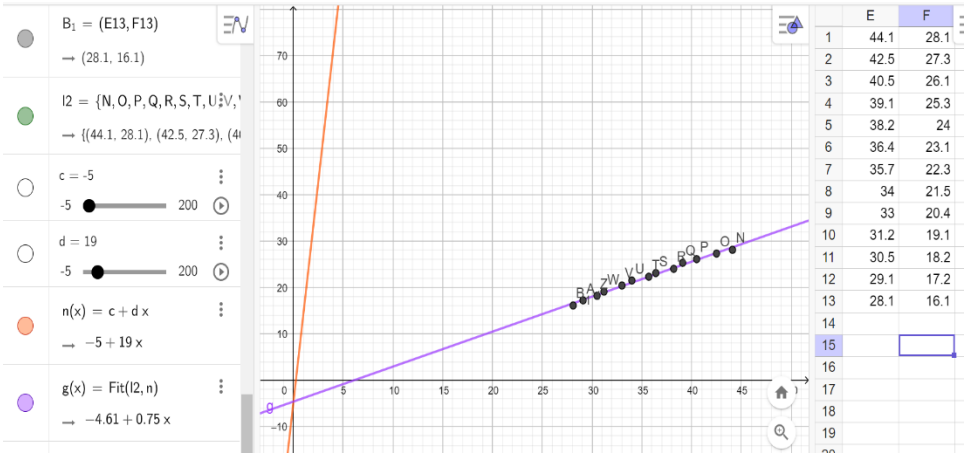
Tabel 1. Frekuensi dan Ukuran Tabung Besar dan Kecil pada Angklung

Keterangan : A : Nada, B : Frekuensi tabung besar, C : Frekuensi tabung kecil, D : Tinggi tabung besar, E : Tinggi tabung kecil, F : Diameter bambu besar, G : Diameter bambu kecil.



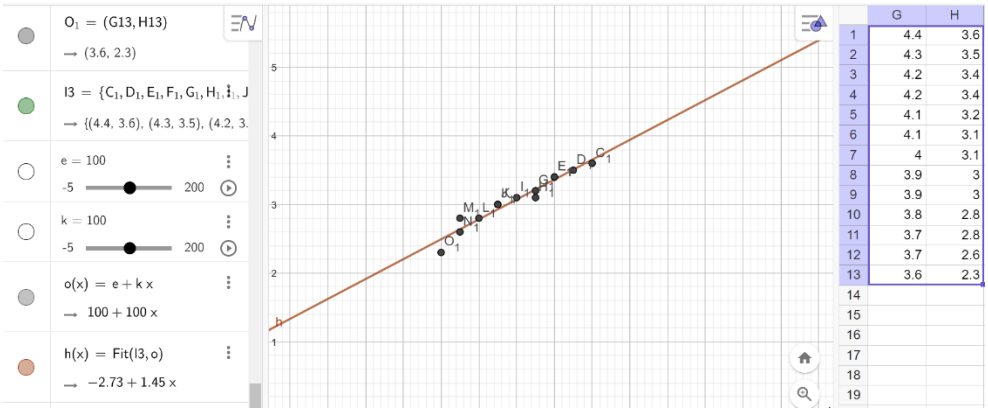
Gambar 12. Grafik Perbandingan Frekuensi Tabung Besar dan Kecil

Pada gambar 2 di atas, menunjukkan hasil plot perbandingan frekuensi tabung besar dengan frekuensi tabung kecil. Dari hasil plot tersebut menghasilkan sebuah grafik $f(x) = 1.99x + 8.94$ yang paling mendekati representasi plot titik tersebut.



Gambar 13. *Grafik Perbandingan Tinggi Tabung Besar dan Kecil*

Pada gambar 3 di atas, menunjukkan hasil plot perbandingan tinggi tabung besar dan kecil. Dari hasil plot tersebut menghasilkan sebuah grafik $g(x) = 0{,}75x - 4{,}61$ yang paling mendekati representasi plot titik tersebut.



Gambar 14. Grafik Perbandingan Diameter Tabung Besar dan Kecil

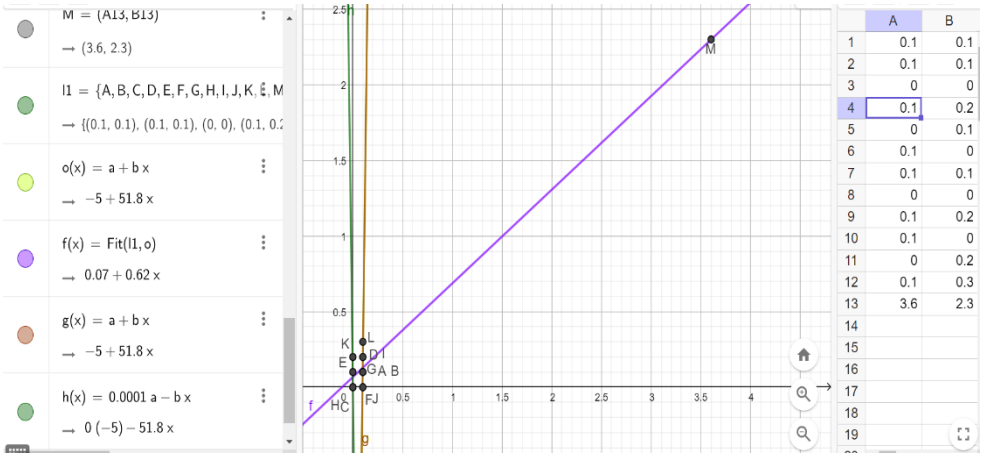
Pada gambar 4 di atas, menunjukkan hasil plot perbandingan diameter tabung besar dan diameter tabung kecil pada angklung. Dari hasil plot tersebut menghasilkan sebuah grafik $h(x) = 1.45x - 2.73$ yang paling mendekati representasi plot titik tersebut.

Berdasarkan hasil plot titik-titik selisih antara diameter tabung besar dan diameter tabung kecil, serta selisih tinggi tabung besar dan selisih tinggi tabung kecil, secara matematis dapat dituliskan seperti pada Tabel 2 berikut ini. Tabel tersebut menunjukkan adanya perbedaan (selisih) antara nada satu dengan nada setelahnya (nada sebelahnya) pada setiap diameter bambu besar, diameter bambu kecil, tinggi tabung besar, dan tinggi bambu kecil.

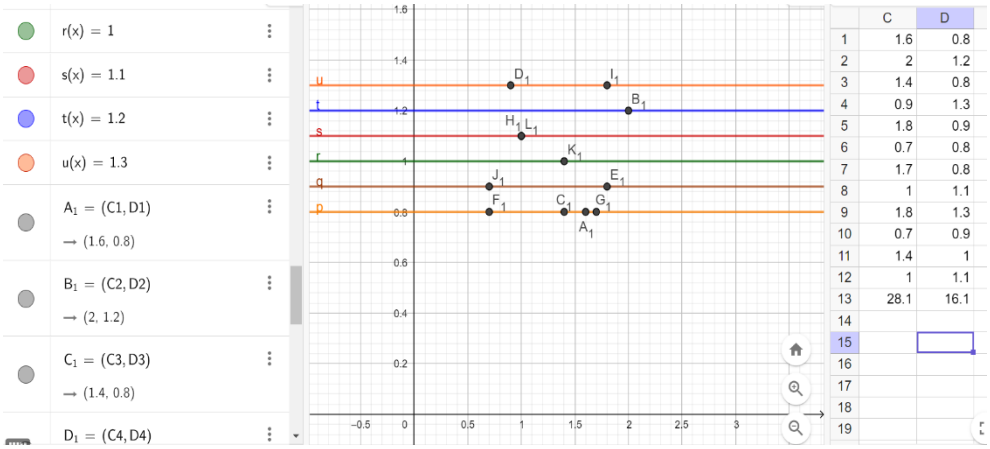
Tabel 2. Selisih Diameter dan Tinggi Tabung Angklung

No	Nada	Selisih Diameter Bambu Besar	Selisih Diameter Bambu Kecil	Selisih Tinggi Tabung Besar	Selisih Tinggi Tabung Kecil
1	C 5	0.1	0.1	1.6	0.8
2	Cis 5	0.1	0.1	2S	1.2
3	D 5	0	0	1.4	0.8
4	Dis 5	0.1	0.2	0.9	1.3
5	E 5	0	0.1	1.8	0.9
6	F 5	0.1	0	0.7	0.8
7	Fis 5	0.1	0.1	1.7	0.8
8	G 5	0	0	1	1.1
9	Gis 5	0.1	0.2	1.8	1.3
10	A 5	0.1	0	0.7	0.9
11	Ais 5	0	0.2	1.4	1
12	B 5	0.1	0.3	1	1.1
13	C6	3.6	2.3	28.1	16.1

Apabila hasil perhitungan tabel di atas ingin kita lihat letak posisi pada bidang kartesius, maka dengan cara memplotkan titik-titik yang ada, dapat diperoleh seperti pada Gambar 5 dan Gambar 6 berikut ini.



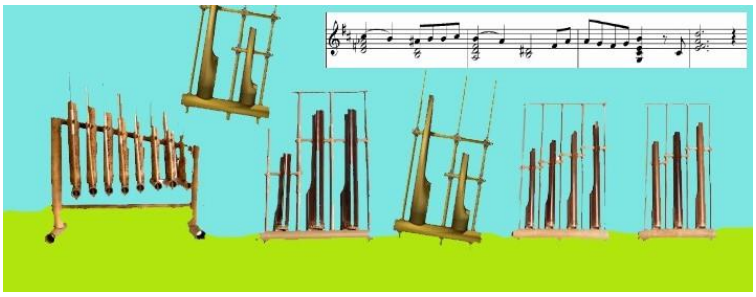
Gambar 15. Plot Titik Selisih Diameter Bambu Besar dan Selisih Diameter Bambu Kecil



Gambar 16. Plot Tiik Selisih Tinggi Tabung Besar dan Selisih Tinggi Tabung Kecil

4. Mendesain (*Designing*)

Membuat angklung dengan ukuran tertentu dapat menciptakan bunyi yang berbeda dari ukuran lainnya. Ada perbandingan atau rasio panjang bambu dalam membuat angklung. Pemasangan angklung pun di desain berbeda tinggi. Satu bambu panjang akan dipasangkan dengan satu bambu pendek. Hal ini bertujuan untuk menciptakan suara yang harmonis. Pemasangan bentuk bammbu dapat dilihat pada gambar 7 berikut ini.



Gambar 17. Angklung dengan Berbagai Ukuran (Sumber: Mbludus.com)

5. Bermain (*Playing*)

Aktivitas bermain berkaitan dengan menggunakan cara bermain angklung. Apabila digoyangkan maka Angklung akan berbunyi harmonis sesuai frekuensi dan ukuran Angklung. Memainkan sebuah angklung sangat mudah. Seseorang hanya tinggal memegang rangkanya dalam galat satu tangan (umumnya tangan kiri) sebagai akibatnya angklung tergantung bebas, dan interim tangan lainnya (umumnya tangan kanan) menggoyangnya sampai berbunyi. Dalam hal ini, terdapat 3 teknik dasar menggoyang angklung: (1) Kurulung (getar), adalah teknik paling sering dipakai, yaitu tangan kanan memegang tabung dasar dan menggetarkan ke

kiri-kanan berkali-kali selama nada ingin dimainkan (Gambar 8). (2) Centok (sentak), merupakan teknik pada mana tabung dasar ditarik dengan cepat oleh jari ke telapak tangan kanan, sebagai akibatnya angklung akan berbunyi sekali saja (staccato). (3) Tengkep, cara memainkannya seperti kurulung tetapi galat satu tabung ditahan nir ikut bergetar. Pada angklung melodi, teknik ini mengakibatkan angklung mengeluarkan nada murni (satu nada melodi saja, nir 2 misalnya umumnya). Sementara itu dalam angklung akompanimen mayor, teknik ini dipakai buat memainkan akord mayor (tiga nada), karena apabila nir ditengkep yg dimainkan merupakan akord mayoritas septim (4 nada).



Gambar 18. Teknik Kurulung (Sumber: NNC Indonesia)

6. Menjelaskan (*Eksplaning*)

Angklung merupakan salah satu kerajinan tangan yang membutuhkan bahan baku bambu dengan proses pembuatan yang sangat rumit dan persyaratan khusus. Hal ini karena angklung merupakan alat musik dan produk yang dihasilkan berupa bunyi yang berirama. Kualitas bahan baku dan tahapan proses mempengaruhi suara yang dihasilkan angklung dan daya tahannya. Angklung terbuat dari bambu dan menghasilkan nada yang harmonis. Bambu dipilih sebagai bahan dasar karena dulunya melimpah di Jawa Barat, dan dilihat dari fungsinya, alat musik angklung lebih dihargai daripada bambu sebagai perantara untuk berterima kasih kepada dewi atas panen yang baik. Namun, tidak semua jenis batang bambu dapat digunakan sebagai bahan dasar angklung. Pohon bambu yang biasa digunakan untuk membuat alat musik adalah bambu hitam (*Gigantochloa atroviolaceae Widjaya*). Bambu ini terkenal dengan struktur seratnya yang sangat bagus dan kuat. Oleh karena itu, bambu hitam ini sering menjadi bahan utama pembuatan alat musik tradisional, kerajinan tangan dan mebel. Berdasarkan uraian tersebut, instrumen angklung dapat dikaji secara matematis untuk menjelaskan mengapa bambu digunakan sebagai bahan dasar pembuatan angklung.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, peneliti dapat menyimpulkan bahwa angklung pertama kali muncul dipopulerkan oleh Daeng Soetigna. Asal usul angklung sendiri adalah berasal dari Bahasa Sunda yaitu terdiri dari 2 kata, yaitu *“angkleung-angkleung”* yang berarti di apung-apung dan *“klung”* yang merupakan suara yang dihasilkan alat musik tersebut. Selain itu dalam pembuatan angklung tidak bisa sembarangan. Setiap pengrajin sudah memiliki ukuran standar dalam pembuatannya. Kemudian bambu yang digunakan juga khusus tidak bisa sembarang bambu dapat digunakan. Sifat angklung yang kolaboratif, mendukung permainan angklung untuk melakukan kerja sama, saling menghormati antar pemain, disiplin, tanggung jawab dan konsentrasi.

Secara teknis, ciri-ciri angklung juga tersirat aspek geometris dalam matematika, seperti diameter tabung, tinggi tabung, dan panjang angklung. Dari hasil penelitian ini, menunjukkan juga bahwa kehadiran etnomatematika dalam pembelajaran matematika memberikan suasana baru. Pembelajaran matematika tidak hanya sebatas dari dalam kelas tetapi dunia luar ikut berinteraksi dengan budaya sekitar.

Saran

1. Menggali lebih dalam mengenai alat musik tradisional untuk mengetahui lebih detail alat musik yang memiliki unsur mstematika.
2. Diharapkan dapat menggunakan etnomatematika yang telah ditemukan dalam penelitian sebelumnya sebagai bahan pengembangan bahan ajar siswa.

Daftar Pustaka

Andarini, F.F., dkk. (2019). ETNOMATEMATIKA PADA ALAT MUSIK TRADISIONAL BANYUWANGI SEBAGAI BAHAN AJAR SISWA. Kadikma 10(1): 45-55

Badruzzaman, F.H., dkk. (2022). Etnomatematika Dalam Angklung dan Karakteristiknya. Jurnal Matematika 21(1): 43-48

Budi, D. S. U. (2017). Modifikasi Angklung Sunda. Resital: Jurnal Seni Pertunjukan (Journal of Performing Arts), 18(1), 43-52.

Fajriyah, E. (2018, February). Peran etnomatematika terkait konsep matematika dalam mendukung literasi. In PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika (Vol. 1, pp. 114-119).

Fajriyah, Euis. (2018). Peran Etnomatematika Terkait Konsep Matematika dalam Mendukung Literasi. Prisma 1, 114-119

Hall, Jonas & Lingefjärd, Thomas. Mathematical Modeling: Applications with GeoGebra™. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Hidayatulloh, N., dan Hariastuti, R.M. (2018). KAJIAN ETNOMATEMATIKA ANGKLUNG PAGLAK BANYUWANGI. Aksioma 7(3): 380-389

Lubis, S. I., Mujib, A., & Siregar, H. (2018). Eksplorasi etnomatematika pada alat musik Gordang Sambilan. Edumatika: Jurnal Riset Pendidikan Matematika, 1(2), 1-10.

M., Rosida Rakhmawati. (2016). Aktivitas Matematika Berbasis Budaya pada Masyarakat Lampung. Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika 7(2), 221 - 230

Marsigit, Rahayu Condromukti, Dafid Slamet Setiana, Sylviyani Hardiarti. (2018). Pengembangan Pembelajaran Matematika Berbasis Etnomatematika. Seminar Nasional Etnomatnesia Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.

Nugraha, A., Bandung, P. S. K. I., & Buahbatu, J. (2015). Angklung tradisional Sunda: Intangible, cultural heritage of humanity, penerapannya dan pengkontribusiannya terhadap kelahiran angklung Indonesia. Jurnal awi laras, 2(1), 1-23.

Putri, K., & Rizky, D. (2012). Pembelajaran angklung menggunakan metode belajar sambil bermain. Harmonia Journal of Arts Research and Education, 12(2), 62485.

Rosyadi. (2012). ANGKLUNG: DARI ANGKLUNG TRADISIONAL KE ANGKLUNG MODERN. Patanjala 4(1): 26-40.

Rosydiana, E. (2018). Meningkatkan kecerdasan musik melalui permainan angklung di PAUD Aulia. Yaa Bunayya: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini, 1(2), 53-64.

Sarwoedi, S., Marinka, D. O., Febriani, P., & Wirne, I. N. (2018). Efektifitas etnomatematika dalam meningkatkan kemampuan pemahaman matematika siswa. Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia, 3(2), 171-176.

Sjamsuddin, Helius dan Winitasasmita, Hidayat. (1986). DAENG SOETIGNA Bapak Angklung Indonesia. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.

Sulaiman, Herri. (2019). AKTIVITAS MATEMATIKA BERBASIS BUDAYA PADA MASYARAKAT PESISIR DI PASAR IKAN GEBANG KABUPATEN CIREBON. MaPan 7(1), 61-73

UNESCO. Indonesian Angklung. diakses melalui https://ich.unesco.org/en/RL/indonesian-angklung-00393 (27 September 2022).

Wahyuni, A., Tias, A. A. W., & Sani, B. (2013, November). Peran etnomatematika dalam membangun karakter bangsa. In Makalah Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika, Prosiding, Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY, Yogyakarta: UNY (Vol. 1, No. 1).

Wulandari, I G. A. Pt. Arya dan Puspadewi, Kadek Rahayu. (2016). BUDAYA DAN IMPLIKASINYA TERHADAP PEMBELAJARAN MATEMATIKA YANG KREATIF. Jurnal Santiaji Pendidikan 6(1), 31-37.

Yudanti, E., Satiti, Y. E. J. R., & Angeline, M. I. (2022). Eksplorasi Etnomatematika Terkait Aktivitas Fundamental pada Rumoh Aceh. PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika 5, 234-243.

KAJIAN ETNOMATEMATIKA PADA ALAT MUSIK TRADISIONAL BONANG BARUNG DAN BONANG PENERUS

Eryko Putri Niki Haryanto[1*], Agnes Angesti[1], Margareta Serina Ariyani Putri[2]

[1]Undergraduate Student of Mathematics Education Study Program, Faculty of Teacher Training and Education, Sanata Dharma University, Yogyakarta
*Email: *erykoputri12@icloud.com*

Abstract

Indonesia is a country that is rich in diversity. The tribes in Indonesia live with various backgrounds, cultures, mindsets, behaviors, and also different education. These cultural differences make Indonesia a unique country and uphold cultural values. One of the cultures that can be used to learn mathematics is the traditional musical instrument Bonang. The objectives of the study were (1) to describe the characteristics of the bonang barung and bonang successor musical instruments (2) to describe the mathematical elements contained in the bonang barung and bonang successor musical instruments based on 6 fundamental activities according to Bishop. This research is a descriptive qualitative research with an ethnographic approach. Data collection methods used by conducting interviews, observations, literature studies, and documentation. The results showed that the mathematical elements contained in the bonang were flat and spatial shapes. Fundamental activity according to Bishop, namely the counting aspect is the number of bonang kettles consisting of 10-14 bonang kettles. The mapping aspect is the curved and flat shape of the kettle. The measurement aspect is the diameter of the kettle which measures between 22-24 cm. The playing aspect is in the process of making kettles and bonang clones. The explanation aspect is contained in the mathematical concept, namely geometry in the shape of the kettle and the pot. And the design aspect includes the shape and pattern of placement of bonang kettles.

Keywords: ethnomathematics; bonang barung and bonang successor; traditional musical instruments; two-dimentional figure; geometry

Abstrak

Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya akan keberagaman. Suku-suku yang ada di Indonesia hidup dengan berbagai latar belakang, budaya, pola pikir, tingkah laku, dan juga pendidikan yang berbeda-beda. Perbedaan kebudayaan ini yang membuat Indonesia menjadi negara yang unik dan menjunjung tinggi nilai-nilai kebudayaan. Salah satu kebudayaan yang dapat digunakan untuk mempelajari matematika adalah alat musik tradisional Bonang. Tujuan penelitian adalah (1) mendeskripsikan karakteristik alat musik bonang barung dan bonang penerus (2) mendeskripsikan unsur matematika yang terdapat dalam alat musik bonang barung

dan bonang penerus berdasarkan 6 aktivitas fundamental menurut Bishop. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif deskriptif dengan pendekatan etnografi. Metode pengumpulan data yang digunakan dengan melakukan wawancara, observasi, studi literatur, dan dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan unsur matematika yang terdapat didalam bonang adalah materi bangun datar dan bangun ruang. Aktivitas fundamental menurut Bishop yaitu aspek membilang adalah jumlah ceret bonang yang terdiri atas 10-14 ceret bonang. Aspek pemetaan yaitu bentuk ceret yang melengkung dan datar. Aspek pengukuran yaitu diameter dari ceret yang berukuran antara 22-24 cm. Aspek bermain terdapat pada proses pembuatan ceret dan penclon bonang. Aspek penjelasan terdapat pada konsep matematika yaitu geometri pada bentuk ceret dan rancal. Dan aspek mendesain meliputi bentuk dan pola penempatan ceret bonang.

Kata kunci: etnomatematika; bonang barung dan bonang penerus; alat musik tradisional; bangun datar; bangun ruang

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan pulau terbanyak di dunia (Nuraini, 2022). Hal ini dikarenakan hampir ⅔ bagiannya terdiri dari perairan yang menyatukan pulau yang satu dengan yang lain yang membentang dari Sabang sampai Merauke, sehingga menyebabkan Indonesia kaya akan suku, bahasa, kepercayaan, dan kebudayaan. Terdapat 1.528 warisan budaya tak benda Indonesia yang telah ditetapkan sejak tahun 2013 silam. Mengacu terhadap konvensi UNESCO tahun 2003, warisan budaya tak benda terbagi menjadi berbagai kategori yaitu tradisi lisan dan ekspresi, seni pertunjukan, adat istiadat masyarakat, ritual dan perayaan-perayaan, pengetahuan dan kebiasaan perihal alam dan semesta, dan keterampilan serta kemahiran kerajinan tradisional (Pandu,2021). Salah satu alat musik tradisional yang menjadi budaya Indonesia adalah Gamelan. Menurut Kementrian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (2021), gamelan sudah sah ditetapkan sebagai Intangible Cultural Heritage atau warisan budaya tak benda (WBTB) pada sidang *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)* sesi ke-16 *Intergovernmental Committee for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage* di Paris, Perancis pada 15 Desember 2021. Melalui penetapan ini, gamelan resmi menjadi warisan budaya dunia dari Indonesia yang ke-12. Menteri pendidikan, riset, dan teknologi Nadiem Anwar Makarim mengatakan bahwa penetapan gamelan sebagai warisan budaya tak benda ini menjadi sebuah bukti capaian Indonesia dengan keragaman budayanya. Gamelan sering dijumpai di berbagai daerah, seperti misalnya di Bali, Lombok, Jawa, Madura, dan Jawa. Yuniati Rohmah menjelaskan bahwa gamelan merupakan kombinasi berbagai alat music tradisional seperti gendang, gong, dan gambang yang memiliki sistem nada non diatonis. Nada ini akan memperlihatkan suara yang indah apabila dimainkan secara sinkron. Alat musik ini penting untuk dikaji dan memilih alat music ini karena bonang menjadi salah satu instrumen penting karena merupakan pembuka dan penutup lagu selain itu juga sebagai

instrumen yang menuntun lagu pada gamelan Jawa. Musik juga memiliki relasi dengan aspek-aspek matematika (Osada,S.S. 2019). Namun, penelitian pada alat musik tradisional masih belum banyak sehingga belum banyak kajian yang cukup pada alat musik ini. Oleh karena itu, perlu dikaji dan dilakukan penelitian kaitan antara alat music bonang dengan etnomatematika.

Alat musik tradisional memiliki bentuk, ukuran, cara memainkan yang beragam. Dari bentuk dan ukuran alat musik tradisional merupakan contoh dari unsur matematika yang ditemukan di dalam alat musik. Penerapan matematika pada kebudayaan seperti alat musik tradisional yang berkembang di masyarakat disebut dengan etnomatematika. Kata etnomatematika berasal dari bahasa Yunani yaitu *etno, mathema,* dan tics. *Etno* memiliki arti kelompok dalam lingkungan alamiah dan sosial budaya yang sama dan memiliki perilaku kompatibel, sedangkan *mathema* merujuk pada memahami, menjelaskan, dan mempelajari, *tics* merujuk kepada cara atau teknik. Dengan demikian, etnomatematika dapat dipahami sebagai salah satu matematika terapan dengan pendekatan budaya yang dilakukan oleh sekelompok budaya seperti masyarakat nasional-suku, kelompok buruh, anak-anak dari kelompok usia tertentu, kelas profesional, dan sebagainya. Istilah etno juga dapat menggambarkan semua bahan yang membentuk identitas budaya suatu kelompok yang meliputi bahasa, kode, nilai-nilai, keyakinan, makanan dan pakaian, kebiasaan, dan ciri-ciri fisik kelompok tersebut. Sedangkan istilah matematika mengekspresikan pandangan yang luas dari matematika yang mencakup aritmatika, mengklasifikasikan, menyimpulkan, dan pemodelan.

Matematika adalah mata pelajaran wajib yang harus dipelajari mulai jenjang pendidikan dasar hingga perguruan tinggi dengan harapan mampu melatih siswa untuk dapat berpikir realistic, kritis, praktis, sistematis, dan kreatif. Namun, tidak sedikit siswa yang menganggap bahwa matematika itu salah satu mata pelajaran yang sulit, abstrak, membosankan, menakutkan, dan susah untuk dipahami. Hal tersebut dapat terjadi karena kurang tepatnya cara penyampaian materi yang dilakukan oleh pendidik sehingga banyak siswa yang merasa kesulitan dalam belajar matematika. Situasi tersebut dapat berdampak menurunkan prestasi siswa dan memberikan efek negatif bagi pelajaran matematika itu sendiri. Pembelajaran matematika dengan matematika terapan yaitu etnomatematika menjadi salah satu konteks matematika yang dapat digunakan sebagai bahan ajar. Belajar matematika dengan pemahaman dan makna yang mendalam akan membuat siswa merasakan manfaat dari matematika dalam kehidupan sehari-hari. Pemahaman konsep merupakan jenis hasil belajar yang lebih tinggi daripada pengetahuan. Matematika tidak akan ada artinya apabila hanya dihafalkan. Trianto (2008) menyatakan bahwa kenyataan yang terjadi dilapangan, siswa hanya menghafal konsep dan ketika menemukan masalah dalam kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan konsep yang telah dimiliki, siswa masih terbilang kurang mampu untuk menggunakan konsep tersebut. Salah satu cara belajar konsep matematika melalui alat musik tradisional yaitu bonang. Supaya dapat mencapai pemahaman konsep matematika dalam alat music tradisional bonang, maka diperlukan penelitian

etnomatematika dengan tujuan untuk mengetahui unsur-unsur matematika yang terkandung di alat music tradisional bonang.

Rumusan masalah dari artikel ini yaitu: (1) mengetahui bagaimana karakteristik alat musik bonang barung dan bonang penerus dan (2) mengetahui unsur matematika apa yang terdapat di alat musik bonang barung dan bonang penerus berdasarkan 6 aktivitas fundamental menurut Bishop. Penelitian yang berkaitan dengan gamelan dan matematika dengan mengaitkan pembelajaran dan eksplorasi konsep matematika sudah dilakukan oleh beberapa peneliti (Nuryadi & Kholifa, 2020; Osada, 2018; Supriyadi, dkk., 2021; Zhoga, 2019; Zhoga, dkk., 2021). Dewi, dkk (2020) melakukan penelitian yang serupa mengenai pola barisan aritmatika pada pukulan ketukan dalam Gending Ketawing di Gamelan Yogyakarta. Berdasarkan penelitian tersebut, diperoleh bahwa ketukan irama gamelan memuat unsur matematika yaitu barisan aritmatika. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan bagaimana karakteristik alat musik gamelan bonang barung dan bonang penerus pada etnomatematika dan mendeskripsikan unsur matematika yang terdapat di alat musik bonang barung dan bonang penerus berdasarkan 6 aktivitas fundamental menurut Bishop.

Metode

Pada penelitian ini, jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif deskriptif dengan pendekatan etnografi. Penelitian kualitatif deskripsi merupakan penelitian yang mempelajari mengenai tindakan sosial alami yang mengutamakan terhadap cara menganalisis dan memahami pengalaman mereka guna memahami kenyataan yang terjadi dalam kehidupan masyarakat sehingga individu dapat menyelesaikan atau memecahkan masalahnya (Mohajan, Haradhan, 2018). Etnometodologi merupakan pendekatan kualitatif yang bertujuan untuk memaparkan ciri kultural yang berada di dalam diri individu atau kelompok yang merupakan anggota dari kelompok masyarakat kultural (Hanurawan, 2016). Etnometodologi merupakan sekumpulan pengetahuan yang berlandaskan akal sehat, rangkaian prosedur dan metode yang membantu masyarakat dalam memahami, mengeksplor, dan bertindak berdasarkan situasi dimana dapat menemukan diri sendiri (Heritage, 1984). Lokasi penelitian ini, yaitu Tangkil, Ngargomulyo, Magelang, Jawa Tengah. Sumber data yang diperoleh berasal dari Saudara Refo Singgih Sanyata yang merupakan pemain gamelan. Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu melakukan wawancara, dokumentasi, observasi, dan studi literatur. Sedangkan proses analisis data pada penelitian ini dilaksanakan dengan cara pengumpulan data, penyederhanaan data, penyajian data, dan menyimpulkan data. Pada tahap pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan informasi tentang alat musik bonang dari hasil wawancara, observasi, studi literatur, dan dokumentasi. Pada tahap reduksi data, data yang telah dikumpulkan dipilih dan dirangkum. Pada tahap penyajian data, data disusun secara sistematis agar mudah dibaca dan mudah dipahami untuk nantinya mudah menarik kesimpulan. Tahap kesimpulan, data yang telah dipaparkan ditarik kesimpulannya

dan verifikasi data untuk memperoleh kesesuaian data dengan hasil analisis yang telah dilakukan.

Hasil dan Pembahasan

Berlandaskan terhadap hasil wawancara pada salah satu pemain gamelan dan studi literatur, diperoleh sebuah data yang menunjukkan bahwasanya menurut bahasa Jawa kata gamelan berasal dari kata “gamel” yang artinya menabuh atau memukul, hal ini merujuk terhadap jenis alat pemukul atau palu yang digunakan. Kata “an” dalam kalimat gamelan merujuk pada kata benda. Oleh karena itu, dari penjelasan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa gamelan merupakan alat musik dimana untuk memainkannya dengan cara dipukul atau yang biasa disebut dengan ditabuh. Istilah gamelan mengacu kepada jenis alat musiknya, yang merupakan satu kesatuan yang utuh yang dimainkan secara bersamaan (Iswantoro, 2018). Irama gamelan memiliki ciri khas yang merepresentasikan kehidupan masyarakat di Pulau Jawa (Syarif & Hasturi, 2015). Pada tahun 2021, Indonesia memiliki keinginan untuk mengajukan gamelan sebagai warisan budaya non benda ke UNESCO. Hal ini disampaikan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud) yang optimis bahwa gamelan bisa. Gamelan jawa sudah diekspor ke luar negeri sejak abad ke-19. Tidak sedikit komposer ternama yang ada di Eropa termotivasi dari suara gamelan. Gamelan dikategorikan sebagai instrumen metalofon yang artinya bahwa gamelan merupakan alat musik yang terbuat dari bahan kayu, logam, timah, gangsa, tembaga, maupun kuningan. Salah satu fungsi dari gamelan adalah sebagai sarana pendidikan. Namun, adanya perkembangan zaman yang semakin modern, teknologi juga berkembang semakin pesat yang membuat keberadaan gamelan Jawa semakin memudar dan tergantikan dengan alat-alat musik modern. Semakin banyak pula dari kalangan anak muda yang tidak kenal dengan gamelan Jawa (Sumantri & Sari, 2022). Hal itu dikarenakan anak-anak muda zaman sekarang lebih tertarik dan familiar dengan alat musik barat dan musik yang beraliran modern. Padahal apabila dicermati dengan baik, gamelan Jawa juga tidak kalah keren dengan alat musik luar negeri. Dari bentuknya yang unik serta bunyi suaranya yang khas dan beragam kita bisa mengenalkan gamelan Jawa ke dunia luar, salah satunya melalui bidang pendidikan atau matematika.

Berdasarkan sejarah, alat musik bonang memiliki banyak kaitan dengan era transisi Hindu-Budha. Alat musik bonang berasal dari Jawa Tengah dan dinamakan sesuai dengan bunyinya *nongnang* yang dalam bahasa Jawa memiliki arti petunjuk arah "disitu-disini". Ada pula yang mengartikan sebagai singkatan dari *bon* dan *nang* yang berarti babon dan penang. Arti dari ini yaitu bonang sebagai induk kemenangan. Adapun dari narasumber yang bernama Refo mengatakan bahwa asal kata bonang berasal dari seorang Sunan yang bernama Sunan Bonang. Berkaitan dengan sejarahnya, alat musik bonang dan gamelan saling berkaitan atau bonang tidak lepas dari sejarah gamelan. Menurut mitologi Jawa, sejarah gamelan diciptakan oleh Barata Guru. Di dinding Candi Borobudur terdapat relief gamelan, relief ini menggambarkan asal mula dari gamelan karena menampilkan berbagai macam alat musik. Sejarah alat musik bonang tidak lepas dengan penyebaran

agama Islam di Indonesia. Sunan Bonang atau Raden Maulana Makdum Ibrahim menambahkan alat musik bonang ke dalam ansambel gamelan. Dikatakan bahwa penambah alat musik bonang di gamelan menciptakan nuansa zikir (Mustika, 2021). Pada zaman Syekh Maulana Makdum Ibrahim (biasa dikenal dengan nama Sunan Bonang), alat musik bonang menghasilkan suara yang merdu, terutama ketika dimainkan oleh seseorang yang pandai atau pakar dalam bermain dan ketika diselaraskan dengan tembang yang mengikuti aluran musik bonang (Yasmin, 2022). Ciri khas alat musik ini adalah memiliki oktaf paling tinggi diantara alat musik tradisional kempul, kenong dan gong, selain itu bonang mempunyai tonjolan yang terletak di atas yang biasa disebut dengan penclon atau pencu dan dipukul menggunakan pemukul khusus yang disebut Bindhi atau wilaga. Bindhi terbuat dari tongkat berlapis. Bagian-bagian yang terdapat pada alat musik bonang antara lain; soko yang terbuat dari bahan dasar kayu yang digunakan untuk penyangga (kaki) waditra; benang tali adalah tali yang digunakan sebagai penyangga penclon agar tetap seimbang dan di setiap barisnya terdiri dari 2 benang tali; papalayu merupakan bagian depan dan belakang dari waditra; pongpok merupakan ujung pangkalnya ancak; palipid merupakan bilahan kayu yang terletak diatas pongpok dan sebagai sekat antar penclon; rancal merupakan bingkai kayu pada bonang; brunjung merupakan baris pertama; sedangkan dhempok merupakan baris kedua. Jika dilihat dari bentuknya, bonang merupakan kumpulan dari gong yang memiliki ukuran kecil (biasanya disebut dengan pot atau ceret) yang diletakkan secara horizontal ke benang tali dalam rancak. Semua ceret tersebut mempunyai pos pusat yaitu penclon. Disekelilingnya yang mempunyai nada rendah ditandai dengan kepala datar dengan bentuk pencu yang lebih cekung, sedangkan untuk yang lebih tinggi ditandai dengan adanya lengkungan dan bentuk pencu lebih cembung agar menghasilkan suara lebih kencang. Alat musik bonang yang berbentuk seperti gong ini, menggunakan *string* dalam bingkai kayu atau yang disebut rancakan. Ini biasanya terdiri dari satu sampai 2 baris yang melahirkan sumber suara nada rendah sampai tinggi. Susunan dari musik bonang dibedakan atas pelog dan slendro yang dijadikan sepasang. Laras Slendro memiliki 5 nada di setiap oktafnya, yaitu C-, D, E+, G, A atau dalam gending dikenal sebagai nada 1, 2, 3, 4, 5 dengan nada interval yang hampir sama atau memiliki perbedaan interval yang sangat kecil. Di dalam bonang, laras slendro biasanya terdiri dari 10 hingga 14 nada yang berbeda dengan kedudukan yang sama atau sejajar. Sedangkan Laras Pelog memiliki 7 nada di setiap oktafnya, yaitu C+, D, E-, F#, G#, A, B atau dalam gending dikenal sebagai nada 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan memiliki selisih perbedaan nada interval yang besar (Sa'adah, 2019). Bonang laras Slendro terdiri dari 10 sampai 14 nada yang berbeda dengan kedudukan yang sejajar atau sama. Laras slendro memiliki kesan yang lebih maskulin. Biasanya sering dimainkan pada acara lelayu. Sedangkan bonang laras pelog terdiri dari 14 sampai 18 nada yang berbeda dengan kedudukan yang sejajar atau sama. Laras pelog memiliki kesan yang lebih feminim sehingga sering dimainkan pada acara nikahan. Dalam permainan gamelan, terdapat 3 jenis alat musik bonang yang memiliki ukuran fisik dan susunan nada yang berbeda yaitu bonang barung, bonang panembung, dan bonang penerus. Akan tetapi, penelitian

kali ini hanya akan membahas bonang barung dan bonang penerus. Bonang barung merupakan ragam alat musik bonang yang berukuran sedang. Menurut Refo (2022), bonang barung merupakan bonang yang utama dari bonang yang lainnya karena memiliki ukuran oktaf dari sedang sampai tinggi. Dalam ansambel, bonang barung berfungsi sebagai instrumen pembuka yang menjadi penuntun lagu dalam gendhing, mengantisipasi nada yang akan datang seperti teknik lagu pipilan, dan menjadi pembuka serta penutup gendhingan. Sedangkan bonang penerus memiliki ukuran kecil dibandingkan dengan bonang barung. Meski memiliki ukuran kecil namun bonang penerus ini memiliki nada paling tinggi dan memiliki kecepatan 2 kali lipat dari bonang barung. Bonang panerus mencakup nada hingga dua oktaf dalam instrumen solo. Oleh karena itu, bonang panerus biasanya tidak digunakan pada lagu-lagu tuntunan, namun dimainkan bersamaan dengan bonang barung pada lagu-lagu jalin. Teknik pola lagu jalin-menjalin ini akan melahirkan aksen yang biasanya berada di akhiran kalimat lagu. Alat musik bonang dapat dimainkan dengan 2 teknik yaitu teknik nabuh dua nada secara bersama dan nabuh nada secara satu per satu (mipil). Teknik nabuh nada secara bersama menggunakan dua gaya dalam memukulnya yang biasa disebut dengan gembyang dan kempyung. Teknik pukulan gembyang dilakukan dengan cara menabuh dua nada secara bersamaan dengan rentang oktaf yang berbeda. Sedangkan teknik kempyung dimainkan dengan cara menabuh secara bersama dua nada yang berbeda. Untuk teknik yang kedua yaitu mipil terbagi menjadi beberapa jenis antara lain: (1) mipil lombo, yaitu disaat bonang barung dimainkan di irama satu, maka bonang penerus dimainkan dengan teknik mipil dados. (2) mipil dados, yaitu ketika bonang barung dimainkan di irama dua, bonang penerus memainkan pola mirip rangkep. (3) mbalung, yaitu bonang dimainkan dengan pola yang menyerupai alat musik balungan. (4) rambatan, yaitu dalam memainkannya bonang mengikuti pola baku dari alat musik gender. Namun, rambatan dilakukan sebelum pola rambatan pada alat musik gender. (5) imbal-imbalan, yaitu teknik yang mirip dengan penabuhan dalam alat musik balungan. Dilakukan secara sepasang alat musik bonang yaitu bonang barung dan bonang penerus. Bonang barung dan bonang penerus memiliki perbedaan yang spesifik di ukuran dan fungsi. Ukuran mempengaruhi suara sehingga suara yang dihasilkan dari bonang berbeda-beda. Semakin kecil ukuran bonang, maka semakin kecil pula suara yang dihasilkan. Fungsi dari bonang barung yaitu sebagai penentu lagu, sedangkan bonang penerus sebagai penghias lagu. Dalam memainkannya, bonang barung dipukul satu kali, sedangkan bonang penerus dimainkan setengah ketukan dari bonang barung. Sehingga menghasilkan suara yang saling bersahutan ketika dimainkan. Nilai budaya yang terdapat dalam bonang barung dan bonang penerus adalah nilai keluhuran dan keindahan. Pada nilai keindahan terdapat pada bentuk yang menciptakan rasa senang, girang, dan nyaman. Terdapat pula di dalam perpaduan instrumen, teknik memainkan, dan suara yang dihasilkan yang dapat memikat penikmat sehingga mendapatkan kepuasan.

Unsur matematika yang terdapat pada alat musik bonang barung dan bonang penerus sama yaitu berkaitan dengan geometri terkhusus pada materi bangun datar

dan bangun ruang. Jika dilihat dari gambarnya, unsur geometri dapat diamati pada bagian-bagian alat musik tradisional bonang berupa penclon atau pencu, periuk,bindhi, dan ancak bonang.

Aktivitas fundamental matematis terbagi menjadi 6 aktivitas yaitu aktivitas membilang (counting), aktivitas pemetaan (locating), aktivitas mengukur (measuring), aktivitas merancang (designing), aktivitas bermain (playing), dan aktivitas menjelaskan (explaining). Aspek-aspek fundamental pada alat musik bonang barung dan bonang penerus sebagai berikut:

1. Membilang (counting). Pada aspek membilang yang termuat dalam alat musik bonang barung dan bonang penerus adalah jumlah ceret atau pot bonang di setiap set bonang, berdasarkan observasi dan pengamatan yang telah dilaksanakan serta berdasarkan hasil wawancara diketahui bahwa terdapat 10 ceret atau pot bonang di dalam gamelan laras Slendro dan terdapat 14 ceret atau pot bonang di dalam gamelan laras Pelog.
2. Pemetaan (locating). Aspek pemetaan yang terdapat pada alat musik bonang barung dan bonang penerus adalah bentuk dan penataan ceret atau pot bonang. Bonang berbentuk seperti pot karena berhubungan dengan warna suara yang dihasilkan, dengan berbentuk seperti ceret atau pot akan terjadi pemantulan bunyi sehingga ketika bonang dipukul akan menghasilkan suara. Bentuk ceret bonang berbeda-beda ada yang berbentuk melengkung ada yang berbentuk datar, ceret yang berbentuk melengkung akan menghasilkan nada tinggi sedangkan ceret yang datar akan menghasilkan nada rendah. Pada penataan, baris paling atas atau biasa disebut bonang lanang yang ditata dari sebelah kiri nada paling tinggi lalu semakin ke kanan semakin rendah. Sebaliknya, pada baris bawah atau disebut dengan bonang wedok dari sebelah kiri ceret bernada rendah dan semakin ke kanan ceret dengan nada tinggi. Penataan bonang yang berkebalikan satu baris dengan baris lainnya, bertujuan untuk memudahkan dalam penabuhan serta di dalam adat jawa ketika melakukan sesuatu (menulis) dimulai dari sebelah kiri ke kanan. Berikut adalah uraian kegiatan.
    a. Slendro

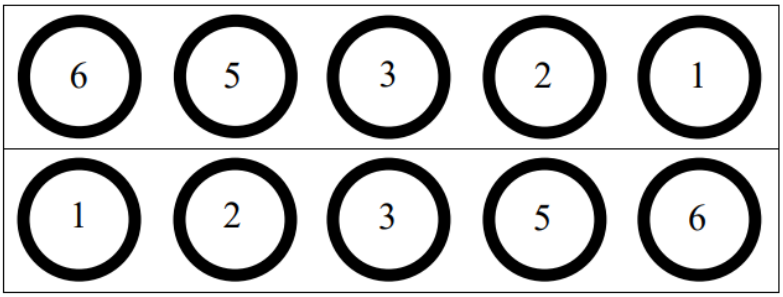


Figure 1 Laras Slendro

    b. Pelok Bem

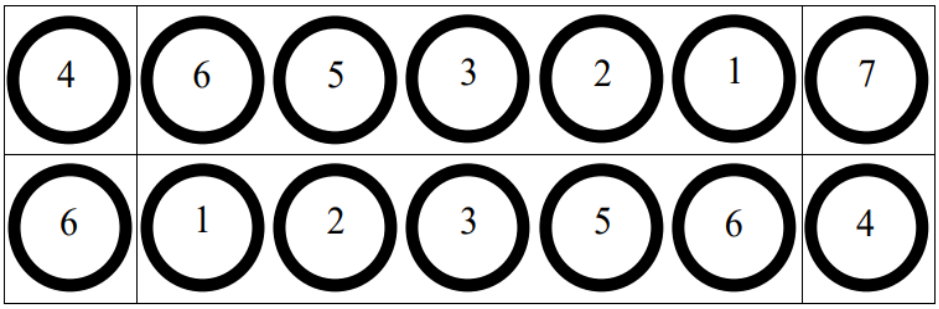


Figure 2 Laras Pelok Bem

c. Pelok Barong

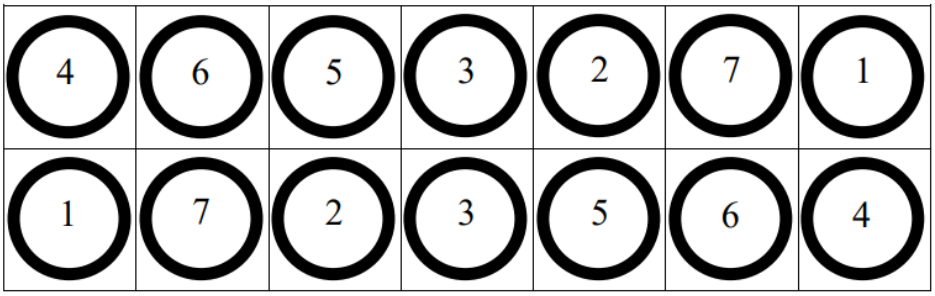


Figure 3 Laras Pelok Barong

3. Mengukur (measuring). Aspek pengukuran terdapat pada panjang diameter ceret atau pot bonang. Panjang diameter ceret atau pot biasanya berukuran sekitar 22 cm sampai 24 cm. Sedangkan panjang diameter pada penclon atau pencu sekitar 5 cm, pada bagian penclon inilah yang akan menghasilkan nada yang berbeda. Nada rendah dihasilkan pada bentuk penclon dengan bagian atas yang cenderung lebih cekung, sedangkan untuk nada tinggi dihasilkan pada bentuk penclon yang bagian atasnya lebih cembung.

Bonang Barung

	Keliling Atas	Keliling Bawah	Tinggi recep	Rai
Laki-laki	69 cm	56,5 cm	3,5 cm	3,5 cm
perempuan	73 cm	59 cm	6 cm	5 cm

Figure 4 Ukuran Pada Alat Musik Bonang Barung

Bonang Penerus

	Keliling Atas	Keliling Bawah	Tinggi recep	Rai
Laki-laki	58 cm	47 cm	5,5 cm	3 cm
perempuan	60 cm	51 cm	3 cm	4,5 cm

Figure 5 Ukuran Pada Alat Musik Bonang Penerus

4. Bermain (playing). Pada alat musik tradisional bonang terdapat aktivitas bermain yaitu pada proses pembuatan ceret atau pot bonang. Proses pembuatannya tentunya memerlukan strategi agar mendapatkan bentuk lengkungan yang sesuai. Selain itu, pada proses pembuatannya juga memerlukan ketelitian agar ceret atau pot dapat menghasilkan nada yang sesuai. Aktivitas bermain juga ditemukan pada cara memainkan alat musik tradisional bonang. Cara membawakan alat musik bonang yaitu dengan memukul penclon dengan memakai bindhi yaitu pemukul yang biasanya terbuat dari tongkat berlapis. Dalam memainkan alat musik bonang barung dan bonang penerus terdapat perbedaannya, perbedaan tersebut berada di dalam cara memukul penclonnya. Dalam memainkannya, bonang penerus dimainkan secara dobel atau ”tikel duane” dari bonang barung. Pada umumnya, bonang barung memainkan nada-nada ganjil seperti nada ke-1 dan ke-3. Sedangkan bonang penerus memainkan nada-nada genap seperti nada ke-2 dan ke-4.
5. Menjelaskan (exsplaning). Aspek penjelasan terdapat pada konsep matematika yang didapatkan dalam alat musik tradisional bonang. Konsep matematika yang didapatkan yaitu materi geometri seperti terlihat pada bentuk bonang yang berbentuk lingkaran, bangun segi empat yang ditemukan dalam rancal bonang, dan bangun ruang pada bonang yang berbentuk kerucut.

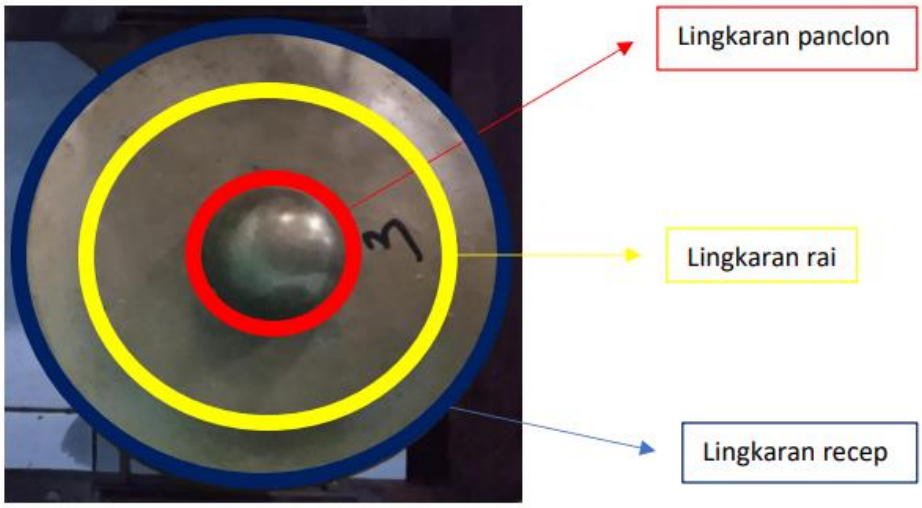


Figure 6 Bentuk Lingkaran pada Alat Musik Bonang

Rumus keliling dan luas lingkaran adalah sebagai berikut.
$Keliling = 2 \times \pi \times r$ atau $K = \pi \times d$
$Luas = \pi \times r^2$
Contohnya diketahui keliling recep pada bonang barung laki-laki adalah 69 cm dan rumus dari keliling lingkaran adalah $K = \pi . d$ dengan $\pi = 22/7$ atau 3,14. Kemudian mencari diameter pada recep dengan memasukkan yang diketahui yaitu
$K = \pi \times d$
$69 = 3{,}14 \times d$
$d = \frac{69}{3{,}14} = 21{,}97$
Selain mencari diameter dapat pula mencari jari-jari dari lingkaran recep dengan cara
$r = \frac{d}{2}$
$r = \frac{21{,}97}{2} = 10{,}985$
Jadi, dapat ditemukan diameter dan jari-jari dari lingkaran recep yaitu $21{,}97$ cm dan $10{,}985$ cm.
Setelah diketahui jari-jari lingkaran recep dicari luasnya yaitu dengan rumus
$L = \pi \times r^2$
$L = 3{,}14 \times (10{,}98)^2$
$L = 38{,}39\ cm^2$
Jadi, diperoleh luas recep adalah $38{,}39\ cm^2$.

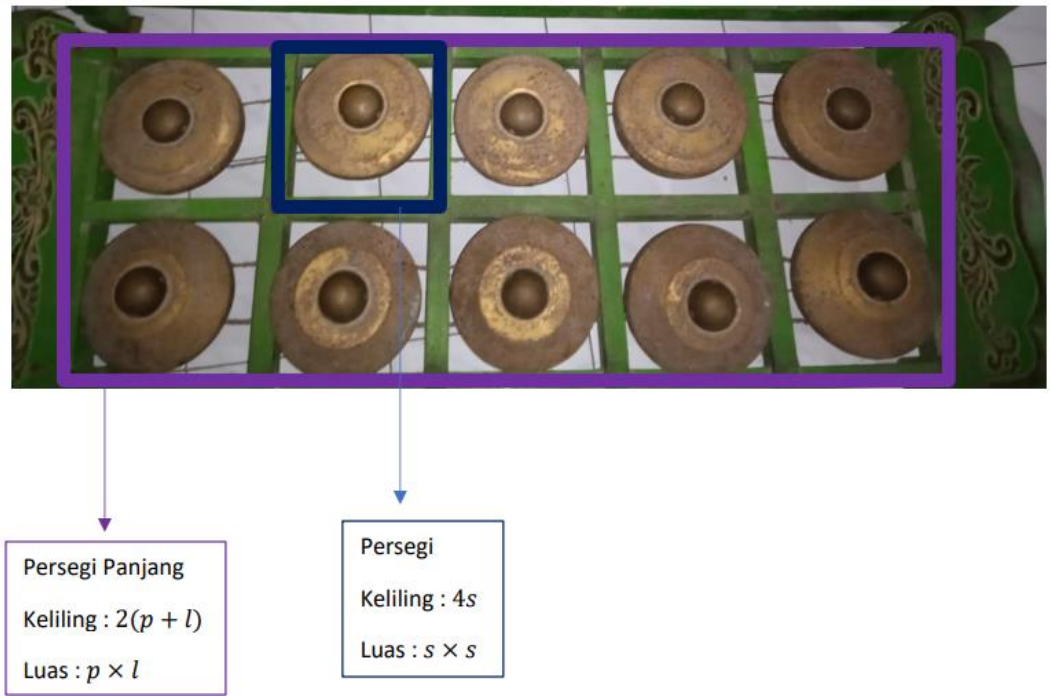


Figure 7 Bentuk Segi Empat pada Rancal Bonang



Figure 8 Bentuk Kerucut pada Alat Musik Bonang

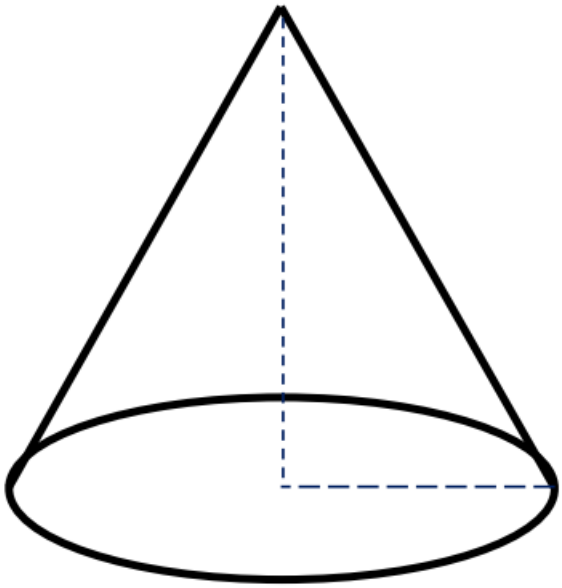


Figure 9 Ilustrasi Bentuk Kerucut pada Alat Musik Bonang

Dari kerucut, rumus yang dapat digunakan adalah

$Volume(V) = \frac{1}{3} \times \pi \times r^2 \times t$

$Luas\ permukaan(L_p) = \pi \times r \times (r + s)$

$Luas\ alas(L_a) = \pi \times r^2$

$Luas\ selimut(L_s) = \pi \times r \times s$

$Jari - jari\ jika\ diketahui\ volume = \sqrt{\frac{3 \times v}{\pi \times t}}$

$Jari - jari\ jika\ diketahui\ luas\ permukaan = r^2 + r \times s - \left(\frac{L_p}{\pi}\right) = 0$

$Jari - jari\ jika\ diketahui\ luas\ selimut = \frac{L_s}{\pi \times s}$

$Tinggi(t) = \frac{3 \times v}{\pi \times r^2}$

6. Mendesain (designing). Aspek desain terdapat pada proses pembuatan. Pada proses pembuatan ceret atau pot bonang dibutuhkan keterampilan dan ketelitian dalam pembentukannya agar menghasilkan bentuk bonang yang sesuai dan proporsional sehingga dapat menghasilkan bunyi yang baik. Selain itu juga terdapat pada proses mengukir rancal yaitu tempat menyangga ceret atau pot agar menghasilkan ukiran yang indah. Ukiran ini berbentuk naga yang menggambarkan alam.

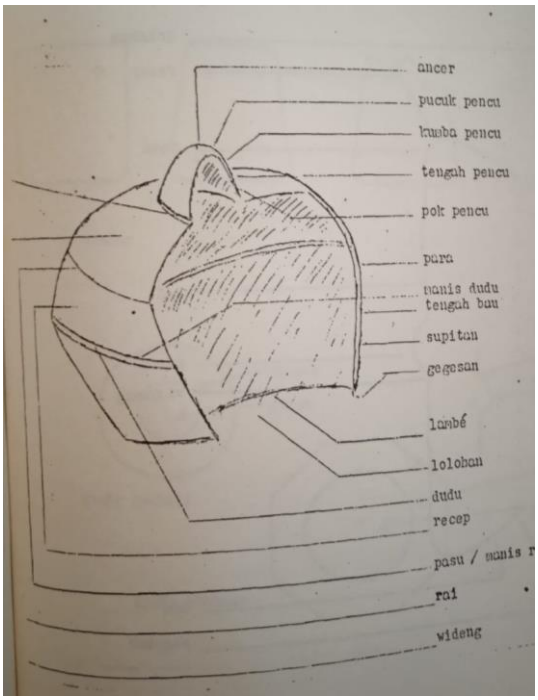


Figure 10 Bagan Bonang

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil dan pembahasan dapat mendeskripsikan karakteristik alat musik gamelan bonang barung dan bonang penerus pada etnomatematika dan mendeskripsikan unsur matematika yang terdapat di alat musik bonang barung dan bonang penerus berdasarkan 6 aktivitas fundamental menurut Bishop. Karakteristik alat musik ini adalah memiliki oktaf paling tinggi diantara alat musik tradisional kempul, kenong dan gong, selain itu bonang mempunyai tonjolan yang terletak di atas yang biasa disebut dengan penclon atau pencu yang dipukul dengan dua pemukul khusus. Terdapat 10 ceret atau pot bonang di dalam gamelan laras Slendro dan terdapat 14 ceret atau pot bonang di dalam gamelan laras Pelog. Aktivitas fundamental menurut bishop yaitu aspek membilang adalah jumlah ceret bonang yang terdiri atas 10-14 ceret bonang. Aspek pemetaan yaitu bentuk dan penataan ceret atau pot bonang. Aspek pengukuran yaitu diameter dari ceret yang berukuran antara 22-24 cm. Aspek bermain terdapat pada proses pembuatan ceret dan penclon bonang serta cara memainkan alat musik ini. Aspek penjelasan terdapat pada konsep matematika yaitu geometri pada bonang mengenai materi lingkaran dan persegi khususnya keliling dan luas serta bentuk bangun ruang kerucut dengan beberapa rumus. Dan aspek mendesain meliputi proses pembuatan dan pengukiran.

Daftar Pustaka

Pengelola web direktorat SMP. 2021. Gamelan, Alat Musik Indonesia yang Menjadi Warisan Budaya Dunia. https://ditsmp.kemdikbud.go.id/gamelan-alat-musik-indonesia-yang-menjadi-warisan-budaya-dunia/. Diakses 12 Oktober 2022.

Rohmah, Yuniati. Mengenal Alat Musik Tradisional Gamelan Jawa: Sejarah, Fungsi dan Jenis-Jenisnya. https://id.theasianparent.com/gamelan-jawa. Diakses 12 Oktober 2022.

Wigraha, Dimas Aryana. 2022. Mengenal Jenis, Fungsi, dan Cara Memainkan Alat Musik Bonang. https://review.bukalapak.com/hobbies/alat-musik-bonang-114720. Diakses 12 Oktober 2022.

Lala. Penelitian Kualitatif: Pengertian, Ciri-Ciri, Tujuan, Jenis, dan Prosedurnya. https://www.gramedia.com/literasi/penelitian-kualitatif/. Diakses 12 Oktober 2022.

Botenbinojo. 2012. Pengertian dan Definisi Indonesia Menurut Para Ahli. https://www.kaskus.co.id/thread/509a05cce674b4a82b000004/pengertian-dan-definisi-indonesia-menurut-para-ahli/. Diakses 12 Oktober 2022.

Pandu. 2021. 289 Warisan Budaya Takbenda Indonesia Ditetapkan Tahun 2021. https://kebudayaan.kemdikbud.go.id/289-warisan-budaya-takbenda-indonesia-ditetapkan-tahun-2021/. Diakses 12 Oktober 2022.

Nuryadi, N., & Kholifa, I. (2020). Etnomatematika: Eksplorasi gamelan Jawa karawitan dengan pendekatan science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *Jurnal Pendidikan Surya Edukasi (JPSE)*, *6*(2), 140-148.

Falah, M. F., Marhayati, M., & Fa'ani, A. M. (2022). Pola Barisan Aritmatika pada Ketukan Irama Gending Lancaran dalam Kesenian Alat Musik Gamelan Tembung Dolanan. *Delta-Pi: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, *11*(1), 87-102.

Andarini, F. F., Sunardi, S., & Monalisa, L. A. (2019). Etnomatematika Pada Alat Musik Tradisional Banyuwangi Sebagai Bahan Ajar Siswa. *KadikmA*, *10*(1), 45-55.

Sumantri, G., & Sari, A. F. K. (2022, April). Eksplorasi Etnomatematika pada Gamelan Jawa sebagai Media Belajar Matematika. In *Prosiding Seminar Pendidikan Matematika dan Matematika* (Vol. 5, No. 1).

Devina, Christin. Mengenal Alat Musik Bonang: Jenis, Fungsi dan Cara Menggunakan. https://www.gramedia.com/literasi/alat-musik-bonang/. Diakses 12 Oktober 2022.

Yasmin, Puti Aini. 2022. Alat Musik Bonang Berasal dari Daerah Mana? Ini Jawaban dan Cara Memainkannya. https://www.inews.id/news/nasional/alat-musik-bonang-berasal-dari-daerah-mana-ini-jawaban-dan-cara-memainkannya/2. Diakses 12 Oktober 2022.

Mustika, Praba. 2021. Mengenal Alat Musik Bonang dan Beragam Jenisnya. https://katadata.co.id/intan/berita/61a4f558884c0/mengenal-alat-musik-bonang-dan-beragam-jenisnya. Diakses 12 Oktober 2022.

Nuraini. 2022. Ini 6 Negara dengan Pulau Terbanyak di Dunia, Termasuk Indonesia. https://traveling.bisnis.com/read/20220921/361/1579696/ini-6-negara-dengan-pulau-terbanyak-di-dunia-termasuk-indonesia. Diakses 29 Oktober 2022.

KAJIAN ETNOMATEMATIKA PADA ALAT MUSIK TRADISIONAL REBANA DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA KHUSUS LINGKARAN

Jeane Maya Parinding[1*], Sisilia Nau[1], Dominika Eka Ayu Septiani[1]
[1]*Mahasiswa S1 Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta*
[*]*Email: jmayaparinding14@gmail.com*

Abstrak:

Etnomatematika adalah pembelajaran tentang budaya dimana matematika muncul dengan memahami penalaran dan sistem matematika yang digunakan. Pada hakikatnya kebudayaan adalah hasil buah karya manusia, sedangkan matematika adalah pengetahuan yang didasarkan pada penalaran yang berkorelasi dengan objek dan pikiran konseptual. Indonesia kaya akan budaya salah satunya adalah alat musik tradisional yaitu rebana. Sejarah filosofi, ukuran, dan bentuk dari alat musik tersebut dapat dijadikan sebagai objek pembelajaran matematika. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis, mengkaji, dan mendeskripsikan hasil kajian yang berkaitan dengan budaya alat musik tradisional rebana. Penelitian ini menggunakan penelitian kualitatif deskriptif dengan teknik studi kepustakaan. Teknik pengumpulan data melalui informasi mendalam dan pengumpulan data dari berbagai literatur, referensi lain dan hasil penelitian terdahulu yang relevan. Teknik analisis data menggunakan enam aktivitas fundamental menurut Bishop yaitu menghitung, menempatkan, mengukur, bermain, merancang, dan menjelaskan. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat sejarah dan filosofi dari alat musik tradisional rebana dan konsep-konsep matematis pada alat musik tradisional rebana yang digunakan dalam pembelajaran matematika khususnya geometri yaitu lingkaran.

Kata Kunci: Etnomatematika, Rebana, Geometri, Lingkaran

ETHNOMATHEMATICAL STUDIES ON TRADITIONAL MUSICAL INSTRUMENTS TAMBOURINE IN SPECIAL MATHEMATICS LEARNING CIRCLE

Jeane Maya Parinding[1*], Sisilia Nau[1], Dominika Eka Ayu Septiani[1]
[1] *Student of Mathematics Education Research Program Faculty of Teacher Training and Education*
Sanata Dharma University, Yogyakarta
[*]*Email: jmayaparinding14@gmail.com*

Abstract:

Ethnomathematics is learning about the culture in which mathematics emerges by understanding the reasoning and mathematical systems used. In essence, culture is the result of human work, while mathematics is knowledge based on reasoning that

is correlated with objects and conceptual thoughts. Indonesia is rich in culture, one of which is a traditional musical instrument, namely the tambourine. The history of philosophy, size, and shape of these musical instruments can be used as objects of mathematics learning. The purpose of this study is to analyze, examine, and describe the results of studies related to the culture of the traditional musical instrument tambourine. This study uses descriptive qualitative research with literature study techniques. Data collection techniques through in-depth information and data collection from various literatures, other references and relevant previous research results. The data analysis technique uses six fundamental activities according to Bishop, namely counting, placing, measuring, playing, designing, and explaining. Based on the research that has been done, it can be concluded that there is a history and philosophy of the traditional musical instrument tambourine and mathematical concepts on the traditional musical instrument tambourine used in learning mathematics, especially geometry, namely circles.

Keywords: Ethnomathematics, Rebana, Geometry, Circle

Pendahuluan

Pendidikan ialah keharusan untuk setiap individu dalam masyarakat. Budaya pada hakikatnya adalah buah karya cipta dan produktivitas manusia sebaliknya matematika ialah suatu pengetahuan yang dihasilkan atas penalaran yang berkaitan dengan objek dan pikiran yang konseptual. Menurut Pratiwi, (2019) matematika merupakan pemahaman yang dekat dalam kehidupan dan budaya. Pembelajaran matematika bermotif budaya ialah sebuah ide dalam pembelajaran untuk mengurangi opini bahwa matematika itu sulit. Maka dari itu, dunia pendidikan harus mampu menghadapi berbagai tantangan kehidupan masa mendatang. Hal ini sesuai dengan pokok dasar pembelajaran kontekstual yaitu pembelajaran memanfaatkan hal-hal yang ada di lingkungan sekitar. Pembelajaran yang mempertemukan antara tradisi dengan pendidikan matematika adalah etnomatematika.

Berdasarkan pendapat D’Ambrosio dalam (Ayuningtyas & Setiana, 2018), etnomatematika merupakan pembelajaran tentang matematika yang mengasumsikan peninjauan tradisi dimana matematika hadir dengan menginterpretasikan pikiran dan bentuk matematika yang digunakan. Pembelajaran etnomatematika dalam pembelajaran matematika mencakup semua bidang kesenian diantaranya adalah arsitektur, pertanian, penerapan keimanan sesuai dengan struktur yang terjadi di alam. Menurut Barton (Wahyuni dkk., 2013), etnomatematika meliputi ide mengenai matematika, pemikiran dan penerapan yang dikembangkan oleh semua budaya, yang bertujuan agar siswa mampu memahami, mengekspresikan, mengolah, dan menggunakan gagasan ide matematika, teori, dan praktek-praktek yang dapat menyelesaikan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari. Pentingnya menggunakan konteks budaya dalam pembelajaran matematika antara lain menginformasikan kebudayaan daerah setempat, memunculkan keterkaitan antara matematika dan budaya, menggali pemahaman terhadap

kesimpulan matematika melalui gambaran visual yang diwujudkan dalam bentuk kebudayaan. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa etnomatematika merupakan pembelajaran matematika berbasis budaya yang mengaitkan aspek budaya dalam kehidupan sehari-hari terhadap pembelajaran matematika yang inti, kajian budaya yang mencakup segala bidang dalam matematika.

Indonesia terdapat keragaman budaya yang unik dan memiliki makna yang menarik. Di setiap daerah, memiliki kebudayaan yang erat kaitannya dengan rancangan matematika. Salah satu rancangan matematika yang dapat di pelajari yaitu mengenai lingkaran yang terdapat pada rebana jenis hadroh. Jenis rebana hadroh ini memiliki bagian alas tanpa tutup dan bagian atas yang dilapisi dengan kulit sapi atau kambing yang membentuk lingkaran sehingga dapat dikaji secara matematis. Lingkaran yang terdapat dalam alat musik rebana dapat dijadikan alat bantu siswa dalam proses pemahaman lingkaran. Selain itu dapat juga menjabarkan terkait bagian yang terdapat pada lingkaran seperti jari-jari, diameter, dan titik pusat lingkaran. Dengan begitu siswa akan belajar konsep lingkaran dalam dunia nyata.

Berdasarkan kajian yang dipaparkan, objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat musik tradisional rebana. Rebana yang merupakan sebuah alat musik yang umumnya terbuat dari selembar kulit yang dibentangkan pada bingkai kayu yang bundar. Di dalam alat musik rebana ini juga mengandung unsur matematis. Maka dari itu, peneliti ingin melakukan penelitian yang berjudul “Kajian Etnomatematika Pada Alat Musik Tradisional Rebana”. Tujuannya ada 2, yaitu mendeskripsikan sejarah dan filosofi alat musik rebana dan mendeskripsikan aspek aspek fundamental matematis matematika menurut Bishop yang terdapat pada alat musik tradisional rebana.

1. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kualitatif deskriptif dengan teknik studi pustaka. Berdasarkan pendapat Khatibah dalam (Sari & Asmendri, 2018) pengkajian kepustakaan adalah suatu aktivitas yang dilakukan secara runtut untuk mengumpulkan, mengerjakan, serta menyimpulkan data dengan menggunakan sistem tertentu untuk memecahkan dan mendapatkan jawaban atas persoalan yang dihadapi melalui penelitian kepustakaan. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dengan mengumpulkan informasi dan data secara mendetail melalui berbagai literatur, referensi serta hasil penelitian yang signifikan. Objek penelitian yang digunakan adalah rebana dengan jenis rebana hadroh. Selanjutnya, peneliti akan menarik kesimpulan dari hasil informasi yang didapatkan.

2. Hasil Eksplorasi Matematika pada Rebana dan Pembahasan

A. Sejarah Alat Musik Tradisional Rebana

Alat musik tradisional rebana merupakan kesenian yang tumbuh serta berkembang di Indonesia mulai abad ke 13 beriringan dengan persebaran agama islam di Indonesia. Alat musik tradisional Rebana ialah salah satu contoh dari kebudayaan Islam yang mempunyai nilai etnomatematika. Pada norma pendidikan sekolah berbasis islam alat musik rebana cukup populer. Alat musik rebana sering dijumpai pada saat kegiatan islami dengan lagu yang dilantunkan berbahasa arab yang di dalam lagunya memuat pujian doa, nasehat, agama, dan shalawat. Menurut Sinaga (2006:1) menyatakan bahwa rebana merupakan alat musik tradisional untuk dakwah. Alat musik tradisional rebana dapat ditemukan di berbagai kegiatan peringatan hari besar islam, kegiatan pengajian, maupun perayaan yang lainnya. Alat musik tradisional rebana digunakan juga sebagai sarana hiburan untuk masyarakat setempat.

Rebana ialah alat musik tradisional yang termasuk pada kategori alat musik tradisional yang sumber suara dari membran yang dilapisi kulit binatang seperti sapi atau kambing. Rebana memiliki desain dengan ukuran yang beragam. Rebana hadroh terdiri dari pigura dan membran yang berbentuk melingkar dan rata. Bingkai rebana terbuat dari kayu yang dibulatkan dengan diameter 25-30 cm dan dilicinkan menggunakan alat pemusing kayu agar mendapatkan bentuk yang diinginkan. Model dari bingkai rebana hadroh berupa lingkaran yang memiliki ukuran berbeda antara atas dan bawah. Sedangkan untuk membran biasanya terbuat dari kulit kambing ataupun kulit sapi yang digunakan untuk melapisi lubang dari salah satu model cincin yang menunjukkan sebuah luas lingkaran. Kulit sapi atau kulit kambing pada membran rebana jika dipukul akan menimbulkan suara khas rendah yang dapat didengar dengan jarak yang cukup jauh. Untuk menggunakan kulit sapi/kambing adalah bagian punggung karena kulit ini sangat elastis. Pada beberapa rebana ada yang piguranya diberi ragam kepingan logam sebanyak 3-4 buah keping di sekeliling rebana sebagai hiasan maka dari itu memicu adanya bunyi gemerincing saat dimainkan**.**

B. Teknik Memainkan Rebana

Dalam memainkan alat musik tradisional rebana dimainkan oleh 4 orang pemain pria dan wanita, terdiri dari 2 pemain tikah serta 2 pemain gerinci yang dimainkan berbalasan dengan mempertimbangkan mode ketukan. Dalam permainan rebana terdapat ketentuan untuk memainkan rebana yaitu pemain pria duduk, sedangkan wanita umumnya berdiri membentuk barisan tertentu. Aturan permainan alat musik tradisional rebana yaitu tangan kiri menggenggam rebana dengan posisi telapak tangan kiri menghadap ke atas dengan posisi sedikit miring. Sedangkan tangan kanan sebagai pemukulnya 4 jari kecuali ibu jari tangan kanan melekat pada kulit sedangkan ibu jari tangan kanan melekat pada lubang rebana agar dapat menghentikan rebana agar tidak terjatuh. Bunyi yang dihasilkan dalam permainan rebana memiliki teknik memukul yang berbeda- beda seperti suara “dung” dihasilkan dengan keempat jari didekatkan. Sedangkan untuk menghasilkan bunyi “tang” dihasilkan dengan keempat jari bersela

dan dipukul sedikit keras dengan posisi pukulan ditengah. Dalam bermain alat musik tradisional rebana membutuhkan keselarasan yang berpedoman pada kunci yang terdiri dari pukulan D (dung) dan T (tak). Untuk pemain pemula diharapkan dapat mendalami pada bimbingan dasar kemampuan teknik D dan teknik T dahulu.

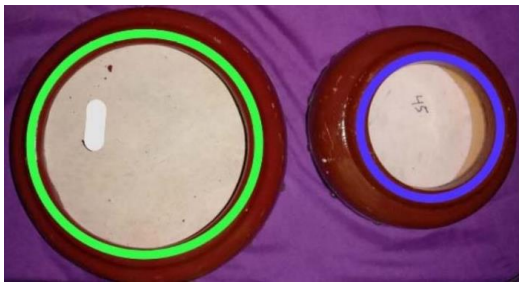
Terdapat 2 jenis pukulan dasar, yaitu :

1. Pukulan Anakan, dan
2. Pukulan Nikahan.

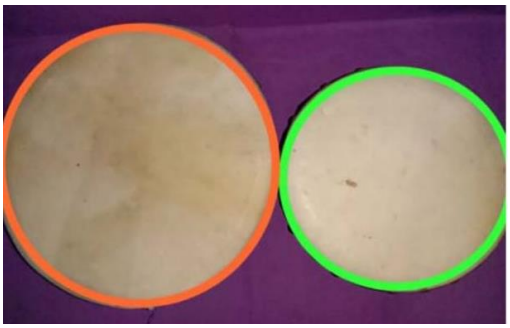
Jenis pukulan dasar diatas dilagukan secara beriringan sampai tercipta keselarasan bunyi yang khas dalam alat musik tradisional rebana.

C. Eksplorasi Aktivitas Fundamental Pada Alat Musik Tradisional Rebana

Ada aktivitas-aktivitas budaya dalam matematika salah satunya alat musik tradisional. Menurut Bishop (1998) terdapat 6 aktivitas fundamental matematis yaitu *counting* (menghitung), *locating* (penempatan), *measuring* (pengukuran), *designing* (perancangan), *playing* (permainan), dan *explaining* (penjelasan). Aktivitas fundamental tersebut dijelaskan sebagai berikut :



Gambar 1. Bingkai rebana berbentuk lingkaran
Sumber: Lusiana Novi Andani, Nurul Arfinanti, Raekha Azka(2021)



Gambar 2. Membran rebana berbentuk lingkaran
Sumber: Lusiana Novi Andani, Nurul Arfinanti, Raekha Azka(2021)

1. Counting (Menghitung)

Aspek fundamental menghitung/*counting* yang terdapat pada alat musik tradisional rebana seperti pada saat memukul rebana. Dalam permainan alat musik rebana memiliki dua patokan kunci yaitu TD . TTTT . TTTD . DDDD . DDDD dan TD . TTTT . TDDD . DDDDDD. Aspek menghitung/*counting* lainnya yang dapat ditemukan pada alat musik tradisional rebana yaitu menghitung tinggi rebana, menghitung jari-jari serta diameter pada bentuk alat musik rebana.

Dalam aspek *counting* alat musik tradisional rebana terdapat konsep matematika yang dapat dikaji yaitu konsep perkalian, pengurangan, dan penjumlahan pada patokan kunci dalam memainkan alat musik tradisional rebana. Konsep tersebut dapat dilihat sebagai berikut,

TD . TTTT . TTTD . DDDD . DDDD

4T→3T=4T-1T=3T operasi pengurangan

4 x D = 4 x D = 2(4 x D) operasi perkalian

TD . TTTT . T DDD . DDDD

3D→4D= 3D+4D = 7D operasi penjumlahan

Konsep matematika lainnya adalah pengukuran alat musik tradisional rebana. Diameter alat musik tradisional rebana adalah 25-30 cm. Jari-jari dihasilkan dari membagi dua diameter alat musik tradisional rebana.

2. ***Locating*(Penempatan)**

Pada alat musik tradisional rebana hadroh terdapat lempengan logam tipis terdiri dari 3-4 logam di tepi bingkai yang memiliki jarak berjauhan sehingga menghasilkan bunyi gemerincing pada saat dimainkan. Guna lempengan logam tipis yang terdapat pada tepi bingkai hanya sebagai hiasan.

3. ***Measuring*(Mengukur)**

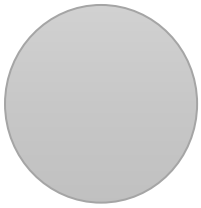
Pada alat musik tradisional rebana hadroh mengandung konsepsi matematika geometri yaitu lingkaran mulai dari komponen-komponen, menghitung luas, menghitung diameter (d), dan menghitung jari-jari (r). Ukuran untuk membuat rebana hadroh memiliki diameter 25-30 cm pada bagian bingkai. Untuk mencari luas lingkaran, terlebih dahulu mencari jari-jari lingkaran yaitu setengah dari diameter. Setelah mendapatkan hasil pengukuran jari-jari untuk mencari luas dapat mengaplikasikan rumus luas lingkaran yaitu: Luas Lingkaran = πr^2

4. ***Desaining*(Perancangan)**

Aktivitas merancang dalam alat musik rebana hadroh dapat dilihat pada ukiran dan warna yang ada pada alat musik ini namun ada juga beberapa yang tidak memakai ukiran hanya memakai satu warna saja tergantung dari keinginan pembeli. Selain ukiran dan warna, aktivitas merancang juga dapat dilihat pada lempengan logam tipis yang ada di tepi bingkai. Logam tipis pada rebana ini terdiri dari 3-4 logam yang memiliki jarak berjauhan sehingga menghasilkan bunyi gemerincing pada saat dimainkan. Dari rebana hadroh ini kita dapat membuat sketsa alat musiknya seperti pada gambar berikut.



Gambar 3. Hadroh



Gambar 4. Sketsa

Sumber: Linda Indiyarti Putri(2017)

Pada sketsa alat musik rebana hadroh ini dapat mengimplementasikan konsep bangun datar lingkaran, sehingga dapat mengidentifikasi unsur-unsur lingkaran seperti diameter dan jari, luas lingkaran ,dan keliling lingkaran.

5. Playing

Rebana jenis hadroh ini menghasilkan nada, yaitu bunyi “tak”, dan “dung. Bunyi “tak” sendiri berasal dari teknik memukul di bagian membran dan ditabuh dengan 4 jari kecuali ibu jari. Sedangkan bunyi ‘dong” tersebut dihasilkan dengan menabuh bagian tengah membran rebana.

6. Explaining

Perkembangan alat musik tradisional rebana hadroh dari masa penyebaran agama islam hingga sekarang memiliki keunikan sendiri karena terjadi hubungan antara tradisi Timur dan Barat serta kebiasaan lokal sehingga munculnya perpaduan. Pada alat musik tradisional rebana hadroh juga terdapat makna pada bentuk yang digunakan pada rebana yaitu kebulatan tekad dalam menjalani kehidupan. Karena kehidupan diibaratkan seperti lingkaran yang tiada ujungnya yang bermakna dalam kehidupan ini semua orang tidak akan mengetahui perjalanan takdirnya. Kemudian makna dari keharmonisan alunan lagu yang dimainkan menggunakan teknik pukulan tertentu mempunyai nilai keberagaman yang mampu disatukan untuk menggapai tujuan yang memberi kesan penuh semangat yang menjadi nyata dalam kehidupan manusia. Maka dari itu, dalam makna alat musik tradisional rebana hadroh diperoleh suatu pengaruh nilai yang bisa digunakan untuk kehidupan.

D. Simpulan

Kesenian alat musik tradisional rebana hadroh merupakan kesenian yang tumbuh dan berkembang di Indonesia mulai abad ke 13 seiring dengan persebaran agama islam di Indonesia. Alat musik tradisional rebana hadroh merupakan salah satu contoh dari kebudayaan Islam yang mempunyai nilai etnomatematika. Rebana merupakan alat musik tradisional yang sumber bunyinya dari membran yang dilapisi kulit binatang seperti sapi atau kambing. Rebana memiliki model dan ukuran yang beragam. Salah satu

jenisnya adalah rebana hadroh yang terdiri dari bingkai dan membran yang dibuat bulat dan tipis dengan diameter 25-30 cm.

Pada alat musik rebana hadroh terdapat 6 aspek matematis menurut Bishop, antara lain: Pertama, aspek counting (menghitung), adanya konsep matematika operasi perkalian, pengurangan, dan penambahan pada setiap patokan kunci pukulan saat memainkan rebana. Kedua, aspek locating (penempatan) pada rebana terdapat lempengan logam tipis terdiri dari 3-4 logam di tepi bingkai yang mengeluarkan bunyi gemerincing pada saat dimainkan. Ketiga, aspek measuring (mengukur) terdapat konsep matematika khususnya geometri yaitu lingkaran ukuran yang sering digunakan untuk membuat rebana hadroh berdiameter 25-30 cm untuk bingkai, menghitung menghitung jari-jari, dan juga menghitung luas lingkaran. Keempat, aspek desaining (perancangan), alat musik rebana hadroh menerapkan konsepsi model bangun datar lingkaran, sehingga dapat diketahui komponen-komponen bangun tersebut. Kelima, aspek playing (bermain), terdapat dua pukulan dasar yaitu anakan dan nikahan. Aspek yang terakhir, aspek explaining (menjelaskan) arti dari bentuk dan juga keharmonisan alunan yang digunakan pada rebana hadroh yakni kebulatan tekad yang sangat penting dalam menjalani kehidupan. Keharmonisan alunan lagu yang dimainkan menggunakan teknik pukulan tertentu memiliki nilai keberagaman yang mampu disatukan untuk mencapai tujuan yang memberi kesan penuh semangat yang menjadi nyata dalam kehidupan manusia.

Bagi peneliti selanjutnya, diharapkan menggunakan metode lain untuk meneliti alat musik rebana. Bagi pembaca, dapat mengetahui adanya aspek matematis dalam alat musik rebana ini.

Daftar Pustaka

Andani, L. N., Arfinanti, N., & Azka, R. Rebana Sebagai Media Pembelajaran dalam Konsep Luas Lingkaran dengan Pendekatan RME (Realistic Mathematics Education). Polynom: Journal in Mathematics Education, 1(1), 19-26.

Andriono, R. (2021). Analisis Peran Etnomatematika dalam Pembelajaran Matematika. ANARGYA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, 4(2).

Cahyono, A. D., & Budiarto, M. T. (2020). PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERBASIS ETNOMATEMATIKA KESENIAN REBANA UNTUK MENINGKATKAN LITERASI MATEMATIS SISWA SMP. Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika Volume, 9(2).

Choirudin, C., Mispani, M., Setiawan, A., Muslimin, A., & Anwar, M. S. (2021). Bahan Ajar Etnomatematika situs Purbakala Pugung Raharjo Untuk meningkatkan KOMPETENSI Mahasiswa. JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika). http://e-journal.unipma.ac.id/index.php/jipm/article/view/8137/3619

C, C., Wahyudi, A., & Anwar, M. S. (2020). Pendidikan Dan Budaya di Indonesia: Relevansi Etnomatematika Pada pembelajaran matematika. Alwafa: Jurnal Kajian Pendidikan Islam. http://jurnal.staiyasbakalianda.ac.id/index.php/alwafa/article/view/13

Eva Nasryah C, Aulia Rahman A. PENGARUH PENDEKATAN ETNOMATEMATIKA TERHADAP KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS DAN MOTIVASI SISWA SD DI ACEH BARAT

Faidah, S. Y. N. (2017). Pembelajaran Rebana Qasidah di Baituttarbiyah (Rumah Pendidikan) Abu Zacky Al-zam Zamy Pangandaran (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).

Fitriyah, D. N., Santoso, H., & Suryadinata, N. (2018). Bahan Ajar transformasi geometri berbasis discovery learning melalui Pendekatan Etnomatematika. http://e-journal.hamzanwadi.ac.id/index.php/jel

Herawati, Y. (2018, July 12). Analisis Kemampuan Koneksi Matematika Berbasis Etnomatematika.https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/40564

Marina, M., & Izzati, N. (2019). Eksplorasi etnomatematika pada corak alat musik kesenian marawis sebagai sumber belajar matematika. Jurnal Gantang, 4(1), 39-48.

Marufah, N. (2021). Komunikasi Seni Hadrah Majelis Ahbaabul Musthofa Yogyakarta. Alhadharah: Jurnal Ilmu Dakwah, 19(2), 91-116.

Mu'asaroh, H. P., & Noor, N. L. A. (2021). Eksplorasi Etnomatematika Bentuk Alat Musik Rebana. Jurnal Pendidikan Matematika (Kudus), 4(1), 69-80.

Noer Faidah, S. Y., & Kusmawardi, S. Pembelajaran Rebana Qasidah di Baituttarbiyah (Rumah Pendidikan) Abu Zacky Al-zam Zamy Pangandaran (Doctoral dissertation, Indonesia University of Education).

Osada, S. S. (2019). Kajian Etnomatematika terhadap Musik Liturgi Inkulturatif Jawa dengan Laras Pelog dan Implementasinya dalam Pembelajaran Matematika di Sekolah (Doctoral dissertation, Tesis. Magister Pendidikan Matematika Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta). Prodi Magister Pendidikan Matematika FKIP Universitas Sanatta Dharma.

Oviyanti, A. M., & Handayaningrum, W. (2022). PEMBELAJARAN MUSIK HADRAH AL-BANJARI PADA GRUP EL-HASANUDDIN DI DESA TEBEL KECAMATAN GEDANGAN KABUPATEN SIDOARJO. Jurnal Pendidikan Sendratasik, 11(1), 89-107.

Putri, L. I. (2017). Eksplorasi etnomatematika kesenian rebana sebagai sumber belajar matematika pada jenjang MI. Jurnal Ilmiah pendidikan dasar, 4(1).

Ramadhani, P. ANALISIS ETNOMATEMATIKA KESENIAN REBANA SEBAGAI SUMBER BELAJAR MATEMATIKA BAGI SISWA SMP DARUL FALAH BANDAR LAMPUNG.

Setiyawan, R. D., & Hariastuti, R. M. (2021). ETNOMATEMATIKA HADRAH AL-BANJARI SEBAGAI BASIS MASALAH OPEN-ENDED. Indiktika: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika, 3(2), 113-125.

Sinaga, S. S. (2001). AKULTURASI KESENIAN REBANA (The acculturization of The Art of Rebana). Harmonia: Journal of Arts Research and Education, 2(3).

SHOLIKAH, Q. (2022). ETNOMATEMATIKA KESENIAN REBANA DAN KETERKAITANNYA. http://repo.uinsatu.ac.id/id/eprint/28364

SYAIFUD, M. PENGARUH PENGGUNAAN ETNOMATEMATIKA KESENIAN REBANA TERHADAP BERHITUNG PESERTA DIDIK KELAS I MI AL-HIKMAH TEMBALANG.

TEMBALANG, M. A. H., & ZUHRI, M. S. PENGARUH PENGGUNAAN ETNOMATEMATIKA KESENIAN REBANA TERHADAP KEMAMPUAN

Widiarti, Y., Anggreni, D., & Sari, S. A. (2019). Identifikasi Etnomatematika Alat MusikTradisional BengkuluSebagai Media dan Alat Peraga Dalam Penyampaian Konsep Lingkaran. https://ejournal.unib.ac.id/jpmr/article/view/9817/4853

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

KAJIAN ETNOMATEMATIKA PADA CANDI BARONG SEBAGAI BAHAN AJAR PADA MATERI GEOMETRI

Ester Natasya Panjaitan[1], Anisa Wirawati[2], Dewina Artha Miranda Ambarita[3]
Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
Email: (esternatasyapanjaitan@gmail.com)

Abstrak

Penelitian ini merupakan penelitian kajian matematika yang berhubungan dengan etnomatematika pada Candi Barong di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Tujuan dari penelitian eksplorasi ini adalah untuk mengenali dan mengeksplorasi aktivitas fundamental matematika yang ada pada Candi Barong yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar matematika serta sebagai upaya untuk mengembangkan etnomatematika sebagai basis pembelajaran matematika. Melalui eksplorasi dokumentasi, studi literatur, dan observasi di lingkungan Candi Barong maka dapat disimpulkan bahwa terdapat aktivitas fundamental dapat digunakan dalam pembelajaran matematika yakni (1)*counting* digunakan untuk menghitung jumlah candi dan anak tangga pada Candi, (2)*measuring* digunakan untuk mengkur luas teras pada candi dan luas candi, (3)*locating* digunakan untuk menentukan arah mata angin pada candi ,(4) *desaining* digunakan untuk mencari bangun segiempat dan segitiga pada candi, (5)*playing* digunakan untuk menentukan aturan penyusunan batu, dan (6)*explaining* digunakan untuk mengetahui sejarah dan makna relief yang terdapat pada Candi Barong.

Kata kunci: Aktivitas Fundamental Matematika, Candi Barong, Etnomatematika

Abstract

This research is a research study of mathematics related to ethnomathematics at Barong Temple in the Province of the Special Region of Yogyakarta. The purpose of this exploratory research is to recognize and explore the fundamental activities of mathematics in Barong Temple which can be used as a source of learning mathematics and as an effort to develop ethnomathematics as a basis for learning mathematics. Through the exploration of documentation, literature studies, and observations in the Barong Temple environment, it can be concluded that there are fundamental activities that can be used in mathematics learning, namely (1) *counting* is used to calculate the number of temples and steps in the temple, (2) *measuring* is used to cover the area of the terrace in the temple and the area of the temple, (3) *locating is* used to determine the cardinal direction of the temple, (4) *designing* is used to find the quadrilateral and triangular buildings in the temple, (5) *playing* is used to determine the rules for arranging stones, and (6) *explaining* is used to find out the history and meaning of the reliefs contained in Barong Temple.

Keywords: Fundamental Mathematical Activity, Barong Temple, Ethnomathematics

Pendahuluan

Matematika dan budaya merupakan dua hal yang saling berkaitan erat. Hubugan matematika dan budaya dapat diartikan dalam seting khusus dengan menggunakan etnomatematika (Albanese & Parales, 2015). Etnomatematika terdiri dari dua kata, etno (etnis/budaya) dan matematika. Itu berarti bahwa dalam etnomatematika, matematika terkait dengan budaya. Menurut Suwarsono (2015) terdapat beberapa hal yang dikaji dalam etnomatematika yaitu lambang, konsep, prinsip, dan keterampilan matematis yang ada pada kelompok-kelompok bangsa, suku maupun kelompok masyarakat lainnya. Sejalan dengan itu D’Ambrosio (1985) menyatakan bahwa tujuan dari etnomatematika adalah untuk mengakui bahwa ada cara-cara berbeda dalam melakukan matematika dengan mempertimbangkan pengetahuan matematika akademik yang dikembangkan oleh berbagai sektor masyarakat serta dengan merundingkan praktek matematika secara luas yang berkaitan dengan berbagai aktivitas matematika, meliputi aktivitas mengelompokkan, berhitung, mengukur, merancang bangunan atau alat, bermain, menentukan lokasi dan lain sebagainya.

Salah satu budaya dalam etnomatematika adalah candi. Candi berasal dari kata candhika graha yang berarti rumah Dewi Candika, yaitu Dewi maut atau Dewi kematian Durga, oleh karena itu candi selalu dihubungkan dengan monumen tempat pendharmaan untuk memuliakan raja yang telah meninggal. Candi merupakan bangunan tempat ibadah dari peninggalan masa lampau yang berasal dari agama Hindu-Budha. Istilah candi tidak hanya digunakan oleh masyarakat untuk menyebut tempat ibadah saja, tetapi juga sebagai istana, pemandian/petirtaan, gapura, dan sebagainya (Maryanto, 2007).

Yogyakarta terdapat banyak candi salah satunya adalah Candi Barong. Candi barong merupakan candi peninggalan agama Hindu yang terletak di Dusun Candisari, Bokoharjo, Prambanan. Disebut Candi Barong karena terdapat hiasan kala di relung tubuh candi yang tampak seperti Barong. Keberadaan Candi Barong yang juga bernama Candi Sari Suragedug disebutkan dalam Prasasti Ratu Baka (856 M) dalam bahasa Sansekerta dan ditulis menggunakan huruf Jawa kuno. Ciri khas dari Candi Barong adalah memiliki punden berundak seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. *Candi Barong tampak atas*
Sumber : Gunawan Iwan (Turisian.com)

Candi merupakan salah satu budaya yang berkaitan dengan cabang ilmu matematika yaitu geometri. Kata “Geometri” berasal dari Bahasa Yunani yang berarti “ukuran bumi”, maksudnya mencakup ukuran segala sesuatu yang ada di bumi. Seorang alhi matematika terkenal bangsa Mesir Kuno kurang lebih 300 tahun sebelum masehi yang Bernama Euclid. Menurutnya, geometri adalah system deduktif yang dikembangkan dari pengertian pangkal yang tidak didefinisikan dan aksioma-aksioma yang kebenarannya sudah tidak dipertanyakan lagi.

Etnomatematika memberikan pelajaran yang bermakna dan relevan bagi siswa. Dalam mewujudkan pembelajaran matematika yang bermakna diperlukan suatu media pembelajaran salah satunya bahan ajar. Bahan ajar sendiri merupakan segala bahan (baik informasi, alat, maupun teks) yang disusun secara sistemtis yang menampilkan sisi utuh dari kompetensi yang akan dikuasai peserta didik dan digunakan dalam proses pembelajaran dengan tujuan perencanaan dan penelaahan implementasi pembelajaran. Misal buku pelajaran, modul, *handout*, LKS, model atau maket, bahan ajar audio, bahan ajar interaktif, dan sebagainya (Prastowo, 2015).

Beberapa artikel yang membahas mengenai etnomatematika dan memiliki judul Etnomatematika Pada Candi Selogending di Desa Kandangan Sebagai Sumber Belajar Matematika Kelas IV Sekolah Dasar oleh Riski Ainurriza (2020), Budaya dan Implikasinya Terhadap Pembelajaran Matematika yang Kreatif oleh I.G.A.Pt. Arya Wulandari & Kadek Rahayu Puspadewi (2016), dan Etnomatematika: Eskplorasi Kebudayaan Mbojo Sebagai Sumber Belajar Matematika oleh Sutarto, dkk (2021). Adapun hasil dari penelitian tersebut adalah dengan etnomatematika yang berkaitan dengan candi, siswa dapat memanfaatkan budaya yang berkembang di sekitar lingkungan siswa untuk membuat pembelajaran matematika yang efektif dan dapat mengarah pada keberhasilan belajar matematika salah satunya dibidang geometri.

Peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai kajian etnomatematika pada Candi Barong sebagai bahan ajar pada materi geometri. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apa saja aspek matematis yang terdapat pada Candi Barong, dan bagaimana implementasi aspek-aspek matematis pada Candi Barong dalam materi geometri pada sekolah menengah pertama.

Metode

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan penelitian kualitatif menggunakan pendekatan deskriptif eksploratif yaitu penelitian yang bertujuan untuk mendeskripsikan atau menggambarkan fenomena-fenomena yang ada, baik bersifat alamiah maupun rekayasa manusia. Menurut Arikunto (2002) penelitian deskriptif eksploratif bertujuan untuk menggambarkan keadaan suatu fenomena, dalam penelitian ini tidak dimaksudkan untuk menguji hipotesis tertentu tetapi hanya menggambarkan apa adanya suatu variabel, gejala dan keadaan. Dengan menggunakan metode ini, peneliti dapat mengkaji etnomatematika yang terdapat pada candi barong serta enam aktivitas fundamental matematika berdasarkan penelitian Bishop (1998). Jadi kajian tersebut dapat diimplementasikan dalam kehidupan sehari-hari.

Menurut Sugiyono (2009) teknik pengumpulan data merupakan suatu tahap paling strategis dalam utama, karena mendapatkan data merupakan tujuan utama sebuah penelitian. Adapun sumber data diperoleh peneliti berdasarkan beberapa

cara yakni: *Pertama*, kegiatan observasi langsung ke candi Barong yang berlokasi di dusun Candisari, desa Sambirejo, Prambanan. Kegiatan observasi langsung merupakan metode pengambilan data secara langsung yang dilakukan para peneliti dalam mengamati gejala-gejala atau hal-hal yang berkaitan dengan suatu objek penelitian (Zuldafrial, 2012). Dalam kajian ini kegiatan observasi langsung dilakukan untuk mendapatkan gambaran-gambaran geometri terutama bangun datar pada candi Barong yang akan digunakan sebagai bahan pembuatan bahan ajar siswa. *Kedua*, kegiatan pengambilan dokumentasi terhadap candi Barong. Menurut Sugiyono (2015) kegiatan dokumentasi merupakan suatu cara yang digunakan oleh peneliti untuk memperoleh berbagai informasi dan data dalam bentuk buku, arsip, dokumen, tulisan angka, dan gambar objek kajian. Dalam kajian kegiatan dokumentasi dilakukan sebagai bentuk pengambilan bukti data peninggalan sejarah candi barong secara langsung yang diambil bersamaan dengan kegiatan observasi langsung ke candi barong. *Ketiga*, pengumpulan data melalui studi pustaka mengenai candi Barong. Teknik pengumpulan data melalui studi pustaka merupakan suatu cara mengumpulkan data dengan melakukan penelaan terhadap buku, literatur, catatan, jurnal, serta berbagai laporan yang memiliki kaitan dengan suatu objek kajian ataupun permasalahan (Nazir, 1998). Oleh karena itu, dalam kajian ini studi pustaka digunakan untuk mencari informasi-informasi mengenai candi Barong melalui buku, jurnal, hingga informasi dari pemerintah.

Hasil dan Pembahasan

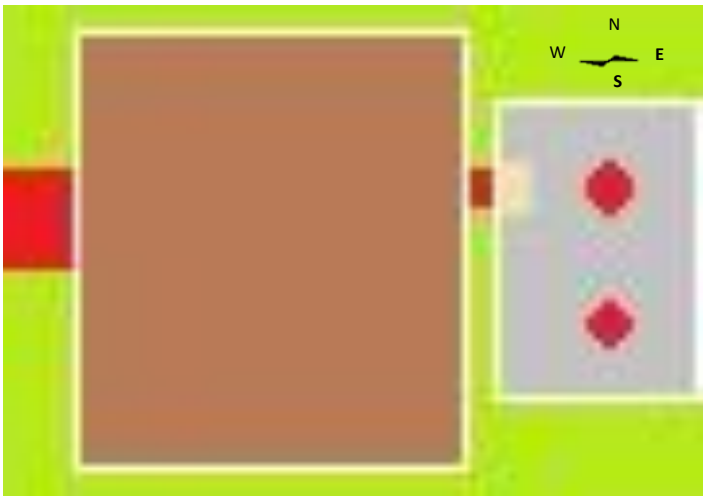
Aktivitas Fundamental Matematis

Hasil dari penelitian yang dilakukan memuat aktivitas fundamental matematis pada bangunan candi Barong yang diperoleh menggunakan teknik observasi, dokumentasi berupa foto, dan studi literatur. Observasi dilakukan di sekitar lingkungan candi Barong yang berlokasi di dusun Candi sari, desa Sambirejo, Prambanan. Data hasil penelitian yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif yang kemudian akan digunakan sebagai bahan ajar matematika pada topik geometri.

Menurut Bishop (1998) terdapat 6 aktivitas fundamental matematis. Aktivitas fundamental matematis tersebut terdiri atas *counting, measuring, locating, designing, playing,* dan *explaining*. Aktivitas- aktivitas fundamental tersebut dapat diamati pada candi Barong yaitu sebagai berikut:

Counting (Menghitung) memiliki makna yang berkaitan dengan “jumlah, banyak sesuatu”. Pada aktivitas *counting* diperoleh bahwa peneliti dapat menghitung jumlah candi yang terdapat pada candi Barong. Candi Barong memiliki 2 bangunan candi utama yaitu candi I yang mengarah ke utara dan candi II yang mengarah ke selatan. Kedua candi tersebut berada di teras III. Pada saat proses pemugaran berlangsung ditemukan bahwa di bawah candi I terdapat 9 kotak bujur sangkar yang menggambarkan *Vastpusamandala* dimana kotak bujur sangkar yang paling besar berasa di tengah yang merupakan pusat kedudukan dan tempat pusat potensi gaib yang menguasai alam semesta, sedangkan 8 kotak bujur sangkr lainnya ialah penjelmaan dewa mata angin. Selain itu, terdapat 3 buah teras pada candi Barong. Setiap teras memiliki makna masing-masing. Kemudian terdapat pula 9 anak tangga yang berukuran sama dari teras II menuju teras III (halaman yang paling suci)

Measuring (mengukur). Pada aktivitas *measuring* biasanya berkaitan dengan luas, volume dari sebuah bangunan. Candi Barong merupakan bangunan candi punden berundak yaitu bangunan yang berbentuk anak tangga yang berfungsi sebagai tempat pemujaan dan dianggap suci pada masa prahindu. Punden berundak biasanya memilki tiga susunan bertingkat dengan setiap susunannya memiliki makna. Hal ini ditemui pada candi Barong yang memiliki 3 susunan teras yang semakin keatas semakin kecil. Hal ini dapat dilihat pada gambar 1 yang kemudian dibuat sketsa matematis seperti pada gambar 2. Teras I berbentuk persegi panjang memiliki ukuran $90m\ x\ 63\ m$, teras II berbentuk persegi memiliki ukuran $50m\ x\ 50m$, dan teras III merupakan tempat yang suci berbentuk persegi panjang memiliki ukuran $25m\ x\ 38m$.



Gambar 2. *Sketsa Lokasi Candi Barong*

Dari observasi yang dilakukan, peneliti memperoleh informasi bahwa 2 buah candi utama pada candi Barong memiliki ukuran yang berbeda. Candi I yang mengarah ke utara memiliki ukuran $8{,}2\ m\ x\ 8{,}2\ m$ dengan tinggi candi $9{,}25\ m$, sedangkan candi II yang mengarah ke selatan memiliki ukuran $8{,}25m\ x\ 8{,}25m$ dengan tinggi candi $9{,}25m$. Kemudian jika dilihat dari tangga awal teras I menuju teras II memiliki tinggi $4\ m$ dan lebar $3\ m$. kemudian teras III memiliki tinggi $5m$ dari teras II dan dapat dicapai melalui tangga dengan lebar $3{,}2m$. Tangga tersebut dilengkapi dengan pipi tangga di sisi kanan dan kiri.

Locating (menentukan lokasi) adalah untuk mengetahui letak secara geografis dan arah mata angin pada Candi Barong. Secara geografis, candi Barong terletak di area perbukitan kapur dengan ketinggian $199{,}27m$ dpl dan pada koordinat $110°2'343''BT$ dan $7°46'16''LS$. Adapun jarak Candi Barong dari pusat Kota Yogyakarta adalah kurang lebih $20{,}3\ Km$ dengan jarak tempuh sekitar 45 menit.

Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat bangunan Candi Barong menghadap ke arah barat. Untuk berada pada teras paling suci atau sering disebut dengan teras III, pengunjung/wisatawan harus berjalan dari timur ke barat. Hal ini dikarenakan bangunan candi I dan candi II berada di bagian timur. Di bagian barat bangunan candi I dan candi II terdapat juga gapura masuk yang berbentuk panduraksa (bentuk menyerupai candi akan tetapi berlubang di tengah sebagai jalan masuk untuk melihat candi I dan candi II). Kedua candi tersebut memiliki kedudukan yang sejajar yaitu candi I berada di sisi utara dan candi 2 berada di sisi selatan.

Designing (Merancang) adalah untuk mengetahui bentuk dari Candi Barong. Jika Candi Barong dilihat dari arsitektur dan kontruksi bangunannya sangat menonjolkan corak agama Hindu khususnya untuk pemujaan Dewa Wisnu yang ditunjukkan dengan adanya temuan arca yang belum selesai dikerjakan mirip dengan arca Dewa Wisnu dan terdapat pula arca Dewi Sri yang merupakan istri dari Dewa Wisnu.

Pada bagian candi utama terbagi atas 3 bagian yaitu kaki candi, tubuh candi, dan atap candi. Pertama, pada bagian kaki candi memiliki relief dengan pola sulur gelung dengan shankha bersayap, daun-daunan, garis silang, serta kotak-kotak kecil. Kedua, pada bagian tubuh candi juga memiliki relief sulur gelung yang dipahat secara vertikal. Keistimewaan dari Candi Barong adalah di bagian tubuh candi I dan candi II tidak memiliki pintu masuk sehingga, pengunjung atau wisatawan hanya dapat melihat tampak luar dari bangunan candi I dan candi 2. Kemudian pada empat sisi bagian tubuh candi terdapat 4 relung yang seharusnya dapat menjadi tempat meletakkan acra Dewa Wisnu pada candi I dan arca Dewi Sri pada candi II akan tetapi, saat pemugaran arca tersebut sudah tidak ada. Di setiap bagian atas relung tersebut terdapat pula hiasan barong yang merupakan ciri khas dari Candi Barong. Ketiga, pada bagian atap candi tersusun tiga tingkatan yang dibatasi oleh anterfiks-anterfiks polos. Bentuk atap pada Candi Barong semakin ke atas akan semakin meruncing menyerupai bentuk bangun ruang yaitu bangun limas segiempat.

Hal lain yang diperoleh pada aspek *designing* adalah peneliti menjumpai adanya bangun datar dan bangun ruang yang terdapat pada Candi Barong. Bangun datar yang terdapat pada candi antara lain bentuk trapesium pada dinding candi dan gapura pintu masuk candi, bentuk segitiga pada atap candi, bentuk persegi pada teras candi II dan relief candi, bentuk persegi panjang pada teras I, teras II, dan bagian relief candi, dan bentuk belah ketupat pada bagian relief candi I dan candi II. Bangun ruang yang terdapat pada candi antara lain bangun ruang limas segiempat yang terdapat pada atap candi I dan candi 2, bangun ruang kubus yang terdapat pada badan candi I dan II, kemudian di sisi lain, untuk atap gapura masuk Candi Barong yang menyerupai limas segiempat terpancung, dan sebagainya.

Playing (bermain) dalam aktivitas ini peneliti ingin mengetahui aturan penyusunan batu pada Candi Barong. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan secara langsung pada Candi Barong diperoleh informasi bahwa aturan penyusunan batu tidak ada aturan yang spesifik dikarenakan batu yang disusun memiliki ukuran yang berbeda-beda. Kemudian peneliti mengamati kembali dan memperoleh informasi bahwa dalam penyusunan batu harus memiliki minimal 1 hal yang sam , yaitu harus memiliki tinggi atau lebar atau panjang batu yang sama. Sebagai contoh dalam penyusunan kaki candi Barong. Jika diamati, setiap batu yang tersusun memiliki tinggi batu yang sama tetapi memiliki lebar dan panjang batu yang berbeda. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. *Kaki Candi Barong*

Explaining (memberi penjelasan). Dalam aktivitas ini peneliti ingin mengetahui sejarah dari candi Barong dan makna dari arca dewa Wisnu dan dewi Sri pada Candi Barong. Candi barong disebut dengan candi barong karena terdapat hiasan di relung tubuh candi yang tampak seperti barong. Candi Barong memiliki nama lain yaitu candi Sari Suragedung yang disebutkan dalam prastasti Ratu Baka (856M) dalam Bahasa Sansekerta dan ditulis menggunakan huruf Jawa kuno. Candi Barong didirikan pada abad ke sembilan sampai ke sepuluh. Dalam prasasti tersebut diceritakan tentang seorang raja bernama Sri Kumbaja atau Sri Kalasodbhava yang membangun tiga 'lingga', yaitu Krttiwasalingga dengan pendamping Dewi Sri, Triyarbakalingga dengan pendamping Dewi Suralaksmi, dan Haralingga dengan pendamping Dewi Mahalaksmi. Diperkirakan bangunan yang dimaksud adalah Candi Barong. Dalam Prasasti Pereng (863 M), yang juga ditulis dalam bahasa Sansekerta dengan menggunakan huruf Jawa kuno, disebutkan bahwa pada tahun 784 Saka (860 M) Rakai Walaing Pu Kumbhayoni menganugerahkan sawah dan dua bukit di Tamwahurang untuk keperluan pemeliharaan bangunan suci Syiwa bernama Bhadraloka. Para ahli berpendapat bahwa Sri Kumbaja atau Sri Kalasodbhava adalah Pu Kumbhayani dan bangunan Syiwa yang dimaksud adalah Candi Barong.

Pada candi Barong merupakan candi bercorak hindu sehingga di daerah candi terdapat arca dewa Wisnu dan Dewi Sri. (Kemendikbud, 2020) menyatakan bahwa kondisi lingkungan sekitar candi Barong yang tandus dan masyarakat sekitar sangat bergantung pada hasil pertanian sebagai sumber pencaharian, maka masyarakat sekitar memilih Dewa Wisnu dan Dewi Sri sebagai dewa pemujaan. Dalam mitologi India, Dewa Wisnu adalah dewa pemelihara dan penyelamat, sedangkan Dewi Sri yang merupakan salah satu sakti Dewa Wisnu yang dianggap sebagai dewi padi dalam kehidupan masyarakat Jawa hingga saat ini. Akhirnya, melalui pemujaan dewa Wisnu dan dewi Sri diharapakan lingkungan sekitar candi Barong memperoleh berkah kesuburan tanah sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan rakyat.

Eksplorasi Materi Geometri Pada Candi Barong

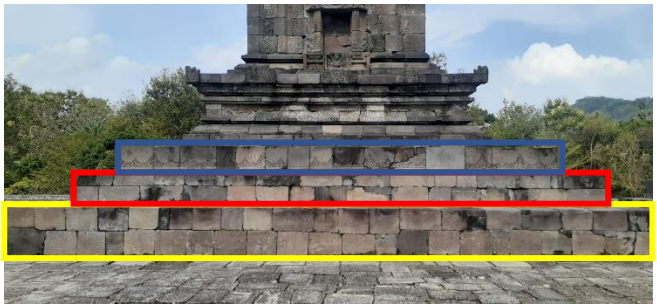
Pada lingkungan candi Barong memiliki bentuk geometri yang dapat digunakan sebagai bahan ajar pembelajaran matematika. Hal ini didukung dari hasil observasi yang telah peneliti lakukan. Unsur – unsur geometri yang diperoleh pada candi Barong diantaranya 1**. *Persegi panjang***, bangun persegi panjang memiliki ciri khas yaitu sisi yang berhadapan sama panjang dan besar setiap sudutnya adalah 90°. Jika bangun persegi dipandang dari jajar genjang, maka persegi panjang merupakan jajar genjang yang sudutnya keempat sudutnya siku-siku atau 90°. Bangun datar persegi Panjang dapat terlihat pada bagian tubuh candi. Di bagian

tubuh candi terdapat 4 sisi dan pada keempat sisi tersebut terdapat relung candi dimana tempat menempatkan arca dewa Wisnu dan dewi Sri. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. *Relung Candi Barong*

Bangun datar persegi panjang juga ditemukan pada kaki Candi Barong. Dapat dilihat pada gambar 5, terdapat 3 tingkatan berbentuk persegi panjang jika dilihat dari setiap sisi candi dimana kaki candi paling bawah pada candi I memiliki panjang $8{,}2\ m$ dan pada candi II memiliki panjang $8{,}25m$ yang diketahui berdasarkan informasi panjang sisi candi I dan sisi candi II yang telah di bahas pada aktivitas fundamental matematika bagian *measuring*.



Gambar 5. *Kaki Candi Barong*

Pada gapura Candi Barong ditemukan juga bentuk persegi panjang pada pintu masuk menuju candi.



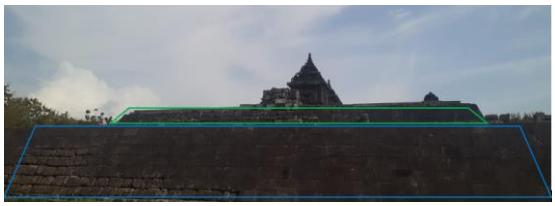
Gambar 6. *Gapura Candi*

Pada gambar 6 dapat dilihat adanya bentuk persegi panjang dimana lorong tersebut merupakan jalan menuju teras III untuk melihat bangunan candi utama. Di atas gapura tampak depan juga terdapat hiasan barongan yang merupakan ciri khas dari candi Barong.

2. Trapesium, bangun datar trapesium memiliki ciri-ciri yaitu memiliki 4 sisi dimana 2 sisinya sejajar. Pada candi Barong ditemukan beberapa bentuk trapesium. Salah satunya pada gambar 6. Kita dapat mengamati bahwa di atas gapura terdapat bentuk trapesium sama kaki. kemudian bentuk trapesium lainnya dapat dijumpai pada kaki candi dapat dilihat pada gambar 5 dimana jika di 3 tingkatan kaki tersebut ditarik sebuah garis akan membentuk trapesium. Terakhir pada dinding jalan teras I menuju teras II dan teras II menuju teras III membentuk bangun trapesium. Hal ini dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 7. *Atap Candi*

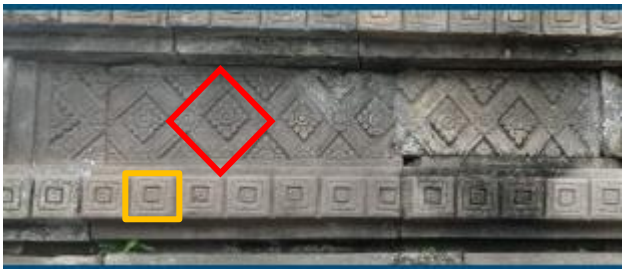


Gambar 8. *Dinding Teras I, II, dan III*

3. Segitiga , bangun datar segitiga memiliki ciri-ciri yaitu tiga sudut dengan total besar sudut adalah 180°. Bangun segitiga pada Candi Barong terdapat pada bagian atap candi yang membentuk segitiga di empat sisinya. Jika dipandang dari sisi bangun ruang, bangunan atap candi barong berbenuk limas segiempat dimana mempunyai ciri-ciri 4 sisi dan 1 alas berbentuk segi empat dan 4 sisi lainnnya merupakan selimut yang berbentuk segitiga. Selain itu bangun datar segitiga dapat dilihat pada hiasan di atas gapura pintu masuk menuju candi yang terdapat di teras III.

4.Belah Ketupat, bangun datar belah ketupat memiliki ciri-ciri semua sisi sama panjang, sudut yang berhadapan sama besar, dan memiliki dua diagonal yang tidak sama panjang. Jika kita mendefenisikan belah ketupat dari persegi, maka belah ketupat juga merupakan persegi yang sudut yang berhadapan sama besar Berdasarkan hasil observasi langsung yang dilakukan, peneliti melihat adanya bentuk bangun datar belah ketupat pada corak relief pada candi I dan candi II.

5. Persegi, bangun datar persegi memiliki ciri khas yaitu keempat sisinya sama panjang dan keempat sudutnya sama besar yaitu 90°. Pada gambar 8 ditemukan juga bentuk persegi pada corak Candi Barong pada candi I dan candi II yang terletak di bawah corak bangun belah ketupat.



Gambar 9. *Corak Candi*

Hasil penelitian yang dilakukan terdapat muatan etnomatematika pada bangunan-bangunan Candi Barong Yogyakarta. Muatan-muatan tersebut terdiri atas bangun geometri yaitu bangun datar segi empat, segitiga dan terdapat juga bangun ruang. Berdasarkan analisis yang dilakukan, muatan etnomatematika tersebut dapat digunakan sebagai bahan ajar bagi siswa.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian kajian etnomatematika yang dilakukan pada Candi Barong Daerah Istimewa Yogyakarta membuka potensi konsep budaya, agama, moral dan pendagogis khususnya matematika dengan mengunakan benda-benda atau objek-objek yang berkaitan dengan kebudayaan sehingga ditemukan pengembangan etnomatematika yang menyediakan basis pembelajaran matematika yang menarik sekaligus mengenalkan dan promosi budaya pada siswa. Selain itu Candi Barong merupakan peninggalan sejarah yang cukup kompleks untuk pembangunan konsep matematika dengan menggunakan 6 aktivitas fundamental bahwa terdapat aktivitas fundamental matematis yang menunjukkan secara langsung keterkaitan konsep-konsep matematika satu sama lain yakni (1)*counting* digunakan untuk menghitung jumlah candi dan anak tangga pada Candi, (2)*measuring* digunakan untuk mengkur luas teras pada candi dan luas candi, (3)*locating* digunakan untuk menentukan arah mata angin pada candi ,(4)*designing* digunakan untuk mencari bangun segiempat dan segitiga pada candi, (5)*playing* digunakan untuk menentukan aturan penyusunan batu, dan (6)*explaining* digunakan untuk mengetahui sejarah dan makna relief yang terdapat pada Candi Barong.

Daftar Pustaka

Ainurriza, Riski. (2020). Etnomatematika pada Candi Selogending di Desa Kandangan sebagai Sumber Belajar Matematika Kelas IV Sekolah Dasar. *EDUCARE: Journal of Primary Education, 1(3), 283-302.*

Albanese, V. & Perales, F. J. (2015). Enculturation with Ethomathematical Microprojets: from Culture to Mathematics. *Journal of Mathematics & Culture, 9 (11), 1-11*.

Arikunto, S. (2002). Metodologi Penelitian suatu Pendekatan Proposal. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Bishop, A. J. (1988). *Mathematical Enculturation. A Cultural Perspective on Mathematics Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.

D’Ambrosio, U. (1985). Ethnomathematics and its Place in The History and Pedagogy of Mathematics. *For the learning, 5 (1), 44-47*.

Gunawan, Iwan. (2022). Wisata Sejarah Sambi Menanti Sunsest yang Indah di Candi Barong Yogyakarta. Diakses pada tanggal 23 Oktober 2022. Diambil dari https://turisian.com/2022/05/15/wisata-sejarah-sambil-menanti-sunset-yang-indah-di-candi-barong-yogyakarta/.

Kementrian Budaya dan Pendidikan (Kemdikbud). 2021). *Candi Barong*. Diakses pada tanggal 22 Oktober 2022. Diakses dari Candi Barong - Balai Pelestarian Cagar Budaya D.I. Yogyakarta (kemdikbud.go.id).

Maryanto, Daniel A. (2007). *Seri Fakta dan Rahasia di Balik Candi: Mengenal Candi*. Yogyakarta: Citra Aji Parama.

Nazir. (1998). Metode Penelitian. Jakarta: Ghalia Indonesia.

Prastowo, Andi. (2015). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.

Sugiyono. (2009). Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D. Bandung: Alfabeta.

Sugiyono. (2015). *Metode Penelitan Kombinasi (Mix Methods)*. Bandung: Alfabeta.

Sutarto, dkk. (2021). Etnomatematika: Eksplorasi Kebudayaan Mbojo sebagai Sumber Pembelajaran Matematika. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika, 7 (1), 33-42*.

Suwarsono, St. (2015). *Etnomatematika (Ethnomathematics)*. Diakses pada tanggal 22 Oktober 2022. Diambil dari https://www.usd.ac.id/fakultas/pendidikan/s2_pen_matematika/f1l3/Slides%20ppt%20Etnomatematika.pdf

Wulandari, IGAPA., & Puspadewi, Kadek Rahayu. (2016). Budaya dan Implikasinya terhadap Pembelajaran Matematika yang Kreatif. *Jurnal Santiaji Pendidikan, 6 (1), 31-36*.

Zuldafrial. (2012). *Penelitian Kualitatif*. Surakarta: Yuma Pustaka.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

KAJIAN ETNOMATEMATIKA PADA CANDI SARI KALASAN SEBAGAI BAHAN AJAR MATERI BANGUN DATAR SMP

Debora Kristyn Manalu[1*], Renata Putri Fauziah[1], Silvia Dwi Saputri[1]
[1]Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sanata Dharma
**email: deboramanalu501@gmail.com*

ABSTRAK

Penelitian ini adalah penelitian yang berhubungan dengan etnomatematika pada Candi Sari Kalasan di Daerah Istimewa Yogyakarta dengan tujuan untuk mengetahui aspek - aspek matematis yang terdapat pada Candi Sari Kalasan dan mengetahui implementasinya dalam pembelajaran matematika. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksploratif dengan pendekatan etnografi dan metode penelitian dokumentasi, wawancara serta observasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat aktivitas fundamental matematis pada Candi Sari Kalasan terutama aspek geometri bidang (lingkaran, segitiga, persegi, dan persegi panjang). Aktivitas fundamental matematis yang diperoleh terdiri dari (1) *counting* digunakan untuk menghitung banyaknya anak tangga, (2) *measuring* digunakan untuk menentukan dimensi candi, (3) *designing* digunakan untuk menentukan aspek-aspek bangun datar pada candi, (4) *Playing* digunakan untuk mengetahui aturan dalam penyusunan batu, (5) *explaining* digunakan untuk mengetahui makna relief pada candi, (6) *locating* digunakan untuk mengetahui letak dan arah Candi Sari Kalasan.

Kata Kunci: Aktivitas Fundamental Matematis, Candi Sari Kalasan, dan Etnomatematika.

ABSTRACT

This research is a research that related to ethnomathematics at Sari Kalasan Temple in Special Region of Yogyakarta with the aim to know what mathematical aspects are contained in Sari Kalasan Temple and to know the implementation of these mathematical aspects in learning mathematics. This research is classified into exploratory research with an ethnographic approach with data collection technique through observation and interview. The result showed that there are mathematical aspects in Sari Kalasan Temple, especially in the form of Geometry aspects (circles, triangles, squares, and rectangles). These mathematical aspects are studied from the six fundamental mathematical activities. These mathematical aspects were examined from the six fundamental mathematical activities consisting of (1) Counting is used to calculate the number of stairs, (2) measuring is used to determine the dimension of the temple, (3) designing is used to determine aspects of the two dimension figure of the temple, (4) playing is used to find out the rules in the preparation of stones, (5) explaining is used to find out the meaning of the reliefs on the temple, (6) locating is used to find out the location and direction of Sari Kalasan Temple.

***Key Words**: Ethnomathematics, Sari Kalasan Temple, fundamental mathematical activities*

PENDAHULUAN

Topik terkait budaya merupakan isu yang menjadi trend dalam pembelajaran matematika yang dikenal sebagai etnomatematika. Etnomatematika bukan merupakan hal baru dalam topik pembahasan matematika. Menurut Barton (1996), etnomatematika mencakup ide – ide matematika, praktik, dan pemikiran yang dikembangkan oleh semua budaya. Sedangkan D’Ambrosio dalam bukunya yang berjudul “Ethnomathematics: Link Between Tradition and Modernity” mendefinisikan etnomatematika sebagai matematika yang dipraktekkan oleh kelompok budaya, seperti masyarakat perkotaan dan pedesaan, kelompok pekerja, kelas profesional, anak – anak dalam kelompok usia tertentu, masyarakat adat, dan banyak kelompok lain yang diidentifikasi oleh tujuan dan tradisi umum untuk kelompok ini. D’Ambrosio (Gerdes, 1996: 913) juga berpendapat bahwa kurikulum matematika sekolah harus kompatibel (selaras) dengan bentuk – bentuk budaya. Dalam hal ini, etnomatematika dianggap sebagai sebuah program yang bertujuan untuk mempelajari bagaimana siswa dapat memahami, mengartikulasikan, mengolah, dan akhirnya menggunakan ide – ide matematika, konsep, dan praktik – praktik yang dapat memecahkan masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari – hari (Barton, 1996).

Matematika sudah sedemikian lama dipandang sebagai suatu disiplin ilmu yang netral dan bebas – budaya yang lepas dari nilai – nilai sosial (Bishop, 1993; D’Ambrosio, 1990). Pembelajaran matematika di sekolah selalu melibatkan pembelajaran konsep dan fakta yang dianggap diterima secara universal. Ini berarti bahwa matematika akademik terdiri atas sekumpulan konsep, fakta, algoritma, aksioma, postulat, dan teorema. Rosa dan Oret (2006) berpendapat bahwa program etnomatematika dikembangkan untuk menghadang tabu – tabu bahwa matematika adalah suatu bidang studi yang bersifat universal. Hal ini dikarenakan etnomatematika adalah matematika dalam suatu budaya. Etnomatematika merupakan suatu bidang yang mempelajari cara – cara yang dilakukan manusia dari budaya yang berbeda dalam memahami, melafalkan, dan menggunakan konsep dari budayanya yang berhubungan dengan matematika. Sehingga dalam etnomatematika dapat dikaji bagaimana cara orang memahami, mengekspresikan, dan menggunakan konsep – konsep budaya yang digambarkan secara matematis (Hariastuti, 2017:28).

D’Ambrosio (1985) menyatakan bahwa tujuan dari adanya etnomatematika adalah untuk mengakui bahwa ada cara – cara berbeda dalam melakukan matematika dengan mempertimbangkan pengetahuan matematika akademik yang dikembangkan berbagai sektor masyarakat serta dengan mempertimbangkan modus yang berbeda dimana budaya yang berbeda merundingkan praktek matematika mereka (cara mengelompokkan, berhitung, mengukur, merancang bangunan atau alat, bermain, dan lainnya). Hal ini berarti bahwa matematika dalam budaya akan berkembang sesuai dengan perkembangan masyarakat pemakainya. Matematika dalam budaya biasanya lebih sederhana dibandingkan yang diajarkan pada sektor pendidikan formal.

Kajian Aktivitas Fundamental

Bishop (1988: 99) mengidentifikasi enam kegiatan “*universal*” yang dapat dicirikan sebagai kegiatan matematika. Enam kegiatan tersebut terdiri dari *counting* (membilang), *locating* (menentukan lokasi), *measuring* (mengukur), *designing* (merancang), *playing* (bermain) dan *explaining* (menjelaskan). Berikut merupakan

penjelasan mengenai keenam aktivitas fundamental matematis menurut Bishop yaitu, *Counting* (membilang) dalam KBBI dapat diartikan sebagai pernyataan banyaknya satuan dalam angka. Aktivitas-aktivitas yang terdapat dalam counting adalah kuantifikasi, nama-nama bilangan, bilangan, nilai tempat, basis 10, operasi bilangan, akurasi, pola bilangan, pangkat, pendekatan dsb. Selanjutnya adalah *locating* (menentukan lokasi), aktivitas *locating* (menentukan lokasi) awalnya digunakan untuk membantu masyarakat dalam menentukan lokasi berburu yang cocok, menentukan arah dengan menggunakan kompas pada saat perjalanan, serta dengan menentukan lokasi yang didasarkan pada objek benda langit. Aktivitas-aktivitas yang terdapat dalam *locating* adalah rute, arah mata angin, atas/bawah, depan/belakang, jarak, garis lurus, garis lengkung, sistem lokasi, koordinat kutub dsb. Aspek yang ketiga adalah *measuring* (mengukur). Aktivitas *measuring* (mengukur) pada awalnya digunakan untuk membandingkan suatu objek dengan objek lainnya yang dilakukan oleh masyarakat untuk menentukan suatu berat, volume, kecepatan, waktu, serta hal–hal lainnya. Aktivitas – aktivitas yang terdapat dalam *measuring* (mengukur) adalah, perbandingan kuantitas, mengurutkan, estimasi, keakuratan satua, waktu, perkiraan, kualitas. Aspek keempat adalah *designing* (merancang), aktivitas ini pada awalnya digunakan untuk melihat bentuk dari keanekaragaman bentuk suatu objek yang berupa gedung atau untuk melihat pola – pola yang berkembang dalam berbagai tempat yang ada. Aktivitas – aktivitas yang terdapat dalam *designing* (merancang) adalah keindahan, simetris, besar/kecil, perbandingan, pengubinan, kesebangunan, permukaan, bentuk geometris umum, dsb. Aspek yang kelima adalah *playing* (bermain, aktivitas ini untuk melihat suatu keanekaragaman yang terdapat pada permainan anak – anak yang berupa aspek – aspek matematis seperti bentuk bangun datar, sehingga melalui proses pengamatan tersebut maka anak – anak diajak untuk berpikir lebih kritis mengenai objek – objek yang membangun permainan tersebut. aktivitas– aktivitas yang terdapat dalam *playing* (bermain) adalah teka-teki, aktivitas yang didasarkan pada aturan, permainan, strategi, pilihan, prediksi, dsb. Aspek yang terakhir adalah *Explaining* (menjelaskan), aktivitas ini untuk membantu masyarakat dalam menganalisis pola grafik, diagram, maupun hal lainnya yang memberikan suatu arahan untuk menuntun masyarakat dalam mengelola suatu representasi yang diwujudkan oleh keadaan yang ada. Aktivitas – aktivitas yang terdapat dalam *explaining* (menjelaskan) adalah kesamaan dalam bentuk benda, klasifikasi yang didasarkan pada hierarki, diagram, matriks, klasifikasi, penjelasan, kriteria, pembuktian, dsb.

Implementasi dalam pembelajaran

Menurut D’Ambrosio, pembelajaran matematika dengan etnomatematika lebih diarahkan para pemahaman akan proses matematika budaya atau etnomatematika. Oleh karena itu, pada segi tujuan, pembelajar matematika lebih diarahkan untuk pembentukan pikiran peserta didik bagaimana konsep matematika terbentuk, dikombinasikan dan digunakan. Dengan proses etnomatematika para peserta didik harapannya dapat mempelajari bagaimana budaya Indonesia memahami proses abstraksi yang menghasilkan bentuk geometris dan bagaimana pengetahuan tersebut dimanfaatkan untuk membangun bangunan monumental dan menyelesaikan berbagai persoalan nyata. Pada geometri, terdapat proses abstraksi, yaitu pembentukan gagasan ideal seperti titik, dan garis. Dengan menggunakan titik dan garis dapat dibuat berbagai bentuk bangun datar, bangun ruang serta bangunan

monumental nyata. Bentuk geometri yang akan dieksplorasi adalah bidang datar persegi, segitiga, persegi panjang, dan trapesium.

D’Ambrosio juga menambahkan bahwa dalam pandangannya matematika adalah luas. Matematika tidak hanya muncul pada budaya - budaya suku pedalaman atau suku lokal, namun dalam hal ini etnomatematika bisa muncul dalam setiap lingkungan dan kehidupan sehari - hari. Hal ini berarti bahwa matematika dalam budaya akan berkembang sesuai dengan perkembangan masyarakat pemakainya. Matematika dalam budaya biasanya lebih sederhana dibandingkan yang diajarkan pada sektor pendidikan formal. Selain itu, dapat diartikan bahwa kebudayaan dapat digunakan sebagai sarana pembelajaran matematika bagi siswa. Objek - objek dalam etnomatematika dapat berupa permainan tradisional, artefak, dan juga peninggalan bersejarah seperti candi. Menurut Rusi (2010, 18) candi biasanya mengacu pada berbagai macam bentuk dan fungsi suatu bangunan. Fungsi bangunan yang dimaksud antara lain adalah sebagai tempat ibadah, pusat pengajaran agama, tempat penyimpanan abu jenazah para raja, tempat pemujaan atau tempat bersemayam para dewa, pertirtaan (pemandian), dan gapura.

Salah satu bangunan candi di kecamatan Kalasan, kabupaten Sleman adalah Candi Sari Kalasan. Candi Sari Kalasan adalah bangunan yang berlatar belakang agama Buddha. Candi Sari Kalasan Kalasan berada di desa Bendan, Kelurahan Tirtomartani. Menurut perkiraan candi ini dibangun pada abad ke 8 M, yaitu pada masa pemerintahan rakai Panangkaran, bersamaan dengan masa pembangunan Candi Kalasan. Candi Sari Kalasan berdenah empat persegi panjang .Tinggi keseluruhan candi dan permukaan tanah sampai puncak stupa adalah 17-18 m. Unsur yang ada dalam Candi Sari Kalasan sebenarnya dapat dieksplorasi etnomatematikanya untuk mengetahui konsep matematis. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Veronica mengenai konsep etnomatematika pada Candi Ratu Boko menghasilkan adanya beberapa bangunan Candi Ratu Boko yang memiliki keterkaitan dengan matematika, salah satunya pada materi geometri bidang datar seperti segitiga, persegi, persegi panjang, trapesium, jajargenjang, dan lingkaran. Dalam hal ini, etnomatematika berperan sebagai jembatan antara konsep abstrak matematika dengan objek realitas atau konkret dalam kehidupan sehari - hari. Adapun penelitian lain yang dilakukan oleh Marenda, dkk (2021) yang memperoleh hasil bahwa adanya etnomatematika pada bangunan Candi Agung Gumuk Kancil yang berkaitan dengan geometri. Unsur geometri yang ditemukan meliputi: bangun datar (segitiga, persegi, persegi panjang, dan lingkaran), bangun ruang (kubus, balok, dan tabung), kesebangunan, kekongruenan, dan transformasi geometri (translasi dan refleksi). Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian ini untuk mengetahui konsep matematis yang ada pada Candi Sari Kalasan dan keterkaitannya dengan pembelajaran matematika SMP berdasarkan keenam aspek kajian matematis.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksploratif dengan menggunakan metode pengumpulan data observasi, wawancara, dan dokumentasi. Penelitian deskriptif bertujuan untuk menggambarkan sifat sesuatu yang tengah berlangsung saat riset dilakukan dan memeriksa sebab-sebab dari suatu gejala tertentu. penelitian deskriptif eksploratif bertujuan untuk menggambarkan keadaan

suatu fenomena. Sedangkan observasi merupakan suatu teknik mengumpulkan data dengan tujuan mencari informasi terkait aktivitas fundamental matematis yang ada pada Candi Sari Kalasan Kalasan. Kegiatan observasi dilakukan dengan bantuan pedoman observasi yang berisi hal-hal yang dilakukan untuk pengamatan kemudian akan dilanjutkan dengan kegiatan mencatat hasil observasi. Wawancara merupakan suatu teknik mengumpulkan data dengan menggali keseluruhan informasi secara detail dan lengkap. Metode wawancara yang digunakan adalah wawancara semi terstruktur yaitu melakukan kegiatan wawancara dengan topik yang sudah disiapkan pada pedoman wawancara, namun tidak menutup kemungkinan akan ada pertanyaan – pertanyaan tambahan untuk menggali informasi lebih mendalam. Wawancara dilakukan dengan narasumber yang sesuai dengan topik penelitian. Pertanyaan yang diberikan kepada narasumber sesuai dengan pedoman wawancara yang telah dibuat. Namun pertanyaan dapat dikembangkan ataupun dapat juga muncul pertanyaan baru jika terdapat pertanyaan yang perlu ditanyakan dalam proses wawancara. Metode dokumentasi merupakan teknik pengumpulan data melalui peninggalan tertulis, teori dalil, dan buku – buku tentang pendapat yang berhubungan dengan masalah peneliti. Dokumentasi dilakukan dengan dua macam, yakni dengan foto dan rekaman suara. Tujuan dari dokumentasi adalah untuk menunjang data yang diperoleh dari observasi langsung dan wawancara agar membantu menyimpulkan hasil penelitian.

Lokasi penelitian yang dimaksud adalah Candi Sari Kalasan yang terletak di Desa Tirtomartani, Kecamatan Kalasan, Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Pengambilan daerah penelitian tersebut dilakukan dengan adanya pertimbangan bahwa bagian-bagian pada bangunan Candi Sari Kalasan memiliki unsur - unsur matematika di dalamnya.

Subjek penelitian adalah orang atau narasumber yang memberikan informasi mengenai objek penelitian yang dikaji. Subjek penelitian yang digunakan adalah (1) penjaga Candi Sari Kalasan yang mengerti mengenai sejarah terbentuknya Candi Sari Kalasan ini, (2) penjaga tiket yang mengetahui mengenai jumlah data pengunjung setiap harinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian etnomatematika dalam penelitian ini berupa analisis aktivitas fundamental matematis yang terdapat pada Candi Sari Kalasan. **Aktivitas *counting*** (membilang) adalah aktivitas yang berkaitan dengan banyaknya objek dengan satuan dalam angka. **Aktivitas *locating*** (menentukan lokasi) adalah aktivitas yang banyak dilakukan oleh masyarakat untuk menentukan lokasi atau arah. **Aktivitas *measuring*** (mengukur) adalah aktivitas yang dilakukan untuk menentukan suatu berat, volume, kecepatan, waktu, dan sejenisnya. **Aktivitas *designing*** (merancang) adalah aktivitas yang digunakan untuk melihat pola – pola yang berkembang dalam berbagai tempat yang ada. **Aktivitas *playing*** (bermain) adalah kegiatan yang sifatnya menyenangkan, mempunyai pola tertentu, dan mendorong seseorang untuk mengatur strategi (Aini, 2021). **Aktivitas *explaining*** (menjelaskan) merupakan kegiatan yang membantu dalam menganalisis pola grafik, diagram, maupun hal lainnya yang memberikan suatu arahan untuk menuntun masyarakat dalam mengelola suatu representasi yang diwujudkan oleh keadaan yang ada. Berdasarkan

hasil analisis diperoleh bahwa Candi Sari Kalasan memuat enam aktivitas fundamental matematis dari Bishop yang dapat diuraikan sebagai berikut.

A. *Counting*

Aktivitas *counting* terdapat pada kegiatan penelitian ini yaitu menghitung jumlah anak tangga, banyaknya candi, dan juru pemeliharaan yang terdapat pada bangunan Candi Sari Kalasan. Untuk dapat memasuki Candi Sari Kalasan pengunjung harus menaiki beberapa anak tangga. Tangga pada candi sari kalasan berada di sisi timur atau di depan pintu masuk Candi Sari Kalasan. Tangga yang digunakan untuk memasuki bangunan candi merupakan tangga yang berada di depan pintu masuk candi. Berdasarkan hasil observasi diperoleh bahwa jumlah anak tangga pada Candi Sari Kalasan adalah 12 anak tangga. Selain itu, diperoleh informasi bahwa terdapat 1 bangunan candi yang ada di kompleks Candi Sari Kalasan. Bangunan candi tersebut memiliki 4 sisi dimana setiap sisinya mempunyai 6 jendela. Selain itu, jumlah juru pemeliharaan pada Candi Sari Kalasan saat kami melakukan observasi adalah sebanyak satu orang yang merupakan bagian dari Badan Pelestarian Cagar Budaya (BPCB) Yogyakarta.

B. Locating

Aktivitas *locating* terdapat pada penentuan letak dan arah mata angin pada pemugaran Candi Sari Kalasan. Berdasarkan keterangan yang terdapat pada papan informasi, letak Candi Sari Kalasan kurang lebih 11 km dari pusat kota Yogyakarta. Candi Sari Kalasan tepatnya berlokasi di Desa Bendan, Kelurahan Tirtomartani, Kecamatan Kalasan, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Selain itu, berdasarkan wawancara diperoleh informasi bahwa arah Candi Sari Kalasan saat dilakukan pemugaran adalah menghadap ke arah timur.

C. *Measuring*

Aktivitas *measuring* ditemukan pada penentuan ukuran dimensi dan harga tiket masuk Candi Sari Kalasan. Untuk ukuran dimensi pada Candi Sari Kalsain yaitu Candi ini berdenah empat persegi panjang berukuran 17,3 x 10 meter dengan tinggi 17 meter. Candi ini merupakan salah satu candi yang unik dari sisi arsitektur yakni menampakkan bangunan bertingk. Berdasrkan observasi yang dilakukan, Candi Sari Kalasan dibagi menjadi tiga bagian, yaitu bagian kaki, tubuh, dan atap. Jika diamati dari depan, bagian kaki pada Candi Sari Kalasan ini menyerupai betuk bangun datar trapesisum. Namun bagian kaki hanya tampak sebagian, karena batu – batu penyusunnya banyak yang hilang. Sedangkan pada bagian tubuh Candi Sari Kalasan mempunyai konstruksi bertingkat dan berdenah persegi panjang, setiap sisi pada tubuh Candi Sari Kalasan juga mempunyai beberapa jendela. Sementara untuk bagian atap pada Candi Sari Kalasan terdapat tiga stupa, namun berdasarkan keterangan dari narasumber ketiga setupa tersebut ditemukan dalam keadaan tidak utuh. Selain itu, berdasarkan observasi yang dilakukan, diperoleh informasi bahwa terdapat tiket masuk jika ingin memasuki area Candi Sari Kalasan. Harga tiket masuk yang ditetapkan dibedakan menjadi dua kategori yaitu untuk wisatawan nusantara dan juga untuk wisatawan mancanegara. pada wisatawan nusantara

dikenakan biaya sebesar Rp 6.000,00 sedangkan wisatawan mancanegara dikenakan biaya sebesar Rp 15.000,00.



Gambar 1. Bangunan Candi Sari Kalasan Tampak Samping



Gambar 2. Harga Tiket Masuk Candi Sari Kalasan

D. Playing

Aktivitas *playing* terdapat pada penentuan aturan dalam penyusunan batu Candi Sari Kalasan. Untuk penyusunan batu pada candi ini tidak dibuat dalam aturan tertentu, hanya saja didasarkan pada hukum gravitasi sesuai dengan proporsi masing – masing batu yang ada. Batu yang memiliki panjang dan lebar yang besar diletakkan pada dasar bangunan candi, makin ke atas makin kecil dan tidak lebar batu yang diletakkan. Hal ini sesuai dengan hasil wawancara yang dilakukan bersama narasumber yang mengatakan bahwa penyusunan batu – batu pada Candi Sari Kalasan adalah dengan mencocokkan satu batu dengan batu yang lain karena banyak batu yang sudah hilang sebelum dilakukan pemugaran.



Gambar 3. Susunan Batu Candi Sari Kalasan

E. *Explaining*

Aktivitas *explaining* dapat ditemukan pada makna dari aliran dan relief Candi Sari Kalasan. Berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber, diperoleh informasi bahwa Candi Sari Kalasan merupakan salah satu candi agama Buddha. Pada awaalnya, candi ini merupakan vihara sekaligus tempat penginapan yang digunakan oleh banyak biksu untuk memperdalam pengalaman ataupun pengetahuan agama Buddha. Selain itu, di dalam candi pernah diletakkan arca Buddha yang diapit oleh Bodhisattva. Pada dinding luar candi dipahatkan relief - relief Bodhisattva sejumlah 38 buah. Relief - relief tersebut digambarkan berdiri dengan memegang bunga teratai. Sedangkan, pada sisi kanan dan kiri masing - masing jendela dipahatkan makhluk kayangan berwujud kinara dan kinari yakni makhluk bertubuh burung dengan kepala manusia. Selain itu, berdasarkan wawancara, diperoleh informasi bahwa makna pada relief candi ini menggambarkan situasi peradaban masyarakat pada zaman dahulu.



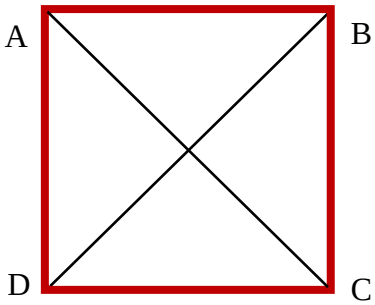
Gambar 4. Relief Candi Sari Kalasan

F. *Designing*

Aktivitas *designing* terdapat pada penentuan aspek – aspek bangun datar dan bentuk candi pada Candi Sari Kalasan. Berdasarkan observasi yang dilakukan, diperoleh bahwa bangunan Candi Sari Kalasan mempunyai 4 sisi dan di setiap sisi terdapat jendela – jendela yang mengelilinginya. Selain itu, terdapat beberapa bangun datar di Candi Sari Kalasan, Beberapa bangun datar tersebut diantaranya adalah persegi, persegi panjang, segitiga, trapesium, dan lingkaran. Berikut diuraikan mengenai bentuk bangun datar pada Candi Sari Kalasan.

1. Persegi





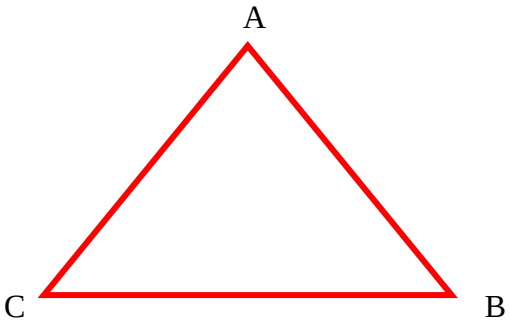
Gambar 5. Bentuk Persegi Pada Candi Sari Kalasan

Adapun berdasarkan hasil analisis, sifat – sifat persegi yang didapatkan dari jendela pada setiap sisi bangunan Candi tersebut adalah:

1) Memiliki 4 titik sudut.
2) AB = BC = CD = DA = 19 cm
3) $\angle A = \angle B = \angle C = \angle D = 90°$
4) AB // BC // CD // DA
5) Memiliki dua simetri putar dan dua simetri lipat.

2. Segitiga



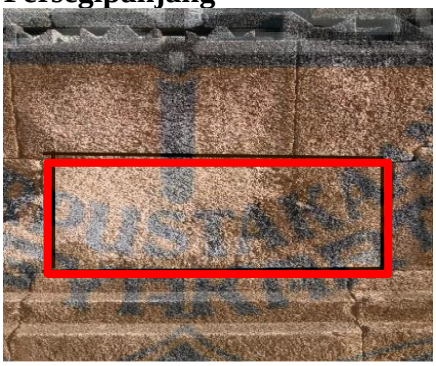


Gambar 6. Bentuk Segitiga Pada Candi Sari Kalasan

Adapun berdasarkan hasil analisis, sifat – sifat segitiga yang didapatkan dari relung pada setiap sisi Candi Sari Kalasan adalah:

1) Memiliki tiga buat titik sudut.
2) AB = BC = AC
3) $\angle A = \angle B = \angle C = 60°$
4) $\angle A + \angle B + \angle C = 180°$
5) Memiliki tiga buah sumbu simetri yang berpotongan pada satu titik.

3. Persegipanjang





Gambar 7. Bentuk Persegipanjang Pada Candi Sari Kalasan

Adapun berdasarkan hasil analisis, sifat – sifat persegipanjang yang didapatkan dari batu bata pada bangunan Candi Sari Kalasan adalah :

1) Memiliki 4 titik sudut.
2) AB = CD = 31 cm dan BD = AC = 20 cm
3) $\angle A = \angle B = \angle C = \angle D = 90°$
4) AB // CD dan BD // AC
5) Memiliki dua simetri putar dan dua simetri lipat.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat enam aktivitas fundamental matematis menurut Bishop pada Candi Sari Kalasan. Aktivitas *counting* terdapat pada kegiatan menghitung jumlah anak tangga, banyaknya candi, dan juru pemeliharaan yang terdapat pada bangunan Candi Sari Kalasan. Aktivitas *locating* terdapat pada penentuan letak dan arah dan bangunan Candi Sari Kalasan. Aktivitas *measuring* ditemukan pada penentuan ukuran dimensi dan harga tiket masuk Candi Sari Kalasan. Aktivitas *playing* terdapat pada penentuan aturan dalam penyusunan batu Candi Sari Kalasan. Aktivitas *explaining* dapat ditemukan pada makna dari aliran dan relief Candi Sari Kalasan. Aktivitas *designing* terdapat pada penentuan aspek – aspek bangun datar dan bentuk candi pada Candi Sari Kalasan. Selain itu, ditemukan konsep matematika dalam bangunan pada Candi Sari Kalasan yang berhubungan dengan materi geometri SMP berupa bangun datar berupa persegipanjang, persegi, dan segitiga. Hal ini menunjukkan bahwa matematika ada segala aspek di dalam kehidupan tak terkecuali kebudayaan masyarakat atau peninggalan bersejarah.

DAFTAR PUSTAKA

Belitung. *Yogyakarta: Program s2 Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sanata Dharma*.

FEBRIYANTI, I., & RAHMAWATI, I. (2020). Eksplorasi Geometri Pada Candi Bajang Ratu Sebagai Implementasi Etnomatematika Di Sekolah Dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, *8*(3).

Gunawan, F. I. (2019). Kajian Etnomatematika Serta Analisis Aktivitas Fundamental Matematis Menurut Bishop Pada Industri Kain Cual Bangka

Irsyad, M., Sujadi, A. A., & Setiana, D. S. (2020). Eksplorasi Etnomatematika pada Candi Asu. *UNION: Jurnal Pendidikan Matematika*, *8*(1), 11-19.

Krismonita, M.D., Sunardi, S., & Yudianto, E. (2021). Eksplorasi Etnomatematika pada Candi Agung Gumuk, Kancil Banyuwangi sebagai Lembar Kerja Siswa. *Journal of Mathematics Education and Learning, 1(2), 149 - 158.*

Kurniawan, W., & Hidayati, T. (2020). Etnomatematika: Konsep dan eksistensinya.

Maslahah, W., & Rofiah, L. (2019). Pengembangan Bahan Ajar (Modul) Sejarah Indonesia Berbasis Candi-Candi Di Blitar Untuk Meningkatkan Kesadaran Sejarah. *Agastya: Jurnal Sejarah dan Pembelajarannya*, *9*(1), 32-43.

Prayitno, C. N. P. Kajian pada Candi Sambisari Daerah Istimewa Yogyakarta dan Implementasinya dalam Pembelajaran Matematika Kelas VII Sekolah Menengah Pertama.

Rani, V. (2018). Etnomatematika Pada Candi Ratu Boko Sebagai Pendukung Pembelajaran Matematika Realistik. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan.*

Utami, R. N. F., Muhtadi, D., Ratnaningsih, N., Sukirwan, S., & Hamid, H. (2020). Etnomatematika: Eksplorasi Candi Borobudur. *JP3M (Jurnal Penelitian Pendidikan Dan Pengajaran Matematika)*, *6*(1), 13-26.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

KAJIAN ETNOMATEMATIKA TERHADAP ALAT MUSIK TRADISIONAL PANTING

Debora Dwi Kurniawati [1*], Vincentia Ayu Zenia Widya Risanti[1], Patricia Yuni Brenda Sitio[1], Brigita Novena Maria[2]

[1]Mahasiswa S1 Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sanata Dharma,
[2]Mahasiswa S1 Program Studi Bimbingan Konseling Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sanata Dharma
**Email: deboradwi.k@gmail.com*

Abstrak

Matematika merupakan mata pelajaran yang berasal dari hasil pemikiran manusia yang berkaitan dengan ide, proses, dan penalaran. Namun dalam pelaksanaannya, pembelajaran matematika di sekolah masih sangat abstrak dan belum menyentuh kehidupan siswa secara langsung (budaya). Etnomatematika hadir menjadi jembatan bagi pendidikan dan budaya, khususnya dalam pembelajaran matematika. Indonesia memiliki banyak budaya, salah satunya adalah budaya musik tradisonal dari Kalimantan Selatan yaitu Panting. Tujuan dari penelitian ini untuk mengeksplorasi sejarah dan aspek-aspek matematika pada alat musik Panting sehingga dapat diimplementasikan pada pembelajaran matematika di sekolah. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif. Teknik pengumpulan data melalui studi literatur dan wawancara. Teknik analisis data menggunakan Enam Aktivitas Fundamental menurut Bishop. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada beberapa unsur matematis menurut Bishop dalam alat musik Panting. Pada penelitian ini hanya sampai pada aktivitas ke empat dengan rincian aktivitas menghitung ditemukan konsep perkalian pada pemasangan senar, aktivitas mengukur ditemukan materi kelipatan pada ukuran tiap bagian dari ketiga jenis panting, aktivitas lokasi ditemukan materi kedudukan garis pada pemasangan stem panting (sejajar) dan pemasangan senar dari badan panting hingga stem (tidak sejajar), dan aktivitas mendesain ditemukan geometri pada bentuk-bentuk bagian panting. Unsur matematis yang tampak dan dapat digunakan dalam pembelajaran matematika adalah konsep perkalian, kelipatan, kedudukan garis dan geometri.

Kata kunci: Matematika, Etnomatematika, Alat Musik Panting, Perkalian, Geometri

ETHNOMATHEMATICAL RESEARCH OF TRADITIONAL MUSICAL INSTRUMENTS PANTING

Debora Dwi Kurniawati [1*], Vincentia Ayu Zenia Widya Risanti[1], Patricia Yuni Brenda Sitio[1] , Brigita Novena Maria[2]

[1]Students of S1 Mathematics Education Research Program Faculty of Teacher Training and Education, Sanata Dharma University,

[2]Student of S1 Guidance and Counseling Research Program, Faculty of Teacher Training and Education, Sanata Dharma University

**Email: deboradwi.k@gmail.com*

Abstract

Mathematics is a subject that comes from the results of human thinking related to ideas, processes, and reasoning. However, learning mathematics in schools is still very abstract and has not touched students' lives directly (culture). Ethnomathematics is present as a bridge between education and culture, especially in learning mathematics. Indonesia has many cultures, one of which is the traditional music culture from South Kalimantan, namely Panting. This study aims to explore the history and aspects of mathematics in the musical instrument Panting so that it can be implemented in mathematics learning in schools. This research is qualitative. Data collection techniques through literature studies and interviews. The data analysis technique uses Six Fundamental Activities according to Bishop. According to Bishop, the results showed several mathematical elements in the Panting musical instrument. In this study, only up to the fourth activity with details of counting activities found the concept of multiplication on the installation of strings, measuring activities found multiples of material on the size of each part of the three types of panting, location activities found line position material on the installation of the stem panting (parallel) and the installation of the strings. from the main body to the stem (not parallel), and the design activity found geometry in the shapes of the critical part. Mathematical elements that appear and can be used in learning mathematics are the concepts of multiplication, multiples, line positions, and geometry.

Keywords: Mathematics, Ethnomathematics, Panting Musical Instruments, Multiplication, Geometry

Pendahuluan

Matematika merupakan ilmu yang berasal dari hasil pemikiran manusia yang berhubungan dengan ide, proses, dan penalaran. Hal ini ditunjukan dengan matematika yang berasal dari aktivitas manusia kemudian berkembang menjadi sebuah kebiasaan sehari-hari dan menjadi sebuah praktik budaya. Bishop (1994) menyatakan, matematika merupakan suatu bentuk budaya dan sesungguhnya telah melekat pada semua aspek kehidupan masyarakat. Akan tetapi implementasi pembelajaran matematika masih abstrak dan belum menyinggung kehidupan siswa secara langsung. Hal ini sesuai dengan pendapat Andriyani & Kuntarto (2017) bahwa pembelajaran matematika di sekolah seharusnya disesuaikan dengan budaya dalam kehidupan peserta didik. Budaya dalam kehidupan sehari-hari sangat

beragam, baik budaya dalam rumah adat, budaya dalam tarian, budaya dalam alat musik, budaya dalam berperilaku, dan lain-lain.

Pendidikan dan budaya merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan dalam kehidupan sehari-hari (Budiarto, 2016). Pendidikan dan budaya memiliki peran penting dalam mengembangkan dan menumbuhkan nilai luhur bangsa. Indonesia dikenal sebagai negara yang luas. Berdasarkan data yang diperoleh dari Direktorat Pendayagunaan Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil, Indonesia memiliki 16,771 pulau. Dengan banyaknya pulau di Indonesia, negara ini dikenal dengan kekayaan dan keragaman budaya, suku, ras dan bahasa yang masing-masing memiliki kekhasan tersendiri dari setiap suku bangsa. Hal ini mendukung untuk memperbaiki sistem pendidikan matematika di Indonesia melalui upaya transformasi untuk mendekatkan matematika dengan realitas dan budaya peserta didik.

Sebuah pendekatan yang menghubungkan matematika dan pendidikan disebut etnomatematika. Penggunaan pendekatan etnomatematika di dalam kelas dapat meningkatkan motivasi siswa untuk belajar matematika dan meningkatkan standar pengajaran. (Rosa & Orey, 2011). Salah satu pilihan untuk menjadikan pembelajaran matematika lebih menarik, relevan, dan mudah dipahami adalah pembelajaran berprinsip pada etnomatematika. Pembelajaran berprinsip pada etnomatematika juga akan menyenangkan dan menarik. Berdasarkan penelitian Ajmain, dkk. (2020), menunjukkan bahwa secara umum dengan mengimplementasikan pendekatan etnomatematika dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Selain itu, pada penelitian (Dhiki, 2019) menunjukkan bahwa dengan eksplorasi etnomatematika pada alat musik tradisional Wolotopo Kabupaten Ende. Dapat ditemukan konsep matematika bangun ruang bentuk tabung yang terdapat pada Lamba/Gendang dan bangun datar bentuk lingkaran yang terdapat pada Nggo/Gong. Oleh karena itu, eksplorasi etnomatematika pada alat musik tradisional dapat digunakan pada pembelajaran matematika di sekolah.

Salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki banyak sekali budaya daerah adalah Kalimantan Selatan. Budaya daerah yang dimaksud merupakan kebiasaan yang melekat dan menjadi ciri khasnya yaitu kearifan lokal Kalimantan Selatan. Salah satu budaya khas Kalimantan Selatan berupa kesenian rakyat adalah musik Panting yang berkembang dari musik Melayu. Musik Panting memiliki arti penting bagi masyarakat Kalimantan Selatan, yaitu sebagai sarana hiburan dan sarana pendidikan. Selain itu, musik Panting juga memiliki nilai-nilai agama dilihat dari irama musik yang dimainkan. Musik Panting dihasilkan dari alat musik yang disebut panting. Istilah panting memiliki dua arti, yaitu (1) Panting adalah nama alat musik jenis chordophone yang berasal dari alat musik Kecapi Dayak yang dipengaruhi oleh musik Gambus Melayu, (2) Panting adalah nama sebuah ansambel musik, dengan alat musik Panting sebagai alat musik utama, serta alat musik lainnya Suling, Biola, Babun (sejenis Gendang), Kampu (sejenis Kempul), Agung Basar (sejenis Gong), Marawis atau dalam bahasa Banjar adalah Kaprak, Kulimpat (sejenis Gong), Ketipungm dan Kicik (mirip Rebana).

Bahan dasar dari alat musik tradisional Panting adalah kayu Nangka. Alat music Panting memiliki bentuk seperti mendolin dan gitar namun lebih ramping. Pada bagian tubuh Panting terdapat lubang kecil untuk resonansi suara sedangkan bagian bawahnya ditutupi oleh kulit hewan. Panting hanya memiliki tiga tali atau senar pada tahap awal perkembangannya, yang masing-masing memiliki tujuan tertentu. Senar pertama, yang dikenal dengan pangalik, adalah senar yang dibunyikan untuk memperkenalkan nada atau lagu. Senar kedua, juga dikenal sebagai paningkah atau panggundah, digunakan sebagai penyusun lagu. Sedangkan senar ketiga, yang dikenal dengan agur, berfungsi sebagai bass. Tali Panting terbuat dari handuk hanau (ijuk), serat nanas, serat kulit kayu bikat, benang mesin, atau benang sinali. Namun, kini lebih mudah didapat, suaranya jauh lebih musikal, dan lebih banyak orang tampak menggunakan benang nilon atau tali kawat dengan empat regangan di tubuh Panting.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk mengkaji aspek-aspek matematis pada alat musik tradisional Panting. Tujuan dari penelitian ini untuk mengeksplorasi sejarah dan aspek-aspek matematika yang ada pada alat musik Panting sehingga dapat diimplementasikan pada pembelajaran matematika di sekolah. Aspek matematis yang dikaji berdasarkan dengan enam aspek fundamental menurut Bishop meliputi aktivitas menghitung (*counting*), menentukan lokasi (*locating*), mengukur (*measuring*), merancang (*designing*), bermain (*playing*), dan menjelaskan (*explaining*) (Prasetyawati, 2019).

Metode

Penelitian ini adalah penelitian kualitatif dengan pendekatan teknik analisis studi literatur. Metode penelitian kualitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat postpositivisme, digunakan untuk meneliti pada kondisi objek yang alamiah, dimana peneliti sebagai instrument kunci, Penelitian kualitatif menghasilkan hasil yang lebih terfokus pada makna dan konstruk fenomena daripada generalisasi. (Sugiyono, 2017). Subjek penelitian adalah alat musik tradisional Panting. Pengumpulan data yang digunakan penulis yaitu studi literatur. Teknik analisis yang digunakan untuk mendukung penelitian adalah teknik analisis studi literatur dan wawancara. Teknik analisis studi literatur bertujuan untuk mendukung dan meningkatkan pemahaman terhadap sebuah subjek penelitian (Pusparinda & Santoso, 2016). Proses analisis data dalam penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap yaitu, tahap pertama pengumpulan data dimana pada tahap ini data dikumpulkan melalui studi literatur dan wawancara, tahap kedua reduksi data dimana data yang telah didapat akan dirangkum berdasarkan hasil studi literatur dan wawancara yang akan menjawab rumusan masalah yang ada, tahap ketiga penyajian data dimana tahap ini dilakukan untuk menyusun data secara sistematis sehingga mempermudah dalam menarik kesimpulan, dan tahap terakhir yaitu kesimpulan dimana data yang telah disusun, kemudian disimpulkan untuk menjawab rumusan masalah. .

Hasil dan Pembahasan

Sejarah Alat Musik Tradisional Panting

Panting merupakan sebuah alat musik dengan cara dipetik yang berasal dari Banjar, Indonesia tepatnya berada di Desa Barikin yang berada di

Kabupaten Hulu Sungai Tengah. Panting merupakan alat musik yang diciptakan oleh seorang seniman berdarah asal di Desa tersebut yang bernama Abdul Wahab Syarbaini pada tahun 1973. Alat musik ini dapat dimainkan dengan cara dipetik dan biasanya diiringi dengan beberapa alat musik pengiring lainnya yaitu Babun serta Gong, dan Panting sebagai alat musik utamanya. Terdapat 2 arti pada alat musik yang berasal dari Banjar ini, yang pertama yaitu nama alat musik krodofon yang teradopsi oleh alat musik Kecapi yang berasal dari daerah Dayak sebelum akhirnya Kecapi teralih posisi dengan Gambus yang memilik gelar sebagai alat musik terkenal di daerah Melayu. Dan yang kedua, panting mengandung makna yang berarti sebuah ansambel musik yang digunakan sebagai alat musik utama dengan nada yang dihasilkan sangat mirip dengan tangga nada diatonik. Tidak semua daerah Banjar menggunakan alat musik ini sebagai penggiring nada utama, hanya daerah Banjar Hulu saja yang masih melestarikan serta memainkan alat musik ini. Sedangkan daerah Banjar lain seperti Banjar Pesisir menggunakan gambus melayu sebagai alat musik tradisional mereka.

Pada era abad ke-19, alat musik ini memiliki perkembangan perjalanan musikal selama kurang lebih 3 tahun. Pada abad 1977, musik panting membawakan sebuah lagu yang dimainkan dengan ritme yang lambat dan dimainkan pada siang hari. Lagu tersebut berasal dari penduduk Pahuluan Banjar Melayu yang memiliki makna nasihat pada lirik lagu tersebut. Kemudian pada tahun 1978 musik panting digunakan secara penuh dan khusus pada lagu tersebut. Tahun berikutnya yaitu pada 1979, musik panting dipadupadankan dengan alat musik tradisional lainnya yaitu 3 panting, 1 talinting, 2 gong, 1 set giring-giring, 1 seruling, dan 1 biola yang menghasilkan sebuah seni musik ansambel. Musik panting merupakan sebuah alat musik pelengkap yang digunakan sebagai musik pengiring Kesenian Bajapin yang kemudian mampu menjadi alat musik yang berdiri sendiri sebagai musik hiburan di lingkup masyarakat.

Penikmat alat musik panting mulai menyebar keseluruh kota dan luar kota diantaranya Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Tembilahan yang berada di Kepulauan Riau, dan hingga pulau Jawa. Bahkan, penikmat alat musik ini hingga ke mancanegara yaitu Malaysia. Dengan mengundang beberapa kandidat pemain alat musik panting guna untuk menghibur dan memperkenalkan kepada masyarakat Banjar yang berada di Malaysia. Perkembangan alat musik panting pun dibantu oleh penduduk desa Barikin yang disebarkan ke daerah Kalimatan Selatan, Kalimatan Tengah dan Kalimantan Timur. Penikmat alat musik ini pun tidak hanya sekedar masyarakat desa asal, namun sudah menyebar dan dinikmati oleh beberapa para pejabat guna memeriahkan kegiatan yang bersifat resmi. Seiring berjalannya waktu, alat musik ini tidak hanya dicintai oleh masyarakat saja, namun sudah ada beberapa kalangan masyarakat yang mulai belajar untuk memainkan alat musik ini, salah satunya yaitu penduduk Kalimantan Selatan yang rela datang hingga ke Desa Barikin untuk terjun dan belajar langsung dengan pemain asal alat musik tersebut. Ketenaran Desa Barikin sebagai pencipta dan pelestari seni dan budaya tradisional memang sudah terkenal di sekitar penduduk wilayah Kalimantan Selatan karena pelestari warisan turun temurun dari nenek moyang mereka tidak terputus hingga sekarang.

Enam Aspek Fundamental Menurut Bishop

Berdasarkan yang telah dipaparkan pada pendahuluan, Bishop mengemukakan beberapa aspek fundamental terkait kajian etnomatematika dimana antaranya meliputi menghitung (*counting*), menentukan lokasi (*locating),* mengukur (*measuring*), merancang (*designing*), bermain (*playing*), dan terakhir menjelaskan (*explaining*). Keenam aspek fundamental tersebut digunakan untuk membantu pembaca dalam memahami aspek matematis yang ada dalam alat musik Panting. Maka dari itu, diperlukan pembuktian secara kritis terhadap alat musik panting dengan kajian etnomatematika sebagai wadah dalam menjembatani kedua aspek tersebut, yakni aspek kehidupan sehari-hari dan aspek fundamental.

a. Menghitung (*counting*)

Menurut (Asriadi, 2012) Gitar adalah alat musik yang memiliki dawai (senar) dan dapat dibunyikan dengan cara dipetik atau digenjreng (*Strumming*). Sedangkan menurut wikihow pemain gitar atau gitaris mempunyai catatan musik yang disebut “tablature gitar”, atau “tab gitar”. Dengan menggunakan tab gitar, gitaris dapat memainkan bermacam-macam musik tanpa harus belajar untuk membaca standar partitur musik atau standar partitur lagu. Dapat disimpulkan bahwa tablature adalah sistem notasi yang menggambarkan penekanan senar pada fret gitar untuk menggambarkan akord dan melodi berdasarkan dua perspektif yang ditunjukkan di atas. Alat musik panting memiliki 8 senar, tetapi dalam pemasangannya terbagi pada 4 nada, sehingga setiap dua senar diatur dalam satu nada, berbeda pada gitar yang memiliki 6 senar dan 6 nada. Pada aturan pemasangan senar ditemukan konsep perkalian.

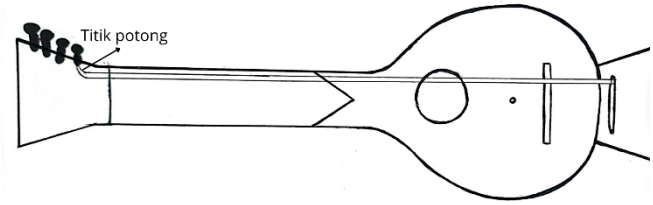
Menurut Haryono, dkk (2014: 14) perkalian adalah proses menjumlahkan bilangan yang sama secara berulang-ulang. Definisi perkalian : jika a dan b bilangan, maka $a \times b = b + b + b + \cdots$ proses menjumlahkan bilangan yang sama yaitu b sebanyak a. Hal ini bersesuaian dengan banyaknya nada pada alat musik Panting yang berkaitan dengan banyaknya senar pada setiap nada. Alat musik Panting memiliki 4 nada yang setiap nadanya tersusun atas 2 senar. Sehingga secara matematis dapat dituliskan 4×2 yang merupakan konsep perkalian.

b. Lokasi (*Location*)
Aktivitas matematis menentukan lokasi pemasangan pada senar panting. Jenis senar yang digunakan pada alat musik panting adalah senar nilon. Ketiga jenis panting memiliki ketebalan senar yang berbeda. Perbedaan ketebalan dari ketiga jenis panting dapat dilihat pada table berikut :

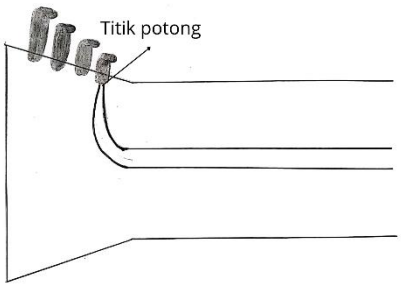
Tabel 3. Ukuran Senar Panting

Jenis Panting	Senar G	Senar D	Senar A	Senar E
Panting Pambawa	35 mm	55 mm	60 mm	100 mm
Panting Paningkah	25 mm	55 mm	60 mm	100 mm
Panting Panggulung	55 mm	60 mm	75 mm	100 mm

Jarak antar senar pada setiap jenis panting juga berbeda, pada panting pembawa memiliki jarak 4cm, panting paningkah memiliki jarak 3,5cm, dan panting panggulung memiliki jarak 5cm. Ketiga jenis panting memiliki Panjang senar 90cm. Pemasangan senar panting dimulai dari badan panting menuju ke kepala panting yaitu pada bagian stem. Panting memiliki 4 nada yaitu G D A E. Setiap nada tersusun atas 2 senar dengan jarak 0,5cm pada dada atas panting kemudian akan bertemu di bagian kepala yaitu stem. Hal ini dapat di kaitkan pada materi kedudukan dua buah garis. Pemasangan senar pada setiap nada dalam panting membuktikan bahwa senar yang berpotongan pada satu titik persekutuan, yaitu pada stem.

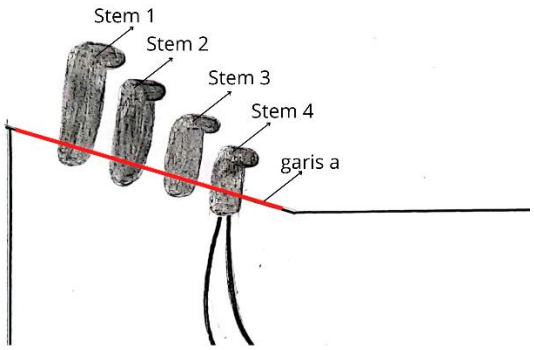


Gambar 19 Ilustrasi Pemasangan Senar pada Panting



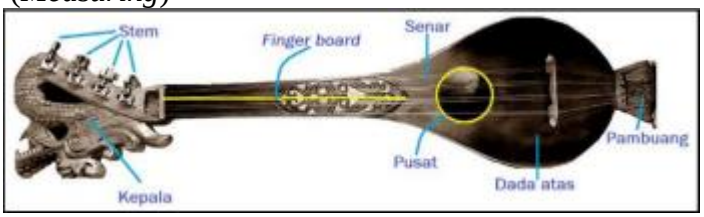
Gambar 20. Ilustrasi Ketidaksejajaran Garis pada Senar Panting

Selain ketidaksejajaran pada pemasangan senar ditemukan juga kesejajaran pada pemasangan stem. Pada panting terdapat empat stem dimana pada penempatannya tidak berada pada titik yang sama. Jika dikaitan dengan definisi kesejajaran dimana garis sejajar adalah garis yang terletak pada bidang yang sama dan tidak berpotongan.



Gambar 21. Ilustrasi Kesejajaran Stem pada Panting

c. Mengukur (*Measuring*)



Gambar 22 Bagian-bagian Panting

Musik panting memiliki 3 jenis panting, diantaranya panting pambawa (sebagai nada dasar), paningkah (sebagai pengisi kekosongan nada), dan panggulung (sebagai nada dasar yang lebih rendah satu oktaf). Dari ketiga jenis panting tersebut, panting memiliki bagian yang sama. Bagian-bagian itu adalah: Kepala Panting, yaitu bagian atas dari alat musik panting. Bagian ini berfungsi sebagai tempat memasukan talinga panting (roda pemutar dawai atau senar panting) bentuk kepala panting ada bebagai macam dengan ukiran khusus. *fingerboard*, sebagai papan untuk memetik senar. Dada atas, memancarkan suara yang dihasilkan dan terletak di dada bagian atas. Ekor (pambuang), mengunci ujung senar dan berfungsi untuk meletakkan tangan pemain.

Tabel 4.Ukuran Bagian-bagian Panting

Jenis	Panjang Total	Kepala Panting	*Fingerboard*	Ekor	Diameter Dada	Diameter Lubang Resonansi
Pambawa	90	20	40	5	20	5
Paningkah	75	15	30	5	15	5
Panggulung	95	20	55	5	20	5

Ketiga jenis panting tidak hanya berbeda dari fungsinya, melainkan terdapat perbedaan dalam ukurannya. Panting pambawa memiliki panjang total 90 cm dengan kepala panting berukuran 20 cm, *fingerboard* berukurang 40 cm, ekor (pambuang) berukuran 5 cm, diameter dada atas berukuran 20 cm dan diameter lubang resonansi berukuran 5 cm. Panting paningkah panjang total 75 cm dengan kepala panting berukuran 15 cm, *fingerboard* berukurang 30 cm, ekor (pambuang) berukuran 5 cm, diameter dada atas berukuran 15 cm dan diameter lubang resonansi berukuran 5 cm. Panting panggulung memiliki panjang total 95 cm dengan kepala panting berukuran 20 cm, *fingerboard* berukurang 55 cm, ekor (pambuang) berukuran 5 cm, diameter dada atas berukuran 20 cm dan diameter lubang resonansi berukuran 5 cm.

Dilihat dari ukuran setiap bagian dari ketiga jenis panting, semua ukuran merupakan bilangan berkelipatan 5. Hal ini bersesuain dengan konsep kelipatan suatu bilangan yaitu kelipatan 5. Sesuai dengan pengertian dari kelipatan dimana kelipatan dari suatu bilangan adalah hasil kali suatu bilangan bulat non nol dengan setiap bilangan asli.

d. Merancang (*Designing)*

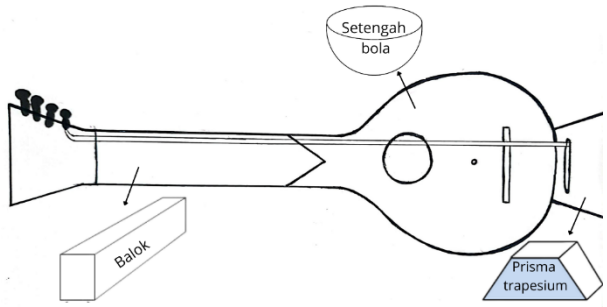
Pembuatan panting diawali dengan pemilihan kayu. Kayunya pun tidak sembarang kayu, melainkan kayu dari pohon kenanga yang menjadi bahan utama. Kemudian kayu Nangka dijadikan alternatif kedua. Namun, tidak diperbolehkan menggunakan kayu melalui pohon bergetah, karena hasilnya pun akan berbeda. Getah yang terdapat pada kayu tersebut berpengaruh terhadap resonansi atau suara panting. Kemudian kayu harus dikeringkan melalui pengipasan selama 2 tahun lamanya. Agar tidak menyusut apabila pengeringan menggunakan matahari.



Gambar 23
Pembuatan Dada Atas Panting

Kemudian terdapat pula desain atau pola yang di ukir di atas kayu Panting setelah kayu yang menjadi bahan dasar tersebut benar-benar mengering. Yang pertama, bagian badan panting (dada atas) dibentuk hingga setengah bola seperti gambar disamping. Yang kedua, bagian *fingerboard* dibentuk seperti balok dengan ukuran yang berbeda pada setiap jenis panting.

Dilihat dari bentuk pada panting hal ini sesuai dengan bentuk-bentuk geometri bangun ruang seperti pada bagian *fingerboard* terlihat bentuk bangun ruang balok, pada dada atas terlihat bangun ruang setengah bola, dan pada bagian pambuang terlihat bentuk bangun ruang prisma trapesium.



Gambar 24 Keterangan Bentuk Bangun Ruang pada Panting

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai aktivitas fundamental menurut Bishop dapat disimpulkan terdapat beberapa unsur matematis dalam alat musik tradisional Panting. Penelitian ini hanya sampai pada aktivitas ke empat dengan rincian yang pertama aktivitas menghitung ditemukan pada materi konsep perkalian, aktivitas mengukur ditemukan pada materi kelipatan, aktivitas lokasi ditemukan pada materi kedudukan garis, dan aktivitas mendesain ditemukan pada materi geometri. Unsur matematis yang tampak dan dapat digunakan dalam pembelajaran matematika adalah konsep perkalian, kelipatan, kedudukan garis, dan geometri.

Daftar Pustaka

Ajmain, Herna, & Masrura, S. I. (2020). Implementasi Pendekatan Etnomatematika Dalam Pembelajaran Matematika. *Sigma: Jurnal Pendidikan Matematika*, *12*(1), 45–54.

Andriyani, & Kuntarto, E. (2017). ETNOMATEMATIKA: MODEL BARU DALAM PEMBELAJARAN. *Jurnal Gantang*, *2*(2), 133–144.

Asriadi, D. (2012). *Jago Main Gitar Dari Nol*. Cmedia Imprint KawanPustaka.

Bishop, A. (1994). Cultural Conflicts in Mathematics Education: Developing a Research Agenda. *For the Learning of Mathematics*, *14*(2), 15–18.

Budiarto, M. T. (2016). Peran matematika dan pembelajarannya dalam mengembangkan kearifan budaya lokal untuk mendukung pendidikan karakter bangsa. *Seminar Nasional Pendidikan Matematika*, *pp*, 1–11.

Dhiki, Y. Y. (2019). Etnomatematika: Aplikasi Bangun Datar dan Bangun Ruang pada Alat Musik Tradisional Wolotopo Kabupaten Ende. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, *3*(1), 92–95.

Haryono, A. D., & Dkk. (2014). *Matematika Dasar untuk PGSD* (p. 4).

Pusparinda, L., & Santoso, I. B. (2016). Studi Literatur Perencanaan Floating Treatment Wetland di Indonesia. *Jurnal Teknik ITS 5*, *5*(2), A471–A475.

Rosa, M., & Orey, D. (2011). Ethnomathematics: the cultural aspects of mathematics. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática: Perspectivas Socioculturales de La Educación Matemática*, *4*(2), 32–54.

Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Bisnis Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, dan R&D*. Alfabeta.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

KESENJANGAN AKSESIBILITAS TEKNOLOGI INFORMASI DALAM PEMBANGUNAN

Dian Herdiana
Fakultas Syariah dan Hukum, UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Jalan A.H. Nasution No. 105 Kota Bandung 40614, Indonesia
Email: dianherdiana@uinsgd.ac.id

Abstrak

Pembangunan yang dilakukan saat ini telah dilakukan secara inklusif dan merata, namun secara empiris masih memunculkan kesenjangan dalam berbagai bidang yang salah satunya yaitu bidang teknologi informasi, kesenjangan pembangunan teknologi informasi berimplikasi kepada perbedaan adopsi teknologi informasi oleh masyarakat. Didasarkan kepada permasalahan tersebut artikel ini mengkaji mengenai kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi beserta dengan dampaknya, serta upaya apa yang perlu dilakukan untuk menanggulangi permasalahan tersebut. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Hasil analisis menunjukan bahwa kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor kebijakan pembangunan yang berkaitan dengan disparitas infrastruktur teknologi informasi yang ada, dan faktor masyarakat yang berkenaan dengan tingkat adopsi dan utilitas teknologi oleh masyarakat. Upaya yang perlu dilakukan untuk menanggulangi permasalahan tersebut mulai dari percepatan pembangunan dan pemerataan infrastruktur teknologi informasi yang dilakukan baik dalam skala pembangunan nasional maupun dalam skala pembangunan daerah, sampai dengan kepada membangun kesadaran literasi masyarakat terhadap teknologi informasi, dengan begitu diharapkan mampu meminimalisir kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi yang ada selama ini.

Kata kunci: Aksesibilitas, Kesenjangan Teknologi, Pembangunan, Teknologi Informasi.

Abstract

The current development has been carried out inclusively and evenly, but empirically it still creates gaps in various fields, one of which is the field of information technology. Based on these problems, this article examines the gap in the accessibility of information technology along with its impact, as well as what efforts need to be made to overcome these problems. The research method used is a descriptive research method with a qualitative approach. The results of the analysis revealed that the information technology accessibility gap is caused by two factors, namely development policy factors relating to the disparity of existing information technology infrastructure, and community factors relating to the level of technology adoption and utility by the community. Efforts need to be made to overcome these problems, starting from the acceleration of development and equitable distribution of information technology infrastructure carried out both on

a national development scale and a regional development scale, to building public literacy awareness of information technology, so that it is expected to be able to minimize the information technology accessibility gap.

Keywords: *Accessibility, Technology Gap, Development, Information Technology.*

Pendahuluan

Kemajuan teknologi informasi saat ini berkembang di berbagai aspek kehidupan baik di lingkungan masyarakat, pemerintahan maupun dunia usaha. Teknologi dijadikan sebagai media untuk mempermudah pencapaian kehidupan masyarakat maupun pencapaian tujuan organisasi baik publik maupun privat. Teknologi saat ini sudah tidak dapat dipisahkan dari kehidupan sehari-hari, bahkan teknologi sudah menciptakan suatu budaya global yang sudah menyatukan warga negara dari berbagai dunia kedalam satu arus informasi teknologi yang cepat dan mudah diakses (Herdyanto 2020; Wardiana 2002).

Indonesia sebagai negara berkembang turut serta mengadopsi kemajuan teknologi informasi yang ada di dunia, adopsi teknologi ini dilakukan oleh berbagai kalangan seperti pemerintah yang mengadopsi teknologi informasi dalam birokrasi yang kemudian dikenal dengan kebijakan penerapan *e-Government* yang mana jalannya fungsi administrasi pemerintahan dan pelayanan publik didasarkan kepada pemanfaatan teknologi informasi (Pratama, Hakim, and Shobaruddin 2015; Sudarto 2006).

Para pelaku usaha turut memanfaatkan perkembangan teknologi informasi yang mana tidak hanya dalam menjalankan kegiatan organisasinya saja, tetapi juga menjadikan teknologi informasi sebagai bagian produk untuk dijadikan pangsa pasar untuk mendapatkan keuntungan. Masyarakat memanfaatkan kemajuan teknologi informasi sebagai bagian dari kehidupan sehari-hari mulai dari melakukan komunikasi secara digital sampai dengan mengakses layanan publik secara digital melalui pemanfaatan teknologi informasi (Herdiana 2021; Wahyudi and Sukmasari 2014).

Adanya pemanfaatan teknologi informasi oleh berbagai kalangan di Indonesia tidak serta merta tanpa memunculkan masalah, isu yang muncul secara empiris yaitu adanya disparitas dalam aksesibilitas teknologi informasi, hal ini terjadi baik secara kewilayahan yang mana terdapat masyarakat yang tinggal di daerah dengan infrastruktur teknologi informasi yang memadai, ada juga masyarakat yang tinggal di daerah dengan kondisi infrastruktur teknologi informasi yang masih tertinggal, bahkan terdapat wilayah yang minim infrastruktur teknologi informasi dan belum bisa mengakses layanan internet.

Kondisi ini menjadi permasalahan yang harus diselesaikan oleh semua pihak, khususnya oleh pemerintah sebagai pemangku kebijakan publik yang melalui instrumen kebijakan yang dibuat diharapkan mampu mengeliminir atau menghilangkan kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi. Hal ini perlu dilakukan mengingat secara empiris pembangunan di Indonesia selama lebih dari satu decade telah menerapkan sistem otonomi daerah sehingga kewenangan pembangunan berdasarkan Prakarsa masing-masing daerah selain mampu menciptakan pertumbuhan pembangunan juga mampu menciptakan keadilan pembangunan termasuk didalamnya keadilan dalam mengatasi kemajuan teknologi informasi.

Permasalahan kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi juga perlu ditanggulangi mengingat adanya perkembangan teknologi informasi yang cepat di berbagai aspek kehidupan dan didukung fakta bahwa teknologi informasi memberi banyak manfaat khususnya dalam mempermudah menjalankan aktivitas sehari-hari serta mampu menciptakan efektivitas dan efisiensi organisasi baik publik maupun privat. Berdasarkan hal tersebut, maka mempercepat pembangunan teknologi informasi dan menghilangkan kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi di seluruh wilayah Indonesia akan diartikan sebagai upaya untuk memperbaiki kualitas hidup manusia serta organisasi yang ada baik itu organisasi publik maupun organisasi privat.

Berdasarkan kepada uraian mengenai kesenjangan aksesibilitas teknologi tersebut, maka artikel ini ditujukan untuk mengkaji bagaimana dan faktor-faktor apa saya yang secara empiris membentuk disparitas aksesibilitas teknologi informasi, serta upaya apa yang perlu dilakukan guna menciptakan kesetaraan dalam mengakses teknologi di Indonesia saat ini. Dengan begitu diharapkan artikel ini memberikan gambaran yang mampu dijadikan bahan pertimbangan dalam upaya menciptakan pemerataan pembangunan teknologi informasi di berbagai daerah yang ada di Indonesia.

Metode

Metode penelitian dalam penulisan ini yaitu metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif, dasar penentuan metode penelitian ini dikarenakan kajian yang akan dibahas merupakan permasalahan kesenjangan teknologi informasi yang mana analisis secara naratif-deskriptif dianggap relevan dibandingkan dengan penyajian data dan analisis berdasarkan kepada hasil perhitungan statistik.

Sumber data dalam penelitian ini yaitu sumber data sekunder yang diambil dari berbagai sumber referensi yang relevan dengan penelitian tentang kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi seperti dari buku, artikel jurnal, peraturan perundang-undangan dan sumber lainnya. Analisis data dilakukan melalui proses *check*, *recheck* dan *cross-check* terhadap data sekunder yang ada, sehingga sajian data dalam bagian pembahasan memiliki kebenaran sesuai dengan kondisi yang *real* di lapangan (Creswell 2014).

Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan dalam artikel ini dibagi kedalam 4 (empat) pokok kajian utama, yaitu: Pertama, kondisi eksisting teknologi informasi di Indonesia saat ini. Kedua, kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi yang ada saat ini ada di Indonesia. Ketiga, dampak kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi. Keempat, konstruksi kebijakan pemerataan pembangunan teknologi informasi. Keempat pokok pembahasan tersebut diatas dapat diuraikan secara rinci sebagai berikut:

A. Kondisi Eksisting Teknologi Informasi Di Indonesia Saat Ini

Indonesia telah mengalami perkembangan dalam adopsi teknologi informasi yang mana penggunaan teknologi informasi dalam kehidupan sehari-hari sudah menjadi suatu budaya baru yang dapat diterima oleh sebagian besar masyarakat Indonesia (Ngafifi 2014), kemajuan teknologi informasi di Indonesia bisa terlihat

dari para elemen masyarakat utama yaitu pemerintah, pelaku usaha dan masyarakat yang mana ketiga elemen masyarakat tersebut sama-sama telah mengadopsi kemajuan teknologi informasi sesuai dengan kebutuhannya masing-masing yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

Pertama, elemen pemerintah. Adopsi teknologi informasi yang dilakukan oleh pemerintah dapat terlihat dari bagaimana birokrasi menjalankan fungsi organisasinya baik dalam menjalankan fungsi administrasi pemerintahan seperti penggunaan berbagai produk teknologi (penggunaan komputer dan produk teknologi lainnya di kantor-kantor pemerintahan) sampai dengan penyediaan layanan publik berbasis digital, hingga saat ini hampir seluruh fungsi birokrasi pemerintahan telah memanfaatkan kemajuan teknologi informasi guna menunjang berjalannya roda pemerintahan baik di tingkat nasional maupun di tingkat daerah (Akil 2012; Rentika 2017).



Gambar 1. Pelayanan Publik dengan Memanfaatkan Teknologi Informasi (Sumber: alinea.id)

Birokrasi pemerintah pada saat ini telah menjadikan pemanfaatan teknologi informasi sebagai salah satu indikator keberhasilan penyelenggaraan birokrasi seperti seberapa banyak layanan publik yang diberikan kepada masyarakat yang dapat dengan mudah diakses oleh masyarakat secara digital menandakan adanya birokrasi yang memiliki kinerja yang baik dan mampu memanfaatkan kemajuan teknologi informasi dalam menunjang tugas dan fungsi birokrasi, berdasarkan kepada hal tersebut, maka adopsi teknologi informasi sudah dianggap menjadi salah satu kunci keberhasilan dari penyelenggaraan birokrasi. Kedepannya birokrasi Indonesia harus diorientasikan kepada pembangunan birokrasi digital yang mana tugas dan fungsi administrasi pemerintahan dijalankan atas dasar kemajuan teknologi informasi, dengan begitu birokrasi akan menjadi lebih adaptif terhadap setiap perkembangan teknologi informasi guna menunjang pengembangan organisasi yang profesional.

Kedua, elemen pelaku usaha. Pengembangan bisnis harus terus selalu menyesuaikan dengan kondisi dan lingkungan pasar, termasuk ketika adanya tuntutan pemanfaatan teknologi informasi yang para pelaku usaha yang ada di Indonesia sudah menerapkan kemajuan teknologi informasi sebagai bagian dari aktivitas bisnisnya, bahkan saat ini kegiatan bisnis sudah mulai dilakukan secara digital yang mana berbagai pelaku usaha menyediakan produk baik barang atau jasa melalui aplikasi belanja digital yang mana baik penjual maupun pembeli sama-

sama memanfaatkan kemajuan teknologi sebagai media pasar digital bagi keduanya (Basry and Sari 2018; Supriyanto 2004).



Gambar 2. Aplikasi Belanja Digital di Indonesia
(Sumber: beritateknologi.id)

Berbagai aplikasi penyedia toko digital yang ada di Indonesia menunjukan bahwa para pelaku usaha sudah mengadopsi kemajuan teknologi informasi, bahkan lebih dari sekedar memanfaatkan teknologi informasi untuk mempermudah jalannya suatu usaha, para pelaku usaha ini sudah mampu membuat suatu pasar digital yang sepenuhnya memanfaatkan teknologi digital, bahkan pembayarannyapun dilakukan melalui digital tanpa menggunakan transaksi langsung menggunakan mata uang fisik. Hal ini menunjukan bahwa dunia usaha atau para pelaku usaha sudah merespons dengan baik kemajuan teknologi baik sebagai penunjang bisnisnya maupun sebagai suatu peluang usaha yang mampu mendatangkan keuntungan.

Ketiga, elemen masyarakat. Seiring Dengan perkembangan zaman maka masyarakat mulai menerima dan mengadopsi kemajuan teknologi informasi dalam kehidupan sehari-hari, utilitas teknologi informasi dalam kehidupan masyarakat sudah berkembang sangat pesat mulai dari penggunaan media komunikasi digital sebagai media interaksi antar warga masyarakat sampai dengan pengajuan permohonan pelayanan publik secara digital yang dianggap lebih memudahkan masyarakat untuk mengakses pelayanan publik berbasis teknologi informasi (Habibah and Irwansyah 2021; Yoga 2018).



Gambar 3. Masyarakat Tengah Mengakses Layanan Publik Berbasis Digital
(Sumber: liputan6.com)

Berbagai aktivitas yang dilakukan oleh setiap elemen baik itu pemerintah, pelaku usaha dan masyarakat dalam memanfaatkan kemajuan teknologi informasi

menunjukan bahwa kemajuan teknologi informasi yang saat ini tengah berkembang dapat diterima dan dijadikan sebagai bagian yang dapat mempermudah dan menunjang aktivitas sehari-hari, dengan begitu utilitas teknologi informasi telah berdampak positif bagi aktivitas kehidupan sebagian besar elemen yang ada di Indonesia.

B. Faktor Pembentuk Kesenjangan Aksesibilitas Teknologi Informasi

Kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi yang saat ini secara empiris dipengaruhi oleh berbagai faktor yang mana antara satu faktor dengan faktor lainnya memiliki keterkaitan satu sama lainnya. Faktor-faktor tersebut antara lain yaitu:

Pertama, adanya orientasi pembangunan yang bersifat Jawa Sentris di masa pemerintahan orde baru, kondisi ini berakibat kepada pembangunan yang besar-besaran dilakukan di wilayah yang berada di Pulau Jawa sedangkan pembangunan di luar Pulau Jawa menjadi tertinggal atau tidak sebaik dengan yang ada di Pulau Jawa, dalam aspek pembangunan teknologi informasi maka menghasilkan kesenjangan infrastruktur teknologi informasi yang mana berbagai infrastruktur penunjang teknologi informasi yang ada di Pulau Jawa lebih maju dan lebih baik apabila dibandingkan dengan wilayah lainnya di luar Pulau Jawa (Mukhijab 2017; Wilonoyudho 2009).

Kondisi ketimpangan pembangunan antara Pulau Jawa dengan luar Pulau Jawa di masa era reformasi ini mulai ditanggulangi dengan cara menerapkan sistem otonomi daerah yang mana memberikan kesempatan kepada daerah-daerah untuk memprakarsai pembangunan yang didasarkan kepada inisiatif masing-masing daerah dan ditunjang dengan adanya perimbangan keuangan antara pemerintah pusat dengan pemerintah daerah (Batubara 2006; Muin 2014; Republik Indonesia 2014).

Penerapan otonomi daerah yang sudah lebih dari satu dekade secara empiris belum mampu menciptakan kesetaraan pembangunan antar daerah, mengingat proses pembangunan merupakan proses berkelanjutan yang tidak bisa dilakukan dalam waktu singkat, dalam aspek pembangunan teknologi informasi masih menyisakan ketimpangan pembangunan infrastruktur teknologi informasi antara Pulau Jawa dengan luar pulau Jawa semisal dalam akses kecepatan internet yang mana banyak daerah di ibukota sudah menikmati akses internet 4G, bahkan di beberapa daerah sudah mendapatkan akses 5G, sedangkan di luar pulau jawa masih banyak daerah yang belum bisa menikmati akses internet 3G atau 4G, bahkan menurut data bahwa masih ada daerah-daerah yang belum terakses layanan internet. Hal ini menunjukan bahwa kesenjangan pembangunan infrastruktur teknologi informasi masih menjadi permasalahan yang dihadapi oleh Indonesia dan perlu upaya berkesinambungan dan berkelanjutan untuk penanggulangannya (Hadiyat 2014; Nasution 2016).

Kedua, adanya kesenjangan komitmen para kepala daerah untuk melakukan utilitas teknologi informasi seperti kebijakan penerapan *e-Government* dan *Smart City*. Permasalahan ini masih terkait dengan poin pertama mengenai kesenjangan pembangunan yang ada, sehingga secara empiris terdapat daerah-daerah yang mana sudah menerapkan konsep *e-Government* yang ditunjukan dengan membangun birokrasi digital dan pelayanan publik digital yang didukung dengan komitmen kepala daerah melalui peningkatan kualitas aparatur pemerintah daerah dalam

bidang teknologi informasi, penyusunan instrumen kebijakan daerah tentang pemanfaatan teknologi informasi di lingkungan pemerintah daerah sampai dengan dukungan anggaran APBD yang memadai guna mewujudkan berbagai kebijakan tentang pemanfaatan teknologi informasi di lingkungan pemerintah tersebut (Prakoso 2018; Utomo and Hariadi 2016; Windasari and Surendro 2011).

Kondisi berbalik dapat ditemukan di daerah-daerah lainnya yang mana terdapat daerah-daerah yang masih minim memanfaatkan teknologi informasi bahkan tidak didukung dengan komitmen kepala daerah guna mengakselerasi pemanfaatan teknologi informasi dalam menjalankan fungsi administrasi pemerintahan dan pelayanan publik (Damanik 2017; Karman, Deswanto, and Ningsih 2021). Hal ini dapat dilihat dengan masih minimnya penyelenggaraan pelayanan publik berbasis digital yang diberikan kepada masyarakat. Kondisi ini sejalan dengan hasil penelitian dari berbagai pihak seperti hasil penelitian oleh (Windasari and Surendro 2011) mengenai kesenjangan digital di pemerintah daerah dengan mengambil studi kasus di Kota Semarang, kemudian penelitian oleh (Hadiyat 2014) mengenai kesenjangan digital di Indonesia dengan studi Kasus di Wakatobi, kemudian hasil penelitian oleh (Kurniawan, Winarno, and Henderi 2017) mengenai pengukuran kesenjangan digital di Provinsi Kalimantan Utara dan hasil penelitian oleh yang kesemuanya menyatakan adanya disparitas adopsi teknologi informasi di tiap-tiap daerah. Kondisi inilah yang menjadi salah satu faktor penyebab adanya kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi di Indonesia.

Ketiga, orientasi bisnis pelaku usaha. Para pelaku usaha memiliki motif dan tujuan organisasinya untuk mencari keuntungan atau profit yang besar, kondisi ini juga berlaku dalam usaha dibidang teknologi informasi, berbagai perusahaan baik perusahaan yang menyediakan peralatan teknologi informasi maupun perusahaan yang menyediakan jasa layanan internet akan senantiasa mencari keuntungan dengan mengetahui kondisi dan karakter masyarakat atau pelanggannya. Kondisi sebaran penduduk di Indonesia yang mayoritas mendiami Pulau Jawa menjadi potensi untuk pangsa pasar bagi penyediaan sarana dan prasarana teknologi informasi, hal ini ditambah dengan karakter masyarakat yang ada di Pulau Jawa yang lebih banyak mengetahui dan memanfaatkan teknologi informasi dibandingkan dengan masyarakat yang ada di luar Pulau Jawa (Ananda 2021; Widayati 2015).

Kondisi potensi pasar yang menjanjikan di Pulau Jawa mengakibatkan berbagai perusahaan teknologi informasi menjadikan masyarakat yang ada di Pulau Jawa sebagai calon konsumen yang potensial, sehingga secara empiris tidak heran berbagai perusahaan teknologi informasi membuka kantor utamanya berada di Pulau Jawa dan sekaligus menjual produknya di Pulau Jawa lebih dahulu dibandingkan dengan daerah lainnya.

Kondisi orientasi para pelaku usaha dibidang teknologi informasi yang menempatkan masyarakat yang ada di Pulau Jawa sebagai potensi pangsa pasar yang besar baik secara langsung atau tidak langsung telah berkontribusi terhadap penciptaan disparitas teknologi informasi yang mana berbagai alat teknologi informasi yang mudah didapat di Pulau Jawa menjadikan aksesibilitas teknologi menjadi tidak merata apabila dibandingkan dengan daerah-daerah lainnya yang ada di Indonesia.

Keempat, tingkat literasi dan utilitas teknologi informasi masyarakat. Kondisi pemahaman masyarakat mengenai teknologi informasi sekaligus dengan utilitasnya

berbeda satu dengan yang lainnya. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor termasuk ketiga faktor yang sudah dijelaskan diatas. Masyarakat yang berada di daerah atau wilayah dengan infrastruktur teknologi informasi yang baik dan adanya dukungan pemerintah daerah dalam pengembangan pemanfaatan teknologi informasi dalam berbagai jenis pelayanan publik digital, maka masyarakat tersebut relatif memahami dan mengadopsi kemajuan teknologi informasi, sehingga tingkat utilitas teknologi informasi relatif tinggi dibandingkan dengan masyarakat lainnya (Putra 2009; Zaidannas 2017).

Masyarakat yang memiliki tingkat teknologi informasi yang tinggi yaitu masyarakat yang dalam kehidupan kesehariannya menggunakan teknologi informasi sebagai bagian dari aktivitas untuk mempermudah kehidupannya mulai dari melakukan komunikasi secara digital sampai dengan memanfaatkan pelayanan publik secara digital, sehingga masyarakat mampu mengikuti kemajuan teknologi informasi yang tengah berkembang. Masyarakat di daerah yang mana infrastruktur teknologi informasinya relatif rendah dan minimnya dukungan pemerintah daerah dalam pengembangan aksesibilitas teknologi informasi yang ditunjukan dengan minimnya pelayanan publik berbasis digital merupakan masyarakat yang memiliki pengetahuan yang relatif rendah apabila dibandingkan dengan masyarakat lainnya, sehingga utilitas teknologi informasi bagi masyarakat di daerah dengan infrastruktur teknologi informasi yang masih rendah tersebut tidak sebaik dengan utilitas teknologi informasi oleh masyarakat di wilayah dengan konfisi infrastruktur teknologi informasi yang sudah baik atau maju (Amanda 2020; Dhahir 2019; Fadilla 2020).

Kondisi perbedaan pengetahuan masyarakat mengenai teknologi informasi sekaligus perbedaan utilitas teknologi informasi oleh masyarakat di kedua wilayah yang memiliki perbedaan infrastruktur teknologi tersebut secara langsung berimplikasi terhadap penciptaan kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi antar masyarakat yang ada di daerah yang berbeda.

Berdasarkan kepada uraian mengenai faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi tersebut diatas, maka penting untuk menciptakan suatu upaya agar aksesibilitas teknologi informasi dapat diakses secara merata oleh setiap masyarakat yang ada di berbagai daerah yang ada di Indonesia.

C. Dampak Kesenjangan Aksesibilitas Teknologi Informasi

Adanya kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi yang terjadi di Indonesia baik secara langsung maupun secara tidak langsung akan memberikan dampak bagi berbagai pihak mulai dari pihak pemerintah itu sendiri maupun pihak lainnya seperti para pelaku usaha dan masyarakat. Kondisi ini pada akhirnya akan merugikan semua pihak tersebut dikarenakan akses dan utilitas teknologi informasi dapat mempermudah menjalankan aktivitas sehari-hari mulai dari aktivitas pelayanan publik yang diberikan oleh pemerintah sampai dengan kepada komunikasi antar warga masyarakat melalui saluran digital. Berikut antara lain dampak negatif dari kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi yang ada di Indonesia saat ini:

Tabel 1. Dampak Kesenjangan Aksesibilitas Teknologi Informasi

Aktor	Dampak
Pemerintah	Tidak optimalnya penyelenggaraan fungsi administrasi pemerintahan, serta pelayanan publik berbasis teknologi informasi tidak bisa dijalankan secara optimal atau tidak bisa diterapkan sama sekali, hal ini menghambat proses pengembangan *e-Government* yang menjadi bagian dari birokrasi modern.
Dunia Usaha	Orientasi bisnis dan pencapaian keuntungan tidak dapat diperoleh secara optimal, sehingga selain mempersulit kinerja perusahaan yang harus efektif dan cepat juga dapat mengganggu keuangan perusahaan yang pada akhirnya akan berimplikasi kepada kinerja berbagai sektor usaha yang dijalankan.
Masyarakat	Tidak optimalnya utilitas teknologi informasi oleh masyarakat akan berdampak kepada terbatasnya manfaat teknologi dalam menunjang aktivitas kehidupan masyarakat seperti pemanfaatan teknologi informasi untuk melakukan komunikasi digital antar warga masyarakat sampai dengan sulitnya mengakses penyediaan pelayanan publik berbasis digital.

Sumber: Analisis Penulis, 2022.

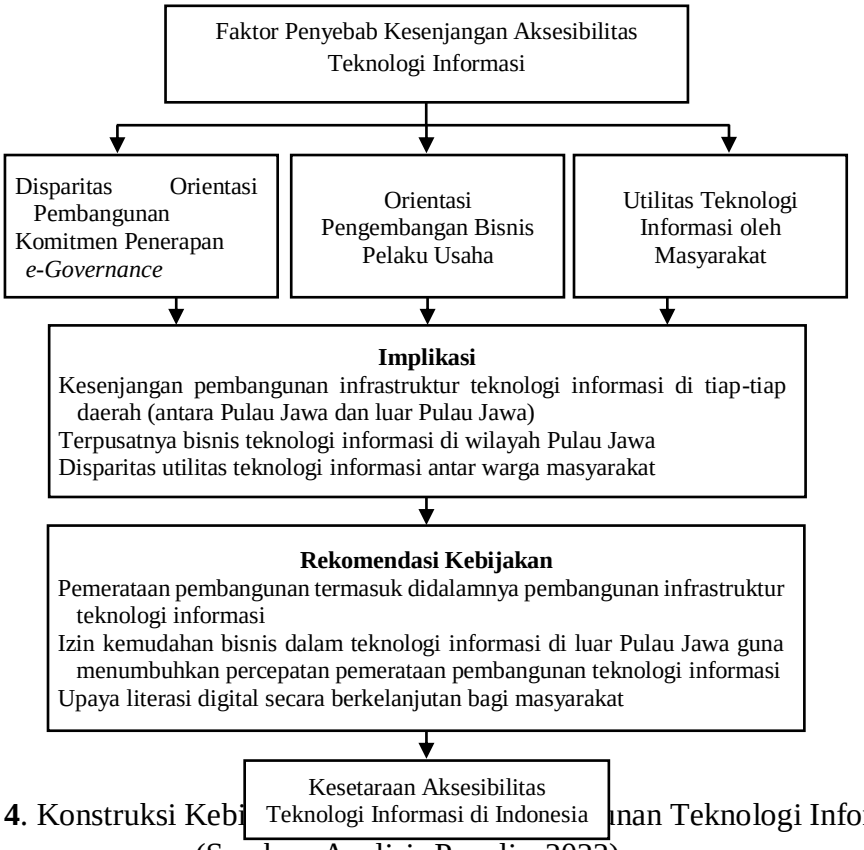
Berdasarkan pada uraian dalam tabel tersebut di atas, maka dampak dari adanya kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi di Indonesia dirasakan oleh seluruh aktor atau lapisan masyarakat mulai dari pemerintah, dunia usaha sampai kepada masyarakat yang secara empiris telah menghambat peluang pemanfaatan teknologi guna menunjang kehidupan sehari-hari.

Teknologi yang seharusnya dapat mempermudah kehidupan sehari-hari dan menjadi sarana mempercepat tujuan organisasi baik itu organisasi publik maupun organisasi privat menjadi tidak optimal. Kedepannya, adanya kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi secara sektoral akan menciptakan ketimpangan di berbagai aspek kehidupan mulai dari ketimpangan pembangunan antar daerah, sampai dengan ketimpangan utilisasi teknologi informasi oleh masyarakat seperti akses terhadap pendidikan secara digital dan aspek layanan medis digital atau *telemedicine*, sehingga upaya untuk membangun kesetaraan pembangunan infrastruktur teknologi informasi yang menjadi gerbang kesetaraan aksesibilitas teknologi informasi mutlak untuk diusahakan melalui berbagai instrumen kebijakan yang komprehensif, sehingga pemerataan teknologi informasi serta pemanfaatan teknologi informasi akan didapat secara merata oleh masyarakat di berbagai daerah di Indonesia.

D. Konstruksi Kebijakan Pemerataan Pembangunan Teknologi Informasi

Kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi yang ada di Indonesia secara empiris perlu ditanggulangi mengingat manfaat dari pemanfaatan teknologi akan semakin besar di masa yang akan datang. Upaya membangun kebijakan guna mewujudkan kesetaraan dalam mengakses teknologi informasi didasarkan kepada

faktor-faktor yang menjadi penyebab adanya kesenjangan sebagaimana telah dijelaskan dalam pembahasan sebelumnya. Upaya konstruksi kebijakan pemerataan pembangunan teknologi informasi sebagai solusi dari permasalahan kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi dapat dijelaskan melalui gambar berikut ini:



Gambar 4. Konstruksi Kebi[illegible]nan Teknologi Informasi
(Sumber: Analisis Penulis, 2022)

Berdasarkan kepada gambar tersebut di atas maka langkah pertama dalam menanggulangi kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi yang ada di Indonesia yaitu dengan menyusun kerangka kebijakan pemerataan pembangunan yang didalamnya termasuk pemerataan pembangunan infrastruktur teknologi informasi, dengan begitu maka setiap daerah memiliki kesempatan untuk mengembangkan potensi pemanfaatan teknologi informasi secara merata dan berkeadilan berdasarkan kepada potensi dan gagasan dari daerah masing-masing.

Upaya penanggulangan kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi bagi elemen pelaku usaha yaitu dengan menciptakan iklim yang kondusif bagi pengembangan usaha termasuk didalamnya pengembangan usaha bidang teknologi informasi, lebih lanjut adanya upaya untuk menciptakan kemudahan dan izin usaha bagi pengembangan usaha teknologi informasi di luar Pulau Jawa menjadi suatu keharusan guna mempercepat pemerataan pembangunan teknologi informasi di luar Pulau Jawa.

Upaya penanggulangan kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi bagi elemen masyarakat yaitu dengan melakukan upaya literasi digital bagi masyarakat yang mana hal ini menyangkut mengenai peningkatan pemahaman masyarakat

mengenai teknologi informasi termasuk didalamnya penanaman pemahaman bagi masyarakat mengenai utilitas teknologi informasi serta manfaatnya dalam menunjang dan mempermudah pelaksanaan aktivitas kehidupan sehari-hari.

Ketiga upaya tersebut merupakan bentuk rekomendasi kebijakan dalam upaya penanggulangan kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi, dengan begitu diharapkan kedepannya permasalahan kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi dapat ditanggulangi oleh pemerintah dan para pemangku kepentingan lainnya seperti para pelaku usaha dan masyarakat dapat turut berkontribusi memberikan solusi sesuai dengan perannya masing-masing.

Kesimpulan

Kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi yang ada saat ini secara empiris dipengaruhi oleh berbagai faktor mulai dari faktor kebijakan pembangunan yang dahulu lebih berorientasi kepada pembangunan di Pulau Jawa sehingga saat ini menyisakan kesenjangan infrastruktur teknologi antara Pulau Jawa dan luar Pulau Jawa sampai dengan tingkat literasi teknologi informasi masyarakat yang berbeda di tiap daerah, kondisi ini pada akhirnya menciptakan perbedaan utilitas teknologi informasi yang mana pada akhirnya manfaat dari kemajuan teknologi informasi tidak bisa dirasakan merata di seluruh wilayah Indonesia.

Upaya yang perlu dilakukan untuk menanggulangi permasalahan sebagaimana tersebut mulai dari percepatan pembangunan dan pemerataan infrastruktur teknologi informasi yang dilakukan baik dalam skala pembangunan nasional maupun dalam skala pembangunan daerah sehingga menciptakan kesamaan prasarana teknologi informasi, sampai dengan kepada membangun kesadaran literasi masyarakat terhadap teknologi informasi, dengan begitu diharapkan mampu meminimalisir kesenjangan aksesibilitas teknologi informasi yang ada selama ini dan manfaat dari perkembangan teknologi informasi dapat dirasakan oleh seluruh lapisan masyarakat di berbagai daerah yang ada di Indonesia.

Daftar Pustaka

Akil, Muhammad Anshar. 2012. “Teknologi Komunikasi Dan Informasi Sektor Publik (Studi Electronic Government Di Indonesia).” *Jurnal Dakwah Tabligh* 13(1): 31–46.

Amanda, Nabilla J. 2020. “Adilkah Upaya Digitalisasi Di Indonesia?” *vutura.io*. https://vutura.io/blog/kesenjangan-digital-di-indonesia/ (October 26, 2022).

Ananda, Candra Fajri. 2021. “Jawa-Sentris Dan Pertumbuhan Ekonomi Baru.” *feb.ub.ac.id*. https://feb.ub.ac.id/id/jawa-sentris-dan-pertumbuhan-ekonomi-baru.html (October 26, 2022).

Basry, Asril, and Essy Malays Sari. 2018. “Penggunaan Teknologi Informasi Dan Komunikasi (TIK) Pada Usaha Mikro, Kecil Dan Menenganh (UMKM).” *Jurnal IKRA-ITH Informatika* 2(3): 53–60.

Batubara, Alwi Hasyim. 2006. “Konsep Good Governance Dalam Konsep Otonomi Daerah.” *Jurnal Analisis Administrasi dan Kebijakan* 3(1): 1–6.

Creswell, J. W. 2014. *Research Design: Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, Dan Mixed*. ed. Achmad Fawaid. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Damanik, Marudur Pandapotan. 2017. “E-Government Dan Aplikasinya Di Lingkungan Pemerintah Daerah (Studi Kasus Kualitas Informasi Website Kabupaten Bengkalis Propinsi Riau).” *Jurnal Studi Komunikasi dan Media*

21(2): 151–64.

Dhahir, Darman Fauzan. 2019. “Rancangan Strategi Kementerian Kominfo Republik Indonesia Dalam Upaya Mengurangi Kesenjangan Digital.” *Jurnal Pikom (Penelitian Komunikasi dan Pembangunan)* 20(2): 71–85.

Fadilla, Nurul. 2020. “Kesenjangan Digital Di Era Revolusi Industri 4.0 Dan Hubungannya Dengan Perpustakaan Sebagai Penyedia Informasi.” *LIBRIA* 12(1): 1–14.

Habibah, Astrid Faidlatul, and Irwansyah. 2021. “Era Masyarakat Informasi Sebagai Dampak Media Baru.” *Jurnal Teknologi dan Informasi Bisnis* 3(2): 350–65.

Hadiyat, Yayat D. 2014. “Kesenjangan Digital Di Indonesia (Studi Kasus Di Kabupaten Wakatobi).” *Jurnal Pekommas* 17(2): 81–90.

Herdiana, Dian. 2021. “Indonesia’s Digital Society: Challenges and Prospects.” In *International Conference on Political, Social and Humanities Sciences*, Purwokerto: Universitas Jendral Soedirman, 77–85.

Herdyanto, Abraham. 2020. “Sejarah Perkembangan Teknologi Informasi Di Indonesia, Ini 8 Ceritanya.” *idntimes.com*. https://www.idntimes.com/tech/trend/abraham-herdyanto/sejarah-perkembangan-teknologi-informasi-indonesia/1 (October 14, 2020).

Karman, Rudi Deswanto, and Sri Adhi Ningsih. 2021. “Implementasi E-Government Pada Pemerintahan Desa.” *JSIP: Jurnal Studi Ilmu Pemerintahan* 2(2): 43–50.

Kurniawan, Safar Dwi, Wing Wahyu Winarno, and Henderi. 2017. “Pengukuran Kesenjangan Digital Di Provinsi Kalimantan Utara.” *Jurnal PPKM I* 4(1): 21–27.

Muin, Fatkhul. 2014. “Otonomi Daerah Dalam Perspektif Pembagian Urusan Pemerintah-Pemerintahan Daerah Dan Keuangan Daerah.” *Jurnal Fiat Justisia* 8(1): 69–79.

Mukhijab. 2017. “Ketimpangan Ekonomi Pulau Jawa-Luar Jawa Memburuk.” *www.pikiran-rakyat.com*. https://www.pikiran-rakyat.com/nasional/pr-01285540/ketimpangan-ekonomi-pulau-jawa-luar-jawa-memburuk-408747 (February 11, 2020).

Nasution, Robby Darwis. 2016. “Pengaruh Kesenjangan Digital Terhadap Pembangunan Pedesaan (Rural Development).” *Jurnal Penelitian Komunikasi dan Opini Publik* 20(1): 31–44.

Ngafifi, Muhamad. 2014. “Kemajuan Teknologi Dan Pola Hidup Manusia Dalam Perspektif Sosial Budaya.” *Jurnal Pembangunan Pendidikan: Fondasi dan Aplikasi* 2(1): 33–47.

Prakoso, Rio. 2018. “Kesiapan Kota Di Indonesia Dalam Mengimplementasikan Gerakan Menuju 100 Smart City.” : 1–8. https://www.academia.edu/36604463/Kesiapan_Kota_Di_Indonesia_Dalam_Mengimplementasikan_Gerakan_Menuju_100_Smart_City.

Pratama, Rizky Hersya, Abdul Hakim, and Muhammad Shobaruddin. 2015. “Pelayanan Publik Berbasis Teknologi Informasi Dan Komunikasi (TIK), Elektronik Rukun Tetangga/Rukun Warga (e-RT/RW (Studi e-Governmentdi Kelurahan Ketintang Kecamatan Gayungan Pemerintah Kota Surabaya).” *Jurnal Administrasi Publik (JAP)* 3(12): 2128–34.

Putra, Syopiansyah Jaya. 2009. “Digital Divide: Implikasi Sosial Ekonomi

Perkembangan Teknologi Informasi Dan Komunikasi.” *Studi Informatika: Jurnal Sistem Informasi* 2(1): 33–38.

Rentika, Indra. 2017. *Pengaruh Penerapan Good Governance,Pemanfaatan Teknologi Informasi, Dan Sistem Pengendalian Intern Pemerintah Terhadap Kinerja Organisasi Pemerintah (Studi Empiris Pada SKPD DiKota Padang)*. Padang. http://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/akt/article/viewFile/2627/2123.

Republik Indonesia. 2014. *Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 Tentang Pemerintahan Daerah*. Indonesia.

Sudarto, Yudo. 2006. “E-Goverment Dan Reformasi Birokrasi Menuju Pemerintahan Yang Baik.” In *Konferensi Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Untuk Indonesia*, Bandung, 44–47.

Supriyanto. 2004. “Pemberdayaan Teknologi Informasi Untuk Keunggulan Bisnis.” *Jurnal Ekonomi dan Bisnis* 2(1): 99–112.

Utomo, Chandra Eko Wahyudi, and Mochamad Hariadi. 2016. “Strategi Pembangunan Smart City Dan Tantangannya Bagi Masyarakat Kota.” *Jurnal Strategi dan Bisnis* 4(2): 159–76.

Wahyudi, Hendro Setyo, and Mita Puspita Sukmasari. 2014. “Teknologi Kehidupan Masyarakat.” *Jurnal Analisa Sosiologi* 3(1): 13–24.

Wardiana, Wawan. 2002. “Perkembangan Teknologi Informasi Di Indonesia.” *rclis.org*. http://eprints.rclis.org/6534/1/WAWAN_PERKEMBANGAN_TI.pdf (March 3, 2019).

Widayati, Rully. 2015. “75 Persen Industri Terpusat Di Pulau Jawa.” *tempo.co*. https://bisnis.tempo.co/read/720440/75-persen-industri-terpusat-di-pulau-jawa (October 25, 2022).

Wilonoyudho, Saratri. 2009. “Kesenjangan Dalam Pembangunan Kewilayahan.” *Forum Geografi* 23(2): 167–80.

Windasari, Ike Pertiwi, and Kridanto Surendro. 2011. “Pengukuran Kesenjangan Digital Di Institusi Pemerintah Daerah (Studi Kasus: Pemerintah Kota Semarang).” *Jurnal Sistem Komputer* 1(2): 71–75.

Yoga, Salman S. 2018. “Perubahan Sosial Budaya Masyarakat Indonesia Dan Perkembangan Teknologi Komunikasi.” *Jurnal Al-Bayan* 24(1): 29–46.

Zaidannas, Abie. 2017. “Kesenjangan Pendidikan Literasi Digital Dengan Kemudahan Akses Internet.” *protectchild.ngo*. http://projectchild.ngo/blog/2017/08/07/kesenjangan-pendidikan-literasi-digital-dengan-kemudahan-akses-internet/ (April 27, 2019).

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

KINERJA TRANSMISI DATA PADA SISTEM PEMANTAU KONDISI TANAH BERBASIS TEKNOLOGI IOT

Yohanes Eka Arissaputra[1], Damar Widjaja[2*]
[1,2]*Universitas Sanata Dharma, Kampus III, Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, DIY 55282*
**Email: damar@usd.ac.id*

Abstrak

Internet of Things (IoT) memiliki dampak yang sangat besar pada industri. Beragamnya platform IoT menyebabkan banyak peneliti kesulitan memilih platform IoT yang tepat. Oleh karena itu, beberapa platform IoT perlu dibandingkan untuk mengetahui seberapa bagus kinerjanya. Penelitian ini bertujuan membandingkan kinerja tiga platform IoT dan menentukan platform IoT dengan kinerja terbaik. Penelitian ini menggunakan Thinger, Thingboard, dan Flutter sebagai platform IoT. Alat yang akan dibuat terdiri dari NodeMCU sebagai kontrol untuk mengolah dan mengirim data, sensor *Soil Moisture* sebagai masukan data kelembaban, dan DHT11 sebagai masukan data berupa suhu. Sensor Soil Moisture ditancapkan di tanah untuk mendapatkan data kelembaban. Sensor DHT11 mengukur suhu udara untuk mengetahui apakah suhu berpengaruh terhadap kelembaban tanah atau tidak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang bekerja dengan baik. Thinger memiliki kinerja *delay* terbaik untuk satu *device* dengan *delay* rata-rata 0,06 detik dan kinerja *data error rate* terbaik untuk satu *device* dengan *data error rate* rata-rata 8%. Thingsboard memiliki kinerja *delay* terbaik untuk dua *device* dengan *delay* rata-rata 0,14 detik. Namun Flutter memiliki kinerja *data error rate* terbaik untuk dua *device* dengan *data error rate* rata-rata 38,5%.

Kata kunci: *data error rate*, *delay*, IoT, kelembapan, suhu

DATA TRANSMISSION PERFORMANCE ON THE IOT BASED SOIL CONDITION MONITORING SYSTEM

Yohanes Eka Arissaputra[1], Damar Widjaja[2,*]
[1,2]*Sanata Dharma University, Kampus III, Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, DIY 55282*
**Email: damar@usd.ac.id*

Abstract

Internet of Things (IoT) has a big impact on the industry these days. There are so many IoT platforms to be used and it raises difficulty to choose the right platform for particular work. Therefor, some IoT platforms need to be compared to know how good the performance of each platform. This study aims to compare three IoT platforms and define the best performance of it. This study uses Thinger, Thingsboard, and Flutter as IoT platforms. The device built in this study consist of NodeMCU as a data processing and transmitting unit, Soil Moisture sensor as a

humidity data input unit, and DHT 11 as a temperature data input unit. Soil Moisture sensor is plugged in the soil to get humidity data. DHT 11 sensor measure air temperature to know whether temperature has effect to humidity or not. Result of this study shows that the system works well. Thinger has the best delay performance for one device measurement with average delay 0,06 seconds and the best data error rate performance with 8% average value. Thingsboard has the best delay performance for two device measurement with average delay 0,14 seconds. However, Flutter has the best data error rate performance with 38,5% average value.

Keywords: *data error rate, delay,* IoT, humidity, temperature

Pendahuluan

Latar Belakang

Dalam dunia telekomunikasi digital, data akan dikirim menggunakan transmisi elektronik dari satu komputer ke komputer lain atau dari satu komputer ke terminal tertentu (Ariyus dan Andri, 2008). Data merupakan sinyal elektromagnetik yang dibangkitkan oleh sumber data yang dapat ditangkap dan dikirimkan ke terminal penerima. Dalam sistem *IoT* data diperoleh dari sensor, diolah dan dikirimkan ke web server *platform IoT*. Untuk mengukur kinerja komunikasi data, diperlukan dua parameter ukur yaitu *delay* dan *data error rate.*

Harry Yuliansyah (2016) meneliti “Uji Kinerja Pengiriman Data Secara Wireless Menggunakan Modul ESP8266 Berbasis *Rest Architecture*”. Pengiriman data dari mikrokontroler menuju komputer server dapat dilakukan secara wireless. Pengiriman data pada penelitian ini menggunakan modul ESP8266. Penelitian ini menerapkan tiga metode yaitu dengan menggunakan AT-Command, Protokol SLIP dan NodeMCU. Pengujian dilakukan dengan cara mengirimkan data secara sistematis menuju komputer server. Kemudian data tersebut dianalisa sehingga dapat dihitung kecepatan *transfer* data dan kehandalan sistem.

S.Samsugi dan tim juga melakukan pengujian kinerja alat pengendali jarak jauh pada penerapan teknologi *internet of things* (IoT) untuk mengetahui perbedan waktu saat sistem bekerja “Sistem Kendali Jarak Jauh Berbasis Arduino Dan Modul Wifi Esp8266” (Samsugi dan Syah, 2017). Sistem kendali pada penelitian ini dirancang menggunakan Arduino UNO dengan mikrokontroler ATmega328 sebagai pusat kendali dari sistem, serta modul wifi ESP8266 guna untuk komunikasi kontroler ke internet melalui media wifi. Interface dibuat dengan berbasis web dengan HTML5. Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan penggunaan jaringan 3G dengan 4G. Penggunaan jaringan 3G dapat digunakan hanya saja membutuhkan waktu eksekusi yang lebih lama dibandingkan dengan jaringan 4G. Penggunaan jaringan 4G lebih baik disarankan dalam penerapan teknologi *internet of things* (IoT) karena waktu eksekusi yang lebih cepat.

Saat ini, model taman cerdas sudah tersedia, hanya saja untuk pengukuran kinerja komunikasi data masih belum diperhitungkan/diteliti. Taman mini cerdas berisikan sistem penyiraman tanaman otomatis dan pemantau kondisi tanah jarak jauh menggunakan deteksi lokasi dengan tujuan mempermudah pengguna untuk memantau kondisi tanaman di lapangan. Sistem didesain menggunakan pompa air sebagai penyiram tanaman secara otomatis. Data diambil menggunakan sensor *soil moisture* yang kemudian diolah dan dikirimkan menggunakan *platform*

ThingsBoard, Microsoft Azure dan *Flutter* pada *smartphone dan Laptop* (Sari, 2016).

Beberapa parameter kerja yang akan diukur/diteliti, dan kemudian dibandingkan adalah d*elay* dan *data error rate*. Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis akan meneliti tentang kinerja komunikasi data dengan cara membandingkan kinerja komunikasi data antara *ThingsBoard, Thinger* dan *Flutter* pada sistem pemantau kondisi tanah. Pengiriman data dalam penelitian ini menggunakan modul *NodeMCU*. Modul *NodeMCU* memiliki beberapa keunggulan di antaranya harga murah dan *firmware* yang dapat dikembangkan (Purnomo, 2016). Sedangkan untuk *monitoring*, peneliti menggunakan *smart phone* dan laptop.

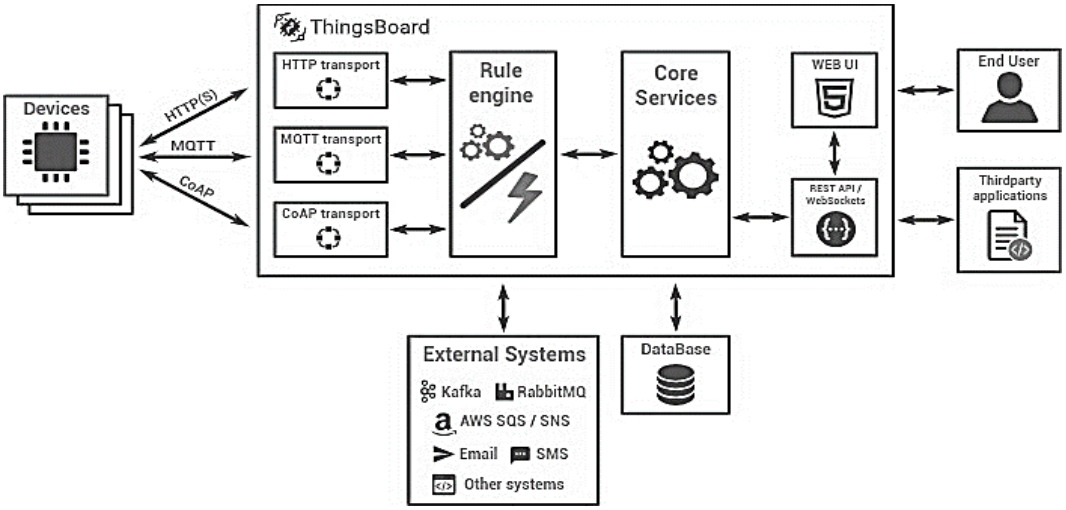
Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan hasil perbandingan kinerja dari Platform IoT *Thingsboard, Flutter,* dan *Thinger*. Sedangkan hasil penelitian ini bermanfaat untuk menyediakan informasi tentang kualitas platform IoT bagi pengguna agar dapat memilih *platform* yang cocok untuk dipakai sesuai dengan fungsi dan kualitas yang diinginkan.

Landasan Teori

Dalam mengerjakan proyek menggunakan IoT, seorang peneliti pasti berhubungan dengan *dashboard* untuk menampilkan data yang dikirim oleh *device* atau sensor. Pada umumnya *dashboard* ini berbasis web, namun juga bisa berbasis aplikasi desktop. Thingsboard bisa menjadi solusi alternatif bagi mereka yang tidak familiar dengan bahasa pemrograman (Saptaji, 2019). Cukup dengan klak-klik sana sini, *drag* and *drop*, sebuah dashboard IoT sudah bisa dibuat dan terlihat profesional. Gambar 1 memperlihatkan arsitektur Thingsboard.

Gambar 1 memperlihatkan bahwa Thingsboard setidaknya punya dua fungsi utama yakni sebagai *broker* (*core services*) dalam terminologi IoT dan sebagai *web presentation*/penyaji data (*web* UI). Thingsboard juga sudah memberikan beberapa contoh proyek yang mungkin mendekati kebutuhan peneliti. Thingsboard ini selain menyediakan ‘*Live Demo*’ yang siap pakai, juga menyediakan *installer* yang bisa diinstal di komputer (dengan OS Windows, Linux, atau bahkan di Raspberry Pi) maupun paket *plugin* yang *ready to install* di layanan *cloud* berbayar seperti *Digital Ocean*.

Flutter adalah platform yang digunakan para *developer* untuk membuat aplikasi multiplatform hanya dengan satu basis *coding* 8. Artinya, aplikasi yang dihasilkan dapat dipakai di berbagai platform, baik *mobile* Android, iOS, web, maupun desktop (Aprilia, 2021). Flutter memiliki dua komponen penting, yaitu *Software Development Kit* (SDK) dan juga *framework user interface*. SDK merupakan sekumpulan *tools* yang berfungsi untuk membuat aplikasi supaya bisa dijalankan di berbagai *platform*. *Framework* UI merupakan komponen UI, seperti teks, tombol, navigasi, dan lainnya, yang dapat dikustomisasi sesuai kebutuhan.

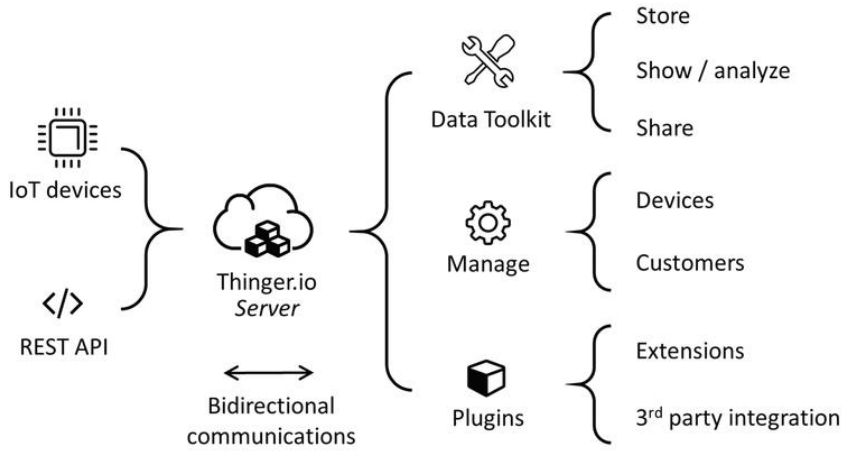


Gambar 1. Arsitektur ThingsBoard (Saptaji, 2019).

Cara kerja Flutter sebenarnya cukup sederhana, terutama di platform Android dan iOS. *Developer* mengembangkan aplikasi dengan kode Dart dan *widget* yang telah disediakan di *framework* Flutter. Jika di Android, kode yang ditulis akan dikompilasi dengan mesin C++ menggunakan Android *Native Development Kit* (NDK). Jika di iOS, kode akan dikompilasi dengan mesin dikompilasi dengan Low-Level Virtual Machine (LLVM). Untuk Android, kode *native* akan dikompilasi lagi dengan *Dart Compiler*. Setelah kode disesuaikan dengan masing-masing perangkat, aplikasi bisa dijalankan di berbagai *platform*.

Thinger.io adalah Platform IoT *cloud* yang menyediakan setiap *tool* yang diperlukan untuk membuat prototipe, skala, dan mengelola produk yang terhubung dengan cara yang sangat sederhana (Thinger.io, 2021). Thinger.io menyediakan akun freemium seumur hidup dengan hanya beberapa batasan untuk mulai belajar dan membuat prototipe. Saat siap untuk meningkatkan skalanya, pengguna dapat menggunakan Server Premium dengan kapasitas penuh dalam beberapa menit.

Platform Thinger.io dibentuk oleh dua produk utama yaitu *Backend* (yang merupakan server IoT sebenarnya) dan *Frontend* berbasis web yang menyederhanakan pekerjaan dengan semua fitur menggunakan komputer atau smartphone apa pun. Gambar 2 menunjukkan fitur utama yang disediakan oleh platform ini untuk membuat proyek IoT.



Gambar 2. Fitur utama platform IoT Thinger.io (Thinger.io, 2021)

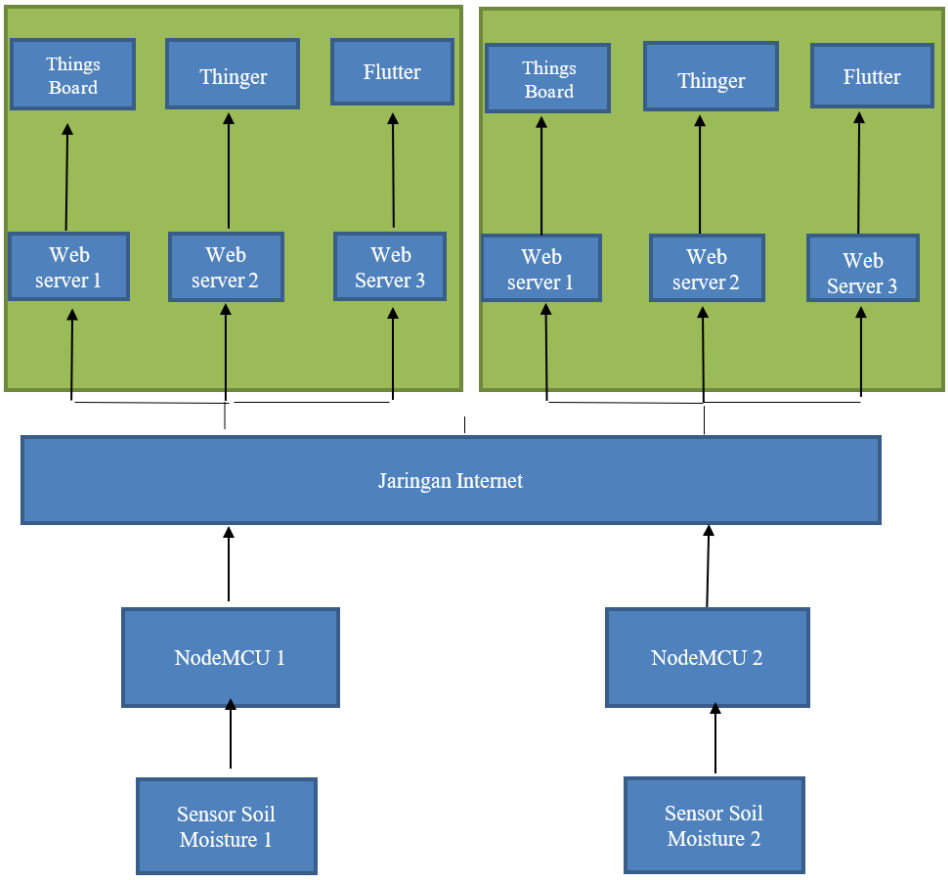
Sensor kelembaban tanah (*Sensor Soil Moisture*) adalah sensor yang bekerja dengan prinsip membaca kadar air dalam tanah disekitarnya (Jonathan, 2020). Sensor ini dapat digunakan untuk memantau kadar air tanah pada tanaman. Sensor ini menggunakan dua konduktor untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca nilai resistansi untuk mendapatkan tingkat kelembaban. Penelitian yang dilakukan pada sistem ini menggunakan range nilai data analog (DA) sensor *soil moisture* tanah berdasarkan pengukuran sampel tanah apabila kering, lembab dan basah. Kondisi akan dinyatakan kering apabila keluaran dengan range > 650. Kondisi dinyatakan lembab ketika keluaran dengan range < 650 dan > 300. Sedangkan apabila keluaran dengan range < 300 dinyatakan basah.

Metode

Diagram Blok Sistem

Gambar 1. merupakan diagram blok ketiga sistem transmisi data untuk model taman cerdas. Pada perancangan *software*, masing-masing ssitem akan ditambah program untuk menguji *delay* dan *data error rate*.

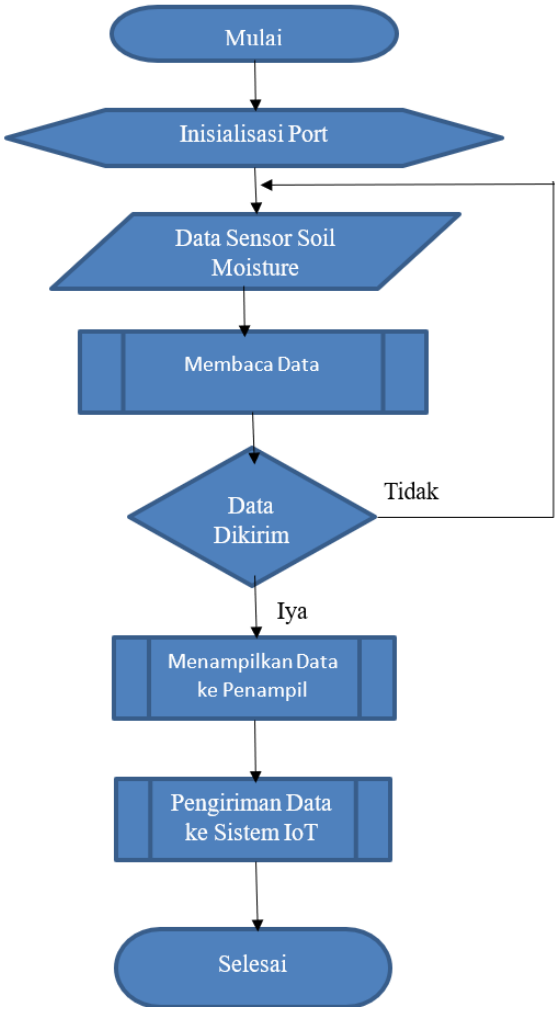
Sensor *soil moisture* digunakan untuk mengukur kelembaban tanah. Sistem akan menampilkan data kondisi tanah kering, lembab dan basah. Apabila tanah dalam kondisi kering ketika keluaran dengan range > 650, maka *relay* akan menyala kemudian pompa air DC menyiram tanah. Apabila tanah dalam kondisi lembab dengan range <650 dan >300 atau basah dengan range >300 atau basah dengan range < 300, maka *relay* tidak menyala serta pompa air DC tidak akan melakukan penyiraman. Hasil semua *range* nilai data analog sensor akan dikirim menggunakan modul *wi-fi* yang terhubung dengan jaringan internet.



Gambar 1. Diagram blok ketiga sistem transmisi data dengan sensor dan NodeMCU

Diagram Alir Sistem

Diagram alir utama pemrosesan data ini ditunjukkan oleh Gambar 2. Program pengolahan data akan berjalan ketika alat dihidupkan atau alat mendapat daya masukan. Setelah *Start*/Mulai, program akan menginisialisasi variabel, terminal atau *port-port* yang digunakan sebagai masukan dan keluaran untuk menghubungkan peralatan sensor dengan NodeMCU yang digunakan sebagai *server* lokal.



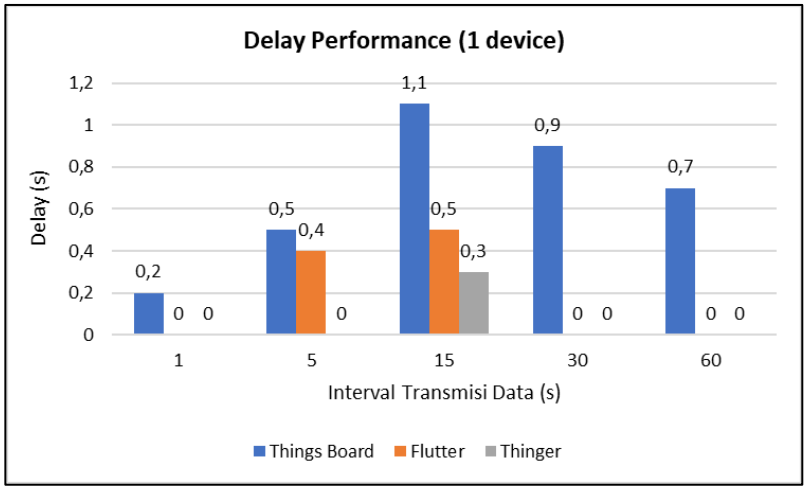
Gambar 2. Diagram alir utama pemrosesan data

Masukan pada *server* lokal ini berupa sensor *Soil Moisture* dan data sensor pada NodeMCU. Ketika data masukan sudah tersedia, *server* lokal akan membaca data masukan. Data hasil pengukuran dikirim ke serial monitor dan digunakan sebagai *display* sistem dan dikirim ke *cloud server* menggunakan sebuah jaringan internet atau disebut sebagai sistem *IoT*.

Hasil dan Pembahasan

Pengujian Platform IoT dengan Satu Device

Pada pengujian ini, data dari DHT 11 dan Sensor *Soil Moisture* diambil berdasarkan variasi *interval* waktu pengiriman seperti diperlihatkan pada Gambar 3. Pengambilan data berdasarkan variasi *interval* waktu digunakan untuk mengetahui apakah *platform* dapat mengirim dan menerima data pada waktu tertentu. Pada pengujian ini, jumlah data yang diambil setiap pengiriman yaitu 10 data. Pengukuran *delay* satu *device* dilakukan dengan menghitung rata-rata selisih waktu data yang dikirim sensor (diterima pada tampilan *serial monitor*) dengan tampilan pada *platform IoT*.

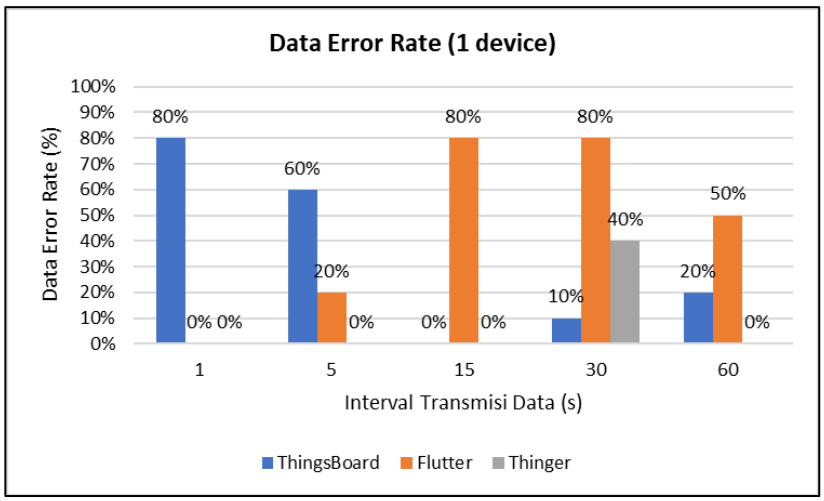


Gambar 3. *Delay performance* untuk pengukuran transmisi data dari 1 *device*.

Gambar 3 memperlihatkan *delay* transmisi data menggunakan platform IoT Thingsboard memiliki rata-rata *delay* tertinggi, sedangkan rata-rata *delay* terendah diperoleh saat menggunakan platform IoT Thinger. Rata-rata total *delay* saat menggunakan platform IoT Thingsboard adalah 0,68 detik. Rata-rata total *delay* saat menggunakan platform IoT Flutter adalah 0,18 detik, sedangkan rata-rata total *delay* saat menggunakan platform IoT Thinger adalah 0,06 detik.

Pada interval waktu pengiriman data 15 detik, semua platform IoT mengalami *delay* tertinggi dibandingkan dengan interval waktu pengiriman data yang lain. Secara khusus, platform IoT Thingsboard mempunyai *delay* yang tinggi di semua interval waktu pengiriman data, sedangkan Thinger mengalami *delay* terendah di semua interval waktu.

Pengujian *data eror rate* bertujuan untuk melihat akurasi hasil pemrosesan data satu *device* pada masing-masing platform IoT. Pada pengujian ini, data dari DHT 11 dan Sensor *Soil Moisture* diambil berdasarkan variasi *interval* waktu pengiriman seperti diperlihatkan pada Gambar 4. Pada pengujian ini, jumlah data yang diambil setiap pengiriman yaitu 10 data. Pengukuran *data error rate* satu *device* dilakukan dengan menghitung rata-rata jumlah perbedaan data yang dikirim sensor (diterima pada tampilan *serial monitor*) dengan tampilan pada *platform IoT*.



Gambar 4. *Data error rate* untuk pengukuran transmisi data dari 1 *device*.

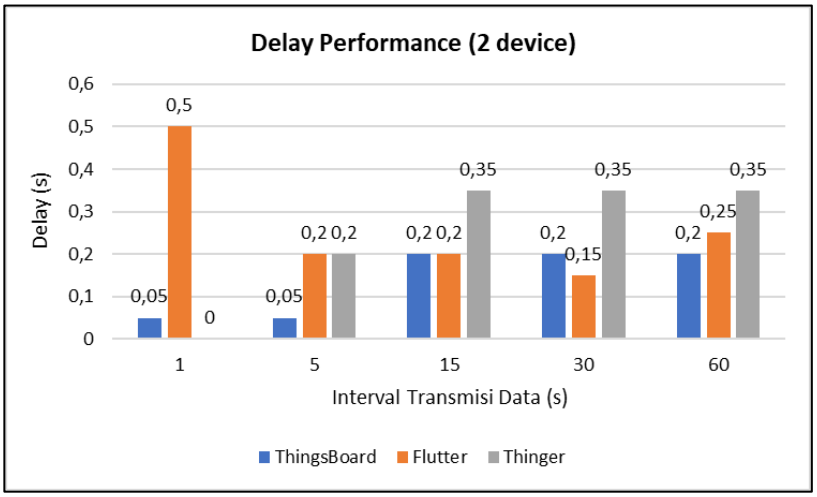
Gambar 4 menunjukkan platform IoT Thinger memberikan *data error rate* terendah dibandingkan dengan platform IoT yang lain. *Data error rate* pada platform IoT Thinger mempunyai rata-rata total sebesar 8%, paling rendah dibandingkan Thingsboard yang menghasilkan rata-rata total *data error rate* sebesar 34% dan Flutter sebesar 46%.

Pengaruh interval waktu pengiriman data terhadap penggunaan platform IoT cukup beragam. Pada interval waktu yang singkat (1 detik dan 5 detik), penggunaan Thingsboard mempunyai *data error rate* tertinggi. Semakin lama interval waktu pengiriman data, *data error rate* dari Thingsboard semakin kecil. Efek yang berbeda terjadi pada Flutter. Pada interval waktu pengiriman 15 dan 30 detik, Flutter mengalami *data error* tertinggi dibanding interval waktu lainnya. Thinger mempunyai *data error rate* tertinggi di interval waktu 30 detik, sedangkan di interval waktu lainnya tidak mengalami *data error*.

Pengujian Platform IoT dengan Dua Device

Bagian ini membahas pengujian *delay* dan *data eror rate* dalam pengiriman data dari dua *device* secara bersamaan pada masing-masing *platform IoT*. Pengambilan data berdasarkan variasi *interval* waktu digunakan untuk mengetahui apakah *platform* dapat mengirim dan menerima data pada waktu tertentu. Pada pengujian ini, jumlah data yang diambil setiap pengiriman yaitu 10 data pada tiap *device*. Data hasil pengukuran masing-masing *device* kemudian dirata-rata untuk mendapatkan nilai rata-rata tiap interval waktu tertentu. Nilai rata-rata tiap interval waktu ini kemudian dirata-rata lagi untuk mendapatkan rata-rata total yang menunjukkan kinerja dari tiap platform IoT.

Gambar 5 memperlihatkan *delay* transmisi data dari dua *device* menggunakan platform IoT Thingsboard memiliki rata-rata *delay* terendah, sedangkan rata-rata *delay* tertinggi diperoleh saat menggunakan platform IoT Flutter. Rata-rata total *delay* saat menggunakan platform IoT Thingsboard adalah 0,14 detik. Rata-rata total *delay* saat menggunakan platform IoT Flutter adalah 0,26 detik, sedangkan rata-rata total *delay* saat menggunakan platform IoT Thinger adalah 0,25 detik, tidak banyak berbeda dengan platform IoT Flutter.

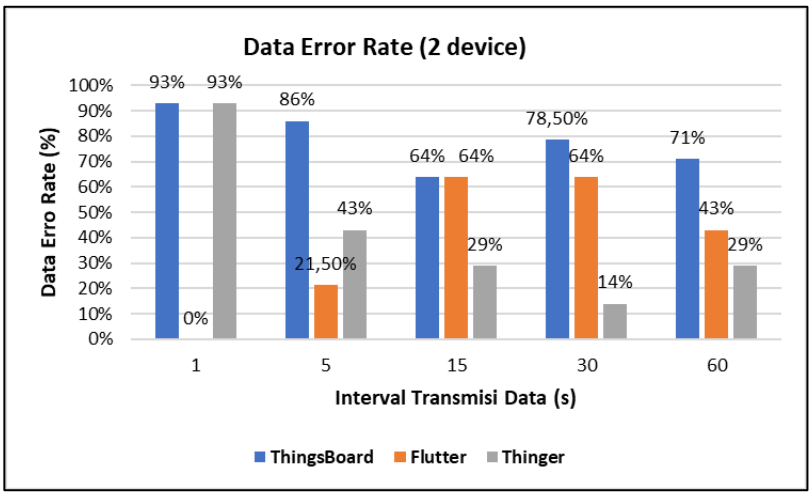


Gambar 5. *Delay performance* untuk pengukuran transmisi data dari 2 *device*

Secara umum, semakin lama interval waktu pengiriman data dari 2 *device*, *delay* yang terjadi juga semakin lama di platform IoT Thingsboard dan Thinger. Platform IoT Flutter mengalami *delay* tertinggi di interval waktu 1 detik.

Pada pengujian *data eror rate*, data dari DHT 11 dan Sensor *Soil Moisture* diambil berdasarkan variasi *interval* waktu pengiriman seperti diperlihatkan pada Gambar 6. Pengukuran *data error rate* dua *device* dilakukan dengan menghitung rata-rata jumlah perbedaan data yang dikirim masing-masing sensor (diterima pada tampilan *serial monitor*) dengan tampilan pada *platform IoT*.

Gambar 6 menunjukkan platform IoT Flutter memberikan *data error rate* terendah dibandingkan dengan platform IoT yang lain. *Data error rate* pada platform IoT Thinger mempunyai rata-rata total sebesar 38,5%, Thingsboard menghasilkan rata-rata total data error rate sebesar 78,5%, dan Thinger sebesar 41,6%. Ketiga platform IoT mengalami *data error* yang tinggi di semua interval waktu pengiriman data, kecuali Flutter di interval waktu 1 detik.



Gambar 6. *Data error rate* untuk pengukuran transmisi data dari 2 *device*.

Tabel 1. Perbandingan Kinerja 3 Platform IoT

	ThingsBoard		Flutter		Thinger	
Jumlah Device	Delay (detik)	Data Error Rate (%)	Delay (detik)	Data Error Rate (%)	Delay (detik)	Data Error Rate (%)
1 Device	0,68	34	0,18	46	0,06	8
2 Device	0,14	78,5	0,26	38,5	0,25	41,6

Tabel 1 menunjukkan tabulasi hasil pengujian kinerja transmisi data dari tiga platform IoT secara menyeluruh. Pada pengiriman data yang berasal dari 1 *device*, kinerja platform IoT Thinger sangat baik, baik dari aspek *delay* maupun aspek *data error rate*, jauh melebihi kinerja pengiriman data menggunakan Thingsboard dan Flutter. Pada pengiriman data dari 2 *device*, kinerja *delay* terbaik adalah saat menggunakan platform IoT Thingsboard. Secara keseluruhan, kinerja *data error rate* semua platform IoT sangat buruk. Hal ini terlihat dari *data error rate* terkecil yang terjadi saat menggunakan Flutter, itu pun masih sangat tinggi, 38,5%.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian perbandingan kinerja platform IoT dalam pemrosesan data secara simultan dengan 1 *device* maupun 2 *device* dapat disimpulkan bahwa proses pengujian berjalan dengan baik sesuai rancangan. Platform Thinger memiliki kinerja *delay* paling baik dalam uji coba satu *device* dengan rata-rata *delay* 0,06 detik dan dan kinerja *data error* terbaik dengan rata-rata *error* 8%. Kinerja *delay* terbaik dalam uji coba dari dua *device* adalah Thingsboard dengan *delay* 0,14 detik. Namun, kinerja data *error* dari semua platform IoT yang diuji menunjukkan angka *data error rate* yang sangat tinggi (buruk).

Daftar Pustaka

Ariyus, D. & Andri, R. (2008). Komunikasi Data. Yogyakarta: Andi.

Yuliansah, H. (2016). Uji Kinerja Pengiriman Data Secara Wireless Menggunakan Modul ESP8266 Berbasis Rest Archutecture. Electrician – Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro, 10(2), 68-77. Retrieved on October 14, 2022 from https://electrician.unila.ac.id/index.php/ojs/article/view/217

Samsugi, S. & Syah, A. (2017). Internet of Things (IoT): Sistem Kendali Jarak Jauh Berbasis Arduino dan Modul Wifi ESP8266. Prosiding Seminar Nasional XII “Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi 2017 Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Nusantara”. 295-303. Retrieved on October 14, 2022 from https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/622

Sari, Ulan Purnama. (2016). Kapita Selekta. Makalah. Universitas Sriwijaya. Retrieved on October 14, 2022 from http://edocs.ilkom.unsri.ac.id/391/1/09011181320003_Task1_Ulan%20Purnama%20Sari.pdf

Purnomo, A.W. (2016). Tugas 5 – Pertukaran Data Modul ESP. Retrieved on October 14, 2022 from https://andrawahyupurnomoblog.wordpress.com/2016/03/25/tugas-5-pertukaran-data- modul-esp/

Saptaji. (2019). Pengenalan ThingsBoard, Fast DashBoard Untuk IoT. Retrieved on October 14, 2022 from http://saptaji.com/2019/12/17/pengenalan-thingsboard-fast-dashboard-untuk-iot/

Aprilia, Putri. (2021). Apa itu Flutter? Simak Pengertian dan Alasan Mengapa Flutter Layak Anda Pakai! Retrieved on October 14, 2022 from https://www.niagahoster.co.id/blog/pengertian-flutter/

Thinger.io. (2021). What is thinger.io ? Retrieved on October 14, 2022 from https://docs.thinger.io/

Jonathan. (2020). Penyiram Tanaman Otomatis Dan Pemantauan Kondisi Tanah Jarak Jauh Dengan Deteksi Lokasi. Skripsi. Universitas Sanata Dharma.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

KLASIFIKASI PASIEN COVID-19 YANG MEMBUTUHKAN *INTENSIVE CARE UNIT* MENGGUNAKAN *RANDOM FOREST*

I Gusti Ngurah Astika Pradnyana Dalem[1], Paulina Heruningsih Prima Rosa[2]
[12]Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
e-mail: ngurahastika1@gmail.com, rosa@usd.ac.id.

Abstrak

Virus Covid-19 adalah kelompok dari coronavirus yang menyerang sistem pernafasan. Namun virus ini juga dapat menyebabkan infeksi paru-paru sehingga dapat membahayakan pasien apabila tidak ditangani dengan baik. Dalam masa pandemi sejak tahun 2020, jumlah pasien terus meningkat namun jumlah ruang ICU terbatas sehingga dibutuhkan kriteria pasien agar penggunaan ruang ICU dapat optimal. Pada penelitian ini dilakukan klasifikasi data pasien Covid-19 yang membutuhkan ICU menggunakan algoritma *random forest*. Data pasien Covid-19 didapatkan dari *website kaggle* yang terdiri dari 566.602 baris dan memiliki 23 kolom atribut. Penelitian ini sendiri bertujuan untuk mengetahui hasil akurasi dan *f1-score* klasifikasi pasien Covid-19 yang membutuhkan ICU dan mengidentifikasi atribut dari pasien yang dapat digunakan untuk klasifikasi pasien Covid-19. Teknik pengujiannya menggunakan 3,5,7,dan 10 *fold cross validation,* jumlah pohon yang digunakan 10,30,dan 100 pohon. Berdasarkan pengujian yang dilakukan diketahui bahwa performa optimal didapatkan dari model yang dikenai proses *balancing*, tanpa deteksi *outlier*, 100 *tree*, dan 10 *fold* dengan *f1-score training* 85,061% dan akurasi *training* 87.950% sedangkan untuk *f1-score testing* 85,557% dan akurasi *testing* 85,319%. Selain itu didapatkan 16 kriteria atribut yang berpengaruh terhadap penentuan pasien Covid-19 untuk mendapatkan ruang ICU yaitu *intubed, pneumonia, astma, age, cardiovascular, other_disease, renal_chronic, copd, inmsupr, hypertension, tobacco, obesity, diabetes, contact_other_covid, sex, before_treatment.*

Kata Kunci : *Balancing* , Covid-19, *Data Mining*, Deteksi *Outlier*, ICU, Klasifikasi, *Random Forest.*

Pendahuluan

Sejak tahun 2020, virus Covid-19 menyebar di seluruh dunia. Sudah banyak orang yang terinfeksi virus ini dari lansia, dewasa, remaja, bahkan anak-anak yang menjadi korbannya. Virus yang pertama kali ditemukan di kota Wuhan, Cina pada Desember 2019 ini telah di tetapkan menjadi pandemi oleh badan kesehatan dunia (WHO). Hal itu menyebabkan banyak negara melakukan pembatasan kegiatan masyarakat untuk menekan penyebaran virus ini yang sangat cepat. Bahkan di Indonesia sendiri virus ini telah menginfeksi 6.046.467 orang dan 156.240 orang telah meninggal dunia (Kementrian Kesehatan) .

Covid-19 adalah kelompok dari coronavirus yang menyerang sistem pernafasan. Pada banyak kasus, virus ini hanya menyebabkan infeksi pernafasan ringan seperti flu. Namun virus ini juga dapat menyebabkan infeksi paru-paru (pneumonia) sehingga dapat membahayakan pasien apabila tidak ditangani dengan baik. Hal itu menyebabkan pasien Covid-19 membutuhkan ruang ICU karena di ruang ICU pasien akan dipantau 24 jam oleh dokter spesialis, dokter jaga dan perawat yang sudah kompeten(Nareza 2020). Dalam masa pandemi tahun 2021, jumlah pasien yang membutuhkan ICU pun terus bertambah banyak sedangkan jumlah ruang ICU terbatas sehingga dibutuhkan kriteria untuk menentukan pasien yang lebih memerlukan ICU agar nyawa pasien dapat diselamatkan.

Salah satu teknik yang dapat dipergunakan untuk membantu mengatasi persoalan penentuan pasien yang membutuhkan ICU adalah teknik penambangan data dengan metode klasifikasi. Terdapat banyak algoritma dalam penambangan data yang bisa digunakan untuk melakukan klasifikasi seperti random forest, k-nn, naïve bayes, svm, decision tree, dan lainya. Dalam penelitian yang dilakukan (Holy and Rosa 2021), dilakukan klasifikasi pasien Covid-19 yang membutuhkan ICU mempergunakan algoritma support vector machine dengan akurasi terbaiknya sebesar 87,1054% . Terdapat juga penelitian yang dilakukan oleh (Iaccarino et al. 2020) yang mengidentifikasi perbedaan gender dalam prediktor penerimaan ICU antara pasien

Covid-19. Dengan metode survei nasional multicenter observasional cross-sectional di Italia yang dimana pasien yang membutuhkan ICU biasanya berjenis kelamin pria dan selain itu telah memiliki penyakit penyerta seperti obesitas, hipertensi, diabetes, gagal ginjal kronis, dan gagal jantung.

Dalam penelitian ini akan digunakan algoritma random forest untuk melakukan klasifikasi pasien Covid-19 yang membutuhkan ICU. Algoritma random forest dipilih karena memiliki banyak kelebihan seperti akurasinya yang sebagus adaboost dan terkadang lebih baik , relative kuat untuk mendeteksi outlier , memiliki tingkat keakuratan yang bagus, dan mudah diterapkan (Breiman 2001)

Metodologi Penelitian

Pada bagian ini berisi tentang data yang digunakan, metode yang akan digunakan dan rancangan .

Data

Pada penelitian ini digunakan data Covid-19 *patient pre-condition dataset* yang berasal dari pemerintahan Mexico yang didapatkan dari *website kaggle*. Data tersebut diunggah pertama kali pada 19 Juli 2020 dan terakhir diperbarui pada 31 Juli 2020. Data terdiri dari 566.602 baris dan memiliki 23 kolom atribut.

Preprocessing

Preprocessing merupakan tahapan awal sebelum melakukan pengolahan data. tahapan ini diperlukan untuk membersihkan data dan membuat data yang akan dilakukan pelatihan menjadi lebih terstruktur. *Preprocessing* yang dilakukan pada penelitian ini adalah *data trasformation, data cleaning,* seleksi data, *data balancing* dan *outlier detection.*

Data transformation

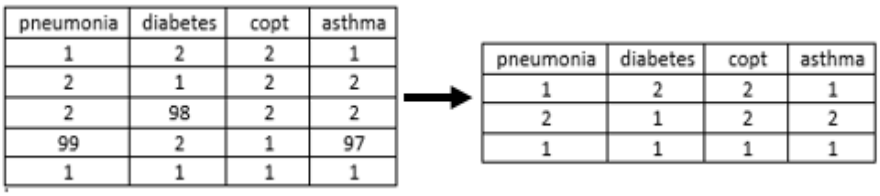
Pada tahap ini dilakukan 2 tahapan *tranformation*. Yang pertama menggunakan *tools jupyter notebook* untuk penambahan atribut yaitu “*before_treatment*” yang didapat dari selisih antara atribut “*date_symptoms*” dengan “*entry_date*”. Kemudian dilanjutkan mengubah nilai dari atribut “*age*” dari *numeric* menjadi *categorical*, Dimana usia akan dikelompokan menjadi 6 kategori yaitu:

1. Kategori 1 untuk pasien yang berumur di bawah 5 tahun.
2. Kategori 2 untuk pasien yang berumur 5-11 tahun.
3. Kategori 3 untuk pasien yang berumur 12-25 tahun.
4. Kategori 4 untuk pasien yang berumur 26-45 tahun.
5. Kategori 5 untuk pasien yang berumur 46-65 tahun.
6. Kategori 6 untuk pasien yang berumur lebih dari 65 tahun.

Kemudian yang kedua dilakukan normalisasi data setelah *data balancing* untuk menskalakan nilai atribut yang digunakan menggunakan normalisasi min – max.

Data cleaning

Pada tahap ini dilakukan pembersihan data menggunakan aplikasi *orange* yang mana data yang kosong dan *missing value* akan dihilangkan agar tidak terjadi *error*. Pada data Covid-19 dilakukan penghapusan data yang mempunyai nilai berisi “97, 98, 99” karena data tersebut merupakan data yang tidak diketahui seperti pada Gambar 1. Contoh *data cleaning.*



pneumonia	diabetes	copt	asthma
1	2	2	1
2	1	2	2
2	98	2	2
99	2	1	97
1	1	1	1

pneumonia	diabetes	copt	asthma
1	2	2	1
2	1	2	2
1	1	1	1

Gambar 11. Contoh data cleaning

Seleksi data

Pada tahap ini dilakukan seleksi atribut yang tidak digunakan seperti “id”, “*date_died*”, “*pregnancy*”, “*date_symptoms*” ,dan “*entry_date*”. Atribut “*pregnancy*” dihapus karena sangat berpengaruh terhadap atribut “*sex”* jika tetap digunakan maka nilai atribut “*sex”* hanya nilai 1 atau *female*. Kemudian atribut “id” dan “*date_died*” tidak digunakan karena tidak berhubungan dengan pengklasifikasian pasien yang membutuhkan ICU. Sedangkan atribut “*date_symptoms*” dengan “*entry_date*” dihapus karena sudah diganti dengan “*before_treatment*”. Kemudian untuk atribut lainya akan diseleksi dengan *information gain* dan mendapatkan hasil seperti yang ditunjukan pada gambar 2 . Hasil pemeringkatan atribut.

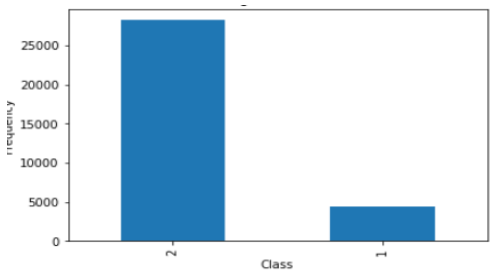
```
intubed                0.085820
pneumonia              0.012724
asthma                 0.007564
age                    0.007343
cardiovascular         0.006896
other_disease          0.006310
renal_chronic          0.004750
copd                   0.004067
inmsupr                0.004047
hypertension           0.003987
tobacco                0.003674
obesity                0.003534
diabetes               0.003215
contact_other_covid    0.002637
sex                    0.001852
before_treatment       0.001616
dtype: float64
```

Gambar 12. Hasil pemeringkatan atribut

Hasil seleksi tersebut dibuatkan kombinasi rangking atribut dengan menggunakan *microsoft excel*.

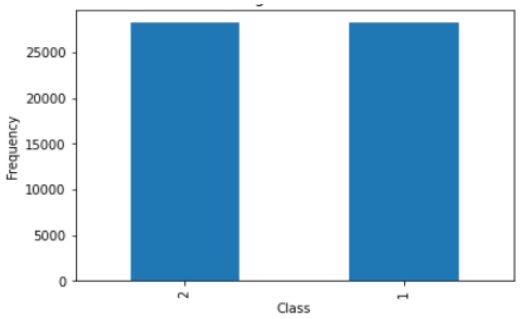
Data balancing

Pada tahap ini dilakukan *data balancing* menggunakan *tools pycharm.* Hal ini dilakukan karena perbedaan jumlah data pasien yang masuk ICU (1) dan tidak masuk ICU (2) berbeda terlalu jauh seperti yang ditunjukkan pada gambar 3 Data sebelum *balancing*.



Gambar 13. Data sebelum balancing

Pada tahap *balancing* ini digunakan metode SMOTE (*Synthetic minority oversampling technique)* dengan mereplikasi jumlah data minoritas (masuk ICU). Sehingga didapatkan hasil seperti pada gambar 4.



Gambar 14. Data setelah balancing

Outlier detection

Pada tahap ini dilakukan pendeteksian *outlier* menggunakan metode *isolation forest.* Metode ini terbukti mengungguli pendekatan deteksi *outlier* canggih dalam beberapa aplikasi seperti biomedis, ekologi, dan terkait lalu lintas (Susto, Beghi, and McLoone 2017). Metode ini juga memiliki kompleksitas waktu linier rendah dan kebutuhan memori yang kecil yang dimana dapat membangun model berkinerja baik dengan menggunakan sub sampel kecil, selain itu *isolation forest* merupakan salah satu cara yang efisien untuk melakukan deteksi *outlier* dalam *dataset* yang berdimensi tinggi (Yamani 2020) sehingga digunakan terhadap *data training* untuk melihat apakah terdapat baris data yang sangat berbeda dari baris data lainya. Bila ditemukan maka data tersebut dianggap sebagai *outlier* dan dihapus

Random forest

Pada tahap ini dilakukan pemodelan dengan menggunakan algoritma *random forest*. Tahapan pemodelan *random forest* adalah sebagai berikut:

Tahap pertama yang dilakukan adalah hasil dari *preprocessing data training set* dilakukan validasi dengan metode *k-fold cross validation,* sehingga menghasilkan data validasi dan *data training.*

Data training yang dihasilkan dilakukan proses *bootstrap* untuk menghasilkan subset data.

Kemudian dilakukan perhitungan *entropy* dari seluruh subset data *bootstrap*.

Setelah mendapatkan nilai *entropy* dari seluruh subset data dilanjutkan dengan menghitung *entropy* dan *information gain* untuk semua atribut subset data

bootstrap yang mana atribut yang memiliki *information gain* tertinggi akan dijadikan *node*.

Perhitungan *node* selanjutnya dilakukan secara *rekursif* sampai pohon terbentuk.

Langkah- langkah diatas diimplementasikan pada *python* dengan fungsi *RandomForestClassifire* yang ada pada *library sklearn.ensemble* untuk algoritma *random forest* dan fungsi *Kfold* dari libray *sklrearn,model_selection* untuk *k-fold cross validation* menggunakan *tools PyCharm*. Berikut adalah contoh pemodelan *random forest* dengan menggunakan 9 data:

Melakukan validasi data terhadap *training set* menggunakan metode *k-fold cross-validatin*. Validasi data menggunakan nilai K = 3. Hasil validasi data *fold*-1 dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Data validasi *fold* 1

No.	Sex	Pneumonia	Other_disease	ICU
1	1	2	1	1
2	1	2	2	1
3	2	1	1	2

Tabel 2. *Data training fold 1*

No.	Sex	Pneumonia	Other_disease	ICU
4	1	2	2	2
5	2	1	2	1
6	1	1	2	1
7	2	1	2	2
8	1	1	1	1
9	2	1	1	1

Selanjutnya dilakukan tahapan membangun model *random forest*.

Bootstrap proses

Setelah *data training* didapatkan selanjutnya dilakukan *bootstrap* proses yaitu dengan mengambil data dengan ukuran yang sama pada *data training* secara

acak dan diperbolehkan untuk mengambil data yang sama lebih dari satu kali seperti yang ditunjukkan pada tabel 3 Contoh data sampel *bootstrap* .

Tabel 3. Contoh data sampel *bootstrap.*

No.	Sex	Pneumonia	Other_disease	ICU
4	1	2	2	2
7	2	1	2	2
4	1	2	2	2
5	2	1	2	1
6	1	1	2	1
5	2	1	2	2

Menyusun pohon keputusan berdasarkan data sampel *bootstrap*

Pada tahap ini membuat pohon keputusan berdasarkan data sampel *bootstrap* yaitu dengan membuat *node* pertama. Tahapan detail dari proses pembuatan pohon keputusan sebagai berikut :

a**.** Membuat root

Pada tahap ini dilakukan perhitungan *entropy* dari keseluruhan data sampel. Hasil perhitungan *entropy* dari data sampel *bootstrap* ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil *entropy* dari data sampel *bootstrap*

Atribut	Total Kasus	1	2	*Entropy*
icu	6	2	4	0,918295834

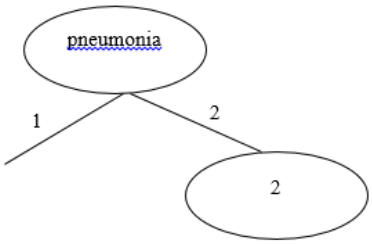
Selanjutnya dilakukan perhitungan *entropy* dan *information gain* untuk semua atribut data sampel yang ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil perhitungan *entropy* dan *information gain*

Atribut	Partisi	total kasus	1	2	entropy	information gain
sex	1 (wanita)	3	1	2	0,918296	0
	2 (Pria)	3	1	2	0,918296	
pneumonia	1 (ya)	4	2	2	1	0,251629167

other_disease	2 (tidak)	2	0	2	0	0
	1 (ya)	0	0	0	0	
	2 (tidak)	6	2	4	0,918296	

Berdasarkan dari hasil tabel 5 diketahui bahwa atribut “*pneumonia*” memiliki nilai *information gain* yang paling besar sehingga akan dijadikan sebagai *root node* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 1 *Root node*

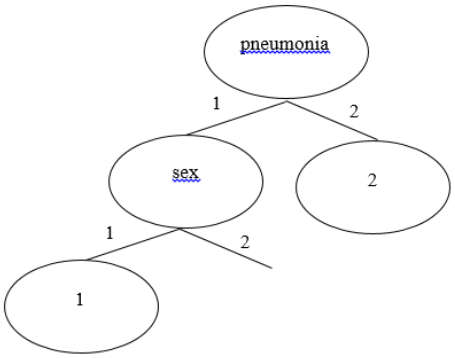
b. Membuat node selanjutnya

Berdasarkan tabel 5 diketahui bahwa “*pneumonia*” yang bernilai 2 memiliki *entropy* bernilai 0 sehingga tidak dilanjutkan perhitunganya dan karena kedua kasusnya bernilai 2 maka *node* kedua diberi nilai 2 (tidak masuk ICU). Sedangkan “*pneumonia*” yang bernilai 1 memiliki *entropy* yang besarnya > 0 sehingga akan dijadikan dasar perhitungan untuk menentukan *node* ketiga. Tabel 6 menunjukan perhitungan *entropy* dan *information gain* dengan “*pneumonia*” yang bernilai 1 menjadi dasarnya.

Tabel 6. Hasil perhitungan untuk *node* ke-3

Atribut	Partisi	Total Kasus	1	2	Entropy	Information Gain
pneumonia	1 (ya)	4	2	2	1	
sex	1 (Wanita)	1	1	0	0	0,311278124
	2 (Pria)	3	1	2	0,918296	
other_disease	1 (ya)	0	0	0	0	0
	2 (tidak)	4	2	2	1	

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 6 diketahui bahwa atribut *sex* memiliki nilai *information gain* terbesar sehingga atribut *sex* dijadikan *node* selanjutnya dan karena *entropy* 1 (wanita) bernilai 0 sehingga tidak dilanjutkan dan karena jumlah kasus yang dominan ke masuk ICU sehingga dibuat *tree* seperti pada gambar 6.



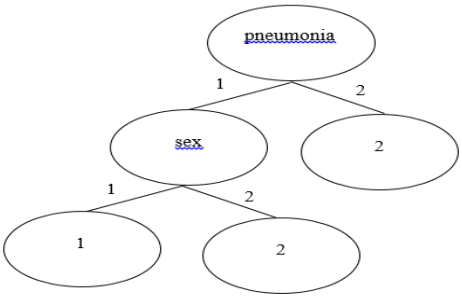
Gambar 2. Bentuk *tree* setelah ada *node* 3 dan *node* 4

Kemudian dilanjutkan untuk menentukan *node* selanjutnya dengan menggunakan pria sebagai dasarnya untuk menghitung *entropy* dan *information gain* yang ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan untuk *node* ke-5

Atribut	Partisi	Total Kasus	1	2	Entropy	Information Gain
sex	2 (Pria)	3	1	2	0,918296	
other_disease	1 (ya)	0	0	0	0	0
	2 (tidak)	3	1	2	0,918296	

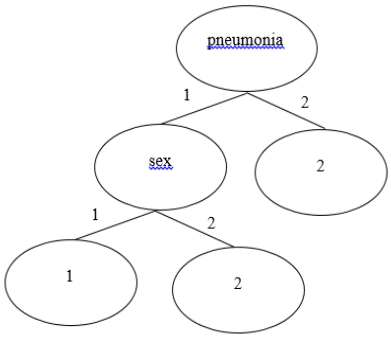
Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 7 diketahui bahwa atribut *other_disease* memiliki nilai *information gain* bernilai 0 sehingga tidak dijadikan *node*. Kemudian *node* selanjutnya ditentukan dengan melihat kasus dari pria dimana 2 kasus bernilai 2 (tidak masuk icu) dan 1 kasus bernilai 1 (masuk icu) sehingga *node* selanjutnya bernilai 2 seperti yang ditunjukkan pada gambar 7.



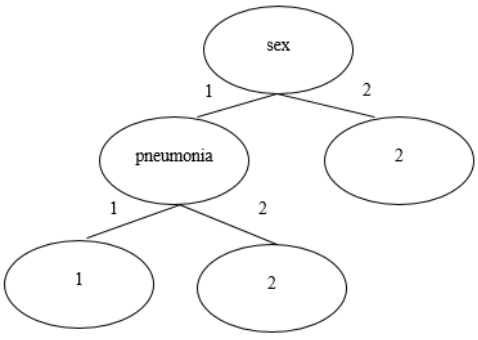
Gambar 3. *Tree* dengan *node* ke-5

Mengulangi langkah 2 dan 3 sebanyak k sehingga diperoleh sebuah hutan yang terdiri atas K pohon acak.

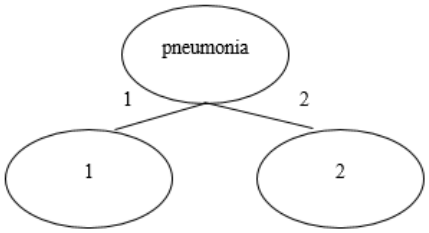
Setelah mendapatkan hasil *decision tree* pada langkah 3, maka kembali dilakukan pengulangan untuk langkah 2 dan 3 sebanyak k sehingga terbentuk k *decision tree.* Pada contoh pemodelan ini hanya dilakukan sebanyak 3 kali sehingga terbentuk 3 *decision tree* yang ditunjukkan pada gambar 8, gambar 9 dan gambar 10.



Gambar 4. Pohon ke-1



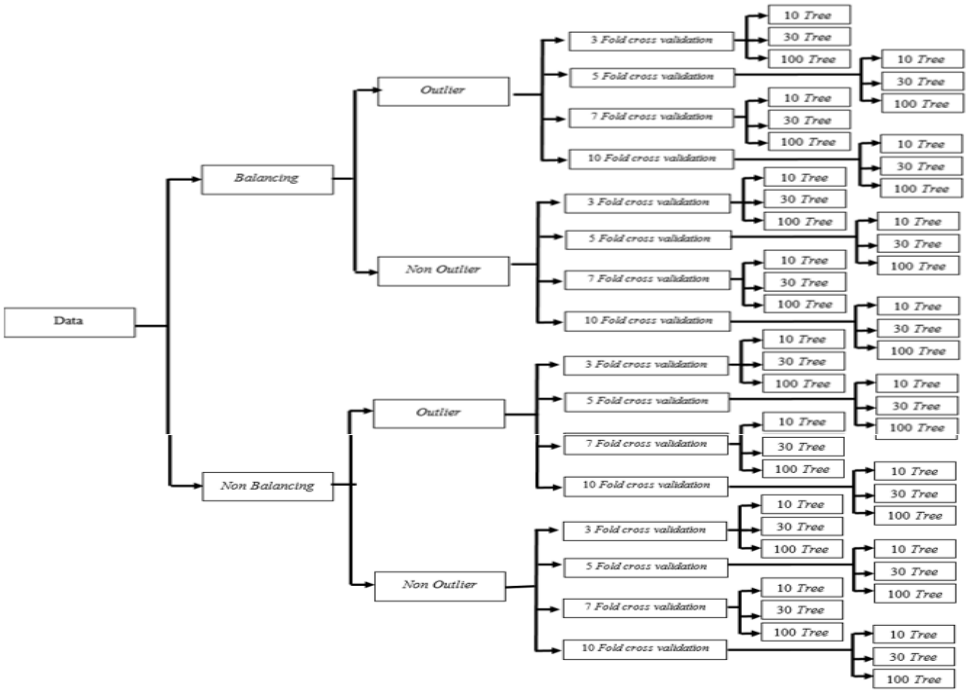
Gambar 5. Pohon ke-2



Gambar 6. Pohon ke-3

Setelah itu dilakukan klasifikasi menggunakan 3 pohon yang telah terbentuk sebelumnya dengan cara memasukan data validasi dan *testing set* satu persatu ke dalam pohon. Kemudian hasil dari masing-masing pohon akan dipilih menggunakan *majority vote.*

2.4 Rancangan pengujian



Gambar 11. Rancangan pengujian

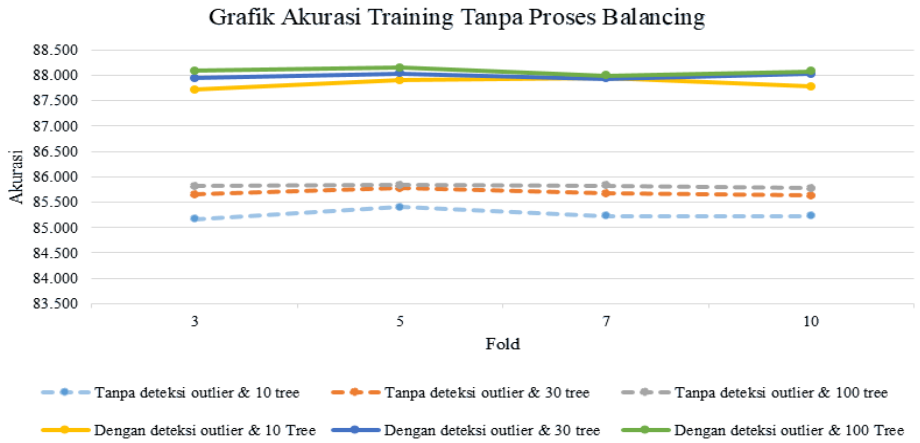
Dari gambar 11 dapat kita lihat bahwa variasi percobaan dilakukan dengan proses *balancing* dan tanpa proses *balancing*. Untuk data yang dikenai proses *balancing* dilakukan penambahan data minoritas sehingga jumlah datanya sama dengan data mayoritas. Kemudian dilakukan percobaan dengan deteksi *outlier* dan tanpa deteksi *outlier* di mana data yang dikenai deteksi *outlier* akan dihapus apabila data tersebut merupakan *outlier*. Lalu dilakukan uji validasi dengan menggunakan variasi *fold* yaitu 3,5,7, dan 10-*fold cross validation* terhadap *data training* untuk menghasilkan *data training* dan data validasi. Yang terakhir dilakukan pengujian variasi *tree* dengan jumlah 10 pohon, 30 pohon dan 100 pohon. Kemudian dilanjutkan evaluasi model dengan menggunakan *confusion matrix* untuk melihat *f1-score* dan akurasi

yang optimal terhadap *data training*. Model terbaik yang didapatkan dari *data training* akan digunakan untuk *data testing*.

Hasil dan Analisis

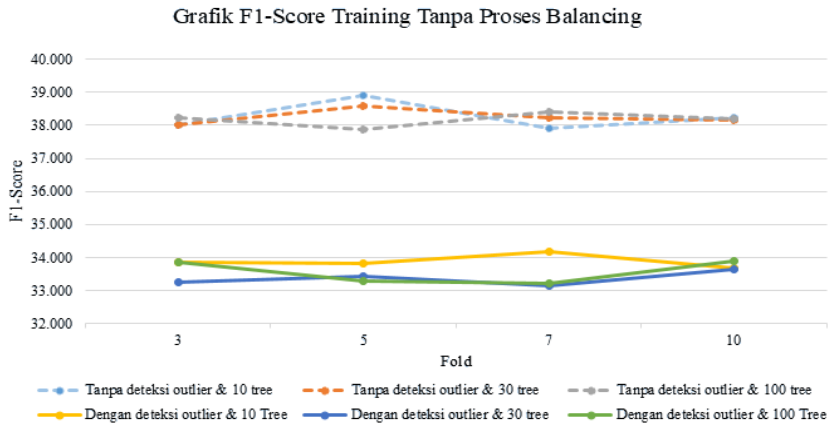
Pada bagian ini akan membahas mengenai hasil dan analisis dari penelitian yang telah dilakukan.

Analisis data tanpa proses balancing



Gambar 12. Grafik hasil akurasi *training tanpa proses balancing*

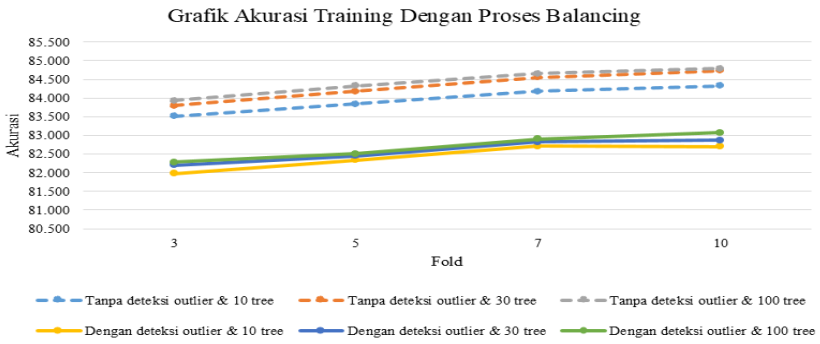
Dari grafik hubungan jumlah *fold* terhadap akurasi *data training* tanpa proses *balancing* dalam gambar 12 dapat dilihat bahwa akurasi data cenderung stabil meskipun jumlah *fold* berubah. Di samping itu, terlihat bahwa data yang dikenai *deteksi outlier* memiliki akurasi yang lebih tinggi dibandingkan data yang tidak dikenai deteksi *outlier*.



Gambar 13. Grafik hasil *f1-score training* tanpa proses *balancing*

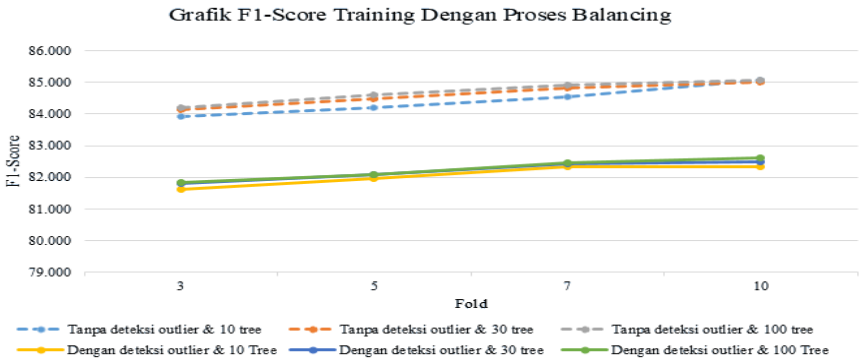
Dari gambar 13 terlihat bahwa data yang tidak dikenai deteksi *outlier* menghasilkan *f1-score* yang lebih tinggi dibandingkan data yang dikenai deteksi *outlier*. Nilai f1-score tertinggi didapatkan pada *fold* 5, kecuali pada jumlah *tree* 100.

Analisis data yang dikenai proses balancing



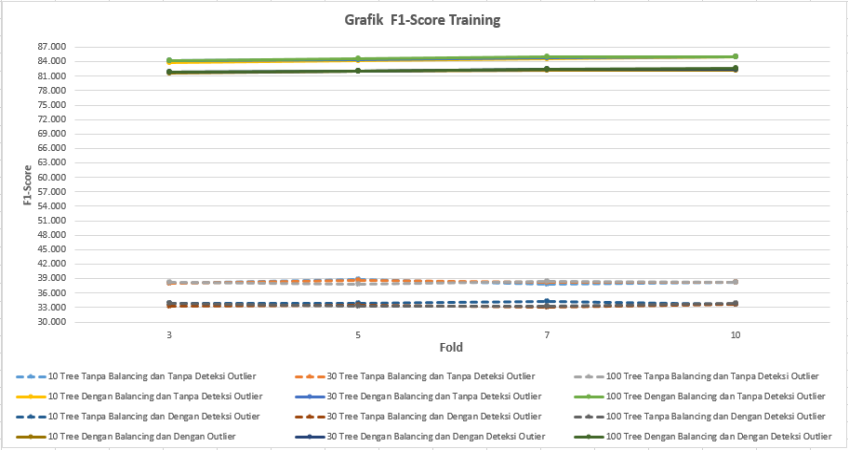
Gambar 14. Grafik hasil akurasi training dengan proses balancing

Dari grafik hubungan jumlah *fold* terhadap akurasi *data training* yang telah dikenai proses *balancing* dalam gambar 14 dapat dilihat bahwa untuk semua data yang dikenai deteksi *outlier* maupun yang tidak dikenai deteksi *outlier*, semakin banyak jumlah *fold*, akurasi yang dihasilkan semakin tinggi. Selain itu terlihat bahwa data yang tidak dikenai deteksi *outlier* menghasilkan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan data yang dikenai deteksi *outlier*.



Gambar 15. Grafik hasil f1-score training dengan proses balancing

Dari gambar 15 dapat dilihat bahwa ada kecenderungan semakin tinggi jumlah *fold* maka akan semakin tinggi juga *f1-score* nya.



Gambar 16. Grafik *f1-score training*

Dari gambar 16 diketahui bahwa terdapat penumpukan pada variasi tree yang disebabkan karena nilai *f1-score* yang tidak terlalu jauh. Selain itu dapat kita lihat bahwa data yang dikenai proses *balancing* memperoleh *f1-score* yang lebih baik dari yang tidak dikenai proses *balancing*. Hal ini bisa terjadi karena data yang dikenai proses *balancing* dapat meningkatkan nilai *precission* dan *recall* dari *dataset* ini sehingga dapat meningkatkan nilai *f1-score* yang dihasilkan. Dengan kata lain, untuk *dataset* yang dipergunakan dalam penelitian ini dan dikenai proses *balancing* mempengaruhi nilai *f1-score.*

Perbandingan hasil optimal untuk *data training* yang dihasilkan dalam percobaan ditunjukkan pada tabel 9 dan pada tabel 10 menunjukan hasil optimal *data testing*

Tabel 9 hasil optimal dari data training

Pengujian Training	**Fold**	**Tree**	**Akurasi**	**F1-Score**
Tanpa proses *balancing* dan tanpa deteksi *outlier*	5	10	85.401	38.916
Tanpa proses *balancing* dengan deteksi *outlier*	7	10	87.950	34.179
Proses *balancing* tanpa deteksi *outlier*	10	100	84.790	85.061
Proses *balancing* dengan deteksi *outlier*	10	100	83.074	82.631

Table 10 Hasil optimal untuk data testing

Akurasi	**F1 Score**
85.319	85.557

Dari tabel 8 dan 9 tersebut dapat kita ketahui bahwa model yang dibangun dengan proses *balancing* dan tanpa deteksi *outlier* mendapatkan hasil f1-score terbaik untuk data training maupun testing dengan akurasi training 84,790% dan f1-score training 85,061% sedangkan untuk akurasi testing 85,319% dan f1-score testing 85,557%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan algoritma *random forest* untuk mengklasifikasin pasien Covid-19 yang membutuhkan ICU diperoleh kesimpulan bahwa metode *random forest* dapat digunakan untuk mengklasifikasikan pasien Covid-19 yang membutuhkan ICU. Selain itu juga diketahui bahwa akurasi terbaik untuk *data training* adalah 87,950% sedangkan akurasi terbaik untuk *data testing* adalah 85,319%. Kemudian nilai *f1-score* terbaik untuk *data training* adalah 85,061% sedangkan nilai *f1-score* untuk *data testing* adalah 85,557%. Kemudian berdasarkan eksperimen terhadap *dataset* Covid-19 dengan ada tidaknya proses *balancing* dan deteksi *outlier* serta variasi jumlah *fold* dan *tree* pada algoritma *random forest*, diperoleh model terbaik yaitu dengan proses *balancing* dan tanpa deteksi *outlier*. Berdasarkan *information gain* didapatkan 16 kriteria atribut yang berpengaruh terhadap penentuan pasien Covid-19 untuk mendapatkan ruang ICU yaitu *intubed, pneumonia, astma, age, cardiovascular, other_disease, renal_chronic, copd, inmsupr, hypertension, tobacco, obesity, diabetes, contact_other_covid, sex, before_treatment.*

Daftar Pustaka

Breiman, Leo. 2001. “Random Forest.” Retrieved September 30, 2021 (https://www.stat.berkeley.edu/~breiman/randomforest2001.pdf).

Holy, Fransiska A. Christiana, and Paulina H. Prima Rosa. 2021. “Classification of Covid-19 Patients Requiring Intensive Care Unit.” *ICSEC 2021 - 25th International Computer Science and Engineering Conference* 1:469–72. doi: 10.1109/ICSEC53205.2021.9684628.

Iaccarino, Guido, Claudio Borghi, Stefano Carugo, Francesco Fallo, Claudio Ferri, Cristina Giannattasio, Davide Grassi, Claudio Letizia, Costantino Mancusi, Pietro Minuz, Stefano Perlini, Giacomo Pucci, Damiano Rizzoni, Massimo Salvetti, Riccardo Sarzani, Leonardo Sechi, Franco Veglio, Massimo Volpe, and Maria Lorenza Muiesan. 2020. “Gender Differences in Predictors of Intensive Care Units Admission among COVID-19 Patients: The Results of the SARS-RAS Study of the Italian Society of Hypertension.” *PLoS ONE* 15(10 October):1–12. doi: 10.1371/journal.pone.0237297.

Kementrian Kesehatan, Republik Indonesia. n.d. “Situasi Covid-19.” Retrieved October 8, 2021 (https://www.kemkes.go.id/).

Nareza, Meva. 2020. “Kondisi Yang Memerlukan Ruang ICU Dan Peralatan Di Dalamnya.” *Alodokter*. Retrieved October 8, 2021 (https://www.alodokter.com/kondisi-yang-memerlukan-ruang-icu-dan-peralatan-di-dalamnya).

Susto, Gian Antonio, Alessandro Beghi, and Sean McLoone. 2017. “Anomaly Detection through On-Line Isolation Forest: An Application to Plasma Etching.” 89–94. doi: 10.23919/mipro.2017.7966552.

Yamani, Zaqqi. 2020. *Author Names Disambiguation Dalam Klasifikasi Author Matching Dengan Menggunakan Metode Machine Learning Pada Pendekatan Anomaly Detection*.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

MODEL OTOMATIS UNTUK ANALISIS, SPESIFIKASI, DAN VALIDASI KEBUTUHAN PERANGKAT LUNAK

Rosa Delima
Universitas Kristen Duta Wacana
rosadelima@staff.ukdw.ac.id.

Abstract

Requirements engineering (RE) is an important initial stage in the software engineering process. Activities in the ER include: elicitation, analysis, specification, validation and requirements management. Analyst or requirement engineer is the main actor in RE. Automation in this activity can increase the efficiency of RE work. In this study, an automated model was developed for most of the requirements engineering processes. The model named Automatic Requirements Engineering Model (AREM). AREM automates three stages of RE, namely analysis, specification, and validation. For the elicitation stage, the process is semi-automatic. Model development is carried out by integrating seven approaches, namely Goal-oriented requirements engineering, rule-based, text processing, intelligence agent, weighted product, similarity algorithm, and K-means clustering. The outputs of the model are in the form of requirements specifications which include goals graph/tree, use case diagrams, class diagrams, and sequence diagrams. To measure the effectiveness of the model, the validity of the model is tested with indicators consistency and completeness. Based on the experimental results at the validation stage, it was concluded that the model is able to perform automated requirements engineering effectively with value completeness 1, the average consistency value is 0,854 and the model is able to streamline RE process by 52,6%.

Keywords: *Automatic Requirements Engineering, Goal-Oriented, Information extraction, Intelligence agent, software engineering.*

Abstrak

Rekayasa kebutuhan/*requirements engineering* (RE) merupakan tahapan awal yang penting dalam proses rekayasa perangkat lunak. Aktifitas pada RE meliputi elisitasi, analisis, spesifikasi, validasi dan manajemen kebutuhan. Analis atau perekayasa kebutuhan merupakan aktor utama pada RE. Otomatisasi pada aktifitas ini dapat meningkatkan efisiensi pekerjaan RE. Pada penelitian ini dikembangkan model otomatis untuk sebagian besar proses rekayasa kebutuhan. Model diberi nama *Automatic Requirement Engineering Model* (AREM). AREM mengotomatisasi tiga tahapan pada RE yaitu analisis, spesifikasi, dan validasi. Untuk tahap elisitasi proses bersifat semi-otomatis. Pengembangan model dilakukan dengan mengintegrasikan tujuh pendekatan yaitu *Goal-oriented requirements engineering*, *rule-based*, *text processing*, *intelligence agent*, *weighted product*, *similarity algorithm*, dan *K-means clustering*.

Keluaran dari model berupa spesifikasi kebutuhan yang meliputi *goal graph/tree*, *use case diagram*, *class diagram*, dan *sequence diagram*. Untuk mengukur efektifitas model dilakukan uji validitas model dengan indikator konsistensi dan kelengkapan/*completeness*. Berdasarkan hasil eksperimen pada tahap validasi didapatkan kesimpulan bahwa model mampu melakukan rekayasa kebutuhan otomatis secara efektif dengan nilai *completeness* 1, rata-rata nilai konsistensi 0,854 dan model mampu mengefisienkan proses RE sebesar 52,6%.

Kata Kunci: Rekayasa Kebutuhan otomatis, *Goal-Oriented*, Ekstraksi Informasi, Agen Cerdas, Rekayasa perangkat lunak

Pendahuluan

Dalam pengembangan perangkat lunak, rekayasa kebutuhan merupakan tahapan awal yang sangat penting dan menentukan keberhasilan sebuah proyek pengembangan perangkat lunak. terdapat sekumpulan tahapan yang harus dilakukan. Menurut Pressman dan Maxim, rekayasa kebutuhan atau requirements engineering (RE) memberikan arah dan jembatan bagi tahapan perancangan dan pengembangan perangkat lunak (Pressman and Maxim 2015). RE merupakan pekerjaan yang melibatkan unsur kognitif, sosial, linguistik dan sangat dipengaruhi oleh faktor komunikasi dan koordinasi antara aktor yang terlibat pada RE (Sharma 2017). Dalam aktifitas RE terdapat beberapa tahapan yaitu elisitasi, analisis, spesifikasi, validasi, dan manajemen kebutuhan (Pressman and Maxim 2015)(Sommerville 2011). Aktivitas RE melibatkan beberapa aktor penting yaitu pemangku kepentingan/*stakeholder*, perekayasa kebutuhan atau analis sistem, dan evaluator untuk menguji kualitas RE.

Aktivitas RE diawali dengan elisitasi yaitu proses pengumpulan kebutuhan dari *stakeholder*. *Stakeholder* meliputi *owner*, manajemen, dan *user*. Setelah elisitasi selanjutnya dilakukan analisis dan spesifikasi kebutuhan. Ketiga proses diatas dilakukan oleh analis sistem. Hasil rekayasa kebutuhan divalidasi oleh *stakeholder* dan evaluator. Dalam prakteknya peran evaluator juga sering digantikan oleh analis sistem yang memiliki kemampuan melakukan evaluasi terhadap kualitas perangkat lunak. Melalui deskripsi pekerjaan yang harus dilakukan oleh masing-masing aktor pada RE dapat dilihat bahwa analis sistem atau perekayasa kebutuhan memiliki peran sangat besar dalam proses RE. Hampir keseluruhan tahapan pada rekayasa kebutuhan bergantung pada analis sistem. Sehingga keberhasilan proses RE sepenuhnya bergantung pada ketersediaan waktu dan keahlian analis sistem. Untuk membantu analis sistem dalam melakukan rekayasa kebutuhan dapat dikembangkan sebuah model yang dapat mengotomatisasi tahapan pada RE. Otomatisasi ini juga dapat meningkatkan efisiensi pekerjaan rekayasa kebutuhan.

Pada penelitian ini dikembangkan sebuah model yang dapat mengotomatisasi tiga setengah tahap pada RE yaitu tahapan analisis, spesifikasi, validasi kebutuhan, dan sebagian proses elisitasi kebutuhan. Terdapat cukup banyak penelitian terkait otomatisasi proses pada RE. Penelitian yang melakukan otomatisasi pada tiga tahapan RE yaitu (Feo-arenis et al. 2016)(Mendonca et al. 2016)(Gharib and Giorgini 2018). Ketiga penelitian tersebut mengotomatisasi tahapan analisis, spesifikasi, dan validasi kebutuhan. Sementara itu penelitian (Handa, Sharma, and Gupta 2022) mengotomatisasi tahapan elisitasi, analisis, spesifikasi pada RE.

Penelitian (Feo-arenis et al. 2016) melakukan otomatisasi RE dengan menggunakan pendekatan formal untuk *safety-critical system*. Sementara itu penelitian yang dilakukan (Mendonca et al. 2016) dan (Gharib and Giorgini 2018) menggunakan pendekatan *goal model*. Pada penelitian (Mendonca et al. 2016) menghasilkan spesifikasi kebutuhan dalam bentuk formal, sementara itu (Gharib and Giorgini 2018) menghasilkan spesifikasi khusus untuk *Information Quality Requirements* pada *socio-technical system*. Penelitian (Handa et al. 2022) melakukan otomatisasi khusus pada kebutuhan non fungsional pada pengembangan perangkat lunak. Pada penelitiaannya (Handa et al. 2022) menggunakan metode *convolution neural network* (CNN).

Pada penelitian ini dilakukan otomatisasi lebih dari tiga tahapan RE atau lebih tepatnya 3,5 tahapan RE. Hampir sama dengan penelitian yang dilakukan oleh (Mendonca et al. 2016) dan (Gharib and Giorgini 2018), penelitian ini juga menggunakan pendekatan berorientasi *goal*. Perbedaan dengan penelitian sebelumnya, pada penelitian ini berfokus pada rekayasa kebutuhan pengembangan sebuah sistem informasi, sehingga penelitian ini menghasilkan spesifikasi berbentuk *goal graph*, *use case diagram*, *class diagram*, dan *sequence diagram*. Selain itu penelitian ini juga melengkapi pendekatan *goal-oriented* dengan mengembangkan standar dokumen masukan yang sesuai dengan pendekatan *goal-oriented*.

Model yang dikembangkan dinamai *Automatic Requirements Engineering Model* (AREM). Model mampu mengotomatisasi sebagian besar tahapan RE. Hasil pengujian menunjukan bahwa model mampu menghasilkan spesifikasi kebutuhan pengguna yang konsisten dan lengkap. Model ini dapat digunakan untuk menggantikan sebagian pekerjaan analis sistem dan meningkatkan efisiensi proses rekayasa kebutuhan. Model juga dapat digunakan untuk mengatasi sebagian permasalahan terkait koordinasi dan komunikasi antara tim pengembang dan *stakeholder*.

Metodologi

Penelitian ini mengembangkan model yang dinamai AREM (*Automatic Requirement Engineering Model*). AREM melakukan proses otomatisasi pada empat tahapan RE yaitu elisitasi (semi-otomatis), analisis, spesifikasi, dan validasi. Pengembangan AREM dilakukan dengan mengintegrasikan tujuh pendekatan atau metode yaitu *goal-oriented model*, *text processing* (NLP), *similarity algorithm*, *clustering algorithm*, *rule based system*, metode *weighted product* (*decision support system/DSS*), dan *intelligence agent*. Tabel 1. mendeskripsikan penerapan pendekatan/metode pada setiap tahapan RE.

Tabel 1 Metode yang digunakan dalam pengembangan AREM

Pendekatan/Metode	Aktifitas RE			
	Elisitasi	Analisis	Spesifikasi	Validasi
Goal-Oriented Model	√	√	√	√
Text Processing (NLP)	√		√	
Similarity algorithm (NLP)	√			
Rule Based System	√	√		√
Weighted Product (DSS)		√		√
Intelligence Agent		√		√
Clustering algorithm				√

Pada tabel 1, dapat dilihat bahwa goal-oriented model secara lebih spesifik pendekatan yang digunakan adalah GORE (*Goal-Oriented Requirements Engineering*). Pada penelitian ini GORE merupakan pendekatan utama yang digunakan pada keseluruhan tahapan pada model. GORE merupakan pendekatan yang banyak digunakan dalam tiga dekade terakhir untuk RE (Delima, Wardoyo, and Mustofa 2021b). GORE merupakan model untuk proses rekayasa kebutuhan / *requirements engineering* yang berfokus pada penggunaan *goal* untuk elisitasi, elaborasi, refinement, spesifikasi, analisis, negosiasi, dokumentasi, dan modifikasi kebutuhan (Van Lamsweerde 2001). Penerapan pendekatan GORE memberikan banyak kelebihan dalam proses elisitasi, analisis, spesifikasi, dan validasi. Pendekatan ini mempermudah proses pendefinisian kebutuhan oleh pengguna (Nguyen et al. 2018). Pendekatan *Goal Oriented Modeling* (GOM) dapat digunakan untuk mendukung pendefinisian kebutuhan fungsional dan non fungsional pada sistem (Horkoff, Maiden, and Asboth 2018).

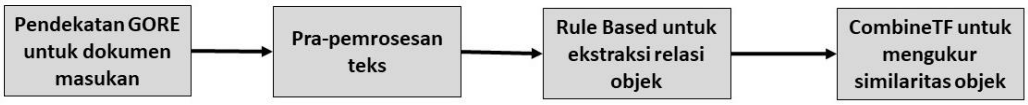
Metode kedua yang digunakan dalam penelitian ini adalah *natural language processing* (NLP). NLP merupakan metode yang populer digunakan untuk pemrosesan teks pada dokumen kebutuhan. Pendekatan ini digunakan pada setiap tahapan RE mulai dari elisitasi sampai validasi kebutuhan. Pada penelitian ini NLP digunakan pada tahap elisitasi dan spesifikasi. Beberapa penelitian yang juga menerapakan pendekatan NLP pada tahap elisitasi dan spesifikasi diantaranya (Niu et al. 2018)(Casagrande et al. 2017)(Morales-ramirez, Kifetew, and Perini 2018)(Aysolmaz et al. 2018)(Qi, Wang, and Yue 2021)(Alzahari and Kamalrudin 2021)(Maatuk and Abdelnabi 2021)(Zaki-Ismail et al. 2022)(Nistala et al. 2022).

Pendekatan selanjutnya yang digunakan adalah pendekatan berbasis aturan (Rule-Based). Pendekatan ini juga digunakan pada banyak penelitian pada bidang rekayasa kebutuhan diantara (Alzahari and Kamalrudin 2021)(Maatuk and Abdelnabi 2021)(Yanuarifiani, Chua, and Chan 2022)(Aldekhail and Almasri 2021). Pada penelitian ini *rule-based* digunakan pada model elisitasi, analisis, dan validasi.

Tiga pendekatan terakhir yang digunakan pada penelitian yaitu *decision support system* (DSS), *intelligent agent*, dan *clustering*. Ketiga pendekatan ini digunakan untuk model analisis dan validasi. Beberapa penelitian yang juga menggunakan pendekatan ini dalam proses RE yaitu (Argyropoulos et al. 2018)(Noorian, Bagheri, and Du 2017)(Pinguie et al. 2018)(Lopez-lorca et al. 2016)(Abushark et al. 2017)(Mokammel et al. 2018)(Elhassan et al. 2022) (Singh and Walia 2021)

Metode pada model elisitasi

Model Elisitasi dikembangkan dengan menerapkan empat metode secara berurutan dimulai dengan GORE untuk mengembangkan dokumen masukan pada sistem. Kemudian dilanjutkan dengan pra-pemrosesan teks dan ektraksi objek dan relasi. Tahap akhir adalah melakukan pengukuran similaritas objek. Urutan penggunaan metode dapat dilihat pada gambar 1.

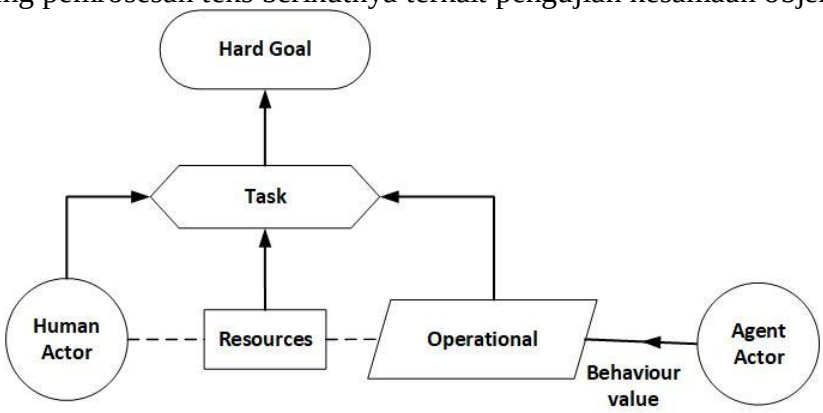


Gambar 1 Urutan penerapan metode pada model elisitasi

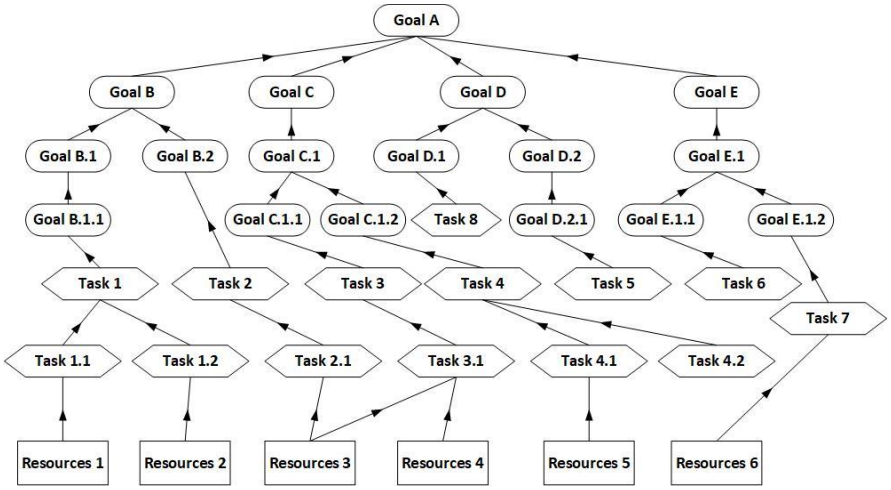
Model elisitasi dikembangkan dengan menerapkan pendekatan GORE. Pendekatan ini digunakan karena pendekatan berorientasi *goal* mendukung metode partisipatif yang mempermudah pengguna dan pengembang dalam mengkomunikasikan kebutuhan yang menjadi sasaran dalam pengembangan perangkat lunak.

Dalam pendekatan GORE terdapat empat elemen utama yaitu *goal*, *task*, *operational*, dan *resources*. *Goal* merupakan sasaran yang akan dipenuhi dengan pengembangan perangkat lunak, sementara *task* berkaitan dengan aktifitas yang dibutuhkan untuk memenuhi *goal* yang didefinisikan. Operasional mendukung prosedur atau proses pemenuhan *task*, dan *resources* merupakan sumber daya yang dibutuhkan baik untuk menjalankan aktifitas atau operasional. *Resources* dibedakan menjadi dua jenis yaitu aktor/pelaku dan non aktor. Korelasi keempat elemen ini dapat dilihat pada gambar 2. Elemen pada pendekatan GORE direpresentasikan dalam bentuk pohon dimana *goal* bisa memiliki *subgoal* demikian juga dengan *task*. Contoh representasi relasi elemen pada GORE dapat dilihat pada gambar 3.

Pendekatan GORE menjadi dasar pengembangan dokumen masukan pada model. Berdasarkan dokumen masukan yang dikembangkan selanjutnya dilakukan pengembangan *tools* untuk mendukung pemasukan data ke dalam model. Setelah data tersimpan ke dalam *database* model selanjutnya dilakukan pra-pemrosesan teks. Pra-pemrosesan teks dilakukan terhadap deskripsi dari setiap *goal*, *task*, dan operasional. Pra-pemrosesan teks yang dilakukan meliputi *case folding* dan filterisasi untuk menghilangkan *stopword*. Pra-pemrosesan ditujukan untuk mendukung pemrosesan teks berikutnya terkait pengujian kesamaan objek.



Gambar 2 Relasi Elemen pada GORE



Gambar 3 Contoh *Goal Tree*

Setelah dilakukan pra-pemrosesan teks, selanjutnya dilakukan ekstraksi objek pada data masukan. Ekstraksi ini ditujukan untuk mendapatkan objek beserta relasi pada objek. Proses ekstraksi dilakukan dengan menerapkan sekumpulan aturan.

Metode terakhir yang digunakan pada model elisitasi adalah algoritma untuk menghitung similaritas objek pada data kebutuhan. Algoritma ini perlu diterapkan untuk mendeteksi dan mengurangi objek yang similar/sama. Pengurangan ini berdampak pada efisiensi analisis data kebutuhan yang dilakukan model. Pada penelitian ini dikembangkan algoritma untuk mengukur similaritas dokumen. Algoritma dinamai CombineTF yang merupakan gabungan penerapan perhitungan *Term Frequency* (TF) dengan algoritma berbasis token dalam hal ini Jaro-Winkler (Delima, Wardoyo, and Mustofa 2022).

Metode pada model analisis

Model analisis secara berurutan menerapkan pendekatan GORE, basis aturan, agen cerdas, dan sistem pendukung keputusan *Weighted Product* (*WP*). Pendekatan GORE dan aturan dilakukan untuk melakukan *refinement* pada data kebutuhan. Sementara pendekatan agen cerdas dan WP digunakan pada analisis divergensi. Skema penerapan metode pada model analisis dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Skema penerapan metode pada model analisis

Proses pada model analisis diawali dengan *refinement* pada GORE (van Lamsweerde 2009). *Refinement* merupakan proses perbaikan pohon *goal* dengan mengeliminasi objek yang similar. Objek similar diperoleh dari hasil pengukuran similaritas objek, di mana kedua objek dikatakan similar jika memiliki nilai similaritas $\geq 0{,}9$.

Untuk melakukan proses *refinement* dibentuk sejumlah aturan terkait penggabungan objek. Terdapat sebelas aturan yang digunakan untuk penggabungan objek yang similar. Pendekatan aturan diterapkan pada proses *refinement* ini karena

pendekatan ini sangat mendukung pengembangan sistem berbasis pengetahuan untuk mengotomatisasi proses *refinement*. Aturan yang digunakan pada proses *refinement* dapat dilihat pada tabel 2, dimana ID1 dan ID2 merupakan dua obyek yang similar.

Setelah proses *refinement* selesai selanjutnya dilakukan analisis divergensi. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui kemungkinan pemenuhan semua *goal* yang didefinisikan oleh pengguna. Pada model yang dikembangkan dilakukan analisis secara otomatis, oleh karena itu diterapkan pendekatan agen cerdas yang melakukan analisis secara otomatis. Pendekatan agen untuk analisis divergensi umum digunakan pada GORE (van Lamsweerde 2009). Analisis divergensi yang dilakukan oleh agen didukung oleh sistem pendukung keputusan *Weighted Product*. Penerapan sistem pendukung keputusan dibutuhkan untuk menentukan keputusan nilai dari objek yang memiliki anak lebih dari satu dengan relasi antar anak adalah *or*.

Tabel 2 Aturan *refinement*

No	Jika	Maka
1	ID1 merupakan *parent* ID2	periksa apakah ID2 memiliki *child*
2	ID2 memiliki *Child*	semua *child* dari ID2 menjadi *Child* dari ID1 dengan relasi AND pada semua *child* ID1 dan hapus ID2
3	ID2 tidak memiliki *child* maka	periksa apakah ID1 punya *child* lain selain ID2
4	ID1 mempunyai *child* lain selain ID2	hapus ID2
5	ID1 tidak mempunyai *child* lain selain ID2	tidak ada perubahan pada ID1 dan ID2
6	ID1 bukan merupakan *parent* ID2	deteksi apakah *parent* ID2 memiliki child selain ID2
7	Parent ID2 memiliki *child* selain ID2	Deteksi apakah ID2 mempunyai *Child*
8	Parent ID2 tidak mempunyai *child* selain ID2	ID1 menjadi anak dari *parent* ID2 dan hapus ID2
9	ID2 mempunyai *child*	*child* ID2 menjadi *child* ID1 dengan relasi *Child* “or” dengan *child* ID1 lainnya and hapus ID2
10	ID2 tidak mempunyai *child*	hapus ID2

Metode pada model spesifikasi

Spesifikasi kebutuhan merupakan keluaran dari AREM. Terdapat empat keluaran dari model yaitu *goal graph/tree*, *class diagram*, *use case diagram*, dan *sequence diagram*. *Goal tree* berupa pohon yang merepresentasikan hubungan antar elemen pada *goal model*. *Class diagram* merupakan diagram yang merepresentasikan objek yang terdapat pada sistem beserta relasi antar objek tersebut. *Use case diagram* menggambarkan hubungan antara aktor beserta fungsi yang terdapat pada sistem, dan *sequence diagram* mendeskripsi urutan proses dalam menyelesaikan satu aktifitas.

Model spesifikasi dikembangkan menggunakan dua pendekatan yaitu GORE dan pemrosesan teks. Model ini membaca data kebutuhan yang dihasilkan dari model analisis dan model validasi. Pemrosesan data pada model spesifikasi

dilakukan dengan mengekstraksi elemen pada GORE. Selanjutnya dilakukan pemrosesan teks sesuai dengan spesifikasi yang dihasilkan.

Metode pada model validasi

Penerapan metode pada model validasi memiliki kesamaan dengan model analisis, di mana pada model validasi dilakukan analisis divergensi untuk sejumlah kasus uji. Pada model validasi, analisis divergensi dilakukan secara berulang sebanyak kasus uji yang didefinisikan. Hasil semua pengujian dianalisis untuk menghitung konflik antar objek pada model. Konflik dihitung berdasarkan rerata banyaknya pasangan objek yang bernilai beda dari sejumlah kasus uji. Setelah didapatkan nilai konflik setiap pasangan objek, selanjutnya dilakukan penanganan terhadap konflik.

Resolusi terhadap konflik dilakukan dengan penanganan objek/elemen yang mengalami konflik. Terdapat tiga jenis penanganan konflik yaitu:

1. Penanganan pertama adalah menjadikan objek sebagai *soft element*. *Soft element* merupakan objek pada data kebutuhan yang memiliki prioritas pemenuhan lebih rendah daripada *hard element*. Hal ini berarti *soft element* dipenuhi setelah semua *hard element* terpenuhi.
2. Penanganan konflik yang kedua adalah menjadikan relasi *OR* pada objek yang mengalami konflik. Penanganan ini dilakukan melalui *refinement resolution* pada model, dan
3. Penanganan konflik ketiga yaitu tidak melakukan penanganan terhadap konflik, artinya konflik dibiarkan.

Jenis penanganan konflik untuk setiap objek didasarkan pada dua variabel yaitu jenis objek dan besarnya nilai konflik pada objek. Jenis objek dibedakan menjadi tiga jenis objek yaitu : *goal*, *task*, dan *operational*. Setiap objek masing-masing ditandai dengan nilai 1, 2, dan 3, masing-masing untuk *goal*, *task*, dan operasional. Sementara itu penanganan nilai konflik dilakukan dengan melakukan klasterisasi terhadap nilai konflik.

Nilai konflik diklasterisasi menjadi tiga klaster yaitu kluster 1 untuk objek yang nilai konfliknya kecil; kluster 2 untuk objek dengan nilai konflik rata-rata atau sedang; kluster 3 untuk objek yang nilai konflik besar. Proses klasterisasi dilakukan dengan menggunakan pendekatan K-means dengan pembangkitan nilai klaster dilakukan dengan menggunakan pendekatan quartir pada statistik yaitu quartir 1, quartir 2 (median), dan quartir 3 (Mann 2012).

Penanganan konflik dilakukan berdasarkan jenis dan kelompok klaster dari objek. Pemilihan jenis penanganan konflik dilakukan berdasarkan aturan yang telah didefinisikan. Daftar aturan yang diterapkan dapat dilihat pada Tabel 3, di mana nilai conflict_resolution mengindikasikan jenis resolusi konflik yang dijalankan.

Tabel 3 Aturan yang digunakan untuk penanganan konflik

Rule ID	if	then
1	Type of object = 1 and conflict_cluster = 1	Conflict resolution = 3
2	Type of object = 1 and conflict_cluster = 2	Conflict resolution = 2

3	Type of object = 1 and conflict_cluster = 3	Conflict resolution = 1
4	Type of object = 2 and conflict_cluster = 1	Conflict resolution = 1
5	Type of object = 2 and conflict_cluster = 2	Conflict resolution = 1
6	Type of object = 2 and conflict_cluster = 3	Conflict resolution = 1
7	Type of object = 3 and conflict_cluster = 1	Conflict resolution = 1
8	Type of object = 3 and conflict_cluster = 2	Conflict resolution = 1
9	Type of object = 3 and conflict_cluster = 3	Conflict resolution = 1

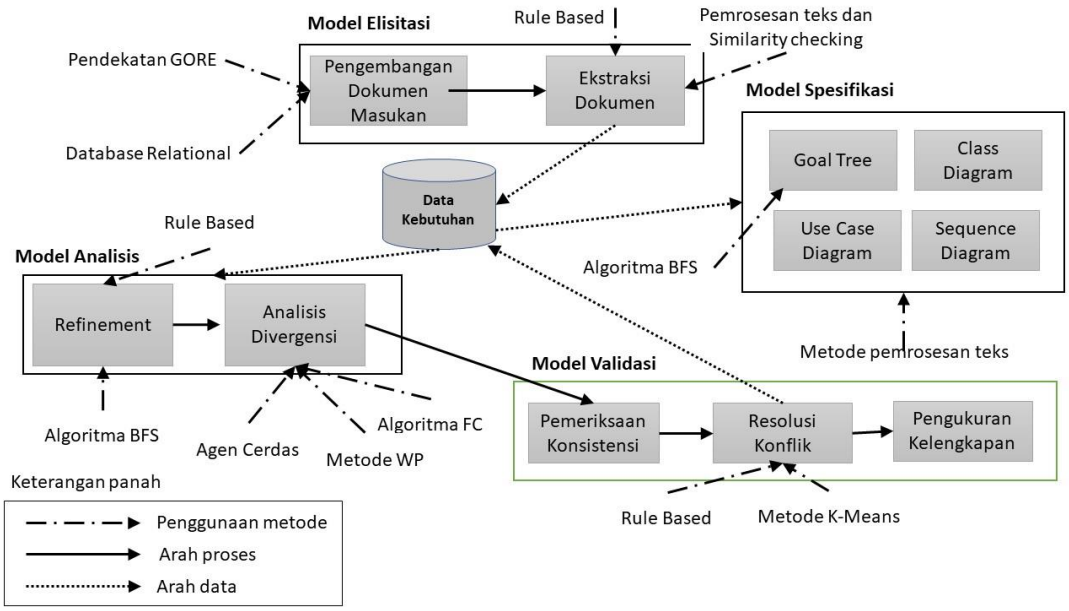
Hasil dan Diskusi

Model Konseptual dan Metamodel dari AREM

Secara konseptual AREM terdiri dari empat bagian utama yaitu elisitasi, analisis, spesifikasi, dan validasi. Pengembangan model diawali dengan pengembangan standar dokumen kebutuhan. Standar dokumen disusun menggunakan pendekatan GORE. Selanjutnya dilakukan pemasukan data kebutuhan ke dalam model. Setelah proses pemasukan data selanjutnya dilakukan ekstraksi informasi dari dokumen kebutuhan. Proses ekstraksi dilakukan menggunakan model berbasis aturan. Untuk mengatasi duplikasi kebutuhan dilakukan perhitungan similaritas data kebutuhan antar *stakeholder*. Semua proses ini terdapat pada model elisitasi.

Tahapan selanjutnya adalah pengembangan model analisis kebutuhan. Terdapat dua proses utama dalam tahap analisis yaitu *refinement* dan analisis divergensi. Proses refinement dilakukan menggunakan pendekatan berbasis aturan dengan penelusuran data kebutuhan menggunakan metode Breadth First Search (BFS). Sementara analisis divergensi menggunakan pendekatan agen cerdas dengan inferensi *forward chaining* dan *Weighted Product* (WP) untuk pengambilan keputusan. Setelah analisis dilanjutkan dengan validasi kebutuhan untuk pemeriksaan konsistensi, penangan konflik, dan pengukuran kelengkapan.

Spesifikasi kebutuhan dapat dilakukan setelah proses *refinement*. Model spesifikasi menghasilkan empat keluaran yaitu *goal graph/tree*, *use case diagram*, *class diagram*, dan *sequence diagram*. Skema model konseptual dapat dilihat pada gambar 5.

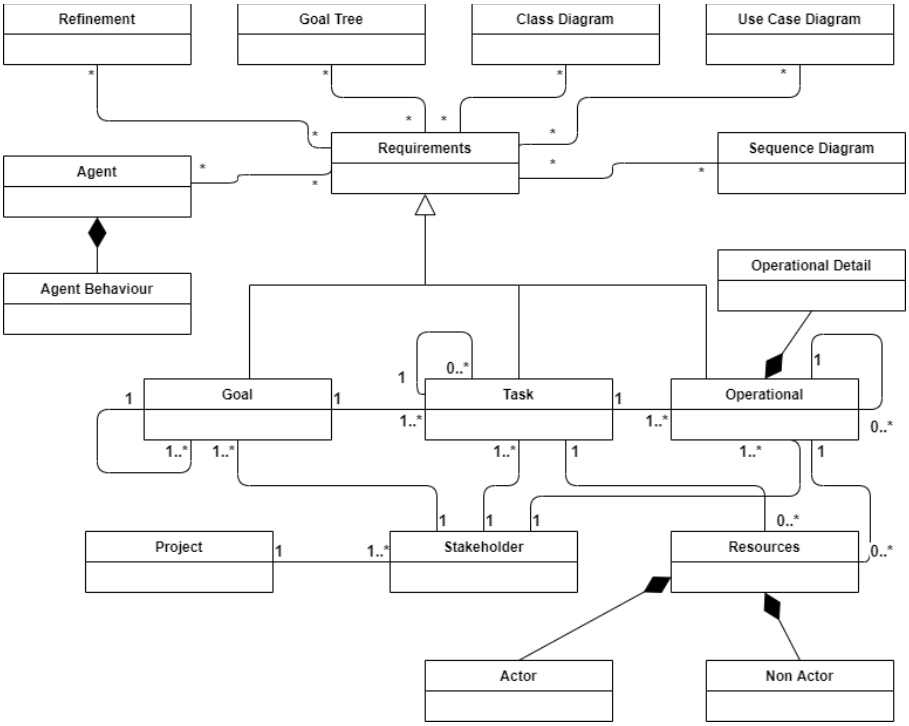


Gambar 5 Skema model konseptual

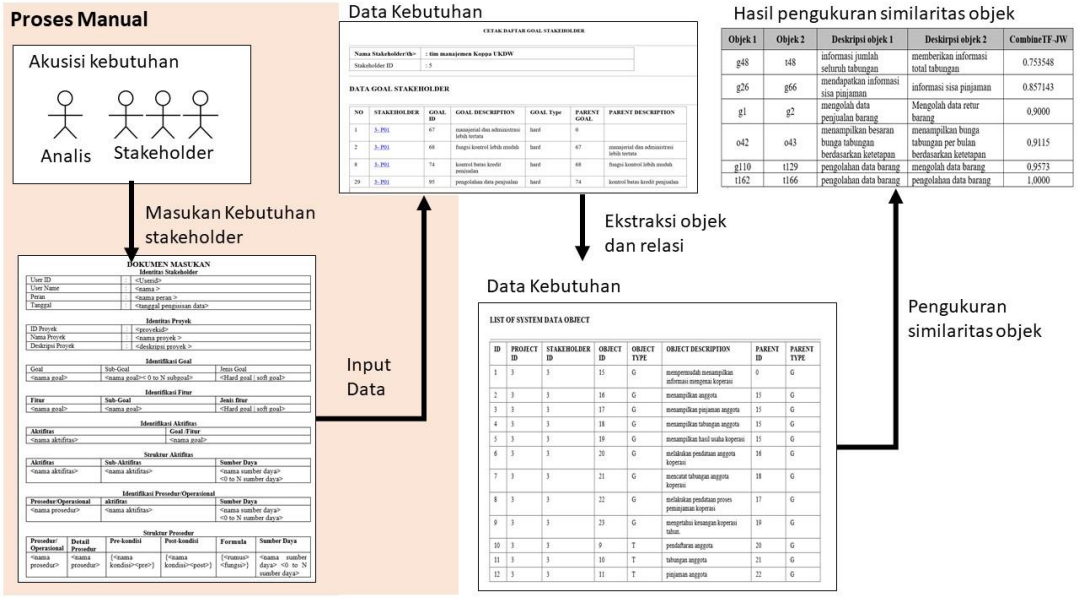
Berdasarkan standar bentuk dokumen masukan yang telah dikembangkan pada tahap elisitasi, selanjutnya dibentuk AREM metamodel untuk menggambarkan relasi antar entitas yang terdapat pada model. Metamodel merupakan perwujudan dari paradigma permodelan (Ledeczi et al. 2001). Metamodel memuat struktur yang harus dipenuhi oleh model (Sprinkle et al. 2010). Skema metamodel dapat dilihat pada gambar 6. Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa data kebutuhan pada model terbentuk dari elemen masukan model yang meliputi *goal*, *task*, *operational*, dan *resources*. Semua elemen didefinisikan oleh *stakeholder* sesuai dengan projek yang sedang dikembangkan.

Hasil

AREM memiliki empat bagian (sub-model) yaitu elisitasi, analisis, validasi, dan spesifikasi kebutuhan. Model elisitasi diawali dengan pengumpulan kebutuhan dari *stakeholder* oleh analis, hasil akusisi dituangkan dalam dokumen masukan. Selanjutnya dilakukan pemasukan data kebutuhan berdasarkan dokumen masukan yang telah didefinisikan oleh analis atau perekayasa kebutuhan. Tahapan akusisi kebutuhan, penerjemahan kebutuhan *stakeholder* ke dalam dokumen masukan dan pemasukan data kebutuhan dari pengguna merupakan proses yang dilakukan secara manual belum terotomatisasi. Tahap selanjutnya dilakukan ektraksi objek, ekstraksi relasi, dan penghitungan similaritas objek. Kesemua proses ini dilakukan secara otomatis. Tahapan *input*, *process* dan *output* (IPO) pada model elisitasi dapat dilihat pada gambar 7.

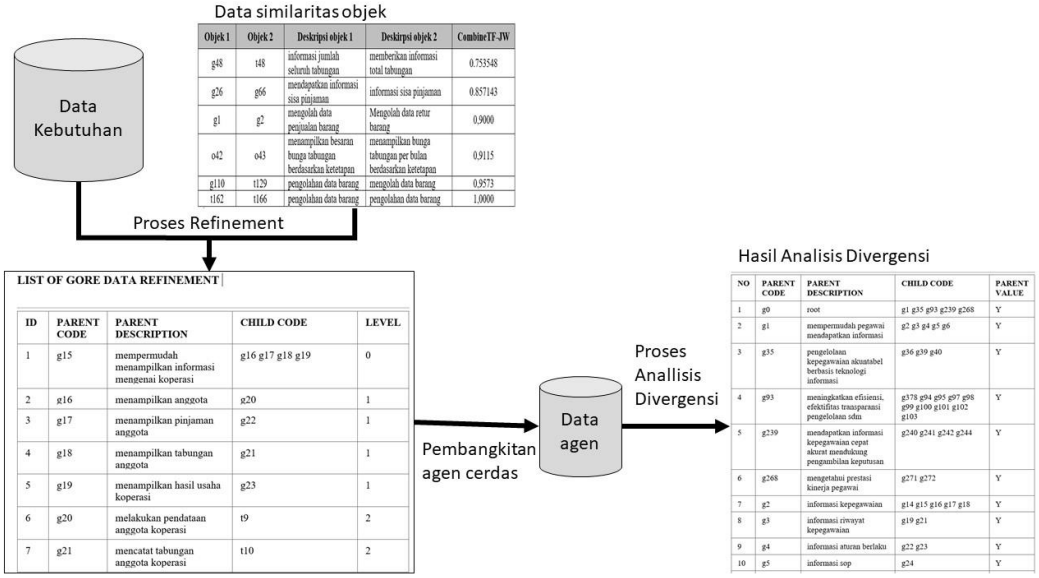


Gambar 6 Skema Metamodel AREM (Delima, Wardoyo, and Mustofa 2021a)



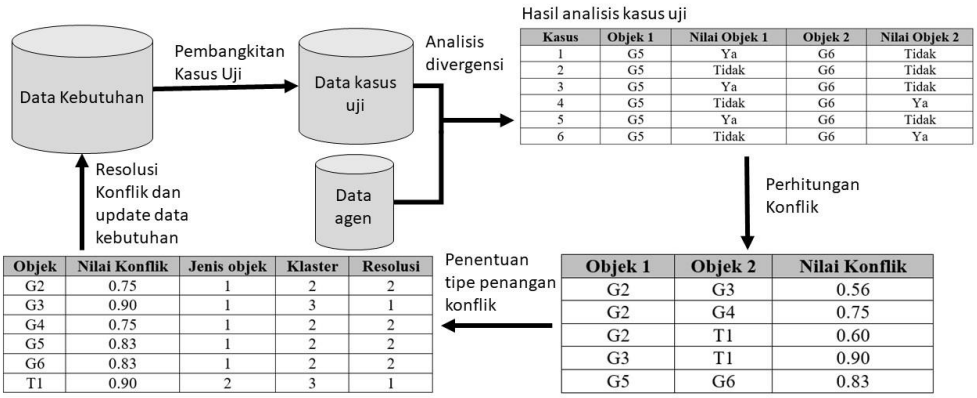
Gambar 7 IPO Model Elisitasi

Tahap kedua pada AREM adalah melakukan analisis kebutuhan. Tahap ini menerima masukan berupa data kebutuhan dan data similaritas objek. Selanjutnya dilakukan proses *refinement* yang menghasilkan struktur pohon kebutuhan. Berdasarkan struktur pohon kebutuhan dilakukan pembangkitan data agen cerdas yang dilanjutkan dengan proses analisis divergensi. Keluaran pada model analisis berupa status pemenuhan goal pada model. IPO model analisis dapat dilihat pada gambar 8.



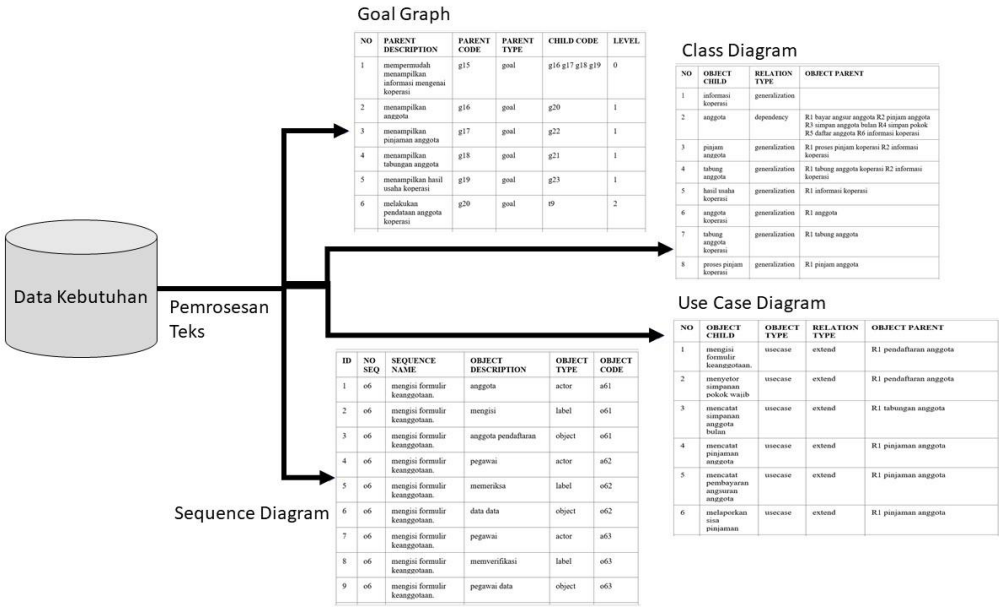
Gambar 8 IPO Model Analisis

Tahap ketiga dilakukan validasi terhadap kebutuhan yang telah dihasilkan dari model analisis. Proses validasi menerima masukan dari data kebutuhan, selanjutnya dilakukan pembangkitan kasus uji. Berdasarkan data pada kasus uji dan data agen yg terbentuk pada model analisis dilakukan analisis divergensi terhadap kasus uji. Kemudian dilakukan perhitungan konflik terhadap hasil analisis kasus uji. Konflik merupakan kondisi di mana nilai dari satu objek berbeda dengan nilai objek lainnya. Berdasarkan hasil perhitungan konflik selanjutnya dilakukan penentuan jenis penanganan konflik yang dilanjutkan resolusi konflik dan pembaharuan data kebutuhan. Keluaran model validasi berupa data kebutuhan yang telah diperbaharui. IPO model validasi dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9 IPO Model Validasi

Tahap terakhir pada AREM adalah melakukan spesifikasi kebutuhan. Masukan pada model ini berupa data kebutuhan yang telah diperbaharui pada model validasi. Selanjutnya dilakukan pemrosesan teks pada data kebutuhan. Model ini menghasilkan keluaran berupa *goal graph*, *class diagram*, *use case diagram*, dan sequence diagram. IPO model spesifikasi dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10 IPO Model Spesifikasi

Data Penelitian

Pada tahap awal dilakukan pengumpulan data kebutuhan perangkat lunak untuk masukan pada model. Data pada penelitian berupa dokumen hasil elisitasi dari sistem yang dikembangkan. Dokumen berupa data primer yang diperoleh melalui proses elisitasi langsung untuk proyek pengembangan perangkat lunak. Semua data masukan ditulis menggunakan bentuk standar masukan model yang sudah ditentukan. Tabel 4 merupakan penjelasan sumber data yang digunakan pada penelitian. Data dari kelima proyek cukup memadahi jika ditinjau dari jumlah *stakeholder* yang terlibat. Penelitian melibatkan 24 *stakeholder* yang berarti terdapat 24 *dataset* kebutuhan dari setiap *stakeholder*. Hasil analisis dan pengujian menunjukan nilai yang konsisten pada kelima *dataset*. Selain itu untuk penelitian pada ranah *requirements engineering* menunjukan *dataset* dalam jumlah yang terbatas (Maalej et al. 2016)(Aysolmaz et al. 2018)(Li et al. 2018)

Tabel 4 Sumber data penelitian

No	Nama Proyek	Banyak Stakeholder	Banyak dokumen
1	Sistem Informasi Koperasi	4	38 lembar
2	Sistem Informasi Kepegawaian	4	11 lembar
3	Sistem Pendukung Perkuliahan	4	98 lembar
4	Sistem Dashboard Keuangan	8	82 lembar
5	Sistem Informasi Sumber Daya Manusia	4	195 lembar
	Total	24	424 lembar

Evaluasi konsistensi dan kelengkapan

Analisis konsistensi dilakukan dengan membandingkan banyak objek yang tidak konsisten sebelum dan sesudah penanganan konflik. Inkonsisten merupakan sebuah kondisi dimana objek mengalami konflik. Konsistensi objek diukur melalui

banyaknya objek yang mengalami konflik. Hasil evaluasi dapat dilihat pada Tabel 5. Data pada Tabel 5 menunjukan bahwa banyak objek yang tidak konsistensi menurun sebesar 0,244, di mana rata-rata konsistensi awal sebesar 0,39 menjadi 0,146 setelah dilakukan penanganan konflik. Dengan nilai inkonsistensi tersebut dapat dikatakan model mampu menghasilkan nilai konsistensi sebesar 0,854, penurunan banyaknya objek yang tidak konsisten mengindikasikan bahwa penanganan konflik cukup efektif untuk mengurangi inkonsistensi objek terhadap objek lain. Namun penting untuk diketahui dengan nilai konsistensi objek sebesar 0,854, model telah mampu menghasilkan nilai *completeness* 1.

Tabel 5 Banyak objek yang mengalami konflik

Proyek	Banyaknya Objek	Banyaknya inkonsisten objek			
		Sebelum penanganan konflik		Setelah penanganan konflik	
		Banyak	Presentase	Banyak	Presentase
P1	468	184	39	98	21
P2	169	86	51	49	29
P3	668	248	37	60	9
P4	214	74	35	5	7
P5	1.354	449	33	96	7
Rata-rata		208,2	39	61,6	14,6

Setelah dilakukan penanganan terhadap objek yang tidak konsisten, selanjutnya dilakukan pengukuran kelengkapan/*completeness*. *Completeness* merupakan pengukuran pemenuhan semua *goal* yang diinginkan oleh *stakeholder*. Nilai *completeness* diukur dengan [0,1], di mana 0 berarti tidak ada kebutuhan yang mampu dipenuhi oleh model dan 1 berarti semua kebutuhan dapat dipenuhi oleh model. Nilai *completeness* yang dihasilkan model dari data yang diujikan. Evaluasi dilakukan berdasarkan banyak kasus uji, banyak goal, dan jenis skenario uji coba.

Analisis efektifitas model dilakukan dengan mengukur nilai *completeness* dan banyaknya *soft goal* yang dihasilkan dari penanganan konflik. Model memberikan hasil nilai *completeness* 1 dan banyak *soft goal* adalah 47%. Hal ini berarti model efektif untuk melakukan rekayasa kebutuhan secara otomatis. *Soft goal* sebesar 47% yang dihasilkan mencerminkan kemampuan model untuk menangani 53% *goal* yang didefinisikan oleh *stakeholder*. *Soft goal* yang dihasilkan oleh model menjadi umpan balik bagi analis dan *stakeholder* untuk penentuan ulang prioritas pemenuhannya. Melalui AREM, *stakeholder* dan analis hanya perlu menegosiasikan 47% *goal*. Hal ini berdampak pada peningkatan efisiensi kerja analis dalam rekayasa kebutuhan.

Evaluasi efisiensi penggunaan model

Efisiensi penerapan model diukur melalui besarnya *effort*/usaha yang dilakukan analis atau perekayasa kebutuhan baik secara mandiri maupun dengan bantuan model. Efisiensi diukur melalui banyaknya *goal* yang didefinisikan oleh *stakeholder* yang harus dianalisis oleh perekayasa kebutuhan. Diasumsikan jika proses rekayasa kebutuhan sepenuhnya dilakukan oleh analis sistem/perekayasa kebutuhan maka seorang analis harus melakukan analisis pemenuhan semua *goal* yang terdefinisi. Analisis pemenuhan *goal* perlu dilakukan karena pada kondisi

nyata, sangat sulit untuk bisa memenuhi semua *goal* yang diminta oleh semua *stakeholder*. Hal ini berarti seorang analis sistem harus melakukan evaluasi untuk setiap *goal* agar dapat ditentukan *goal* yang merupakan *hard goal* dan *goal* yang merupakan *soft goal*. *Hard goal* berarti *goal* yang harus dipenuhi oleh sistem sedangkan *soft goal* merupakan *goal* yang pemenuhannya memiliki prioritas lebih rendah daripada *hard goal*. Hasil perhitungan efisiensi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Evalusi efisiensi proses rekayasa kebutuahan

Proyek	Banyaknya *goal*	Usaha analis		Nilai usaha		Penghematan usaha
		Tanpa model	Dengan model	Tanpa model	Dengan model	
P1	62	62	33	100%	53%	47%
P2	83	83	22	100%	26%	74%
P3	145	145	69	100%	48%	52%
P4	43	43	25	100%	58%	42%
P5	218	218	113	100%	52%	48%
Rata-rata penghematan usaha						52,6%

Tabel 6, mendeskripsikan hasil ujicoba pada lima proyek pada data penelitian. Dapat dilihat pada tabel bahwa proyek P1 terdapat 62 *goal* yang terdefinisi sebagai *hard goal*. Pada proses RE tanpa bantuan model maka analis harus menganalisis pemenuhan 62 *goal* yang ada. Apabila proses analisis dibantu oleh model maka 33 *goal* sudah dapat ditentukan oleh model sebagai *hard goal*, sehingga analis cukup melakukan analisis terhadap 29 *goal* yang didefinisikan *soft goal* oleh model. Hasil evaluasi pada tabel 6 menunjukan bahwa model mampu mengurangi *effort*/usaha dari analis rata-rata sebesar 52,6% atau dapat dikatakan model mampu meningkatkan efisiensi proses rekayasa kebutuhan sebesar 52,6%.

Efisiensi proses RE yang dihasilkan model bermakna bahwa model membantu pekerjaan analis sebesar 52,6%. Hal ini berarti model belum dapat sepenuhnya melakukan rekayasa kebutuhan secara mandiri. Model masih membutuhkan peran analis dalam menyelesaikan proses rekayasa kebutuhan.

Diskusi kemampuan dan keterbatasan model

Dalam rekayasa kebutuhan terdapat beberapa isu penting tekait permasalahan untuk mendapatkan *requirement* yang lengkap, detail, dan jelas. Secara khusus belum dilakukan evaluasi terhadap kemampuan model dalam menjawab permasalahan tersebut. Namun beberapa kemampuan model berikut dapat mendukung penyelesaian permasalahan dalam rekayasa kebutuhan.

Model yang dikembangkan mampu menerima deskripsi kebutuhan dari beberapa *stakeholder*. Model mampu memproses dan melakukan penggabungan berbagai kebutuhan dari *stakeholder* yang berbeda. Kemampuan model ini dapat mengatasi isu terkait kelengkapan kebutuhan yang didefinisikan. Sementara itu terkait isu detail kebutuhan, model mendeskripsikan kebutuhan pengguna mulai dari tingkat *goal* sampai dengan tingkat operasional. Pendetailan proses pengumpulan kebutuhan diharapkan dapat mengatasi permasalahan detail pada pengumpulan kebutuhan. Untuk memberikan kejelasan kebutuhan pengguna, model menghasilkan spesifikasi dalam bentuk standar spesifikasi yang umum

digunakan dalam perancangan perangkat lunak. Kemampuan ini diharapkan dapat mengatasi persoalan kejelasan dalam proses rekayasa kebutuhan.

Model yang dikembangkan menerapkan pendekatan GORE pada setiap tahapan model. Penelitian ini memberikan beberapa kontribusi pada pendekatan GORE. Diawali dengan pengembangan dokumen deskripsi kebutuhan yang menggunakan pendekatan GORE. Pada tahap elisitasi dikembangkan aturan untuk mendukung proses *refinement* pada GORE. Tahap spesifikasi memberikan kontribusi berupa permodelan dalam bentuk *class diagram*, *use case diagram*, dan *sequence diagram* yang diekstraksi dari data kebutuhan berorientasi *goal* dan pada tahap evaluasi dilakukan pengembangan metode khusus untuk mendeteksi konflik dan melakukan resoluasi konflik pada GORE.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yaitu pada tahapan elisitasi, *tools* pemasukan data deskripsi kebutuhan yang dikembangkan masih sederhana dan memiliki banyak kekurangan dan perlu dikembangkan untuk mempermudah pengguna dalam memasukan data. Pada tahap spesifikasi, keluaran yang dihasilkan model masih memiliki keterbatasan dalam mendeteksi objek yang similar dan model belum mampu menghasilkan detail atribut dari setiap objek pada *class diagram*.

Penelitian memiliki keterbatasan dalam penggunaan *dataset* untuk penguji. *Dataset* yang digunakan terbatas pada data proyek pengembangan sistem informasi yang secara spesifik menggunakan *platform* berbasis *web*. Oleh karena itu untuk dapat lebih mengeneralisasi kemampuan model dalam melakukan rekayasa kebutuhan pada sistem informasi, diperlukan penambahan *dataset* uji untuk pengembangan proyek dengan berbagai *platform* teknologi.

Pada penelitian proses rekayasa kebutuhan dilakukan dalam satu siklus rekayasa. Penelitian belum melakukan uji coba terhadap kemampuan model untuk digunakan pada pendekatan pengembangan perangkat lunak yang membutuhkan lebih dari satu siklus rekayasa. Untuk dapat mengetahui apakah model dapat beradaptasi dengan perubahan kebutuhan dalam siklus pengembangan perangkat lunak, perlu dilakukan penambahan kemampuan dari model untuk manajemen kebutuhan perangkat lunak.

Luaran yang dihasilkan model merupakan spesifikasi perangkat lunak yang secara spesifik ditujukan untuk pengembangan sistem informasi dengan *Software Requirements Specification* (SRS) berorientasi objek. Untuk dapat mengakomodasi bentuk spesifikasi kebutuhan yang berbeda pada pendekatan lain harus dilakukan penelitian lanjutan. Penelitian lanjutan juga dapat menganalisis kemungkinan keluaran lain yang dapat dihasilkan oleh model.

Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dihasilkan model yang menyediakan fitur untuk mengotomatisasi proses analisis, spesifikasi, dan validasi pada rekayasa kebutuhan. Sedangkan untuk tahapan elisitasi kebutuhan dilakukan dengan semi-otomatis karena masih melibatkan *stakeholder* dan analis atau perekayasa kebutuhan untuk pemasukan data. Hasil pengujian menunjukan bahwa model efektif melakukan rekayasa kebutuhan dengan nilai *completeness* 1 dan nilai konsistensi objek sebesar 0,854 dan model dapat meningkatkan efisiensi proses rekayasa kebutuhan sebesar 52,6%. Hal ini bermakna model dapat membantu separuh pekerjaan dari analis dalam melakukan rekayasa kebutuhan.

Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan peningkatan otomatisasi pada tahapan elisitasi dengan menambahkan kemampuan pemrosesan bahasa natural pada model untuk dapat mendeteksi semua objek pada dokumen kebutuhan. Penelitian yang dapat dikembangkan pada model spesifikasi adalah dengan mengembangkan kamus persamaan kata secara semantik yang disesuaikan dengan domain projek untuk mengatasi *redudancy* objek secara semantik pada *use case diagram* dan *class diagram*.

Untuk mengeneralisasi kemampuan model dalam melakukan rekayasa kebutuhan pada berbagai jenis sistem dengan berbagai *platform* teknologi dibutuhkan penambahan *dataset* yang lebih beragam dan penelitian lanjutan untuk menganalisis dan mengetahui kecukupan dan kebutuhan pengembangan fitur yang dibutuhkan dan untuk dapat melakukan adaptasi terhadap perubahan kebutuhan, perlu dilakukan pengembangan untuk tahapan manajemen kebutuhan dalam RE.

Referensi

Abushark, Yoosef, John Thangarajah, James Harland, and Tim Miller. 2017. “A Framework for Automatically Ensuring the Conformance of Agent Designs.” *The Journal of Systems & Software* 131:266–310. doi: 10.1016/j.jss.2017.05.098.

Aldekhail, Maysoon, and Marwah Almasri. 2021. “Intelligent Identification and Resolution of Software Requirement Conflicts: Assessment and Evaluation.” *Computer Systems Science and Engineering* 40(2):469–89. doi: 10.32604/CSSE.2022.018269.

Alzahari, S., and M. Kamalrudin. 2021. “An Approach to Elicit Trustworthiness Requirements in Blockchain Technology.” in *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1807.

Argyropoulos, Nikolaos, Konstantinos Angelopoulos, Haralambos Mouratidis, and Andrew Fish. 2018. “Risk-Aware Decision Support with Constrained Goal Models.” *Information & Computer Security* 26(4):472–90. doi: 10.1108/ICS-01-2018-0010.

Aysolmaz, Banu, Henrik Leopold, Hajo A. Reijers, and Onur Demirörs. 2018. “A Semi-Automated Approach for Generating Natural Language Requirements Documents Based on Business Process Models.” *Information and Software Technology* 93:14–29. doi: 10.1016/j.infsof.2017.08.009.

Casagrande, Erik, Edin Arnautovic, Wei Lee Woon, Hatem H. Zeineldin, and Svetinovic Davor. 2017. “Semiautomatic System Domain Data Analysis : A Smart Grid Feasibility Case Study.” *IEEE Transcation on Systems, Man, and Cybernatics : Systems* 47(12):3117–27. doi: 10.1109/TSMC.2016.2562501.

Delima, Rosa, Retantyo Wardoyo, and Khabib Mustofa. 2021a. “Automatic Requirements Engineering Model Using Goal-Oriented Modelling with Text Pre-Processing Technique.” Pp. 1–8 in *Sixth International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*. Jakarta, Indonesia: IEEE.

Delima, Rosa, Retantyo Wardoyo, and Khabib Mustofa. 2021b. “Goal-Oriented Requirements Engineering: State of the Art and Research Trend.” *JUITA: Jurnal Informatika* 9(1):105–14. doi: 10.30595/juita.v9i1.9827.

Delima, Rosa, Retantyo Wardoyo, and Khabib Mustofa. 2022. “Combinetf for Requirements Data Similarity Detection on Arem.” *ICIC Express Letters*

16(9):913–21. doi: 10.24507/icicel.16.09.913.

Elhassan, Hatim, Mohammed Abaker, Abdelzahir Abdelmaboud, and Mohammed Burhanur Rehman. 2022. “Requirements Engineering: Conflict Detection Automation Using Machine Learning.” *Intelligent Automation and Soft Computing* 33(1):259–73. doi: 10.32604/iasc.2022.023750.

Feo-arenis, Sergio, Bernd Westphal, Daniel Dietsch, Marco Muniz, Siyar Andisha, and Andreas Podelski. 2016. “Ready for Testing : Ensuring Conformance to Industrial Standards through Formal Verification.” *Formal Aspects of Computing* 28:499–527. doi: 10.1007/s00165-016-0365-3.

Gharib, Mohamad, and Paolo Giorgini. 2018. “Information Quality Requirements Engineering with STS-IQ.” *Information and Software Technology*. doi: 10.1016/j.infsof.2018.11.002.

Handa, Naina, Anil Sharma, and Amardeep Gupta. 2022. “Framework for Prediction and Classification of Non Functional Requirements: A Novel Vision.” *Cluster Computing* 25(2):1155–73. doi: 10.1007/s10586-021-03484-0.

Horkoff, J., N. A. Maiden, and D. Asboth. 2018. “Creative Goal Modeling for Innovative Requirements.” *Information and Software Technology* 1–16. doi: 10.1016/j.infsof.2018.09.005.

van Lamsweerde, Axel. 2009. *Requirements Engineering From System Goals to UML Models to Software Specifications*. Wiley.

Van Lamsweerde, Axel. 2001. “Goal-Oriented Requirements Engineering: A Guided Tour.” Pp. 249–61 in *Proceedings of the IEEE International Conference on Requirements Engineering*.

Ledeczi, Akos, Greg Nordstrom, Gabor Karsai, Peter Volgyesi, and Miklos Maroti. 2001. “On Metamodel Composition.” Pp. 756–60 in *IEEE Conference on Control Applications*.

Li, Chuanyi, Liguo Huang, Jidong Ge, Bin Luo, and Vincent Ng. 2018. “The Journal of Systems and Software Automatically Classifying User Requests in Crowdsourcing Requirements Engineering.” 138:108–23. doi: 10.1016/j.jss.2017.12.028.

Lopez-lorca, Antonio A., Ghassan Beydoun, Rafael Valencia-garcia, and Rodrigo Martinez-bejar. 2016. “Supporting Agent Oriented Requirement Analysis with Ontologies.” *Journal of Human Computer Studies* 87:20–37. doi: 10.1016/j.ijhcs.2015.10.007.

Maalej, Walid, Zijad Kurtanovic, Hadeer Nabil, and Christoph Stanik. 2016. “On the Automatic Classification of App Reviews.” *Requirements Engineering* 21:311–31. doi: 10.1007/s00766-016-0251-9.

Maatuk, Abdelsalam M., and Esra A. Abdelnabi. 2021. “Generating UML Use Case and Activity Diagrams Using NLP Techniques and Heuristics Rules.” Pp. 271–77 in *ACM International Conference Proceeding Series*.

Mann, Prem S. 2012. “Introductory Statistics, 8th Ed.” *John Wiley and Sons, Incorporated* 8(11):736.

Mendonca, Danilo Filgueira, Genaína Nunes Rodrigues, Raian Ali, Vander Alves, and Luciano Baresi. 2016. “GODA : A Goal-Oriented Requirements Engineering Framework for Runtime Dependability Analysis.” *Information and Software Technology* 80:245–64. doi: 10.1016/j.infsof.2016.09.005.

Mokammel, Faisal, Eric Coatanéa, Joonas Coatanéa, Vladislav Nenchev, Eric

Blanco, and Matti Pietola. 2018. “Automatic Requirements Extraction , Analysis , and Graph Representation Using an Approach Derived from Computational.” *System Engineering* 21(6):1–21. doi: 10.1002/sys.21461.

Morales-ramirez, Itzel, Fitsum Meshesha Kifetew, and Anna Perini. 2018. “Speech-Acts Based Analysis for Requirements Discovery from Online Discussions.” *Information Systems* 1–17. doi: 10.1016/j.is.2018.08.003.

Nguyen, Chi Mai, Roberto Sebastiani, Paolo Giorgini, and John Mylopoulos. 2018. “Multi-Objective Reasoning with Constrained Goal Models.” *Requirements Engineering* 23(2):189–225. doi: 10.1007/s00766-016-0263-5.

Nistala, Padmalata V., Asha Rajbhoj, Vinay Kulkarni, Shivani Soni, Kesav V. Nori, and Raghu Reddy. 2022. *Towards Digitalization of Requirements: Generating Context-Sensitive User Stories from Diverse Specifications*. Vol. 29. Springer US.

Niu, Nan, Wentao Wang, Arushi Gupta, Mona Assarandarban, Li Da Xu, Juha Savolainen, and Jing-ru C. Cheng. 2018. “Requirements Socio-Technical Graphs for Managing Practitioners ’ Traceability Questions.” *IEEE Transections on Computational Social Systems* 5(4):1152–62. doi: 10.1109/TCSS.2018.2872059.

Noorian, Mahdi, Ebrahim Bagheri, and Weichang Du. 2017. “Toward Automated Quality-Centric Product Line Configuration Using Intentional Variability.” *Software : Evolution and Process* 29(9):1–26. doi: 10.1002/smr.1870.

Pinguie, Romain, Philippe Véron, Frédéric Segonds, and Nicolas Croué. 2018. “A Requirement Mining Framework to Support Complex Sub-Systems Suppliers.” *Procedia CIRP* 70:410–15. doi: 10.1016/j.procir.2018.03.228.

Pressman, Roger S., and Bruce R. Maxim. 2015. *Software Engineering A Practitioner’s Approach*. Eighth Edi. New York: Mc Graw Hill Education.

Qi, Zewen, Tiexin Wang, and Tao Yue. 2021. “Towards Efficient Use Case Modeling with Automated Domain Classification and Term Recommendation.” Pp. 30–38 in *Proceedings of the IEEE International Conference on Requirements Engineering*. Vols. 2021-Septe. IEEE.

Sharma, Richa. 2017. “CRUISE : A Platform for Crowdsourcing Requirements Elicitation and Evolution.” Pp. 1–7 in *Proceedings of 2017 Tenth International Conference on Contemporary Computing (IC3)*. Noida, India.

Singh, Maninder, and Gursimran S. Walia. 2021. “Automated Mapping of Fault Logs to SRS Requirements Using Key-Phrase Extraction.” Pp. 138–45 in *Proceedings of the 2021 ACMSE Conference - ACMSE 2021: The Annual ACM Southeast Conference*.

Sommerville, Ian. 2011. *Software Engineering Ninth Edition*. Ninth Edit. United States of America: Addison Wesley.

Sprinkle, Jonathan, Bernhard Rumpe, Hans Vangheluwe, and Gabor Karsai. 2010. “Metamodelling State of the Art and Research Challenges.” Pp. 57–76 in *Lecture Notes in Computer Science*.

Yanuarifiani, Amarilis Putri, Fang-Fang Chua, and Gaik-Yee Chan. 2022. “Performance Measurement of a Rule-Based Ontology Framework (ROF) for Auto-Generation of Requirements Specification.” *International Journal of Information Technologies and Systems Approach* 15(1). doi: 10.5220/0005329904030410.

Zaki-Ismail, Aya, Mohamed Osama, Mohamed Abdelrazek, John Grundy, and

Amani Ibrahim. 2022. *RCM-Extractor: An Automated NLP-Based Approach for Extracting a Semi Formal Representation Model from Natural Language Requirements*. Vol. 29. Springer US.

MODEL PENYIMPANAN DATA KREDENSIAL SMARTPHONE UNTUK KEAMANAN TRANSAKSI

Lucia Nugraheni Harnaningrum
Universitas Teknologi Digital Indonesia
ningrum@utdi.ac.id

Abstrak

NFC-*embeded smartphone* terdiri dua ekosistem, yaitu NFC-SIM-SE meletakkan *secure elemen* di *smartphone* dan NFC-HCE meletakkan *secure elemen* di *cloud*. Dari sisi keamanan, letak *secure elemen* di *cloud* menjadi salah satu kelemahan bagi NFC-HCE. Model inisialisasi dan transaksi telah dikembangkan sebagai solusi untuk dapat meningkatkan keamanan transaksi dengan NFC-*enabled mobile*. Model ini memindahkan letak *secure elemen* ekosistem NFC-HCE dari *cloud* ke *smartphone* sehingga pada saat transaksi dilakukan, *smartphone* tidak perlu berkomunikasi dengan jaringan luar untuk mengakses *secure elemen*. Model penyimpanan data kredensial merupakan bagian dari proses memindahkan *secure elemen* dari *cloud* ke *smartphone* yang dibuat dengan melakukan beberapa tahap. Data asli dienkripsi, data yang sudah dienkripsi dimasukkan ke JSON obyek. Data yang sudah ada dalam JSON obyek dienkripsi, diformat ASCII kemudian disimpan sebagai data kredensial di *smartphone*. Model penyimpanan yang dibuat, diuji coba menggunakan data *dummy*. Data diuji coba pada *smartphone* dengan ukuran memori berbeda-beda untuk mengetahui *usabilitas*. Waktu rata-rata untuk melakukan proses enkrispi metode AES sebesar 228,88 milidetik dan dengan metode RSA sebesar 2,49 milidetik. Sedangkan hasil penghitungan entropi mendapatkan nilai 4,34 untuk metode AES dan nilai 3,58 untuk metode RSA. Hasil tersebut menunjukkan bahwa data hasil enkripsi dinyatakan acak, dengan hasil enkripsi AES lebih tinggi nilainya dari pada enkripsi dengan RSA. Dengan demikian, data akhir yang disimpan dalam *smartphone* dalam keadaan aman.

Kata kunci :, Data, Enkripsi, Keamanan, NFC-HCE, Transaksi.

Abstract

NFC-embeded smartphone consists of two ecosystems, namely NFC-SIM-SE which places secure elements in smartphones and NFC-HCE places secure elements in the cloud. In terms of security, the location of secure elements in the cloud is one of the weaknesses for NFC-HCE. Initialization and transaction models have been developed as a solution to increase transaction security with NFC-enabled mobile. This model transfers the location of secure elements of the NFC-HCE ecosystem from the cloud to smartphones so that when transactions are made, smartphones do not need to communicate with external networks to access secure elements. This study develops a credential data storage model which is part of the process of moving secure elements from the cloud to the smartphone. The credential data storage model on a smartphone is made in several stages. The original data is

encrypted per item, then the encrypted data is inserted into the JSON object. The data already in the JSON object is encrypted again. And the final step is the data conversion to ASCII format and then stored as credential data on the smartphone. The storage model created is then tested using dummy data. The data is tested on smartphones with different memory sizes to determine its usability. The test results get the average time to perform the encryption process with the AES encryption method of 228.88 milliseconds and the RSA encryption method of 2.49 milliseconds. While the entropy calculation results get a value of 4.34 for the AES encryption method and a value of 3.58 for the RSA encryption method. These results indicate that the encrypted data is declared random, with the AES encryption result being higher in value than the RSA encryption. Thus, the final data stored in the smartphone is safe.

Keyword: Data, Encryption, Security, NFC-HCE, transaction.

Pendahuluan.

Perbedaan NFC-SIM-SE dan NFC-HCE, selain pada *security* adalah pada *usability* yaitu penggunaan dan cakupan. Dari penggunaan, NFC-HCE perlu selalu tersedia kunci kredensial yang dikirimkan ke *smartphone* sebelum transaksi. NFC-SIM-SE lebih mapan dari sisi *maturity* dari pada NFC-HCE karena skema kartu internasional dan beberapa skema nasional di beberapa negara memiliki spesifikasi yang stabil dan proses sertifikasi yang mapan. NFC-SIM-SE muncul dan berkembang lebih awal daripada NFC-HCE. Dukungan dari operator seluler, yang secara umum sudah cukup mapan, baik dari sisi regulasi, sumber daya maupun standar internasional, membuat NFC-SIM-SE lebih stabil (Pourghomi, Abi-char, & Ghinea, 2015). Sedangkan dari sisi *business model* keduanya sejajar. Bank dan operator seluler bekerja sama untuk menyediakan layanan sistem pembayaran NFC-SIM-SE dengan menyewa ruang di SIM. Bank menyewa server *cloud* atau membuat server sendiri pada ekosistem NFC-HCE. NFC-HCE lebih unggul dari sisi *provisioning* dibandingkan NFC-SIM-SE. NFC-HCE tidak memerlukan kerjasama dengan operator seluler dan tidak ada integrasi dengan *Trusted Service Manager* (TSM) eksternal (Pannifer, Clark, & Birch, 2014).

Transaksi pembayaran yang dilakukan melalui komunikasi antar-perangkat memerlukan adanya SE. NFC-SIM-SE menyertakan SE di dalam kartu SIM, sedangkan NFC-HCE tidak memiliki SE di dalam perangkatnya, melainkan menggunakan SE yang disimpan di *cloud*. *Security* merupakan masalah yang signifikan pada penggunaan NFC-HCE. Ekosistem NFC-SIM-SE mempunyai komponen utama SE yang berada di *smartphone*, pada ekosistem NFC-HCE komponen utama ini dihilangkan dari *smartphone* dan dipindahkan ke *cloud*. Tindakan untuk melindungi keamanan pembayaran perlu dilakukan. SE yang dipindahkan ke *cloud* menyebabkan perlunya pengiriman kunci kredensial dari *cloud* ke perangkat. Penerbit kartu utama seperti MasterCard, Visa, dan American Express mengoperasikan layanan pembayaran mobile mereka menggunakan pendekatan SE (Pourghomi, Seker, Ghinea, & Masri, 2016). *Secure authentication*

protocol for NFC mobile payment systems (SAP-NFC) adalah salah satu protokol otentikasi untuk sistem pembayaran (Al-fayoumi & Nashwan, 2018).

NFC-HCE tidak perlu menggunakan SIM dalam implementasinya. Keunggulan ini menjadikan NFC-HCE akan lebih banyak diterapkan di masa depan. Sedangkan salah satu kelemahannya adalah pada sisi *security*. Ancaman pada transaksi NFC-*enabled mobile* ada bermacam-macam, diantaranya adalah adanya serangan. Beberapa isu *security* pada NFC dikarenakan adanya serangan. Serangan yang terjadi dalam *Card Emulated (CE) Mode*(Chen dkk, 2014)(Chattha, 2014) adalah *Denegation of Service, Eavesdropping, Relay Attack, malicious attacker, man in the middle (MITM) attack*. Mode *read/write* dan *peer to peer* juga terdapat *attac*k (Chen dkk, 2014) (Fahrianto dkk, 2016) (Asaduzzaman, Mazumder, & Salinas, 2017) (Wenxing dkk, 2015) (Fan dkk, 2017) (Dang, Zhou, Li, & Liu, 2017). *Reapplication, eavesdropping, identity autentication, phising atack, ticket cloning, data corruption, data modification, data insertion, denial of service attack, attack surface, modified certificate, jamming attack* adalah serangan yang terjadi pada NFC.

Analisis tentang keamanan NFC-HCE menunjukkan bahwa NFC-HCE masih rentan terhadap serangan (Alattar & Achemlal, 2014), meskipun sudah ada upaya untuk mengatasi dan mencegah. Serangan dapat terjadi pada saat terjadi komunikasi antara NFC-*enabled smartphone* dengan NFC *reader*, juga dapat melakukan *eavesdroping* pada komunikasi NFC yang sedang berlangsung. Keamanan pada sistem pembayaran dengan ekosistem NFC-HCE ini sudah diupayakan untuk dicegah dan diatasi dengan tokenisasi, membuat SE di *cloud* dan menyediakan sistem manajemen resiko. Tetapi HCE murni masih belum memadai untuk pembayaran dengan seluler. Upaya tersebut adalah dengan aplikasi pembayaran NFC berbasis NFC *cloud wallet* (Pourghomi, Saeed, & Ghinea, 2013), otentikasi dengan identitas *user* dan *random value* (Badra & Badra, 2016), protokol NFC yang diimplementasikan pada *Web of things* (Grønli, Pourghomi, & Ghinea, 2015), protokol transaksi *smartphone* dan terminal POS (Urien & Piramuthu, 2013). Upaya tersebut sudah dapat meningkatkan keamanan, tetapi masih ada kelemahan dari sisi banyaknya otentikasi, yaitu masih menggunakan SMS, juga *smartphone* yang digunakan harus terhubung ke jaringan internet dan adanya celah penyadapan data pada saat terjadi pertukaran data.

Serangan MITM menjadi ancaman bagi komunikasi NFC, meskipun komunikasi terjadi pada jarak pendek. MITM dapat terjadi jika saat transaksi terdapat kartu (dapat berupa kartu yang tidak berada di dalam smartphone) yang berisi data akun dari pembeli. Data tersebut mungkin berasal dari data yang sudah dicuri sebelumnya. (Akter, Chakraborty, Khan, Chellappan, & Islam, 2017) (Akter et al., 2021)

Pemanfaatan *smartphone* semakin bervariasi dan banyak. Sistem pembayaran dan transaksi-transaksi elektronik juga sudah banyak memanfaatkan *smartphone*, dengan menggunakan fasilitas-fasilitas yang ada. Semakin banyaknya pemanfaatan *smartphone*, semakin banyak juga data-data penting tersimpan di *smartphone*. Data kredensial tersimpan dengan aman di *smartphone* menjadi keharusan. Model inisialisasi (L. N. Harnaningrum, Ashari, & Putra, 2021) dan model transaksi (Lucia

Nugraheni Harnaningrum, Ashari, & Putra, 2022) adalah metode yang digunakan untuk membuat transaksi aman dengan mengurangi koneksi ke internet. Sedangkan penelitian ini bertujuan membuat model penyimpanan data di *smartphone* dengan aman. Jika data aman, orang tidak akan ragu-garu menggunakan *smartphone* sebagai alat transaksi atau pembayaran.

Tinjauan Pustaka.

Penelitian terkait sistem otentikasi yang aman untuk transaksi ATM menggunakan teknologi NFC mempunyai 2 fase, yaitu fase registrasi dan fase otentikasi. Protokol keamanan pada fase registrasi menggunakan PIN dan *One-Time Password* (OTP), OTP dikirimkan melalui SMS. Fase otentikasi digunakan pada saat pengguna akan melakukan transaksi ATM. Sebuah data kredensial dimasukkan ke *smartphone*, kemudian dikirimkan ke server. (Mahansaria & Roy, 2019)

Sebuah protokol diusulkan untuk meningkatkan keamanan EMV dengan menambahkan lapisan keamanan baru. Terdapat empat aktor yang terlibat, yaitu *Management Authentication Server* (MAS), NFC-*enabled Mobile* (M), *Point-of-Sale* (POS) dan *Issuing Bank* (BI). Otentikasi dilakukan pada saat transaksi dan menggunakan kriptografi untuk memastikan keamanannya. (Al-Haj & Al-Tameemi, 2018). Arsitektur yang aman pada transaksi NFC-*enabled mobile* untuk *small merchant* diusulkan oleh El Madhoun, dkk. Arsitektur ini melibatkan aktor, yaitu *Payment Scheme* (PS) and *Issuing Bank* (IB), *Authentication Server* (AS), *Small merchant's NFC Smartphone* (S), dan *Client's payment device* (C). Aktor-aktor tersebut saling berhubungan (El Madhoun, Bertin, & Pujolle, 2018). Protokol *secure authentication protocol for NFC mobile payment systems* (SAP)-NFC mempunyai dua fase, yaitu fase registrasi dan fase otentikasi. Fase registrasi dilakukan untuk mendaftarkan pengguna ke AuC. Fase otentikasi digunakan untuk mengotentikasi pengguna oleh AuC otentikasi (Al-fayoumi & Nashwan, 2018). Europay Mastercard Visa (EMV) adalah protokol pembayaran antara perangkat pembayaran klien dan POS menggunakan NFC. Protokol ini memastikan keamanan penting seperti otentikasi, otorisasi dan integritas, namun, masih ada kelemahan dari segi keamanan. N. El. Madoun, dkk. mengusulkan protokol inovasi untuk mengatasi kelemahan ini. Penelitian ini menghasilkan protokol yang dapat mengatasi kekurangan EMV (El Madhoun et al., 2018). Penelitian tentang protokol EMV juga dilakukan oleh Al-Haj dan Al-Tameemi. Seperti Madoun, Al-Haj juga mengidentifikasi kerentanan serius terhadap EMV. Al-Haj memastikan komunikasi antara POS dan NFC Mobile menggunakan protokol yang aman. Protokol yang diusulkan menyediakan otentikasi timbal balik antara perangkat seluler berkemampuan NFC *Mobile* dan POS, sehingga memecahkan kerentanan pertama EMV (Al-Haj & Al-Tameemi, 2018). Penelitian lain menganalisis apakah sistem pembayaran EMV dapat diandalkan. Penelitian ini mengidentifikasi serangan yang dapat terjadi pada fase inisialisasi, fase otentikasi dan fase transaksi. Serangan yang dapat terjadi pada fase inisialisasi adalah serangan *downgrade* dan duplikasi data pemilik kartu (kloning). Serangan yang mungkin terjadi dalam fase otentikasi adalah serangan yang menggunakan data hasil kloning yang sudah dilakukan pada fase inisialisasi. (Madhoun, Bertin, & Pujolle, 2019).

Automated Fare Collection (AFC) adalah transportasi pada sistem pembayaran dengan menggunakan NFC yang sudah banyak digunakan. Namun, Dang dkk mengidentifikasi kerentanan yang mengakibatkan pembayaran kurang dari yang seharusnya, serangan itu disebut *Lesspay*. Penelitian ini mensimulasikan serangan-serangan ini dan mengusulkan pencegahannya (Dang et al., 2019). Skema pembayaran anonim berdasarkan NFC dilakukan oleh (Luo, Yang, & Huang, 2016). Skema ini dibuat untuk digunakan pada pembayaran dengan akun virtual. Fase pertama adalah fase registrasi. Fase berikutnya adalah pembuatan rekening bank virtual.

Komunikasi antara perangkat dan smartphone dengan NFC juga dilakukan untuk mengontrol perangkat dari smartphone (Sethia, Gupta, & Saran, 2018). Pertukaran data dilakukan dengan menggunakan NFC, tetapi bluetooth digunakan bila ada penumpukan data. Protokol pembayaran seluler kartu kredit yang dilakukan secara offline dibuat oleh (Luo & Yang, 2019). Skenario serangan relay dibuat pada sistem yang melibatkan kartu pintar, *smartphone* di kedua sisi dan terhubung ke jaringan internet (Cavdar & Tomur, 2015). Serangan relay ini terjadi pada lapisan aplikasi, jadi tindakan pencegahan secara waktu nyata harus dilakukan. (Dang, Zhou, Li, Zhai, et al., 2017) melakukan penelitian tentang serangan relay pada NFC dengan menganalisis kelemahan ISO / IEC 14443-4 saat menghadapi serangan relay. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyerangan berhasil dengan menghasilkan penundaan pada saat transaksi.

Mekanisme komunikasi NFC dibuat untuk mencegah *eavesdropping*, dengan menggunakan rangkaian elektronika. Hasilnya, dapat mengurangi ancaman *eavesdropping* (Wenxing et al., 2015). Fan dkk, membuat protokol yang diawali dengan inisialisasi, kemudian tahap identifikasi tag (Fan et al., 2017). *Replay attack* dan *Man in the Middle Attack* yang sering terjadi pada transaksi NFC-*enable mobile* diatasi oleh El Madhoun dengan membuat *security protocol*. *Security protocol* ini digunakan untuk transaksi *mobile*. Pencegahan terhadap *replay attack* dilakukan dengan menggunakan bilangan acak dan *timestamp*. Sedangkan pencegahan terhadap *Man in the Middle Attack* dicegah dengan mutual otentikasi yang terjadi antara *Client’s payment device* dan *Small Merchant’s NFC Smartphone*. (El Madhoun et al., 2018)

Penggunaan kartu untuk perjalanan sudah digunakan, salah satunya pembayaran AFC dengan menggunakan *LessPay*. Penelitian yang dilakukan oleh Dan dkk menunjukkan adanya *tampering entrance data* dan *relay attack on AFC card* yang perlu diwaspadai. Penelitian ini membuat simulasi serangan tersebut dan memberikan solusi pencegahannya (Dang et al., 2019). Protokol keamanan transaksi NFC diusulkan oleh Al-Haj dan Al-Tameemi. Protokol ini berhasil mencegah terjadinya *malicious network attacks* seperti: *the impersonation and replay attack, the session key security attack, the brute force attack, and the Man-in-the-middle attack*. Pencegahan terhadap *attack* tersebut dilakukan dengan otentikasi timbal balik, non-repudiasi pesan transaksi, integritas data, kerahasiaan, privasi data dan validitas data perbankan. (Al-Haj & Al-Tameemi, 2018)

Pencegahan *attack by brute force* dilakukan oleh Madhoun dkk. Setiap transaksi berlangsung sekitar 500 mdetik pada proses pembayaran dan oleh karena itu, untuk

mencapai serangan ini, seseorang perlu memiliki akses ke perangkat pembayaran klien selama 38 menit. Serangan ini mampu mengambil data kredensial dan menggunakannya untuk transaksi *online* di waktu yang lain (Madhoun, Bertin, & Pujolle, 2018). Serangan terhadap transaksi juga dapat dideteksi dengan melihat waktu yang diperlukan. Transaksi yang biasanya terjadi dalam jangka waktu tertentu, tetapi berlangsung lebih lama dapat dicurigai bahwa transaksi sudah diserang. Waktu ini tidak hanya menempatkan batasan waktu pada penyerang, tetapi juga memunculkan masalah persetujuan (Mahansaria & Roy, 2019).

Penelitian tentang serangan pada NFC-*enabled contactless payment system* dilakukan oleh Akinyokun dan Teague. Lima kemungkinan serangan dirangkum dan dianalisis dampaknya terhadap pembayaran *mobile*. Kelima serangan tersebut adalah *relay attack, preplay attack, mafia attack, eavesdropping attack* dan *skiming and cloning attack*. Serangan tersebut memberi implikasi *security* dan *privacy*, untuk itu serangan harus dicegah dan diatasi (Akinyokun & Teague, 2017). *Attacker-centric thread* untuk *mobile platform* diteliti oleh (Delac, Silic, & Krolo, 2011). Penelitian ini membuat model untuk keamanan data pada dua platform, yaitu Android dan iOS. Model pada platform Android memanfaatkan *sandbox*. Ini berarti bahwa setiap aplikasi dijalankan di lingkungannya sendiri dan tidak dapat mempengaruhi atau memodifikasi eksekusi aplikasi lain. Model keamanan Android bergantung pada penilaian pengguna untuk menginstal aplikasi dari sumber tepercaya atau untuk mengevaluasi apakah aplikasi meminta izin yang wajar untuk operasi yang dimaksudkan. Dengan menghadirkan contoh aplikasi berbahaya, penelitian ini mendemonstrasikan bagaimana pilihan izin yang cermat dapat menutupi aktivitas berbahaya. Oleh karena itu, model keamanan berbasis izin Android harus ditingkatkan dengan tujuan untuk memisahkan beberapa izin penting seperti status telepon dan informasi identitas. Selain itu, karena izin sering kali tidak menunjukkan niat jahat aplikasi, otoritas sertifikasi resmi akan berkontribusi pada keamanan keseluruhan. Di sisi lain, kurangnya isolasi di platform iOS dapat sangat membahayakan perangkat seluler karena aplikasi jahat akan dengan mudah mendapatkan akses ke sistem penting dan data pribadi. Risikonya jauh lebih tinggi dalam kasus perangkat yang di-*jailbroken*. Perangkat tersebut dapat dengan mudah digunakan untuk menginstal dan menyebarkan konten yang sangat berbahaya seperti *rootkit* dan *worm*.

Attack yang terjadi pada aplikasi android karena otomatisasi login ke aplikasi dibahas oleh (Cho, Kim, & Kim, 2018). Kasus yang diangkat adalah aplikasi untuk Starbuck dan Moci. Penelitian ini membuat kloning dari file data kredensial dari aplikasi tersebut. Starbuck menggunakan *shared preference* untuk menyimpan data, sedangkan Moci menggunakan SQLite. Waktu yang digunakan untuk membuat file kloning adalah beberapa detik. Penelitian ini memberikan solusi pencegahan attack dengan cara enkripsi data kredensial dan mencegah akses ke root dari perangkat. *Data-clone attack* berdasarkan kerentanan aplikasi klon ponsel OEM disajikan dalam penelitian (Song et al., 2020). Serangan ini mengatasi beberapa batasan pekerjaan sebelumnya dan dapat melewati sebagian besar otentikasi pengguna aplikasi. Selain itu, peneliti juga mengusulkan serangan lanjutan yang dapat merusak pemeriksaan konsistensi perangkat dari hampir semua aplikasi yang diuji. Terutama, skema serangan lanjutan dengan lingkungan kustom

tingkat OS lebih transparan untuk aplikasi kloning, membuat sebagian besar aplikasi tidak peka terhadap perubahan lingkungan. Ini mengungkapkan ketahanan yang kuat untuk berbagai pemeriksaan konsistensi perangkat dalam aplikasi klon. Studi sistematis dengan aplikasi yang paling banyak diunduh menunjukkan bahwa serangan klon data telah disembunyikan untuk waktu yang lama, dan serangan yang diusulkan merupakan ancaman yang akan segera terjadi.

Eksploitasi terhadap *root* dalam perangkat *mobile* dibahas oleh (H. Zhang, She, & Qian, 2015). Sumbernya dapat berupa kode biner atau kode program. Kode tersebut kode yang dibuat dan diberi ijin oleh menyedia perangkat untuk mengakses *root*. Dengan kode tersebut, aplikasi dapat mengakses *root*. Jika kode tersebut dipakai oleh *malware* akan sangat berbahaya, karena dapat mengambil dan merusak data kredensial. Paper ini membahas cara pencegahannya dengan beberapa cara, salah satunya dengan mengenkripsi data yang akan disimpan di *smartphone*.

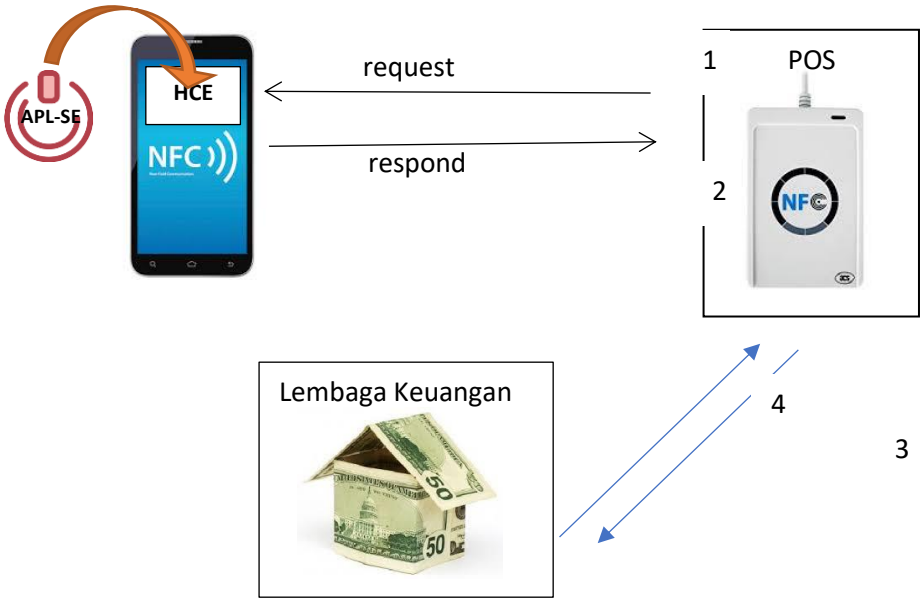
Informasi personal di *smartphone* rawan diretas (Choi, Cho, & Yi, 2015). Jika informasi yang berhubungan dengan akun media sosial diretas, maka peretas dapat masuk ke akun pemilik *smarphone* dan mengambil data-data yang ada di dalam akun tersebut. Penelitian ini mengusulkan solusi kandidat termasuk manajemen kredensial berbasis server, manajemen sesi, kebingungan kode, pemeriksaan integritas kode, dan pengesahan kode untuk mencegah rekayasa balik sederhana dari aplikasi Android. Otentikasi user pada saat pengiriman data dari *smartphone* ke server *cloud* dan sebaliknya, enkripsi yang digunakan adalah RSA dan DES. Otentikasi ini juga mempertimbangkan mobilitas dan memastikan keamanan *smatrphone* dan *cloud*. Gagasan ini disampaikan oleh (Al-Hasan, Deb, & Rahman, 2013).

Sistem MSS yang berdasarkan arsiterktur sistem TSS diperkenalkan oleh (Kim, Jeon, & Kim, 2014). Sistem MSS ini memisahkan domain dalam perangkat seluler menjadi domain normal dan domain aman. Domain aman hanya dapat diakses oleh pengguna dan aplikasi yang berwenang saja. Prosedur transmisi yang dibuat pada penelitian ini menggunakan *Google Cloud Messaging (GCM) service* untuk memberikan *push service* ke pengguna *smartphone*. Aplikasi yang dipasang di smartphone Android digunakan untuk mendeteksi Malware. Mendeteksi malware yang ada di *smartphone* dengan menggunakan aplikasi yang menerapkan *support vector machine* (SVM). Aplikasi ini dapat mendeteksi URL dan app yang tidak aman. Metodologi ini memungkinkan seseorang untuk meningkatkan keamanan framework (Kiran, Reddy, & Sujihelen, 2020).

SecureXTS digunakan untuk memperbaiki *tweak* pada XTS-AES (Q. Zhang et al., 2020). Algoritme enkripsi yang digunakan adalah XTS-AES, sedangkan fungsi derivasi kunci dibuat menggunakan PBKDF2. Secure XTS dapat menghindari serangan CPA dan memberikan kerahasiaan data untuk sistem penyimpanan tanpa memperkenalkan metadata tambahan dan ekstensi perangkat keras. Secure-XTS juga dapat memperbaharui *troughput* menjadi lebih kecil. Sistem ini dapat diterapkan untuk melindungi data sensitif pada perangkap laptop maupun *smartphone*.

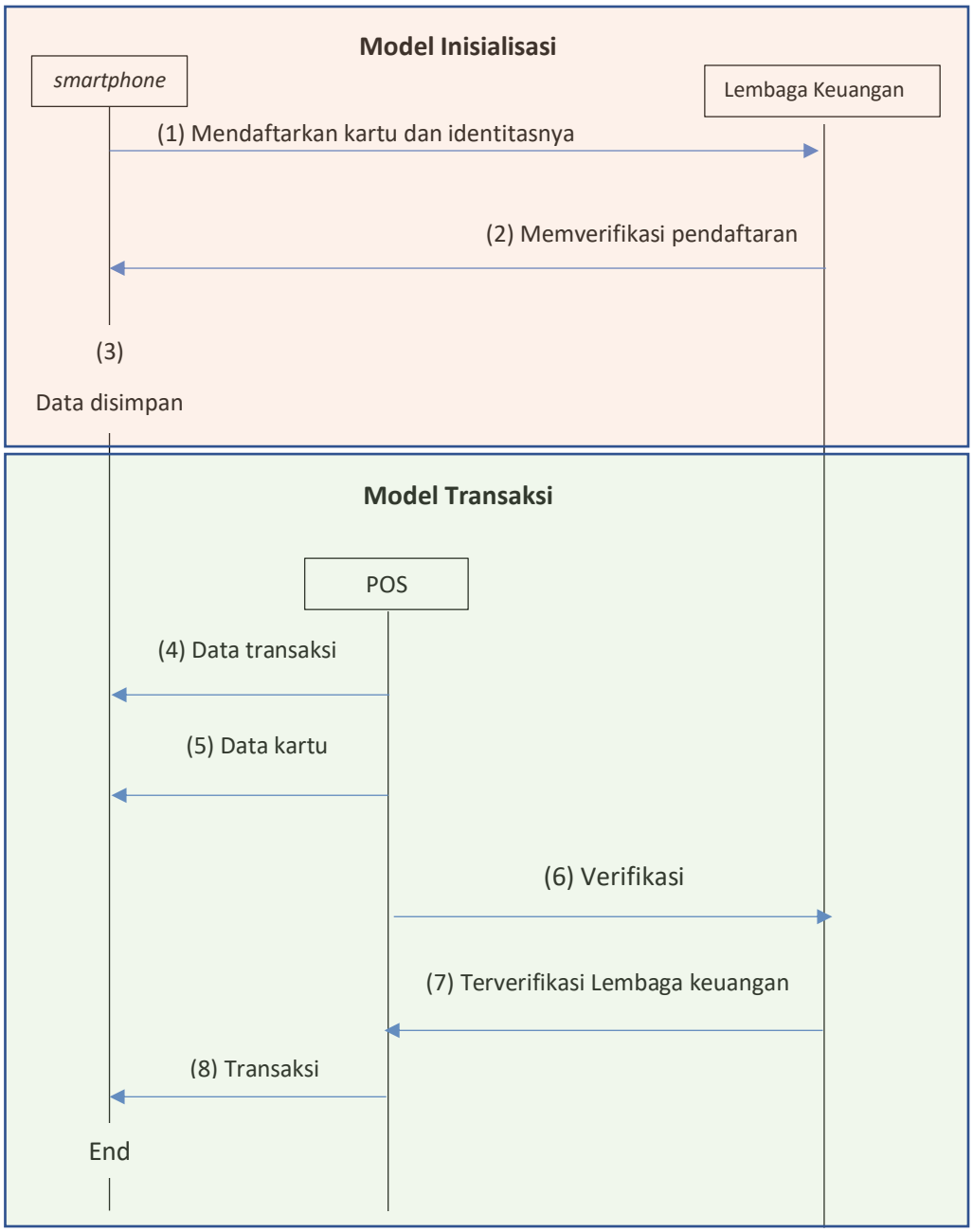
Model Pengamanan Data pada *Smartphone*

Penelitian ini mengusulkan meletakkan sistem keamanan pada ekosistem HCE di dalam *smartphone*. Sistem keamanan yang dibuat dalam bentuk aplikasi (Gambar 1) yang akan memastikan keamanan data dan komunikasi antara *smartphone* dan POS. Sistem keamanan yang dibuat mengacu kepada perangkat keras SE yang berada di dalam kartu SIM pada ekosistem NFC-SIM-SE. Identifikasi elemen dilakukan dengan sintesis antara elemen NFC-SIM-SE dan elemen NFC-HCE di *cloud* menjadi elemen aplikasi. Elemen yang ada pada ekosistem NFC-SIM-SE adalah SE di SIM *smartphone*, NFC di *smartphone*, POS, lembaga keuangan. Elemen yang ada pada ekosistem NFC-HCE adalah SE di cloud, NFC di smartphone, POS dan lembaga keuangan. Elemen yang ada pada kedua ekosistem dianalisis dan kemudian diadaptasi ke aplikasi sistem keamanan yang akan dibuat.



Gambar 1. Rancangan Arsitektur APL-SE (Lucia Nugraheni Harnaningrum et al., 2022)

Data pengguna dan data *smartphone* masuk ke APL-SE, kemudian dienkripsi dan dienkapsulasi. Hasilnya disimpan di dalam *smartphone*. Data tersebut digunakan pada saat pengguna akan melakukan transaksi dengan NFC-HCE (Gambar 1). Data dikirimkan ke POS dalam bentuk terenkapsulasi (1 dan 2, *request-respond*), kemudian POS mendekripsi, melakukan transaksi (3 dan 4, *request-respond*) dan data dihapus dari POS.

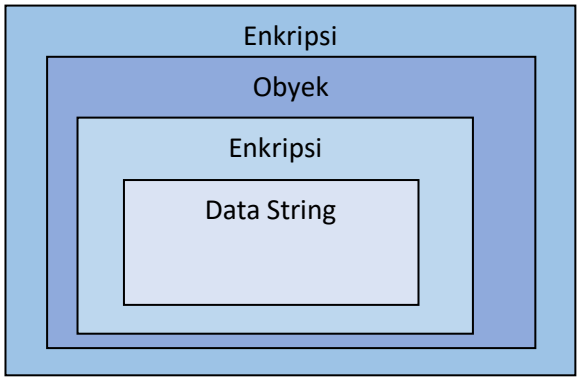


Gambar 2. Gambaran umum model inisialisasi dan transaksi.

Gambaran umum model inisialisasi dan transaksi ditunjukkan pada Gambar 2. Langkah 1-3 adalah model inisialisasi dan langkah 4-8 adalah model transaksi. Model inisialisasi digunakan untuk memastikan data kartu terverifikasi dan tersimpan di smartphone dengan aman. Model transaksi digunakan untuk memastikan transaksi berjalan dengan aman dan terverifikasi lembaga keuangan.

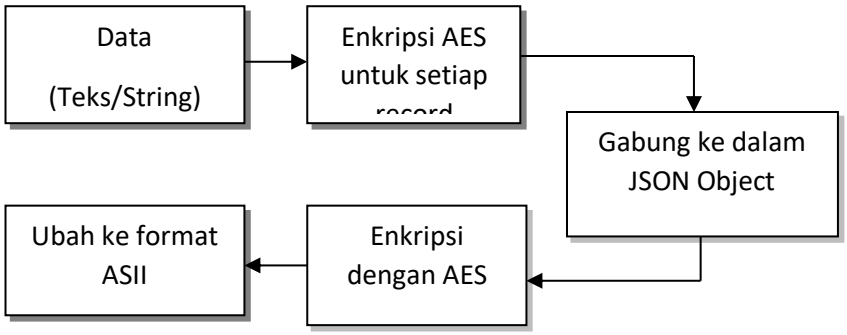
Desain Model Pengamanan Data pada Smartphone.

Data diuji berdasarkan format-format yang sudah ada. Data yang disimpan adalah data yang sudhah dienkripsi. Kemudian diubah ke format penyimpanan. Arsitektur penyimpanan data kredensial di smartphone ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 3. Arsitektur Penyimpanan Data Kredensial di *Smartphone*

Data yang akan disimpan dalam smartphone dienkripsi untuk masing-masing record. Data yang digunakan untuk uji coba ini adalah data pribadi yang terdiri dari nama, alamat dan data pribadi lainnya, termasuk data kartu. Data yang sudah dienkripsi kemudian dimasukkan ke dalam JSON Object. Selanjutnya dimasukkan ke class data dan dienkripsi dengan AES. Hasil enkripsi diubah ke format ASII sebelum disimpan dalam *smartphone*.



Gambar 4. Proses Pengamanan Data sebelum disimpan di *Smartphone*

Proses enkripsi adalah sebagai berikut

a. Record data dienkripsi (data pribadi dapat diperluas sesuai data yang di

   i. $Nama_{Enc}$

   ii. $IdKartu_{Enc}$

iii. $Alamat_{Enc}$

iv. $IdSmartphone_{Enc}$

b. JSONObj(DataPrib) = Enc(Nama) + Enc(IdKartu) + Enc(Alamat) + Enc(IdSmartphone).

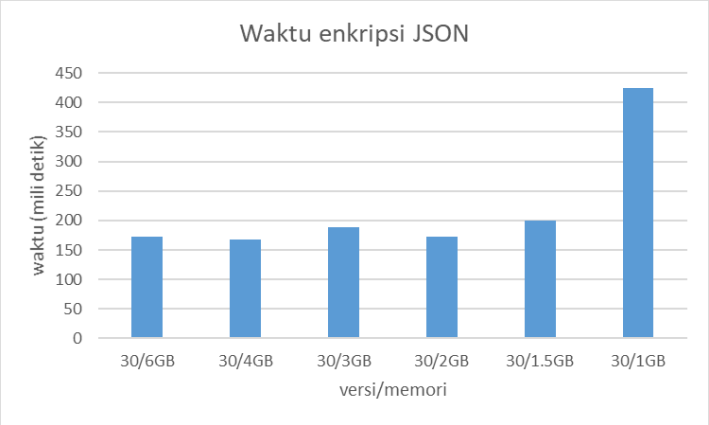
c. EncDataPrib = Enc(JSONPnj(DataPrib))

d. DataSec = ASCII(EncDataPrib)

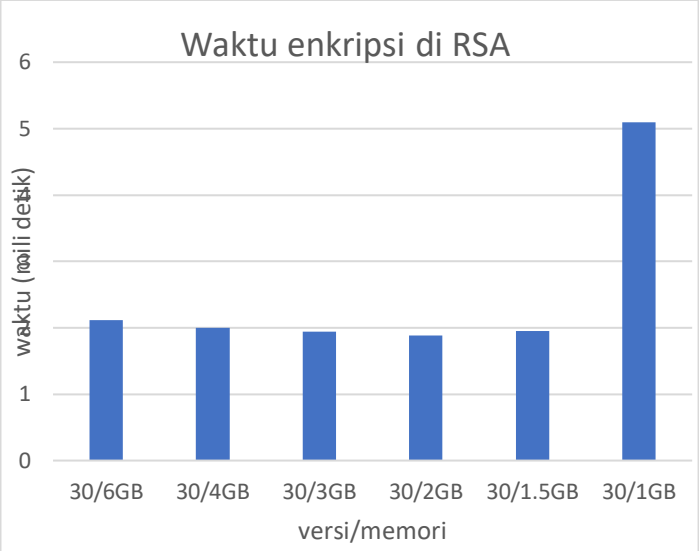
Data uji, selain dienkripsi dengan AES juga dienkripsi dengan RSA. Hasil pengujian kemudian dibandingkan.

Hasil Uji Coba dan Pembahasan.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan *smartphone*. Pengujian dilakukan dengan membuat simulasi input data kredensial dan kemudian dilakukan proses seperti Gambar 4. Waktu yang diperlukan untuk melakukan enkripsi dan menyimpan data, dihitung. Pengukuran waktu menggunakan *library* yang dimiliki oleh android. Hasil penghitungan waktu untuk enkripsi dengan AES dan RSA ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6.

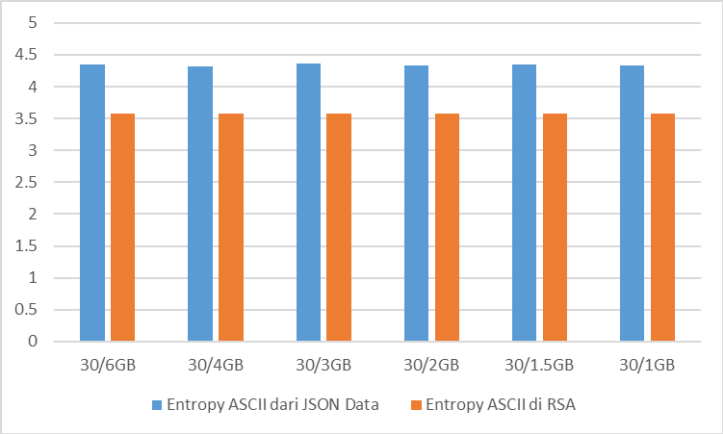


Gambar 5. Waktu Enkripsi Proses Enkripsi dengan AES untuk berbagai Ukuran Memori Smartphone.



Gambar 6. Waktu Enkripsi Proses Enkripsi Data dengan RSA untuk berbagai Ukuran Memori Smartphone.

Waktu yang diperlukan untuk enkripsi secara keseluruhan dapat dilihat bahwa waktu yang diperlukan tidak ada yang lebih dari 1 detik untuk setiap prosesnya. Rata-rata waktu enkripsi AES keseluruhan data adalah 228,88 milidetik, yang berarti < 1 detik. Rata-rata waktu enkripsi RSA keseluruhan data adalah 2,49 milidetik, yang juga berarti < 1 detik. Waktu enkripsi mempengaruhi proses secara keseluruhan karena semakin lama waktu enkripsi, semakin lama juga proses inisialisasi. Semakin lama waktu proses inisialisasi, keamanan semakin rentan.



Gambar 7. Entropy untuk Enkripsi AES dan RSA pada berbagai Ukuran Memori Smartphone.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui beberapa nilai untuk mengukur keamanan data dan transaksi. Keamanan yang diukur adalah ketahanan terhadap serangan yang mungkin terjadi pada saat inisialisasi. Nilai yang diukur adalah nilai

entropi (akan diukur dengan melihat data awal dan kemudian dibandingkan dengan data terenkripsi), kompleksitas algoritma, ketahanan terhadap serangan.

Hasil enkripsi dihitung entropinya, ditunjukkan Gambar 7. Rata-rata entropi untuk enkripsi AES adalah 4,34 dan rata-rata entropi untuk enkrispi RSA adalah 3,58. Hasil tersebut menunjukkan bahwa data hasil enkripsi dinyatakan acak (Stallings, 2014) (Oad, 2021), dengan hasil enkripsi AES lebih tinggi nilainya dari pada enkripsi dengan RSA. Dengan demikian, data akhir yang disimpan dalam smartphone dalam keadaan aman.

Kesimpulan

Pengamanan data menjadi bagian yang sangat penting dewasa ini. Data yang disimpan dengan aman akan meningkatkan kepercayaan pengguna data. Untuk itu, perangkat, aplikasi atau sarana apapun yang digunakan akan dapat digunakan dengan nyaman jika pembuat dapat mengambil kepercayaan pengguna. Penelitian ini membuat model penyimpanan data di smartphone dengan beberapa tahap pengamanan. Data diuji coba pada *smartphone* dengan ukuran memori berbeda-beda untuk mengetahui *usabilitas*. Waktu rata-rata untuk melakukan proses enkrispi metode AES sebesar 228,88 milidetik dan dengan metode RSA sebesar 2,49 milidetik. Sedangkan hasil penghitungan entropi mendapatkan nilai 4,34 untuk metode AES dan nilai 3,58 untuk metode RSA. Hasil tersebut menunjukkan bahwa data hasil enkripsi dinyatakan acak, dengan hasil enkripsi AES lebih tinggi nilainya dari pada enkripsi dengan RSA. Dengan demikian, data akhir yang disimpan dalam *smartphone* dalam keadaan aman.

Daftar Pustaka

Akinyokun, N., & Teague, V. (2017). Security and privacy implications of NFC-enabled contactless payment systems. *ACM International Conference Proceeding Series, Part F1305*. doi:10.1145/3098954.3103161

Akter, S., Chakraborty, T., Khan, T. A., Chellappan, S., & Islam, A. B. M. A. Al. (2017). Can You Get into the Middle of Near Field Communication? *2017 IEEE 42nd Conference on Local Computer Networks (LCN)*, 365–373. doi:10.1109/LCN.2017.39

Akter, S., Chellappan, S., Chakraborty, T., Khan, T. A., Rahman, A., & Alim Al Islam, A. B. M. (2021). Man-in-the-Middle Attack on Contactless Payment over NFC Communications: Design, Implementation, Experiments and Detection. *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing*, *18*(6), 3012–3023. doi:10.1109/TDSC.2020.3030213

Al-fayoumi, M., & Nashwan, S. (2018). Performance Analysis of SAP-NFC Protocol. *International Journal of Communication Networks and Information Security (IJCNIS)*, *10 No 1*(April), 125.

Al-Haj, A., & Al-Tameemi, M. A. (2018). Providing security for NFC-based payment systems using a management authentication server. *2018 4th International Conference on Information Management, ICIM 2018*, 184–187. doi:10.1109/INFOMAN.2018.8392832

Al-Hasan, M., Deb, K., & Rahman, M. O. (2013). User-authentication approach for data security between smartphone and cloud. *8th International Forum on Strategic Technology 2013, IFOST 2013 - Proceedings*, *2*, 2–6. doi:10.1109/IFOST.2013.6616855

Alattar, M., & Achemlal, M. (2014). Host-based card emulation: Development, security, and ecosystem impact analysis. *Proceedings - 16th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications, HPCC 2014, 11th IEEE International Conference on Embedded Software and Systems, ICESS 2014 and 6th International Symposium on Cyberspace Safety and Security*, 506–509. doi:10.1109/HPCC.2014.85

Asaduzzaman, A., Mazumder, S., & Salinas, S. (2017). A Security-Aware Near Field Communication Architecture. *2017 International Conference on Networking, Systems and Security (NSysS)*, (January).

Badra, M., & Badra, R. B. (2016). A Lightweight Security Protocol for NFC-based Mobile Payments. *Procedia Computer Science*, *83*(Ant), 705–711. doi:10.1016/j.procs.2016.04.156

Cavdar, D., & Tomur, E. (2015). A practical NFC relay attack on mobile devices using card emulation mode. *2015 38th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2015 - Proceedings*, (May), 1308–1312. doi:10.1109/MIPRO.2015.7160477

Chattha, N. A. (2014). NFC - Vulnerabilities and Defense. *2014 Conference on Information Assurance and Cyber Security (CIACS) NFC*, (1), 35–38.

Chen, C. H., Lin, I. C., & Yang, C. C. (2014). NFC attacks analysis and survey. *Proceedings - 2014 8th International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing, IMIS 2014*, 458–462. doi:10.1109/IMIS.2014.66

Cho, J., Kim, D., & Kim, H. (2018). User Credential Cloning Attacks in Android Applications: Exploiting Automatic Login on Android Apps and Mitigating Strategies. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, *7*(3), 48–55. doi:10.1109/MCE.2018.2797618

Choi, J., Cho, H., & Yi, J. H. (2015). Personal information leaks with automatic login in mobile social network services. *Entropy*, *17*(6), 3947–3962. doi:10.3390/e17063947

Dang, F., Zhai, E., Li, Z., Zhou, P., Mohaisen, A., Bian, K., … Li, M. (2019). Pricing Data Tampering in Automated Fare Collection with NFC-Equipped Smartphones. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, *18*(5), 1159–1173. doi:10.1109/TMC.2018.2853114

Dang, F., Zhou, P., Li, Z., & Liu, Y. (2017). NFC-enabled attack on cyber physical systems: A practical case study. *2017 IEEE Conference on Computer Communications Workshops, INFOCOM WKSHPS 2017*, 289–294. doi:10.1109/INFCOMW.2017.8116391

Dang, F., Zhou, P., Li, Z., Zhai, E., Mohaisen, A., Wen, Q., & Li, M. (2017). Large-scale invisible attack on AFC systems with NFC-equipped smartphones. *Proceedings - IEEE INFOCOM*. doi:10.1109/INFOCOM.2017.8057219

Delac, G., Silic, M., & Krolo, J. (2011). Emerging security threats for mobile platforms. *MIPRO 2011 - 34th International Convention on Information*

and Communication Technology, Electronics and Microelectronics - Proceedings, 1468–1473.

El Madhoun, N., Bertin, E., & Pujolle, G. (2018). For Small Merchants: A Secure Smartphone-Based Architecture to Process and Accept NFC Payments. *Proceedings - 17th IEEE International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications and 12th IEEE International Conference on Big Data Science and Engineering, Trustcom/BigDataSE 2018*, 403–411. doi:10.1109/TrustCom/BigDataSE.2018.00067

Fahrianto, F., Lubis, M. F., & Fiade, A. (2016). Denial-of-Service attack Possibilities on NFC Technology. *2016 4th International Conference on Cyber and IT Service Management*, (April). doi:10.1109/CITSM.2016.7577582

Fan, K., Song, P., & Yang, Y. (2017). ULMAP : Ultralightweight NFC Mutual Authentication Protocol with Pseudonyms in the Tag for IoT in 5G. *Mobile Information Systems*, *2017*(April).

Grønli, T. M., Pourghomi, P., & Ghinea, G. (2015). Towards NFC payments using a lightweight architecture for the Web of Things. *Computing*, *97*(10), 985–999. doi:10.1007/s00607-014-0397-6

Harnaningrum, L. N., Ashari, A., & Putra, A. E. (2021). SECURE INITIALIZATION MODEL IMPROVEMENT for NFC-HCE SECURITY in MOBILE PAYMENT SYSTEM. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, *99*(24), 6139–6151.

Harnaningrum, Lucia Nugraheni, Ashari, A., & Putra, A. E. (2022). Mobile Payment Transaction Model with Robust Security in the NFC-HCE Ecosystem with Secure Elements on Smartphones. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, *13*(8), 160–168. doi:10.14569/IJACSA.2022.0130819

Kim, G., Jeon, Y., & Kim, J. (2014). A secure message service using the secure domain of a mobile security solution. *International Conference on ICT Convergence*, 619–620. doi:10.1109/ICTC.2014.6983230

Kiran, P. M., Reddy, P. N., & Sujihelen, L. (2020). Malware Detection in Smartphone Using SVM. *Proceedings of the 4th International Conference on Trends in Electronics and Informatics, ICOEI 2020*, (Icoei), 344–347. doi:10.1109/ICOEI48184.2020.9142880

Luo, J. N., & Yang, M. H. (2019). EMV-compatible offline mobile payment protocol with mutual authentication. *Sensors (Switzerland)*, *19*(21), 1–24. doi:10.3390/s19214611

Luo, J. N., Yang, M. H., & Huang, S. Y. (2016). An Unlinkable Anonymous Payment Scheme based on near field communication. *Computers and Electrical Engineering*, *49*, 198–206. doi:10.1016/j.compeleceng.2015.08.007

Madhoun, N. El, Bertin, E., & Pujolle, G. (2018). An overview of the EMV protocol and its security vulnerabilities. *2018 4th International Conference on Mobile and Secure Services, MOBISECSERV 2018*, *2018-Febru*(February), 1–5. doi:10.1109/MOBISECSERV.2018.8311444

Madhoun, N. El, Bertin, E., & Pujolle, G. (2019). The EMV Payment System: Is It Reliable? *2019 3rd Cyber Security in Networking Conference, CSNet 2019*, (2), 80–85. doi:10.1109/CSNet47905.2019.9108846

Mahansaria, D., & Roy, U. K. (2019). Secure authentication for ATM transactions using NFC technology. *Proceedings - International Carnahan Conference on Security Technology*, *2019-Octob*, 1–5. doi:10.1109/CCST.2019.8888427

Oad, K. (2021). Reduce the Complexity of Big Number Factoring for RSA Breaking Reduce the Complexity of Big Number Factoring for RSA Breaking By Kanwal Oad Submitted in partial fulfillment of the requirements for the thesis , Master of Applied Computer Science in the " H, (October).

Pannifer, S., Clark, D., & Birch, D. (2014). HCE and SIM secure element : It’s not black and white, 1–12.

Pourghomi, P., Abi-char, P. E., & Ghinea, G. (2015). Towards a mobile payment market: A Comparative Analysis of Host Card Emulation and Secure Element. *International Journal of Computer Science and Information Security (IJCSIS)*, *13*(12), 156–164.

Pourghomi, P., Saeed, M. Q., & Ghinea, G. (2013). A Proposed NFC Payment Application. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, *4*. *No. 8*(December), 173–181. doi:10.14569/IJACSA.2013.040824

Pourghomi, P., Seker, S. E., Ghinea, G., & Masri, W. (2016). Java Implementation of a Cloud-based SIM Secure Element NFC Payment Protocol. *International Journal of Security and Its Applications*, *10*(12), 261–282. doi:10.14257/ijsia.2016.10.12.21

Sethia, D., Gupta, D., & Saran, H. (2018). NFC Secure Element-Based Mutual Authentication and Attestation for IoT Access. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, *64*(4), 470–479. doi:10.1109/TCE.2018.2873181

Song, W., Jiang, M., Yan, H., Xiang, Y., Chen, Y., Luo, Y., … Peng, G. (2020). Android Data-Clone Attack via Operating System Customization. *IEEE Access*, *8*, 199733–199746. doi:10.1109/access.2020.3035089

Stallings, W. (2014). *Cryptography and Network Security: Principles and Practice, International Edition: Principles and Practice*. Retrieved from https://books.google.com/books?id=q_6pBwAAQBAJ&pgis=1

Urien, P., & Piramuthu, S. (2013). Framework and Authentication Protocols for Smartphone , NFC , and RFID in Retail Transactions, 77–82.

Wenxing, O., Lei, W., Yu, Z., & Changhong, Y. (2015). Research on Anti-eavesdropping Communication Mechanism for NFC. *Proceedings - 2015 7th International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation, ICMTMA 2015*, 839–841. doi:10.1109/ICMTMA.2015.206

Zhang, H., She, D., & Qian, Z. (2015). Android root and its providers: A double-edged sword. *Proceedings of the ACM Conference on Computer and Communications Security*, *2015-Octob*, 1093–1104. doi:10.1145/2810103.2813714

Zhang, Q., Jia, S., He, J., Zhao, X., Xia, L., Niu, Y., & Jing, J. (2020). Ensuring Data Confidentiality with a Secure XTS-AES Design in Flash Translation Layer. *2020 IEEE 5th International Conference on Cloud Computing and Big Data Analytics, ICCCBDA 2020*, 289–294. doi:10.1109/ICCCBDA49378.2020.9095700

PELUANG PENELITIAN VIRTUAL REALITY PADA PEMBELAJARAN BAHASA INDONESIA: SEBUAH *LITERATURE REVIEW*

A. Aswan
Program Magister Pendidikan Bahasa Indonesia
Universitas Negeri Malang
Surel: aswan.2202118@students.um.ac.id

Abstrak

Virtual reality (VR) dikenal sebagai teknologi yang dapat memberi kesempatan bagi seseorang yang menggunakannya untuk melihat dan merasakan lingkungan yang didesain secara virtual tetapi seolah-olah nyata. Keunggulan VR adalah merangsang indra perasa seperti penglihatan, pendengaran, dan sentuhan dalam konteks 3D. Hal ini menarik perhatikan penulis untuk melihat perkembangan penelitian VR dalam pembelajaran bahasa Indonesia yang berimplikasi pada peluang-peluang baru yang dapat dikembangkan untuk penelitian lanjutan. Metode yang digunakan dalam kajian ini adalah studi literatur (*literature review*). Metode ini dilakukan dengan mengumpulkan lima artikel ilmiah pada jurnal dan artikel prosiding berbahasa Indonesia yang diperoleh dari *database* Google Scholar. Peneliti meninjau artikel ilmiah dengan kata kunci virtual reality, media virtual reality, pembelajaran bahasa Indonesia, dan VR. Adapun rentang tahun antara 2019—2022. Ditemukan dari lima artikel yang dianalisis, penelitian virtual reality masih pada tataran menulis dan berbicara dalam konteks subjek siswa SMP, SMA, dan BIPA. Asumsi peneliti, penelitian virtual reality pada pembelajaran bahasa Indonesia memiliki peluang yang sangat besar di Indonesia. Simpulan yang dapat diambil adalah media virtual reality berpotensi menjadi topik penelitian di masa depan.

Kata kunci: penelitian virtual reality, pembelajaran bahasa Indonesia, VR

VIRTUAL REALITY RESEARCH OPPORTUNITIES IN INDONESIAN LEARNING: A LITERATURE REVIEW

A. Aswan
Program Magister Pendidikan Bahasa Indonesia
Universitas Negeri Malang
Surel: aswan.2202118@students.um.ac.id

Abstract

Virtual reality (VR) is known as a technology that can provide an opportunity for someone who uses it to see and feel an environment designed virtually but as if it were real. The advantage of VR is that it stimulates the senses such as sight, hearing and touch in a 3D context. This is interesting for the author's attention to see the development of VR research in Indonesian language learning which has implications for new opportunities that can be developed for further research. The

method used in this study is a literature review. This method is carried out by collecting five scientific articles in Indonesian language journals and proceedings articles obtained from the Google Scholar database. Researchers reviewed scientific articles with the keywords virtual reality, virtual reality media, Indonesian language learning, and VR. The year range is between 2019-2022. It was found that from the five articles analyzed, virtual reality research was still at the level of writing and speaking in the context of the subject of junior high school, high school and BIPA students. The researcher's assumption is that virtual reality research on Indonesian language learning has enormous opportunities in Indonesia. The conclusion that can be drawn is that virtual reality media has the potential to become a research topic in the future.

Keywords: *Keywords: virtual reality research, Indonesian language learning, VR*

Pendahuluan

Dewasa ini, virtual reality (VR) merupakan teknologi yang populer di dunia teknologi dan infomasi. Teknologi ini bisa mensimulasikan suatu proses, kejadian, dan keadaan pada lingkungan virtual (Sinambela, dkk., 2018). Menurut Neelakantam dan Pant (2017) virtual reality adalah kumpulan dari perangkat keras yang dikombinasikan dan digunakan untuk menciptakan simulasi tentang lingkungan. Lingkungan yang diciptakan merupakan replika dari lingkungan nyata dengan pengaturan tiga dimensi, gambar, dan suara. Hal ini sejalan dengan asumsi dari Villena-Taranilla (2022) bahwa virtual reality umumnya dianggap sebagai teknologi yang menginduksi perendaman virtual dalam dunia digital melalui penggunaan simulasi grafis terkomputerisasi yang memungkinkan pengguna untuk membenamkan diri mereka sendiri dalam dunia tiga dimensi interaktif yang penuh dengan berbagai sensorik dan pengalaman emosional. Sederhananya, virtual reality ini merupakan kecangihan teknologi karena menciptakan visual melalui sebuah perangkat yang memungkingkan pengguna merasakan seperti berada di dunia nyata.

Berdasarkan definisi yang lebih spesifik, virtual reality disebut sebagai lingkungan digital yang diwujudkan oleh komputer sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan lingkungan yang seolah-olah nyata (Jerald, 2016). Virtual reality ini memungkinkan pengguna merasakan dunia buatan. Dunia ini bisa sepenuhnya imajiner atau hanya reproduksi dari dunia nyata. Pengalaman tersebut dapat berupa visual, auditori, dan terkadang juga *haptic*. Perendaman ini dilakukan dengan menggunakan headset realitas virtual yang menempatkan 3D stereoskopik sistem tampilan di depan mata (di hidung). Beberapa model dilengkapi dengan sensor yang mendeteksi pelacakan kepala untuk memungkinkan pengguna merasakan dunia maya seolah-olah realitis (Elmqaddem, 2019).

Teknologi virtual reality telah banyak diterapkan di beberapa sektor industri seperti hiburan, kedokteran, pendidikan, penerbangan, arsitek, militer, dan lain sebagainya. Virtual reality sangat membantu dalam mensimulasikan sesuatu yang sulit untuk dihadirkan secara langsung dalam dunia nyata. Sebagai contoh di bidang militer, alih-alih menerjunkan langsung para tentara ke medan perang sebagai latihan, virtual reality dapat menghadirkan simulasi perang secara virtual. Para tentara bisa merasakan sensasi berada di medan perang secara nyata tanpa harus terjun langsung di medan perang nyata. Tentunya ini bisa lebih praktis dan lebih ekonomis (Jamil, 2018).

Dalam konteks pendidikan, virtual reality dapat berfungsi untuk mendapatkan pengetahuan praktis yang dapat digunakan dalam praktik klinis (Larchenko & Barynikova, 2021). Penelitian virtual reality dalam bidang pendidikan (di luar pembelajaran bahasa Indonesia) berkembang sangat pesat. Penelitian Dewi (2020) memanfaatkan virtual reality untuk meningkatkan hasil belajar IPA siswa SD. Atmojo, dkk., (2022) dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa virtual reality dapat digunakan pada pembelajaran seni budaya. Selain itu, Martono (2019) dalam penelitiannya menggunakan virtual reality sebagai media pembelajaran anak pengidap autisme. Berbeda yang lakukan oleh Musril (2020), virtual reality digunakan sebagai media pembelajaran perakitan komputer. Adapun Sukaryawan dan Sugihartini (2019) meneliti penggunaan media virtual reality terhadap hasil belajar anak TK. Penelitian lain yang ditemukan adalah dalam konteks pendidikan agama yang dilakukan oleh Dayat dkk., (2019) dengan mengembangkan rancang bangun simulasi edukasi tata cara sholat 5 waktu dan pengenalan huruf hijaiyah berbasis virtual reality (VR). Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan hasil yang positif dalam pembelajaran.

Berlandaskan pada konsep virtual reality yang bermanfaat dalam berbagai bidang, maka kajian literatur *literature review* berkaitan dengan perkembangan penelitian virtual reality dalam pembelajaran bahasa Indonesia sangat menarik untuk dilakukan. Dari artikel ini, fokus penulis adalah: (1) mendeskripsikan penggunaan virtual reality dalam pembelajaran bahasa Indonesia dari perspektif perkembangan penelitian di Indonesia; dan (2) mendeskripsikan peluang penelitian virtual reality pada pembelajaran bahasa Indonesia. Hasil yang diharapkan dari kajian ini adalah penulis dapat memunculkan asumsi berkaitan peluang penelitian virtual reality dalam pembelajaran bahasa Indonesia di masa depan. Penulisan artikel ini penting untuk dilakukan mengingat perkembangan teknologi yang sangat masif. Senada dengan hal tersebut, Karundeng dkk. (2021) mengungkapkan bahwa pemanfaatan teknologi dapat mendukung proses pembelajaran dan sangat membantu membangun atensi belajar siswa sehingga hasil belajar menjadi semakin baik. Adapun dari segi fungsinya dikatakan bahwa virtual reality merupakan alternatif media yang menjanjikan dalam proses pembelajaran (Saepuloh dan Salsabila, 2022).

Metode

Metode yang digunakan dalam artikel ini adalah metode *literature review* atau studi pustaka. Kajian pustaka ini digunakan untuk mengungkapkan berbagai konsep teori atau temuan-temua terdahulu berkaitan dengan hal yang diteliti sebagai bahan referensi penelitian. Metode ini dilakukan dengan mengumpulkan artikel ilmiah berjumlah lima pada jurnal dan artikel prosiding berbahasa Indonesia yang diperoleh dari *database* Google Scholar. Peneliti meninjau artikel ilmiah dengan kata kunci virtual reality, media virtual reality, pembelajaran bahasa Indonesia, dan VR. Adapun kriteria artikel ilmiah yang dianalisis adalah penggunaan virtual reality pada pembelajaran bahasa Indonesia yang diterbitkan dalam jurnal dan prosiding. Adapun rentang tahun antara 2019—2022.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penulisan artikel ini adalah: (1) menentukan masalah kajian; (2) mencari artikel ilmiah di Google Scholar dengan kata kunci yang telah ditetapkan; (3) mengidentifikasi artikel ilmiah dengan

mencocokkan abstrak dengan tujuan telaah literatur agar tidak terjadi kekeliruan pembahasan; (4) membaca artikel ilmiah secara lengkap untuk menggali informasi lebih dalam; (5) menganalisis artikel ilmiah penelitian virtual reality pada pembelajaran bahasa Indonesia; (5) menganalisis peluang penelitian virtual reality pada pembelajaran bahasa Indonesia; dan (6) membuat simpulan yang sesuai dengan hasil dan pembahasan.

Hasil dan Pembahasan

Perkembangan Penelitian Virtual Reality pada Pembelajaran Bahasa Indonesia

Dari lima artikel ilmiah yang analisis, ditemukan bahwa virtual reality digunakan sebagai media pembelajaran bahasa Indonesia pada jenjang SMP, SMA, dan BIPA. Penelitian yang dilakukan cenderung menggunakan virtual reality sebagai media pembelajaran untuk keterampilan menulis dan berbicara. Dapat dikatakan juga bahwa penelitian virtual reality cenderung rendah pada pembelajaran bahasa Indonesia. Terdapat lima artikel ilmiah jurnal dan prosiding yang membahas virtual reality dalam pembelajaran bahasa Indonesia yang dirincikan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Perkembangan Penelitian Virtual Reality pada Pembelajaran Bahasa Indonesia

Nama Penulis dan Tahun	Judul	Jenis Artikel	Tujuan Penelitian
Sudana dkk. (2019)	Media Virtual Reality Desa Wisata untuk Pembelajaran BIPA: Apa dan Bagaimana?	Artikel Prosiding	Bertujuan untuk memperoleh deskripsi pemanfaatan media VR dalam pembelajaran BIPA. Hasil dan pembahasan menunjukkan edukasi pemanfaatan VR di desa wisata Kecamatan Ibun terlaksana sesuai rencana.
Ningsih dan Firmansyah (2020)	Pemanfaatan Virtual Reality pada Pembelajaran Menulis Teks Tanggapan	Artikel Prosiding	Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan pemanfaatan VR (virtual reality) pada pembelajaran menulis teks tanggapan deskriptif di SMP Muhammadiyah Cianjur, dan yang menjadi sumber datanya adalah siswa kelas IX A.

Wiradhika dkk. (2020)	Pemanfaatan Teknologi Virtual Reality untuk Meningkatkan Kemampuan Menulis Siswa	Artikel Prosiding	Bertujuan untuk melihat pemanfaatan media teknologi Virtual Reality atau VR sebagai media pembelajaran pada proses pembelajaran bahasa Indonesia.
Dellia dan Amil (2021)	Pengembangan Media Virtual Reality tentang Perkapalan dan Strategi Peperangan Laut dalam Cerita Rakyat Jokotole pada Pelajaran Bahasa Indonesiadi SMP Negeri 1 Pasean Pamekasan	Artikel Jurnal	Penelitian ini bertujuan mengembangan media pembelajaran bahasa, sastra, dan pengajarannya berbasis virtual reality untuk keterampilan menulis dengan tujuan memudahkan proses pembelajaran sastra. Uji coba dilaksanakan di SMP Negeri 1 Pasean Pamekasan
Hayashi, dkk. (2022)	Analisis Kemampuan Dialog Siswa dalam Bermain Peran dengan Menggunakan Media Virtual Reality di Kelas XI IPS 1 dan XI IPS 2 SMA Negeri 1 Tambelang	Artikel Jurnal	Tujuan penelitian adalah untuk mendeskripsikan kemampuan dialog siswa dalam bermain peran dengan menggunakan media virtual reality Subjek penelitian yakni siswa kelas XI IPS 1 dan XI IPS 2 SMA Negeri 1 Tambelang.

Penelitian yang dilakukan oleh Rahmah dkk. (2019) dengan judul “Media Virtual Reality Desa Wisata untuk Pembelajaran BIPA: Apa dan Bagaimana?”. Penelitian ini adalah penelitian konseptual yang mengajukan gagasan bahwa virtual reality dapat digunakan sebagai media pembelajaran bahasa Indonesia khususnya pada pembelajaran asing. Promosi wisata berupa virtual ini bukan hanya dapat dijadikan sebagai upaya memperkenalkan desa kepada para wisatawan, melainkan juga dapat dijadikan sebagai media pembelajaran Bahasa Indonesia bagi Penutur Asing (BIPA). Media virtual reality desa wisata dapat dipergunakan untuk memperkenalkan kebudayaan khas dan berbagai kegiatan tradisional, maupun berbagai objek wisata pada para pembelajar BIPA. Media ini dapat memanifestasikan berbagai lingkungan realitas ke dalam lingkungan maya

sehingga para pembelajar dapat merasakan seolah-olah berada pada tempat wisata tersebut sekalipun dengan interaksi yang terbatas.

Ningsih dan Firmansyah (2020) dalam penelitiannya yang berjudul “Pemanfaatan Virtual Reality pada Pembelajaran Menulis Teks Tanggapan” memanfaatkan virtual reality sebagai media dalam pembelajaran bahasa Indonesia untuk keterampilan menulis. Pelaksanaan kegiatan pembelajaran dilakukan melalui virtual reality dengan Youtube dan Google Expeditions sebagai media. Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan bahwa pemelajar memberikan respons yang sangat positif berkaitan dengan penggunaan virtual reality pada pembelajaran menulis teks tanggapan.

Penelitian berjudul “Pemanfaatan Teknologi Virtual Reality untuk Meningkatkan Kemampuan Menulis Siswa” diteliti oleh Wiradhika dkk. (2020). Penelitian ini menunjukkan hasil yang positif. Hasil dan temuan menunjukkan bahwa media virtual reality ini bermanfaat, efektif, dan efisien untuk meningkatkan minat dan hasil belajar siswa pada pembelajaran bahasa Indonesia untuk keterampilan menulis. Dikatakan juga bahwa interaksi langsung yang dapat dilakukan oleh siswa secara nyata melalui media virtual reality. Hal tersebut disebabkan media virtual reality melibatkan emosi dan fisik siswa saat menggunakan media virtual reality, sehingga mewujudkan pengalaman menarik bagi siswa. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa minat belajar siswa harusnya sejalan dengan perkembangan zaman.

Berbeda yang dilakukan oleh Dellia dan Amil (2021), penelitian dengan judul “Pengembangan Media Virtual Reality tentang Perkapalan dan Strategi Peperangan Laut dalam Cerita Rakyat Jokotole pada Pelajaran Bahasa Indonesia di SMP Negeri 1 Pasean Pamekasan” adalah penelitian pengembangan media virtual reality untuk pembelajaran bahasa Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyusunan media bersumber dari Lagenda Jokotol dengan lima episode kejadia. Adapun proses pembelajaran menggunakan virtual reality dapat menstimulus keaktifan siswa karena media yang digunakan sangat atraktif. Penelitian menunjukkan bahwa virtual reality dapat dijadikan alternatif pembelajaran bahasa dan sastra di sekolah.

Penelitian yang dilakukan oleh Hayashi, dkk. (2022) berjudul “Analisis Kemampuan Dialog Siswa dalam Bermain Peran dengan Menggunakan Media Virtual Reality di Kelas XI IPS 1 dan XI IPS 2 SMA Negeri 1 Tambelang” mengungkapkan beberapa hal. *Pertama*, penggunaan media virtual reality merupakan media yang dapat mendorong siswa bermain peran dan kemampuan siswa mendalami karakter tokoh sangat baik. *Kedua*, media virtual reality mendorong kemampuan siswa dalam berdialog sangat baik berdasarkan aspek penilaian kebahasaan pelafalan, kosakata, dan struktur kalimat. *Ketiga*, aspek nonkebahasaannya, siswa memiliki kemampuan berdialog sangat baik pada materi, gaya, dan kelancaran dialog. *Keempat*, siswa menyukai pembelajaran bermain peran menggunakan media virtual reality.

Berdasarkan pembahasa ini, ditemukan bahwa penggunaan media virtual reality pada pembelajaran bahasa Indonesia secara spesifik dalam keterampilan menulis menunjukkan hal yang positif. Hal ini disebabkan penggunaan media virtual reality yang melibatkan siswa ke dalam dunia imajinasi seolah-olah menjadi nyata. Namun, terdapat beberapa kekurangan yang dapat diambil pada penelitian terdahulu.

Peluang Penelitian Virtual Reality pada Pembelajaran Bahasa Indonesia

Hasil analisis pada lima artikel ilmiah, ditemukan bahwa penelitian virtual reality pada pembelajaran bahasa Indonesia memiliki peluang yang sangat besar. Dari lima artikel ilmiah tersebut, media virtual reality baru dimanfaatkan pada pembelajaran bahasa Indonesia dalam keterampilan menulis dan berbicara. Adapun subjek penelitian masih berada pada jenjang SMP, SMA, dan Bahasa Indonesia bagi Penutur Asing. Penulis berasumsi bahwa peluang penelitan virtual reality di Indonesia memiliki peluang yang sangat besar dilakukan pada pembelajaran bahasa Indonesia dalam keterampilan membaca, menulis, menyimak, dan berbicara.

Virtual reality dapat digunakan pada pembelajaran membaca. Pilgrim dan Jodi (2016) mengungkapkan bahwa virtual reality dapat dijadikan media untuk pembelajaran literasi di kelas. Penggunaan alat teknologi seperti Google Street view, Google Expedition, dan kacamata 3D memberikan alternatif bagi guru untuk melibatkan siswa dengan konten berbasis virtual reality. Guru dapat memanfaatkan virtual reality dalam pembelajaran membaca dengan memberikan cara yang terjangkau untuk mendukung siswa melalui *scaffolding* visual dan pengalaman. Berdasarkan konsep tersebut, dapat dijadikan inspirasi penelitian dalam pembelajaran bahasa Indonesia khususnya pada keterampilan membaca.

Virtual reality juga dapat digunakan pada pembelajaran menulis. Asumsi ini dapat menjadi pertimbangan penelitian di masa depan. Di luar penelitian pembelajaran bahasa Indonesia, Penelitian Huang, dkk. (2019) menjelaskan bahwa kegiatan pembelajaran bahasa tradisional, biasanya tidak ada kesempatan bagi siswa untuk memiliki perasaan yang mendalam tentang konteks suatu topik. Ini biasanya menghasilkan motivasi belajar yang rendah dan ekspresi yang terbatas selama proses penulisan. Dengan demikian, virtual reality dapat dijadikan solusi dan alternatif untuk menstimulus siswa memiliki pengalaman dan persepsi yang mendalam dan untuk memfasilitasi keefektifan belajar mereka. Temuan menunjukkan bahwa pendekatan menulis menggunakan media virtual reality yang diusulkan dapat meningkatkan kinerja menulis siswa dalam hal isi dan penampilan serta kecenderungan kreativitas dan efikasi diri menulis mereka, sementara juga mengurangi beban kognitif mereka.

Pada pembelajaran menyimak, virtual reality dapat dijadikan media pembelajaran yang menarik. Tai dan Cheng (2021) mengungkapkan bahwa pemahaman dan retensi mendengarkan pada siswa dengan menggunakan virtual reality cenderung lebih baik dibanding dengan mendengarkan secara tradisional. Ditemukan juga bahwa penggunaan virtual reality dalam pembelajaran menyimak melibatkan siswa ke dalam lingkungan virtual yang interaktif dan imersif sehingga menciptakan pembelajaran yang menyenangkan dan otentik. Selanjutnya, kehadiran virtual reality mencegah kelebihan kognitif, mengurangi kecemasan, dan dengan demikian membantu pemahaman. Penelitian tesebut dapat diadaptasi bagi peneliti Indonesia yang akan melakukan penelitian virtual reality pada pembelajaran menyimak.

Penggunaan virtual reality dapat dijadikan media pada pembelajaran berbicara di Indonesia. Penelitian tentang virtual reality dalam tataran keterampilan berbicara berkembang sangat pesat. Misalnya, penelitian Sülter dkk. (2022) mengungkapkan bahwa virtual reality dapat dijadikan media yang menjanjikan zaman ini. Dikatakan bahwa media virtual reality dapat mengurangi kecemasan berbicara di depan umum. Virtual reality dapat menjadi media yang menjanjikan untuk dikembangkan

lebih lanjut karena memiliki potensi sebagai alat pendidikan untuk praktik berbicara dan dengan demikian mengurangi kecemasan berbicara di depan umum. Lebih penting lagi, ini memiliki potensi untuk mencegah berkembangnya kecemasan berbicara di depan umum.

Perkembangan media pembelajaran bahasa berbasis teknologi menjadi perhatian para peneliti di dunia saat ini. Salah satu bentuk wujud teknologi yang mendapat atensi saat ini adalah virtual reality. Keunggulan media ini mampu menghadirkan lingkungan tiga dimensi yang dapat melibatkan pengguna berinteraksi dalam ruang 360o. Konsep ini dapat menjadi peluang penelitian di Indonesia dalam pembelajaran bahasa Indonesia karena dapat menciptakan pembelajaran yang tidak terbatas oleh ruang dan waktu. Secara spesifik, penelitian tentang media virtual reality ini dapat digunakan pada pembelajaran bahasa Indonesia dalam tataran keterampilan menyimak, membaca, menulis, dan berbicara.

Kesimpulan

Simpulan yang dapat ditemukan pada kajian ini adalah penggunaan virtual reality sebagai media pembelajaran bahasa Indonesia masih terbatas. Dari database Google Scholar yang ditemukan, sejauh ini masih ada lima artikel yang membahas penggunaan virtual reality dalam pembelajaran bahasa Indonesia khususnya pada tataran keterampilan menulis dan berbicara. Dalam konteks pemelajar, penelitian yang ada masih pada jenjang SMP, SMA, dan BIPA. Hasil temuan ini menunjukkan peluang yang sangat besar bagi peneliti selanjutnya untuk mengembangkan atau meneliti virtual reality pada pembelajaran bahasa Indonesia khususnya pada tataran keterampilan membaca, menyimak, menulis, dan berbicara.

Daftar Pustaka

Atmojo, W. T., Suroso, P., & Rahmah, S. (2022). Pembelajaran seni budaya dengan menggunakan media virtual reality (VR) pada tingkat satuan sma berbasis *local wisdom* Sumatera Utara. *Gondang: Jurnal Seni dan Budaya*, *6*(1), 182—187.

Dellia, P., & Amil, A. J. U. (2021). Pengembangan media virtual reality tentang perkapalan dan strategi peperangan laut dalam cerita rakyat jokotole pada pelajaran bahasa Indonesia di SMP Negeri 1 Pasean Pamekasan. *Jurnal Ilmiah Edutic: Pendidikan dan Informatika*, *7*(2), 134—142.

Dewi, R. K. (2020). Pemanafaatan media 3 dimensi berbasis virtual reality untuk meningkatkan minat dan hasil belajar IPA Siswa Kelas V SD. *Jurnal Pendidikan*, *21*(1), 28—37.

Elmqaddem, N. (2019). Augmented reality and virtual reality in education. Myth or reality? *International journal of emerging technologies in learning*, *14*(3).

Hayashi, T. E., Hartati, D., & Suntoko, S. (2022). Analisis kemampuan dialog siswa dalam bermain peran dengan menggunakan media virtual reality di kelas XI IPS 1 dan XI IPS 2 SMA Negeri 1 Tambelang. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, *8*(3).

Hidayat, R., Widiarta, I. M., & Hamdani, F. (2019). Rancang bangun simulasi edukasi tata cara sholat 5 waktu dan pengenalan huruf hijaiyah berbasis virtual reality (VR). *Jurnal Informatika Teknologi dan Sains*, *1*(1), 76—86.

Huang, H. L., Hwang, G. J., & Chang, C. Y. (2020). Learning to be a writer: A spherical video-based virtual reality approach to supporting descriptive article

writing in high school Chinese courses. *British Journal of Educational Technology, 51*(4), 1386—1405.

Jamil, M. (2018). Pemanfaatan teknologi virtual reality (VR) di perpustakaan. *Buletin Perpustakaan*, 99—113.

Jerald, J. (2016). The VR Book: Human Centered Design for Virtual Reality. ACM in collaboration with Morgan & Claypool Publishers.

Karundeng, A., Wonggo, D., & Parinsi, M. T. (2021). Analisis pembelajaran jaringan dasar di sekolah menengah kejuruan. *Edutik: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi*, *1*(2), 151—163.

Larchenko, V., & Barynikova, O. (2021). New technologies in education. *In E3S Web of Conferences* (Vol. 273, p. 12145). EDP Sciences.

Martono, K. T., Eridani, D., & Isabella, D. I. S., (2020). User experience pada implementasi virtual reality sebagai media pembelajaran anak pengidap autisme. *Jurnal Komputer Terapan*, *6*(1), 1—12.

Musril, H. A., Jasmienti, J., & Hurrahman, M. (2020). Implementasi teknologi virtual reality pada media pembelajaran perakitan komputer. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika*: *Janapati*, *9*(1), 83—95.

Neelakantam, S., & Pant, T. (2017). Learning web-based virtual reality: build and deploy web-based virtual reality technology. *Spinger*.

Ningsih, D. N., & Firmansyah, A. (2020). Pemanfaatan virtual reality pada pembelajaran menulis teks tanggapan. Prosiding Samasta.

Pilgrim, J. M., & Pilgrim, J. (2016). The use of virtual reality tools in the reading-language arts classroom. *Texas Journal of Literacy Education*, *4*(2), 90—97.

Saepuloh, A., & Salsabila, V. A. (2022). Virtual reality dalam pengajaran kosakata bahasa inggris materi things around. *JE (Journal of Empowerment*), 3(1), 93—102.

Sinambela, M. B. W., Soepriyanto, Y., & Adi, E. P. (2018). Taman peninggalan sejarah berbasis virtual reality. *JKTP: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 1(1), 7—12.

Sudana, U., Nurhadi, J., Rahma, R., & Amajida, G. F. (2019). Media virtual reality desa wisata untuk pembelajaran bipa: apa dan bagaimana. In Seminar Internasional Riksa Bahasa.

Sukaryawan, I. M., Sugihartini, N., & Pradnyana, I. M. A. (2019). Pengaruh penggunaan media virtual reality terhadap hasil belajar anak kelompok B pada tema pengenalan binatang buas. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, *16*(1), 118—128.

Sülter, R. E., Ketelaar, P. E., & Lange, W. G. (2022). SpeakApp-Kids! Virtual reality training to reduce fear of public speaking in children–A proof of concept. *Computers & Education*, 178, 104384.

Tai, T. Y., & Chen, H. H. J. (2021). The impact of immersive virtual reality on EFL learners’ listening comprehension. *Journal of Educational Computing Research*, 59(7), 1272—1293.

Villena-Taranilla, R., Tirado-Olivares, S., Cózar-Gutiérrez, R., & González-Calero, J. A. (2022). Effects of virtual reality on learning outcomes in K-6 education: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 100434.

Wiradhika, N., Sastromiharjo, A., & Mulyati, Y. (2020). Pemanfaatan teknologi virtual reality untuk meningkatkan kemampuan menulis siswa. In Seminar Internasional Riksa Bahasa (pp. 396-401).

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PEMODELAN MATEMATIS PADA SISTEM ANTARMUKA MULTISUMBER EBT UNTUK MEMPEROLEH ENERGI LISTRIK YANG BERKELANJUTAN

Nadya Ursula S. H.[1,*]
[1]*Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia*
**Email : nadyaursula@gmail.com*

Abstrak
Dunia menghadapi perubahan tatanan pengaturan konversi energi bukan listrik menjadi energi listrik dari sumber-sumber energi baru dan terbarukan yang terjangkau dan ramah lingkungan. Setiap tipe penerapan konversi EBT sendiri memiliki sifat fluktuatif dalam penyediaan energi listrik yang dihasilkan. Diperlukan pemodelan matematis sistem untuk menghasilkan pengaturan optimal dari proses kendali, sehingga sistem mampu memberikan energi listrik yang sesuai dan berkelanjutan. Analisis data dilakukan secara kuantitatif dengan cara mengolah dan menganalisa hasil konversi EBT dengan lebih dari satu sumber yang berbeda sifat fluktuasinya. Keluaran sistem bersifat konstan. Dengan demikian, pemodelan matematis sistem yang diperoleh dapat menghasilkan pengaturan yang optimal dari proses kendali.

Kata kunci: EBT, model matematis, sistem kendali

MATHEMATICAL MODELING IN NRE MULTI-SOURCE INTERFACE SYSTEM TO OBTAIN SUSTAINABLE ELECTRICAL ENERGY

Nadya Ursula S. H.[1,*]
[1]*Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Sanata Dharma University, Yogyakarta, Indonesia*
**Corresponding Author: nadyaursula@gmail.com*

Abstract
The world is facing a change in the regulatory framework for converting non-electrical energy into electrical energy from new renewable energy sources that are affordable and environmentally friendly. Each type of application of NRE conversion itself has a fluctuating nature in the supply of electrical energy produced. Mathematical modeling of the system was need to produce optimal settings of the control process, so that the system is able to provide appropriate and sustainable electrical energy. Data analysis was carried out quantitatively by processing and analysing the results of NRE conversion which more than one source with different fluctuations. The system output is constant. Thus, the

mathematical modeling of the system obtained can produce optimal settings of the control process.

Keywords: control system, mathematical model, NRE

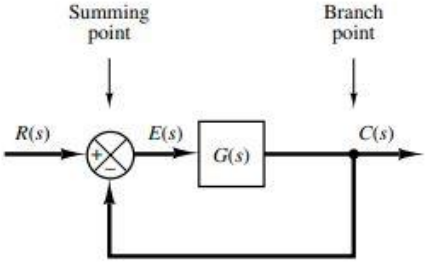
Pendahuluan

Permintaan akan kebutuhan energi listrik di dunia terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan kebutuhan energi listrik akibat pergeseran budaya elektrifikasi di era revolusi industri 4.0. Perubahan tumbuhnya permintaan di sektor energi listrik terjadi terutama karena pergeseran sumber energi moda transportasi dari energi fosil ke energi listrik dengan hadirnya EV (*Electric Vehicle*) dan digitalisasi di berbagai bidang kehidupan dengan tumbuh pesatnya teknologi elektronika AI (*Artificial Intelligence*) dan IoT (*Internet of Things*). Isu global dalam program PBB (Perserikatan Bangsa Bangsa): SDGs (*sustainable development goals*) nomor tujuh tentang sumber energi bersih, nomor sembilan tentang industri, inovasi dan infrastruktur, serta nomor sebelas tentang kota dan pemukiman yang berkelanjutan menyadarkan kita untuk melakukan akselerasi inovasi menuju Indonesia mandiri dalam program pembangunan ekspansi dan transisi energi dengan EBT (energi baru terbarukan). Selain itu, isu global dalam program Presidensi G20 tentang transisi energi berkelanjutan menyadarkan kita untuk mengedepankan keamanan energi, aksesibilitas, dan keterjangkauan. Akselerasi inovasi dalam hal transformasi dan transisi energi dengan EBT berpengaruh pada percepatan adaptasi global menghadapi perubahan zaman saat ini dan di masa yang akan datang terhadap isu penting “energi bersih dan lingkungan hidup”.

Kebutuhan jenis energi terbesar dalam kehidupan saat ini dan di masa depan adalah energi listrik. Dunia menghadapi perubahan tatanan pengaturan konversi energi bukan listrik menjadi energi listrik dari sumber-sumber energi baru dan terbarukan yang terjangkau dan ramah lingkungan. Energi baru terbarukan merupakan salah satu sumber energi yang dapat memenuhi kebutuhan energi dalam jumlah melimpah, karena energi ini berasal dari alam yang berkelanjutan. Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia, meliputi sumber energi surya, air, angin, panas bumi, gelombang laut, dan biomassa. Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, konsumsi energi saat ini juga memiliki potensi yang efektif dalam konversi energi. Setiap tipe penerapan konversi EBT sendiri memiliki sifat fluktuatif dalam penyediaan energi listrik yang dihasilkan. Fluktuasi energi ini disebabkan karakter sumber energi tersebut. Jika sumber energi tersebut langsung dari alam, maka faktor iklim dan cuaca bisa menjadi faktor dominan. Contohnya, energi matahari sangat tergantung pada intensitas dan kualitas foton yang mengenai PV atau sel surya seperti cuaca atau iklim Energi angin sangat ditentukan oleh perbedaan tekanan dan temperatur udara. Energi hidro sangat tergantung pada debit air yang tersedia untuk menggerakan turbin air.

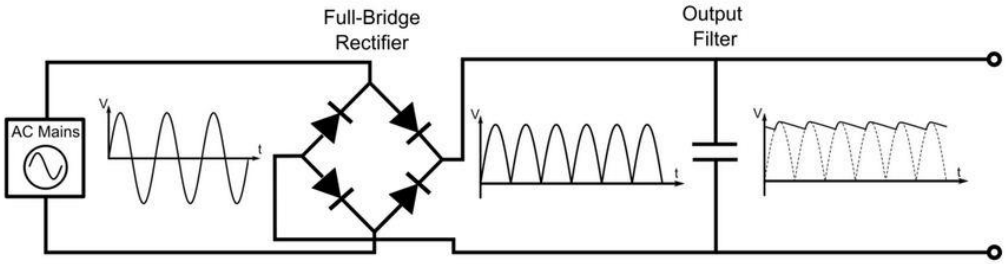
Dari berbagai permasalahan tersebut, diperlukan sistem antarmuka yang dapat mengonversi EBT dan penyimpan daya listrik yang berkelanjutan. Sistem antarmuka multisumber EBT ini perlu adanya sistem kendali. Setiap sistem kendali

atau kontrol dapat digambarkan dengan blok diagram yang terdiri dari sistem proses transfer, *summing point*, dan *branch point* umpan balik. Gambar 1 menunjukkan contoh blok diagram dari sistem loop tertutup. Blok ini merupakan dasar pemahaman suatu sistem *autonomous*; sistem yang memiliki kendali atau koreksi hasil keluaran terhadap masukan dan proses sistem tersebut. Keluaran C(s) merupakan umpan balik untuk *summing point* yang dijumlahkan dengan referensi masukan R(s). Keluaran C(s) dalam hal ini diperoleh dari proses transfer G(s) sebagai suatu rasio atau fungsi transfer tertentu terhadap masukan E(s).



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Loop Tertutup

Sistem antarmuka multisumber EBT ini perlu adanya koreksi faktor daya (*power factor correction*). Dalam proses koreksi ini, langkah pertama adalah penyearahan tegangan input. Penyearahan adalah proses mengubah sinyal dari AC ke DC yang dilakukan dengan menggunakan modul *rectifier*. Tegangan negatif pada gelombang AC dipotong menggunakan penyearah setengah gelombang, atau dibalik menggunakan penyearah gelombang penuh. Penyearah gelombang penuh terdiri dari empat dioda yang dihubungkan dalam susunan yang disebut jembatan Graetz. Dioda ini mengubah gelombang sinus AC menjadi gelombang DC.



Gambar 2. Skema Penyearah Jembatan Penuh (*Full-Bridge Rectifier*)

Perkembangan sains dan teknologi, khususnya di bidang elektronika daya dan sistem penyimpanan energi listrik multisumber EBT diupayakan mampu memenuhi kebutuhan energi dalam penyediaan dan penyimpanan energi listrik masa depan yang berkelanjutan. Prototipe hasil sistem antarmuka EBT yang sudah direalisasikan pada penelitian terdahulu selanjutnya memerlukan suatu pemodelan matematis sistem. Hal ini bertujuan untuk menghasilkan pengaturan optimal dari proses kendali, sehingga sistem mampu memberikan energi listrik yang sesuai dan berkelanjutan.

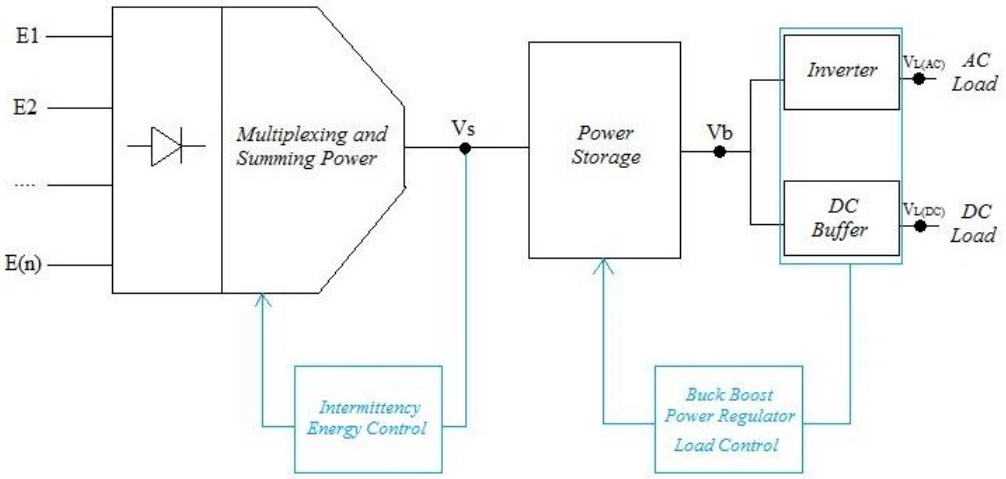
Metode

1. Sumber Data

Sumber data yang diperoleh berupa data primer kuantitatif. Data tersebut diperoleh secara langsung dalam bentuk angka pengukuran parameter kelistrikan.

Pengumpulan data primer ini dilakukan dengan metode studi laboratorium, melakukan pengamatan terhadap proses EBT menjadi sumber energi listrik dan implementasi antarmuka hasil konversi EBT menjadi enerigi listrik di laboratorium.

2. Diagram Sistem



Gambar 3. Blok Diagram Sistem Antarmuka Multisumber EBT

Dalam rekayasa ini (Gambar 3), perolehan energi listrik dari hasil konversi lebih dari satu sumber EBT (E1, E2, E3, dst), apapun wujud gelombang dan status polaritas beda potensial energi listrik (AC atau DC) yang dihasilkan langsung masuk ke proses penyearahan gelombang listrik dan digabungkan dalam proses *multiplexing* dan *summing* energi yang keluarannya (V_S), selanjutnya dikoreksi oleh *Intermittency Energy Control* (IEC) dengan metode *buck boost power regulator*. IEC ini bekerja secara *autonomous*, sehingga membentuk satu kesatuan unit regulasi daya. Keluaran dari unit regulasi daya selanjutnya diberikan pada sistem *power storage* (penyimpan energi) untuk membentuk unit penyedia energi dalam batasan dan jumlah energi listrik tertentu. Distribusi kebutuhan beban energi listrik secara terpadu dikendalikan oleh sistem regulasi daya beban listrik dengan metode *buck boost power load regulator* yang mengendalikan sistem beban energi listrik agar kualitas keluaran energi listrik tetap stabil dan ketersediaan energi listrik berlangsung secara berkelanjutan. Blok distribusi beban energi listrik terbagi dua menyesuaikan kebutuhan umum energi listrik, yaitu distribusi daya listrik AC (*alternating current*) melalui unit *Inverter* yang mengonversi bentuk daya DC (*direct current*) menjadi daya AC, dan menyediakan bentuk daya DC melalui unit penyangga (*DC Buffer*) berupa *DC-to-DC Converter*.

3. Metode Pemerolehan Data

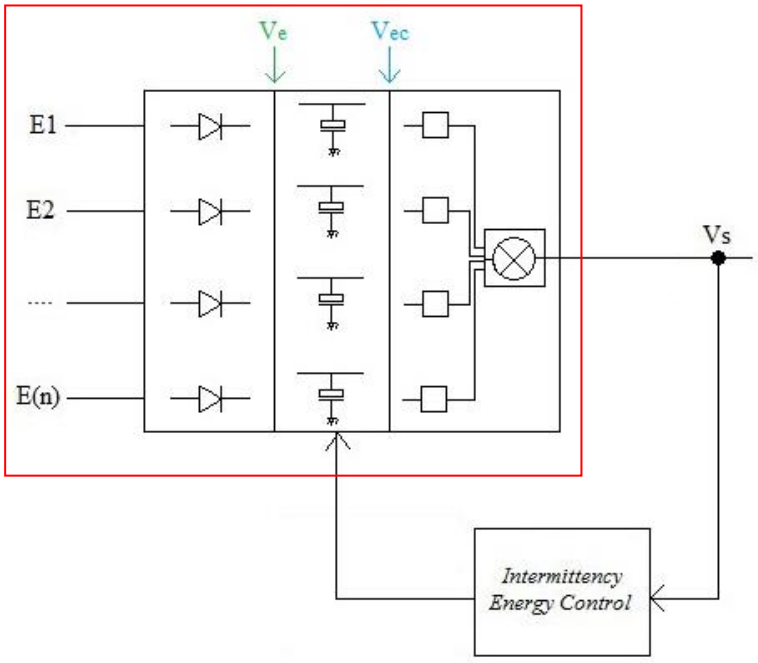
Teknik pengumpulan data dalam sistem ini menggunakan instrumen elektronika dalam *real-time mode* dengan menggunakan instrumentasi DAQ (*data acquisition*), dan peralatan ukur tegangan dan arus serta bentuk gelombang dengan *oscilloscope*. Pengumpulan data dilakukan juga dengan membandingkan berbagai kondisi energi sumber EBT. Data yang terkumpul ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik, seperti gambar 10 (Perolehan Data beserta Grafik Simulasi Fluktuasi multisumber EBT, *Power Storage*, dan Keluaran Sumber (V_S) dan Beban (V_b)).

4. Metode Pengolahan dan Analisis Data

Analisis data dilakukan secara kuantitatif dengan mengamati data pengukuran, kemudian mengolah dan menganalisa data hasil konversi lebih dari satu sumber EBT yang sama dan/atau berbeda jenis atau sifat fluktuasinya melalui parameter daya, berupa variabel tegangan yang dihasilkan dari setiap masukan EBT. Setelah melalui proses *multiplexing* dan *summing* energi listrik, sistem regulator daya listrik akan memberikan keluaran dalam bentuk daya listrik dengan variabel tegangan sumber EBT, V_S yang relatif konstan. Nilai V_S ditentukan berdasarkan program atau pengaturan nilai standar tertentu untuk sistem pengisian (*charging-system*) *power storage* dan sistem beban dengan keluaran nilai variabel beban, V_b dalam wujud beda potensial energi listrik yang siap dikonsumsi oleh beban, dalam hal ini sebagai pengguna yang memanfaatkan EBT.

Hasil dan Pembahasan

Sumber energi listrik untuk sistem ini diperoleh dari lebih dari satu sumber EBT. Bentuk sumber EBT bisa mempunyai polaritas bolak-balik (AC) atau searah (DC). Maka dari itu, setiap sumber EBT disearahkan dalam unit *rectifier*, sekaligus memproteksi aliran arus listrik antar sumber EBT. Hasil penyearahan tersebut disebut keluaran V_e. Kemudian masing-masing keluaran Ve ini masuk dalam proses filterisasi dan *power storage* EBT (V_{ec}). Selanjutnya masing-masing V_{ec} digabungkan dalam proses *multiplexing* dan *summing* energi yang akan menghasilkan keluaran (V_S).



Gambar 4. Blok Diagram *Multiplexing and Summing Power*

Pemodelan matematis yang dibahas dalam artikel ini adalah pemodelan pada sistem antarmuka awal multisumber EBT (Gambar 4, kotak merah). Dari Gambar 4, rangkaian sistem yang ada dalam *Multiplexing and Summing Power* direkayasa untuk mengatasi sifat fluktuasi masukan sumber EBT. Dengan adanya kapasitor, fluktuasi energi diintegrasikan dan dirata-rata dengan suatu nilai hasil keluaran

tertentu, V_{ec}. Berdasarkan uji laboratorium, berikut adalah hasil pengukuran V_e dan V_{ec} sebelum melalui proses *multiplexing* dan *summing* konversi EBT.

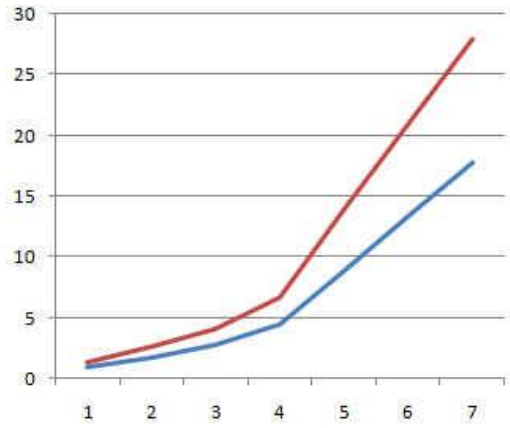
Tabel 1. Konversi EBT Bentuk AC

AC Input (V)	DC Output (V)	
	Ve	Vec
1.0	0.9	1.3
2.0	1.7	2.6
3.0	2.7	4.0
5.0	4.4	6.8
10.0	8.9	14
15.0	13.4	20.9
20.0	17.8	27.9

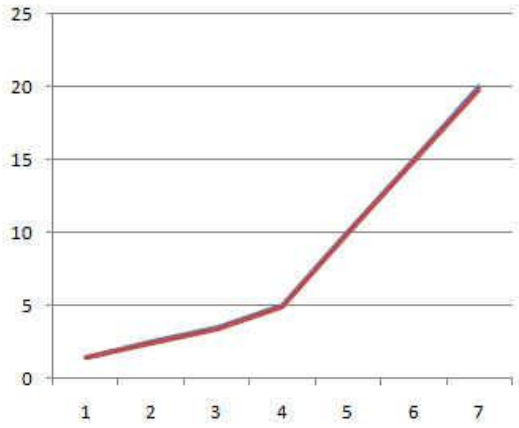
Tabel 2. Konversi EBT Bentuk DC

DC Input (V)	DC Output (V)	
	Ve	Vec
1.5	1.4	1.4
2.5	2.5	2.4
3.5	3.5	3.4
5.0	5.0	4.9
10.0	10.0	9.9
15.0	15.0	14.9
20.0	20.0	19.8

Keterangan:
V_e : tegangan fluktuasi EBT setelah disearahkan
V_{ec} : tegangan fluktuasi *power storage*



Gambar 5. Grafik Bentuk AC



Gambar 6. Grafik Bentuk DC

Keterangan:
garis biru : DC Output V_e
garis merah : DC Output V_{ec}

Berdasarkan grafik tersebut, hasil V_e dan V_{ec} dengan sumber EBT bentuk AC berbeda dengan sumber EBT bentuk DC. Hasil pengukuran V_e dan V_{ec} cenderung bernilai sama dengan masukan sumber EBT bentuk DC, sedangkan hasil pengukuran V_e dan V_{ec} berbeda dengan masukan sumber EBT bentuk AC. Dari Tabel 1 dan Tabel 2 terbentuk suatu pola pendekatan, sehingga timbul persamaan matematis sebagai berikut.

$$V_{DC} = V_{in} \times g_{(s)}$$

Keterangan:
V_{DC} : tegangan DC output (V)
V_{in} : tegangan input AC/DC (V)
$g_{(s)}$: faktor penguatan (*gain*)

Berikut adalah hasil pengukuran V_e dan V_{ec} sebelum melalui proses *multiplexing* dan *summing* konversi EBT berdasarkan persamaan matematis di atas.

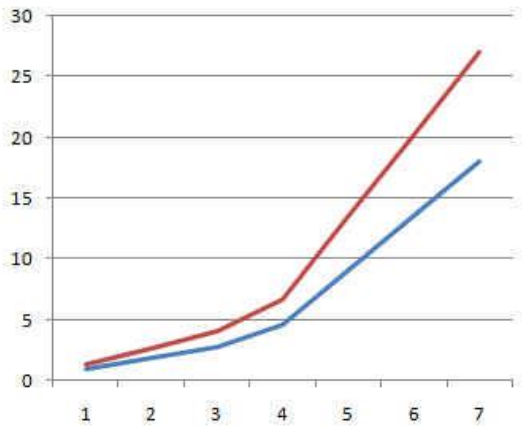
Tabel 1. Konversi EBT Bentuk AC

AC Input (V)	DC Output (V)	
	Ve	Vec
1.0	0.9	1.35
2.0	1.8	2.70
3.0	2.7	4.05
5.0	4.5	6.75
10.0	9.0	13.50
15.0	13.5	20.25
20.0	18.0	27.00

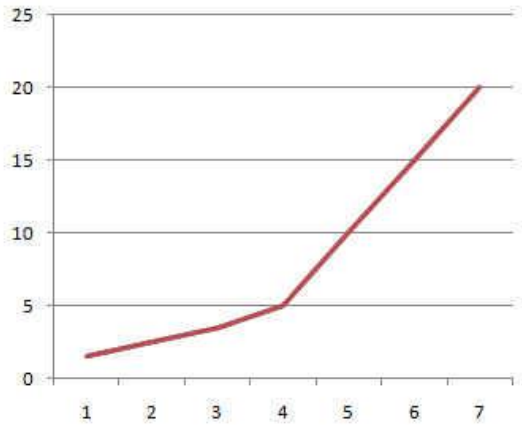
Tabel 2. Konversi EBT Bentuk DC

DC Input (V)	DC Output (V)	
	Ve	Vec
1.5	1.5	1.5
2.5	2.5	2.5
3.5	3.5	3.5
5.0	5.0	5.0
10.0	10.0	10.0
15.0	15.0	15.0
20.0	20.0	20.0

Keterangan:
V_e : tegangan fluktuasi EBT setelah disearahkan
V_{ec} : tegangan fluktuasi *power storage*



Gambar 7. Grafik Bentuk AC dengan persamaan matematis

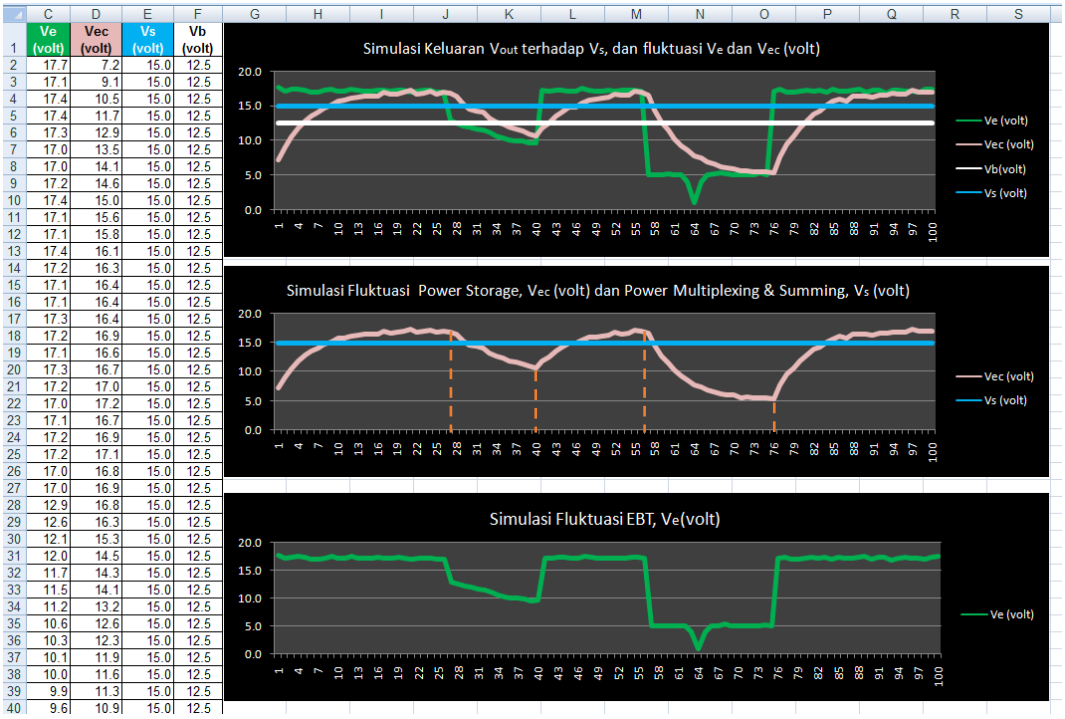


Gambar 8. Grafik Bentuk DC dengan persamaan matematis

Keterangan:
garis biru : DC Output V_e
garis merah : DC Output V_{ec}

Dengan demikian, hasil pengukuran secara langsung dan hasil pengukuran dengan persamaan matematis kurang lebih sama, sehingga persamaan matematis tersebut menjadi relevan untuk diterapkan.

Keluaran (V_S) dikoreksi oleh *Intermittency Energy Control* (IEC) secara *autonomous* untuk membentuk satu kesatuan unit *power regulator*. Keluaran dari *power regulator* selanjutnya disimpan dalam *Power Storage* yang berfungsi sebagai *uninterruptible power* saat terjadi kekurangan pasokan energi dari sumber EBT ketika terjadi pembebanan. *Power storage* yang digunakan pada sistem ini dalam bentuk baterai. Kriteria batasan dan jumlah energi listrik di sini diprogram atau diatur sesuai dengan kebutuhan beban dan kapasitas implementasi sistem multisumber EBT. Berikut adalah grafik fluktuasi konversi EBT, *power storage*, serta keluaran sumber (V_S) dan beban (V_b).



	Ve (volt)	Vec (volt)	Vs (volt)	Vb (volt)
2	17.7	7.2	15.0	12.5
3	17.1	9.1	15.0	12.5
4	17.4	10.5	15.0	12.5
5	17.4	11.7	15.0	12.5
6	17.3	12.9	15.0	12.5
7	17.0	13.5	15.0	12.5
8	17.0	14.1	15.0	12.5
9	17.2	14.6	15.0	12.5
10	17.4	15.0	15.0	12.5
11	17.1	15.6	15.0	12.5
12	17.1	15.8	15.0	12.5
13	17.4	16.1	15.0	12.5
14	17.2	16.3	15.0	12.5
15	17.1	16.4	15.0	12.5
16	17.1	16.4	15.0	12.5
17	17.3	16.4	15.0	12.5
18	17.2	16.9	15.0	12.5
19	17.1	16.6	15.0	12.5
20	17.3	16.7	15.0	12.5
21	17.2	17.0	15.0	12.5
22	17.0	17.2	15.0	12.5
23	17.1	16.7	15.0	12.5
24	17.2	16.9	15.0	12.5
25	17.2	17.1	15.0	12.5
26	17.0	16.8	15.0	12.5
27	17.0	16.9	15.0	12.5
28	12.9	16.8	15.0	12.5
29	12.6	16.3	15.0	12.5
30	12.1	15.3	15.0	12.5
31	12.0	14.5	15.0	12.5
32	11.7	14.3	15.0	12.5
33	11.5	14.1	15.0	12.5
34	11.2	13.2	15.0	12.5
35	10.6	12.6	15.0	12.5
36	10.3	12.3	15.0	12.5
37	10.1	11.9	15.0	12.5
38	10.0	11.6	15.0	12.5
39	9.9	11.3	15.0	12.5
40	9.6	10.9	15.0	12.5

Gambar 9. Perolehan Data beserta Grafik Simulasi Fluktuasi per unit sumber EBT, *Power Storage*, dan Keluaran Sumber (V_S) dan Beban (V_b)

Grafik hijau merupakan beda potensial (tegangan) hasil konversi sumber EBT yang berfluktuasi setelah melalui proses penyearahan (V_e). Grafik biru merupakan beda potensial antarmuka konversi sumber EBT setelah melalui *Power Storage* EBT yang dirancang dengan *super capacitor*, V_{ec}. Kedua grafik ini menunjukkan adanya proses pengisian dan pengosongan sekaligus. Berdasarkan teori, persamaan pengisian kapasitor adalah:

$$v_c(t) = V_s(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

dan persamaan pengosongan kapasitor adalah:

$$v_c(t) = V_o e^{-\frac{t}{RC}}$$

Berdasarkan grafik (warna biru) tersebut, pemodelan matematis tegangan konversi sumber EBT setelah *super capacitor*, V_{ec} membentuk fungsi pengisian dan pengosongan terhadap waktu sebagai berikut:

$$v_{ec}(t_1) = V_{(0)}\left(1 - e^{-\frac{t_1}{RC}}\right),\ 0 \le t_1 \le 27 \quad (1)$$

$$v_{ec}(t_2) = V_{(27)}e^{-\frac{t_2}{RC}},\ 0 \le t_2 \le (40 - 27) \quad (2)$$

$$v_{ec}(t_3) = V_{(40)}\left(1 - e^{-\frac{t_3}{RC}}\right),\ 0 \le t_3 \le (56 - 40) \quad (3)$$

$$v_{ec}(t_4) = V_{(56)}e^{-\frac{t_4}{RC}},\ 0 \le t_4 \le (76 - 56) \quad (4)$$

$$v_{ec}(t_5) = V_{(76)}\left(1 - e^{-\frac{t_5}{RC}}\right),\ 0 \le t_5 \le (100 - 76) \quad (5)$$

Keterangan:
$v_{ec}(t_n)$ = tegangan konversi EBT setelah *super capacitor* dalam periode n (V)
$V_{(t_0)}$ = tegangan fluktuasi awal konversi sumber EBT (V)
e = bilangan *Euler* ≈ 2,7182...
t_n = periode n (s)
C = kapasitas *super capacitor* (F)
R = total nilai resistansi atau impedansi loop tertutup saat pengisian atau pengosongan muatan listrik *super capacitor* (Ω)

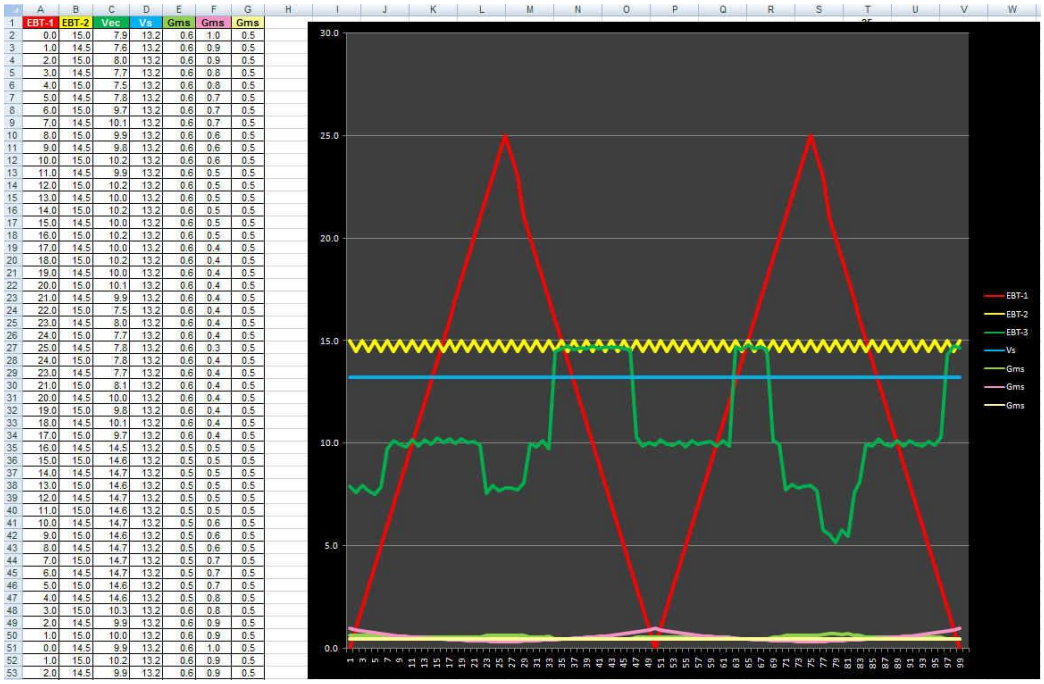
Grafik biru merupakan keluaran V_S yang dihasilkan dari proses *multiplexing* dan *summing* konversi multisumber EBT, V_{ec}. Melalui rasio transfer V_S terhadap V_{ec}

$$\frac{V_S}{V_{ec}} = \frac{G_{ms}}{(1 - G_{ms})}$$

Dengan demikian, persamaan V_s terhadap sumber EBT yang lain adalah:

$$\frac{G_{ms_1}}{(1 - G_{ms_1})} \times V_{ec_1} = \frac{G_{ms_2}}{(1 - G_{ms_2})} \times V_{ec_2} = \cdots = \frac{G_{ms_n}}{(1 - G_{ms_n})} \times V_{ec_n}$$

G_{ms} adalah faktor *gain* atau penguatan proses *multiplexing* dan *summing* konversi multisumber EBT, V_S (grafik warna biru) terhadap V_{ec} (grafik warna merah muda) sebagai masukan proses. V_S adalah nilai tegangan yang ditetapkan atau diprogram sebagai target nilai keluaran proses *multiplexing* dan *summing* konversi multisumber EBT.



EBT-1	EBT-2	Vec	Vs	Gms	Gms	Gms
0.0	15.0	7.9	13.2	0.6	1.0	0.5
1.0	14.5	7.6	13.2	0.6	0.9	0.5
2.0	15.0	8.0	13.2	0.6	0.9	0.5
3.0	14.5	7.7	13.2	0.6	0.8	0.5
4.0	15.0	7.5	13.2	0.6	0.8	0.5
5.0	14.5	7.8	13.2	0.6	0.7	0.5
6.0	15.0	9.7	13.2	0.6	0.7	0.5
7.0	14.5	10.1	13.2	0.6	0.7	0.5
8.0	15.0	9.9	13.2	0.6	0.6	0.5
9.0	14.5	9.8	13.2	0.6	0.6	0.5
10.0	15.0	10.2	13.2	0.6	0.6	0.5
11.0	14.5	9.9	13.2	0.6	0.5	0.5
12.0	15.0	10.2	13.2	0.6	0.5	0.5
13.0	14.5	10.0	13.2	0.6	0.5	0.5
14.0	15.0	10.2	13.2	0.6	0.5	0.5
15.0	14.5	10.0	13.2	0.6	0.5	0.5
16.0	15.0	10.2	13.2	0.6	0.5	0.5
17.0	14.5	10.0	13.2	0.6	0.4	0.5
18.0	15.0	10.2	13.2	0.6	0.4	0.5
19.0	14.5	10.0	13.2	0.6	0.4	0.5
20.0	15.0	10.1	13.2	0.6	0.4	0.5
21.0	14.5	9.9	13.2	0.6	0.4	0.5
22.0	15.0	7.5	13.2	0.6	0.4	0.5
23.0	14.5	8.0	13.2	0.6	0.4	0.5
24.0	15.0	7.7	13.2	0.6	0.4	0.5
25.0	14.5	7.8	13.2	0.6	0.3	0.5
24.0	15.0	7.8	13.2	0.6	0.4	0.5
23.0	14.5	7.7	13.2	0.6	0.4	0.5
21.0	15.0	8.1	13.2	0.6	0.4	0.5
20.0	14.5	10.0	13.2	0.6	0.4	0.5
19.0	15.0	9.8	13.2	0.6	0.4	0.5
18.0	14.5	10.1	13.2	0.6	0.4	0.5
17.0	15.0	9.7	13.2	0.6	0.4	0.5
16.0	14.5	14.5	13.2	0.5	0.5	0.5
15.0	15.0	14.6	13.2	0.5	0.5	0.5
14.0	14.5	14.7	13.2	0.5	0.5	0.5
13.0	15.0	14.6	13.2	0.5	0.5	0.5
12.0	14.5	14.7	13.2	0.5	0.5	0.5
11.0	15.0	14.6	13.2	0.5	0.5	0.5
10.0	14.5	14.7	13.2	0.5	0.6	0.5
9.0	15.0	14.6	13.2	0.5	0.6	0.5
8.0	14.5	14.7	13.2	0.5	0.6	0.5
7.0	15.0	14.7	13.2	0.5	0.7	0.5
6.0	14.5	14.7	13.2	0.5	0.7	0.5
5.0	15.0	14.6	13.2	0.5	0.7	0.5
4.0	14.5	14.6	13.2	0.5	0.8	0.5
3.0	15.0	10.3	13.2	0.6	0.8	0.5
2.0	14.5	9.9	13.2	0.6	0.9	0.5
1.0	15.0	10.0	13.2	0.6	0.9	0.5
0.0	14.5	9.9	13.2	0.6	1.0	0.5
1.0	15.0	10.2	13.2	0.6	0.9	0.5
2.0	14.5	9.9	13.2	0.6	0.9	0.5

Gambar 10. Data beserta Grafik Simulasi Proses *Buck Boost Regulator* Pada Setiap EBT

Berdasarkan data dan grafik simulasi (Gambar 10), terlihat bahwa G_{ms} yang diperoleh mendekati 0 sampai mendekati 1 walaupun V_{ec} berubah-ubah. G_{ms} = 1 tidak berlaku pada sistem ini karena nilai tersebut mempunyai arti tidak ada EBT yang masuk. G_{ms} = 0 juga tidak berlaku karena V_S telah ditetapkan sesuai target nilai keluaran. Pada sistem terjadi proses *buck regulator* bila

$$\frac{V_S}{V_{ec}} < 1 \; atau \; 0 < G_{ms} < \frac{1}{2}$$

Masukan V_{ec} akan diturunkan levelnya menuju nilai V_S dengan kompensasi penambahan arus, I_{ec} untuk mendapatkan perpindahan daya yang sama saat transfer konversi sumber EBT. Terjadi proses *buffer regulator* bila

$$\frac{V_S}{V_{ec}} = 1 \; atau \; G_{ms} = \frac{1}{2}$$

Masukan V_{ec} akan disangga levelnya karena telah sesuai dengan nilai V_S tanpa kompensasi perubahan arus, I_{ec} untuk mendapatkan perpindahan daya yang sama saat transfer konversi sumber EBT. Terjadi proses *boost regulator* bila

$$\frac{V_S}{V_{ec}} > 1 \; atau \; \frac{1}{2} < G_{ms} < 1$$

Masukan V_{ec} akan dinaikkan levelnya menuju nilai V_S dengan kompensasi pengurangan arus, I_{ec} untuk mendapatkan perpindahan daya yang sama saat transfer konversi sumber EBT.

Grafik biru, V_s bersifat konstan dikarenakan besar tegangan V_s tersebut diatur oleh *Intermittency Energy Control* (IEC). Grafik ungu (Gambar 11) menunjukkan nilai konstan maksimum yang ditentukan berdasarkan spesifikasi *battery storage*, V_{stg}. Grafik putih menunjukkan keluaran sistem V_{out} atau V_b. Grafik ini juga bersifat

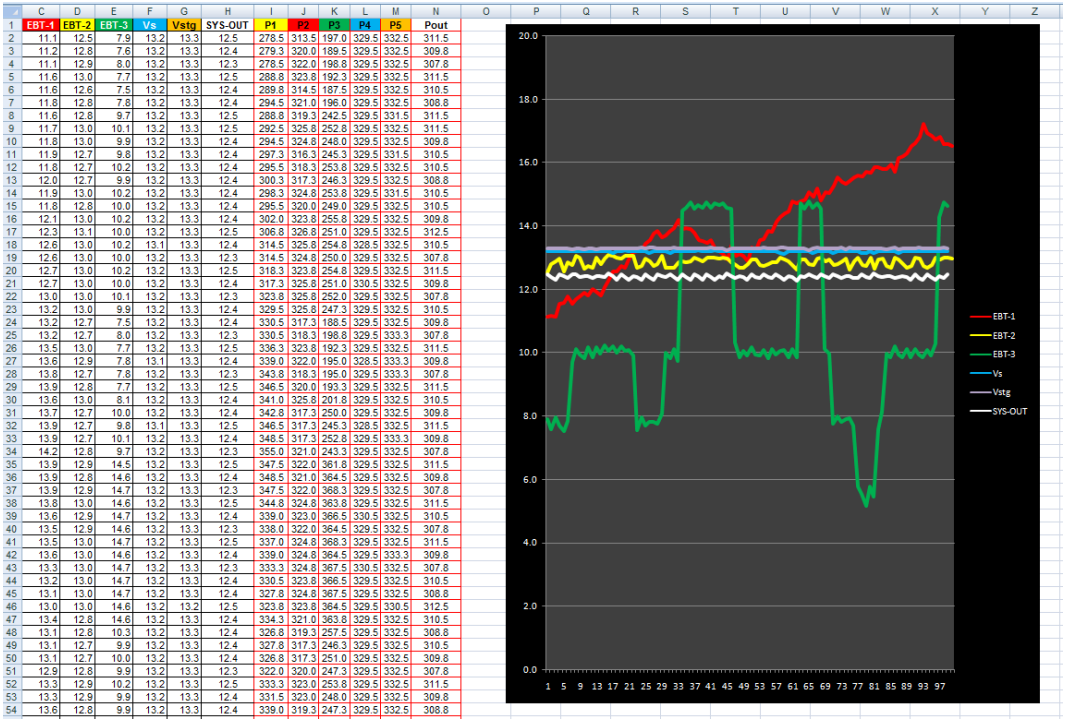
konstan, yang ditetapkan atau diprogram berdasarkan kebutuhan distribusi beban listrik.

Demikian pula dengan rasio transfer V_{stg} terhadap V_S dan rasio transfer V_b terhadap V_{stg}:

$$\frac{V_{stg}}{V_s} = \frac{G_{stg}}{(1 - G_{stg})}$$

$$\frac{V_b}{V_{stg}} = \frac{G_b}{(1 - G_b)}$$

G_{stg} adalah faktor *gain* atau penguatan proses *charging regulator* dari *battery power storage*, V_{stg} (grafik warna ungu) terhadap V_s (grafik warna biru) sebagai masukan proses. G_b adalah faktor *gain* atau penguatan proses *load regulator* dari kebutuhan beban, V_b (grafik warna putih) terhadap V_{stg} (grafik warna ungu) sebagai masukan proses.



EBT-1	EBT-2	EBT-3	Vs	Vstg	SYS-OUT	P1	P2	P3	P4	P5	Pout
11.1	12.5	7.9	13.2	13.3	12.5	278.5	313.5	197.0	329.5	332.5	311.5
11.2	12.8	7.6	13.2	13.3	12.4	279.3	320.0	189.5	329.5	332.5	309.8
11.1	12.9	8.0	13.2	13.3	12.3	278.5	322.0	198.8	329.5	332.5	307.8
11.6	13.0	7.7	13.2	13.3	12.5	288.8	323.8	192.3	329.5	332.5	311.5
11.6	12.6	7.5	13.2	13.3	12.4	289.8	314.5	187.5	329.5	332.5	310.5
11.8	12.8	7.8	13.2	13.3	12.4	294.5	321.0	196.0	329.5	332.5	308.8
11.6	12.8	9.7	13.2	13.3	12.5	288.8	319.3	242.5	329.5	331.5	311.5
11.7	13.0	10.1	13.2	13.3	12.5	292.5	325.8	252.8	329.5	332.5	311.5
11.8	13.0	9.9	13.2	13.3	12.4	294.5	324.8	248.0	329.5	332.5	309.8
11.9	12.7	9.8	13.2	13.3	12.4	297.3	316.3	245.3	329.5	331.5	310.5
11.8	12.7	10.2	13.2	13.3	12.4	295.5	318.3	253.8	329.5	332.5	310.5
12.0	12.7	9.9	13.2	13.3	12.4	300.3	317.3	246.3	329.5	332.5	308.8
11.9	13.0	10.2	13.2	13.3	12.4	298.3	324.8	253.8	329.5	331.5	310.5
11.8	12.8	10.0	13.2	13.3	12.4	295.5	320.0	249.0	329.5	332.5	310.5
12.1	13.0	10.2	13.2	13.3	12.4	302.0	323.8	255.8	329.5	332.5	309.8
12.3	13.1	10.0	13.2	13.3	12.5	306.8	326.8	251.0	329.5	332.5	312.5
12.6	13.0	10.2	13.1	13.3	12.4	314.5	325.8	254.8	328.5	332.5	310.5
12.6	13.0	10.0	13.2	13.3	12.3	314.5	324.8	250.0	329.5	332.5	307.8
12.7	13.0	10.2	13.2	13.3	12.5	318.3	323.8	254.8	329.5	332.5	311.5
12.7	13.0	10.0	13.2	13.3	12.4	317.3	325.8	251.0	330.5	332.5	309.8
13.0	13.0	10.1	13.2	13.3	12.3	323.8	325.8	252.0	329.5	332.5	307.8
13.2	13.0	9.9	13.2	13.3	12.4	329.5	325.8	247.3	329.5	332.5	310.5
13.2	12.7	7.5	13.2	13.3	12.4	330.5	317.3	188.5	329.5	332.5	309.8
13.2	12.7	8.0	13.2	13.3	12.3	330.5	318.3	198.8	329.5	333.3	307.8
13.5	13.0	7.7	13.2	13.3	12.5	336.3	323.8	192.3	329.5	332.5	311.5
13.6	12.9	7.8	13.1	13.3	12.4	339.0	322.0	195.0	328.5	333.3	309.8
13.8	12.7	7.8	13.2	13.3	12.3	343.8	318.3	195.0	329.5	333.3	307.8
13.9	12.8	7.7	13.2	13.3	12.5	346.5	320.0	193.3	329.5	332.5	311.5
13.6	13.0	8.1	13.2	13.3	12.4	341.0	325.8	201.8	329.5	332.5	310.5
13.7	12.7	10.0	13.2	13.3	12.4	342.8	317.3	250.0	329.5	332.5	309.8
13.9	12.7	9.8	13.1	13.3	12.5	346.5	317.3	245.3	328.5	332.5	311.5
13.9	12.7	10.1	13.2	13.3	12.4	348.5	317.3	252.8	329.5	333.3	309.8
14.2	12.8	9.7	13.2	13.3	12.3	355.0	321.0	243.3	329.5	332.5	307.8
13.9	12.9	14.5	13.2	13.3	12.5	347.5	322.0	361.8	329.5	332.5	311.5
13.9	12.8	14.6	13.2	13.3	12.4	348.5	321.0	364.5	329.5	332.5	309.8
13.9	12.9	14.7	13.2	13.3	12.3	347.5	322.0	368.3	329.5	332.5	307.8
13.8	13.0	14.6	13.2	13.3	12.5	344.8	324.8	363.8	329.5	332.5	311.5
13.6	12.9	14.7	13.2	13.3	12.4	339.0	323.0	366.5	330.5	332.5	310.5
13.5	12.9	14.6	13.2	13.3	12.3	338.0	322.0	364.5	329.5	332.5	307.8
13.5	13.0	14.7	13.2	13.3	12.5	337.0	324.8	368.3	329.5	332.5	311.5
13.6	13.0	14.6	13.2	13.3	12.4	339.0	324.8	364.5	329.5	333.3	309.8
13.3	13.0	14.7	13.2	13.3	12.3	333.3	324.8	367.5	330.5	332.5	307.8
13.2	13.0	14.7	13.2	13.3	12.4	330.5	323.8	366.5	329.5	332.5	310.5
13.1	13.0	14.7	13.2	13.3	12.4	327.8	324.8	367.5	329.5	332.5	308.8
13.0	13.0	14.6	13.2	13.2	12.5	323.8	323.8	364.5	329.5	330.5	312.5
13.4	12.8	14.6	13.2	13.3	12.4	334.3	321.0	363.8	329.5	332.5	310.5
13.1	12.8	10.3	13.2	13.3	12.4	326.8	319.3	257.5	329.5	332.5	308.8
13.1	12.7	9.9	13.2	13.3	12.4	327.8	317.3	246.3	329.5	332.5	310.5
13.1	12.7	10.0	13.2	13.3	12.4	326.8	317.3	251.0	329.5	332.5	309.8
12.9	12.8	9.9	13.2	13.3	12.3	322.0	320.0	247.3	329.5	332.5	307.8
13.3	12.9	10.2	13.2	13.3	12.5	333.3	323.0	253.8	329.5	332.5	311.5
13.3	12.9	9.9	13.2	13.3	12.4	331.5	323.0	248.0	329.5	332.5	309.8
13.6	12.8	9.9	13.2	13.3	12.4	339.0	319.3	247.3	329.5	332.5	308.8

Gambar 11. Perolehan Data beserta Grafik Simulasi Fluktuasi multisumber EBT, *Power Storage*, dan Keluaran Sumber (V_S) dan Beban (V_b)

Dengan demikian rasio transfer keluaran sistem, V_b terhadap masukan konversi multisumber EBT, V_{ec}:

$$\frac{V_b}{V_{ec}} = \frac{V_b}{V_{stg}} \times \frac{V_{stg}}{V_S} \times \frac{V_S}{V_{ec}}$$

$$\frac{V_b}{V_{ec}} = \frac{G_b}{(1 - G_b)} \times \frac{G_{stg}}{(1 - G_{stg})} \times \frac{G_{ms}}{(1 - G_{ms})}$$

Keluaran sistem, V_b terhadap masukan konversi multisumber EBT, V_{ec} sangat ditentukan oleh rasio transfer V_S terhadap V_{ec}, sebagai antarmuka multisumber EBT karena dibagian ini sifat fluktuasi hasil konversi sumber EBT dikendalikan.

Kesimpulan

Sistem antarmuka konversi multisumber EBT dan penyimpan daya listrik yang berkelanjutan dapat memberikan solusi terhadap fluktuasi sumber EBT dengan menggunakan sistem *multiplexing* dan *summing* energi. Adanya sistem kontrol dan koreksi secara *autonomous* pada rekayasa ini dapat menghasil suatu sumber energi yang efektif. Pemodelan matematis sistem dapat menghasilkan pengaturan optimal dari proses kendali, sehingga sistem mampu memberikan energi listrik yang sesuai dan berkelanjutan.

Referensi

Abumanan, D. (2021). *Perubahan Iklim dan Mengatasi Intermitensi Solar Park dengan ETES.* Prosiding dari Webinar Nasional EnergyTalk 12 – The Deal with Intermittency: Energy Storage Resilience for Solar PV. 16 September 2021, Indonesia.

Anditya, C. (2021). *Kebijakan dan Program EBT Nasional*. Prosiding dari Webinar Nasional Menuju COP26 Glasgow: Transisi Energi, Financing, dan Kesiapan Industri. 29 Oktober 2021, Indonesia.

Bappenas. (2021). *Tujuan Pembangunan Berkelanjutan*. Diakses tanggal 8 Mei 2022, dari http://sdgs.bappenas.go.id/

Dear, J., Chang J., Chow W., Wai D., Wang J. (2012). *First-Order RC and RL Transient Circuits*. University of California, Berkeley.

Dewi, C. (2021). *Energy Transition & Renewable Energy Development Program*. Prosiding dari Webinar Nasional EnergyTalk 12 – The Deal with Intermittency: Energy Storage Resilience for Solar PV. 16 September 2021, Indonesia.

Hittinger, E dan R. Ciez. (2020). Modeling Costs and Benefits of Energy Storage Systems. *Annual Review of Environment and Resources*. 45 (1): 445-469. doi:10.1146/annurev-environ-012320-082101.

Hudson T. (2020). Power Factor Correction (PFC). *MPS Proprietary Information*.

Legowo, E. (2021). *Transformasi Energi Indonesia Menuju Pembangunan Rendah Karbon*. Prosiding dari Webinar Nasional Menuju COP26 Glasgow: Transisi Energi, Financing, dan Kesiapan Industri, 29 Oktober 2021, Indonesia.

Ogata, K. (2020). *Modern Control Engineering*. New Jersey: Prentice Hall.

Rashid, M. H. (2001). *Power Electronics: Circuits, Devices, and Applications*. New Jersey: Prentice Hall.

Widiono, E. (2021). *Transisi Energi, Financing, dan Kesiapan Industri*. Prosiding dari Webinar Nasional Menuju COP26 Glasgow: Transisi Energi, Financing, dan Kesiapan Industri, 29 Oktober 2021, Indonesia.

PENDIDIKAN KEJUJURAN DAN PEDULI LINGKUNGAN PADA SISWA SD YPBI SILOAM SAMABUSA DI MASA PANDEMI

Sebastianus Widanarto Prijowuntato[1], Debrito Laksono Putro Mehan[2]
*[1]Universitas Sanata Dharma, Jl. Affandi, Mrican, Sleman, DIY, Indonesia**
[2]Universitas Sanata Dharma, Jl. Affandi, Mrican, Sleman, DIY, Indonesia
**Email: (swidanartop@gmail.com)*

Abstrak
Pandemi Covid-19 berpengaruh pada pendidikan yang memaksa sekolah-sekolah melakukan pembelajaran jarak jauh. Kebijakan pembelajaran jarak jauh berdampak pada pembentukan karakter siswa. Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan pembentukan karakter yaitu kejujuran dan peduli lingkungan pada siswa SD. Data dikumpulkan dengan menggunakan wawancara, dokumentasi, dan observasi. Wawancara dilakukan pada 5 guru, 5 siswa, 5 orang tua, dan dua tokoh masyarakat. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif yang mencakup langkah-langkah: 1) kondensasi data, 2) menyajikan data, dan 3) menarik kesimpulan dan memverifikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kejujuran ditanamkan oleh guru dan orang tua dengan memberi contoh seperti mengajarkan sikap terbuka terhadap permasalahan yang dihadapi pada guru dan orang tua dan tidak mencuri. Sikap peduli lingkungan ditanamkan oleh guru, orang tua dan tokoh masyarakat dengan memberi teladan membuang sampah pada tempatnya dan menamam tanaman.

Kata kunci: kejujuran, peduli lingkungan, pembelajaran jarak jauh

HONESTY AND ENVIRONMENTAL CARE EDUCATION ON STUDENTS OF YPBI SD SILOAM SAMABUSA DURING PANDEMI

Sebastianus Widanarto Prijowuntato[1], Debrito Laksono Putro Mehan[2]

*[1]Sanata Dharma University, Jl. Affandi, Mrican, Sleman, DIY, Indonesia**
[2]Sanata Dharma University, Jl. Affandi, Mrican, Sleman, DIY, Indonesia
**Email: (swidanartop@gmail.com)*

Abstract
The COVID-19 pandemic has affected education that forcing schools to conduct distance learning. Distance learning policies have an impact on the formation of students' character. The purpose of this study is to describe the formation of character, namely honesty and environment awareness in elementary school students. Data were collected using interviews, documentation, and observation techniques. Interviews were conducted with five teachers, five students, five parents, and two community leaders. This study uses a qualitative approach which includes the following steps: 1) condensing the data, 2) presenting the data, and 3) drawing conclusions and verifying. The results showed that honesty was instilled by teachers and parents by giving examples such as teaching to be open to their

teachers and parents and not stealing. The attitude of caring for the environment is instilled by teachers, parents and community leaders by setting an example of throwing garbage in its place and planting plants.

Keywords: honesty, environment care, distance learning

Pendahuluan

Lembaga pendidikan memiliki peran penting dalam mengembangkan kemampuan dan membentuk karakter dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa. Pendidikan nasional bertujuan untuk melatih peserta didik menjadi warga negara yang bertakwa, berakhlak mulia, sehat, bermoral, cakap, kreatif, mandiri, demokratis, dan bertanggung jawab. Pengembangan pendidikan karakter diartikan sebagai kompetensi yang harus dikembangkan siswa melalui sekolah. Kompetensi pendidikan karakter meliputi kemampuan bertakwa kepada Tuhan, menjadi diri sendiri, dan hidup rukun dengan manusia dan makhluk lainnya.

Menurut Kesuma dkk (2013), tujuan pendidikan karakter adalah: Pertama, mendorong penguatan dan ekspansi nilai-nilai tertentu sehingga tercermin dalam perilaku siswa, baik selama proses sekolah, atau setelah lulus. Kedua, mengoreksi perilaku siswa yang tidak sesuai dengan nilai-nilai yang ditetapkan sekolah. Ketiga, membangun ikatan yang harmonis antara keluarga dan masyarakat, dan secara bersama-sama mengemban tanggung jawab pendidikan karakter. Selain itu, pendidikan karakter berkorelasi positif dengan keberhasilan akademik siswa. (Kartadinata, 2010).

Implementasi pendidikan karakter dapat dilihat pada perilaku warga sekolah pada penyelenggaraan pendidikannya. Pendidikan karakter meliputi seluruh komponen pendidikan seperti isi kurikulum, pengelolaan mata pelajaran, kegiatan kokurikuler, pemberdayaan sarana prasarana dan proses pembelajaran. Salah satu komponen penting pendidikan karakter adalah perwujudan karakter melalui pendekatan yang sistematis dan integratif. Komponen lain yang digunakan untuk pengembangan pendidikan karakter adalah keluarga, lembaga pendidikan, pemerintah, media massa, dunia usaha dan industri (Wibowo, 2012).

Pembelajaran adalah proses interaksi siswa dengan lingkungannya, sehingga menghasilkan perilaku yang lebih baik (Qusyairi, 2019). Dalam pembelajaran, tugas utama guru adalah mengatur lingkungan untuk mendukung perubahan perilaku siswa. Kehadiran guru yang lebih lama di sekolah seharusnya dapat memberikan layanan yang lebih optimal kepada siswa. Guru dapat menggunakan waktu di luar waktu mengajar secara efektif, misalnya dengan merancang metode pengajaran yang lebih tepat sasaran, menganalisis hasil belajar siswa, melibatkan siswa lebih dalam, atau dengan melakukan penelitian untuk mengungkap kasus-kasus pada masalah pembelajaran.

Di sisi lain, Pemerintah menetapkan kebijakan untuk memerangi penyebaran Covid-19, melalui karantina kesehatan. Surat Edaran Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 15 Tahun 2020 tentang pedoman penyelenggaraan pembelajaran berbasis dari rumah di masa darurat Covid-19, pembelajaran dilakukan secara jarak jauh melalui daring (*in-network*) dan luring (*out-of-network*). Kegiatan pembelajaran secara daring dilakukan sebagai salah satu upaya untuk mengatasi penyebaran Covid-19. Konsep pembelajaran di masa pandemi

Covid-19 menjadi tantangan baru bagi para pendidik. Proses pembelajaran harus dilakukan sesuai dengan kondisi yang membutuhkan imajinasi dan kecerdikan pendidik untuk dikomunikasikan dengan baik kepada siswa.

Tantangan pendidikan selama pandemi sudah cukup untuk memberikan gambaran yang jelas kepada pendidik, siswa, dan orang tua tentang dampak kebijakan darurat terhadap proses adaptasi yang sulit. Kebijakan ini dirancang untuk memfasilitasi kelanjutan pendidikan yang layak bagi siswa bahkan dalam kondisi pembelajaran jarak jauh. Secara umum, masalah pendidikan di masa pandemi Covid-19 adalah pada implementasinya. Terlebih lagi bagi sekolah-sekolah terpencil yang tidak memiliki akses sinyal dan teknologi internet yang memadai. Penggunaan media dalam pembelajaran jarak jauh diharapkan dapat merangsang rasa ingin tahu dan minat belajar siswa. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa guru di daerah terpencil relatif kurang paham teknologi karena sekolah tidak memiliki fasilitas yang diperlukan untuk mempersiapkan pembelajaran daring (Mamluah, 2021).

Kegiatan pembelajaran jarak jauh SD YPBI Siloam melalui media daring hanya sebatas bentuk formalitas karena dinilai tidak efektif mengingat sarana teknis dan jaringan internet yang tidak mendukung. Siswa menggunakan media cetak berupa modul dan LKS sebagai alternatif pembelajaran di masa pandemi. Siswa dapat memahami atau menguasai materi yang disajikan dalam media cetak yang dirancang. Media melalui modul dan LKS diharapkan dapat menginspirasi pemahaman dan memberikan pengalaman siswa selama masa pandemi.

Pembelajaran di SD YPBI Siloam Nabire pada masa pandemi dilakukan secara sinkronus melalui kelompok belajar siswa sebagai solusi untuk semua aktivitas pembelajaran di masa pandemi. Pembelajaran sinkronus memiliki keunggulan diantaranya siswa merasa lebih terikat dan termotivasi untuk terlihat aktif, proses pembelajaran lebih dinamis, dan pendidik dapat secara fleksibel melakukan perubahan serta memberikan umpan balik berdasarkan pertimbangan proses pembelajaran dan kondisi kelas yang sedang berlangsung (Varetha, 2021). Hal tersebut dilakukan melalui pengambilan dan penyerahan tugas secara berkala di sekolah dengan tenggat waktu tertentu. Pembelajaran menggunakan Modul dan LKS adalah media yang digunakan di SD YPBI Siloam Samabusa.

Pandemi Covid-19 pada saat ini mendorong pendidik untuk dapat mengimplementasikan penanaman pendidikan karakter di lingkungan pendidikan secara jarak jauh. Pembelajaran jarak jauh tidak dapat membentuk karakter peserta didik secara instan. Pendidikan karakter dalam situasi pandemi Covid-19 harus dilaksanakan secara serius dan proporsional. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap pendidikan karakter di SD YPBI Siloam Samabusa ketika pembelajaran jarak jauh diterapkan.

Pembelajaran Jarak Jauh

Pembelajaran jarak jauh merupakan alternatif dalam pembelajaran pada masa pandemi. Menurut Prawiyogi dkk (2020), pembelajaran jarak jauh memungkinkan terjadinya interaksi antara guru dan siswa. Relasi tersebut terjalin ketika guru memberikan pembelajaran dan bimbingan kepada siswa dengan menggunakan media pembelajaran. Relasi dua arah *synchronous* yang terjadi antara guru dan siswa dapat dilakukan dengan menggunakan media *zoom, google meet, skype, whatsapp, google classroom* dan sebagainya. Sementara itu, relasi satu arah dapat

dilakukan guru dengan menggunakan *youtube*, *moodle*, *learning management system* (LMS), dan sebagainya. Walaupun dipisahkan dengan jarak, kegiatan interaksi guru dan siswa dalam pembelajaran tetap dapat dilaksanakan.

Tujuan pembelajaran jarak jauh adalah menjadikan siswa lebih mandiri dengan memperagakan berbagai kegiatan pembelajaran. Dengan demikian, kemandirian siswa sejalan dengan pembelajaran jarak jauh yang didukung oleh pengelolaan pembelajaran yang tepat dalam situasi pandemi (Dina, 2020). Warsita (2014) menekankan bahwa pembelajaran jarak jauh melibatkan berbagai bentuk sumber belajar siswa, termasuk kegiatan belajar mandiri, kelompok belajar, dan layanan bantuan belajar siswa. Sementara itu, dalam Keputusan Menteri Pendidikan Nomor 719/P/2020 tentang Pedoman Pelaksanaan Kurikulum pada Satuan Pendidikan dalam Kondisi Khusus. Keputusan Menteri tersebut bertujuan untuk memberikan fleksibilitas bagi satuan pendidikan untuk menentukan kurikulum yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Menurut Sadikin dan Hamidah (2020), pembelajaran jarak jauh diartikan sebagai kegiatan belajar mengajar dengan menggunakan media daring melalui jaringan internet, sehingga kegiatan pembelajaran dapat dilakukan secara fleksibel, serta guru dan siswa dapat berinteraksi dengan baik, meskipun mereka berada pada tempat yang berbeda.

Pembelajaran jarak jauh merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan dalam pendidikan formal dalam masa Pandemi Covid. Pendidikan jarak jauh ini dilakukan guru dan siswa di lokasi yang berbeda. Dengan demikian, pembelajaran jarak jauh memerlukan alat komunikasi interaktif untuk membangun konektifitas antara guru dan siswa. Guru dapat secara interaktif mendiskusikan berbagai kesulitan yang dirasakan siswa (Pohan, 2020). Menurut Dhawan (2020), pembelajaran jarak jauh daring melibatkan berbagai sistem perangkat elektronik seperti gawai, laptop dan sebagainya yang terhubung ke jaringan internet. Namun alat yang canggih dan modern masih belum bisa menggantikan makna dari pembelajaran tatap muka di sekolah, Aristovnik (dalam Hasan, 2021).

Senada dengan Aristovnik, Hasan dkk (2021) menyatakan bahwa pembelajaran jarak jauh belum dapat dianggap sebagai solusi bagi proses pembelajaran, terutama bagi sekolah yang berada di daerah terpencil. Beberapa hambatan yang dikemukakan oleh Hasan, dkk (2021) adalah 1) guru masih belum mampu mengikuti prosedur kurikulum yang baru diterapkan, 2) ketersediaan fasilitas dan kesiapan sarana dan prasarana pembelajaran belum memadai dan 3) kemampuan guru dan siswa terhadap penguasaan teknologi komunikasi informasi masih rendah.

Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka pembelajaran jarak jauh tidak hanya tergantung pada internet, khususnya di daerah pedalaman. Pembelajaran jarak jauh non-internet dirancang dalam bentuk bahan cetak atau modul (*printed self-study materials*). Dalam model pembelajaran ini, siswa mengambil tugas, modul maupun lembar kerja peserta didik (LKPD) di sekolah. Buku teks elektronik sering disebut sebagai *e-book* atau *handout* sebagai pegangan belajar mandiri siswa. Sementara, tugas dan LKPD dikerjakan oleh siswa dan dikumpulkan pada hari tertentu. Tugas dan LKPD ini sebagai kontrol guru terhadap pemahaman siswa akan materi yang diberikan.

Menurut Sarwa (2021), ada dua pendekatan pembelajaran jarak jauh, yaitu 1) Pembelajaran jarak jauh dalam jaringan (*daring*) dan 2) Pembelajaran jarak jauh di luar jaringan (*luring*). Dalam pendekatan ini, siswa belajar menggunakan gawai

atau laptop yang terhubung dengan jaringan internet melalui berbagai portal dan aplikasi yang mendukung pembelajaran daring. Dalam metode ini, siswa tidak perlu menggunakan perangkat yang terhubung ke internet. Media pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran luring adalah: televisi, radio, modul belajar mandiri, LKS, bahan ajar cetak, alat peraga, dan media belajar dari benda atau lingkungan sekitar.

Pembelajaran jarak jauh memberikan manfaat baik bagi guru, siswa maupun orang tua siswa. Beberapa manfaat pembelajaran jarak jauh antara lain: 1) guru dan peserta didik dapat membangun komunikasi dan diskusi yang sangat efisien, 2) peserta didik dapat berinteraksi dan berdiskusi dengan siswa lainnya tanpa melalui guru, 3) guru, peserta didik dan orang tua dapat berinteraksi secara sychronous, 4) Guru memberikan materi kepada peserta didik melalui media audio visual baik berupa gambar dan video yang dapat dilihat (dipelajari) sewaktu-waktu, dan 5) peserta didik dapat dengan mudah mencari dan mengunduh bahan ajar (Atiya 2021).

Haryono dkk (2004: 138-140) menyebutkan bahwa pembelajaran jarak jauh memiliki beberapa karakteristik antara lain: 1) Tersedianya umpan balik (*immediate feedback*), 2) Bahan ajar dikemas dalam bentuk penggalan-penggalan pendek (*small chuncks*), 3) bahan ajar dilengkapi dengan petunjuk-petunjuk belajar (*learning guides*), 4) Bahan ajar yang memungkinkan setiap peserta didik mengevaluasi kemajuan belajarnya sendiri (*self test*), 5) Bahan ajar yang diperkaya dengan berbagai visualisasi yang dapat membantu peserta didik memahami materi pembelajaran.

Menurut Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia melalui surat edaran Nomor 4 Tahun 2020 tentang ketentuan dalam pelaksanaan pembelajaran jarak jauh yaitu 1) Peserta didik tidak dibebani oleh tuntutan menuntaskan seluruh capaian kurikulum untuk kenaikan kelas, 2) Pembelajaran yang dilaksanakan untuk memberikan pengalaman belajar yang bermakna bagi peserta didik tanpa terbebani tuntunan, 3) menuntaskan seluruh capaian kurikulum untuk kenaikan kelas maupun kelulusan, 4) Belajar dari rumah dapat difokuskan pada pendidikan kecakapan hidup antara lain mengenai pandemi COVID-19, 5) Tugas dan aktivitas disesuaikan dengan minat dan kondisi siswa, mempertimbangkan kondisi siswa dan fasilitas belajar di rumah, 6) Bukti belajar dari rumah diberi umpan balik yang bersifat kualitatif dan berguna dari guru, tanpa diharuskan memberi skor/nilai kuantitatif.

Peduli Lingkungan

Kepedulian terhadap lingkungan perlu ditanamkan sejak dini. Saat ini, lingkungan perlu dipelihara dan dijaga untuk kelangsungan hidup manusia. Sikap peduli terhadap lingkungan tidak dengan mudah dipahami dan dilaksanakan oleh setiap orang. Peduli lingkungan adalah sikap dan tindakan yang selalu berusaha mencegah kerusakan lingkungan alam sekitar dan berupaya memperbaiki kerusakan alam yang sudah terjadi (Zubaedi, 2015). Peduli terhadap lingkungan harus dilakukan bersama dengan orang lain, baik lingkungan alam maupun lingkungan sosial (Yaumi, 2018).

Sikap keteladanan tersebut paling efektif dilakukan oleh guru-guru di sekolah. Siswa akan meniru perilaku guru dalam memelihara lingkungan dan akhirnya menyadari, mengaktualisasi, dan menginternalisasi kepedulian terhadap

lingkungan. Siswa memiliki pola pikir dan sikap positif mengenai kepedulian terhadap lingkungan (Wibowo, 2012). Sikap keteladanan peduli lingkungan dilakukan sederhana melakukan kegiatan memperhatikan mengamati dan membersihkan lingkungan sekolah baik secara individu maupun kelompok. Mangunhardjana (2016) meyakini bahwa pengembangan karakter peduli terhadap lingkungan dapat membantu dan membentuk karakter siswa yang amanah dan andal dalam menjaga fungsi lingkungan.

Sekolah memainkan peran penting dalam pendidikan dan pembentukan karakter peserta didik. Rasa kepedulian terhadap alam perlu ditanamkan terus menerus (Kesuma dkk 2013). Guru-guru berperan untuk mengoreksi perilaku peserta didik yang salah terkait dengan lingkungan. Sebagai contoh membuang sampah tidak pada tempatnya, memetik daun/bunga tanpa, tidak mematikan listrik, tidak mematikan kran air, dan sebagainya. Pendidikan karakter di sekolah menjadikan peserta didik lebih mencintai dan peduli terhadap lingkungan. Pendidikan karakter yang bertumpu pada orientasi tidak eksploitatif terhadap alam akan menghasilkan kualitas peserta didik yang mempunyai tanggung jawab dan bersikap etis terhadap lingkungan (Wibowo, 2012).

Menurut Mangunhardjana (2016), penanaman karakter peduli lingkungan dapat membantu peserta didik mempunyai karakter dapat dipercaya dan dapat diandalkan dalam melestarikan fungsi lingkungan hidup. Perilaku peduli seorang siswa muncul atas dasar motivasi, disertai dengan munculnya minat dan perhatian yang dipengaruhi oleh lingkungan (Ndadari dan Pambudi 2019). Wibowo dan Gunawan (2015) menyatakan bahwa peran aktif siswa dalam pengelolaan lingkungan meliputi 1) menjaga fungsi lingkungan, mencegah dan mengatasi pencemaran dan kerusakan. 2) memberikan informasi pengelolaan lingkungan yang benar, 3) mengadvokasi pentingnya menjaga kebersihan lingkungan dan memperbaiki ekosistem yang sudah tercemar, 4) memberikan solusi cerdas untuk menciptakan lingkungan yang nyaman, bersih, asri dan rapi, 5) memelihara dan menginformasikan perlunya pemanfaatan flora dan fauna secara sederhana untuk melindungi lingkungan sekolah, rumah dan masyarakat.

Kejujuran

Kejujuran (honesty) adalah pemahaman yang memungkinkan siswa untuk berpikir, berkata, menerapkan, dan melakukan sesuatu sesuai dengan situasi, berdasarkan kenyataan dan tuntutan-tuntan yang dialami (Mangunhardjana, 2016; Yaumi 2014). Dengan demikian, kejujuran merupakan bagian dari kepribadian dan terwujud dalam sikap dan perilaku (Batubara, 2015). Oleh karena itu, penanaman karakter dilakukan secara berkesinambungan dan merupakan proses yang tidak pernah berakhir (Wibowo, 2012).

Suyanto, (2012) menyatakan bahwa karakter normatif mencakup kejujuran, pantang menyerah, kebersahajaan, kewajaran, dan menjaga emosi. Sekolah melaksanakan pendidikan karakter normatif tersebut. Pendidikan di taman kanak-kanak dan sekolah dasar menekankan aspek kejujuran. Hal ini dikarenakan taman kanak-kanak dan sekolah dasar merupakan tempat yang baik untuk menanamkan karakter baik sejak dini pada siswa. Bahkan, sejak masa kandunganpun, karakter anak mulai dikenalkan dengan berbagai cara, seperti menghindarkan kondisi ibu dari emosi yang berlebihan seperti stress, sedih yang terus-menerus (Halimi, 2001).

Kejujuran sebagai bagian dari karakter tidak sekedar membiasakan anak untuk berperilaku jujur. Pendidikan karakter lebih mengacu pada pembentukan pikiran, watak, dan perilaku yang baik (Suyanto, 2012). Dengan demikian, pendidikan kejujuran tidak hanya dibentuk oleh guru di sekolah, tetapi juga oleh keluarga dan masyarakat. Ketiga komponen tersebut perlu bersinergi dalam membentuk kejujuran khususnya dan karakter pada umumnya. Keluarga, sekolah, dan masyarakat perlu saling mengontrol perilaku siswa agar karakter terinternalisasi dan diamalkan oleh siswa.

Pendidikan kejujuran dapat ditanamkan dengan memberikan contoh tindakan-tindakan yang sederhana seperti menyontek, melakukan plagiarisme, berkata jujur, terbuka, dan sebagainya. Ketika siswa menjumpai kejujuran baik di rumah, sekolah, lingkungan pergaulannya, maupun masyarakat, maka sifat jujur dapat lebih terinternalisasi dan diamalkan dalam kehidupan siswa.

Kejujuran adalah modal utama hidup bersama. Pemahaman edukatif tentang nilai kejujuran dapat disampaikan kepada peserta didik sebagai bentuk perilaku berdasarkan perkataan dan perbuatan yang dapat dipercaya. Indikator pencapaian nilai kejujuran antara lain menyediakan fasilitas tempat temuan barang hilang di area sekolah, menyediakan kantin kejujuran, menyediakan kotak saran dan pengaduan, serta melarang penggunaan fasilitas komunikasi saat ujian (Wibowo, 2012).

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif yang menggali pendapat responden terhadap pendidikan kejujuran dan kepedulian lingkungan selama masa pandemi. Subjek dalam penelitian ini adalah siswa, guru, orang tua siswa SD YPBI Siloam Samabusa, dan tokoh masyarakat di lingkungan SD YPBI Siloam Samabusa. Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2021 sampai dengan Januari 2022. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan wawancara terstruktur agar wawancara terarah. Teknik analisis data dilakukan dengan menggunakan langkah-langkah yang diajukan oleh Miles, Huberman, & Saldana, (2014) sebagai berikut: 1) kondensasi data yang diperoleh, 2) menyajikan data, dan 3) menggambarkan dan memverifikasi kesimpulan.

Temuan dan Diskusi

Penelitian ini didasarkan atas wawancara dengan lima siswa, lima guru, dan lima orang tua siswa SD YPBI Siloam Samabusa. Selama masa pandemi Covid-19, SD YPBI Siloam Samabusa melaksanakan pendidikan jarak jauh. Pendidikan ini dilakukan dengan memberikan tugas-tugas yang harus dikerjakan oleh siswa. Setelah tugas-tugas selesai dikerjakan siswa, siswa ditemani oleh orang tua mereka mengembalikan tugas dan mengambil tugas berikutnya.

Pembelajaran dengan model tugas dilakukan karena terbatasnya fasilitas yang terdapat di Samabusa terbatas. Keterbatasan fasilitas ini berupa jaringan internet tidak lancar, tidak semua siswa memiliki komputer/HP android, keterbatasan anggaran rumah tangga untuk membeli pulsa (bagi yang memiliki HP). Dalam keterbatasan tersebut, siswa, guru dan orang tua bahu membahu untuk melaksanakan pendidikan.

Karakter Peduli Lingkungan

Siswa, sebagai subjek pendidikan, melakukan tindakan peduli lingkungan di sekolah maupun di rumah. Siswa sudah dibiasakan untuk membersihkan diri, mulai dari membersihkan tempat tidur, cuci tangan, mandi. Setelah itu baru siswa diperbolehkan makan oleh orang tua mereka.

> *“Kalau pagi biasa nya setelah sa beres sa punya tempat tidur bapa deng mama langsung suruh sa mandi habis itu mama kasih teh deng roti (olahan sagu dengan gula merah) biar sa deng bapa makan untuk tahan perut”. (Lussy Rumasen)*
>
> *“Kegiatan yang sa buat waktu korona di rumah kalau pagi biasa sa bantu mama cuci piring, menyapu rumah, dan bersih bersih tempat tidur nah, setelah itu mandi terus makan”. (Gabirel Mandala Saputra Karambut)*

Terkadang, siswa diajak orang tua mencari ikan di laut. Orang tua melarang siswa untuk tidak membuat dopis dalam menangkap ikan. Penangkapan ikan dengan dopis menyebabkan banyak ikan yang mati.

> *“Bapa nasehati sa kalau su besar jangan ko kayak manusia manusia ini e awas saja kalau ko kayak dorang mungkin bapa bisa injak ko, kalau su begini kasian to orang orang yang mau cari ikan”. (Valen Imbiri).*

Siswa juga diajari orang tua untuk menanam keladi, petatas (ubi jalar), buah merah. Siswa juga diajak oleh orang tua mereka ke kebun untuk mencari petatas (ubi jalar) dan keladi, serta diajak memancing.

> *“Sa tau cara tanamnya kaka karena bapa ajar sa jadi kayak tanam kaladi tu harus bagaimana tanam petatas tu juga harus bagaimana sama cara tanam dan merawat pohon buah merah tu bagaimana sa tau, itu bapa sering ajar waktu di kebun bapa bilang supaya kalau besar sa bisa tau cara tanam barang itu biar ko tau bentuk buah merah itu kayak begitu”. (Paulina Maniawasi).*

Pendidikan peduli lingkungan dilakukan oleh guru dengan mengajarkan pembiasaan kepada para siswa, seperti mandi dan cuci tangan. Dalam hal ini, guru bekerja sama dengan orang tua. Guru juga mengajak siswa untuk menanam dan memelihara tanaman di sekolah. Guru juga meminta orang tua untuk mengajak anaknya menanam sagu, pinang, sirih, ubi, keladi, maupun singkong. Guru juga meminta orang tua untuk tidak mengajari membuat dopis (bom) untuk menangkap ikan.

Di samping itu, guru juga meminta siswa untuk tidak membuang sampah di sembarang tempat, membersihkan kelas, membersihkan halaman sekolah, mendaur ulang sampah botol plastik, memilah sampah organic dan non organic, tidak mengotori (mencoret) meja. Pendidikan lingkugan yang dilakukan oleh guru cukup operasional. Hal-hal tersebut sangat mudah dilakukan oleh siswa.

Dari hasil wawancara, orang tua menekankan pendidikan karakter yang diawali dari rumah. Orang tua memulai pendidikan karakter dengan membiasakan anak untuk kebersihan diri siswa. Kebersihan diri siswa merupakan salah satu cara orang tua mendidik karakter peduli. Hal ini seperti diungkap oleh orang tua:

> *“Sebelum masuk ke dalam rumah, anak-anak sa suruh untuk lepas sandal, terus cuci tangan, dan kaki. Kalau sudah cuci tangan dan kaki, nah baru dorang bapa kasih ijin untuk masuk dan makan”. (Bapak Absalom Samuel Wabiser)*

> *“Kalau kebersihan yang bapa terapkan di dalam rumah anak itu setiap pagi harus mandi harus bangun kerja dalam artian bersihkan kamar sendiri dan membantu mama sapu halaman”. (Bapak Musa Gideon Imbiri)*
> *“Ya kalau Bapak menerapkan karakter kebersihan dengan sederhana seperti, mencuci piring setelah makan, dan mencuci pakaian kotor”. (Bapak Ronald Karambut)*
> *“Bapa menekankan untuk membersihkan kamar tidur sebelum memulai aktivitas apa saja itu. Kalau sudah selesai dorang membersihkan kamar tidur, anak- anak biasanya bapa suruh untuk membersihkan halaman juga”. (Bapak Pendeta Gat Maniawasi)*
> *“Bapak selalu kasih ingat pentingnya merawat diri sebelum ke sekolah atau sebelum beraktivitas yaitu dengan cara mandi kalau memang dia terpaksa tidak mandi mungkin minimal bapak suruh cuci muka muka baru pergi karena kebersihan diri adalah hal penting yang akan menjadi penilaian tetangga-tetangga lain”. (Bapak Matias Rumanasen)*

Orang tua juga mendidik anak untuk mencintai lingkungan dengan cara yang berbeda. Mereka mengajari untuk menyirami tanaman, menyapu halaman, bahkan ada yang meminta anak mereka untuk membersihkan laut dari sampah. Di samping itu, orang tua juga menyadari bahwa anak selalu mencontoh yang dilakukan orang tua. Anak-anak diberi contoh untuk menebang pohon di hutan atau di kebun hanya pohon-pohon yang layak untuk ditebang. Orang tua mengajak anak-anak mereka untuk menanam kembali tanaman.

Di sisi lain, masyarakat menyadari bahwa masyarakat hidup tergantung pada lingkungan. Masyarakat Papua tergantung pada hasil hutan dan kebun. Oleh karena itu, pemeliharan lingkungan penting untuk kelangsungan hidup pada masyarakat, khususnya di Papua. Masyarakat yang menebang pohon-pohon yang sudah layak tebang, harus menanam tanaman pengganti 2 – 4 pohon yang sejenis. Peduli terhadap lingkungan tidak terbatas pada tanaman, tokoh-tokoh masyarakat juga peduli pada kehidupan di laut dan burung-burung endemik yang khas Papua seperti burung Cenderawasih dan Mambruk. Masyarakat tidak diperbolehkan untuk menangkap ikan dengan bom atau merusak terumbu karang. Bagi masyarakat yang melanggar, maka akan dikenai hukum pemerintah atau hukum adat.

Masyarakat menangkap ikan secara tradisional yaitu dengan memancing atau dengan juubi (semacam panah yang terbuat dari besi). Hasil tangkapan ikan tersebut dapat dimakan untuk 4 – 5 hari. Hal ini berbeda dengan hewan buruan. Masyarakat saat ini mengalami kesulitan dalam menangkap hewan buruan. Dahulu, masyarakat menangkap hewan untuk dimakan sekeluarga. Saat ini, ada oknum yang menangkap hewan dalam jumlah yang banyak untuk dijual.

Karakter Kejujuran

Pembelajaran dengan memberikan tugas menuntut siswa untuk jujur dalam mengerjakan tugas tersebut. Tugas yang diberikan oleh guru dikerjakan bersama dengan temannya (Imbiri, 2022). Pekerjaan tersebut dikerjakan dari siang sampai sore hari karena pada hari siswa harus membantu pekerjaan bapak dan ibunya. Apabila tidak ada tugas, siswa ikut bapak dan ibunya ke kebun atau pergi bermain dengan teman-temannya.

Tugas yang diberikan oleh guru mencakup tugas individual dan tugas kelompok. Tugas individual dilakukan ketika siswa mengumpulkan tugas, sedangkan tugas kelompok dilakukan di rumah dan dikerjakan bersama dengan teman-temanya. Tugas mandiri juga diberikan kepada siswa. Guru memberikan waktu satu hari untuk menyelesaikan tugas mandiri tersebut. Namun, ketika siswa tidak bisa menjawab, siswa akan bertanya kepada teman yang sudah mengerti.

Ujian yang diberikan guru juga dikerjakan oleh siswa di rumah. Sering kali ada siswa yang mencontek jawaban siswa lain dengan alasan mau mencocokkan jawabannya. Namun, setelah diberitahu, semua jawaban diganti. Siswa yang mencontek jawaban temannya dilaporkan kepada guru, sehingga guru tahu siapa yang mengerjakan ulangan sendiri dan siapa yang mencontek temannya.

> *“Kalau mencontek itu sering terjadi kaka kadang kalau mau ujian atau pas mau ujian itu beberapa sa teman teman datang untuk lihat jawaban yang sa buat ini kaka. Dong alasan mau kasih cocok begitu eh tapi dong ubah semua terus ikut sa punya jawaban yang sa buat. Terus nanti kalau sudah di sekolah mau kumpul biasa sa kasih tau dorang yang liat sa pu jawaban”. (Lussy Rumanasen)*

Pendidikan kejujuran yang dilakukan oleh guru di sekolah dengan memberikan contoh. Apabila guru melakukan kesalahan saat mengajar maka guru akan mengakuinya dan meminta maaf. Guru berusaha untuk tidak membohongi siswa. Guru juga berusaha menghargai siswa dengan cara mendengarkan jawaban siswa dan mengapresiasi jawaban tersebut. Dalam memberikan pertanyaan, guru tidak memojokkan siswa. Dengan kata lain, guru menciptakan suasana nyaman pada siswa.

Guru juga sering meminta siswa untuk tidak mencontek jawaban siswa, meminta mengembalikan barang yang bukan miliknya. Penanaman kejujuran pada siswa juga bekerja sama. Tanpa kerja sama dengan orang tua dan masyarakat, karakter kejujuran sulit ditanamkan pada siswa.

Orang tua memberi pendidikan kejujuran dengan memberi contoh kepada anak-anaknya. Orang tua terbuka kepada anak untuk segala hal. Dengan contoh keterbukaan orang tua terhadap anak, maka anak juga akan terbuka dengan orang tua. Orang tua melarang anak untuk tidak mengambil barang milik orang lain. Anak juga diminta untuk bercerita kejadian yang dialami baik susah maupun senang.

Orang tua juga jujur dengan guru. Hal ini tampak ketika siswa tidak masuk karena membantu orang tua menangkap ikan.

> *“adoh pak guru kebetulan kemarin air pasang jadi sa pinjam anak ini pigi ke pante cari ikan dulu”. (Ibu Warni Biring, S.Pd)*

Orang tua tersebut memintakan ijin dihadapan anaknya. Hal ini menunjukkan bahwa orang tua secara tidak langsung memberikan contoh pada anak untuk berkata jujur.

Diskusi

Penanaman peduli lingkungan melalui nilai kebersihan yang dilakukan oleh orang tua dan guru di Papua. Mereka mengajarkan kepada anak mengenai kebersihan lingkungan, seperti; membersihkan rumah, membersihkan halaman (Bapak Pendeta Gat Maniawasi). Hal ini didukung oleh Bapak Ronald Karambut dan Bapak Musa Gideon Imbiri dengan pernyataan yang sama, siswa melakukan penanaman pohon di lingkungan pantai serta membersihkannya (Bapak Matias

Rumanasen; Bapak Ronald Karambut). Hal lain yang dilakukan siswa untuk lingkungan yaitu mengangkat sampah, memilah sampah organik dan non organik (Ibu Melia Arista), merawat tanaman (Ibu Febiola Ruatakurey), tidak mencoret meja dan kursi (Bapak Mailans Ragainaga) serta kegiatan daur ulang terhadap barang bekas berupa sampah plastik (Ibu Warni Biring).

Di sisi lain, hal yang diajarkan oleh orang tua dan guru mengenai kebersihan diri. Kebersihan diri yang diajarkan oleh orang tua dan guru seperti; siswa mandi sebelum mengambil tugas di sekolah (Matias Rumanasen; Absalom Samuel Wabiser), siswa mencuci tangan dan kaki sebelum masuk ke rumah (Absalom Samuel Wabiser), dan mencuci tangan sebelum masuk ke kelas (Ibu Warni Biring; bapak Mailans Ragainaga). Beberapa hal tesebut diajarkan oleh guru oleh untuk menjaga kebersihan lingkungan dan diri siswa. Bila lingkungan bersih, maka siswa sehat.

Keberhasilan penanaman pendidikan karakter melalui kebersihan perlu diketahui oleh orang tua dan guru. Orang tua dan guru memerlukan tolak ukur penanaman pendidikan karakter melalui kebersihan. Orang tua dan guru di Papua memiliki tolak ukur yang sama. Siswa membersihkan halaman rumah dan sekolah tanpa diperintahkan oleh orang tua dan guru. Kegiatan yang dilakukan oleh siswa tersebut, menjadi tolak ukur orang tua dan guru dalam penanaman pendidikan karakter kebersihan. Kegiatan lain yang dilakukan siswa yaitu, mandi, mencuci piring, membersihkan kamar, dan mencuci tangan sebelum masuk ke dalam rumah. Apabila kegiatan tersebut dilakukan atas inisiatif siswa. Maka, orang tua berhasil dalam menanamkan pendidikan karakter melalui kebersihan.

Di sisi lain, orang tua, masyarakat, dan guru di Papua menanamkan peduli lingkungan melalui kelestarian alam kepada anak. Sebagai contoh, Bapak Matias Rumanasen, Bapak Absalom Samuel Wabiser, Bapak Musa Gideon Imbiri, dan Bapak Pendeta Gat Maniawasi mengajarkan kepada anak untuk menanam tumbuhan seperti (Kaladi, Ubi Jalar, Pisang, Buah Merah, Mangrove, dan Sagu). Hal lain yang diajarkan oleh orang tua kepada anak yaitu; tidak membuang sampah sembarangan (Bapak Pendeta Gat Maniawasi), menebang pohon yang layak tebang (Absalom Samuel Wabiser), dan tidak menggunakan bom ketika memancing (Bapak Musa Gideon Imbiri; Matias Rumanasen).

Dari sudut pandang masyarakat, Bapak John Kipimbob dan Ibu Oktavina Insyur menindak tegas masyarakat yang menebang pohon sembarangan. Hal lain yang ditegaskan oleh Bapak John Kipimbob dan Ibu Oktavina Insyur yaitu melarang orang yang berburu hewan endemik dan menangkap ikan dengan menggunakan bom. Penjelasan tersebut didukung oleh orang tua yaitu bapak Bapak Musa Gideon Imbiri dan Matias Rumanasen dalam konteks melarang untuk menangkap ikan dengan menggunakan bom. Oleh sebab Masyarakat Papua meyakini bahwa makanan yang diperoleh, sebagian besar dari alam. Dengan demikian, masyarakat di Papua harus menjaga kelestarian alam.

Pengetahuan tentang kelestarian alam perlu diketahui oleh masyarakat Papua. Tolak ukur keberhasilan penanaman pendidikan karakter yang mereka terapkan, yaitu: anak-anak di Papua menanam pohon, anak-anak di papua merawat pohon dan tumbuhan lainnya, anak-anak di papua menjaga kelestarian alam dengan membersihkan lingkungan sekitar, dan anak-anak tidak membuang sampah sembarangan. Kemudian, bila ada masyarakat yang menebang pohon sembarangan. Maka, beberapa masyarakat memiliki insiatif melaporkan kejadian tersebut ke

kepala suku sebagai pemberi sanksi adat. Dengan demikian, kepedulian lingkungan tidak terlepas dari budaya yang ada di Papua.

Sikap peduli lingkungan ditafsirkan sebagai reaksi individu terhadap lingkungan alam sekitarnya dengan tidak merusak maupun mencemari (Tamara 2016), Peduli lingkungan diartikan sebagai sikap dan perilaku seseorang yang berupaya mencegah kerusakan pada lingkungan alam sekitar. Makna peduli lingkungan tidak hanya sebagai suatu tindakan untuk mencegah namun, arti peduli lingkungan juga ditujukan sebagai bentuk solusi atas kerusakan alam yang telah terjadi sebelumnya. Karakter peduli lingkungan diasumsikan sebagai sikap seseorang yang memiliki inisiatif untuk membenahi serta mengelola lingkungan alam sekitar dengan benar agar dapat tetap dinikmati secara terus menerus (Purwanti, 2017).

Siswa SD YPBI Siloam memiliki karakter jujur. Siswa menceritakan pengalaman ketika belajar, seperti: Siswa mengerjakan tugas dengan dibantu oleh orang tua atau saudara (Lussy Rumanasen; Ibu Warni Biring), Siswa menceritakan kegiatan selama di rumah, Siswa mengerjakan tugas kelompok (Yanuarius Wabiser; Valen Imbiri; Lussy Rumanasen; Pauilina Maniawasi), dan siswa yang mencontek ketika ujian (Lussy Rumanasen). Liliweri, (2017), menyatakan bahwa karakter kejujuran dapat diketahui dengan sikap terbuka dan sukarela untuk menyampaikan informasi apapun kepada orang lain. Oleh sebab, siswa bercerita pengalaman ketika belajar secara Luring. Maka, dapat diketahui bahwa siswa tersebut jujur.

Penanaman karakter kejujuran dilakukan oleh guru dan orang tua di Papua. Langkah-langkah yang dilakukan oleh orangtua dalam menanamkan karakter kejujuran, sebagai berikut: Orang tua memberikan contoh dengan berbicara terus terang dan apa adanya kepada Siswa (Bapak Matias Rumanasen; Bapak Pendeta Gat Manaiwasi; Bapak Ronald Karambut), orang tua mendorong anak untuk bercerita ketika ada masalah (Bapak Ronald Karambut), dan Orang tua tidak menanamkan mental pencuri (Bapak Absalom Samuel Wabiser; Bapak Ronald Karambut). Orang tua di Papua memiliki pandangan mencuri bukan hanya berdampak pada orang lain, melainkan berdampak bagi orang lain (Bapak Musa Gideon Imbiri). Oleh sebab, siswa mencuri dapat merugikan orang lain. Maka, orang tua di Papua menanamkan karakter kejujuran dengan tidak mencuri dan berbicara apa adanya. Kejujuran adalah hubungan antara hati dan kebenaran. Kejujuran juga diartikan sebagai tindakan-tindakan untuk tidak berbohong dan berbuat curang. Kejujuran lahir dari penyataan yang tulus dan tidak di tambah-tambahkan (Martanti, 2017).

Terdapat sedikit perbedaan dalam menanamkan karakter kejujuran siswa yang dilakukan oleh guru. Guru menanamkan karakter kejujuran siswa dengan cara; Guru mengakui kesalahan jika terdapat hambatan pada pembelajaran, Guru memberi tahu siswa untuk berbicara apa adanya (Bapak Mailans Ragainaga), Guru menghimbau orang tua untuk mengajarkan kejujuran di rumah (Ibu Warni Biring), Guru memberikan teguran pada siswa yang mencuri (Ibu Febiola Ruatakurei), siswa memberitahu guru ketika tidak membawa LKS, tugas, maupun barang-barang lainnya yang diarahkan guru untuk keberlangsungan proses pembelajaran (Ibu Meti Lolok), dan siswa memberitahu guru ketika menemukan barang siswa lain yang hilang di lingkungan sekolah (Ibu Melia Arista). Beberapa hal di atas adalah upaya-upaya yang diterapkan oleh guru kepada siswa untuk mencapai nilai

dari penanaman karakter kejujuran. Kejujuran merupakan asumsi yang dicirikan dengan tindakan secara benar dan mengatakan yang sebenarnya tanpa menambah atau mengurangi apa yang ingin disampaikan serta mengakui setiap kelakuan yang baik atau buruk (Chairilsyah, 2016).

Simpulan

Berdasarkan pembahasan di atas, guru, orang tua, dan masyarakat di lingkungan SD YPBI Siloam, Samabusa bekerja sama menanamkan pendidikan karakter khususnya peduli lingkungan dan kejujuran. Penanaman pendidikan karakter tersebut dilakukuan dengan memberikan contoh-contoh riil, seperti cuci tangan dan kaki, mandi, menanam pohon, tidak menebang pohon sembarangan, membuang sampah pada tempatnya, memilah sampah organik dan nonorganik.

Di sisi lain, pendidikan kejujuran dilakukan dengan memberikan dan menciptakan rasa nyaman pada siswa. Di samping itu, guru, orang tua, dan masyarakat memberikan contoh kejujuran dengan terbuka kepada semua orang, meminta anak untuk mengerjakan tugas sendiri. Namun demikian, untuk pengerjaan tugas, masih ada siswa yang tidak mengerjakan pekerjaan sendiri. Mereka bertanya pada teman yang dirasa lebih menguasai pelajaran.

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah sampel yang digunakan hanya satu sekolah. Dengan demikian, kesimpulan ini tidak dapat berlaku untuk semua sekolah yang ada di Samabusa. Peneliti menyarankan agar sampel diperluas sehingga bisa menggambarkan pendidikan peduli lingkungan dan kejujuran selama pembelajaran daring di Nabire.

Daftar Pustaka

Atiya, H. (2021). Pendidikan Karakter dalam Pembelajaran Jarak Jauh Pada Masa Pandemi Covid-19 (Studi Multisitus di Minu Waru II dan SDN Waru I Sidoarjo). *Tesis*. Pascasarjana Prodi Pendidikan Guru Madrasah Ibtida’iyah Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

Batubara, (2015). Pengembangan Karakter Jujur Melalui Pembiasaan. *Jurnal Konseling dan Pendidikan, Vol.2*(1) 1-6.

Chairilsyah, D. (2016). Metode dan Teknik Mengajarkan Kejujuran Pada Anak Sejak Usia Dini. *Jurnal Educhild: Pendidikan dan Sosial*, 5(1), 8-14.

Dhawan, S. (2020). Online learning: A panacea in the time of COVID-19 crisis. *Journal of educational technology systems, 49*(1), 5-22.

Dina Sri, N. (2020). Pengelolan Pembelajaran Jarak Jauh Yang Memandirikan Siswa dan Implikasinya Pada Pelayanan Pendidikan. *JOEAI (Journal of Edducation and Instruction), Vol 3*(1), 14-12.

Halimi, A. (2001, Pebruari). Mendidik Anak dalam kandungan, Perspektif Islam. *Jurnal Pendidikan Islam: Ta'dib, Volume 1*(Nomor 1), 73 - 79.

Hasan, M., Thamrin, M. I., Rahmatullah, R., Pratama, M. A. D., & Darwis, N. W. (2021). Implementasi Pembelajaran pada Berbagai Jenjang Pendidikan di Daerah 3T Pada Masa Pandemi Covid-19. *Ideas: Jurnal Pendidikan, Sosial, dan Budaya*, *7*(3), 47-56.

Haryono, A. (2004). Belajar Mandiri Konsep dan Penerapannya Dalam Sistem Pendidikan dan Pelatihan Terbuka/Jarak Jauh. *Jurnal Pendidikan Terbuka dan Jarak Jauh, Vol.2*(No.2), 137-161.

Imbiri, V. (2022, Januari 11). Wawancara dengan Siswa. (D. P. Mehan,

Interviewer)

Kartadinata, I., & Sia, T. (2010). Prokastinasi Akademik dan Manajemen Waktu. *Anima, Indonesian Psychological Journal*, *Vol.23* (No.2), 110-112.

Kesuma, D., Triatna, C., & Permana, J. (2013). *Pendidikan Karakter: Kajian Teori dan Praktik di Sekolah.* Bandung: Remaja Rosdakarya.

Liliweri, A. (2017). *Komunikasi Antar Personal.* Jakarta: Prenada Media.

Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (Third edition ed.). SAGE Publication, Inc.

Mamluah, S. K., & Maulidi, A. (2021). Pembelajaran Jarak Jauh (PJJ) di Masa Pandemi COVID-19 di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(2), 869-877.

Martanti, F. (2017). Penanaman Nilai-Nilai Kejujuran melalui Media Kantin Kejujuran di Pondok Pesantren Al Hikmah Semarang. *Sosio Dialektika*, *2*(1).

Mangunhardjana, A.M. (2016). *Pendidikan Karakter: Tujuan, Bahan, Metode dan Modelnya*. Yogyakarta: Grahatma Semesta.

Ndadari, A.N.C., & Pambudi, D.I. (2019). *Implementasi Pendidikan Karakter Peduli Lingkungan Pada Peserta Didik SD Negeri 2 Gadingharjo.* Prodi PGSD FKIP Universitas Ahmad Dahlan.

Prawiyogi, A.G., Purwanugraha, A., Fakhry, G., & Firmansyah, M. (2020). Efektivitas Pembelajaran Jarak Jauh Terhadap Pembelajaran Siswa di SDITCendekia Purwakarta. *Jurnal Pendidikan Dasar, Vol.11*(No.10), 94-101.

Pohan, A.E. (2020). *Konsep Pembelajaran Daring Berbasis Pendekatan Ilmiah*. Jawa Tengah: Sarnu Untung.

Purwanti, D. (2017). Pendidikan karakter peduli lingkungan dan implementasinya. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, *1*(2), 14-16.

Qusyairi, L. M. (2019, may). Interaksi Sosial Dalam Proses Pembelajaran. *Studi Keislaman Dan Ilmu Pendidikan, VII*, 1-18.

Sarwa. (2021). *Pembelajaran Jarak Jauh : Konsep, Masalah dan Solusi.* (D. Masduki, Ed.) Indramayu: Penerbit Adab.

Sadikin, A. & Hamidah, A. (2020). Pembelajaran Daring di Tengah Wabah Covid 19. *Biodik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi, Vol.6*(No.2), 1-11.

Suyanto, S. (2012, Juni). Pendidikan Karakter untuk Anak Usia Dini. *Jurnal Pendidikan Anak, Volume 1*(Edisi 1), 1 - 10.

Tamara, R. M. (2016). Peranan lingkungan sosial terhadap pembentukan sikap peduli lingkungan peserta didik di SMA Negeri Kabupaten Cianjur. *Jurnal Geografi Gea*, *16*(1), 44-55.

Varetha, L. (2021). *Dilema Pendidikan Dimasa Pandemi Covid-19.* Malang: Media Sains Indonesia.

Wibowo, A. (2012). *Pendidikan Karakter: Strategi Membangun Karakter Bangsa Berperadaban.* Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Warsita, B. (2014). Pola kegiatan pembelajaran dalam pendidikan jarak jauh. *Jurnal Teknodik*, 84-96.

Wibowo, A. (2012). *Pendidikan Karakter: Strategi Membangun Karakter Bangsa Berperadaban.* Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Yaumi, M. (2018). *Pendidikan Karakter: Landasan, Pilar dan Implementasi.* Jakarta: Prenada Media Group.

Zubaedi. (2015). *Desain Pendidikan Karakter: Konsepsi dan Aplikasinya dalam Lembaga Pendidikan.* Jakarta: Prenada Media Group.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PENERAPAN *HIERARCHICAL K-MEANS CLUSTERING* DALAM PENGELOMPOKAN SEKOLAH MENENGAH PERTAMA DI PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR

Prima Elisa Segu[1], Ridowati Gunawan[2]
[1,2]Universitas Sanata Dharma
Jl.Affandi, Mrican, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman,
Daerah Istimewa Yogyakarta 55281
[1]primaelisa837@gmail.com, [2]ridowatigunawan@usd.ac.id

Abstrak
Provinsi Nusa Tenggara Timur menempati peringkat terendah keempat di Indonesia untuk rata-rata pendidikannya. Hal ini dikarenakan kesenjangan pemerataan pendidikan. Untuk itu perlu dilakukan pengelompokan Sekolah Menengah Pertama di Provinsi Nusa Tenggara Timur menggunakan data Nilai Ujian Nasional untuk melihat peta mutu pendidikan. Metode *Hierarchical K-Means Clustering* dipilih guna menyelesaikan masalah dalam penelitian yang dilakukan. K-Means merupakan salah satu metode *Clustering* yang memiliki kemampuan mengelompokan data relatif cepat, namun memiliki kesulitan dalam menentukan *Centroid* awalnya. Maka fungsi dari metode *Hierarchical* ini untuk membantu memecahkan masalah penentuan *Centroid* awal dari metode *K-Means*. Data Nilai Ujian Nasional yang digunakan memiliki atribut nilai Bahasa Indonesia, Bahasa Inggris, Matematika, IPA, dan Rerata Nilai. Dengan menggunakan evaluasi *Silhouette Coefficient* untuk melakukan uji evaluasi terhadap metode *Hierarchical K-Means Clustering*. Hasil penelitian menunjukan bahwa evaluasi terbaik berada di cluster 2 dengan nilai *Silhouette Coefficient* sebesar 0,5514 yang merupakan struktur terbaik dari berbagai percobaan.

Kata kunci: Clustering, Hierarchical K-Means Clustering, Sillhouette Coefficient

APPLICATION OF HIERARCHICAL K-MEANS CLUSTERING IN THE FIRST HIGH SCHOOL GROUPING IN EAST NUSA TENGGARA PROVINCE

Prima Elisa Segu[1], Ridowati Gunawan[2]
[1,2]Sanata Dharma University
Affandi Street, Mrican, Caturtunggal,Depok Distric,Sleman Regency,
Yogyakarta Special Region 55281
[1]primaelisa837@gmail.com, [2]ridowatigunawan@usd.ac.id

Abstract
The province of East Nusa Tenggara is ranked the fourth lowest in Indonesia for average education. This is due to the gap in equal distribution of education. For this reason,it is necessary to group junior high schools in East Nusa Tenggara Province using National Examination Score data to see a map of the quality of education. The Hierarchical K-Means Clustering method was chosen to solve the problem in the research conducted. K-Means is one of the clustering methods that has the ability to group data relatively quickly, but has difficulty in determining the initial centroid. So the function of this Hierarchical method is to help solve the problem of determining the initial centroid of the K-Means method. The National Examination Score data has used the attribute values of Indonesian, English, Mathematics, Natural Sciences, and Average Values. By using the Silhouette Coefficient evaluation to conduct an evaluation test of the Hierarchical K-Means Clustering method. The results show that the best evaluation is in cluster 2 with a Silhouette Coefficient value of 0.5514 which is the best structure from various experiments.

Keywords: Clustering, Hierarchical K-Means Clustering, Silhouette Coefficient

Pendahuluan

Pendidikan merupakan suatu proses untuk memperoleh dan memperdalam ilmu pengetahuan. Kemajuan dari suatu bangsa dapat dilihat dari tingkatan ilmu pendidikan (Hidayat & Patras, 2013). Adanya pendidikan memiliki tujuan untuk mengembangkan kepribadian yang berakhlak mulia dan keterampilan yang diperlukan di dalam anggota masyarakat. Sehingga pendidikan memiliki peran besar dalam kehidupan individu (Wardhani, 2017). Untuk mengetahui keterampilan dari peserta didik, pemerintah membuat suatu kebijakan dengan diadakan ujian nasional.

Ujian nasional dilakukan untuk melihat evaluasi setiap peserta didik, sampai sejauh mana mereka belajar. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia no.13 Tahun 2015 Pasal 68 menyebutkan bahwa hasil ujian nasional digunakan sebagai dasar untuk pemetaan mutu program dan/atau satuan pendidikan, pertimbangan seleksi masuk jenjang pendidikan berikutnya, dan pembinaan serta

pemberian bantuan kepada satuan pendidikan dalam upaya untuk meningkatkan mutu pendidikan.

Provinsi Nusa Tenggara Timur menempati peringkat terendah keempat di Indonesia untuk rata-rata pendidikannya (Kennedy et al., 2019). Hal ini dikarenakan berbagai alasan, salah satu faktornya adalah kesenjangan pemerataan pendidikan, yang disebabkan oleh sarana prasarana yang kurang menunjang, seperti perpustakaan dan laboratorium. Selain itu kualitas dan kuantitas tenaga pengajarnya. Faktor lain penyebab rendahnya pendidikan di Provinsi Nusa Tenggara Timur adalah manajemen sekolah yang masih belum optimal serta kurangnya keterampilan juga pengetahuan dalam mengelola sekolah (Kennedy et al., 2019).

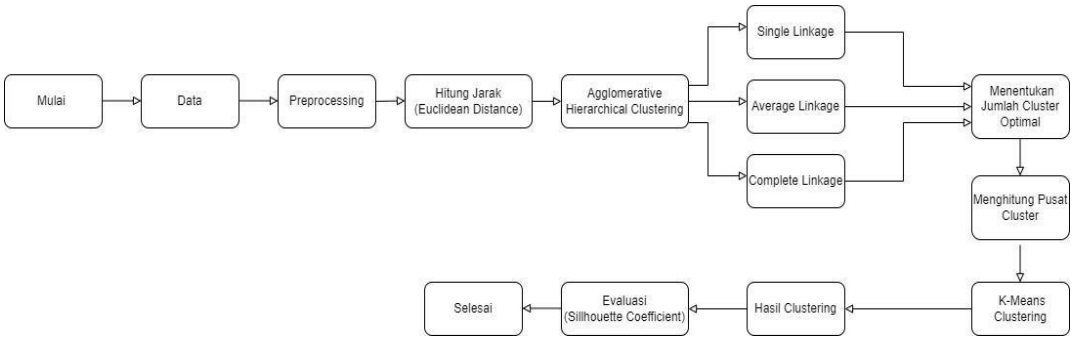
Untuk itu perlu dilakukan pengelompokan Sekolah Menengah Pertama di Provinsi pengelompokan Sekolah Menengah Pertama di Provinsi Nusa Tenggara Timur menggunakan data nilai ujian nasional, untuk melihat peta mutu pendidikan. Melalui pengelompokan sekolah ini diharapkan dapat dijadikan acuan oleh pemerintah untuk mengatasi masalah kesenjangan pendidikan di Provinsi Nusa Tenggara Timur, agar lebih memprioritaskan sekolah-sekolah yang tertinggal.

Dalam penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Sintiya et al., 2021) mengenai pengelompokan wilayah desa Kabupaten Pemalang menggunakan kombinasi Single-Linkage dengan K-Means Clustering memperoleh validitas Sillhouette Index sebesar 0,685 dengan jumlah cluster sebanyak 4. Penelitian lain dilakukan oleh (Firdaus et al., 2019) yang mengelompokan data persedian obat menggunakan K-Means dengan Hierarchical Clustering dan jumlah cluster sebanyak 2 menghasilkan validitas Sillhouette Index sebesar 0,8414. Penelitian berikutnya dilakukan oleh (Dzikriyah, 2021) yaitu melakukan pengelompokan daerah terdampak covid-19 di Provinsi Jawa Timur menggunakan metode Hierarchical K-Means Clustering menghasilkan Sillhouette Index sebesar 0,5628 dengan jumlah cluster sebanyak 2.

Metode Hierarchical K-Means Clustering dipilih guna menyelesaikan masalah dalam penelitian yang dilakukan, karena algoritma K-Means mempunyai kemampuan mengelompokan data dalam waktu yang relative cepat, namun sulit untuk menentukan pusat awal, maka dari itu metode K-Means dikolaborasikan dengan metode Hierarchical untuk penentuan pusat awal cluster, sehingga gabungan kedua algoritma ini akan memperoleh hasil cluster yang lebih baik dibandingkan dengan algoritma lain. Untuk melihat kualitas dan kekuatan cluster akan digunakan Silhouette Coefficient sebagai metode evaluasinya.

Metode

Pada penelitian ini terdapat tahap-tahap dalam menyelesaikan masalah yang dituangkan dalam Diagram Alur pada Gambar 1



Gambar 1 Diagram Alur Kerja *Hierarchical K-Means Clustering*

Berdasarkan diagram alur pada Gambar 1 maka dapat dijelaskan :

1. Data
   Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data capaian ujian nasional Sekolah Menengah Pertama Provinsi Nusa Tenggara Timur pada tahun 2019 yang diperoleh dari website resmi Pusat Penelitian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. Data berjumlah 1634 yang terdiri dari 11 atribut. Tabel 1 menunjukan keterangan data.

Tabel.1 Keterangan Data

Atribut	Tipe Data	Keterangan
No	Numerik	Nomor Urut
Kode	Numerik	Kode Sekolah
Nama Satuan Pendidikan	Char	Nama Sekolah
NPSN	Numerik	Nomor Kepala Sekolah Nasional
Status	Nominal	Status Sekolah Negeri/Swasta
Jumlah Peserta	Numerik	Banyaknya peserta tiap sekolah
Rerata Nilai Bahasa Indonesia	Numerik	Hasil nilai Bahasa Indonesia tiap sekolah
Rerata Nilai Bahasa Inggris	Numerik	Hasil nilai Bahasa Inggris tiap sekolah
Rerata Nilai Matematika	Numerik	Hasil nilai Matematika tiap sekolah
Rerata Nilai IPA	Numerik	Hasil nilai IPA tiap sekolah
Rerata Nilai	Numerik	Hasil rerata nilai keseluruhan

2. Preprocessing
   Dalam proses preprocessing akan dilakukan seleksi atribut dan transformasi data menggunakan Z-Score.
   a. Seleksi Atribut

Pada proses seleksi atribut ini akan dipilih atribut-atribut yang akan digunakan dalam proses clustering. Proses seleksi atribut ini dilakukan karena tidak semua atribut dapat digunakan pada proses clustering, mengingat metode K-Means hanya dapat dilakukan pada atribut yang bertipe numerik. Maka pada penelitian ini dipilih 6 atribut yang terdiri dari 5 atribut bertipe numerik dan 1 atribut bertipe char yang akan dijadikan sebagai label.

b. Transformasi Data

Proses transformasi data akan dilakukan normalisasi data untuk meminimalisir outlier karena data memiliki jarak nilai yang berbeda dengan menggunakan Z-Score. Z-Score adalah suatu ukuran penyimpangan data dari nilai rata-ratanya yang diukur dalam standar deviasinya. Jika nilainya terletak di atas rata-rata maka Z-Scorenya akan bernilai positif, sedangkan apabila nilainya di bawah nilai rata-rata maka Z-Scorenya akan bernilai negatif. Z-Score dapat dihitung dengan rumus:

$$X_{new} = \frac{X-\mu}{\sigma} = \frac{X-Mean(X)}{StdDev(X)} \quad (1)$$

dengan :

X_{new}	= nilai baru
x	= nilai lama
μ	= populasi rata-rata
σ	= nilai standar deviasi

3. Hitung Jarak

Proses perhitungan jarak dilakukan untuk mengukur jarak antar objek menggunakan *Euclidean Distance*. Proses perhitungan jarak dilakukan setelah proses preprocessing, ini akan menghasilkan *matrix similarity*. *Euclidean Distance menurut Larose* (2005) dapat dihitung dengan rumus:

$$d(x_i y_j) = \sqrt{\Sigma^n_{k-1}(x^i_k - y^j)^2_k} \quad (2)$$

dengan :

xi dan yi	= data yang dihitung jaraknya
n	= jumlah atribut

4. *Agglomerative Hierarchical Clustering*

Agglomerative Hierarchical Clustering adalah metode Hierarchical Clustering dengan pendekatan bottom–up yaitu dimulai dengan membiarkan setiap objek membentuk cluster sendiri secara iteratif yaitu menggabungkan cluster menjadi cluster yang lebih besar sampai semua objek berada dalam satu cluster. Untuk melakukan penggabungan antar cluster dapat diukur dengan menggunakan single-linkage yaitu jarak terdekat antar cluster, complete-linkage yaitu jarak terjauh antar cluster serta average-linkage yaitu jarak rata-rata antar cluster (Han & Kamber 2011). Single-Linkage, Average-Linkage, dan Complete-Linkage dapat dihitung dengan rumus:

a. Single-Linkage

Jarak (A,B) = Minimal nilai (Ax,By) (3)

dengan :

(Ax,By) = jarak antara dua data x dan y masing-masing dari *cluster* A dan B

b. Average-Linkage

Jarak (A,B) = Rata-rata nilai (Ax,By) (4)

dengan :

(Ax,By) = jarak antara dua data x dan y masing-masing dari *cluster* A dan B

c. Complete-Linkage

Jarak (A,B) = Maksimal nilai (Ax,By) (5)

dengan :

(Ax,By) = jarak antara dua data x dan y masing-masing dari *cluster* A dan B

Proses *clustering* menggunakan metode *Agglomerative Hierarchical Clustering* akan menghasilkan inisialisasi *centroid* awal yang akan digunakan untuk proses *clustering* menggunakan metode *K-Means Clustering*.

5. Menentukan Jumlah Cluster Optimal
   Penentuan jumlah cluster optimal sangat perlu dilakukan karena dapat membantu dalam mencari nilai k terbaiknya. Metode Elbow adalah metode yang digunakan untuk memperoleh informasi mengenai jumlah cluster terbaik, dengan cara melihat presentase hasil perbandingan antara jumlah cluster yang akan membentuk siku pada suatu titik (Putu et al., 2015). Penentuan jumlah cluster pada metode ini dapat dihasilkan dari perbandingan hasil Sum of Square Error (SSE) pada masing-masing jumlah cluster. SSE dapat dihitung dengan rumus:

$$SSE = \sum_{k=1}^{k} \sum_{xi \epsilon Ck} \| x - C_i \|_k^2 \quad (6)$$

   dengan :
   x_i = data pada objek ke-i
   C_k = *centroid cluster* C_k

   Setelah mendapat nilai k optimal, maka akan dilakukan pemotongan garis hirarki yang telah didapat pada proses clustering menggunakan metode Agglomerative Hierarchical Clustering sesuai dengan nilai k optimal.
6. Menghitung Pusat Cluster
   Setelah menentukan jumlah cluster optimal dan melakukan pemotongan garis hirarki, maka akan dihitung nilai rata-ratanya sebagai penentuan centroid atau pusat cluster.
7. K-Means
   K-Means Clustering adalah metode yang membagi data menjadi beberapa kelompok, berdasarkan titik pusat cluster (centroid). Adapun langkah- langkah perhitungannya menurut Han & Kamber (2011) adalah sebagai berikut:
   1. Menentukan jumlah cluster dan titik pusat cluster (centroid)
   2. Hitung jarak setiap data dengan masing-masing centroid, masukan data yang terdekat dengan pusat cluster tersebut

3. Jika data sudah dikelompokan, hitung rata-rata dari setiap cluster
4. Cek apakah rata-rata dari setiap cluster berubah? Jika berubah lakukan langkah kedua dan tiga sampai rata-rata tidak berubah atau sampai batas iterasi yang ditentukan.

8. Evaluasi Menggunakan *Sillhouette Coefficient*
   Sillhouette Coefficient adalah salah satu metode validasi cluster yang digunakan untuk melihat tingkat kualitas dan kekuatan cluster suatu objek di dalam suatu cluster. *Sillhouette Coefficient* dapat dihitung menggunakan rumus:

$$s(i) = \frac{(b(i)-a(i)}{Max(a(i),b(i)} \quad (7)$$

dengan:
a(i) = rata-rata jarak objek ke-i terhadap semua objek di *cluster* a
b(i) = nilai minimal rata-rata jarak objek ke-i terhadap semua objek di *cluster* lain.

Rentang nilai Sillhouette Coefficient berdasarkan Kaufman & Rousseeuw (2011):

Tabel 2 Rentang Nilai Sillhouette Coefficient

Nilai *Silhouette Coefficient*	Penilaian
0,7 < SC <= 1	Strukur Kuat
0,5 < SC <= 0,7	Struktur Baik
0,25 < SC <= 0,5	Strukur Lemah
SC <= 0,25	Struktur Buruk

Hasil dan Pembahasan

(Hasil Preprocessing (Seleksi Atribut dan Transformasi Data))

Proses seleksi atribut ini dilakukan karena tidak semua atribut dapat digunakan pada proses clustering, mengingat metode K-Means hanya dapat dilakukan pada atribut yang bertipe numerik. Maka pada penelitian ini dipilih 6 atribut yang terdiri dari 5 atribut bertipe numerik dan 1 atribut bertipe char yang akan dijadikan sebagai label. Setelah atribut yang tidak digunakan dihapus, maka tersisa 6 atribut yang akan digunakan dalam proses clustering, diantaranya Nama Satuan Pendidikan, Bahasa Indonesia, Bahasa Inggris, Matematika, IPA, dan Rerata Nilai, dengan jumlah data sebanyak 1634.

Tabel 3 Hasil Seleksi Atribut

Nama Satuan Pendidikan	Bahasa Indonesia	Bahasa Inggris	Matematika	IPA	Rerata
SMP Negeri 1 Kupang	66.38	48.88	39.19	46.7	50.29
SMP Negeri 2 Kupang	72.69	55.02	45.16	49.98	55.71
SMP Negeri 3 Kupang	65.13	43.7	37.6	43.06	47.37
SMP Negeri 4 Kupang	63.85	44.76	37.7	43.58	47.47

SMP Negeri 5 Kupang	65.74	45.62	37.77	42.99	48.03
SMP Negeri 6 Kupang	57.44	41.06	35.19	39.23	43.23
SMP Negeri 7 Kupang	60.55	44.76	37.01	40.16	45.62
SMP Negeri 8 Kupang	66.31	47.28	37.24	42.56	48.35
…	…	…	…	…	…
SMP Negeri Satu AtapNimalak	66.17	44.00	61.25	42.71	53.53

Setelah melakukan proses transformasi data menggunakan Z-Score, maka dapat dilihat pada Tabel 4, range data berkisar -1 sampai dengan lebih dari 1. Hasil transformasi data dapat dilihat pada Tabel 4

. Tabel 4 Hasil Transformasi Data Mengggunakan Z-Score

	BAHASA.INDONESIA	BAHASA.INGGRIS	MATEMATIKA	IPA	RERATA.NILAI
[1,]	0.149153992	0.221266169	-0.5285303445	0.0637129836	-9.673114e-02
[2,]	0.836446488	0.748374238	-0.1740797474	0.3430508680	4.023095e-01
[3,]	0.013002546	-0.223427610	-0.6229317598	-0.2462839368	-3.655870e-01
[4,]	-0.126416534	-0.132428497	-0.6169945639	-0.2019986625	-3.563796e-01
[5,]	0.079444452	-0.058599028	-0.6128385267	-0.2522454161	-3.048182e-01
[6,]	-0.824601146	-0.450066911	-0.7660181818	-0.5724620153	-7.467730e-01
[7,]	-0.485856350	-0.132428497	-0.6579612158	-0.4932595054	-5.267163e-01
[8,]	0.141529511	0.083909017	-0.6443056652	-0.2888659314	-2.753545e-01
[9,]	-0.285441422	-0.124702157	-0.6496491415	-0.3033438096	-4.272765e-01
[10,]	-0.862723550	-0.448349946	-0.7078336616	-0.4966660649	-7.108642e-01

(Hasil Perhitungan Jarak)

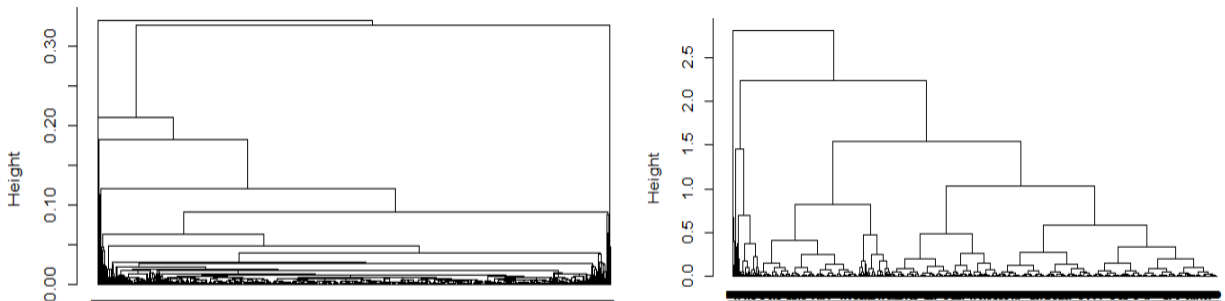
Perhitungan jarak ini untuk mendapatkan matriks jarak, dengan menggunakan Euclidean Distance. Hasil perhitungan jarak dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5 Hasil Perhitungan Jarak

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	12.381090								
3	7.259408	18.970809							
4	6.578921	18.652678	1.747112						
5	5.650248	17.295002	2.127886	2.231210					
6	16.208655	28.251688	10.184415	9.898399	11.554982				
7	10.967962	22.744454	5.824139	5.146358	6.486162	5.766411			
8	5.222126	16.509525	3.943197	3.798473	1.910157	12.604408	7.265934		
9	8.233274	20.309289	3.151254	2.109787	3.785327	8.045788	3.090728	4.902122	
10	15.622093	27.602380	9.811065	9.400798	11.210669	1.423903	5.497381	12.366075	7.609376

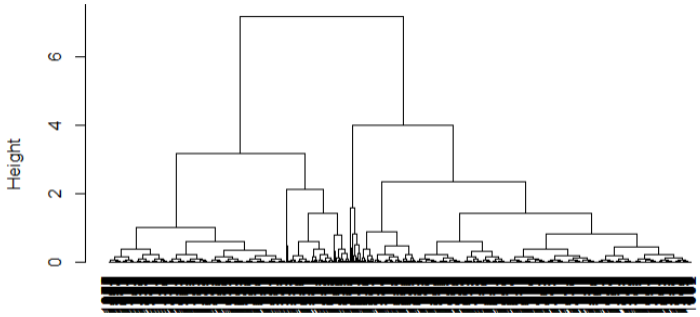
(Hasil Clustering dengan Metode Agglomerative Hierarchical)

Untuk melakukan proses menggunakan Hierarchical Clustering, dapat diukur dengan menggunakan single linkage yaitu jarak terdekat atau terkecil antar cluster, complete linkage yaitu jarak terjauh atau terbesar antar cluster, serta average linkage yaitu jarak rata-rata antara cluster. Perhitungan menggunakan metode Agglomerative Hierarchical Clustering menghasilkan dendogram, dapat dilihat pada Gambar 2, 3 dan 4



Gambar 2 Dendogram Single-linkage

Gambar 3 Dendogram Average-Linkage



Gambar 4 Dendogram Complete-Linkage

Dendogram yang dihasilkan oleh ke-3 pendekatan Agglomerative terdapat tingkatan atau hirarki yang jelas antar objek dari yang paling mirip hingga yang paling tidak mirip. Hasil dari pendekatan menggunakan ke-3 metode Agglomerative ini akan dihitung seberapa besar koefisien dari masing-masing pendekatan yang memudahkan memilih pendekatan yang paling bagus untuk digunakan dalam proses clustering selanjutnya. Koefisien 3 metode Agglomerative dapat dilihat pada Tabel 6

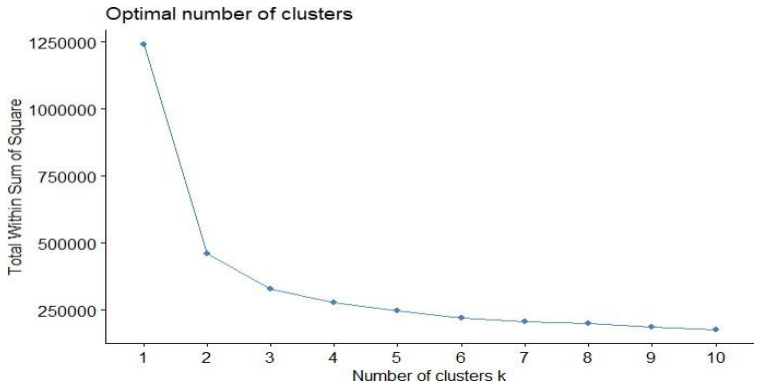
Tabel 6 Perbandingan Nilai Koefisien

Single-Linkage	*Average-Linkage*	*Complete-Linkage*
0.9926053	0.9989233	0.9995587

Hasil perbandingan dari nilai koefisien yang dihasilkan oleh 3 pendekatan Agglomerative, terlihat bahwa complete linkage memiliki akurasi yang paling besar dan paling bagus untuk digunakan, disusul average linkage dan single linkage.

(Penentuan Jumlah Cluster Optimal)

Banyaknya cluster yang akan dibentuk dapat dilihat ketika terjadi penurunan drastis dan terbentuk siku (elbow) untuk nilai SSE pada suatu nilai k. Dapat dilihat pada grafik, nilai SSE mengalami penurunan drastis pada k = 1 sampai k = 2 dan turun secara perlahan pada nilai k berikutnya. Garis membentuk siku pada k = 2, yang berarti nilai k optimal adalah 2



Gambar 5 Nilai k Optimal *Elbow*

Dalam penentuan nilai k optimal menggunakan Elbow menghasilkan nilai optimal yaitu k = 2, maka dari itu pohon hirarki (dendogram) akan dipotong mengikuti jumlah k optimal yaitu 2 sehingga menghasilkan 2 *cluster*.

(Hasil Perhitungan Pusat Cluster)

Hasil pemotongan pohon hirarki yang menghasilkan 2 *cluster* berdasarkan jumlah k optimal yang didapat dengan perhitungan *Elbow*, akan dihitung nilai rata- ratanya sebagai penentuan centroid atau pusat cluster. Tabel 7 menunjukan pusat cluster yang dihasilkan

Tabel 7 Pusat *Cluster*

cluster <int>	BAHASA.INDONESIA <dbl>	BAHASA.INGGRIS <dbl>	MATEMATIKA <dbl>	IPA <dbl>	RERATA.NILAI <dbl>
1	64.95603	45.91545	47.46771	45.36267	50.92681
2	65.08761	46.84847	48.97232	46.78268	51.92401

(K-Means Clustering)

Proses selanjutnya adalah melakukan perhitungan *K-Means* dengan menggunakan *centroid* awal yang telah didapat pada perhitungan menggunakan *Agglomerative Hierarchical Clustering*, dan menggunakan metode *Complete linkage* yaitu menggabungkan dua objek atau lebih yang memiliki jarak paling jauh serta menggunakan nilai k optimal yaitu 2. Hasil pengujian menggunakan *K-Means Clustering* dapat dilihat pada Tabel 8

Tabel 8 Hasil Pengujian 2 Cluster

Cluster	Jumlah Data	*Within Cluster Sum of Squares*	*Between Sum of Squares/Total Sum of Squares*	*Silhouette Cofficient*
Cluster 1	540 data	242541,8	62,9 %	0,5514
Cluster 2	1094 data	218004,9		

Percobaan menggunakan 2 jumlah cluster dengan metode Single-Linkage, dan Complete-Linkage serta menggunakan normalisasi Z-Score menghasilkan nilai Silhouette Coefficient sebesar 0,5514 yang berarti strukturnya baik. Hasil

pengujian 2 cluster pada Tabel 9 dapat dilihat rata-rata cluster 1 lebih tinggi dibandingkan rata-rata cluster 2.

Tabel 9 Rata-rata Cluster

	Bahasa Indonesia	Bahasa Inggris	Matematika	IPA	Rerata
Cluster 1	72.923552	58.75798	68.32950	58.666852	64.67135
Cluster 2	61.10481	40.15459	39.67493	39.67493	44.76049

(Evaluasi Hasil)

Sebagai perbandingan, maka dilakukan pengujian dengan jumlah cluster yang berbeda yaitu 3, 4, dan 5 serta metode Agglomerative yang berbeda dan ada atau tidaknya normalisasi menggunakan Z-Score, untuk melihat keakuratan hasil cluster yang diukur menggunakan Sillhouette Coefficient. Hasil perbandingan Sillhouette Coeffcient dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Perbandingan Nilai Sillhouette Coefficient

Cluster	**Metode**	**Normalisasi**	***Sillhouette Coeffciient***
2 *Cluster*	*Single-Linkage*	Tidak	0,5514
	Average-Linkage	Tidak	0,5514
	Complete-Linkage	Tidak	0,5514
	Single-Linkage	*Z-score*	0,5514
	Average-Linkage	*Z-score*	0,5514
	Complete-Linkage	*Z-score*	0,5514
3 *Cluster*	*Single-Linkage*	Tidak	0,4203
	Average-Linkage	Tidak	0,4203
	Complete-Linkage	Tidak	0,4203
	Single-Linkage	*Z-score*	0,4203
	Average-Linkage	*Z-score*	0,4203
	Complete-Linkage	*Z-score*	0,4203
4 *Cluster*	*Single-Linkage*	Tidak	0,3162
	Average-Linkage	Tidak	0,3162
	Complete-Linkage	Tidak	0,3162
	Single-Linkage	*Z-score*	0,3162
	Average-Linkage	*Z-score*	0,3162
	Complete-Linkage	*Z-score*	0,3162
5 *Cluster*	*Single-Linkage*	Tidak	0,3125
	Average-Linkage	Tidak	0,3125
	Complete-Linkage	Tidak	0,3125
	Single-Linkage	*Z-score*	0,3125
	Average-Linkage	*Z-score*	0,3125
	Complete-Linkage	*Z-score*	0,3125

Pada Tabel 10 menunjukan bahwa hasil cluster terbaik terletak pada percobaan dengan jumlah cluster sebanyak 2 dengan nilai Sillhouette Coefficient sebesar 0,5514.

(Hasil Clustering)

Hasil clustering menggunakan metode Hierarchical K-Means Clustering dari beberapa percobaan dengan nilai k yang berbeda mendapat nilai Sillhouette tertinggi pada nilai k = 2 yaitu 0,5514 yang berarti strukturnya baik. Hasil clustering dapat dilihat pada Tabel 11. Hasil dari clustering ini dapat dilihat sekolah-sekolah mana yang masuk ke dalam cluster 1 maupun cluster 2. Dengan melihat rata-rata atribut tiap cluster, dimana rata-rata cluster 1 lebih tinggi dibandingkan dengan cluster 2 maka dapat disimpulkan bahwa sekolah- sekolah yang berada di cluster 2 perlu lebih diperhatikan untuk meningkatkan mutu sekolah dalam mengatasi kesenjangan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di Provinsi Nusa Tenggara Timur.

Tabel 11 Hasil Clustering

NO	NAMA.SATUAN.PENDIDIKAN	BAHASA.INDONESIA	BAHASA.INGGRIS	MATEMATIKA	IPA	RERATA.NILAI	finalfix.cluster
1	SMP NEGERI 1 KUPANG	66.38	48.88	39.19	46.70	50.29	1
2	SMP NEGERI 2 KUPANG	72.69	55.02	45.16	49.98	55.71	1
3	SMP NEGERI 3 KUPANG	65.13	43.70	37.60	43.06	47.37	1
4	SMP NEGERI 4 KUPANG	63.85	44.76	37.70	43.58	47.47	1
5	SMP NEGERI 5 KUPANG	65.74	45.62	37.77	42.99	48.03	1
6	SMP NEGERI 6 KUPANG	57.44	41.06	35.19	39.23	43.23	1
7	SMP NEGERI 7 KUPANG	60.55	44.76	37.01	40.16	45.62	1
8	SMP NEGERI 8 KUPANG	66.31	47.28	37.24	42.56	48.35	1
9	SMP NEGERI 9 KUPANG	62.39	44.85	37.15	42.39	46.70	1
10	SMP NEGERI 10 KUPANG	57.09	41.08	36.17	40.12	43.62	1
11	SMP NEGERI 11 KUPANG	63.85	37.16	36.26	37.66	43.73	1
12	SMP NEGERI 12 KUPANG	62.28	43.39	36.37	41.83	45.97	1
13	SMP NEGERI 13 KUPANG	66.19	47.83	38.81	49.31	50.54	1
14	SMP NEGERI 14 KUPANG	55.28	41.39	36.25	39.60	43.13	1
15	SMP NEGERI 15 KUPANG	58.49	35.74	35.35	34.28	40.97	1
16	SMP KATOLIK ST. YOSEPH KUPANG	73.66	57.88	47.15	55.07	58.44	2
17	SMP MUHAMMADIYAH KUPANG	62.88	37.76	35.17	37.17	43.25	1
18	SMP SWASTA KRISTEN 1 KUPANG	83.23	79.59	69.23	67.76	74.95	2
19	SMP KATOLIK GIOVANNI KUPANG	71.46	60.65	44.95	52.92	57.50	2
20	SMP SWASTA DIAKUI PGRI KUPANG	48.25	29.50	34.69	33.13	36.39	1

Kesimpulan

Setelah dilakukan proses clustering pada data nilai ujian nasional Sekolah Menengah Pertama di Provinsi Nusa Tenggara Timur menggunakan metode Hierarchical K-Means Clustering dan dilakukan evaluasi dan analisis hasil, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode Hierarchical K-Means Clustering pada nilai ujian nasional Sekolah Menengah Pertama di Provinsi Nusa Tenggara Timur telah berhasil. Namun, hasil yang diperoleh dengan evaluasi Silhouette Coefficient belum memiliki struktur yang kuat, karena hasil evaluasi hanya menunjukan bahwa strukturnya bagus dan lainnya memiliki struktur lemah untuk beberapa uji coba cluster. Percobaan menggunakan tiga metode Agglomerative Hierarchichal yakni Single-Linkage, Average-Linkage, dan Complete-Linkage tidak memberikan perbedaan hasil yang signifikan. Berdasarkan hasil evaluasi Sillhouette Coefficient menunjukan nilai terbaik pada cluster 2 sebesar 0,5514.

Daftar Pustaka

Firdaus, R. D., Laksana, T. G., & Ramadhani, R. D. (2019). Pengelompokan Data Persediaan Obat Menggunakan Perbandingan Metode K-Means Dengan Hierarchical Clustering Single Linkage. *Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Applications (INISTA)*, 2(1), 33–48. https://doi.org/10.20895/inista.v2i1.87

Han, J., Kamber, M.(2011). Data Mining Concepts and Techniques, USA: Morgan Kaufman.

Hidayat, R., & Patras, Y. E. (2013). Evaluasi Sistem Pendidikan Nasional Indonesia. *International Seminar on Quality and Affordable Education (ISQAE)*, 2, 79–88.

Kennedy, P. S. J., Tobing, S. J. L., Toruan, R. L., Tampubolon, E., & Nomleni, A. (2019). Isu Strategis Kesenjangan Pendidikan di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP, 2(1), 619–629.

Larose, D.T. (2005). Discovery Knowledge In Data.United States Of America: John Wiley & Sons, Inc.

Matematika, P. S., Sains, F., Teknologi, D. A. N., Islam, U., & Sunan, N. (2021). *Pengelompokan daerah terdampak covid-19 di provinsi jawa timur menggunakan metode hierarchical k-means clustering (hk-means).*

Putu, N., Merliana, E., & Santoso, A. J. (2015). *Analisa Penentuan Jumlah Cluster Terbaik pada Metode K-Means*. 978–979.

Sintiya, S., Laksana, T. G., & Tanjung, N. A. F. (2021). Kombinasi Single Linkage Dengan K-Means Clustering Untuk Pengelompokan Wilayah Desa Kabupaten Pemalang. *Journal of Innovation Information Technology and Application (JINITA)*, 3(1), 17–27. https://doi.org/10.35970/jinita.v3i1.589

Wardhani, D. K. (2017). Peran Kesehatan Mental Bagi Guru Dalam Proses Belajar Mengajar Di Sekolah. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan, 2–7. http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/psnp/article/view/193-198

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PENERAPAN PEMODELAN PERMUKAAN RESPON UNTUK OPTIMISASI KUALITAS RASA KOPI SEDUH MANUAL

Bernadetha Dwi Ardianti[1], Ignatius Aris Dwiatmoko[2]
[1]*Program Studi Matematika Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia*
[2] *Program Studi Matematika Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia*
**Email korespondensi: bernadethadeea@gmail.com*
aris.dwiatmoko@usd.ac.id

Abstrak
Sejak era pandemi Covid-19, banyak bisnis kedai kopi tumbuh pesat. Ada banyak alasan untuk menyukai kedai kopi, misalnya karena menikmati cita rasa yang luar biasa di kedai kopi favorit, mencari suasana yang menyenangkan, dan membangun relasi. Selama empat tahun terakhir, konsumsi kopi domestik Indonesia terus meningkat hingga sekitar 50 persen. Di kalangan penikmat kopi, rasa merupakan indikator penting kenikmatan minum kopi. Bagi pengusaha kedai kopi dengan metode seduh manual, dua faktor yang perlu diperhatikan adalah suhu air (x_1) dan kepadatan biji kopi (x_2). Roaster biasanya mengombinasikan level kedua faktor dengan menebak-nebak saja. Ketidaktepatan tingkat kombinasi kedua faktor tersebut dapat mempengaruhi kualitas cita rasa kopi hasil seduhan. Penelitian ini menawarkan solusi untuk mencari kombinasi optimum antara suhu air dan densitas biji kopi dengan menggunakan Model Permukaan Respon. Rancangan percobaan dilakukan dengan mengombinasikan kedua faktor dengan 100 ulangan dan melibatkan penguji profesional untuk menilai kualitas rasa kopi berdasarkan kombinasi tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa level optimum dari kombinasi kedua faktor tersebut adalah suhu 92.57 ^oC dan densitas 4.07 gr/cl

Keywords: *Experimental design, coffee, Response Surface Model*

1. Pendahuluan

Akhir-akhir ini kopi menjadi salah satu ikon bisnis yang menjanjikan. Hampir setiap sudut daerah ditemukan kedai kopi baik dari yang sederhana sampai kekinian. Hal ini menunjukkan bahwa kopi sangat diminati di kalangan masyarakat. Menurut data International Coffee Organization (ICO), konsumsi kopi global mencapai 166,35 juta kantong berukuran 60 kilogram pada periode 2020/2021. Jumlah itu meningkat 1,3% dibandingkan periode sebelumnya yang sebanyak 164,2 juta kantong berukuran 60 kilogram dan Indonesia menjadi negara dengan konsumsi kopi terbesar kelima di dunia sengan konsumsi sebanyak 5 juta kantong.

Dalam budaya minum kopi, para penikmat kopi seringkali menemukan rasa kopi yang kurang enak. Hasil rasa kopi dapat dipengaruhi oleh faktor fase proses, yaitu: proses penanaman biji kopi, proses pasca-panen, proses penyangraian biji kopi dan proses penyeduhan biji kopi.

Proses penyeduhan kopi dapat dilakukan secara manual atau instan. Pada era 1800-an terdapat inovasi penyajian kopi secara instan yang dilakukan oleh

produsen-produsen untuk mempermudah konsumen menikmati. Namun kopi instan dinilai mengorbankan cita rasa dari kopi itu sendiri. Kemudian muncul pengenalan pembuatan kopi berbasis espresso. Espresso adalah proses penyeduhan kopi dengan menggunakan tekanan tinggi yang menghasilkan ekstrak kopi yang kental. Espresso dapat diperoleh dengan menggunakan mesin khusus pembuat espresso. Setelah masa espresso banyak konsumen yang ingin membedakan menikmati kopi dengan proses dan teknik pembuatan yang baik. Lahirlah istilah “*Manual Brewing*” yang membedakan hasil seduhan mesin dan seduhan tangan manusia. Manual Brewing atau kopi seduh manual merupakan pengembangan dari proses penyeduhan manual utama yaitu kopi tubruk. Manual brewing menghasilkan seduhan kopi yang langsung terpisah dari ampasnya. (Cnnindonesia, 2017).

Kopi seduh manual adalah kegiatan menyeduh kopi yang dilakukan secara manual atau tanpa mesin. (Perancangan Buku Panduan Seduh Kopi Manual Untuk Home Brewers, 2019). Kopi seduh manual memiliki berbagai macam metode, yaitu Pour Over (V60, Kalita dan Chemex), Stepping (French Press), Pressure (Aeropress dan Vacuum (Syphon). (Truebrew Coffee & Tea, 2016). Dalam proses kopi seduh manual, terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil penyeduhan, yaitu:

1. ***Grind Size atau Ukuran Gilingan***
   Ukuran Gilingan kopi berpengaruh pada saat proses ekstraksi karena tingkat ekstrasi kopi akan meningkat dengan semakin luas permukaan kopi. Permukaan yang luas dapat diperoleh dengan cara menggiling kopi lebih halus, Biji Kopi yang digiling halus akan mengurai aliran air sehingga meningkatkan lama waktu air dan kopi bertemu. Terdapat beberapa tipe ukuran gilingan yaitu *Extra Coarse, Coarse, Medium-Coarse, Medium, Medium-Fine, Fine.* (OttenCoffe, 2017).
2. ***Kualitas Air***
   Berdasarkan SCAE (Speciality Coffe Association of Europe) dikatakan bahwa kualitas air sangat berpengaruh terhadap profil rasa yang dihasilkan. Air yang digunakan dalam proes penyeduhan dapat menghilangkan karakter dari kopi, serta dapat meningkatkan atau mengurangi *body* dan mengubah ekstraksi. Maka sangat penting penggunaan air berasal dari sumber langsung dalam tanah atau melalui penyulingan karena setiap sumber air memiliki subsatansi mineral masing-masing. Air yang mendekati standar yang diberikan adalah air dalam kemasan merk “Cleo” karena diproses secara osmosis. Proses osmosif merupakan proses penyulingan yang terbaik. (OttenCoffee, 2017).
3. ***Suhu Air***
   Temperatur Air merupakan faktor penting dalam proses penyeduhan kopi manual. Apabila dalam proses penyeduhan menggunakan air yang terlalu panas, maka hasil ekstrasi dari penyeduhan ini akan terlalu pahit (over-extraction). Sebaliknya, apabila menggunakan air yang terlalu dingin, maka hasil ekstrasi penyeduhan ini akan didapatkan rasa kopi yang terlalu asam dan tidak kuat (*watery*). Air yang memilliki suhu yang panas akan mempercepat proses ekstraksi kopi saat proses penyeduhan, maka penggunakan suhu yang tepat berpengaruh agar air tidak terlalu cepat larut namun tidak lama menggenang pula. Dalam proses penelitian ini, temperatur air menjadi fokus utama penelitian.

4. ***Rasio Kopi dengan Air***
   SCAA (Speciality Coffee Association of America), dalam jurnal The Golden Cup Ratio mengatakan 55 gram kopi untuk 1 liter seduhan yang berarti 55gr:1000ml atau sama dengan 1:18. Kopi dengan rasio seduhan 1:1 Menghasilkan rasa yang lebih kuat dan pekat dibandingkan dengan rasio 1:15 (apabila dengan variabel yang sama). Namun dalam proses percobaan ini digunakan rasio 1:15 karena sering digunakan dalam kehidupan sehari hari.
5. ***Profile Roast atau Warna Biji Kopi Sangrai***
   Tingkat roasting pada kopi juga berpengaruh penting pada proses penyeduhan. Biji kopi yang sudah disangrai memiliki beberapa macam tingkatan yaitu light, medium atau dark. Biji kopi dengan tingkat *light* memiliki karakteristik rasa yang mirip dengan teh dan lembut. Biji kopi dengan tingkat *medium* memiliki intensitas rasa yang lebih kuat namun tidak sekuat profile *dark*. *Medium-Dark* merupakan tingkatan yang akan menghadirkan *body* yang lebih kuat serta rasa yang lebih intens dengan karakter pahit-manis. Sedangkan *dark roast* merupakan tingkatan yang tidak lagi memiliki karakter rasa selain rasa hangus, namun memiliki aroma yang harum dan kuat ketika diseduh. (OttenCoffee,2017).

Perkembangan kopi yang pesat di masyarakat menimbulkan banyak pertanyaan mengenai proses pengolahan biji kopi dari proses penanaman sampai pada proses penyajian. Pertanyaan yang timbul di masyarakat menunjukan terdapat banyak hal yang menjadi perihal utama bagi para pelaku bisnis dan peneliti. Berikut merupakan beberapa penelitian yang menunjukkan eksistensi kopi dalam masyarakat.

1. Penelitian mengenai optimasi suhu dan waktu seduhan, Kiki Ria (2014:1) menunjukkan sebagai berikut:
   “Didapatkan hasil kafein tertinggi sebesar 7,15% pada suhu 100°C dengan waktu penyeduhan 12,5 menit dan 7,14% pada suhu 90°C dengan waktu penyeduhan 17,5 menit karena suhu penyeduhan antara 90°C dan 100°C tidak berbeda nyata sehingga suhu dan waktu penyeduhan yang optimal untuk kadar kafein yaitu 90°C selama 17,5 menit.”
2. Suwarmini, Sri Mulyani dan I.G. Ayu (2017:91) dalam jurnalnya mengenai pengaruh *blending* robusta dan arabika terhadap kualitas seduhan kopi, menyimpulkan bahwa perlakuan blending berpengaruh secara signifikan pada kadar sari, kafein, pH dan kesukaan holistik dari kopi.
3. Dalam penelitian mengenai perbandingan efek seduhan kopi robusta dan seduhan kopi arabika terhadap tekanan darah wanita dewasa, Rosita S., Djusena dan Meilinah (2012:110) menyatakan:
   “Hasil penelitian seduhan kopi Robusta meningkatkan tekanan darah sistol sebesar 14,13(6,39) mmHg atau 13,52(7,11)% dan diastol sebesar 9,53(4,54) mmHg atau 14,20(7,67)%,sedangkan seduhan kopi Arabica meningkatkan tekanan darah sistol sebesar 8,20(3,29) mmHg atau 7,78(3,28)% dan diastol sebesar 6,33(4,27) mmHg atau 9,45(7,58)% (p=0,00). Kopi Robusta lebih meningkatkan tekanan darah daripada kopi Arabika dengan rerata perbedaan peningkatan tekanan sistol sebesar 5,74% (p=0,00) dan tekanan diastol sebesar 4,75% (p=0,02). Konsumsi

seduhan kopi Robusta dan seduhan kopi Arabica meningkatkan tekanan darah wanita dewasa, dengan persentase peningkatan tekanan darah setelah konsumsi seduhan kopi robusta lebih tinggi daripada setelah konsumsi seduhan kopi Arabika.”

4. Dalam penelitian mengenai pengaruh suhu air seduhan terhadap mutu dan cita rasa kopi arabika dan robusta, Suleman (2019:6) mengatakan:
   “Pada pengujian organoleptik rata-rata tingkat kesukaan panelis terbaik yaitu pada kopi jenis arabika dengan pengujian aroma kopi arabika dengan suhu 90℃ dengan rata-rata tingkat kesukaan panelis yaitu 4% , warna kopi dengan tingkat kesukaan panelis yang terbaik yaitu kopi arabika dengan suhu 100℃ yaitu nilai rata-rata 3,9%, uji organoleptik rasa kopi yang terbaik di dapatkan pada kopi jenis arabika dengan suhu 90℃ dan 100℃ rata-rata nilai kesukaan dari panelis yaitu 3,5% dan Uji organoleptik body pada kopi di dapatkan nilai kesukaan tertinggi dari panelis yaitu kopi arabika dengan suhu 90℃ nilainya yaitu 3,8%.”
5. Penelitian mengenai pengaruh suhu dan waktu ekstraksi kopi arabika dengan metode cold brew terhadap mutu kopi yang diteliti oleh Fahmi Widha D.R. (2019:i) mengatakan:
   “Hasil terbaik berdasarkan nilai hedonik diperoleh pada perlakuan suhu 100℃ dengan waktu ekstraksi 12 jam dengan nilai hedonik warna 80%, hedonik aroma 80%, hedonik rasa 65%, hedonik kekentalan sebesar 70%. Hasil uji fisika nilai viskositas sebesar 1,50 mPa.s, total padatan terlarut 1.65%, serta hasil uji kimia kadar kafein sebesar 1182,325 mg/L, kadar total asam 0,55%, dan nilai pH 5,14.”

2. Metodologi Penelitian

Untuk menambah khasanah penelitian tentang perkopian, penelitian ini memfokuskan diri pada kondisi optimum yang mempengaruhi cita rasa kopi hasil proses seduh manual. Dalam proses penyeduhan sering kali *Brewer* (Penyeduh kopi) mengalami kesulitan dalam menentukan suhu terbaik untuk menyeduh kopi agar hasil rasa kopi menjadi kompleks dan seimbang. Terlebih lagi bila faktor suhu bukan satu-satunya penentu rasa kopi, maka kombinasi dengan faktor yang lain lebih banyak dilakukan dengan coba-coba atau berdasarkan ingatan pengalaman. Meskipun saat ini sudah terdapat acuan untuk menentukan suhu kopi, namun sering kali hasil yang diinginkan tidak sesuai. Berdasarkan fakta tersebut, penelitian ini menawarkan solusi yang berdasarkan kajian ilmiah untuk menentukan kombinasi densitas biji kopi dan suhu yang optimum yang akan menghasilkan cita rasa kopi yang maksimal berdasarkan hasil percobaan yang dirancang secara sistematis.

Sumber data dan cara pengambilannya

Data penelitian merupakan data kolektif yang diambil secara langsung dalam proses penyeduhan biji kopi arabika dengan metode alat seduh V60 di Catha Coffee and Roastery, Yogyakarta. Data yang dikumpulkan diperoleh dengan proses penilaian yang dilakukan oleh 4 orang yang profesional, yaitu 2 *roaster* dan 2 *barista.* Data kolektif dari proses penyeduhan berasal dari biji kopi arabika yang diambil secara acak sesuai dengan kebutuhan penyeduhan. Dalam penelitian ini diambil dua faktor utama dari enam faktor yang dipaparkan, yaitu densitas

(kepadatan biji kopi) dan suhu seduh. Faktor atau variabel lain akan diseragamkan sesuai standar yang ada. Tabel penyeragaman variabel dapat dilihat pada **Tabel 1.** Pada proses penyeduhan biji kopi arabika terdapat beberapa alat bantu, yaitu: gelas kaca 170 ml, timbangan digital, kettle, *grinder, scoop, paper filter* khusus *dripper V60* dan *server*. Terdapat 3 tahap utama dalam proses penyeduhan biji kopi arabika, yaitu:

1) **Pengecekan densitas** biji kopi yang bertujuan mengelompokan biji kopi ke dalam kelas-kelas densitas.
2) **Proses penyeduhan** biji kopi yang meliputi persiapan air penyeduh dengan suhu sesuai rancangan, *flushing* pada *dripper V60* yang telah diberi *paper filter* dan pada server, menimbang biji kopi dengan *scoop* sampai 15gram, grounding, dan terakhir seduh selama 2.30 menit dengan 3 kali teknik pouring dan buang sisa *ground coffee* dan tunggu selama 30 detik untuk mendapatkan hasil rasa yang baik.
3) **Proses penilaian**. Setelah biji kopi arabika diseduh maka akan dilakukan penilaian terhadap hasil seduhanan biji kopi. Penilai akan mencicipi rasa dari hasil seduhan dan memasukkan nilai ke dalam *score sheet* sesuai dengan ketentuan dari score sheet Indonesia Brewer Championship yang terdiri dari 7 variabel scoring, yaitu: *Fragrance, Flavour, Acidity, Sweetness, Body, Aftertaste* dan *Balance*. Ketujuh variabel ini akan dinilai dalam rentang 6-10 sesuai dengan standar IBrC. Hasil nilai scoring akan dirata-rata dan dijadikan hasil akhir scoring.

Tabel 1. Pengendalian variabel

Variabel	Keterangan
CL Vesel	
Profile Roast	Medium
Grind Size	Medium
Ratio	1:15
Extraction Time	2.30 menit
Range Score	point 6 - 10
Coffee Weight	15 gram
Water	Cleo
Dripper	V60
Pouring Technic	3x pouring

Variabel Penelitian

Variabel yang menjadi fokus utama penelitian ini adalah densitas biji kopi dan suhu air sebagai variabel independen dan kualitas rasa kopi seduh sebagai variabel dependen.

1) Densitas Biji Kopi (x_1)

Densitas biji kopi adalah kepadatan atau massa jenis biji kopi. Pada biji kopi, densitas dapat mempengaruhi proses *roasting* (penyangraian) dan proses

brewing (penyeduhan). Dalam proses penyangraian, densitas akan membantu *roaster* (penyangrai) untuk menentukan berapa lama *green bean* akan mencapai tingkat *profile roasting* yang diinginkan. Sedangkan dalam proses penyeduhan, densitas akan berpengaruh pada suhu yang digunakan. Dalam biji kopi yang memiliki densitas tinggi maka biji kopi akan membutuhkan suhu panas yang lebih tinggi untuk mengeluarkan karakter kopi tersebut secara lebih intens. (Licata Coffee Consoultant, 2017). Densitas pada proses penyeduhan memiliki cara pengukuran yang sama dengan proses penyangraian. Pengukuran densitas biji kopi dapat dilakukan dengan pengukuran gram dan volume yang didefinisikan sebagai:

$$Density\ Formula = \frac{Coffee\ weight}{CL\ Vesel} = \cdots g/cl$$

Dimana CL Vesel adalah satuan dari pengukuran berat air dalam gelas dengan menggunakan satuan centiliter.

$$CL\ Vesel = \frac{\ldots ml}{10} = \cdots CL$$

2) Suhu Air (x_2)

Suhu air merupakan faktor penting dalam proses penyeduhan kopi manual. Suhu yang terlalu panas atau terlalu dingin berdampak signifikan pada hasil ekstrasi. Suhu yang optimal diperlukan agar air tidak terlalu cepat melarutkan namun juga tidak lama menggenang. Suhu diukur dengan satuan derajat Celsius.

3) Skor Kopi hasil seduh manual (y)

Skor rasa kopi (y) merupakan variabel yang diukur secara kualitatif oleh tester professional berdasarkan standar dari *score sheet Indonesia Brewer Championship (IBrC)*. Score sheet tersebut terdiri dari 7 variabel scoring, yaitu: Fragrance, Flavour, Acidity, Sweetness, Body, Aftertaste dan Blance. Ketujuh variabel ini akan dinilai dalam rentang 6-10 dan skor akhir (y) merupakan rata-rata ketujuh variabel tersebut.

Tahap-tahap Pengumpulan Data

Untuk memastikan bahwa data diperoleh dengan pengendalian yang kuat, dilakukan pentahapan sebagai berikut:

1) **Percobaan awal.** Tahap ini dimaksudkan untuk menentukan dugaan kasar awal kombinasi dari densitas dan suhu yang potensial merupakan letak kombinasi optimum keduanya yang menghasilkan rasa kopi yang maksimal. Percobaan dilakukan dengan mengombinasikan densitas (rendah, sedang, tinggi) dengan suhu (rendah, sedang, tinggi) yang diulang sebanyak 8 kali. Kombinasi densitas dan suhu yang menghasilkan skor rata-rata rasa kopi yang maksimal merupakan dugaan awal.
2) **Rancangan percobaan.** Hasil dari dugaan kombinasi tahap 1 ditindaklanjuti dengan merancang percobaan di sekitar kombinasi nilai x_1 dan x_2 tersebut. Rancangan percobaan yang diterapkan adalah rancangan faktorial 3x3 dengan ulangan sebanyak 32 kali. Percobaan ini menghasilkan 288 data yang siap dianalisis.

3) **Pembuatan Model.** Data hasil pengamatan tahap 2 dianalisis dengan menggunakan Metode Permukaan Respon (Response Surface Method) untuk menghasilkan kombinasi optimum densitas dan suhu, sebut saja (x_{10}, x_{20})
4) Validasi hasil. Kombinasi optimum yang diperoleh dari tahap 3 divalidasi dengan percobaan ulang. Kembali 2 orang *tester* profesional dilibatkan untuk menilai hasil seduh kopi dengan kombinasi (x10, x20) yang diulang sebanyak 10 kali. Tujuan dari tahap ini adalah mengkonfirmasi apakah kombinasi tersebut dinilai secara konsisten oleh tester dan memenuhi standar *score sheet Indonesia Brewer Championship (IBrC).*

Metode Analisis

Penelitian ini menggunakan Metode Permukaan Respon (*Respons Surface Method*) sebagai metode utama. Metode Permukaan Respon merupakan salah satu teknik statistika yang dapat digunakan untuk mengembangkan, meningkatkan dan mengoptimalkan sebuah proses penelitian. (Montgomery, 2016). Metode Permukaan Respon berkaitan dengan variabel input (variabel independen) yang berpotensi mempengaruhi karakteristik dari kualitas sebuah produk (variabel respon). Tujuan dari analisis metode permukaan respon adalah mengetahui variabel-variabel independen yang menyebabkan nilai veriabel respon optimal. Metode Permukaan Respon dapat dikatakan serupa dengan analisis regeresi yang menggunakan pendugaan parameter model fungsi respon dengan Metode Kuadrat Terkecil. Dalam metode permukaan respon, analisis respon difokuskan terhadap penerapan teknik matematika untuk memperoleh titik-titik optimal sehingga dapat diperoleh respon yang optimum (titik minimum atau titik maksimum).

Metode Respon Permukaan dengan 2 Variabel Bebas

Andaikan terdapat hubungan fungsional variabel independent dan dependen sebagai berikut

$$y = f(x, \theta) + \epsilon \qquad (1)$$

Jika terdapat variabel $x_1, x_2, \dots, x_k$. Model hubungan variable tak bebas y dengan variable bebas x dapat dinyatakan dalam model yang sederhana dan lebih kompleks. Model yang paling sederhana adalah model linear (*Low Order Polynomial*) yaitu

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_k x_k + \epsilon \qquad (2)$$

Jika hubungannya adalah polinomial berorde lebih tinggi, misalnya orde dua (*Second Orde Model*) maka modelnya adalah sebagai berikut

$$y = \beta_0 + \sum_{I=1}^{k} \beta_I x_i + \sum_{i=1}^{k} \beta_{ii} {x_i}^2 + \sum_i \sum_j \beta_{ii} x_i x_j + \epsilon \qquad (3)$$

Dengan $i < j$ dimana:

Y = variabel respon

β_0, β_i = parameter model, $i = 1,2, \dots, k$
β_{ii}= parameter kuadratik dari variabel ke-i, $i = 1,2, \dots, k$
β_{ij}= parameter interaksi variabel ke-i dan j, $i = 1,2, \dots, k$
ϵ = galat acak yang berdistribusi normal, identik dan saling bebas dengan rata-rata 0 dan variansi σ^2.

Model permukaan respon orde dua dapat dinyatakan dengan notasi matriks sebagai berikut,

$$\hat{y} = b_0 + \boldsymbol{x}'\boldsymbol{b} + \boldsymbol{x}'\widehat{\boldsymbol{B}}\boldsymbol{x} \tag{4}$$

Dengan $b_0, \boldsymbol{b}, \widehat{\boldsymbol{B}}$ berturut-turut merupakan penduga dari intersep, penduga koefisien regresi orde-pertama dan koefisien regresi orde dua, yaitu

$$\boldsymbol{x}' = [x_1, x_2, \dots, x_k]$$

$$\boldsymbol{b} = [b_1, b_2, \dots, b_k]$$

$$\widehat{\boldsymbol{B}} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12}/2 & \dots & b_{1k}/2 \\ b_{21}/2 & b_{22} & \dots & b_{2k}/2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{k1}/2 & \dots & \dots & b_{kk} \end{bmatrix} \tag{5}$$

Perhatikan bahwa suku $\boldsymbol{x}'\widehat{\boldsymbol{B}}\,\boldsymbol{x}$ menyumbangkan kuadrat murni dari diagonal dan interaksi dua arah dari jumlahan dua elemen di luar diagonal $2\left(b_{ij}x_i x_j\right)$.
Penyelesaian lokasi titik stasioner katakan $\boldsymbol{x_s}$, dapat diperoleh dengan menurunkan $\hat{y}$ pada persamaan (4) terhadap $\boldsymbol{x}$, yaitu

$$\frac{\partial \hat{y}}{\partial \boldsymbol{x}} = \boldsymbol{b} + \boldsymbol{2}\widehat{\boldsymbol{B}}\,\boldsymbol{x} \tag{6}$$

Penyelesaian dari persamaan tersebut adalah:

$$\boldsymbol{x_s} = -\frac{1}{2}\widehat{\boldsymbol{B}}^{-1}\boldsymbol{b} \tag{7}$$

Prediksi respon pada titik stasioner $\boldsymbol{x_s}$ adalah

$$\begin{aligned} \hat{y}_s &= b_0 + \boldsymbol{x'}_s\boldsymbol{b} + \boldsymbol{x}'_s\widehat{\boldsymbol{B}}\boldsymbol{x}_s \\ &= b_0 + \boldsymbol{x'}_s\boldsymbol{b} - \left(\tfrac{1}{2}\widehat{\boldsymbol{B}}^{-1}\boldsymbol{b}'\right)\widehat{\boldsymbol{B}}\boldsymbol{x}_s \\ &= b_0 + \tfrac{1}{2}\boldsymbol{x'}_s\boldsymbol{b} \end{aligned}$$

Uji Kecocokan Model dan normalitas galat.
Tahap lanjutan yang dimaksud adalah analisis uji kecocokan model (*Lack of Fit*). Uji ini dilakukan untuk melihat kecocokan model dengan data. Uji ini dilakukan dengan hipotesa analsis:

H_0 : tidak terdapat *lack of fit* model
H_1 : terdapat *lack of fit* model

Pengujian hipotesis ini dilakukan dengan analisis variansi. Statistik uji yang digunakan dalam pengujian adalah

$$F = \frac{MS_{LOF}}{MS_{PE}} = \frac{SS_{LOF}/(m-p)}{SS_{PE}/(n-m)}$$

dimana:

F = Nilai statistik uji
SS_{LOF} = jumlah total kuadrat dari *lack of Fit*
SS_{PE} = kesalahan murni
MS_{LOF} = Nilai rata-rata uji *lack of fit*
MS_{PE} = Nilai rata-rata uji interfensi data

Daerah penolakan H_0 pada $\propto$=0.05 adalah jika $F_{hitung} > F_{(\propto, n-k-1-n_\varepsilon, n_\varepsilon)}$.
Berdasarkan model tersebut, uji normalitas galat dilakukan untuk memenuhi syarat model yang baik yaitu galat berdistribusi Normal. Pengujian Normalitas galat dilakukan dengan uji Saphiro.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan Langkah-langkah yang telah disebutkan di sub bab sebelumnya, diperoleh hasil sebagai berikut. Pada tahap awal dilakukan percobaan factorial 3x3 dengan 8 ulangan sehingga diperoleh 72 data yang ringkasan rata-rata respon y untuk setiap kombinasi variable x_1 dan x_2 adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Rata-rata skor kualitas rasa kopi

	Densitas rendah (3.4 – 3.7	Densitas sedang (3.8 – 4.1)	Densitas tinggi (4.2 – 4.5)
Suhu rendah (90 – 91)	**8.62**	8.18	7.81
Suhu sedang (92 – 93)	8.08	**8.63**	8.14
Suhu tinggi (94 – 95)	7.15	7.73	8.13

Berdasarkan tabel 2 tersebut, mengingat bahwa kombinasi x1 (densitas) dan X2 (suhu) menghasilkan rata-rata di atas 8 (lihat skor pada diagonal) maka akan dilakukan pendalaman dengan mengulang kembali percobaan namun dengan jumlah yang lebih banyak, yaitu pengulangan 32 kali dilakukan untuk setiap kombinasi sel sehingga diperoleh pengamatan sebanyak 3x3x32 = 288. Jumlah ini terbilang cukup besar dalam penelitian percobaan. Dengan demikian dikombinasikan densitas dan suhu sebagai berikut:

a. Suhu air dalam proses penyeduhan (derajat)
   Terdapat 3 level suhu yang dibagi ke dalam tiga kelas rentang, yaitu: rendah (90°C-91°C), sedang (92°C-93°C) dan tinggi (94°C-95°C).
b. Densitas biji kopi (gr/cl)

Terdapat 3 level densitas yang dibagi ke dalam tiga kelas rentang, yaitu: rendah (3.4-3.7 gr/cl), sedang (3.8-4.1 gr/cl) dan tinggi (4.2-4.5 gr/cl).

Selanjutnya, berdasarkan data terbaru tersebut dilakukan pemodelan dengan menggunakan Metode Permukaan Respon (model 3). Dengan bantuan perangkat lunak R, diperoleh luaran sebagai berikut:

```
             Estimate Std. Error  t value  Pr(>|t|)
(Intercept)  8.045192   0.036932 217.8390 < 2.2e-16 ***
x1           0.085540   0.146961   0.5821    0.5610
x2          -1.315385   0.083899 -15.6782 < 2.2e-16 ***
x1:x2        3.076249   0.168457  18.2614 < 2.2e-16 ***
x1^2        -0.144418   0.188340  -0.7668    0.4438
x2^2        -1.623884   0.199070  -8.1573  1.14e-14 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Multiple R-squared:  0.5948,    Adjusted R-squared:  0.5876
F-statistic: 82.77 on 5 and 282 DF,  p-value: < 2.2e-16

Analysis of Variance Table

Response: Score
             Df Sum Sq Mean Sq  F value    Pr(>F)
FO(x1, x2)    2  1.507   0.754   6.6332  0.001531
TWI(x1, x2)   1 37.891  37.891 333.4773 < 2.2e-16
PQ(x1, x2)    2  7.628   3.814  33.5651 8.393e-14
Residuals   282 32.042   0.114
Lack of fit  66 18.585   0.282   4.5198 < 2.2e-16
Pure error  216 13.457   0.062

Stationary point of response surface:
        x1         x2
0.44205706 0.01369933

Stationary point in original units:
 Densitas      Suhu
 4.033057 92.568497
 Eigenanalysis:
 eigen() decomposition
 $values
 [1]  0.8226095 -2.5909115

 $vectors
          [,1]       [,2]
 x1 -0.8465853 -0.5322530
 x2 -0.5322530  0.8465853
```

Berdasarkan luaran tersebut diperoleh temuan-temuan sebagai berikut.

1) Densitas (x_1) berikut dengan nilai kuadratnya tidak signifikan secara individual (p-value berturut-turut 0.5610 dan 0.4438.). Namun demikian, kombinasinya (interaksinya) dengan suhu berpengaruh signifikan terhadap rasa kopi.
2) Nilai koefisien determinasi (R-square) sebesar 0.5948 dapat diartikan sebagai “58.48% dari variasi skor rasa kopi dapat dijelaskan oleh bervariasinya densitas dan suhu. Sedangkan sisanya 41.52% dijelaskan oleh variabel lain yang tak diketahui. Sebagai penelitian eksploratif koefisien determinasi mendekati 60% ini dapat dikatakan cukup meskipun

belum dapat dikatakan baik yang juga dicerminkan oleh nilai *lack of fit* yang signifikan (p-value < 0.05).

Meskipun 9 variabel lain yang diduga berpengaruh terhadap rasa suduh kopi telah dikendalikan (tabel 1) namun ternyata sekitar 40% variabel di luar yang dikendalikan juga masih berdampak. Dugaan peneliti, faktor-faktor luar yang tidak terkendali tetapi berdampak pada rasa adalah:

a) Suhu ruangan
   Suhu ruang menjadi faktor tidak terkendali dalam proses penyeduhan karena perubahan cuaca selama proses pengambilan data penyeduhan biji kopi. Perubahan cuaca ini dapat mempengaruhi suhu air dalam proses penyeduhan dikarenakan adanya kemungkinan penurunan suhu pada saat air dituangkan ke dalam alat seduh *V60* yang terdapat *ground coffee* (kopi yang sudah digiling) di dalamnya.
b) Kualitas biji kopi
   Komoditi biji kopi memiliki kualitas yang sudah distandarkan. Kualitas ini berkaitan dengan klasifikasi mutu biji kopi dengan standar nilai cacat 86 per 300gr. Dalam hal ini, mutu biji kopi memiliki 7 klasifikasi berdasarkan nilai cacatnya. Kualitas biji kopi dalam percobaan ini tidak diseleksi dikarenakan pengambilan sample secara acak yang dapat menyesuaikan kebutuhan densitas biji kopi untuk proses pengambilan data. Selain itu kualitas biji kopi juga dapat dipengaruhi oleh proses penanaman biji kopi berada daerah mana. Hal ini dikarenakan kopi memiliki sifat higroskopis (menyerap aroma disekitar proses penanaman buah kopi sehingga dapat menimbulkan perbedaan rasa meskipun biji kopi merupakan biji kopi dengan jenis yang sama.

3) Galat model berdistribusi Normal dengan p-value < 0.05 berdasarkan uji Shapiro.
4) Model Permukaan Respon menghasilkan kombinasi optimum (angka dibulatkan 2 desimal) yaitu densitas (x_1) 4.03 gr/cl dan suhu 92.57 °C. Kombinasi ini menghasilkan skor rasa sebesar 8.055 yang memenuhi standar kualitas *score sheet Indonesia Brewer Championship (IBrC)*.

Selanjutnya, temuan kombinasi optimum densitas dan suhu di atas dilakukan validasi dengan melakukan percobaan ulang pada kombinasi densitas dan suhu $\mathbf{x_s}$ = (4.03, 92.57). Dua *roaster* dilibatkan dalam percobaan tersebut. Demi menjaga obyektivitas, kedua *roaster* tidak diberitahu kombinasi densitas dan suhu hingga percobaan diulang masing-masing 10 kali untuk tiap *roaster*. Hasil penilaian rasa kopi seduh merupakan rerata dari skor *fragrance, flavour, acidity, sweetness, body, after taste* dan *balance* yang merupakan standar IBrC, yang ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 3. Rata-rata skor rasa kopi seduh

Ulangan ke	Penilai 1	Penilai 2
1	8.29	8.39

2	8.32	8.32
3	8.29	8.32
4	8.46	8.46
5	8.57	8.43
6	8.57	8.43
7	8.50	8.54
8	8.61	8.57
9	8.57	8.50
10	8.54	8.50
Rata-rata	8.47	8.45

Dari tabel 3 tersebut dapat disimpulkan bahwa kombinasi densitas dan suhu **xs** = (4.03 , 92.57) telah dinilai secara konsisten oleh dua penilai yang bekerja secara independent dengan skor yang tidak berbeda signifikan dan memenuhi standar *IBrC*.

4. Kesimpulan

Metode Permukaan Respon berhasil menemukan kombinasi optimum densitas biji kopi dan suhu air yang memaksimalkan cita rasa kopi seduh. Meskipun masih ada faktor tak terkendali yang mempengaruhi hasil namun uji validasi menunjukkan bahwa kombinasi optimum densitas dan suhu berhasil memenuhi standar *IBrC*.

Daftar Pustaka

[1] Coffeeland. 12 September 2017. Cara Menentukan Grade Kopi. Diakses pada 7 November 2022. Cara Menentukan Grade Kopi – Coffeeland
[2] D. Wackerly, Dennis., L. Scheaffer, Richard. dan William Mendenhall III. (2008). *Mathematical Statistics with Applications* (Seventh Edition). Belmont: Thomson Corporation.
[3] Fahrmeir, Ludwig., dkk. (2013). *Regression Moodel, Methods and Application.* Verlag: Springer.
[4] H. Myers, R., dkk. (2016). Response Surface Methodology (Fourth Edition). Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
[5] Hinkelman, Klaus and Kempothorne, Oscar. (2008). *Design and Analysist of Experiments* (Second Edition). Blacksburg: Willey Interscience.
[6] Iris, Ademario dan Silva, Larisa. (2018). *Coffee Science*. Relativity Importance and Interaction of Coffee Roasting Process. Volume 14. Edisi 3. Halaman 379-388.
[7] Kholis, Ahmad Nur dan Drs. Nugroho Sulistianto, M.Sn. (2019). Perancangan Buku Panduan Seduh Kopi Manual Untuk Home Brewers. Journal of Art and Design, Volume 6, Halaman 3607.
[8] Licata, Pete. 24 Oktober 2017. Density Impacts In Brewing. Diakses pada 17 November 2021. 30 Days of Blog - Day 28 - Density impacts in brewing - Coffee & Barista Blog - Licata Coffee (licatacoffeeconsultants.com)

[9] Masdakaty, Yulin. 15 Maret 2016. Perbedaan Antara Light, Medium dan Dark Roast Pada Kopi. Diakses pada 17 November 2021. Perbedaan antara light, medium, dan Dark Roast pada Kopi. Otten Coffee.
[10] Masdakaty, Yulin. 24 September 2018. Yulin Masdakaty.Apa Air Terbaik Untuk Menyeduh Kopi. Diakses pada 17 November 2021. Apa Air Terbaik untuk Menyeduh Kopi? Otten Coffee
[11] Merdekawati, Yulia. (2017). *Penerapan Metode Permukaan Respon Untuk Optimasi Kualitas Produk.* Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Alauddin: Makassar.
[12] Montogomery, Douglas C. *Design and Analysis of Experiment* (Eight Edition). Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
[13] Musika, Yoga. 24 Mei 2017. Jenis Coffee Grind Size dan Metode Seduhannya. Diakses pada 17 November 2021. Jenis Coffee Grind Size san Metode Seduhannya. Otten Coffee.
[14] Musika, Yoga. 30 Mei 2017. Mencari Rasio Kopi Untuk Seduhan. Diakses pada 17 November 2021. Mencari Rasio Kopi untuk Seduhan. Otten Cofee.
[15] Yuliandri, Mustika Treisna. 14 November 2015. Temperatur Ideal Dalam Menyeduh Kopi. Diakses pada 17 November 2021. Temperatur Ideal dalam Menyeduh Kopi.Otten Coffee.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PENGARUH BLENDED LEARNING, KEMANDIRIAN BELAJAR, DAN PARTISIPASI BELAJAR TERHADAP PRESTASI BELAJAR SISWA MATA PELAJARAN EKONOMI

Angelina Shinta Kartika Dewi[1], Kurnia Martikasari[2]

[1]Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, Indonesia
[2] Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sanata Dharma Ypgyakarta, Indonesia
**Email: angelinashinta.kd@gmail.com*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menguji dan menganalisis pengaruh blended learning, kemandirian belajar, dan partisipasi belajar terhadap prestasi siswa mata pelajaran Ekonomi. Penelitian ini merupakan penelitian eksplanatori yang dilaksanakan di SMA Bentara Wacana Muntilan pada bulan Oktober 2022. Populasi dalam penelitian ini sebanyak 70 siswa. Sampel diambil menggunakan teknik sampling jenuh. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah kuesioner dengan bantuan google form. Teknik analisis data dengan analisis regresi berganda. Hasil analisis data menunjukkan bahwa blended learning, kemandirian belajar, dan partisipasi belajar secara simultan berpengaruh terhadap prestasi siswa mata pelajaran Ekonomi.

Kata kunci: blended learning, kemandirian belajar, partisipasi belajar, dan prestasi belajar.

Abstract

This research aimed to examine and analyze the effect of blended learning, student learning independence, and learning participation on student achievement learning in economics subject. This study is an explanatory study conducted in Bentara Wacana Senior High School Muntilan in October 2022. The research population is 70 students. The research sample were taken using conveience sampling tecnique. The data collection technique used was a questionnaire through google form. The analysis techechnique is multiple lonear regression. The result of data analysis show that blended learning, student learning independence, and learning participation on student achievement learning had stimulant effect on student achievement in economics subjects.

Keywords: blended learning, student learning independence, learning participation, and student achievement learning.

Pendahuluan

Pada tahun 2019, dunia digemparkan dengan pandemi *Covid-19* (*Corona virus disease 2019)*. Wuhan, China merupakan Negara pertama yang terdeteksi adanya virus *Covid-19*. Virus ini menyebar ke seluruh Dunia, termasuk ke Indonesia. Oleh karena itu, pemerintah menentukan status lockdown dan pengendalian lainnya untuk meminimalisir penularan *Covid-19*. Pandemi ini berakibat bagi semua bidang kehidupan, sebagai contoh bidang Ekonomi yang mengalami dampak paling buruk. Selain bidang Ekonomi, pada bidang pendidikan juga merasakan dampaknya. Berdasarkan dari UNESCO, 188 negara terdapat kurang lebih 1,5 milyar anak yang menempuh pendidikan, 60 juta dari jumlah tersebut berasal dari negara Indonesia (Kemdikbud.go.id).

Bidang pendidikan adalah suatu aspek yang penting dan tidak bisa dilepaskan dari rangkaian kehidupan bagi negara Indonesia. Pendidikan mampu menciptakan seseorang berkualitas dan membawa manfaat intelektual, emosional, dan spiritual bagi masyarakat dan negara. Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 merupakan tujuan dari pendidikan yaitu tentang Sistem Pendidikan Nasional, sebagai berikut.

Pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri dan menjadi warga Negara yang demokrasi serta bertanggung jawab.

Pendidikan merupakan patokan penting untuk menciptakan kehidupan yang berharga, yang berkaitan dengan pengembangan keterampilan fisik dan psikologis. Sektor pendidikan di Indonesia membutuhkan perubahan alur untuk membantu mengatasi kondisi sekolah yang dalam keadaan darurat tersebut (Martoredjo, 2020). Pemerintah Indonesia memberitahukan bahwa seluruh aktivitas pendidikan, dari jenjang sekolah dasar sampai perguruan tinggi ditutup mulai 16 Maret 2020 sampai menunggu keadaan kembali membaik. Informasi selanjutnya, meskipun ditutup aktivitas pembelajaran tetap dilaksanakan melalui cara memberlakukan sistem pembelajaran online selama pandemi dengan tujuan untuk meminimalisir penularan Covid-19 (Kemendikbud.go.id).

Seiring meredanya kasus Covid-19, pada awal tahun 2022 sistem pembelajaran online berubah menjadi pembelajaran tatap muka terbatas (PTMT). Selain hal tersebut, sistem pembelajaran terus berkembang karena kemajuan ilmu dan

teknologi yang semakin pesat. Awalnya pembelajaran berlangsung pada dalam kelas, namun kini pembelajaran tidak dibatasi oleh ruang dan waktu. Pembelajaran dapat dilaksanakan di mana saja, secara online maupun offline dengan memanfaatkan perkembangan teknologi informasi (Kemendikbud.go.id).

Sistem pembelajaran masih memerlukan sentuhan emosional dalam interaksi guru dan peserta didik khususnya dalam perubahan perilaku ranah afektif dan psikomotorik. Suatu sistem pembelajaran dapat dikatakan berhasil serta berkualitas apabila semua atau setidaknya sebagian peserta didik ikut serta aktif pada pembelajaran secara fisik, psikis dan sosial, di samping itu juga memperlihatkan tingkat kegembiraan yang tinggi dalam belajar, semangat belajar, dan rasa percaya diri.

Keberhasilan pada sistem pembelajaran dapat dilihat dari prestasi belajar siswa. Prestasi belajar siswa adalah hasil pengukuran pada siswa yang mencakup faktor kognitif, afektif, dan psikomotorik yang diukur dengan instrumen yang relevan setelah melaksanakan proses pembelajaran. Prestasi belajar artinya penilaian pendidikan terkait kemajuan siswa pada semua hal yang telah dipelajari di sekolah.

Slameto (2010), mengatakan bahwa prestasi belajar dipengaruhi oleh 2 (dua) faktor, ialah faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal merupakan faktor yang bersumber dari luar aktivitas siswa atau lingkungan belajar siswa. Faktor eksternal meliputi: keluarga, sekolah, dan masyarakat. Sedangkan faktor internal merupakan faktor yang bersumber dari dalam diri seseorang atau individu. Terdapat tiga faktor internal yang dapat membawa dampak bagi prestasi belajar, yaitu faktor jasmaniah, faktor psikologis, dan faktor kelelahan.

Salah satu faktor eksternal yang bisa mempengaruhi prestasi belajar adalah Blended learning. Blended learning merupakan sebuah kesadaran untuk menyatukan, mengkombinasikan, dan memadukan sistem pembelajaran tradisional (ceramah, tanya jawab, diskusi, dan sebagainya) dengan media digital, atau dengan kata lain memadukan pembelajaran offline dan online. Pada sebuah penelitian (Atika, Machmud, & Suwatno, 2020) melalui pendekatan meta-analisis telah dibuktikan bahwa adanya korelasi pengaruh yang sungguh signifikan antara model blended learning dengan prestasi belajar pada masa pandemi. Tujuan dari model pembelajaran blended learning adalah untuk memberikan pengalaman belajar yang paling efektif dan efisien. Pembelajaran blended learning membuat para siswa menjadi pembelajar cakap dan memberikan peluang untuk mengembangkan kemampuan dalam diri siswa tanpa meninggalkan interaksi sosial yang terjadi dalam proses pembelajaran didalam kelas.

Selain faktor eksternal, ada juga faktor internal yang bisa mempengaruhi prestasi belajar selama pandemi Covid-19. Kemandirian belajar pada peserta didik ialah faktor yang bersumber pada dalam diri siswa yang bisa membawa dampak pada prestasi belajar siswa. Slameto (2010) menjelaskan, kemandirian belajar ialah belajar yang dicapai dengan sedikit atau tanpa bantuan dari pihak luar. Dengan kata lain, kemandirian belajar merupakan kemampuan siswa. Hasil penelitian Maltby, Gage, Berliner, & David (2005), menjelaskan siswa yang dapat belajar secara mandiri lebih mungkin untuk mendapatkan prestasi akademik yang lebih tinggi. Tahar & Eceng (2006) berpendapat, ketika belajar mandiri siswa bebas mengontrol kesadarannya dan menyesuaikan motivasi dan kemampuannya, serta keterampilan yang ingin dicapai.

Faktor internal lainnya yang bisa membawa dampak atau mempengaruhi dalam prestasi belajar adalah partisipasi belajar. Nana Sudjana (2000), berpendapat bahwa dalam proses pembelajaran diperlukan keterlibatan peserta didik yang aktif atau cakap pada ruang kelas. Fungsi partisipasi belajar siswa pada terjadinya aktivitas belajar mengajar sangat penting, karena dilihat dari hal tersebut guru dapat mengarahkan perhatian yang berbeda kepada siswa yang tidak ikut berpartisipasi. Oleh karena itu, pembelajaran dapat berlangsung baik dan dikatakan berhasil, efektif, dan efisien. Keaktifan peserta didik dalam kelas inilah yang menjadi penentu baik buruknya prestasi yang diperoleh oleh siswa. Partisipasi belajar siswa dalam pembelajaran mempunyai sifat kontinum, yang berarti partisipasinya ada dari yang terendah hingga tertinggi (Darsono, 2002).

Selama pandemi *Covid-19*, salah satu sekolah yang menggunakan *blended learning* adalah SMA Bentara Wacana Muntilan. Penerapan *blended learning* telah berlangsung selama satu tahun pada tahun ajaran 2021/2022. Hal ini dilakukan sesuai dengan program pemerintah yaitu pembelajaran tatap muka terbatas (PTMT) atau hanya 50% siswa yang diperbolehkan hadir ke sekolah. SMA Bentara Wacana Muntilan mempunyai fasilitas yang mendukung sistem pembelajaran. Fasilitas yang digunakan yaitu *Microsoft Teams*.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru Ekonomi SMA Bentara Wacana Muntilan, diperoleh informasi terkait kondisi siswa jurusan IPS yaitu kelas X, XI, dan XII selama proses pembelajaran mengajar secara *blended learning* masih mengalami beberapa permasalahan, seperti: terdapat 10% siswa dalam *Microsoft Teams* yang tidak mengikuti pembelajaran namun mengisi presensi kehadiran. Selain itu, dalam setiap proses pembelajaran *Microsoft Teams* siswa yang aktif merespons guru yaitu 5% dari 35 jumlah peserta didik. Kemudian terdapat 7% anak yang melakukan tanya jawab terkait dengan materi yang belum dimengerti, serta

4% siswa yang masih terlambat mengumpulkan tugas dan 5% siswa tidak mengumpulkan atau menumpuk tugas yang diberikan oleh guru. Dan terdapat 8% siswa yang membuka materi dan mempelajari topik pembelajaran dari guru sebelum pembelajaran dimulai (Wawancara, 2022).

Permasalahan yang ditemukan dari hasil wawancara tersebut, memungkinkan dapat membawa dampak atau mempengaruhi prestasi belajar yang dicapai oleh siswa pada masa pandemi *Covid-19*. SMA Bentara Wacana Muntilan terpilih menjadi tempat penelitian dikarenakan menjadi salah satu sekolah yang menggunakan *blended learning*, yang merupakan gabungan pembelajaran tatap muka terbatas dengan online. Selain itu, di SMA Bentara Wacana Muntilan terdapat beberapa masalah yang kemungkinan bisa mempengaruhi prestasi belajar selama masa pandemi *Covid-19*.

Sesuai latar belakang di atas, peneliti tertarik untuk melaksanakan penelitian tentang **“Pengaruh Blended Learning, Kemandirian Belajar, dan Partisipasi belajar terhadap Prestasi Belajar Siswa Jurusan IPS Mata Pelajaran Ekonomi SMA Bentara Wacana Muntilan selama Pandemi *Covid 19*”**.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menguji dan menganalisis kemampuan *blended learning*, kemandirian balajar, dan partisipasi belajar dalam memprediksi prestasi belajar pada mata pelajaran Ekonomi siswa jurusan IPS SMA Bentara Wacana Muntilan selama pandemi *Covid-19,* untuk menguji dan menganalisis pengaruh blended learning terhadap prestasi belajar pada mata pelajaran Ekonomi siswa jurusan IPS SMA Bentara Wacana Muntilan selama pandemi *Covid-19*, untuk menguji dan menganalisis pengaruh kemandirian terhadap prestasi belajar pada mata pelajaran Ekonomi siswa jurusan IPS SMA Bentara Wacana Muntilan selama pandemi *Covid-19*, dan untuk menguji dan menganalisis pengaruh partisipasi belajar terhadap prestasi belajar pada mata pelajaran Ekonomi siswa jurusan IPS SMA Bentara Wacana Muntilan selama pandemi *Covid-19*.

Prestasi Belajar

Prestasi terdiri atas dua kata yaitu prestasi dan belajar. Prestasi belajar merupakan alat yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran di sekolah. Winkel (2006:12) menjelaskan bahwa prestasi belajar adalah bukti keberhasilan yang telah diraih oleh seseorang. Kemudian menurut Suryabrata (2006:12) prestasi belajar merupakan suatu nilai yang diberikan guru sebagai rumusan dalam bidang studi terkait kemajuan prestasi belajar selama masa tertentu. Syah (2009:141) juga menjelaskan

bahwa prestasi belajar merupakan suatu tingkat keberhasilan oleh siswa dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan dalam sebuah program sekolah, prestasi belajar tidak dapat diperoleh apabila siswa tersebut tidak melakukan aktivitas apapun.

Berdasarkan penjelasan oleh beberapa ahli tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa prestasi belajar adalah keberhasilan yang diperoleh seseorang (siswa) pada proses pembelajaran yang diikuti di sekolah, ditunjukan dalam wujud nilai test atau angka nilai sesuai dengan standar yang telah ditentukan oleh sekolah.

Menurut Arikunto (2006) berpendapat bahwa pengukuran prestasi belajar dapat dilakukan dengan memberikan berbagai tes yang berguna untuk mengukur kemampuan dan keberhasilan proses pembelajaran, tes tersebut dibedakan menjadi 2 macam, yaitu: tes diagnostik, tes formatif, dan tes sumatif. Kemudian Untuk memperoleh prestasi belajar yang tinggi dalam bentuk perubahan perlu dilakukan melalui proses tertentu yang dipengaruhi oleh faktor dari dalam maupun dari luar diri individu. Menurut Slameto (2010:54), terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi prestasi belajar yang digolongkan menjadi 2 (dua), yaitu: faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah faktor yang berasal dari dalam diri pada siswa yang dapat mempengaruhi prestasi belajar, meliputi: fisiologis, psikologis, dan kelelahan. Sedangkan factor eksternal adalah faktor yang berasal dari luar diri pada siswa yang dapat mempengaruhi prestasi belajar, meliputi; keluarga, sekolah, dan lingkungan masyarakat.

Sedangkan menurut Dalyono (2007) faktor-faktor yang dapat mempengaruhi prestasi belajar yang pertama adalah internal, faktor internal merupakan faktor yang ada pada dalam diri seseorang yang sedang belajar. Faktor tersebut meliputi: kesehatan jasmani dan rohani, intelegensi, bakat, minat, dan partisipasi. Kemudian yang kedua adalah eksternal, factor eksternal Faktor eksternal merupakan faktor yand ada diluar diri seseorang. Faktor ini seperti: cara orang tua mendidik, hubungan antar keluarga, keadaam rumah, keadaan ekonomi keluarga, latar belakang budaya, lingkungan sekolah, kurikulum, metode pengajaran, dan sebagainya. Selain pendapat yang dikemukakan oleh Slameto dan Dalyono, faktor tinggi rendahnya prestasi belajar dapat dipengaruhi oleh banyak faktor. Menurut Syah (2011:123) selain faktor internal dan faktor eksternal terdapat satu faktor lagi yang mempengaruhi prestasi belajar yaitu pendekatan belajar *(approach to learn)*, yakni jenis upaya belajar siswa yang meliputi strategi dan metode yang digunakan siswa untuk melakukan kegiatan pembelajaran materi-materi pelajaran. Pemilihan sistem pembelajaran haruslah sesuai dengan sesuai dengan tujuan pembelajaran, salah satu model yang dapat meningkatkan keberhasilan belajar siswa diantaranya adalah *blended learning*.

Berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi prestasi belajar siswa di atas peneliti menggunakan faktor eksternal yaitu *blended learning*, sedangkan factor intrenal yaitu kemandirian belajar dan partisipasi belajar yang diperoleh dari siswa selama mengikuti pembelajaran pada masa pandemi *Covid-19*.

Blended Learning

Blended learning sebagai campuran dari teknologi dan multimedia. Seperti: *video streaming, virtual class,* animasi teks *online* yang dikombinasikan dengan bentuk tradisonal pelatihan di dalam kelas, Throme (2013). Sedangkan Raham (2005) mengemukakan bahwa *blended learning* secara sederhana merupakan pembelajaran yang mengkombinasikan antara pembelajaran online dengan *offline.*

Penerapan *blended learning* dalam proses pembelajaran di sekolah dapat menunjukan hal positif pada hasil pembelajaran. Menurut Garner & Oke (2015), pembelajaran *blended learning* adalah sebuah lingkungan pembelajaran yang dirancang dengan menggabungkan pembelajaran online dan tatap muka (*offline)* dengan tujuan untuk meningkatkan prestasi belajar siswa di sekolah.

Berdasarkan beberapa pendapat para ahli dapat disimpulkan bahwa blended learning mempunyai tiga komponen penting, yaitu: *online learning*, pembelajaran tatap muka (*offline*), dan belajar mandiri. Dengan *blended learning* dapat mencipatakan suasana belajar yang positif untuk membangun interaksi antara sesama siswa, siswa dengan guru tanpa dibatasi oleh ruang dan waktu.

Blended learning mempunyai tujuan untuk membantu peningkatan penjadwalan fleksibelitas dan berkembang lebih baik, menyediakan peluang yang praktis, dan menggunakan metode pembelajaran yang lebih bervasiasi baik untuk para peserta didik ataupun pendidik. Dalam pelaksanaan menggunakan *blended learning* terdapat kelebihan dan kekeurangan. Kelebihan nya ialah: (1) pembelajaran dilaksanakan secara mandiri dan konvensional sehingga dapat saling melengkapi, (2) pembelajaran efektif dan efisien, (3) meningkatkan aksesibilitas, dan (3) ,edia yang digunakan sangat beragam. Kemudian terdapat 2 dua kekurangan dalam pelaksanaan *blended learning,* seperti: (1) tidak meratanya fasilitas yang dimiliki oleh para siswa, dan (2) kurangnya pengetahuan pendidik terhadap penggunaan teknologi.

Menurut Carman (2005:2), ada lima kunci untuk melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan blended learning, yaitu:

a. *Live Event*, pembelajaran langsung atau tatap muka secara sinkronus dalam waktu dan tempat yang sama ataupun waktu sama tapi tempat berbeda.

b. *Self-Paced Learning*, yaitu mengkombinasikan dengan pembelajaran mandiri (*self-paced learning*) yang memungkinkan peserta belajar kapan saja, dimana saja secara *online*.

c. *Collaboration*, mengkombinasikan kolaborasi, baik kolaborasi pengajar, maupun kolaborasi antar peserta belajar.

d. Assessment, perancang harus mampu meramu kombinasi jenis asesmen online dan *offline* baik yang bersifat tes maupun non-tes.

e. *Performance Support Materials*, pastikan bahan belajar disiapkan dalam bentuk digital, dapat diakses oleh peserta belajar baik secara *offline* maupun.

Kemandirian Belajar

Kemandirian belajar merupakan belajar mandiri, tidak menggantungkan diri pada orang lain, siswa harus mempunyai keaktifan dan inisiatif sendiri dalam belajar, berperilaku, dan sebagainya (Ahmadi, 2012). Selanjutnya menurut Tirtaraharja (2005:50), kemandirian belajar adalah aktivitas belajar yang dilakukan atas dorongan diri sendiri, pilihan sendiri, dan disertai dengan rasa tanggung jawab dari seorang pembelajar.

Kemandirian belajar diartikan sebagai kegiatan belajar yang aktif, yang didorong oleh niat atau motif untuk mempelajari suatu masalah, disusun dengan bekal pengetahuan yang dimiliki, baik dalam menetapkan waktu belajar, tempat belajar, cara belajar, evaluasi belajar, dan sebagainya yang dilakukan oleh pembelajarannya sendiri. Kemandirian belajar diartikan sebagai usaha pembelajaran untuk melakukan suatu kegiatan yang didasari atas niatnya sendiri untuk menguasai suatu pengetahuan tertentu (Nurhayati,2011).

Dari beberapa penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa kemandirian belajar adalah kemampuan dalam mengambil keputusan sendiri tanpa atau dengan bantuan orang lain, yang relevan, namun tidak bergantung pada orang lain, berinisiatif untuk mengatasi masalah yang sedang dihadapi, percaya diri dalam menyelesaikan tugas, dan bertanggungjawab terhadap apa yang telah dilakukan.

Kemandirian belajar adalah berkurangnya rasa ketergantungan pada orang lain dalam belajar dan semakin besar rasa ingin belajar dari dalam diri sendiri dengan seluruh kemampuan yang dimilikinya tanpa mengharapkan bantuan dari orang lain. Perilaku mandiri pada seseorang tidak timbul secara tiba-tiba, melainkan melalui proses sejak kecil. Keberhasilan siswa dalam meningkatkan kemandirian belajar dipengaruhi oleh beberapa faktor, faktor tersebut berasal dari dalam diri siswa dan dari luar diri siswa. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kemandirian belajar siswa menurut Basari (2004:53), antara lain: faktpr endogen (faktor dari dalam diri), dan factor eksogen (faktor dari luar diri). Sedangkan Ali (2005:118) menyebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan kemandirian, yaitu: gen atau keturnan, pola asuh orang tua, system Pendidikan, system kehidupan dalam masyarakat.

Anak yang mempunyai kemandirian belajar memiliki ciri khusus dalam proses belajarnya. Menurut Danuri (2010:15), menyebutkan ciri-ciri belajar sebagai berikut: (a) adanya tendensi untuk berperilaku bebas dalam berinisiatif atau bersikap atau berpendapat, (b) adanya tendensi percaya diri., (c) adanya sifat asli yang keluar daei dalam dirinya dan bukan meniru orang lain, (d) tidak mengharaokan arahan dari orang lain, dan (e) adanya tendensi untuk mencoba sesuatu. Aktivitas belajar adalah aktivitas yang mandiri dengan kemauan sendiri

tanpa melibatkan atau bergantung dengan orang lain dan bertanggung jawab secara mandiri. Seorang siswa akan selalu aktif dalam mempersiapkan diri untuk melakukan kegiatan belajar, percaya diri, tidak mencontoh orang lain, dan mau berusaha untuk mengatasi masalah dalam belajarnya dengan mencoba sendiri tanpa melibatkan orang lain.

Partisipasi Belajar

Partisipasi berasal dari Bahasa Inggris yaitu “participation” yang artinya adalah pengambil bagian atau pengikutsertaan. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia partisipasi artinya sebagai “Hal berperan serta dalam kegiatan, keikutsertaan, peran serta” (KBBI, 2022). Partisipasi siswa merupakan kegiatan siswa pada suatu kegiatan yang ditunjukan dalam perilaku siswa secara fisik dan psikisnya. Keaktifan siswa dalam belajar ditunjukan dengan partisipasinya selama proses pembelajaran. Keaktifan ini dapat dilihat dari beberapa perilaku, seperti: mendengarkan, mendiskusikan, membuat sesuatu, menulis laporan, dan sebagainya. Partisipasi siswa diperlukan untuk menetapkan tujuan dan kegiatan belajar mengajar (Hasibuan dan Moedjiono, 2006 : 7). Sedangkan Sudikin (2010), berpendapat bahwa partisipasi artinya seseorang yang melibatkan dirinya dalam suatu kegiatan dengan mengorbankan pikiran dan tenaganya.

Dari pendapat para ahli tersebut, dapat disimpulkan bahwa partisipasi belajar siswa adalah kegiatan yang dilakukan siswa dalam proses pembelajaran yang terlihat dari aktivitas fisik maupun psikis dengan mengorbankan pikiran serta tenaganya. Partisipasi siswa dalam proses pembelajaran merupakan salah satu bentuk keterlibatan siswa baik secara mental maupun emosional. Menurut Sudjana (2008) faktor-faktor yang mempengaruhi partisipasi belajar siswa, sebagai berikut.

a. Pengetahuan atau kognitif, yaitu pengetahuan mengenai tema, fakta, aturan, dan keterampilan.
b. Keadaan, yaitu lingkungan fisik, lingkungan sosial, psikososial, dan faktor-faktor sosial.
c. Kebiasaan sosial, yaitu kebiasaan menetap dan lingkungan
d. Kebutuhan, yaitu kebutuhan pendekatkan diri, menghindar, dan kebutuhan individual.
e. Perilaku, seperti: perasaan atau pandangan, kesiapan berkreasi, interaksi sosial, minat, dan perhatian.

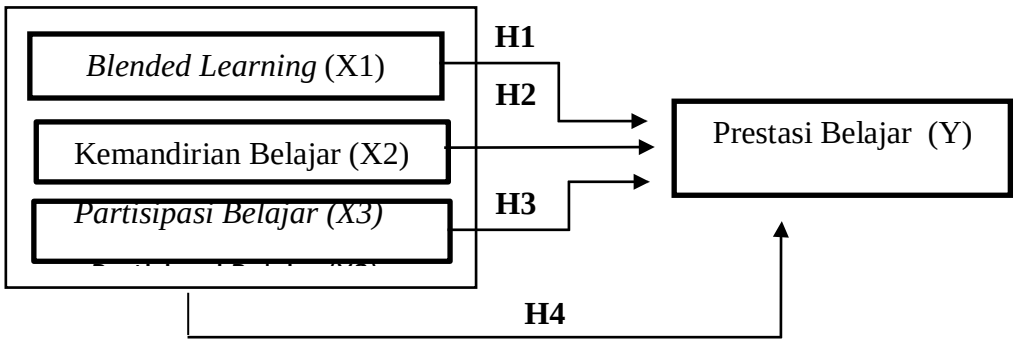
Partisipasi siswa dalam proses pembelajaran merupakan salah satu bentuk keterlibatan siswa baik secara mental maupun emosional. Menurut Sudjana (2008) faktor-faktor yang mempengaruhi partisipasi belajar siswa, yaitu: pengetahuan atau

kognitif, yaitu pengetahuan mengenai tema, fakta, aturan, dan keterampilan, Keadaan, yaitu lingkungan fisik, lingkungan sosial, psikososial, dan faktor-faktor social, kebiasaan sosial, yaitu kebiasaan menetap dan lingkungan, kebutuhan, yaitu kebutuhan pendekatkan diri, menghindar, kebutuhan individual, dan perilaku, seperti: perasaan atau pandangan, kesiapan berkreasi, interaksi sosial, minat, dan perhatian, dan perilaku.

Hermawati (2008), berpendapat bahwa ada proses pembelajaran guru dapat meningkatkan partisipasi siswa dengan menciptakan keaktifan belajar pada diri siswa. Kegiatan yang dapat dilakukan oleh guru, diantaranya yaitu: Menggunakan metode pembelajaran dan media pembelajaran yang kreatif dan bervariasi, memberikan tugas kepada siswa secara mandiri maupun kelompok, memberikan kesempatan pada siswa untuk melakukan eksperimen atau uji coba dala kelompok kecil, memberikan tugas kepada siswa untuk membaca materi belajar, membuat catatan terkait hal-hal yang belum dipahami, dan melakukan kegiatan diskusi serta tanya jawab.

Adapun dimensi partisipasi belajar yang dikembangkan menurut Sudikin (2010) yang mengemukakkan bahwa terdapat dua (2) macam partisipasi, partisipasi yang dimaksud adalah partisipasi kontributif dan partisipasi inisiatif. Partisipasi kontributif adalah partisipasi yang diajukan oleh seseorang seperti: mengajukan pertanyaanm hadir di kelas, menyelesaikan tugas dan sebagainya. Kemudian partisipasi inisiatif adalah partisipasi yang muncil secara tiba-tiba atau atas kemauan diri sendiri misalnya: menyelesaikan tugas secara terstruktur, berinisitaif memahami dan mengerjakan materi pembelajaran yang diajarlan secara mandiri, dan sebagainya.

Kerangka Pemikiran



Berdasarkan urain yang telah dikemukakan sebelumnya dalam kajian pustaka, maka variabel yang terkait dalam penelitian ini dapat dirumuskan melalui suatu kerangka sebagai berikut.

Gambar 1 Kerangka Pemikiran

Keterangan:

= Pengaruh masing variabel independen terhadap variable dependen

Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka berpikir di atas, penelitian ini mempunyai beberapa hipotesis atau dugaan sementara yang akan di uji dan diteliti, antara lain sebagai berikut:

H1 : Ada pengaruh blended learning, kemandirian belajar, dan partisipasi belajar

terhadap prestasi belajar.

H2 : Ada pengaruh blended learning terhadap prestasi belajar.

H3 : Ada pengaruh kemandirian belajar terhadap prestasi belajar.

H4 : Ada pengaruh partisipasi belajar terhadap prestasi belajar.

Metode

Penelitian ini termasuk penelitian eksplanatori. Menurut (Sugiyono, 2017) penelitian eksplanatori merupakan penelitian yang digunakan untuk memperoleh hasil jawaban terkait dengan bagaimana dan mengapa pada suatu fenomena yang terjadi kemudian dijelaskan serta dibuktikan melalui bagaimana hubungan antar variabel. Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa jurusan IPS di SMA Bentara Wacana Muntilan, yang terdiri dari X-1 IPS dengan jumlah 19 siswa, X-2 IPS dengan jumlah 19 siswa, XI IPS dengan jumlah 19 siswa, dan kelas XII IPS dengan jumlah 13. Sehingga jumlah populasi dalam penelitian ini adalah 70 siswa.

Dari ke empat kelas tersebut peneliti menggunakan teknik penarikan sampel jenuh. Sampel jenuh adalah Teknik penentuan sampel apabila subjek penelitiannya kurang dari 100 orang, maka seluruh anggota populasi digunakan sebagai sampel, Objek penelitian dalam penelitian ini adalah permasalahan yang akan diamati dan diteliti untuk memperoleh data, yaitu data blended learning, kemandirian belajar partisipasi belajar, dan prestasi belajar siswa pada mata pelajaran Ekonomi dengan membagikan kuesioner melalui google from. Google from digunakan untuk mengurangi penggunaan kertas, yang bertujuan untuk mendapatkan informasi atau data terkait penelitian ini yaitu blended learning, kemandirian belajar, partisipasi belajar, dan prestasi belajar siswa melalui beberapa pernyataan menggunakan skala likert untuk mengukur tinggi rendahnya setiap variabel. Skala Likert terdiri dari serangkaian pernyataan positif dan negatif, dengan pilihan respon sangat setuju (SS), setuju (S), netral (N), tidak setuju (TS) dan sangat tidak setuju (STS). Pedoman penskoran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pedoman Penskoran Angket

Pernyataan	5	4	3	2	1
Positif	Sangat setuju	Setuju	Netral	TidakSetuju	Sangat TidakSetuju
Negatif	Sangat Tidak Setuju	Tidak Setuju	Netral	Setuju	Sangat Setuju

Teknik analisis data pada penelitian ini dilakukan secara deskriptif kuantitatif, Dalam penelitian ini untuk variabel blended learning, kemandirian belajar, dan partisipasi belajar menggunakan analisis kelas interval dengan rumus sebagai berikut.

$$Interval\ Kelas = \frac{\text{Skor ideal tertenggi} - \text{skor ideal terendah}}{Jumlah\ Kelas}$$

Sedangkan untuk variabel prestasi belajar dalam analisis deskriptif pada penelitian ini menggunakan tabel interval skor patokan penilaian adalah PAP (Patokan Acuan Penilaian) Tipe II (Masidjo, 1995:157). Rumus yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 2. Kategori Penilaian Acuan Patokan (PAP) Tipe II

Pencapaian Skor	Kategori Penilaian
81% - 100%	Sangat Tinggi
66% - 80%	Tinggi
56% - 65%	Sedang
46% - 55%	Rendah
< 46%	Sangat Rendah

Hasil dan Pembahasan

Uji Validitas

Tabel 3. Nilai Perhitungan rtabel dengan Taraf Signifikansi

Df = n -2	Taraf Signifikansi sebesar 5% (0,05)

Df = 70 – 2 = 68	0,235

Maka, dapat diketahui r tabel dengan taraf signifikan 5% adalah sebesar 0,235.

Hasil Pengujian Instrumen Blended Learning

Berikut ini merupakan hasil pengujian validitas instrument pada blended learning yang disajikan pada table di bawah ini.

Tabel 4. Hasil Uji Validitas Instrument Pengaruh Blended Learning

No Butir Pernyataan	**r_{hitung}**	**r_{tabel} (N= 69, α = 0,5%)**	**Keterangan**
1	0,729	0,235	Valid
2	0,634	0,235	Valid
3	0.707	0,235	Valid
4	0,397	0,235	Valid
5	0,695	0,235	Valid
6	0,615	0,235	Valid
7	0,745	0,235	Valid
8	0,492	0,235	Valid
9	0,551	0,235	Valid
10	0,550	0,235	Valid

Sumber: Data Primer, diolah 2022.

Berdasarkan pengujian validitas di atas pada instrumen variabel blended learning menunjukan 10 butir pertanyaan yang hasilnya adalah semua item valid. Hal ini dikarenakan r hitung > r tabel, 10 butir pertanyaan ini akan digunakan dalam data penelitian.

Variabel Kemandirian Belajar

Berikut ini merupakan hasil pengujian validitas instrumen pada blended learning yang disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 5. Hasil Uji Validitas Instrument Pengaruh Kemandirian Belajar

No Butir Pernyataan	**r_{hitung}**	**r_{tabel} (N= 69, *a* = 0,5%)**	**Keterangan**
1	0,025	0,235	Tidak Valid
2	-0,024	0,235	Tidak Valid
3	0,579	0,235	Valid
4	0,485	0,235	Valid
5	0,520	0,235	Valid
6	0,351	0,235	Valid
7	0,405	0,235	Valid
8	0,682	0,235	Valid
9	0,496	0,235	Valid
10	0,388	0,235	Valid
11	0,626	0,235	Valid
12	0,505	0,235	Valid
13	0,603	0,235	Valid
14	0,620	0,235	Valid
15	0,446	0,235	Valid
16	0,409	0,235	Valid
17	0,414	0,235	Valid
18	0,482	0,235	Valid
19	0,369	0,235	Valid
20	0,506	0,235	Valid

Sumber: Data Primer, diolah 2022.

Berdasarkan pengujian validitas di atas pada instrumen variabel kemandirian belajar menunjukan 20 butir pertanyaan. Dari 20 butir pertanyaan, terdapat 2 butir pertanyaan yang menunjukan keterangan tidak valid karena r hitung < r tabel. Sehingga butir pernyataan yang tidak valid dihilangkan dan tidak digunakan, kemudian dilakukan uji validitas instrumen kembali. Hasil pengujian validitas kedua instrumen kemandirian belajar sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil Uji Validitas Instrumen Pengaruh Kemandirian Belajar

No Butir Pernyataan	**r_{hitung}**	**r_{tabel} (N= 69, α = 0,5%)**	**Keterangan**
3	0,577	0,235	Valid
4	0,490	0,235	Valid
5	0,518	0,235	Valid
6	0,325	0,235	Valid
7	0,412	0,235	Valid
8	0,697	0,235	Valid
9	0,451	0,235	Valid
10	0,364	0,235	Valid
11	0,672	0,235	Valid
12	0,539	0,235	Valid
13	0,622	0,235	Valid
14	0,645	0,235	Valid
15	0,479	0,235	Valid
16	0,362	0,235	Valid
17	0,483	0,235	Valid
18	0,549	0,235	Valid
19	0,402	0,235	Valid
20	0,549	0,235	Valid

Sumber: Data Primer, diolah 2022.

Berdasarkan tabel di atas menunjukan bahwa 18 butir pertanyaan yang mengukur kemandirian belajar menunjukan valid karena r hitung > r tabel. 18 butir pertanyaan ini akan digunakan dalam data penelitian.

Variabel Partisipasi Belajar

Berikut ini merupakan hasil pengujian validitas instrumen pada partisipasi belajar yang disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 7. Hasil Uji Validitas Instrumen Pengaruh Partisipasi Belajar

No Butir Pernyataan	**r_{hitung}**	**r_{tabel} (N= 69, *a* = 0,5%)**	**Keterangan**
1	0,445	0,235	Valid
2	0,334	0,235	Valid
3	0,506	0,235	Valid
4	0,278	0,235	Valid
5	0,458	0,235	Valid
6	0,576	0,235	Valid
7	0,311	0,235	Valid
8	0,433	0,235	Valid
9	0,478	0,235	Valid
10	0,591	0,235	Valid
11	0,288	0,235	Valid
12	0,537	0,235	Valid
13	0,398	0,235	Valid
14	0,673	0,235	Valid
15	0,518	0,235	Valid
16	0,549	0,235	Valid

17	0,382	0,235	Valid
18	0,413	0,235	Valid
19	0,275	0,235	Valid
20	0,542	0,235	Valid

Sumber: Data Primer, diolah 2022.

Berdasarkan pengujian validitas di atas pada instrumen variabel blended learning menunjukan 20 butir pertanyaan yang hasilnya adalah semua item valid. Hal ini dikarenakan r hitung > r tabel, 20 butir pertanyaan ini akan digunakan dalam data penelitian.

Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dalam penelitian ini diukur dengan menggunakan koefisien *Alpha Cronbach*. Kriteria pengujian reliabilitas adalah sebgai berikut:

- Jika nilai Alpha Cronbach > 0,6 maka instrument reliable
- Jika nilai Alpha Cronbach < 0,6 maka instrument tidak reliable Berikut adalah hasil uji reabilitas pada masing-masing variabel.

Tabel 8. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Variabel Blended Learning

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.812	**10**

Sumber: Data Primer, diolah 2022.

Dapat diketahui, hasil pengujian reliabilitas instrumen blended learning yaitu 0,812. Dari hasil yang disajikan, nilai Cronbach’s Alpha sebesar 0,812 lebih besar dari 0,6 sehingga dapat diambil kesimpulkan bahwa variabel blended learning termasuk reliabel dengan kategori sangat kuat.

Tabel 9. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Variabel Kemandirian Belajar

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.824	**18**

Sumber: Data Primer, diolah 2022.

Dapat diketahui, hasil pengujian reliabilitas instrumen kemandirian belajar yaitu 0,824. Dari hasil yang disajikan, nilai Cronbach’s Alpha sebesar 0,824 lebih besar dari 0,6 sehingga dapat diambil kesimpulkan bahwa variabel kemandirian belajar termasuk reliabel dengan kategori sangat kuat.

Tabel 10. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Variabel Partisipasi Belajar

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.791	**20**

Sumber: Data Primer, diolah 2022.

Dapat diketahui, hasil pengujian reliabilitas instrumen partisipasi belajar yaitu 0,791. Dari hasil yang disajikan, nilai Cronbach’s Alpha sebesar 0,791 lebih besar dari 0,6 sehingga dapat diambil kesimpulkan bahwa variabel partisipasi belajar termasuk reliabel dengan kategori sangat kuat.

Uji Prasyarat Regresi Berganda

Uji Normalitas

Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan Kolmogorov-Smirnov

dengan tingkat kepercayaan 5% atau 0,05. Dasar keputusan:

• Jika nilai probabilitas (*asym.sig*) > 0,05, maka distribusi dapat dikatakan normal.

• Jika nilai probabilitas (*asym.sig*) < 0,05, maka distribusi dapat dikatakan tidak normal.

Tabel 11. Hasil Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		70
Normal Parameters[a,b]	Mean	.0000000
	Std. Deviation	13.59873805
Most Extreme Differences	Absolute	.117
	Positive	.076
	Negative	-.117
Test Statistic		.117
Asymp. Sig. (2-tailed)		.019[c]
Exact Sig. (2-tailed)		.271
Point Probability		.000
Test distribution is Normal.		
Calculated from data.		
Lilliefors Significance Correction.		

Sumber: data primer, diolah 2022.

Berdasarkan tabel 5.8 di atas, menunjukkan bahwa nilai probabilitas asym.sig (2-tailed) adalah sebesar 0,19. Berdasarkan nilai probabilitas asym.sig (2-tailed) sebesar 0,019 < 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa keseluruhan data tidak berdistribusi normal. Kemudian berdasarkan probabilitas exact sig (2-tailed) adalah sebesar 0,271. Sehingga menunjukan bahwa 0,271 > 0,05, maka data berdistribusi dengan normal.

Ketika data berukuran kecil (sampel kecil), data tidak seimbang (unbalance) dab berdistribusi (poorly distributed atau tak berpola), maka metode asymptotic akan menghasilkan hasil yang tidak reliebel atau tidak akurat. Sehingga, dalam keadaan seperti ini solusinya adalah menggunakan pendekatan exact. Nilai p- value yang dihitung dengan pendekatan exact akan menghasilkan nilai p-value yang akurat, (IBM, SPSS).

Uji Linearitas

Uji linearitas dalam penelitian ini menggunakan tingkat kepercayaan 0,05.

- Jika nilai probabilitas > 0,05, maka distribusi dapat dikatakan linear.
- Jika nilai probabilitas < 0,05, maka distribusi dapat dikatakan tidak linear.

Tabel 11. Hasil Uji Linearitas

ANOVA Table

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Prestasi Belajar* Blended Learning	Between Groups	(Combined)	5517.210	22	250.782	1.359	.186
		Linearity	77.675	1	77.675	.421	.520
		Deviation from Linearity	5439.535	21	259.025	1.404	.165
	Within Group		8670.233	47	184.473		
	Total		14187.443	69			

Sumber: data primer, diolah 2022.

Berdasarkan hasil dari tabel diatas, dapat dsimpulkan bahwa dilihat signifikansi dari sig. Deviation from linearity yaitu 0,156 > 0,05 maka terdapat hubungan linear secara signifikan antara variabel blended learning (X1) dengan variabel prestasi belajar (Y).

Tabel 12. Hasil Uji Linearitas

ANOVA Table							
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Prestasi Belajar* Kemandirian Belajar	Between Groups	(Combined)	7511.926	26	288.920	1.861	.035
		Linearity	452.192	1	452.192	2.913	.095
		Deviation from Linearity	7059.734	25	282.389	1.819	.042
	Within Group		6675.517	43	155.245		
	Total		14187.443	69			

Sumber: data primer, diolah 2022.

Berdasarkan hasil dari tabel diatas, dapat dsimpulkan bahwa dilihat signifikansi dari sig. Deviation from linearity yaitu 0,42 < 0,05 maka tidak terdapat hubungan linear secara signifikan antara variabel kemandirian belajar (X2) dengan variabel prestasi belajar (Y).

Tabel 13. Hasil Uji Linearitas

ANOVA Table							
			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Prestasi Belajar* Kemandirian Belajar	Between Groups Groups	(Combined)	4504.935	29	155.343	.642	.892
		Linearity	214.207	1	214.207	.885	.353
		Deviation From Linearity	4290.728	28	153.240	.633	.896
	Within Group		9682.508	40	242.063		
	Total		14187.443	69			

Sumber: data primer, diolah 2022.

Berdasarkan hasil dari tabel diatas, dapat dsimpulkan bahwa dilihat signifikansi dari sig. Deviation from linearity yaitu 0,896 > 0,05 maka terdapat hubungan linear secara signifikan antara variabel partisipasi belajar (X3) dengan variabel prestasi belajar (Y).

Uji Asumsi Klasik

Tabel 14. Hasil Uji Multikolinieritas

Coefficients[a]							
Model	B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Tolerance	VIF
1 (Constant)	74.680	17.454		4.279	.000		
Blended Learning	-.199	.311	-.083	-.639	.525	.814	1.228
Kemandirian Belajar	-.590	.264	-.312	-2.237	.029	.701	1.426
Partisi Belajar	.564	.251	.316	2.245	.028	.687	1.455
	Within Group						
	Total						

a. Dependent Variable: Prestasi Belajar

Sumber: data primer, diolah 2022

Berdasarkan tabel di atas, pada kolom Collinearity Statistics VIF menunjukkan nilai VIF kurang dari 10 (X1 = 1, 1228; X2 = 1,426 ; X3 = 1,455). Maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada gejala multikolinearitas antar variabel independent pada model regresi.

Pengujian Hipotesis Uji F

Bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh simultan (bersama- sama) yang diberikan oleh variabel independent/bebas (X) terhadap Variabel Dependent/terikat (Y).

Dasar Pengambilan Keputusan

a. Membandingkan nilai signifikansi dengan probabilitas

1) Jika Signifikansi < 0,05 artinya variabel X1,X2,X3,X4 secara simultan berpengaruh terhadap variabel Y.

2) Jika Signifikansi > 0,05 artinya variabel X1,X2,X3,X4 secara simultan tidak berpengaruh terhadap variabel Y.

b. Membandingkan nilai f hitung dengan f tabel.

1) Jika nilai f hitung > f tabel artinya variabel X1,X2,X3,X4 secara simultan berpengaruh terhadap variabel Y.

2) Jika nilai f hitung < f tabel artinya variabel X1,X2,X3,X4 secara simultan tidak berpengaruh terhadap variabel Y.

Tabel 16. Hasil Uji F

ANOVAa

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1427.571	3	475.857	2.461	.070b
	Residual	12759.872	66	193.331		
	Total	14187.443	69			

a. Dependent Variable: Prestasi Belajar

b. Predictors: (Constant), Partisipasi Belajar, Blended Learning, Kemandirian Belajar

Sumber: data primer, diolah 2022

Dari table diatas dapat menunjukkan hasil bahwa Hipotesis ke 1 diterima karena hasil nilai sig. X1 adalah 0,000 < 0,05 dan hasil t hitung adalah 2,461 1,561 Maka dapat disimpulkan bahwa blended learning, kemandirian belajarm dan partisipasi dapat menjadi prediktor prestasi belajar siswa pada mata pelajaran Ekonomi di SMA Bentara Wacana.

Uji T

Bertujuan untuk mengetahui ada/ tidaknya pengaruh secara parsial (sendiri) yang diberikan oleh variabel independent/bebas (X) terhadap Variabel Dependent/terikat (Y). Dasar Pengambilan Keputusan :

a. Membandingkan nilai signifikansi dengan probabilitas

1) Jika Signifikansi < 0,05 artinya variabel X berpengaruh terhadap variabel Y.

2) Jika Signifikansi > 0,05 artinya variabel X tidak berpengaruh terhadap variabel Y.

b. Membandingkan nilai t hitung dengan t tabel.

1) Jika nilai t hitung > t tabel artinya variabel X berpengaruh terhadap variabel Y.

2) Jika nilai t hitung < t tabel artinya variabel X tidak berpengaruh terhadap variabel Y.

Tabel 17. Hasil Uji T

Coefficientsa

Unstandardized Coefficients

Standardized

Coefficients

Model

B Std. Error Beta

t Sig.

1	(Constant)	74.680	17.454		4.279	.000
	Blended	-.199	.311	-.083	-.639	.525

	Learning				
	Kemandirian Belajar	-.590	.264	-.312	-2.237	.029
	Partisipasi Belajar	.564	.251	.316	2.245	.028

a. Dependent Variable: Prestasi Belajar

Sumber: data primer, diolah 2022

Determinan Koefisien

Bertujuan untuk mengetahui berapa persen pengaruh yang diberikan variabel X secara simultan (bersama-sama) terhadap variabel Y.

Tabel 18. Hasil Koefisien Determinasi

Model Summaryb

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.317a	.101	.060	13.904

a. Predictors: (Constant), Partisipasi Belajar, Blended Learning, Kemandirian Belajar

b. Dependent Variable: Prestasi Belajar

Sumber: data primer, diolah 2022

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan tentang pengaruh blended learning, kemandirian belajar, dan partisipasi belajar terhadap prestasi belajar siswa pada mata pelajaran Ekonomi di SMA Bentara Wacana selama masa Pandemi Covid-19 sebagai berikut.

1. Blended learning berpengaruh terhadap terhadap prestasi belajar siswa pada mata pelajaran Ekonomi di SMA Bentara Wacana selama masa Pandemi Covid-19,

2. Kemandirian belajar tidak terhadap prestasi belajar siswa pada mata pelajaran Ekonomi di SMA Bentara Wacana selama masa Pandemi Covid- 19.

3. Partisipasi belajar terhadap prestasi belajar siswa pada mata pelajaran Ekonomi di SMA Bentara Wacana selama masa Pandemi Covid-19.

4. Blended learning, kemandirian, dan partisipasi belajar berpengaruh terhadap prestasi belajar siswa pada mata pelajaran Ekonomi di SMA Bentara Wacana selama masa Pandemi Covid-19.

Daftar Pustaka

Arifin, Z. (2020). Metodologi penelitian pendidikan. Jurnal Al-Hikmah, 1(1). Faizah, S. N. (2017). Hakikat belajar dan pembelajaran. At-Thullab: Jurnal

Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah, 1(2), 175-185.

Fitriani, W., Haryanto, H., & Atmojo, S. E. (2020). Motivasi berprestasi dan kemandirian belajar mahasiswa saat pembelajaran daring. Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan, 5(6), 828-834.

Ginanjar, E. G., Darmawan, B., & Sriyono, S. (2019). Faktor-faktor yang mempengaruhi rendahnya partisipasi belajar peserta didik smk. Journal of Mechanical Engineering Education, 6(2), 206-219.

Hima, L. R. (2017). Pengaruh pembelajaran bauran (blended learning) terhadap motivasi siswa pada materi relasi dan fungsi. JIPMat, 2(1).

Sjukur, S. B. (2012). Pengaruh blended learning terhadap motivasi belajar dan hasil belajar siswa di tingkat SMK. Jurnal pendidikan vokasi, 2(3).

Sudarma, K., & Sakdiyah, E. M. (2007). Pengaruh motivasi, disiplin, dan partisipasi siswa dalam pembelajaran terhadap prestasi belajar akuntansi. Dinamika Pendidikan, 2(2).

Sugiyono, F. X. (2017). Neraca Pembayaran: Konsep, Metodologi dan Penerapan (Vol. 4). Pusat Pendidikan Dan Studi Kebanksentralan (PPSK) Bank Indonesia.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PENGARUH *E-LEARNING*, MOTIVASI BELAJAR, DAN KEMANDIRIAN BELAJAR TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA PADA MATA PELAJARAN EKONOMI

Marcellino Alvin Afiyanto[1], Kurnia Martikasari, S.Pd., M.Sc.[2]
[1]*Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, Indonesia*
[2]*Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, Indonesia*
**Email: marcellinoalvin91@gmail.com*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menguji dan menganalisis pengaruh *e-learning*, motivasi belajar, dan kemandirian belajar terhadap hasil belajar siswa. Penelitian ini merupakan penelitian eksplanatori yang dilaksanakan di SMA Stella Duce 2 Yogyakarta pada bulan Mei-Juni 2021. Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI IPS SMA Stella Duce 2 Yogyakarta sebanyak 67 responden. Sampel diambil dengan menggunakan teknik *sampling jenuh*. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah kuesioner dengan bantuan *google form*. Teknik analisis data dengan analisis regresi berganda. Hasil analisis data menunjukkan bahwa: (1) *e-learning*, motivasi belajar, dan kemandirian belajar dapat menjadi prediktor faktor yang dapat mempengaruhi hasil belajar siswa; (2) *e-learning* berpengaruh terhadap hasil belajar; (3) motivasi belajar tidak berpengaruh terhadap hasil belajar; dan (4) kemandirian belajar tidak berpengaruh terhadap hasil belajar.

Kata kunci: *e-learning*, hasil belajar, kemandirian belajar, dan motivasi belajar

Pendahuluan

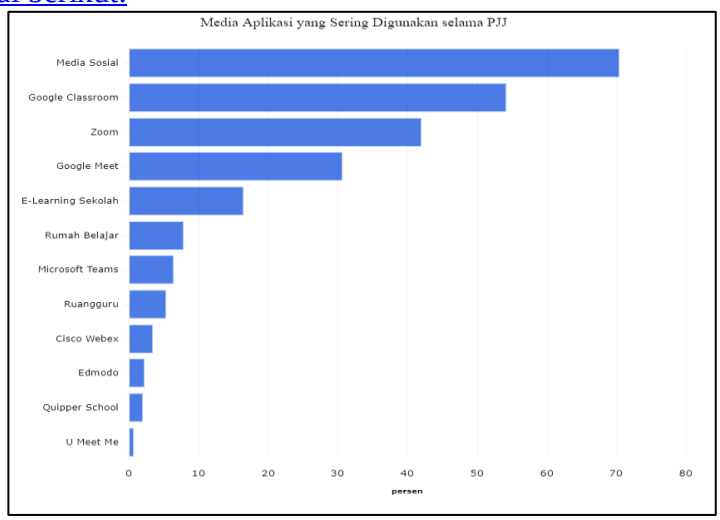
Pandemi Covid-19 berkembang pesat di Indonesia terhitung sejak bulan Maret tahun 2020. Virus Covid-19 ini awalnya terjadi di distrik Wuhan, China. Kementrian Kesehatan Republik Indonesia mengkonfirmasi bahwa virus Covid-19 mulai terdeteksi dan menyebar di Indonesia (Sumber: biofarma.co.id). Pandemi Covid-19 mempengaruhi segala aspek di Indonesia, salah satunya adalah bidang Pendidikan. Dengan adanya pandemi Covid-19 ini tentunya berdampak pada bidang pendidikan, sehingga terjadi perubahan baik dalam sistem maupun pelaksanaan pendidikan. Secara tidak langsung konsep pembelajaran mengalami perubahan, yang sebelumnya kegiatan pembelajaran dilaksanakan secara luring menjadi pembelajaran berbasis daring.

Perubahan pelaksanaan pembelajaran ini diberlakukan setelah beredarnya Surat dari Kemendikbud No 4 Tahun 2020 yang dikeluarkan oleh Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nadiem Makarim, pada Selasa 24 Maret 2020, tentang "Pelaksanaan kebijakan pendidikan dalam masa darurat penyebaran virus Corona". Substansi dari surat edaran tersebut, berhubungan dengan penyesuaian pembelajaran dengan kondisi pandemi yang sedang berlangsung, yang mana

kegiatan pembelajaran dilakukan secara daring di rumah. Perubahan sistem pembelajaran tersebut, menciptakan budaya baru terhadap adaptasi teknologi di sekolah yang dikenal sebagai konsep *e-learning*.

E-learning merupakan pembelajaran yang menerapkan kegiatan daring dengan bantuan menggunakan *platform*, seperti *Google Classrom* digunakan sebagai tempat menggungah materi dan tempat untuk mengumpulkan tugas siswa, *Google Meet* merupakan aplikasi yang digunakan untuk membantu guru dan siswa dalam berkomunikasi secara daring, *Google Form* digunakan sebagai *platform* untuk mengisi data dengan bentuk *form online* (termasuk mengumpulkan tugas), *Whatsapp Group* digunakan sebagai sarana komunikasi antara guru dan siswa untuk memberikan informasi mengenai kegiatan pembelajaran *online* serta tugas yang diberikan melalui *platform*, dan *Kahoot* digunakan sebagai salah satu aplikasi untuk *quiz interaktif*, guna membantu siswa dalam mengingat kembali materi yang diajarkan.

Pelaksanaan pembelajaran berbasis daring di masa pandemi Covid-19, guru dan siswa dapat melaksanakan pembelajaran jarak jauh (PJJ) dengan menggunakan berbagai macam *platform* yang difaslitiasi oleh sekolah di daerah masing-masing tergantung dari sekolah yang membutuhkan. Pada tahun 2020, Perhimpunan untuk Pendidikan dan Guru Indonesia (P2GI) mengadakan survei terkait media aplikasi yang sering digunakan selama PJJ yang digunakan oleh guru dan siswa. Berdasarkan hasil survei dari P2GI yang diperoleh dari ***databoks.katadata.co.id*** adalah sebagai berikut.



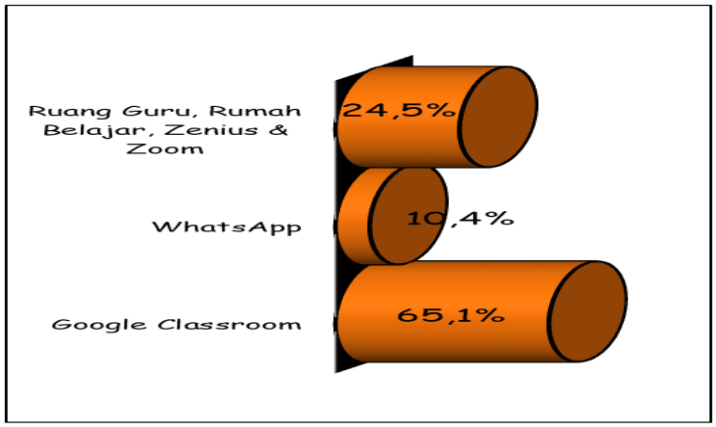
Sumber: Survei P2GI, databoks.katadata.co.id, 2020.

Gambar 1. Media Aplikasi yang Sering Digunakan selama PJJ

Berdasarkan grafik 1.1, diperoleh informasi bahwa ada banyak *platform* yang digunakan oleh guru dan siswa selama pembelajaran daring yaitu media sosial (meliputi *Whatsapp*, *Facebook*, *Instagram*, dan *Line*) sebanyak 70% responden, *Google Classroom* sebanyak 54% responden, *Zoom* sebanyak 42% responden, *Google Meet* sebanyak 31% responden, dan kurang dari 10% responden menggunakan *platform* aplikasi lain seperti Rumah Belajar, *Microsoft Teams*, Ruang Guru, *Cisco Webex*, *Edmodo*, *Quipper School*, dan *U Meet Me*. Tiga terbesar *platform* yang digunakan, mayoritas menggunakan media sosial, *Google Classroom*, dan *Zoom* sebagai *platform* yang mendukung pembelajaran daring. (Sumber: ***databoks.katadata.co.id,*** 2020). Dari data yang disajikan, dapat ditarik

kesimpulan bahwa *Whatsapp* merupakan *platform* yang sering digunakan oleh guru dan siswa dalam kegiatan pembelajaran secara *online*.

Pada tahun 2021, Komisi Perlindungan Anak Indonesia (KPAI) mengadakan survei tentang aplikasi dan platform yang digunakan oleh guru dan siswa selama pembelajaran daring. Hasil survei KPAI yang didapatkan dari bankdata.kpai.go.id adalah sebagai berikut.



Sumber: Survei KPAI, bankdata.kpai.go.id, 2021.
Gambar 2. Aplikasi dan *Platform* Pembelajaran Jarak Jauh

Berdasarkan grafik 1.2, menunjukkan hasil bahwa ada beberapa *platform* yang sering digunakan oleh guru dan siswa dalam pembelajaran jarak jauh yaitu, *Google Classroom* menduduki posisi pertama dengan persentase sebesar 65,1%, di posisi kedua terdapat *platform* dan aplikasi lain seperti Ruang Guru, Rumah Belajar, Zenius dan *Zoom* dengan persentase sebesar 24,5%, dan di peringkat ketiga *Whatsapp* mendapatkan jumlah persentase sebesar 10,4% ***(Sumber: bankdata.kpai.go.id, 2021).***

Pelaksanaan *e-learning* dalam kegiatan pembelajaran dapat berpengaruh terhadap hasil belajar siswa. Hasil belajar merupakan suatu hasil yang didapatkan melalui kemampuan masing-masing seseorang yang diwujudkan dalam bentuk penguasaan terhadap kemampuan, pengetahuan dan sikap serta keterampilan dalam waktu tertentu (Jihad dan Haris, 2012:14). Pelaksanaan *e-learning* dalam kegiatan pembelajaran daring dibantu dengan *platform* yang sering digunakan yaitu *Google Classroom*, *Google Meet*, *Zoom*, dan *Whatsapp Group*. Hasil pelaksanaan *e-learning* dalam pembelajaran daring, siswa mengumpulkan tugas yang diberikan melalui *Google Classroom*, siswa mampu melakukan kegiatan diskusi bersama guru melalui *Zoom* atau *Google Meet*, dan siswa mampu berkomunikasi melalui *Whatsapp Group* (Mulyaningrum, 2020). Dengan adanya *e-learning* banyak faktor yang mempengaruhi dalam pembelajaran selama pandemi Covid-19, *e-learning* sangat membantu guru untuk berinteraksi dengan siswa dan dapat melihat perkembangan hasil belajar siswa selama pembelajaran daring.

Faktor-faktor yang dapat memengaruhi hasil belajar, antara lain *e-learning*, motivasi belajar dan kemandirian belajar. *E-learning* dapat memberikan dampak positif terhadap hasil belajar siswa, karena pembelajaran *e-learning* menuntut siswa untuk belajar di rumah maupun di luar rumah (Wahyudi, 2016). *Platform e-learning* mempermudah guru dalam proses kegiatan belajar mengajar secara daring, bertujuan untuk memberikan tugas ke siswa dengan

menggunakan teknologi yang efektif sehingga tercapainya hasil belajar yang optimal. Selain itu, hasil penelitian lain menunjukkan berpengaruh positif antara *e-learning* dengan hasil belajar siswa (Ginting, 2019). Hal ini dikarenakan pembelajaran *e-learning* dapat dimanfaatkan siswa untuk mengetahui kemampuan awal yang dimilikinya. Selain itu, untuk mengetahui sejauh mana siswa mampu memahami materi yang disampaikan. Proyeksi dari tindakan tersebut adalah untuk meningkatkan ketercapaian terhadap hasil belajar siswa selama pembelajaran berlangsung.

Selain *e-learning*, faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil belajar, yaitu motivasi belajar siswa. Motivasi belajar merupakan dorongan perilaku yang dilakukan seseorang secara mandiri untuk melakukan apa yang diperbuat dan mencapai sesuatu yang dikehendaki. Peningkatan motivasi belajar dapat berimplikasi terhadap hasil belajar siswa, salah satunya berasal dari lingkungan teman sebaya yang memberikan dorongan untuk mencapai hasil maksimal. Sehingga hasil belajar yang diperoleh menjadi lebih baik yang dapat bersaing secara rasional dalam kegiatan pembelajaran daring (Karimah, 2018). Motivasi belajar dapat memberikan pengaruh yang positif terhadap hasil belajar. Motivasi belajar memiliki peran yang strategis dalam meningkatkan semangat siswa pada saat pelaksanaan pembelajaran daring. Sehingga semakin tinggi motivasi belajar siswa, maka hasil belajar yang diperoleh siswa mengalami peningkatan. Dengan terpupuknya motivasi belajar dalam diri siswa dan semakin tinggi motivasi yang dirasakan, diharapkan hasil belajar yang diperoleh siswa akan semakin meningkat dan sebaliknya (Afriul dan Sunanik, 2017).

Faktor selanjutnya yang berpengaruh terhadap hasil belajar adalah kemandirian belajar. Kemandirian belajar adalah aktivitas belajar yang dilakukan siswa baik di rumah maupun di luar rumah tanpa ketergantungan dengan pihak lain untuk menguasai pengetahuan dengan baik secara sadar (Sobri, 2014). Sama halnya dengan faktor-faktor sebelumnya, Kemandirian belajar juga memberikan pengaruh positif terhadap hasil belajar. Dalam hal ini, adanya pengaruh terhadap hubungan timbal balik antara kemandirian belajar dan hasil belajar mampu membentuk karakter siswa untuk berpikir secara kritis, kreatif, dan berusaha menyelesaikan masalahnya sendiri, sehingga siswa dapat bertanggung jawab atas tindakan yang dilakukannya. Dalam penerapan kemandirian belajar, individu dan kelompok akan mengubah konsep rutinitas kegiatan belajar mereka. Dampak yang ditimbulkan dari pembelajaran secara daring, siswa diharapkan dapat meningkatkan kegiatan belajar secara mandiri di rumah, dan memiliki usaha yang lebih besar untuk meningkatkan hasil belajar mereka sendiri (Faizah dan Subroto, 2021).

Salah satu sekolah swasta di Kota Yogyakarta yang menerapkan pembelajaran daring yaitu SMA Stella Duce 2 Yogyakarta. Pelaksanaan pembelajaran daring di sekolah menggunakan beberapa *platform*, antara lain *Google Classroom, Google Meet, Google Form, Whatsapp Group,* dan *Kahoot*. Sekolah memanfaatkan *e-learning* sebagai media berinteraksi antara guru dan siswa melalui *platform* yang sudah disediakan dari pihak sekolah.

Berdasarkan temuan di lapangan, diketahui bahwa selama masa pandemi Covid-19, sistem pembelajaran SMA Stella Duce 2 Yogyakarta mengalami perubahan. Sebelumnya kegiatan belajar mengajar dilakukan secara luring, namun saat pandemi Covid-19 berlangsung kegiatan belajar mengajar dilakukan secara daring. Pergantian sistem pembelajaran tersebut menimbulkan beberapa

permasalahan yang berdampak bagi guru dan siswa dalam melakukan pembelajaran. Selain itu, guru harus beradaptasi dengan *platform* sebagai penunjang kegiatan pembelajaran daring. *Platform* yang digunakan oleh sekolah meliputi *Google Classroom, Zoom Meeting, Google Meet, Whatsapp Group, Google Form.* Selama pembelajaran daring, baik guru maupun siswa saling berdiskusi dengan baik. Permasalahan lain dapat berupa kendala-kendala teknis seperti, pemadaman listrik, perbedaan zona waktu, jaringan internet yang kurang memadai. Sehingga masalah-masalah tersebut, secara tidak langsung akan menghambat kelangsungan proses pembelajaran daring.

Selain permasalahan yang diungkapkan sebelumnya, diketahui adanya permasalahan terkait motivasi dan kemandirian belajar siswa. Permasalahan yang terjadi adalah motivasi belajar menurun selama kegiatan pembelajaran berlangsung menurun dikarenakan adanya kondisi di lingkungan tempat tinggal siswa dikarenakan adanya terjadi banyak gangguan sinyal sehingga menyebabkan situasi kondisi menjadi tidak kondusif. Selain itu, adanya kegiatan pembelajaran berbasis daring menyebabkan siswa merasa bosan dan lelah dikarenakan harus *standby* di depan layar *handphone* atau laptop. Permasalahan berikutnya yaitu terletak pada kemandirian belajar siswa, seperti siswa banyak yang merasa malu untuk bertanya kepada guru dalam mengerjakan tugas yang diberikan atau kurangnya aktif pada saat kegiatan pembelajaran daring, dan banyak siswa yang tidak mengumpulkan tugas secara mandiri dikarenakan situasi dan kondisi yang kurang efektif dan efisien dalam melakukan kegiatan pembelajaran secara daring (wawancara, 2021).

Tujuan penelitian ini meliputi 1) untuk menguji dan menganalisis pengaruh *e-learning*, motivasi belajar dan kemandirian belajar dalam memprediksi faktor yang dapat mempengaruhi hasil belajar siswa pada mata pelajaran Ekonomi, 2) untuk menguji dan menganalisis pengaruh *e-learning* terhadap hasil belajar siswa pada mata pelajaran Ekonomi, 3) untuk menguji dan menganalisis pengaruh motivasi belajar terhadap hasil belajar siswa pada mata pelajaran Ekonomi, 4) untuk menguji dan menganalisis pengaruh kemandirian belajar terhadap hasil belajar siswa pada mata pelajaran Ekonomi.

Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh *E-learning*, Motivasi Belajar, dan Kemandirian Belajar terhadap Hasil Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Ekonomi”.**

Kajian Teoritik

Hasil Belajar

Gambaran umum mengenai hasil belajar adalah hasil yang ingin dicapai siswa melalui daya juang dan pemikiran dinyatakan dalam bentuk kecakapan dasar, pengetahuan dan penguasaan. Selain itu, didalamnya ditemukan berbagai macam aspek kehidupan muncul yang muncul pada setiap individu terkait penggunaan penilaian secara kuantitatif terhadap sikap, pengetahuan, kecakapan dasar dan perubahan tingkah laku.

Hasil belajar meliputi pola-pola perbuatan, nilai, pengetahuan, sikap, apresiasi, abilitas, dan keterampilan, dari yang disebutkan kemudian disatukan menjadi gambaran sebagai taraf prestasi penguasaan pelajar yang sudah dicapai dalam mengikuti proses belajar mengajar sehingga selaras dengan visi pendidikan yang telah ditetapkan (Hamalik, 2004). Sehingga dapat disimpulkan dari beberapa

definisi yang telah disebutkan, usaha yang didapatkan siswa selama menjalankan aktivitas belajar mengajar berupa hasil akhir dari pengetahuan, sikap, ketrampilan merupakan pengertian dari hasil belajar.

Ranah hasil belajar berdasarkan yang diungkapkan oleh Anderson dan Krathwill hasil revisi dari Taksonomi Bloom (2009) mengacu pada 3 penguasaan kompetensi terdiri dari ranah kognitif, ranah afektif, dan ranah psikomotorik sebagai berikut: 1) Ranah Kognitif (meliputi aspek pengetahuan, aspek pemahaman, aspek analisis, dan aspek evaluasi pembelajaran), 2) Ranah Psikomotorik (meliputi gerakan refleks, ketrampilan aktivitas dasar, kemampuan secara visual, kemampuan membedakan auditif atau audio, kemampuan dalam bidang fisik), 3) Ranah Afektif (meliputi perhatian siswa terhadap pembelajaran yang sedang berlangsung, menjawab atau merespon yang diberikan oleh guru).

Tipe hasil belajar oleh Gagne (1985:82) terdapat 5 kategori yaitu a) belajar kemahiran intelektual, b) belajar informasi verbal, c) belajar mengatur kegiatan intelektual, d) belajar mengatur keterampilan motorik, e) belajar sikap. Terdapat dua kriteria indikator hasil belajar berdasarkan Sudjana (2005) yaitu ditinjau dari sudut prosesnya dan ditinjau dari hasilnya. Kriteria yang ditinjau dari sudut prosesnya memfokuskan pada pembelajaran dimana siswa membutuhkan interaksi yang memiliki tujuan guna mengembangkan potensi belajar sendirinya yang dapat diketahui dari: 1) guru melibatkan siswa secara terstruktur dan penuh, 2) guru memotivasi kepada siswa agar siswa belajar penuh ketenangan, 3) adanya pemanfaatan multimedia yang dilakukan guru, 4) memberikan kesempatan siswa untuk meninjau dan melakukan penilaian, 5) atmosfer kegiatan pembelajaran membuat siswa fokus dan berpikir pada saat belajar, dan 6) adanya sarana belajar yang mendukung proses pembelajaran. Sedangkan untuk kriteria ditinjau dari sudut hasilnya menitikberatkan hasil yang didapatkan selama pembelajaran yang dilihat dari: 1) hasil belajar selama pembelajaran yang mempengaruhi perilaku, 2) hasil belajar yang didapatkan siswa dapat diterapkan dalam kehidupan siswa, 3) hasil belajar siswa dapat dihafal dan menyatu dengan ingatannya, 4) siswa menunjukkan transformasi akibat dari proses kegiatan pembelajaran.

Selain itu terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi dari 3 variabel terhadap hasil belajar. Faktor pertama yang mempengaruhi hasil belajar adalah pengaruh *e-learning*, pendapat yang diungkapkan oleh Andrizal dan Arif (2017) menyatakan bahwa penggunaan *e-learning* melalui bantuan *platform* yang digunakan di sekolah memudahkan dalam pembelajaran daring., banyak fitur yang dapat diakses oleh guru maupun siswa sangat berguna di masa pandemi ini dan juga memudahkan guru untuk melihat perkembangan hasil belajar siswa dalam kegiatan pembelajaran daring. Faktor kedua yang mempengaruhi hasil belajar adalah motivasi belajar, pendapat ini diungkapkan oleh Sardiman (2018:75) menyatakan bahwa dengan adanya motivasi belajar yang tinggi, dapat mendorong siswa mencapai hasil belajar yang tinggi dan dibantu oleh guru dalam menumbuhkan motivasi siswa yang memiliki efek pada hasil belajar ekonomi siswa. Faktor ketiga yang mempengaruhi hasil belajar adalah kemandirian belajar, pendapat yang diungkapkan oleh Tahar dan Enceng (2016) menyatakan bahwa siswa yang terbiasa belajar secara mandiir akan memiliki tanggung jawab atas pekerjaan sendiri dan dapat mejelaskan langkah pengerjaan tugas yang guru berikan sehingga mendapatkan hasil belajar yang maksimal.

E-Learning

E-learning dapat diartikan sebagai aplikasi pembelajaran yang berbasis menggunakan teknologi internet guna mendukung guru dan siswa dalam sebuah ruang belajar secara *online*. *E-learning* sebagai proses pembelajaran yang menggunakan teknologi internet untuk memfasilitasi, menyampaikan, dan memungkinkan berjalannya proses pembelajaran jarak jauh. Pendapat ahli bernama Kumar (2002:1) menyatakan bahwa *e-learning* sebagai npembelajaran yang menggunakan rangkaian elektronik untuk menyampaikan isi pembelajaran, interaksi, atau bimbingan. Selain itu pendapat lain mengemukakan *e-learning* adalah proses belajar secara efektif yang dihasilkan dengan cara menggabungkan penyampaian materi secara digital yang terdiri dari dukungan dan layanan dalam belajar.

Secara fungsi *e-learning* memiliki 3 fungsi pendukung menurut Siahaan (2003) yaitu a) suplemen (tambahan), dimana siswa diberikan kebebasan dalam memanfaatkan materi pembelajaran untuk mengakses materi yang dibagikan melalui *platform*; b) komplemen (pelengkap), materi pembelajaran berbasis elektronik ini diberikan dengan tujuan untuk melengkapi materi yang diterima siswa selain saat pembelajaran di dalam kelas; c) substitusi (pengganti), dalam hal ini dengan menggunakan *e-learning* siswa secara fleksibel mengelola kegiatannya baik kegiatan belajar maupun kegiatan sehari-hari. Dengan adanya bantuan melalui *e-learning* mempermudah interaksi antara siswa dan mata pelajaran, sehingga interaksi baik siswa maupun guru dapat saling berbagi informasi mengenai hal-hal yang menyangkut pembelajaran dan kegiatan pengembangan diri peserta didik.

Dalam penggunaan pembelajaran yang berbasis daring atau *e-learning*, tentunya membutuhkan bantuan berupa *platform* agar kegiatan pembelajaran daring berjalan dengan lancar. Adapun *platform* yang digunakan sekolah guna menunjang kegiatan pembelajaran daring ada 4 *platform* utama. a) *Whatsapp*, merupakan aplikasi berbasis chatting dengan fitur yang dimiliki seperti pesan teks, gambar, lokasi, dan video kepada orang lain dengan bantuan *smartphone* berbagai jenis apapun dan yang paling penting adalah untuk mendukung komunikasi antara kedua belah pihak (Anwar dan Riadi, 2017:3), tujuannya adalah untuk terciptanya komunikasi yang baik antara guru dengan siswa sehingga informasi sesuai yang diterima sesuai. b) *Google Classroom*, merupakan salah satu *platform e-learning* terkhusus yang digunakan dalam lingkup dunia pendidikan dengan tujuan untuk mempermudah dalam kegiatan pembelajaran daring terutama di masa pandemi Covid-19 (Roida, 2020). Fitur-fitur yang dimiliki oleh *google classroom* ini antara lain (1) *assignment* (tugas/penugasan), (2) *grading* (pengukuran), (3) *communication* (komunikasi), (4) kode kelas tampilan, (5) *archieve course* (arsip program), dan lain sebagainya. c) *Google Meet*, merupakan salah satu produk layanan dibidang pendidikan yang diciptakan oleh *Google* berbasis layanan komunikasi video (Darmuki, 2020:657). Dengan adanya *google meet*, memudahkan guru melakukan pembelajaran tatap muka secara virtual bersama siswa. Guru dapat membagikan file materi dengan cara menayangkan pada layar *video conference*, sehingga siwa dapat mengikuti dan melihat penjelasan yang diberikan dari guru. d) *Zoom Meet*, merupakan sebuah aplikasi yang dapat menunjang kebutuhan komunikasi di manapun dan kapanpun dengan banyak orang tanpa harus bertemu secara langsung (Mahayoni, 2020). Salah satu fitur *zoom meet*

yang tidak ditemukan pada *google meet* adalah tersedianya kapasitas kuota sebesar 10-1000 peserta dalam konferensi video secara *online*. Pada fitur-fitur lain pada *zoom meet*, tidak jauh berbeda dengan *google meet*.

Dalam kegiatan pembelajaran daring tentunya dibutuhkan syarat-syarat guna menunjang penggunaan *e-learning* seperti yang diungkapkan oleh Siahaan (2003) antara lain: 1) kegiatan pembelajaran dilakukan melalui pemanfaatan jaringan internet, 2) tersedianya dukungan layanan belajar yang dapat dimanfaatkan oleh siswa, 3) tersedianya layanan tutor (konsultasi) melalui guru yang dapat membantu siswa apabila dalam mengalami kesulitan, 4) sikap positif dari siswa dan guru terhadap kegiatan pembelajaran berbasis teknologi dan internet, 5) rancangan sistem pembelajaran yang dapat dipelajari/diketahui oleh siswa yang diberikan dari guru.

Saat penggunaan *e-learning* dalam kegiatan pembelajaran daring berlangsung, pastinya akan menemukan kelebihan dan kelemahan dari *e-learning*. Munir (2008:205) menjelaskan kelebihan *e-learning* yaitu memberikan pengalaman yang menarik dan bermakna bagi siswa, memberikan tingkat pemahaman yang lebih mudah kepada siswa, menghemat waktu dan mengurangi biaya pendidikan, dapat mencipatkan pembelajaran yang kreatif pada peserta didik. Selain itu, Soekarwatawi (2007:32-33) menjelaskan tentang kelemahan dari penggunaan *e-learning* yaitu kurangnya interaksi antara siswa dengan guru maupun antar siswa dalam proses pembelajaran, kecenderungan aspek dalam mendorong tumbuhnya aspek bisnis/komersial, proses pembelajaran cenderung ke arah pelatihan daripada bidang pendidikan, berubahnya peran guru yang menguasai teknik pembelajaran secara luring kini beralih menjadi teknik secara daring.

Motivasi Belajar

Motivasi berasal dari kata “motif”, yang diartikan sebagai usaha yang mendorong seseorang dalam melakukan sesuatu untuk mendapatkan tujuan yang diinginkan. Motivasi belajar yang timbul dari siswa, mendorong siswa untuk berusaha menyelesaikan tugas yang diberikan dari guru untuk mendapatkan hasil yang baik. Oleh karena itu, hal ini memacu siswa untuk meningkatkan *effort* mereka dalam belajar. Sardiman (2011:75) mengatakan motif dapat diartikan sebagai daya upaya yang mendorong seseorang untuk melakukan sesuatu. Motif dapat dikatakan sebagai daya penggerak dari dalam dan di dalam subjek untuk melakukan aktifitas-aktifitas tertentu demi mencapai suatu tujuan. Pendapat lain yaitu Santrock (2020:510) menjelaskan bahwa motivasi dalam belajar memandang motivasi dan *reward* sebagai hal yang kurang penting dalam belajar. Pernyataan yang dikemukakan oleh Santrock, sejalan dengan yang dikemukakan oleh Brophy (2004) mengatakan bahwa motivasi belajar lebih mengutamakan respon kognitif, yaitu kecenderungan siswa untuk mencapai aktivitas akademis yang bermakna dan bermanfaat.

Fungsi motivasi belajar menurut Purwanto (2002:71) terdiri dari 3 bagian sebagai berikut: a) mendorong manusia untuk bertindak atau berbuat, bertujuan untuk memberikan energi atau kekuatan kepada seseorang untuk melakukan sesuatu; b) menentukan arah perbuatan, bertujuan untuk mengarahkan pada perwujuduan tujuan atau cita-cita yang akan dicapai; c) menyeleksi perbuatan, bertujuan untuk menentukan perbuatan mana yang harus dikerjakan, dan dilakukan secara serasi. Selain itu Uno (2008:17) mengungkapkan juga fungsi motivasi

belajar yang terdiri dari 3 fungsi yaitu: a) mendorong manusia untuk melakukan suatu aktivitas yang didasarkan atas pemenuhan kebutuhan, b) menentukan arah tujuan yang hendak dicapai, c) menentukan perbuatan yang harus dilakukan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa fungsi motivasi belajar yaitu mendorong, mengarahkan sesuai dengan jalannya, dan menggerakkan aktivitas-aktivitas siswa dalam belajar sehingga dari motivasi belajar dapat mencapai hasil yang maksimal.

Terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi hasil belajar yang diungkapkan oleh Dimyati dan Mudjiono (2010: 97-100) sebagai berikut: 1) cita-cita atau aspirasi yang berasal dari siswa, 2) kemampuan belajar siswa, 3) kondisi jasmani dan rohani siswa, 4) kondisi lingkungan siswa, 5) unsur-unsur dinamis belajar, 6) upaya guru dalam membelajarakn siswa. Adapun bentuk-bentuk motivasi belajar di sekolah adalah memberi angka atau nilai, hadiah, saingan/kompetensi, *ego-involement*, memberi ulangan, mengetahui hasil, pujian, hukuman, hasrat untuk belajar, minat, dan tujuan yang diakui.

Kemandirian Belajar

Kemandirian belajar sendiri mempunyai arti kemampuan seseorang untuk mewujudkan kehendak atau keinginannya tanpa bergantung dengan orang lain. Kemandirian belajar ini, menuntut siswa untuk aktif dalam belajar secara mandiri, dan menyelesaikan tugas-tugas yang diberikan oleh guru sesuai kemampuan masing-masing berasal siswa tadi. sehingga dalam hal ini, siswa bertanggung jawab di setiap proses belajarnya serta siswa memiliki kemampuan keputusan yang akan diambilnya. Menurut ahli bernama Rusman (2014:365), memiliki pendapat bahwa kemandirian belajar itu sejauh mana siswa mampu mengikuti proses pembelajaran dalam menentukan tujuan, bahan, dan pengalaman belajar, serta evaluasi pembelajarannya. Sedangkan menurut Fikri (2017:41), “Kemandirian adalah aktivitas belajar siswa secara sadar, serta di atur dan dikendalikan sendiri tanpa ada pengaruh dari orang lain dalam mempelajari pengetahuan dan mengaplikasikan pengetahuannya untuk menyelesaikan masalah yang dihadap dalam kehidupan sehari-hari dengan penuh tanggung jawab. Kemandirian belajar sangat penting diberikan kepada siswa karena mampu menunjang dan meningkatkan belajar.

Tujuan adanya kegiatan kemandirian belajar siswa yaitu menciptakan keingintahuan siswa dalam menemukan hal-hal yang baru dan mereka akan berusaha untuk mencari cara dalam penyelesaian masalah. Sehingga melihat dari keadaan ini, kemandirian belajar ini tanpa terlepas dari efektivitas model pembelajaran yang diaplikasikan oleh guru atau pendidik. Selain itu manfaat yang didapatkan dengan melaksanakan kegaiatn belajar secara mandiri dijabarkan oleh Yamin (2013) yaitu: siswa mampu memperdalam penyelidikan mengenai permasalahan yang didapatkan dengan tekun dan rajin, siswa diharapkan harus bisa untuk belajar sendiri tanpa adanya bantuan dari orang lain, dengan adanya kegiatan kemandirian belajar, siswa mampu mengembangkan ide-ide kreatifnya, siswa harus bisa mengerti materi yang disampaikan guru dengan cara mengulang kembali.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kemandirian belajar menurut Thoha (1996:124-125) dibedakan menjadi dua yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal diantaranya faktor kematangan usia dan jenis kelamin, selain itu intelegensi anak mempengaruhi kemandirian belajar siswa. Fsktor eksternal meliputi kebudayaan masyarakat, keluarga terdiri dari aktifitas pendidikan dalam keluarga, gen atau keturunan orang tua, dan pola asuh orang tua bagaimana cara

orang tua mengasuh dan mendidik anak yang akan mempengaruhi perkembangan anak remaja.

Berbagai permasalahan menuntut siswa untuk bisa mandiri dan menghasilkan suatu keputusan yang baik, dalam hal ini Hvighurst dalam Mu’tadin (2002) menyebutkan bahwa aspek kemandirian belajar terdiri dari 4 aspek yaitu: a) aspek intelektual, yang mencangkup kemampuan berfikir, menalar, memahami beragam kondisi; b) aspek sosial, berkaitan dengan kemampuan untuk berani secara aktif membina relasi sosial, namun tidak tergantung pada kehadiran orang lain; c) aspek emosi, mencangkup kemampuan individiu untuk mengelola serta mengendalikan emosi dan reaksinya; d) aspek ekonomi, yang meliputi kemandirian dalam hal mengatur ekonomi dan kebutuhan ekonomi.

Metode Penelitian

a. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan ini adalah penelitian *explanatory research*, merupakan penelitian yang akan menjelaskan hubungan antara variabel-variabel yang mempengaruhi hipotesis peneliti (Sugiyono, 2016).

b. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan yang dilaksanakan di SMA Stella Duce 2 Yogyakarta, yang dilakukan pada bulan Mei-Juni 2022

c. Subjek dan Objek Penelitian

Subyek pnelitian yang dilakukan mengambil siswa kelas XI jurusan IPS di SMA Stella Duce 2 Yogyakarta. Objek penelitian merupakan hasil data yang diperoleh dari responden berupa data pengaruh *e-learning*, motivasi belajar, kemandirian belajar, dan hasil belajar siswa

d. Populasi, Sampel Penelitian, dan Teknik Penarikan Sample

Populasi yang berada di kelas XI jurusan IPS 1 dan IPS 2 di SMA Stella Duce 2 Yogyakarta terdiri dari 67 siswa, dengan rincian kelas XI IPS 1 sejumlah 33 siswa, dan kelas XI IPS 2 sejumlah 34 siswa. Dalam hal ini, pengambilan sampel menggunakan teknik *sampling jenuh*, dimana teknik penentuan sampel apabila anggota populasi semuanya digunakan sebagai sampel (Sugiyono, 2016:85), sehingga responden yang digunakan seluruh murid kelas XI IPS yang berjumlah 67 siswa.

e. Data Primer dan Sekunder

Data primer merupakan data penelitian yang diperoleh peneliti secara langsung, Adapun data primer digunakan untuk memperoleh data variabel *e-learning*, motivasi belajar, dan kemandirian belajar. Sedangkan untuk data sekunder ini diperoleh instansi sekolah, data sekunder digunakan untuk mengetahui informasi tentang hasil belajar siswa berupa nilai rapor semester Gasal, tahun acaran 2021/2022 kelas XI jurusan IPS di SMA Stella Duce 2 Yogyakarta.

f. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan menyebarkan angket atau kuesioner melalui *Google Form*, dengan nilai pembobotan skoring positif yaitu Sangat Setuju (5), Setuju (4), Netral (3), Tidak Setuju (2), dan Sangat Tidak Setuju (1). Sedangkan nilai pembobotan skoring negatif yaitu Sangat Setuju (1), Setuju (2), Netral (3), Tidak Setuju (4), dan Sangat Tidak Setuju (5).

g. Kisi-Kisi Instrumen

Berikut disajikan tabel berisi kisi-kisi instrumen variabel *e-learning,* motivasi belajar, dan kemandirian belajar.

Tabel 1. Kisi-Kisi Instrumen Variabel *E-Learning*

No	Dimensi	Indikator	Nomor Item	
			Positif	Negatif
1.	Tersedianya materi belajar dan evaluasi pembelajaran secara daring	Kemudahan siswa dalam *mendownload* materi pembelajaran, soal latihan, dan tugas melalui *platform.*	1, 2	3
		Guru mengadakan evaluasi pembelajaran setelah memberikan materi ke siswa.	4	5
2.	Adanya diskusi kelompok belajar secara daring yang aktif	Siswa aktif bersama kelompok belajar untuk diskusi tugas, dan bertukar informasi tentang materi yang belum dipahami.	6, 7	8
3.	Peran aktif guru dalam pembelajaran daring	Keaktifan dan dukungan guru selama pembelajaran daring berlangsung.	9, 10, 11	-
		Respon guru pada saat pembelajaran daring	-	12
4.	Tersedianya kesempatan bekerja sama dengan menggunakan *platform e-learning*	Siswa mampu bekerja sama baik dengan guru maupun dengan teman kelompok selama pembelajaran daring dengan memanfaatkan *platform e-learning* berupa *Zoom, Google Meet, Google Classroom*	13, 14	15
5.	Penggunaan Multimedia dengan bantuan *platform e-learning* dalam mata pelajaran Ekonomi	Adanya rasa keingintahuan siswa terhadap media pembelajaran yang disiapkan oleh Guru dalam mata pelajaran Ekonomi	16, 17	18
		Jumlah	12	6
		Total	18	

Sumber: Kumar (2002).

Tabel 2. Kisi-Kisi Instrumen Variabel Motivasi Belajar

No	Dimensi	Indikator	Nomor Item	
			Positif	Negatif
1.	Hasrat keinginan berhasil dalam kegiatan pembelajaran daring	Siswa mempunyai keinginan belajar yang tinggi dikarenakan ingin memahami materi yang kurang paham.	1	3
		Siswa rajin dapat mengerjakan tugas untuk memperoleh nilai yang baik.	2	-
		Siswa untuk memperoleh hasil yang baik diperlukan dorongan belajar.	4	-
2.	Timbulnya dorongan kebutuhan dalam belajar	Dengan rajin membaca, siswa mudah dalam memahami materi.	5	-
		Siswa memiliki dorongan yang tinggi untuk kebutuhan dalam belajar.	-	6
3.	Harapan dan cita-cita siswa di masa depan	Siswa dapat memperoleh banyak prestasi dalam berbagai hal.	7	-
		Ingin bersungguh-sungguh dan berusaha dalam belajar, agar harapan dan cita terwujud.	8, 9	10
4.	Penghargaan dalam kegiatan pembelajaran	Dengan adanya *reward*, siswa semakin bersemangat dalam belajar	11	12
5.	Kegiatan yang menarik dalam pembelajaran	Guru berusaha untuk membuat pembelajaran dibuat dengan metode yang menarik supaya siswa memahami dan tertarik untuk belajar	13, 14	15

6.	Lingkungan belajar yang kondusif	Dengan lingkungan belajar yang kondusif, nyaman, dan sejuk selama kegiatan pembelajaran daring berlangsung.	16, 17	18
		Jumlah	12	6
		Total	18	

Sumber: Uno (2014:23).

Tabel 3. Kisi-Kisi Instrumen Variabel Kemandirian Belajar

No	Dimensi	Indikator	Nomor Item	
			Positif	Negatif
1.	Ketidaktergantungan terhadap orang lain	Dalam kegiatan pembelajaran daring, siswa memiliki strategi belajar secara mandiri.	1, 2	-
		Selama pembelajaran daring, siswa selalu mendapat dorongan dari orang lain.	-	3
2.	Memiliki kepercayaan diri	Siswa selalu memiliki keyakinan tinggi untuk belajar supaya tercapai tujuan yang diinginkan.	4	6
		Memiliki keberanian dalam menyampaikan pendapat yang berbeda pada saat kegiatan pembelajaran daring berlangsung.	5	-
3.	Berperilaku disiplin	Selama belajar, siswa selalu membuat perencanaan agar memudahkan dalam belajar agar dapat mengumpulkan tugas tepat waktu.	7, 8	-
		Kehadiran siswa saat pembelajaran daring berlangsung.	-	9

4.	Memiliki sikap bertanggung jawab	Siswa memiliki tanggung jawab baik terhadap diri sendiri maupun dengan kelompok.	10	-
		Selama pembelajaran daring, siswa selalu fokus untuk memperhatikan penjelasan yang diberikan oleh guru	11	12
5.	Berperilaku berdasarkan inisiatif secara mandiri	Dalam melakukan kehendak yang dilakukan, siswa secara sadar untuk melakukannya.	13	-
		Selain materi pembelajaran yang diberikan oleh guru, siswa selalu berusaha untuk mencari referensi.	14	15
6.	Melakukan kontrol diri	Siswa yang melakukan aktivitas belajar dan selalu mencermati hasil belajar selama proses kegiatan belajar.	16, 17	18
		Jumlah	12	6
		Total	18	

Sumber: Listyani (2008).

h. Teknik Pengujian Instrumen

Uji Validitas menurut Wahyono (2012) merupakan tingkat yang digunakan untuk menjawab pertanyaan instrumen apakah mampu mengukur apa yang hendak diukur atau dengan kata lain tingkat kemampuan suatu instrumen untuk dapat mengungkapkan sesuatu yang menjadi sasaran pokok pengukuran yang dilakukan dengan instrumen tersebut. Uji Validitas ini menggunakan *Korelasi Product Moment Pearson*, sehingga didapatkan rumus sebagai berikut.

$$r_{xy} = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{n\sum x^2 - (\sum x)^2}\sqrt{n\sum y^2 - (\sum y)^2}}$$

Keterangan:

R_{xy} : Koefisien korelasi.
n : Jumlah respon uji coba.
$\sum x$: Jumlah skor item yang diperoleh uji coba.
$\sum y$: Jumlah skor total item yang diperoleh responden.

Dengan nilai r_{tabel} dapat dihitung menggunakan taraf signifikansi sebesar 5%. Nilai r_{tabel} sendiri dihitung dengan menggunakan rumus df= n-2. Ketentuan kriteria yang didapatkan "jika $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka item dinyatakan valid, jika $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka item dinyataan tidak valid. Nilai df yang didapatkan adalah 65 dengan nilai taraf signifikansi 5% yaitu 0,244.

Berikut tabel kisi-kisi instrumen variabel *e-learning,* motivasi belajar, dan kemandirian belajar

Hasil pengujian uji validitas instrumen pengaruh *e-learning* diketahui terdapat 17 item pertanyaan valid dan 1 item pertanyaan tidak valid dari 18 item pertanyaan. Untuk pengujian uji validitas instrumen motivasi belajar diketahui terdapat 16 item pertanyaan valid dan 2 item pertanyaan tidak valid dari 18 item pertanyaan. Kemudian pengujian uji validitas instrumen kemandirian belajar diketahui terdapat 17 item pertanyaan valid dan 1 item pertanyaan tidak valid dari 18 item pertanyaan.

Selanjutnya dilakukan pengujian uji reliabilitas pada tiga variabel. Uji Reliabilitas bertujuan untuk mengetahui sejauh mana hasil pengukuran tetap konsisten (Siregar, 2017:87), pengujian uji reliablitias ini menggunakan metode *Cronbach's Alpha* yang menurut Arikunto (2018:329) didapatkan rumus sebagai berikut.

$$r = \left\{ \frac{k}{(k-1)} \right\} \{1 - \frac{\sum \sigma_b^2}{\sigma_t^2}\}$$

Keterangan:

R_{11} : Reliabilitas instrumen.
K : Banyaknya butir pernyataan.
$\sum$: Jumlah varians butir.
$\sum \sigma_b^2$: Varians total.
σ_t^2 : Varians dari total score.

Besarnya Intrepretasi Nilai R dijelaskan dalam tabel berikut.

Tabel 4. Interpretasi Nilai r

Besarnya Nilai r	Interpretasi
0,80 ≤ r ≤ 100	Sangat Tinggi
0,60 ≤ r < 0,80	Tinggi
0,40 ≤ r < 0,60	Sedang
0,20 ≤ r < 0,40	Rendah
0,00 ≤ r < 0,20	Sangat Rendah

Variabel yang diujikan dapat dikatakan reliabel apabila nilai *Cronbach's Alpha* > 60, begitu juga sebalikanya apabila variabel yang diujikan dikatakan tidak reliabel apabila nilai *Cronbach's Alpha* < 60, kriteria ini disesuaikan dengan tingkat signifikansi sebesar 5%. Hasil nilai *Cronbach's Alpha* pada variabel *e-learning* sebesar 0,758 yang berarti reliabel, variabel motivasi belajar sebesar 0,795 berarti

reliabel, dan variabel kemandirian belajar sebesar 0,795 yang berarti variabel tersebut reliabel.

Tabel 5. Uji Reliabilitas

Variabel	Nilai *Cronbach's Alpha*	Keterangan
E-learning (X1)	0,758 > 0,60	Reliabel
Motivasi Belajar (X2)	0,795 > 0,60	Reliabel
Kemandirian Belajar (X3)	0,795 > 0,60	Reliabel

Sumber: Data Primer, diolah 2022.

i. Teknik Analisis Data

Menurut Sugiyono (2015:238) mengatakan bahwa analisis statistika deskriptif merupakan statistik yang memiliki fungsi untuk mendeskripsikan dan menganalisis maupun menggambarkan data sampel yang telah dikumpulkan sebagaimana tanpa melakukan analisis kesimpulan yang berlaku secara generalisasi. Perhitungan untuk skor ideal tertinggi dan terendah dilakukan dengan cara *jumlah skor valid x skor tertinggi (5) atau terendah (1)*. Selanjutnya dilakukan perhitungan interval kelas dengan rumus:

$$\text{Interval Kelas} = \frac{\text{Skor ideal tertinggi} - \text{Skor ideal terendah}}{\text{Jumlah Kelas}}$$

Sehingga, dapat diketahui rentang kategori nilai untuk tiga variabel tersebut sebagai berikut.

Tabel 6. Rentang Kategori Nilai Variabel *E-Learning*

Kelas Interval	Kriteria Kecenderungan Variabel
72 – 85	Sangat Baik
58 – 71	Baik
44 – 57	Netral
30 – 43	Buruk
16 – 29	Sangat Buruk

Sumber: data primer, diolah 2022.

Tabel 7. Rentang Kategori Nilai Variabel Motivasi Belajar

Kelas Interval	Kriteria Kecenderungan Variabel
68 – 80	Sangat Tinggi
55 – 67	Tinggi
42 – 54	Sedang
29 – 41	Rendah
16 – 28	Sangat Rendah

Sumber: data primer, diolah 2022.

Tabel 8. Rentang Kategori Nilai Variabel Kemandirian Belajar

Kelas Interval	Kriteria Kecenderungan Variabel
72 – 85	Sangat Tinggi
58 – 71	Tinggi
44 – 57	Sedang
30 – 43	Rendah
16 – 29	Sangat Rendah

Sumber: data primer, diolah 2022.

Hasil dan Pembahasan

1. Deskripsi Data

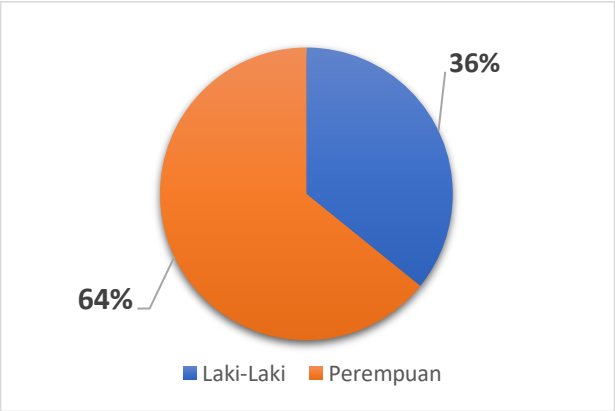
Dalam melakukan penelitian pada siswa kleas XI IPS di SMA Stella Duce 2 Yogyakarta, dengan karakteristik yang diamati yaitu gender dan kelas sebagai berikut.

a. Gender (Jenis Kelamin)

Tabel 9. Karakteristik Responden Berdasarkan Gender

No	Gender	Frekuensi (Siswa)	Persentase (%)
1	Laki-Laki	24	36%
2	Perempuan	43	64%
	Jumlah	67	100%

Sumber: Data Primer, diolah 2022.



Sumber: Data Primer, diolah 2022.

Gambar 3. Karakteristik Responden Berdasarkan Gender

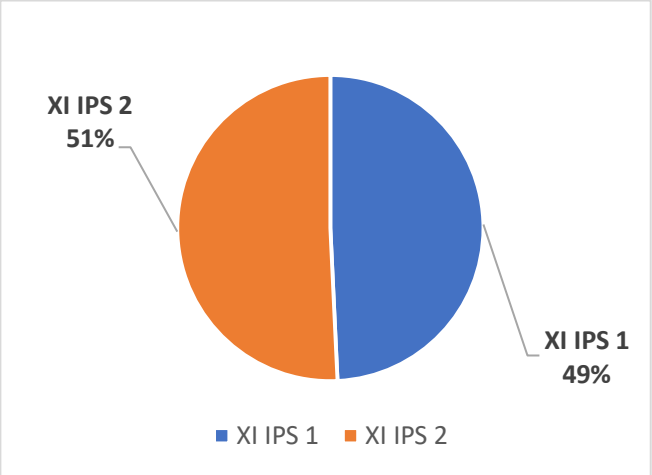
Dari data di atas, disimpulkan bahwa jumlah siswa kelas XI IPS di SMA Stella Duce 2 Yogyakarta didominasi oleh perempuan.

b. Kelas

Tabel 10. Karakteristik Responden Berdasarkan Kelas

No	Kelas	Frekuensi (Siswa)	Persentase (%)
1	XI IPS 1	33	49%
2	XI IPS 2	34	51%
Jumlah		67	100%

Sumber: Data Primer, diolah 2022



Sumber: Data Primer, diolah 2022.

Gambar 4. Karakteristik Responden Berdasarkan Kelas

Berdasarkan data di atas, dapat disimpulkan jumlah siswa kelas XI IPS di SMA Stella Duce 2 Yogyakarta terbanyak ada di kelas XI IPS 2.

2. Analisis Data

a. Uji Normalitas

Pada pengujian normalitas, metode yang digunakan adalah metode *Kolmogorov Smirnov,* dengan hasil yang didapatkan disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 11. Hasil Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		67
Normal Parameters[a,b]	Mean	,0000000
	Std. Deviation	3,39303729
Most Extreme Differences	Absolute	,087
	Positive	,043
	Negative	-,087
Test Statistic		,087
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200[c,d]

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.

Sumber: Data Primer, diolah 2022.

Nilai *Assymp. Sig (2-tailed)* sebesar 0,200 > 0,05. Sehingga data untuk variabel *e-learning*, motivasi belajar, kemandirian belajar, dan hasil belajar berdistribusi normal.

b. Uji Linearitas

Pengujian linearitas ini untuk mengetahui apakah terdapat hubungan linear atau tidak antara variabel bebas dengan variabel terikat dalam penelitian, sehingga hasil yang didapatkan disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 11. Hasil Uji Linearitas

Hubungan antar Variabel	*Sig. Deviation From Linearity*	Tingkat Signifikansi	Kesimpulan
X_1 dengan Y	0,625	0,05	Linear
X_2 dengan Y	0,437	0,05	Linear
X_3 dengan Y	0,051	0,05	Linear

Sumber: Data Primer, diolah 2022.

Dari rangkuman hasil uji linearitas antara variabel *e-learning*, motivasi belajar, dan kemandirian belajar terhadap hasil belajar, hasil yang didapatkan semua terdapat hubungan linear.

c. Uji Multikolinearitas

Pengujian multikolinearitas ini untuk mengetahui model regresi terdapat korelasi atau tidak antara variabel bebas. Adapun kriteria multikolinearitas yaitu nilai VIF > 10; nilai toleransi < 0,10 dam VIF < 10; nilai toleransi > 0,10. Hasil yang didapatkan disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 12. Hasil Uji Multikolinearitas

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients B	Unstandardized Coefficients Std. Error	Standardized Coefficients Beta	t	Sig.	Collinearity Statistics Tolerance	Collinearity Statistics VIF
1	(Constant)	70,258	4,251		16,529	,000		
	E-Learning	,205	,088	,393	2,336	,023	,447	2,239
	Motivasi Belajar	,098	,100	,191	,979	,332	,331	3,019
	Kemandirian Belajar	-,081	,085	-,158	-,949	,346	,452	2,212

a. Dependent Variable: Hasil Belajar Siswa

Sumber: Data Primer, diolah 2022.

Dari hasil data yang disajikan, menunjukkan bahwa variabel *e-learning*, motivasi belajar, dan kemandirian belajar terbebas dari multikolinearitas karena nilai VIF < 10 dan *tolerance value* > 0,10.

d. Uji Heterokedastisitas

Adanya uji heterokedastisitas untuk mengetahui apakah terjadi ketidaksamaan varians dari residual pada satu pengamatan lain dalam model regresi. Hasil olah data disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 13. Hasil Uji Heterokedastisitas

Variabel	Nilai Signifikansi	Keterangan
E-learning (X1)	0,996 > 0,05	Tidak terjadi heterokedastisitas
Motivasi Belajar (X2)	0,850 > 0,05	Tidak terjadi heterokedastisitas
Kemandirian Belajar (X3)	0,742 > 0,05	Tidak terjadi heterokedastisitas

Sumber: Data Primer, diolah 2022.

Hasil pada uji heterokedastisitas menunjukkan bahwa nilai signifikansi dari ketiga variabel yang dilihat dari *Sig. (2-tailed)* lebih dari 0,05. Sehingga disimpulkan bahwa tidak terjadi heterokedastisitas.

e. Uji F

Uji F dilakukan dengan tujuan untuk menguji dan mengetahui variabel *e-learning* (X1), motivasi belajar (X2), dan kemandirian belajar (X3) secara bersama-sama dalam memprediksi variabel hasil belajar (Y). Hasil pengujian uji F disajikan dalam tabel sebagai berikut.

Tabel 14. Hasil Uji F

ANOVA[a]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	196,580	3	65,527	5,433	.002[b]
	Residual	759,838	63	12,061		
	Total	956,418	66			

a. Dependent Variable: Hasil Belajar Siswa

b. Predictors: (Constant), Kemandirian Belajar, E-Learning, Motivasi Belajar

Sumber: Data Primer, 2022.

Hasil uji F menunjukkan bahwa nilai F_{hitung} sebesar 5,433 dan nilai *Sig.* sebesar 0,002. Dengan demikian Ho ditolak dan Ha diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *e-learning,* motivasi belajar, dan kemandirian belajar secara bersama-sama dapat menjadi prediktor hasil belajar siswa kelas XI IPS SMA Stella Duce 2 Yogyakarta.

f. Uji t

Tujuannya untuk mengetahui variabel indipenden secara parsial berpengaruh nyata atau tidak terhadap variabel dependen. Hasil data pengujian uji t disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 15. Hasil Uji t

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	70,258	4,251		16,529	,000
	E-Learning	,205	,088	,393	2,336	,023
	Motivasi Belajar	,098	,100	,191	,979	,332
	Kemandirian Belajar	-,081	,085	-,158	-,949	,346

a. Dependent Variable: Hasil Belajar Siswa

Sumber: Data Primer, 2022.

Pada uji t menghasilkan tiga kesimpulan hipotesis yang dijabarkan sebagai berikut.

1) Hipotesis 1

Nilai signifikansi pada variabel *e-learning* sebesar 0,023 < nilai *sig.* 0,05; maka Ho_1 ditolak dan Ha_1 diterima. Diketahui nilai *Beta* (β) sebesar 0,393. Sehingga kesimpulan variabel *e-learning* berpengaruh positif terhadap hasil belajar.

2) Hipotesis 2

Nilai signifikasin pada variabel motivasi belajar sebesar 0,332 > nilai *sig.* 0,05; maka Ho_2 diterima dan Ha_2 ditolak. Disimpulkan bahwa variabel motivasi belajar tidak berpengaruh terhadap hasil belajar.

3) Hipotesis 3

Nilai signifikansi pada variabel kemandirian belajar sebesar 0,346 > nilai *sig.* 0,05; maka Ho_3 diterima dan Ha_3 ditolak. Disimpulkan bahwa variabel kemandirian belajar tidak berpengaruh terhadap hasil belajar.

g. Uji Koefisien Determinasi (R^2)

Adanya uji R^2 untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dan hubungan antara variabel pengaruh *e-learning*, motivasi belajar, kemandirian belajar, terhadap hasil belajar siswa yang ditunjukkan dari nilai R *square*. Hasil data pengujian yang dilakukan disajikan dalam tabel di bawah berikut.

Tabel 16. Hasil Uji R^2 (Uji Koefisien Determinasi)

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.453[a]	,206	,168	3,473

a. Predictors: (Constant), Kemandirian Belajar, E-Learning, Motivasi Belajar

Sumber: Data Primer, 2022.

Hasil dari tabel di atas menunjukkan bahwa hasil R *square* sebesar 0,206. Hal ini membuktikkan bahwa pengaruh *e-learning*, motivasi belajar, dan kemandirian belajar bersama-sama terhadap hasil belajar siswa kelas XI IPS di SMA Stella Duce 2 Yogyakarta sebesar 20,6%, sedangkan sisanya 79,4% dipengaruhi faktor lain seperti lingkungan belajar di sekolah dan di rumah, minat belajar siswa, strategi pembelajaran, fasilitas belajar, dan partisipasi belajar.

3. Pembahasan

a) E-learning, Motivasi Belajar, dan Kemandirian Belajar sebagai Prediktor Faktor yang dapat mempengaruhi Hasil Belajar

Hasil analisis menyebutkan bahwa *e-learning*, motivasi belajar, dan kemandirian belajar dapat menjadi prediktor faktor yang dapat mempengaruhi hasil belajar dikarenakan ketiga variabel berpengaruh terhadap hasil belajar. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan pembelajaran daring didukung *platform* berbasis *e-learning* yang mendukung seperti *Whatsapp, Google Classroom, Google Meet, Zoom* dan *platform* lainnya menunjang kegiatan pembelajaran daring tentunya yang membantu interkasi antara guru dengan siswa. Selain itu, adanya *platform* yang bervariasi, memberikan dampak pembelajaran tidak menjadi monoton sehingga membuat siswa memiliki ketertarikan dan motivasi belajar yang tinggi. Kegiatan pembelajaran daring ini juga membuat siswa untuk lebih aktif mandiri belajar dengan bantuan *platform* yang tentunya memudahkan mereka dalam kegiatan pembelajaran daring.

b) Pengaruh E-Learning terhadap Hasil Belajar Siswa

Hasil analisis data menunjukkan bahwa pengaruh *e-learning* terhadap hasil belajar berpengaruh positif, memiliki arti semakin baik pengaruh *e-learning* dalam kegiatan pembelajaran daring, maka semakin baik hasil belajar yang didapatkan oleh siswa, dan begitu juga sebaliknya. Hal ini dikarenakan siswa sudah familiar dengan *platform* yang digunakan pembelajaran sehingga siswa tidak terlalu sulit untuk mengikuti kegiatan pembelajaran secara daring. Ada tiga faktor yang mempengaruhi *e-learning* berpengaruh terhadap hasil belajar yaitu, (1) materi, soal latihan dan tugas yang telah diupload oleh guru dapat siswa *download* pada laman *platform* yang tersedia; (2) adanya *platform* berbasis *video conference* seperti *Google Meet* dan *Zoom,* ini merupakan interaksi antar guru dan siswa secara *real time* yang dapat diakses dari jarak jauh, hal ini seperti saat pembelajaran luring; (3) siswa mampu mengoperasikan dan memanfaatkan penggunaan *platform e-learning* dengan baik untuk individual maupun secara berkelompok. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian oleh Qurrotu dan Agung (2020) menyatakan bahwa *e-learning* berpengaruh positif terhadap hasil belajar karena *e-learning* memudahkan interaksi antara guru dengan siswa selama pandemi Covid-19 baik dari komunikasi maupun materi yang diberikan. Selain itu dengan penggunaan *e-learning*, guru dapat melihat keaktifan siswa melalui *platform e-learning* tentunya dengan dukungan internet yang memadai. Dan juga memberikan pengaruh agar siswa lebih giat dalam belajar secara mandiri.

c) Pengaruh Motivasi Belajar terhadap Hasil Belajar Siswa

Hasil analisis data menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh motivasi belajar terhadap hasil belajar, artinya tinggi rendhanya motivasi belajar yang ada dalam diri siswa selama kegiatan pembelajaran daring, maka tidak akan emmpengaruhi hasil belajar yang akan dicapai oleh siswa. Hasil penelitian ini sejalan dengan Fauzi (2020), menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh signifikan antara motivasi belajar terhadap hasil belajar dalam mata pelajaran IPS pada siswa kelas VIII MTsN 1 Kota Blitar. Hal ini dijelaskan bahwa sulitnya membangkitkan motivasi belajar siswa, sehingga dibutuhkan dorongan dari guru maupun orang tua untuk turut membantu dalam membentuk kebiasaaan-kebiasaan yang baik guna meningkatkan motivasi belajar pada anak. Faktor yang mempengaruhi motivasi belajar yang tidak berpengaruh ini diantaranya faktor jasmaniah, faktor psikologi, faktor keluarga, faktor sekolah maupun faktor masyarakat.

d) Pengaruh Kemandirian Belajar terhadap Hasil Belajar Siswa

Hasil analisis data menunjukkan bahwa tidak adanya pengaruh kemandirian belajar terhadap hasil belajar, artinya semakin tinggi rendahnya kemandirian belajar yang ada dalam diri siswa selama kegiatan pembelajaran daring, maka tidak akan mempengaruhi hasil belajar yang akan dicapai oleh siswa. Kemandirian belajar tidak berpengaruh terhadap hasil belajar dikarenakan sebelum adanya pandemi Covid-19, siswa sudah terbiasa belajar baik secara individual maupun berkelompok, sehingga pada saat pembelajaran berubah menjadi daring, siswa tidak terlalu merasa berat dalam mengikuti. Ada tiga faktor lain kemandirian belajar tidak berpengaruh terhadap hasil belajar yaitu (1) siswa selalu mendapatkan bantuan dari orang lain secara terus menerus, baik pada saat kelas secara luring maupun daring siswa akan selalu meminta bantuan teman dalam mengerjakan

tugas(2) siswa mengumpulkan tugas secara tepat waktu sesuai waktu yang sudah ditentukan oleh guru, namun kenyataannya tidak sesuai dengan waktu yang ditentukan; (3) siswa mampu memberikan fokus perhatian saat kegiatan pembelajaran daring berlangsung, namun banyak siswa yang mematikan kamera dan sibuk dengan kegiatan lain hal tersebut mengakibatkan siswa tidak memahami materi. Hasil penelitian ini sejalan denga Aniyatul (2021) menyatakan bahwa kemandirian belajar tidak memiliki pengaruh terhadap hasil belajar. Hal ini dikarenakan perilaku disiplin siswa seperti banyak yang tidak mengerjakan soal latiahn maupun tugas sehingga banyak yang menunda. Selain itu, siswa cenderung putus asa dalam mengerjakan soal jika menemukan soal yang memiliki tingkat sulit. Siswa masih kurang dalam memiliki kesadaran diri untuk belajar mandiri yang merupakan faktor utama untuk mencapai hasil belajar yang baik.

Kesimpulan

Dari hasil analisis data, pengujian hipotesis, dan deskripsi pembahasan, tentang pengaruh *e-learning*, motivasi belajar, dan kemandirian belajar terhadap hasil belajar siswa pada mata pelajaran Ekonomi dapat ditarik kesimpulan bahwa (1) *e-learning*, motivasi belajar, dan kemandirian belajar dapat menjadi prediktor faktor yang mempengaruhi hasil belajar siswa kelas XI IPS SMA Stella Duce 2 Yogyakarta pada mata pelajaran Ekonomi; (2) *e-learning* berpengaruh positif terhadap hasil belajar siswa kelas XI IPS SMA Stella Duce 2 Yogyakarta pada mata pelajaran Ekonomi; (3) motivasi belajar dan kemandirian belajar tidak berpengaruh terhadap hasil belajar siswa kelas XI IPS SMA Stella Duce 2 Yogyakarta pada mata pelajaran Ekonomi. Saran bagi guru, terkait penggunaan *e-learning* berpengaruh positif sangat diharapkan untuk terus melakukan variasi *platform* yang digunakan sehingga siswa semakin semangat dalam mengikuti kegiatan pembelajaran daring dan tidak merasa jenuh. Saran bagi siswa, siswa dapat lebih aktif dan mandiri dengan memanfaatkan penggunaan *platform* untuk mencari informasi sebagai tambahan pengetahuan dari sumber lain dan diharapkan siswa sudah memahami dan menguasai *platform* pembelajaran sehingga pembelajaran berjalan dengan lancar.

Daftar Pustaka

Aisyah, Siti, dan Dwi Ivayana Sari. (2021). *“Efektivitas Penggunaan Platform Google Meet Terhadap Hasil Belajar Siswa”*. Vol. 04, No. 01. Tersedia: https://journal.ipts.ac.id/index.php/MathEdu/article/view/2313/1383 [21 Maret 2022]

Angkowo, Robertus dan A. Kosasih. (2007). “*Optimalisasi Media Pembelajaran*”. Jakarta: Penerbit PT Grasindo.

Andrizal dan Ahmad Arif. (2017). *“Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif pada Sistem E-learning Universitas Negeri Padang”.* Vol. 17, No.02. Tersedia: http://invotek.ppj.unp.ac.id/index.php/invotek/article/view/75/20 [18 April 2022]

Bayu, Dimas Jarot. (2020, 07 Desember). *Media Sosial Jadi Aplikasi Favorit Guru untuk Pembelajaran Daring*. Databoks [*Online*]. Tersedia: https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2020/12/07/media-sosial-jadi-aplikasi-favorit-guru-untuk-pembelajaran-daring. [07 Maret 2022]

Biofarma. (2021). *“Kenali Virus Covid 19”*. [*Online*]. Tersedia: https://www.biofarma.co.id/id/berita-terbaru/detail/kenali-virus-covid19 [07 Oktober 2021].

Brophy, Jere. (2004). *Motivating Students to Learning.* New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Darmawan, Deni. (2014). “*Pengemangan E-Learning Teori dan Desain”*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya Offset.

Dewi. Putu Eka Krisna., *et al*. (2012). *“Hubungan Antara Motivasi Belajar Dengan Hasil Belajar Ekonomi Pada Siswa Kelas X di SMA Negeri 1 Sawan Tahun Ajaran 2012/2013”.* Tersedia: https://media.neliti.com/media/publications/5188-ID-hubungan-antara-motivasi-belajar-dengan-hasil-belajar-ekonomi-pada-siswa-kelas-x.pdf

Fatmawati, Soraya. (2019). *“Efektivitas Forum Diskusi Pada E-Learning Berbasis Moodle Untuk Meningkatkan Partisipasi Belajar”*. Vol. 09, No. 02. Tersedia: https://www.researchgate.net/publication/346850005_EFEKTIVITAS_FORUM_DISKUSI_PADA_E-LEARNING_BERBASIS_MOODLE_UNTUK_MENINGKATKAN_PARTISIPASI_BELAJAR (17 Maret 2022).

Faizah, Nur Ita dan Waspodo Tjipto Subroto. (2021). *“Pengaruh Kemandirian Belajar Siswa Dalam Pembelajaran Daring Terhadap Hasil Belajar Ekonomi”.* Vol. 09, No. 02, halaman 101-106. Tersedia: https://journal.ipts.ac.id/index.php/ED/article/view/2473 (24 April 2021).

Fauzi, Zihrul. (2016). *“Pengaruh Kreativitas Guru dan Motivasi Belajar Siswa Terhadap Hasil Belajar Mata Pelajaran IPS Siswa Kelas VIII Putra di SMP Al-Munawwariyyah Bululawang Kabupaten Malang”.* Tersedia: http://etheses.uin-malang.ac.id/19906/ [13 Oktober 2022].

Ginting, Karina Rasmaita. (2019). *“Pengaruh Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis E-Learning Edmodo Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Ekonomi Akuntansi Di Kelas XII IPS SMA Negeri 1 Secanggang Tahun Pelajaran 2019/2020”*. Tersedia: http://repository.umsu.ac.id/handle/123456789/14128.

Handayani, Novia dan Fauziah Hidayat. (2018). *"Hubungan Kemandirian Terhadap Hasil Belajar Siswa Mata Pelajaran Matematika Di Kelas X SMK Kota Cimahi"*. Vol. 01, No. 02, halaman 1-8. Tersedia: https://jonedu.org/index.php/joe/article/view/16 (16 Maret 2022).

Haris, Abdul dan Asep Jihad. (2012). *"Evaluasi Pembelajaran"*. Yogyakarta: Multi Pressindo.

Irmadani, Rahyu. (2017). *"Pengaruh Kompetensi Pedagogik Guru dan Motivasi Belajar Siswa Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran IPS Terpadu di SMP Negeri 1 Bangil".* Tersedia: http://etheses.uin-malang.ac.id/9892/ [19 Oktober 2022].

Karimah, Neni Afriul dan Sunanik. (2017). *"Pengaruh Motivasi Belajar Ekonomi dan Lingkungan Teman Sebaya Terhadap Hasil Belajar Mata Pelajaran Ekonomi Siswa Kelas X".* Vol. 15, No. 02. Tersedia: https://journal.uny.ac.id/index.php/jep/article/view/20949 [2018].

KPAI.R.N. (2021). *"Survei Pelaksanaan Pembelajaran Jarak Jauh (PJJ) dan Sistem Penilaian Jarak Jauh Berbasis Pengaduan KPAI".* [*Online*]. Tersedia: https://bankdata.kpai.go.id/infografis/survei-pelaksanaan-pembelajaran-jarak-jauh-pjj-dan-sistem-penilaian-jarak-jauh-berbasis-pengaduan-kpai [07 Maret 2022].

Kuntarto, Eko, *et al*. (2021). *"Analisis Manfaat Penggunaan Aplikasi Zoom dalam Pembelajaran Daring Bagi Guru dan Siswa di Sekolah Dasar"*. Vol. 07, No. 01. Tersedia: https://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/pgsd/article/view/15742 [21 Maret 2022]

Masidjo, Ignatius. (1995). *"Penilaian Pencapaian Hasil Belajar Siswa Di Sekolah"*. Cetakan ke 1. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Magdalena, Ina, *et al*. (2021). *"Pemanfaatan Whatsapp Pada Pembelajaran di Pendidikan Sekolah Dasar Negri Karawaci Baru 1 di Masa Pandemi Covid 19"*. Vol. 03, No. 02, halaman 346-358. Tersedia: https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/bintang/article/view/1369 [18 Maret 2022]

Mulyaningrum, Ratna Rahayu. (2020). *"Pengaruh Penggunaan E-Learning Dan Kemandirian Belajar Terhadap Hasil Belajar Ekonomi Di MAN 1 Nganjuk".* Tersedia: https://www.man1nganjuk.sch.id/artikel/ARTIKEL_PUBLIKASI_MANSA_Ratna Rm.pdf

Ningtyas, Putri Wahyu dan Jun Surjanti. (2021*). "Pengaruh Motivasi Belajar dan Kemandirian Belajar Peserta Didik Terhadap Hasil Belajar Ekonomi Pada Pembelajaran Daring Dimasa Covid-19"*. Vol. 03, No. 04, halaman 1660-1668. Tersedia: https://edukatif.org/index.php/edukatif/article/view/630 [2021].

Nur R, Wita, *et al*. (2020). *"Pengaruh Pembelajaran E-Learning / Online Terhadap Hasil Belajar Mahasiswa Pendidikan Ekonomi Tingkat II Universitas Nusantara PGRI Kediri Selama Pandemi Covid-19"*. Vol. 05, No. 01, halaman 498-508. Tersedia: https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/senmea/article/view/293 [19 September 2020].

Okvireslian, Sischa. (2021). *"Pemanfaatan Aplikasi Whatsapp Sebagai Media Pembelajaran Dalam Jaringan Kepada Peserta Didik Paket B UPTD SPNF*

SKB Kota Cimahi”. Vol. 04, No. 03. Tersedia: https://journal.ikipsiliwangi.ac.id/index.php/comm-edu/article/view/7220 [18 Maret 2022]

Putri, Eka Aprilia Rahayu dan Ni’matush Sholikhah. (2021). *“Perbedaan Efektivitas Pembelajaran Berbasis Platform Whatsapp Group dan Google Meet pada Siswa di Masa Pandemi Covid 19”*. Vol. 03, No. 06, halaman 44456-44469. Tersedia: https://edukatif.org/index.php/edukatif/article/view/1326 [21 Maret 2022]

Purwanti dan Suharni. (2018). *Upaya Menigkatkan Motivasi Belajar Siswa*. Vol. 03. No. 01. Yogyakarta: Program Studi Bimbingan dan Konseling Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas PGRI Yogyakarta.

Purwanto, Ngalim. (2002). *Psikologi Pendidikan*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya

Qolbi, Satria Kharimul, *et al.* (2022). *“Efektivitas Pembelajaran Daring antara Fasilitas Zoom Meet dengan Google Meet”*. Vol. 06, No. 02, halaman 1551-1562. Tersedia: https://jbasic.org/index.php/basicedu/article/view/2137/pdf [21 Maret 2022]/

Rahayu, Septiana. (2017). *“Pengaruh Lingkungan Teman Sebaya Dan Motivasi Belajar Terhadap Hasil Belajar Ekonomi Siswa Kelas X IIS SMA Negeri 1 Sewon Tahun Ajaran 2016/2017*. FKIP UNY. Yogyakarta: tidak diterbitkan.

Rahmadhani, Rahmi dan Nuraini Sri Bina. (2021). *“Statistika Penelitian Pendidikan: Analisis Perhitungan Matematis dab Aplikasi SPSS”*. Edisi 01. Cetakan ke 01. Jakarta: Kencana.

Salsabila, Unik Hanifah, *et al.* (2020). *“Pemanfaatan Teknologi Media Pembelajaran di Masa Pandemi Covid 19”*. Vol. 02, No. 02, halaman 01-13. Tersedia: https://journal.uwks.ac.id/index.php/trapsila/article/view/1070/0 [18 Maret 2022]

Santrock, J. W. (2010). *Psikologi pendidikan, edisi kedua*. Diterjemahkan dari judul asli *Educational psychologi, 2nd edition* oleh Tri Wibowo B.S. Jakarta: Prenada Media Group

Sardiman, A.M. (2018). *Interaksi dan Motivasi Belajar-Mengajar*. Edisi 01. Cetakan ke 24. Depok: Rajawali Pers (2018).

Sari, Yolanda Permata, *et al.* (2021). *“Perbandingan Hasil Belajar Siswa Menggunakan Google Meet dengan Zoom Meeting pada Mata Pelajaran Ekonomi SMA Negeri 18 Palembang”*. Vol. 08, No. 02, halaman 112-119. Tersedia: https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jp/article/view/15620# [21 Maret 2022]

Sari, Pusvyta. (2015). *Memotivasi Belajar Dengan Menggunakan E-Learning*. Vol.VI, No.02. Tersedia: http://ejournal.kopertais4.or.id/pantura/index.php/qura/article/view/2048

Setiawardhani, Ratna Tiharita. (2013). *“Pembelajaran Elektronik (E-Learning) Dan Internet Dalam Rangka Mengoptimalkan Kreativitas Belajar Siswa”*. Vol. 01, No. 02, halaman 82-96. Tersedia: https://media.neliti.com/media/publications/271687-pembelajaran-elektronik-e-learning-dan-i-6d446601.pdf [20 November 2021]

Siahaan, Sudirman. (2003). *“E-Learning (Pembelajaran Elektronik) Sebagai Salah Satu Alternatif Kegiatan Pembelajaran*. Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan No. 042. Jakarta: Depdiknas.

Sidiq, Asah Wiari dan Muryanto Agus Nuswantoro. (2021). *“Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran (E-Learning) dan Motivasi terhadap Prestasi Belajar Bagi Mahaisiswa S1 Akuntansi FE Universitas Semarang”.* Vol. 19, No. 02, halaman 14-26. Tersedia: https://journals.usm.ac.id/index.php/solusi/article/view/3047/2020 [21 Oktober 2022].

Sihombing, Reggia Margaretha, *et al*. (2021). *“Manfaat Aplikasi Zoom Meeting Terhadap Proses Pembelajaran Daring Siswa Kelas IX SMP Negeri 1 Tiga Runggu”*. Tersedia: http://digilib.unimed.ac.id/43421/1/Fulltext.pdf [21 Maret 2022].

Siregar, Syofian. (2013). *“Metode Penelitian Kuantitatif: Dilengkapi Perbandingan Perhitungan Manual dan SPSS”*. Jakarta: Kencana, Prenada Media Group.

Slameto. (2012). *Belajar dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya*. Jakarta: Rineka Cipta.

Sobri, Muhammad dan Moerdiyanto. (2014). *“Pengaruh Kedisiplinan dan Kemandirian Belajar Terhadap Hasil Belajar Ekonomi Madrasah Aliyah Di Kecamatan Praya”*. Vol. 01, No. 01, halaman 43-56. Tersedia: https://journal.uny.ac.id/index.php/hsjpi/article/view/2427 [20 November 2021].

Sudjana, Nana. (2005). *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.

Sugihartono. (2011). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D.* Bandung: Alfabeta.

Sugihartono, dkk. (2013). *Psikologi Pendidikan*. Yogyakarta: UNY Press.

Sya’adah, Aniyatul, *et al.* (2021). *“Pengaruh E-Learning dan Kemandirian Belajar Ditinjau Dari Hasil Belajar”*. Vol. 01, No. 01, halaman 1-13. Tersedia: file:///D:/Pendidikan%20Ekonomi%202017/Semester%208,%209,%2010,%2011/Jurnal%20X3-Kemandirian%20Belajar%20(tidak%20beprengaruh)/2316-5364-1-SM.pdf

Syifana, Qurrotu A’Yuni dan Agung Haryanto. (2021). *“Pengaruh Penggunaan Smartphone dan Pemanfaataan E-Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Ekonomi Kelas X IPS MAN 1 Lamongan”*. Vol. 01, No. 12. Tersedia: http://journal3.um.ac.id/index.php/fe/article/view/1804 [20 Oktober 2022].

Umar dan La Sulo. (2005). *“Pengantar Pendidikan”*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Uno, Hamzah B. (2008). *Teori Motivasi dan Pengukurannya Analisis di Bidang Pendididikan*. Jakarta: Bumi Aksara.

Wahyudi, Robby Agung. (2016). *“Pengaruh Pembelajaran E-Learning Terhadap Hasil Belajar Tentang Pemahaman Lembaga Sosial Masyarakat Pada Mata Pelajaran IPS (Studi Eksperimen di kelas VII SMP Negeri 18 Kota Tangerang)”.* Tersedia: http://repository.unj.ac.id/2613/ (07 Januari 2022).

Yusuf, Syamsu. (2009). *Program Bimbingan dan Konseling di Sekolah*. Bandung: Rizqi Perss.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PENGARUH KEMUDAHAN PENGGUNAAN, KEBERMANFAATAN, KEPERCAYAAN, DAN KEBIASAAN TERHADAP KONTINUITAS PENGGUNAAN E-WALLET PADA MAHASISWA DI YOGYAKARTA

Retno Wulan Ndari[1], Kurnia Martikasari[2]
[1]*Faculty Teacher Training and Education, Sanata Dharma University, Indonesia*
[2]*Faculty Teacher Training and Education, Sanata Dharma University, Indonesia*
**Email : retnowulanulan@gmail.com*

Abstract
This study aims to examine and analyze the effect of ease of use, usefulness, trust, and habits on the continuity of using e-wallets among students in Yogyakarta.
This research is an explanatory research conducted in Yogyakarta in August 2022. The population of this research is all students of the Special Region of Yogyakarta who use the e-wallet. The sample in this study was 248 respondents who were taken using the accidental sampling technique. The data collection technique used is a questionnaire with the help of google form. Data analysis technique with multiple regression.
The results of data analysis show that: (1) ease of use, usefulness, trust, and habits can be predictors of continuity in the use of e-wallets among students in DIY; (2) ease of use affects the continuity of the use of e-wallet; (3) usefulness affects the continuity of the use of e-wallet; (4) trust affects the continuity of the use of e-wallet; (5) habits affect the continuity of the use of e-wallet.

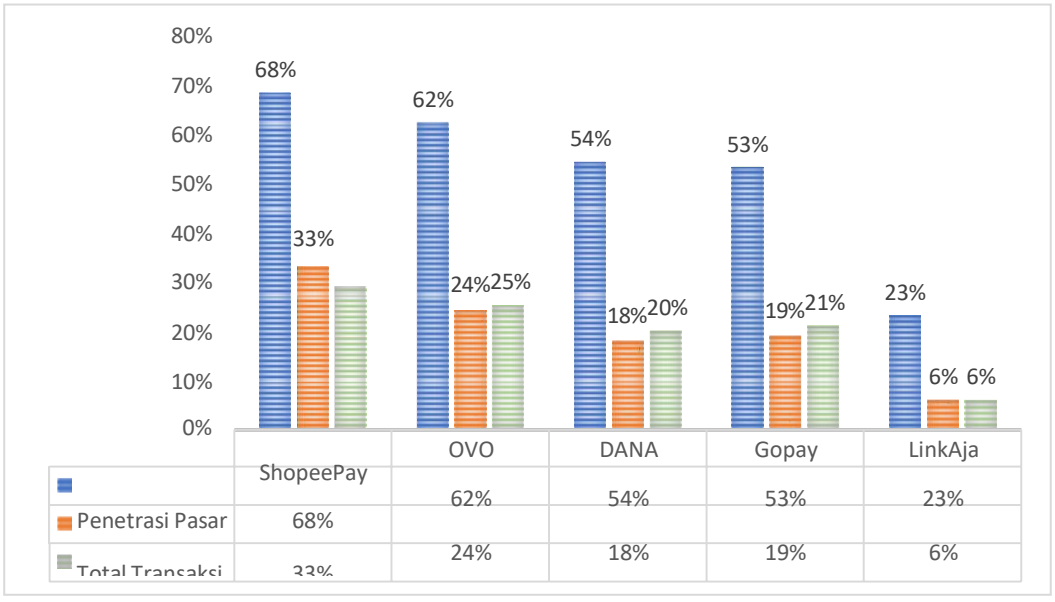
Keywords: continuity of use of e-wallet, ease of use, habits, trust, usefulness.

Abstrak
Penelitian ini bertujuan untuk menguji dan menganalisis pengaruh kemudahan penggunaan, kebermanfaatan, kepercayaan, dan kebiasaan terhadap kontinuitas penggunaan *e-wallet* pada mahasiswa di Yogyakarta.
Penelitian ini merupakan penelitian eksplanatori yang dilakukan di Yogyakarta pada bulan Agustus 2022. Populasi penelitian ini adalah seluruh mahasiswa Daerah Istimewa Yogyakarta pengguna *e-wallet*. Sampel dalam penelitian ini sebanyak 248 responden yang diambil dengan menggunakan teknik accidental sampling. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah kuesioner dengan bantuan google form. Teknik analisis data dengan regresi berganda.
Hasil analisis data menunjukkan bahwa: (1) kemudahan penggunaan, kebermanfaatan, kepercayaan, dan kebiasaan dapat menjadi prediktor faktor yang dapat mempengaruhi kontinuitas penggunaan *e-wallet* pada mahasiswa di DIY,
(2) kemudahan penggunaan berpengaruh terhadap kontinuitas penggunaan *e-wallet*; (3) kebermanfaatan berpengaruh terhadap kontinuitas penggunaan e-wallet; (4) kepercayaan berpengaruh terhadap kontinuitas penggunaan e-wallet; (5) kebiasaan berpengaruh terhadap kontinuitas penggunaan *e-wallet*.

Kata kunci: kebermanfaatan, kebiasaan, kemudahan penggunaan, kepercayaan, kontinuitas penggunaan *e-wallet*.

Pendahuluan

Sejak merebaknya virus corona (Covid-19) dan ditetapkan sebagai pandemi pada 9 Maret 2020 hingga saat ini, dunia masih menghadapi pandemi Covid-19. Proses penyebaran dari virus corona dan mutasi dari virus tersebut sangat cepat dan tidak terkendali. Data dari web resmi beranda Covid-19 yang terbaru pada tanggal 24 Juli 2022 tercatat sebanyak 6.168.342 kasus positif, dengan jumlah yang sembuh sebanyak 5.970.988 dan jumlah yang meninggal sebanyak 156.902 jiwa. Hal tersebut tidak hanya menyerang kesehatan manusia tetapi juga melumpuhkan aktifitas manusia sehingga melemahkan perekonomian negara- negara di dunia. Pemulihan ekonomi Indonesia dapat dikatakan cepat, sinyal pemulihan ekonomi setelah resesi terus bergerak ke arah positif. Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia mencapai Rp 2.703,1 triliun pada kuartal pertama tahun 2021, menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) (bps.go.id). Menurut BPS, data yang tersedia menunjukkan bahwa nilai pertumbuhan ekonomi digital telah meningkat 11 % sepanjang tahun, dari US$ 40 miliar pada 2019 menjadi US$ 44 miliar pada 2020. Financial Technology (Fintech) adalah kolaborasi antara teknologi dan keuangan. Seiring berjalannya waktu dan didukung dengan keadaan pandemi Covid-19 sekarang, pertumbuhan *e-wallet* menjadi sangat cepat.



Sumber: NeuroSensum, 2021

Grafik 1.1. Pertumbuhan *E-Wallet*

Berdasar grafik 1.1, diketahui bahwa ShopeePay memiliki penetrasi pasar tertinggi sebesar 68%, OVO memiliki penetrasi pasar sebesar 62%, DANA memiliki penetrasi pasar sebesar 54%, GoPay memiliki penetrasi pasar sebesar 53%, dan Linkaja memiliki penetrasi pasar terendah dibandingkan ShopeePay, OVO, DANA dan GoPay yaitu sebesar 23%. Alasan yang kuat dalam penerimaan dan penggunaan teknologi *e-wallet* dapat menjadi peluang emas bagi penyedia jasa *e-wallet* karena penyedia jasa *e-wallet* dapat memperluas pasar *e-wallet* dan meningkatkan kualitas produknya agar kontinuitas penggunaan juga dapat meningkat. Faktor pertama yang mempengaruhi kontinuitas penggunaan *e-wallet* adalah kemudahan penggunaan. Berdasarkan wawancara dengan beberapa mahasiswa dari Daerah Istimewa Yogyakarta selama pandemi Covid-19, peneliti menemukan banyak dari mereka adalah pengguna baru *e-wallet*. Menurut Oslen (2011), keberadaan *e-wallet* bukan sebagai pengganti transaksi tunai tetapi sebagai komplemen uang tunai. Fenomena meningkatnya pengguna baru dan diikuti dengan persaingan antar kompetitor *e-wallet* tersebut memunculkan masalah kontinuitas atau niat penggunaan *e-wallet* secara berkelanjutan, di mana masih banyak pengguna *e-wallet* yang tidak loyal atau memiliki niat dalam penggunaan *e-wallet* yang sama di kemudian hari yang rendah. Fenomena diskontinuitas pernah terjadi pada aplikasi *e-wallet* milik Telkomsel yaitu T- CASH. Kemudahan pengoperasian dan kepraktisan aplikasi e-wallet menjadi alasan bahwa kemudahan penggunaan teknologi membuat pengguna berniat untuk menggunakan teknologi tersebut ke depannya. Kemudahan dan manfaat yang dirasakan oleh pengguna akan memunculkan kepercayaan pengguna atas produk *e-wallet* yang digunakan, kepercayaan merupakan bagian penting dalam penyebaran atau pemasaran dan penggunaan secara tetap atas barang atau jasa. Maka fokus penelitian ini untuk mengetahui kemampuan kemudahan penggunaan, kebermanfaatan, kepercayaan, dan kebiasaan dalam memprediksi kontinuitas penggunaan *e-wallet* di kalangan mahasiswa Daerah Istimewa Yogyakarta, untuk menguji dan menganalisis pengaruh kemudahan penggunaan terhadap kontinuitas penggunaan *e-wallet* di kalangan mahasiswa Daerah Istimewa Yogyakarta, untuk menguji dan menganalisis pengaruh kebermanfaatan terhadap kontinuitas penggunaan e-wallet di kalangan mahasiswa Daerah Istimewa Yogyakarta, untuk menguji dan menganalisis pengaruh kepercayaan terhadap kontinuitas penggunaan *e-wallet* di kalangan mahasiswa Daerah Istimewa Yogyakarta, dan untuk menguji dan menganalisis pengaruh kebiasaan terhadap kontinuitas penggunaan *e-wallet* di kalangan mahasiswa Daerah Istimewa Yogyakarta.

(Kontinuitas Penggunaan E-Wallet)

Menurut Bhattacherjee (Tekaqnetha dan Rodhiah, 2020), kontinuitas sebagai niat atau penggunaan berkelanjutan sistem di mana keputusan kelanjutan mengikuti keputusan awal, sedangkan menurut Venkatesh, Thong dan Xu (2012) kontinuitas merupakan ukuran atau intensi yang mungkin dilakukan oleh pengguna teknologi untuk memperkirakan kemungkinan peluang pengguna untuk melanjutkan penggunaan teknologi tersebut di masa mendatang atau tidak.

(Kemudahan Penggunaan)

Menurut Davis (2019:30), kemudahan penggunaan yaitu tingkat harapan atau ekspetasi dari pengguna terhadap usaha yang dikeluarkan untuk menggunakan sebuah sistem. Menurut Wibowo (2015) keyakinan pengguna terhadap suatu sistem teknologi yang mudah untuk digunakan akan berdampak pada pengulangan penggunaan teknologi tersebut. Pendapat dari kedua ahli tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa semakin mudah cara mempelajari dan cara menggunakan sistem maka akan semakin besar memicu keinginan dari pengguna untuk terus menggunakan sistem tersebut. Ketika pengguna merasa semakin mudah *e-wallet* dioperasikan maka kedepannya pengguna akan memiliki niat yang besar untuk terus menggunakan *e-wallet* atau dapat meningkatkan kontinuitas penggunaan *e-wallet*. Hal ini juga berlaku ketika pengguna tidak merasa kemudahan dalam menggunakan *e-wallet* maka kontinuitas penggunaan pun akan rendah.

(Kebermanfaatan)

Kebermanfaatan penggunaan merupakan tingkatan di mana pengguna yakin jika penggunaan suatu teknologi tertentu akan meningkatkan kapasitas pekerjaannya (Davis 2017:32). Jogianto (2019 : 933) mendefinisikan persepsi kebermanfaatan sebagai sejaumana tingkat kinerja pekerjaan yang bertambah sejalan dengan tingkat keyakinan dalam penggunaan suatu sistem teknologi. Pada umumnya pengguna akan mempertahankan penggunaan *e-wallet* ketika masih memberikan manfaat bagi penggunanya. Penggunaan *e-wallet* dapat memberikan manfaat bagi penggunanya yaitu meningkatkan kinerja penggunanya. Hal ini disebabkan penggunaan *e-wallet* dapat meningkatkan efesiensi pembayaran dan meminimalkan waktu saat bertransaksi, maka peningkatan manfaat dari penggunaan *e-wallet* juga dapat meningkatkan kontinuitas penggunaan *e-wallet*.

(Kepercayaan)

Menurut Kotler dan Keller (2012) kepercayaan merupakan ketersediaan untuk bergantung atau mengandalkan integritas penyedia jasa atas layanan jasa yang ditawarkan. Lu et a.l. (2011) mengungkapkan bahwa kepercayaan sebagai definisi atas tingkat keyakinan yang subjektif dari pihak yang dipercayai untuk memenuhi kewajibannya. Kepercayaan merupakan keyakinan dari pengguna terhadap perusahaan atau penyedia layanan, dengan demikian kepercayaan dalam penelitian ini diartikan sebagai harapan pengguna bahwa layanan *e-wallet* dapat dipercaya dan diandalkan untuk memenuhi janjinya kepada pengguna *e-wallet*. Semakin tinggi kepercayaan pengguna dalam menggunakan *e-wallet* maka akan tinggi pula tingkat kontinuitas penggunaan *e-wallet.*

(Kebiasaan)

Menurut Witherington (Djaali, 2011 : 128), kebiasaan adalah suatu tindakan atau perbuatan yang diulang-ulang untuk hal yang sama sehingga menetap dan menjadi otomatis. Menurut Venkatesh (2012) kebiasaan berarti kecenderungan yang dilakukan secara otomatis oleh individu atas hasil dari pembelajaran dan

pengalaman sebelumnya. Semakin sering pengguna menggunakan *e-wallet* dalam bertransaksi maka pengguna akan menjadi terbiasa. Oleh karena itu, pengguna

yang terbiasa menggunakan *e-wallet* dalam bertransaksi kemungkinan akan terus menggunakan *e-wallet*, maka dapat meningkatkan kontinuitas penggunaan *e-wallet*.

Berdasarkan uraian tersebut, maka hipotesis dirumuskan sebagai berikut.

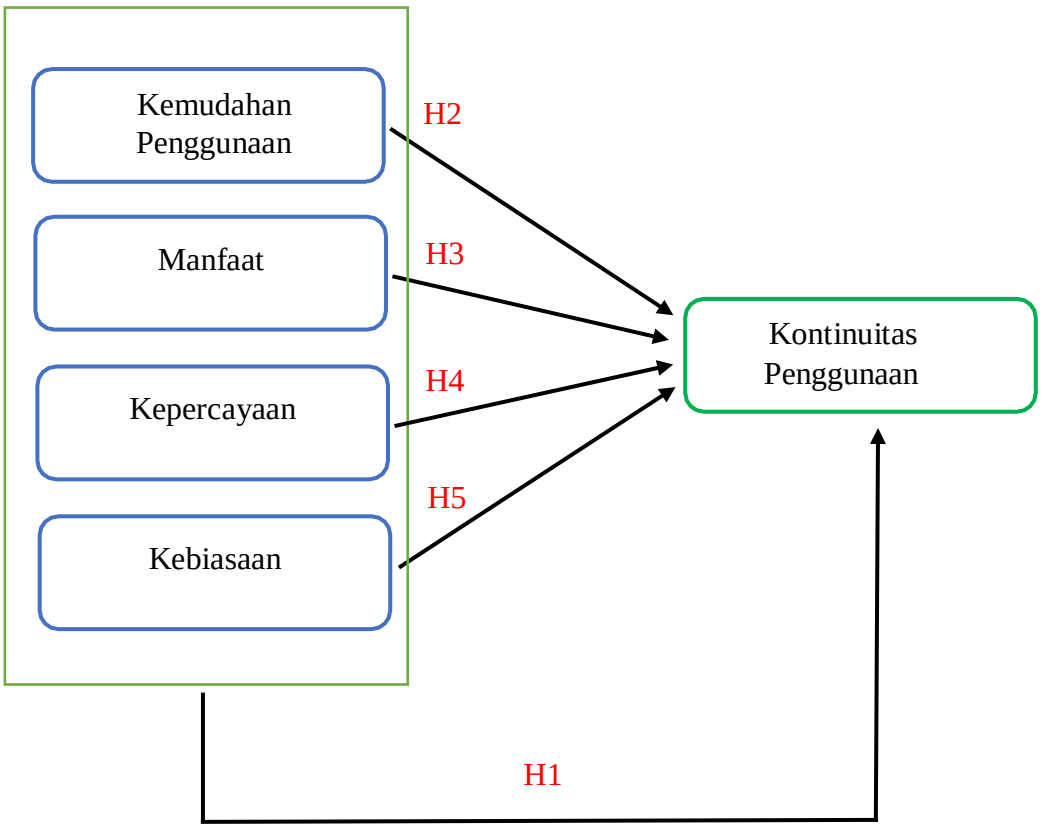
H_{a1}: Kemudahan penggunaan, manfaat, kepercayaan, dan kebiasaan dapat menjadi prediktor kontinuitas penggunaan e-wallet pada mahasiswa di DIY.

H_{a2}: Kemudahan penggunaan berpengaruh terhadap kontinuitas penggunaan e-wallet pada mahasiswa di DIY.

H_{a3}: Kebermanfaatan berpengaruh terhadap kontinuitas penggunaan e-wallet pada mahasiswa di DIY.

H_{a4}: Kepercayaan berpengaruh terhadap kontinuitas penggunaan e-wallet pada mahasiswa di DIY.

Ha_5: Kebiasaan berpengaruh terhadap kontinuitas penggunaan e-wallet pada mahasiswa di DIY.



Gambar 2. Kerangka Berpikir Pengaruh Kemudahan Penggunaan, Kebermanfaatan, Kepercayaan, dan Kebiasaan terhadap Kontinuitas Penggunaan *E-Wallet*

Metode

Penelitian ini termasuk ke dalam penelitian eksplanatori. Menurut Sugiyono (2017 : 6) penelitian eksplanatori memiliki tujuan untuk memberikan penjelasan mengenai posisi atau kedudukan dari variabel-variabel yang diteliti serta korelasinya dengan variabel yang lain. Penelitian ini akan menguji pengaruh kemudahan penggunaan, manfaat, kepercayaan, dan kebiasaan terhadap kontinuitas penggunaan e-wallet dengan pendekatan kuantitatif yaitu agar dapat menggambarkan dan menganalisis pengaruh antara variabel kemudahan penggunaan, manfaat, kepercayaan, dan kebiasaan terhadap kontinuitas penggunaan e-wallet. Peneliti memilih Daerah Istimewa Yogyakarta sebagai lokasi penelitian. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2022 dengan Daerah Istimewa Yogyakarta sebagai lokasi penelitian.

Dalam penelitian ini, peneliti memilih mahasiswa di daerah DIY sebagai subjek penelitian. Peneliti melihat bahwa mahasiswa memiliki peluang untuk selalu menggunakan e-wallet karena dianggap memiliki sikap terbuka dan mengikuti perkembangan jaman. Populasi dalam penelitian ini adalah responden yang dianggap dapat memberikan informasi bagi peneliti dengan syarat dan ketentuan sebagai berikut.

1. Responden merupakan mahasiswa di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY).
2. Responden pernah menggunakan *e-wallet* dalam bertransaksi setidaknya minimal 2-4 kali dalam satu minggu.
3. Responden dapat berjenis kelamin perempuan maupun laki-laki.

Menurut Sugiyono (2019:127) sampel merupakan bagian dari jumlah populasi yang ingin diteliti oleh peneliti. Berdasarkan pengertian tersebut, maka sampel harus representatif agar dapat mewakili populasi.

Penentuan jumlah sampel minimal yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada pernyataan Ghozali (2011) bahwa direkomendasikan ukuran sampel antara 100-200 harus digunakan untuk metode estimasi *Maximum Likelihood (ML).* Model estimasi *Maximum Likelihood (ML)* merupakan salah satu cara untuk menaksir atau mengestimasi parameter populasi yang tidak diketahui, jumlah sampel dalam penelitian ini adalah 248 responden.

Teknik penentuan sampel dalam penelitian ini adalah *accidental sampling*. *Accidental sampling* adalah bentuk *nonprobability* sampling di mana teknik penentuan sampel berdasar kebetulan, sehingga peneliti bisa mengambil sampel pada siapa saja secara kebetulan (Sugiyono, 2019:67).

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan metode kuisioner. Kuisioner merupakan teknik pengunpulan data yang dilakukan dengan memberi pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawab oleh responden (Sugiyono, 2017:142). Pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan media googleform yang disebarkan melalui link *googleform* yaitu

https://bit.ly/e-walletDIY dan scan kode QR (*Quick Respons*) kepada mahasiswa di Daerah Istimewa Yogyakarta yang menggunakan *e-wallet* sebagai responden dalam penelitian ini.

Penelitian ini menggunakan pengujian validitas dengan rumus r Product Moment dengan menggunakan program IBM SPSS Statistic 22 for Windows. Uji validitas dalam penelitian ini menggunakan sampel sebanyak 248 responden dengan df = n-2 (df=248-2 = 246), sehingga rtabel = 0,138, maka butir item dapat dikatakan valid apabila rhitung > 0,138. Berdasarkan data pada tabel 1 seluruh butir item pernyataan telah menunjukkan nilai rhitung lebih besar dari 0,138 maka mengindikasikan bahwa data telah valid.

Table 1. Hasil Uji Validitas

Variabel	No Item	Nilai *r* hitung	Nilai *r* tabel	Kriteria
Kemudahan Penggunaan	1	0,702	0,138	Valid
	2	0,683	0,138	Valid
	3	0,592	0,138	Valid
	4	0,680	0,138	Valid
	5	0,731	0,138	Valid
	6	0,717	0,138	Valid
	7	0,608	0,138	Valid
	8	0,693	0,138	Valid
Kemanfaatan Penggunaan	1	0,750	0,138	Valid
	2	0,811	0,138	Valid
	3	0,788	0,138	Valid
	4	0,695	0,138	Valid
	5	0,710	0,138	Valid
	6	0,724	0,138	Valid
	7	0,748	0,138	Valid
	8	0,780	0,138	Valid
	9	0,784	0,138	Valid
	10	0,626	0,138	Valid
Kepercayaan Pengguna	1	0,742	0,138	Valid
	2	0,683	0,138	Valid
	3	0,735	0,138	Valid
	4	0,700	0,138	Valid
	5	0,736	0,138	Valid
	6	0,716	0,138	Valid
	7	0,686	0,138	Valid
	8	0,656	0,138	Valid
	9	0,699	0,138	Valid
Kebiasaan Pengguna	1	0,756	0,138	Valid
	2	0,761	0,138	Valid
	3	0,763	0,138	Valid
	4	0,731	0,138	Valid
	5	0,675	0,138	Valid

	6	0,747	0,138	Valid
	7	0,782	0,138	Valid
Kontinuitas	1	0,739	0,138	Valid
Penggunaan	2	0,691	0,138	Valid
	3	0,678	0,138	Valid
	4	0,650	0,138	Valid
	5	0,712	0,138	Valid
	6	0,658	0,138	Valid
	7	0,777	0,138	Valid
	8	0,673	0,138	Valid
	9	0,597	0,138	Valid
	10	0,741	0,138	Valid
	11	0,705	0,138	Valid
	12	0,733	0,138	Valid
	13	0,673	0,138	Valid
	14	0,749	0,138	Valid
	15	0,670	0,138	Valid
	16	0,746	0,138	Valid

Penelitian ini menggunakan klasifikasi pedoman interpretasi uji reabilitas (Arikunto, 2013:319) dalam tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Interpretasi Reabilitas Instrumen

Interval Koefisien	Interpretasi
0,800 – 1,000	Sangat Kuat
0,600 – 0.800	Kuat
0,400 – 0,600	Sedang
0,200 – 0,400	Rendah
0,000 – 0,200	Sangat Rendah

Tabel 3 di bawah ini menunjukkan nilai dari *Alpha Cronbach*.

Tabel 3. Hasil Uji Reliabilitas

Interval Koefisien	Nilai Alpha Cronbach	Kriteria	Keterangan
Kemudahan penggunaan	0,822>0,6	Reliabel	Sangat Kuat
Kemanfaatan penggunaan	0,908>0,6	Reliabel	Sangat Kuat
Kepercayaan pengguna	0,873>0,6	Reliabel	Sangat Kuat
Kebiasaan penggunaan	0,865>0,6	Reliabel	Sangat Kuat
Kontinuitas Penggunaan	0,930>0,6	Reliabel	Sangat Kuat

Berdasarkan table 3. di atas, menunjukkan bahwa nilai Alpha Cronbach instrumen kemudahan penggunaan adalah 0,822, nilai Alpha Cronbach instrumen kemanfaatan penggunaan adalah 0,908, nilai Alpha Cronbach instrumen kepercayaan pengguna adalah 0,873, nilai Alpha Cronbach instrumen kebiasaan

penggunaan adalah 0,865, nilai *Alpha Cronbach* instrumen kontinuitas penggunaan adalah 0,930. Hasil pengujian pada variabel kemudahan penggunaan, kemanfaatan penggunaan, kepercayaan pengguna, kebiasaan penggunaan, dan kontinuitas penggunaan menunjukkan bahwa nilai *Alpha Cronbach* > 0,600. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa variabel kemudahan penggunaan, kemanfaatan penggunaan, kepercayaan pengguna, kebiasaan penggunaan, dan kontinuitas penggunaan dinyatakan reliabel dengan kategori sangat kuat.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menggunakan uji regresi berganda untuk menemukan hasil dari temuan penelitian. Penelitian ini telah memenuhi uji prasyarat regresi berganda dimana pada normalitas menunjukkan nilai probabilitas *asym.sig* (2- tailed) sebesar 0,200 > 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa kemudahan penggunaan, kebermanfaatan, kepercayaan, kebiasaan, dan kontinuitas penggunaan *e-wallet* berdistribusi normal, uji linearitas menunjukkan bahwa nilai *Deviation from linearity* lebih beesar dari 0,05 atau 0,661 > 0,05, maka dapat dinyatakan bahwa variabel terikat dan variabel bebas memiliki hubungan linier, uji multikolinearitas menunjukkan bahwa nilai Tolerance seluruh variabel > 0,10, dan pada kolom *Collinearity Statistics* VIF menunjukkan nilai VIF < 10. Maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada gejala multikolinearitas antar variabel independent pada model regresi. Rangkuman dari hasil pengujian multikolinieritas disajikan dalam tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Rangkuman Hasil Uji Multikolinieritas

Variabel	Tolerance	VIF
Kemudahan Penggunaan	0,282 > 0,10	3,549 < 10
Kebermanfaatan	0,163 > 0,10	6,135 < 10
Kepercayaan	0,164 > 0,10	6,091 < 10
Kebiasaan	0,212 > 0,1	4,713 < 10

Penelitian ini menggunakan uji heteroskedastisitas dengan pendekatan Glejser. Apabila nila signifikansi > 0,05 maka menunjukkan bahwa tidak terdapat heteroskedasitas. Berdasarkan tabel 5.15 di atas, menunjukkan bahwa nilai signifikansi seluruh variabel > 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada gejala heteroskedasitas antar variabel bebas pada model regresi. Rangkuman dari hasil pengujian heteroskedasitas disajikan dalam tabel sebagai berikut.

Tabel 5. Rangkuman Hasil Uji Heteroskedasitas

Variab	Nilai	Keterangan
Kemudahan	0,420 > 0,05	Bebas dari Heteroskedasitas
Kebermanfaatan	0,213 > 0,05	Bebas dari Heteroskedasitas

Kepercayaan	0,138 > 0,05	Bebas dari Heteroskedasitas
Kebiasaan	0,183 > 0,05	Bebas dari Heteroskedasitas

Langkah-langkah dalam pengujian hipotesis regresi berganda adalah sebagai berikut:

1) Uji F

Bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh simultan atau pengaruh secara bersama-sama yang diberikan oleh variabel kemudahan penggunaan (X1), kebermanfaatan penggunaan (X2), kepercayaan pengguna (X3), kebiasaan penggunaan (X4) terhadap kontinuitas penggunaan *e-wallet* (Y).
Hasil pengujian secara simultan pada penelitian ini disajikan dalam tabel sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil Uji F

ANOVA[a]					
Model	**Sum of Squares**	**Df**	**Mean Square**	**F**	**Sig.**
1. Regression	15105.392	4	3776.348	702.386	.000[b]
Residual	1306.479	243	5.376		
Total	16411.871	247			

a. Dependent Variable: Total_Y
b. Predictors (Constant), Total_X4, Total_X1, Total_X3, Total_X2

Berdasarkan tabel 6 di atas, dapat menunjukkan hasil bahwa nilai Fhitung sebesar 702,386 dengan nilai signifikansi 0,000. Hasil Ftabel pada taraf signifikansi 5% (0,05) dengan 248 responden menunjukkan nilai Ftabel sebesar 1,968. Hasil tersebut menunjukkan bahwa hipotesis ke 1 diterima karena hasil nilai signifikansi adalah 0,000 < 0,05 dan hasil t hitung adalah 702,386 > 1,968 atau H01 ditolak dan Ha1 diterima, dapat diartikan bahwa variabel kemudahan penggunaan, kebermanfaatan penggunaan, kepercayaan pengguna, kebiasaan penggunaan secara simultan berpengaruh terhadap kontinuitas penggunaan e- wallet. Maka dapat disimpulkan bahwa Kemudahan penggunaan, kebermanfaatan, kepercayaan, dan kebiasaan dapat menjadi prediktor kontinuitas penggunaan e- wallet pada mahasiswa di DIY.

2) Uji T

Uji T bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh secara parsial yang diberikan oleh variabel bebas terhadap variabel terikat. Hasil pengujian secara parsial pada penelitian ini disajikan dalam tabel sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil Uji T

Coefficients[a]				
Model	Unstandardized Coefficients	Standardized Coefficients	t	Sig.

	B	Std. Error	Beta		
1. (Constant)	1.172	1.035		1.133	.258
Total_X1	.213	.069	.105	3.081	.002
Total_X2	.761	.068	.505	11.243	.000
Total_X3	.423	.080	.236	5.291	.000
Total_X4	.361	.087	.163	4.142	.000

a. Dependent Variable: Total_Y

a) Hipotesis Kedua

Pengujian dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh kemudahan penggunaan (X1) terhadap kontinuitas penggunaan *e-wallet* (Y). Hasil pengujian menunjukkan bahwa Hipotesis ke 2 diterima karena hasil nilai signifikansi X1 adalah 0,002 < 0,05 sehingga H02 ditolak dan Ha2 diterima. Maka dapat disimpulkan bahwa Kemudahan penggunaan berpengaruh terhadap kontinuitas penggunaan *e-wallet* pada mahasiswa di DIY. Berdasarkan hasil pengujian juga diketahui bahwa nilai koefisien regresi atau Beta (β1) adalah sebesar 0,213. Sehingga disimpulkan bahwa Kemudahan penggunaan berpengaruh positif terhadap kontinuitas penggunaan *e-wallet* pada mahasiswa di DIY. Penelitian serupa dilakukan oleh Shankar dan Datta (2018). Hal ini bertujuan untuk menemukan faktor-faktor yang mempengaruhi niat mengadopsi pembayaran nontunai dengan perangkat seluler (mobile payment) dan memberikan hasil bahwa persepsi kemudahan penggunaan memiliki pengaruh signifikan terhadap niat penerimaan *m-payment*.

b) Hipotesis Ketiga

Pengujian dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh kebermanfaatan penggunaan (X2) terhadap kontinuitas penggunaan *e-wallet* (Y). Hasil pengujian menunjukkan bahwa Hipotesis ke 3 diterima karena hasil nilai signifikansi X2 adalah 0,000 < 0,05 sehingga H03 ditolak dan Ha3 diterima. Maka dapat disimpulkan bahwa Kebermanfaatan penggunaan berpengaruh terhadap kontinuitas penggunaan *e-wallet* pada mahasiswa di DIY. Berdasarkan hasil pengujian juga diketahui bahwa nilai koefisien regresi atau Beta (β2) adalah sebesar 0,761. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Kebermanfaatan penggunaan berpengaruh positif terhadap kontinuitas penggunaan *e-wallet* pada mahasiswa di DIY. Penelitian serupa dilakukan oleh Shankar dan Datta (2018). Hal ini bertujuan untuk menemukan faktor-faktor yang mempengaruhi niat mengadopsi pembayaran nontunai dengan perangkat seluler (*mobile payment*) dan memberikan hasil bahwa persepsi kegunaan memiliki pengaruh signifikan terhadap niat penerimaan *m-payment*. Shankar dan Datta (2018) mengungkapkan pentingnya menggunakan variabel persepsi kemudahan dan persepsi kegunaan agar mendapatkan prediksi yang lebih baik tentang niat menggunakan teknologi.

c) Hipotesis Keempat

Pengujian dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh kepercayaan pengguna (X3) terhadap kontinuitas penggunaan *e-wallet* (Y). Hasil pengujian menunjukkan bahwa Hipotesis ke 4 diterima karena hasil nilai signifikansi X3 adalah 0,000 < 0,05 sehingga H04 ditolak dan Ha4 diterima. Maka dapat disimpulkan bahwa Kepercayaan pengguna berpengaruh terhadap kontinuitas penggunaan *e-wallet* pada mahasiswa di DIY. Berdasarkan hasil pengujian juga diketahui bahwa nilai koefisien regresi atau Beta (β3) adalah sebesar 0,423. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Kepercayaan pengguna berpengaruh positif terhadap kontinuitas penggunaan *e-wallet* pada mahasiswa di DIY. Bashir dan Madhavaiah (2015) juga telah melakukan penelitian yang bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor penentu sikap dan niat perilaku pelanggan untuk menggunakan layanan internel banking. Hasil penelitian tersebut memberikan temuan bahwa trust memberikan pengaruh signifikan terhadap behavioural intention. Penelitian yang relevan lainya juga dilakukan oleh Dzulhaida dan Giri (2015) yang bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi minat masyarakat untuk menggunakan e-money di Indonesia. Penelitian tersebut menunjukkan hasil bahwa variabel kepercayaan yang dirasakan merupakan faktor utama yang dapat mempengaruhi minat masyarakat untuk menggunakan e-money dan faktor lainnya yang memberikan pengaruh adalah ekspetasi kinerja, ekspetasi usaha, pengaruh sosial, dan persepsi resiko.

d) Hipotesis Kelima

Pengujian dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh kebiasaan penggunaan (X4) terhadap kontinuitas penggunaan e-wallet (Y). Hasil pengujian menunjukkan bahwa Hipotesis ke 5 diterima karena hasil nilai signifikansi X4 adalah 0,000 < 0,05 sehingga H05 ditolak dan Ha5 diterima. Maka dapat disimpulkan bahwa Kebiasaan pengguna berpengaruh terhadap kontinuitas penggunaan e-wallet pada mahasiswa di DIY. Berdasarkan hasil pengujian juga diketahui bahwa nilai koefisien regresi atau Beta (β4) adalah sebesar 0,361. Sehingga disimpulkan bahwa Kebiasaan pengguna berpengaruh positif terhadap kontinuitas penggunaan *e-wallet* pada mahasiswa di DIY. Marhaeni (2014) juga telah melakukan penelitian dengan tujuan untuk menguji dan menganalisis faktor- faktor yang mempengaruhi niat dan penggunaan instant messenger aplikasi. Penelitian tersebut memberikan hasil yaitu kebiasaan merupakan faktor paling signifikan untuk memprediksi niat dan penggunaan dan diikuti oleh motivasi hedonis, nilai harga, kondisi yang memfasilitasi, pengaruh sosial dan ekspetasi kinerja.

1) Koefisien Determinan (R2)

Bertujuan untuk mengetahui berapa persen pengaruh dan hubungan yang diberikan antara variabel kemudahan penggunaan, kebermanfaatan penggunaan, kepercayaan pengguna, kebiasaan penggunaan, terhadap kontinuitas penggunaan e-wallet menggunakan uji R2.

Tabel 8.Hasil Koefisien Determinasi

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.959[a]	.920	.919	2.319

a. Predictors: (Constant), Total_X4, Total_X1, Total_X3, Total_X2

Berdasarkan analisis regresi linear berganda, hasil pada tabel 5.19 di atas memunjukkan bahwa besarnya koefisien determinasi sebesar 0,920, artinya variabel kemudahan penggunaan, kebermanfaatan penggunaan, kepercayaan pengguna, dan kebiasaan penggunaan secara bersama-sama memiliki kontribusi terhadap variabel kontinuitas penggunaan e-wallet sebanyak 92%, dan 8% sisanya dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak dimasukkan dalam penelitian ini seperti variabel *social influence, facilitating condition, hedonic motivation, price value, confirmation*.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh kemudahan penggunaan, kebermanfaatan, kepercayaan, dan kebiasaan terhadap kontinuitas penggunaan *e-wallet* pada mahasiswa di Daerah Istimewa Yogyakarta yang telah dilakukan peneliti, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: (1) kemudahan penggunaan, kebermanfaatan, kepercayaan, dan kebiasaan dapat menjadi prediktor faktor yang dapat mempengaruhi kontinuitas penggunaan *e-wallet* pada mahasiswa di DIY, (2) kemudahan penggunaan berpengaruh terhadap kontinuitas penggunaan *e-wallet*; (3) kebermanfaatan berpengaruh terhadap kontinuitas penggunaan *e-wallet*; (4) kepercayaan berpengaruh terhadap kontinuitas penggunaan *e-wallet*; (5) kebiasaan berpengaruh terhadap kontinuitas penggunaan *e-wallet*.

Daftar Pustaka

Bank Indonesia. website:bi.go.id

Davis, F.D. 2019. A Technology Acceptance Model for Empirically Testing New End User Information System: Theory and Results. Dissertation. Sloan School of Mnagaement, Massachusetts Institute of Technology.

G. Tekanqnetha and Rodhiah, “Faktor yang mempengaruhi continuance intention go-pay di Jakarta,” J.Manajerial dan Kewirausahaan,vol.2,no,1, 2020.

Kotler, Keller, 2012. Marketing Management, 14th, Person Education.

Lu, et.al (2011). Dynamics Between The TrustTransfer Process and Intention to Use Mobile Payment Services : A CrossenvironmentPerspective. Information & Management, 48(8), 393–403

Olsen, M., Hedman, J. & Vatrapu, R., 2011. e-wallet Properties, 10th International Conference on Mobile Business, Como, Itali.

Schiffman, L., & Kanuk, L. (2010). Consumer Behavior (10th ed.). USA: Pearson.

Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung : Alfabeta, CV.

Venkatesh, V., Thong J. Y. L., & Xu X. (2012). Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending The Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. MIS Quarterly

Wibowo dkk (2015). Pengaruh Persepsi Manfaat, Persepsi Kemudahan, Fitur layanan &Kepercayaan Terhadap Minat Menggunakan E-Money card (Studi pada pengguna jasa commuterline di jakarta. JRMSI. Jurnal Riset Manajemen Sains Indonesia Vol. 6. No.1 hal :440-456.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PENGARUH PENDIDIKAN TERHADAP LITERASI KESEHATAN PADA REMAJA DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA (DIY)

Isa Karuniawati[1,*], Daniel Chriswinanto Adityo Nugroho[2], Oscar Gilang Purnajati[3], Slamet Sunarno Harjosuwarno[4]

[1,2,3,4] Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta
Alamat Korespondensi: Isa Karuniawati, Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta, Jalan Dr. Wahidin Sudirohusodo, Nomor 5-25, Kotabaru, Kecamatan Gondokusuman Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55224
**Email: isa.karuniawati@students.ukdw.ac.id*

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pendidikan terhadap literasi kesehatan pada remaja Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Peneliti menggunakan metode kuantitatif dengan jenis desain potong lintang (study cross sectional). Tersedia 455 data yang dapat diolah. Hasil uji homogenitas menggunakan Levene's F Statistic Test (W0) untuk mengukur kesetaraan variabel antara pendidikan dengan literasi kesehatan adalah p = 0,794, artinya homogen. Berdasarkan analisis univariat menunjukkan bahwa remaja yang memiliki literasi kesehatan baik sejumlah 226 (49,67%) yang berarti sedikit lebih rendah dibandingkan dengan remaja yang memiliki literasi kesehatan yang buruk, yaitu sebanyak 229 (50,33%). Pada analisis regresi logistik sederhana serta berganda dengan analisis bivariat dan multivariat, ditemukan bahwa seluruh variabel yang diteliti tidak ada yang signifikan memengaruhi literasi kesehatan pada remaja DIY (p>0,05). Pendidikan tidak memengaruhi literasi kesehatan. Demikian pula variabel perancu lain, seperti usia, jenis kelamin, tinggal bersama orang tua, pendidikan terakhir orang tua atau wali, kegiatan, dan perilaku juga tidak ada yang berpengaruh signifikan terhadap literasi kesehatan remaja DIY. Sebab literasi kesehatan lebih dipengaruhi oleh faktor motivasi dan niat remaja serta masih banyak faktor lain yang lebih dominan.

Kata kunci: pendidikan, literasi kesehatan, remaja, DIY.

THE EFFECT OF EDUCATION ON HEALTH LITERACY OF ADOLESCENTS IN YOGYAKARTA SPECIAL REGION (DIY)

Isa Karuniawati[1,*], Daniel Chriswinanto Adityo Nugroho[2], Oscar Gilang Purnajati[3], Slamet Sunarno Harjosuwarno[4]

[1,2,3,4] Faculty of Medicine, Duta Wacana Christian University

Correspondence Address: Isa Karuniawati, Faculty of Medicine, Duta Wacana Christian University Yogyakarta, Dr. Wahidin Sudirohusodo Street, Number 5-25, Kotabaru, Gondokusuman District, Yogyakarta City, Special Region of Yogyakarta 55224

**Email: isa.karuniawati@students.ukdw.ac.id*

Abstract

The purpose of this study was to know the effect of education on health literacy of adolescents in the Special Region of Yogyakarta (DIY). The researcher used a quantitative method with a cross-sectional design. There were 455 datas that can be processed. The result of the homogeneity test used Levene's F Statistic Test (W0) to measure the equality of the variables between education and health literacy is p=0.794, meaning homogeneous. Based on univariate analysis, it showed that adolescents who had good health literacy were 226 (49.67%) which was slightly lower than adolescents who had poor health literacy, which was 229 (50.33%). In simple and multiple logistic regression analysis with bivariate and multivariate, it was found that none of the variables had a significant influence on health literacy of adolescents in DIY (p>0.05). Education did not affect health literacy. Similarly, other confounding variables, such as age, religion or belief, gender, living with parents, last education of parents or guardians, place of residence, activities, and behavior also had no significant effect on the health literacy of DIY adolescents. It was caused a health literacy is more influenced by motivational factors and intentions of the adolescents and there were many other factors that are more dominant.

Keywords: education, health literacy, adolescents, DIY.

Pendahuluan

Latar Belakang Permasalahan

Literasi kesehatan adalah kemampuan seseorang dalam memahami informasi kesehatan yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah tentang kesehatan (Althafi dan Maulana Rezi, 2021). Seseorang dengan tingkat literasi kesehatan yang baik, tidak akan mudah termakan berita bohong (hoaks) dari media sosial atau artikel yang tidak jelas sumbernya (*Syah et al*, 2020). Dengan demikian, literasi kesehatan berperan untuk mendukung dalam penentuan referensi dan pengecekan kebenaran informasi tentang kesehatan (Cahyani, 2017).

Menurut Rahman *et al* pada tahun 2021, remaja sedang mengalami proses kematangan menuju kedewasaan, terutama dalam memberikan sebuah keputusan. Remaja akan cenderung bertindak sesuai dengan keinginan dan hal yang dianggap paling baik untuk dilakukan (Irmansyah, 2020). Remaja sangat memerlukan literasi kesehatan yang baik karena remaja sebagai generasi muda yang sehat akan menjadi investasi masa depan bangsa (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2021). Sumber informasi kesehatan dapat diperoleh dari pendidikan yang ditempuhnya dan pengalaman kehidupan sehari-hari sehingga para pendidik, seperti guru dan orang tua berperan penting dalam peningkatan literasi kesehatan remaja (Apriliani dan Utami, 2021).

Berdasarkan data Sensus Penduduk tahun 2010 dari *World Health Organization* (WHO) yang tercantum pada Kementerian Kesehatan Republik Indonesia tahun 2017, terdapat 18% remaja berusia 10-19 tahun di dunia atau setara 1,2 milyar jiwa dan jumlah populasi remaja terbesar terdapat di Benua Asia, yaitu 650 juta jiwa, sedangkan di Indonesia terdapat 18% dari jumlah keseluruhan penduduk yang setara dengan 43,5 juta jiwa. Salah satu data literasi kesehatan dari hasil Survei Demografi dan Kesehatan Indonesia (SDKI) dalam (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2017) menyebutkan bahwa pengetahuan remaja mengenai kesehatan reproduksi belum cukup memadai yang dibuktikan dengan data statistika penelitian proporsi pengetahuan tentang kesehatan reproduksi di Indonesia tahun 2013 pada remaja laki-laki dan perempuan rentang usia 15-19 tahun.

Yogyakarta disebut sebagai kota pendidikan, salah satunya dibuktikan dengan Yogyakarta memiliki kampus terbanyak di Indonesia dan hampir semuanya telah terakreditasi (Sugiyanto, 2014). Berdasarkan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah atau (Bappeda Yogyakarta, 2021) dan BPS DIY (2021) yang mengambil sumber data dari Dinas Pendidikan Pemuda dan Olahraga, pada tahun 2021 di Yogyakarta, terdapat 568 unit SMP dengan total 116.160 jiwa. Terdapat 229 unit fasilitas SMA dengan jumlah murid 128.984 jiwa (BPS DIY, 2021). Adapun PT berjumlah 84 unit dengan jumlah mahasiswa sebanyak 37.514 jiwa (BPS DIY, 2021). Perkiraan jumlah remaja seluruhnya pada DIY adalah 561.564 jiwa (BPS, 2020).

Penelitian serupa pernah dilakukan oleh *Nazmi et al* pada tahun 2015 menyebutkan bahwa faktor yang paling memengaruhi literasi kesehatan di fasilitas kesehatan adalah usia dan pendidikan sehingga penulis tertarik membandingkan korelasi antara kedua faktor tersebut dengan literasi kesehatan pada remaja. Adapun penelitian tentang literasi kesehatan terhadap variabel tingkat pendidikan SMP dan SMA oleh Toar pada tahun 2020 yang mengungkapkan bahwa penderita diabetes melitus tipe 2 di kota Manado memiliki literasi kesehatan rendah yang menyebabkan penulis juga ingin mengetahui pula literasi kesehatan pada remaja yang menempuh pendidikan perguruan tinggi. Penelitian serupa lain dilakukan oleh Akhmad dan Suyadi pada tahun 2021 menghubungkan literasi kesehatan mahasiswa Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta dengan pendidikan Islam dalam upaya mencegah dampak COVID-19 sehingga menimbulkan keinginan penulis untuk membahas tentang remaja Yogyakarta yang berpendidikan terkait perilaku kesehatan yang memengaruhi literasi kesehatannya.

Tujuan Penelitian

Tujuan Umum

Mengetahui pengaruh pendidikan terhadap literasi kesehatan pada remaja Daerah Istimewa Yogyakarta.

Tujuan Khusus

a. Untuk melihat hubungan antara tingkat pendidikan terhadap literasi kesehatan pada remaja Daerah Istimewa Yogyakarta.
b. Memahami korelasi antara beberapa faktor-faktor lain yang kemungkinan berpengaruh terhadap literasi kesehatan pada remaja Daerah Istimewa Yogyakarta.
c. Mengetahui jumlah dan presentase tingkat literasi kesehatan pada remaja DIY.

Tinjauan Pustaka

Definisi

Definisi Literasi

Pengertian literasi secara umum adalah kemampuan berbahasa yang dimiliki seseorang, seperti memerhatikan, membaca, menulis, memahami, dan berpikir kritis supaya dapat dikomunikasikan dengan cara masing-masing untuk mencapai tujuannya, sedangkan literasi dalam arti sempit adalah kemampuan seseorang untuk membaca dan menulis (Sari dan Pujiono, 2017). Istilah literasi dalam Bahasa Inggris adalah *literacy* yang berasal dari Bahasa Latin, yaitu *littera*, artinya adalah huruf yang berhubungan dengan tatanan tulisan (Salam, 2017). Literasi merupakan kemampuan terpenting karena dapat meningkatkan pengetahuan dan potensi dalam pencapaian tujuan bersama sehingga dapat berpartisipasi di masyarakat (Nazmi *et al*, 2015).

Unsur-Unsur Literasi

Bagian penting bagi seseorang dalam menguasai literasi adalah:

1. Literasi wacana, yaitu kemampuan seseorang memahami dan merangkum dari sebuah informasi (Kemdikbud, 2020).
2. Literasi dokumen, yaitu kemampuan seseorang menguasai prosedur operasional standar tentang tabel, grafik, peta, kuisioner (Kemdikbud, 2020).

3. Literasi kuantitatif, yaitu kemampuan dalam memahami angka untuk perhitungan terkait kehidupan sehari-hari (Kemdikbud, 2020).

Membaca dan menulis memang berguna untuk membentuk sikap yang kreatif dalam kehidupan sehari-hari (Sari dan Pujiono, 2017). Literasi seseorang dapat ditingkatkan melalui aktivitas rutin membaca dan menulis, tidak harus di sekolah atau perguruan tinggi, tetapi bisa dilakukan di rumah masing-masing (Sari dan Pujiono, 2017).

Definisi Literasi Kesehatan

Literasi kesehatan merupakan derajat kemampuan tiap-tiap individu dalam memperoleh, memproses, memahami, dan mengolah informasi serta pelayanan kesehatan dalam pembuatan keputusan mengenai penerapan perilaku hidup sehat sehari-hari (Nazmi et al, 2015). Hal ini meliputi faktor individu dan sosial yang melibatkan komponen pengetahuan serta kemampuan dalam mendengarkan, membaca, berbicara, menulis, mengenali data atau angka dan informasi yang berhubungan dengan kesehatan (Akhmad dan Suyadi, 2021). Standar ukuran literasi kesehatan individu dinilai dari pengetahuannya dalam memahami kesehatan, motivasi, niat, keterampilan, sikap, dan efikasi diri (Nazmi et al, 2015).

Manfaat Literasi Kesehatan

Literasi kesehatan berkembang terus menerus mengikuti perjalanan hidup seseorang, mulai dari usia dini, remaja, dewasa, hingga lansia, seperti ungkapan Zarcadoolas, Pleasant, dan Greer dalam penelitian yang dilakukan di California oleh (Bröder et al, 2017).

a. Bagi anak-anak, siswa sekolah dasar, dan orang tua.

   Para ahli, seperti Fok, Wong, dan Brown dalam Bröder et al pada tahun 2017) mengemukakan tujuan literasi kesehatan bagi anak-anak adalah supaya anak memahami hal-hal yang dapat memengaruhi kesehatannya demi mencapai kesejahteraan fisik, mental, dan sosial yang maksimal.

   Seribu hari pertama kehidupan bahkan hingga usia 5 tahun disebut sebagai masa usia emas (golden age) yang termasuk ke dalam kategori anak usia dini (Kemdikbud, 2017). Pada fase ini, anak sedang mengalami pertumbuhan serta perkembangan otak, salah satunya adalah kemampuan memori otak berkembang maksimal (Apriliani dan Utami, 2021). Peningkatan literasi pada anak usia dini tentunya sangat bergantung kepada peran orang tua atau orang dewasa di sekeliling anak sehingga mereka sebaiknya memberikan pengarahan tentang literasi kesehatan kepada anak usia dini (Apriliani dan Utami, 2021). Anak dalam fase golden age yang tidak memiliki nutrisi yang baik akan berpotensi mengalami gangguan memori, kurangnya konsentrasi, dan lemahnya kemampuan beraktivitas (Inten dan Permatasari, 2019). Maka dari itu, sesuai penelitian (Apriliani dan Utami, 2021), kesehatan menjadi faktor yang sangat penting bagi perkembangan anak sehingga literasi kesehatan yang baik harus diterapkan sejak anak masih kecil untuk membentuk kebiasaan hidup sehat.

b. Bagi remaja.

Berdasarkan pendapat Massey yang tercantum dalam penelitian yang dilakukan oleh Bröder *et al* pada tahun 2017 menjelaskan bahwa literasi kesehatan bagi remaja dapat berperan sebagai seperangkat keterampilan untuk mengatur serta mengaplikasikan pengetahuan, sikap, dan praktik kesehatan di lingkungan hidupnya demi mewujudkan kesehatannya secara pribadi. Menurut Paakari dalam penelitian Bröder *et al* pada tahun 2017, dua komponen penting literasi kesehatan, yaitu pengetahuan dan kompetensi yang seharusnya dapat diperoleh, dibangun, dievaluasi, dan dapat diterapkan bagi masyarakat luas. Dengan adanya kompetensi literasi kesehatan yang baik, seorang remaja dapat mengubah faktor-faktor yang mendukung kesehatannya sendiri serta orang di sekitarnya, misalnya dalam hal mengurangi risiko masalah kesehatan (Bröder *et al*, 2017). Berdasarkan penelitian di Oxford oleh Manganello pada tahun 2018, salah satu contoh konkret dari manfaat literasi kesehatan adalah remaja yang memiliki penyakit kronis, seperti asma, gangguan mental, diabetes, kista akan lebih memahami cara menjaga kesehatan pribadi. Menurut Manganello pada tahun 2018, kelompok remaja yang memiliki penyakit kronis memiliki kecenderungan mereka dalam mencari informasi baik secara online maupun mengunjungi langsung ke fasilitas kesehatan sehingga literasi kesehatan yang dimiliki remaja akan memudahkannya dalam menyerap informasi kesehatan dan memilih informasi yang terpercaya. Dengan demikian, literasi kesehatan adalah kendali utama bagi seseorang dalam mengubah kehidupan kesehatan remaja, seperti yang dikemukakan oleh Wu dalam (Bröder *et al*, 2017).

c. Bagi kelompok umum.

Masyarakat awam yang terdiagnosis suatu penyakit kadang akan merasa ketakutan, tetapi apabila mereka sudah memiliki literasi kesehatan yang baik sebelumnya, maka mereka lebih mudah menemukan solusi dalam melakukan perawatan pribadi dan lebih berhati-hati menjaga kesehatan (Centers for Disease Control and Prevention, 2021). Sesuai dengan penelitian dari United Health Group USA tahun 2020 yang dikutip oleh Centers for Disease Control and Prevention pada tahun 2021 mengemukakan bahwa tingginya literasi kesehatan pada sebuah kelompok masyarakat di USA dapat mencegah kurang lebih satu juta kali kunjungan di rumah sakit serta menghemat lebih dari 25 miliar dolar setiap tahunnya. Berdasarkan ungkapan Borzekowski dalam Bröder *et al* pada tahun 2017, literasi kesehatan juga bermanfaat untuk membantu mengubah kelompok rentan dan terpinggirkan untuk menjadi lebih sehat. Menurut Massey dalam penelitian Bröder *et al* pada tahun 2017, target tujuan khusus dalam pencapaian literasi kesehatan adalah untuk membangun pengaturan sistem pelayanan kesehatan masyarakat yang memadai, sedangkan pendapat Manusco dan Srensen dalam Bröder *et al* pada tahun 2017 pula lebih menekankan tentang menjaga kesehatan bersama, mencegah penularan penyakit, promosi kesehatan masyarakat.

Faktor yang Memengaruhi Literasi Kesehatan

Literasi kesehatan seseorang ditentukan dari dua faktor:

a. Faktor individu.

Faktor individu yang berpengaruh pada literasi kesehatan adalah pendidikan yang sedang ditempuh maupun tingkat pendidikan terakhir, keterampilan dalam berkomunikasi dan berinteraksi sosial dengan orang lain terkait kesehatan (Nazmi et al, 2015). Menurut Todd dan Hoffman-goetz tahun 2011 dalam Nazmi et al pada tahun 2015), bahasa juga dapat memengaruhi literasi kesehatan karena berhubungan dengan penyampaian informasi kepada orang lain. Selain itu, menurut Wijhati et al pada tahun 2020, tingkat literasi kesehatan bergantung kepada pengetahuan yang dimiliki remaja dan berdampak pada perilakunya. Jika pengetahuan rendah, misalnya pengetahuan tentang kesehatan reproduksi kurang memadai, maka remaja berisiko mengalami peristiwa pelecehan seksual, hubungan seksual pranikah, kehamilan yang tak diinginkan, dan aborsi sehingga berdampak pada terhambatnya pendidikan serta masa depan (Wijhati et al, 2020).

b. Faktor sosial.

Faktor sosial juga berkaitan erat dalam literasi kesehatan seseorang, seperti kultur, budaya, pemerintah, ras atau etnis, status perumahan, status ekonomi, empati yang diterima, akulturasi, dan kebahagiaan (Nazmi et al, 2015). Selain itu, dalam pencapaian literasi kesehatan yang optimal perlu adanya akses yang memadai terhadap pelayanan kesehatan, tenaga kesehatan, kemampuan yang dimiliki oleh tenaga kesehatan (skill), dan koordinasi atau kerjasama antara tenaga kesehatan dengan pasien terkait sistem maupun layanan kesehatan (Nazmi et al, 2015).

Contoh peran pemerintah dalam rangka peningkatan literasi kesehatan yang diupayakan oleh sekjen Kemdikbud adalah penguatan peta di jalan raya sebagai pedoman lalu lintas sekaligus membudayakan masyarakat untuk membaca, penyediaan kebutuhan buku penunjang bahkan selain buku pelajaran, mengajak keluarga untuk membuat konten tentang literasi dan membacakan bacaan bagi anak-anaknya agar berpikir kritis (Kemenko PMK, 2022).

Sesuai teori Manganello tahun 2008 di United States of America (USA) yang dikutip oleh Isyroofanaa et al pada tahun 2021 menyatakan bahwa peer group atau kelompok teman sebaya juga menjadi faktor determinan bagi literasi kesehatan seseorang karena dukungan simpati dan empati dari teman sebaya yang diberikan saat ada masalah akan menciptakan rasa kepedulian untuk saling membagikan informasi seputar kesehatan. Adapun paparan media massa yang mengkaji tentang permasalahan kesehatan juga berpengaruh pada peningkatan literasi kesehatan (Isyroofanaa et al, 2021).

Faktor individu dan sosial saling berkaitan satu sama lain (Akhmad dan Suyadi, 2021). Dengan demikian, literasi kesehatan seseorang berkaitan dengan komponen pengetahuan dan budaya yang berpengaruh dalam kecakapan berbicara seseorang melalui proses mendengar, membaca, menulis segala sesuatu yang berhubungan dengan kesehatan untuk diterapkan ke dalam praktik kehidupan2. sehari-hari (Akhmad dan Suyadi, 2021).

Penelitian dari Health Resources and Services Administration (HRSA) pada tahun 2019 di USA mengatakan bahwa literasi kesehatan yang rendah ditemukan pada orang yang berusia tua, masyarakat yang memiliki status sosial ekonomi rendah dan pendidikan rendah, orang-orang yang kesulitan mengakses pelayanan kesehatan.

Penelitian di luar negeri lain juga menemukan bahwa tingkat literasi kesehatan yang rendah bila diukur dari kemampuan membacanya merupakan akibat dari pengetahuan kesehatan yang terbatas (Latif dan Riana, 2020). Hal ini selaras dengan penelitian Health Resources and Services Administration (HRSA) pada tahun 2019 terhadap beberapa pasien di USA yang menemukan bahwa pasien mengalami kebingungan terhadap istilah medis tertentu dan mengalami kesulitan dalam memahami bahasa tentang kesehatan yang menjadi salah satu faktor terhambatnya akses ke fasilitas kesehatan. Menurut Nazmi dalam penelitian Latif dan Riana pada tahun 2020, penelitian yang membahas literasi kesehatan di Indonesia masih terbatas. Namun, dengan adanya penelitian-penelitian yang mempromosikan literasi kesehatan akan membantu masyarakat dalam menentukan perilaku hidup sehat (Health Resources and Services Administration (HRSA), 2019).

Macam-Macam Pendidikan

UU No.20 Tahun 2003 yang dimuat oleh (Sudiapermana, 2012) membahas mengenai sistem pendidikan Nasional menyatakan bahwa ada tiga jalur lembaga pendidikan, yaitu pendidikan formal, nonformal, dan informal. Menurut Purwo pada tahun 2017, ketiga macam pendidikan tersebut berhubungan dengan literasi.

1. Pendidikan Formal (Lembaga Pendidikan Sekolah).

   Pendidikan formal adalah organisasi yang membekali materi pembelajaran untuk menciptakan pelajar yang berpendidikan dan sadar menjaga perilaku kesehatannya, seperti SD, SMP, SMA, dan perguruan tinggi (Sayekti dan Nurhayati, 2020). Contoh kegiatan yang dapat memengaruhi literasi kesehatan remaja dalam pendidikan formal, yaitu:

   a. Gerakan Literasi Sekolah (GLS).

      Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan menciptakan Gerakan Literasi Sekolah (GLS), yaitu program membaca dan menulis yang dilakukan di sekolah formal selama 15 menit sebelum memulai jam pelajaran pertama (Sayekti dan Nurhayati, 2020). Penelitian STKIP PGRI Trenggalek yang dilakukan oleh Purwo pada tahun 2017 menyatakan bahwa melalui gerakan GLS, siswa mempunyai keterampilan yang lebih kreatif dan produktif. Hal ini dibuktikan dengan pemikiran kritis yang diungkapkan siswa secara lisan ataupun tertulis mengenai materi yang sedang dipelajari (Purwo, 2017).

   b. Unit Kegiatan Siswa (UKS).

      Menurut Direktorat Sekolah Dasar DITPSD pada tahun 2020 dalam website Kemdikbud, ada 3 aspek UKS yang wajib ada, perencanaan, pelaksanaan, dan monitoring. Tim UKS diwajibkan memiliki agenda untuk literasi kesehatan melalui UKS, yaitu edukasi mengenai gizi pada guru maupun peserta didik terkait sandang pangan, pengenalan jenis narkotika,

pembiasaan hidup bersih, pengolahan sampah, pengoptimalan kebun, pengenalan reproduksi sejak dini agar sesuai pertumbuhan anak-anak, dan sebagainya (DITPSD, 2020), kemudian dilaksanakan pula program-program UKS di sekolah, misalnya penyediaan air minum, penggalakan sanitasi yang berkualitas, cuci tangan menggunakan sabun untuk mencegah penularan penyakit. DITPSD pada tahun 2020 mengatakan pula bahwa sekolah harus melakukan monitoring dan feedback agar program selanjutnya lebih baik.

c. Ekstrakurikuler dan Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM).

Ekstrakurikuler dan Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) adalah kegiatan pilihan peserta didik di luar mata pelajaran yang diadakan pada sekolah formal, biasanya menjadi tempat yang menyenangkan dan menantang sehingga rangkaian kegiatan di dalamnya menjadi sebuah tempat yang tepat untuk memberikan tugas, motivasi, dan kegiatan yang penting untuk meningkatkan literasi kesehatan (Rohmah, Safika dan Muhidin, 2022).

Dalam mengupayakan kemampuan berliterasi, guru pun berperan penting mengajarkan materi kepada siswanya (Sari dan Pujiono, 2017). Berdasarkan teori pembelajaran konstruktivis dalam Purwo pada tahun 2017, siswa diajarkan untuk lebih aktif dalam kegiatan pembelajarannya supaya mampu mengkonstruksi pengetahuan dengan melakukan percobaan, melakukan observasi, dan mendiskusikan untuk memecahkan masalah. Dengan demikian, literasi kesehatan berhasil ditingkatkan karena pelajar dituntut untuk membaca, menulis, dan memikirkan pemecahan masalahnya (Purwo, 2017).

2. Pendidikan Luar Sekolah

a. Pendidikan Nonformal (Lembaga Pendidikan Masyarakat)

Lembaga pendidikan masyarakat adalah komunitas di luar pendidikan formal yang menempati suatu daerah yang berisi orang-orang dengan pengalaman dan minat yang sama untuk perkembangan keterampilan pribadi maupun pemenuhan krisis kehidupannya bahkan menyediakan layanan bagi remaja serta dewasa yang tidak memiliki pendidikan formal (Gazali, 2013).

Contoh program pendidikan nonformal adalah kejar paket A (setara dengan SD/MI), paket B (setara dengan SMP/MTs), dan C (setara dengan SMA/MA); organisasi keagamaan, kesenian, sosial, pramuka, dan olah raga; kelompok bermain (KB), pusat kegiatan belajar masyarakat, lembaga keterampilan serta pelatihan, pusat sanggar, taman penitipan anak (TPA), taman bacaan masyarakat (TBM), dan sebagainya (Bafadhol, 2017).

Dalam pendidikan nonformal sangat memungkinkan untuk membudayakan literasi apapun bagi remaja, termasuk literasi kesehatan (Husain, 2022). Contohnya adalah kegiatan penyediaan taman bacaan untuk masyarakat membuat setiap orang yang membaca di tempat tersebut dapat memperoleh informasi untuk menambah pengetahuan serta memperluas pengetahuannya yang mampu memenuhi tuntutan intelektual dan meningkatkan minat terhadap suatu bidang, misalnya melalui media cetak yang disediakan, seperti majalah atau koran (Husain, 2022).

b. Pendidikan Informal (Lembaga Pendidikan Keluarga)

Kegiatan untuk meningkatkan literasi juga dapat dilakukan di luar fasilitas pendidikan, seperti di rumah dan masyarakat (Althafi dan Ramadhana, 2021). Pada penelitian Althafi dan Ramadhana pada tahun 2021 menyebutkan bahwa dr. Hasto Wardoyo, Sp. OG(K) sebagai kepala Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN) mengajak keluarga agar menjalankan fungsi keluarga melalui komunikasi untuk saling berbagi informasi kesehatan. Orang tua dapat mengajarkan pola hidup sehat dan nilai-nilai kesehatan kepada anak-anaknya di rumah dengan cara verbal maupun non verbal (Althafi dan Ramadhana, 2021).

Peran Pendidikan Terhadap Literasi Kesehatan

1. Anak.

   Kesehatan menjadi faktor utama untuk menentukan perkembangan anak yang berdampak terhadap keaktifan aktivitas yang dilakukannya (Inten dan Permatasari, 2019). Salah satu contoh penerapan literasi kesehatan yang dibentuk oleh lembaga pendidikan dan dapat dilakukan di sekolah adalah program kegiatan bekal sehat (eating clean), yaitu anak dihimbau untuk selalu membawa bekal makanan bergizi seimbang dan membatasi makanan siap saji, seperti yang telah diterapkan di RA Al-Muqoddasah Jagabaya, Kecamatan Cimaung, Kabupaten Bandung pada penelitian Inten dan Permatasari pada tahun 2019, maka hasilnya adalah 90% anak-anak menyukai makanan sehat penuh nutrisi serta lebih berhati-hati dalam memilih makanan dan 99% orang tua pun merasakan dampaknya. Dalam hal ini, guru berperan untuk memberikan stimulus pendidikan gizi yang dibentuk di sekolah sekaligus memberikan motivasi bagi orang tua agar semakin mengenalkan anak tentang makanan bergizi seimbang sejak dini (Siti Maulani, Fanny Rizkiyani dan Sari, 2021).

2. Remaja.

   Pendidikan sangat berkaitan dengan pengetahuan seseorang (Sari dan Pujiono, 2017). Tidak hanya berhubungan dengan aspek kesehatan pribadi, yaitu aspek fisik, mental, sosial, dan ekonomi, tetapi juga dalam menghadapi masalah-masalah kesehatan jika mengalami suatu penyakit (Akhmad dan Suyadi, 2021).

   Beberapa target tujuan pencapaian literasi kesehatan melalui pendidikan yang ditempuh bagi remaja:

   a. diharapkan remaja benar-benar memahami informasi kesehatan yang semakin kompleks,
   b. semakin bertanggung jawab terhadap kesehatan pribadi dan telah mampu menangani berbagai permasalahan kesehatan,
   c. semakin terlibat dalam bidang kesehatan,
   d. memanfaatkan layanan kesehatan serta asuransi kesehatan,
   e. memahami hubungan keterampilan memahami informasi kesehatan dengan kesejahteraan di masa depan (Bröder et al, 2017).

   Melalui pendidikan pada tingkat sekolah menengah, remaja pun memperoleh edukasi mengenai hal-hal penting yang harus dilakukan pada usianya, seperti pencegahan kenakalan remaja, kesehatan remaja, penggunaan alat kontrasepsi, dan sebagainya supaya menjadi bekal ilmu untuk peralihan menuju dewasa muda (Manganello, 2018).

Demografi Remaja

Berdasarkan *World Health Organization* (WHO), remaja merupakan penduduk yang rentang usianya antara 10-19 tahun (Kementerian Kesehatan RI, 2017). Tidak jauh berbeda dengan Peraturan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Nomor 25 Tahun 2014 dalam buku (Kementerian Kesehatan RI, 2017) pun menetapkan bahwa kelompok usia remaja adalah 10-18 tahun, sedangkan berdasarkan Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN), remaja adalah penduduk yang berusia 10-24 tahun dan belum menikah. Bappeda Provinsi Yogyakarta pada tahun 2021 memperkirakan bahwa usia 13-15 tahun termasuk kelompok usia sekolah menengah pertama, usia 16-18 tahun adalah kelompok usia sekolah menengah atas, dan pada usia 19-24 tahun adalah kelompok usia perguruan tinggi. Menurut Kementerian Kesehatan RI pada tahun 2017, remaja sedang berada dalam tahap pertumbuhan dan perkembangan untuk kehidupan masa depannya, baik secara fisik maupun mental yang dibuktikan dengan tingginya rasa ingin tahu serta berani berisiko atas perbuatan yang dilakukan tanpa pemikiran keputusan secara matang karena cenderung menyukai tantangan. Demikian pula, remaja yang sedang dalam masa tumbuh kembang akan mudah mengolah hal-hal yang diperolehnya untuk diterapkan ke dalam kehidupan sehari-hari (Kementerian Kesehatan RI, 2017).

Landasan Teori

Literasi kesehatan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor individu dan faktor sosial.

1) Faktor individu.

   Faktor individu yang memengaruhi literasi kesehatan adalah bahasa, pengetahuan, pendidikan, keterampilan dalam berkomunikasi dan berinteraksi sosial dengan orang lain terkait kesehatan.

   Pendidikan dibagi menjadi tiga macam, yaitu:

   a. pendidikan formal (SD, SMP, SMA, dan perguruan tinggi).

      Melalui mata pelajaran yang diajarkan di sekolah mampu memengaruhi literasi kesehatan peserta didiknya, termasuk ekstrakurikuler atau Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM), peran Unit Kesehatan Sekolah (UKS), dan berbagai organisasi atau program wajib di dalamnya, seperti yang sudah ditetapkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, yaitu Gerakan Literasi Sekolah (GLS).

   b. pendidikan nonformal.

      Bergantung kepada program tertentu yang dapat memengaruhi literasi kesehatan, seperti taman bacaan, pusat kegiatan belajar masyarakat, maupun jenis kegiatan lain sesuai peminatan masyarakat.

   c. pendidikan informal.

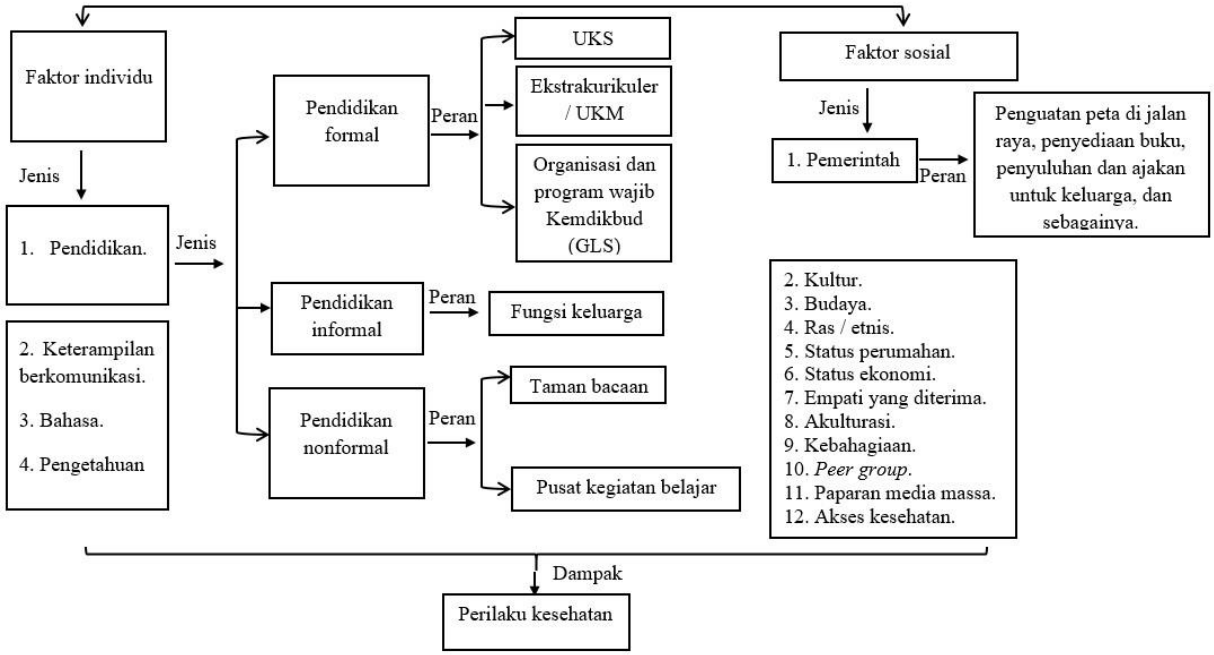
      Bergantung kepada fungsi keluarga dan lingkungannya.

2) Faktor sosial.

Demikian pula faktor sosial berkaitan dengan literasi kesehatan seseorang, seperti kultur, budaya, pemerintah, ras atau etnis, status perumahan, status ekonomi, akulturasi, kebahagiaan, dan empati yang diterima, terutama dari kelompok teman sebayanya, lalu dioptimalkan dengan adanya akses yang memadai terhadap pelayanan kesehatan, tenaga kesehatan, kemampuan yang dimiliki oleh tenaga kesehatan (skill), dan koordinasi atau kerjasama antara tenaga kesehatan dengan pasien terkait sistem maupun layanan kesehatan.

Faktor individu dan sosial saling berkaitan. Keduanya memengaruhi seseorang dalam mendengar, membaca, menulis, memproses, dan memahami informasi yang didapatkan seputar kesehatan untuk diterapkan ke dalam praktik kehidupan sehari-harinya. Terlebih lagi bagi remaja yang sedang memasuki fase peralihan dari anak-anak menuju dewasa muda akan mengalami pertumbuhan dan perkembangan secara fisik maupun mental, seperti kematangan seksual yang dibuktikan dengan memiliki rasa ingin tahu yang tinggi dan cenderung menyukai tantangan sehingga pengetahuan sangat penting dalam memengaruhi perilaku kesehatannya.

Kerangka Teori



13

Gambar 1. Bagan kerangka teori

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dengan metode kuantitatif yang menggunakan jenis desain potong lintang (study cross sectional) untuk mengetahui korelasi antara faktor risiko dengan efek yang terjadi dan seluruh data penelitian diambil dalam suatu masa yang singkat dan waktu yang sama (Sugiyanto, 2014).

Adapun pada bulan Februari-Mei 2022, peneliti mulai mengolah data sekunder Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana Nasional (BKKBN) tanggal 5-19 Oktober 2020 yang diteliti oleh Nugroho et al pada tahun 2021 menggunakan kuisioner online melalui LimeSurvey pada remaja dengan tingkat pendidikan SMP, SMA, dan PT di DIY (Nugroho et al, 2021). Cara pengambilan sampel dalam penelitian ini adalah total sampling yang mengambil seluruh data yang tersedia sebanyak 455 sampel dari 561.564 remaja di seluruh wilayah DIY yang terdiri dari lima kabupaten/kota, yaitu Yogyakarta, Bantul, Kulon Progo, Sleman, dan Gunung Kidul (Nugroho et al, 2021).

Penulis menggunakan software komputer bernama STATA untuk menganalisis data secara statistika. Data mentah awal yang diperoleh penulis berupa list pertanyaan dalam *Microsoft Excel* dan ”*do file*” pada STATA, yaitu terkait hasil survei melalui kuisioner tentang ”Literasi Kesehatan dan Perilaku Remaja di DIY dalam Mengelola Kesehatan Diri Saat Situasi Pandemi COVID-19”. Kemudian data yang dikemas dalam kode-kode variabel tersebut dapat diolah langsung menggunakan *command* (rumus perintah) dalam *software* STATA oleh penulis.

Dalam penelitian ini, dilakukan regresi logistik sederhana (*simple logistic regression*) dengan analisis bivariat untuk membandingkan satu per satu pengaruh antara sebuah variabel bebas terhadap variabel terikat dengan menilai hasil perbandingan risiko kasar (*crude odds ratio*). Kemudian, penulis menganalisis kembali menggunakan regresi logistik berganda (*multiple logistic regression*) dengan analisis multivariat sekaligus untuk melihat nilai perbandingan risiko halus (*adjusted odds ratio*) antara ketujuh variabelnya terhadap literasi kesehatan.

Hasil

Pengujian dan Analisis Data

Uji Homogenitas

Uji homogenitas adalah uji statistik untuk mengetahui kesetaraan variansi pada dua atau lebih kelompok sampel yang akan digunakan dari suatu populasi (Astuti et al, 2015).

Dalam penelitian ini, uji homogenitas menggunakan rumus W0, yaitu uji kuat *Levene* atau *Levene’s F statistic test* sebagai teknik statistik penanda kesetaraan variabel yang dapat dilihat dari nilai *T-statistic* (tingkat signifikansi) yang dihasilkannya (*Nuryadi et al*., 2017).

Tabel 1. Uji homogenitas antara pendidikan dengan literasi kesehatan

Variabel Independen (Pendidikan)	**Variabel Dependen (Literasi Kesehatan)**		**Nilai p dalam W0 (Uji Kuat Levene)**
	Baik (%)	**Buruk (%)**	
SMP	64,3	35,7	
SMA	57,1	42,9	0,794
Akademi atau PT	49,4	50,6	

Keterangan:

1) Variabel independen (bebas) merupakan variabel yang dapat memengaruhi variabel dependen (terikat).
2) Nilai p (sig) adalah probabilitas atau besar peluang statistik. Dalam uji homogenitas, bila p value >0,05, maka berarti data yang diuji disebut homogen (varians kelompok sama). Begitu pula sebaliknya, bila p <0,05, maka data tersebut heterogen (varians kelompok berbeda).

Pada uji homogenitas W0 ditemukan nilai p = 0,794 yang berarti antara variabel pendidikan terhadap literasi kesehatan disebut homogen. Dari hasil uji

homogenitas tersebut juga menunjukkan bahwa antara kategori pendidikan terakhir atau yang sedang ditempuh dengan literasi kesehatan lebih besar dari batas kritis 0,05 sehingga H0 tidak dapat ditolak.

Sebaran Data dan Analisis Univariat.

Analisis univariat digunakan untuk menganalisis satu per satu variabel yang tersedia dengan tujuan agar sekumpulan data hasil penelitian dapat terangkum secara jelas karakteristiknya (Irmawartini dan Nurhaedah, 2017). Menurut Irmawartini dan Nurhaedah pada tahun 2017), penelitian yang menggunakan jenis data kategorik dapat dideskripsikan melalui bentuk persentase. Demikian pula, dalam penelitian ini dituliskan jumlah serta persentase hasil yang diperoleh dari variabel masing-masing sesuai data pada sampel yang diperoleh, baik variabel terikat, bebas, maupun perancu.

Tabel 2. Sebaran data dan analis univariat

Nama variabel	**Hasil yang Diperoleh**	**N**	**%**
Variabel Bebas (Independen)			
Pendidikan	SMP/sederajat	56	12,31
	SMA/sederajat	168	36,92
	Akademi (D1/D2/D3)	11	2,42
	Perguruan Tinggi (D4/S1)	219	48,13
	S2/S3	1	0,22
Tinggal bersama	Ya	369	81,10
Orang tua	Tidak	86	18,90
Jenis kelamin	Laki-laki	92	20,22
	Perempuan	363	79,78
Kategori usia	15-19	234	51,43
	20-24	221	48,57
Agama/ kepercayaan	Islam	403	88,57
	Protestan	35	7,69
	Katolik	16	3,52
	Hindu	1	0,22
Kabupaten utama yang dilakukan saat darurat COVID-19	Belajar secara daring (study form home)	366	80,44
	Bekerja secara daring (w*ork from home)*	16	3,52
	Belajar di sekolah atau kampus	5	1,10
	Bekerja di tempat kerja	33	7,25
	Tidak bekerja/belajar	20	4,40
	Lainnya	15	3,30
Perilaku sehat (diet, olahraga, dan lain-lain)	Ya	346	78,46
	Tidak	95	21,54

Pendidikan terakhir orang tua / wali (salah satu yang paling tinggi)	Tidak tamat SD	6	1,32
	Tamat SD/sederajat	30	6,59
	Tamat SMP/sederajat	41	9,01
	Tamat SMA/sederajat	200	43,96
	Tamat Akademi (D1/ D2/ D3)	31	6,81
	Tamat S2/S3	39	8,57
Pekerjaan orang tua	PNS/TNI/Polri	93	20,44
	Pegawai swasta	69	15,16
	Wiraswasta / pedagang / pengusaha	109	23,96
	Petani / pekebun / nelayan / peternak	72	15,82
	Pekerja serabutan	36	7,91
	Tidak bekerja	17	3,74
	Lainnya	59	12,97
Variabel Terikat (Dependen)			
Literasi kesehatan	Baik	226	49,67
	Buruk	229	50,33

Keterangan:
1) ”N” adalah jumlah data atau frekuensi dari data yang tersedia pada remaja DIY.
2) ”%” menunjukkan ukuran persentase sebaran data masing-masing yang diteliti.

Pada analisis data ini menunjukkan bahwa persentase dan frekuensi literasi kesehatan pada remaja DIY yang tergolong kurang baik lebih besar, meskipun selisihnya tidak terlalu jauh.

Hasil Analisis Regresi Logistik Sederhana dan Berganda.

Regresi logistic merupakan analisis statistik untuk menggambarkan korelasi antara variabel terikat dengan variabel bebas (Hendayana, 2012). Dalam penelitian ini, dilakukan regresi logistik sederhana (simple logistic regression) melalui analisis bivariat yang membandingkan satu per satu pengaruh antara sebuah variabel bebas atau perancu terhadap variabel terikat dengan menilai hasil perbandingan risiko kasar (crude odds ratio).

Kemudian penulis menganalisis kembali menggunakan regresi logistik berganda (multiple logistic regression) dengan analisis multivariat sekaligus untuk melihat nilai perbandingan risiko halus (adjusted odds ratio) antara ketujuh variabelnya terhadap literasi kesehatan.

Tabel 3. Hasil interval kepercayaan dan nilai sig dari analisis antara variabel bebas dan terikat menggunakan crude odds ratio dan adjusted odds ratio

Variabel Bebas (Independen)	**Crude Odds Ratio (cOR) (95% CI)**	**p**	**Adjusted Odds Ratio (aOR) (95% CI)**	**p**
Pendidikan	1 (0,87-1,19)	0,852	0,95 (0,78-1,16)	0,632

Kategori usia	1,2 (0,83-1,74)	0,327	1,35 (0,83-2,2)	0,229
Jenis kelamin	0,7 (0,45-1,12)	0,142	0,7 (0,42-1,14)	0,153
Tinggal bersama orang tua	1 (0,67-1,72)	0,759	1 (0,6-1,78)	0,885
Pendidikan terakhir orang tua	1 (0,93-1,2)	0,375	1 (0,88-1,19)	0,748
Kegiatan	1 (0,92-1,2)	0,498	1 (0,87-1,18)	0,829
Perilaku	1,3 (0,82-2)	0,272	1,28 (0,8-2)	0,307

Keterangan :

1) Odds ratio (perbandingan risiko) merupakan nilai yang dihasilkan dari proses penelitian untuk mengambil keputusan (Karnowahadi, 2019). Melalui odds ratio dalam sebuah penelitian, dapat dinilai besaran pembanding antara suatu faktor paparan dengan faktor sebaliknya atau antara variabel bebas (independen) terhadap variabel terikat (dependen) (Karnowahadi, 2019).
   Bila hasil OR >1 bersifat meningkatkan risiko, sedangkan OR >1 berarti sebagai faktor protektif. Hasil analisis penelitian dianggap signifikan apabila rentang atas dan bawah berada pada kutub yang sama, sedangkan jika antara kedua kutub berlawanan, maka antara korelasi antara kedua variabel tidak signifikan.
2) Definisi dari crude odds ratio (perbandingan risiko kasar) adalah nilai dari odds ratio yang diperoleh melalui analisis bivariat atau analisis yang bertujuan untuk mengetahui korelasi antara dua variabel dalam sebuah penelitian, sedangkan adjusted odds ratio (perbandingan risiko halus) adalah nilai perbandingan risiko dari hasil analisis multivariat atau analisis dengan mempertimbangkan beberapa variabel sekaligus dalam data yang tersedia (Nurbianto et al, 2014).
   Menurut jurnal yang ditulis oleh Nurbianto et al, 2014, bila pada suatu penelitian ditemukan perbedaan antara nilai crude odds ratio dengan adjusted odds ratio lebih besar dari 20%, artinya terjadi bias atau faktor adanya faktor perancu lainnya yang kemungkinan dapat berhubungan dengan variabel terikat.
3) Nilai ”p” adalah besarnya peluang statistik yang menentukan hipotesis yang akan diterima atau ditolak.
   Interpretasi hasil dari p value tersebut adalah jika p <0,05, maka H1 diterima dan H0 tidak dapat diterima yang berarti antara variabel terikat dan variabel bebas saling berpengaruh, sedangkan p >0,05, maka H0 diterima dan H1 ditolak sehingga antara kedua variabel tersebut tidak saling berpengaruh.
   Ketika variabel terikat dianalisis bersamaan dengan beberapa variabel perancu dalam analisis crude odds ratio yang dilanjutkan dengan adjusted odds ratio, maka nilai p (sig) akan berubah.
4) Confidence Interval (CI) atau interval kepercayaan terdiri dari nilai rentang atas dan rentang bawah yang menunjukkan tingkat kepercayaan terhadap analisis data dan perkiraan nilai yang telah mencakup parameter populasi sesungguhnya. Pada analisis ini, 95% CI menandakan kepercayaan atau keyakinan sebesar 95%.

Dari hasil pengolahan data tersebut dapat disimpulkan bahwa tidak ada satupun variabel independen maupun perancu yang berpengaruh terhadap variabel dependen, yaitu antara pendidikan, usia, jenis kelamin, tinggal bersama orang tua, pendidikan terakhir orang tua atau wali, kegiatan, dan perilaku tidak signifikan

memengaruhi literasi kesehatan pada remaja DIY karena nilai p > 0,05 sehingga H0 diterima, tetapi H1 tidak dapat diterima. Rentang atas CI <1 dan rentang bawah CI >1 yang didukung dengan nilai p >0,05, berarti variabel bebas yang diteliti tidak signifikan memengaruhi variabel terikat.

Pembahasan

1. Pendidikan

Berdasarkan penelitian ini, menyatakan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna antara literasi kesehatan dengan tingkat pendidikan (p > 0,05) pada remaja Daerah Istimewa Yogyakarta, baik saat dianalisis menggunakan crude odds ratio maupun adjusted odds ratio.

Teori yang sama dengan penelitian ini dimuat dalam penelitian Anisa et al pada tahun 2021 terkait faktor penyebab pendidikan tidak berpengaruh terhadap literasi kesehatan karena melalui pendidikan, belum tentu ditanamkan literasi yang kuat bagi peserta didiknya. Dengan demikian, penelitian ini saling mendukung dan sejalan dengan teori dari Anisa et al pada tahun 2021 bahwa pendidikan belum tentu dapat mengembangkan kompetensi serta minat pelajar untuk membaca, apalagi sekolah atau kampus di Indonesia masih rendah dalam menerapkan budaya literasi bagi peserta didiknya. Menurut fakta dari UNESCO dalam Kominfo oleh Yunita pada tahun 2017, Indonesia menempati peringkat kedua dari bawah di dunia terkait literasi yang berarti masyarakat Indonesia memiliki minat membaca yang sangat rendah. Maka dapat diperkirakan bahwa hanya 1 dari 1.000 penduduk Indonesia yang rajin membaca (Yunita, 2017).

Kementrian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia (Kominfo) yang ditulis oleh Yunita pada tahun 2017 menyatakan bahwa hal yang paling penting untuk meningkatkan literasi adalah melalui banyak membaca dan menulis yang dapat dilakukan secara mandiri, tanpa harus melalui fasilitas pendidikan seperti SD, SMP, SMA, PT. Dengan demikian, masyarakat tidak mudah termakan berita hoaks serta tidak cepat membagikan informasi, tanpa mengetahui kebenarannya terlebih dahulu (Yunita, 2017). Dalam hal ini juga sebanding dengan penelitian oleh Toar pada tahun 2020 tentang faktor-faktor yang memengaruhi literasi kesehatan pada penderita diabetes melitus tipe 2 di kota Manado yang menyatakan bahwa tingkat pendidikan tidak signifikan memengaruhi literasi kesehatan. Adakalanya pendidikan di sekolah atau pengajarnya dianggap membebani bagi pelajar karena terkesan hanya formalitas kurikulum saja, tetapi malah tidak mampu mengembangkan keterampilan serta minat membaca untuk mendukung literasi kesehatan (Nurzakiyah, 2018).

Teori yang disampaikan oleh Manganello pada tahun 2018 menegaskan adanya pengaruh tingkat pendidikan terhadap tingkat literasi kesehatan seseorang. Sebab menurutnya, melalui pendidikan yang ditempuh selama di sekolah formal, remaja juga akan mendapatkan edukasi tentang kesehatan melalui mata pelajaran yang diberikan di sekolah itu (Manganello, 2018). Terlebih lagi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemdikbud) telah menciptakan program wajib membaca, menyimak, menulis, berbicara, dan

beberapa aktivitas lain di sekolah formal, sekurang-kurangnya 15 menit yang dapat dilakukan sebelum memulai mata pelajaran maupun di tengah-tengah pelajaran yang bernama Gerakan Literasi Sekolah (GLS) (Sayekti dan Nurhayati, 2020). Melalui GLS, Purwo pada tahun 2017 telah membuktikan melalui penelitiannya bahwa siswa menjadi lebih terampil yang tercermin dalam pikirannya yang menjadi lebih kritis. Namun, tidak semua fasilitas sekolah formal di DIY menerapkan program GLS pada peserta didiknya.

Pada kenyataannya, sarana dan prasarana di beberapa perpustakaan sekolah masih minim akibat ketersediaan buku kurang atau buku-buku yang disediakan monoton sehingga siswa harus membeli sendiri buku tertentu, maka dari itu, penyebab tersebut dapat menurunkan minat membaca siswa (Dinas Kearsipan dan Perpustakaan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, 2019). Padahal menurut Kemendikbud pada tahun 2019 menyatakan bahwa seharusnya antara literasi dengan pendidikan tidak dapat terpisahkan karena melalui literasi yang baik, peserta didik mampu memahami ilmu yang didapatkannya secara optimal dalam pendidikan formal serta menerapkannya di lingkungan sekitarnya.

Berdasarkan Word Economic Forum tahun 2016 dan Wiedarti pada bulan Mei 2016 yang diungkapkan oleh Kemendikbud pada tahun 2019, peserta didik wajib menguasai beberapa literasi penting, yaitu literasi dasar (fondasi literasi), literasi kesehatan, literasi tentang keselamatan yang berguna saat di jalan, mitigasi bencana, dan penanganan kriminal.

Salah satu contoh manfaat konkrit peningkatan literasi kesehatan adalah bagi siapapun yang memiliki penyakit kronis atau kelemahan tubuh akan cenderung mencari informasi tentang keluhan yang dideritanya maupun langkah pengobatannya sehingga dirinya harus mampu memilah informasi yang tepat untuk mempertahankan kesehatannya (Manganello, 2018). Demikian juga, manfaatnya bagi anak dan remaja, literasi kesehatan sangatlah penting mendukung masa pertumbuhannya (Inten dan Permatasari, 2019). Memang gerakan literasi dalam rangka upaya menghindari berita bohong telah dibuat oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan bersama Kementerian Agama dengan cara menjaga mutu kurikulum pendidikan di sekolah dan madrasah, tetapi pemerintah tetap memperhatikan masyarakat luas dengan memasukkan konten positif di media sosial (Yunita, 2017).

2. Pendidikan Terakhir Orang Tua.

Berdasarkan penelitian ini, pendidikan orang tua tidak memengaruhi literasi kesehatan remaja di DIY. Salah satu faktor penyebab hal tersebut kemungkinan adalah anak dan remaja diasuh selain orang tua sehingga bila seorang anak lebih sering menghabiskan waktu bersama pengasuhnya, seperti babysitter, caregiver, caretaker, maupun asisten rumah tangga. Pernyataan dari Fristi et al pada tahun 2018 mendukung penelitian ini karena literasi kesehatan anak pun dapat bergantung kepada pendidikan sang pengasuh tersebut (Fristi et al, 2018).

Di zaman sekarang, perkembangan teknologi semakin pesat, misalnya smartphone serta aplikasi di dalamnya dapat dimanfaatkan sebagai sarana untuk mengakses kesehatan, seperti memperoleh pelayanan kesehatan, promosi tentang kesehatan, serta dapat meningkatkan derajat kesehatan (Didah et al, 2021). Seharusnya orang tua pun berperan penting mendampingi anaknya saat mengakses internet (Muniroh et al, 2019). Namun, berdasarkan penelitian Restyandito dan Kurniawan pada tahun 2018 tentang ”Pemanfaatan Teknologi oleh Orang Lanjut Usia di Yogyakarta” menyatakan bahwa semakin lanjut usia seseorang (rata-rata usia 50 hingga 80 tahun), maka semakin sedikit pula pengalamannya dalam menggunakan produk teknologi maupun peralatan komunikasi dan teknologi informasi, salah satunya disebabkan oleh penurunan kesehatannya maupun resistensi (penolakan) terhadap perkembangan digital. Maka dari itu, salah satu faktor penyebab pendidikan orang tua tidak berpengaruh terhadap literasi kesehatan adalah karena setinggi apapun pendidikan, apabila orang tua tidak aktif memanfaatkan akses internet maupun teknologi lain untuk melakukan pencarian informasi terbaru seputar kesehatan, maka pendidikan yang pernah ditempuhnya juga tidak dapat terlalu berperan menunjang literasi kesehatan anak.

Adapun penelitian lain telah dilakukan oleh Baiti et al pada tahun 2021 di Banjarmasin tentang ”Pendidikan dan Ekonomi Orang Tua terhadap Kemampuan Literasi Anak Usia Dini di Masa Pandemi” yang menyatakan bahwa tingkat pendidikan orang tua memengaruhi literasi anaknya. Menurut penelitian tersebut, jenjang pendidikan orang tua dapat mendukung tingginya literasi pada anak, termasuk literasi kesehatan karena melalui wawasan orang tua yang luas akan memengaruhi caranya dalam mendidik anak-anak sehingga pendidikan orang tua yang tinggi dapat mendukung perkembangan anaknya (Baiti et al, 2021). Namun, dalam penelitian ini belum dilakukan observasi lebih lanjut, misalnya mengenai cara orang tua mendidik anaknya maupun dan pihak-pihak lain yang terlibat dalam pengasuhan anak.

3. Tinggal Bersama Orang Tua.

Penelitian ini menyatakan bahwa tinggal bersama orang tua tidak berpengaruh terhadap literasi kesehatan remaja DIY. Penelitian dari Harmaini pada tahun 2013 dari Fakultas Psikologi UIN Sultan Syarif Kasim Riau juga mengatakan bahwa orang tua lebih sering menghabiskan waktu di luar rumah karena bekerja dan beberapa kesibukan lain sehingga tidak sesuai dengan prinsip pengasuhan orang tua. Temuan dari Harmaini pada tahun 2013 tersebut sejalan dengan penelitian ini, yaitu tinggal bersama orang tua tidak signifikan memengaruhi literasi kesehatan anak karena orang tua yang sering berada di luar rumah tidak dapat memantau perkembangan anak atau remaja, termasuk literasi kesehatan hingga beberapa aspek kehidupannya. Kemungkinan lainnya adalah orang tua kurang berperan secara aktif dalam memerhatikan kesehatan anaknya. Sebab menurut penelitian (Kusuma et al, 2021), perhatian orang tua sangat penting terhadap kesehatan fisik, mental, keterampilan sosial bagi anaknya sehingga jika orang tua kurang tanggap, maka tidak akan menunjang literasi kesehatan anaknya. Perhatian orang tua terhadap anak dapat dibuktikan dengan cara memenuhi kasih sayang, mengawasi, sering memberikan

pengajaran tentang informasi kesehatan dan pengertian tentang etiket dalam kehidupan sehari-hari (Kusuma et al, 2021).

Adapun teori lain dari Zeuny pada tahun 2019 yang merupakan penulis pada website Kemdikbud mengatakan bahwa tinggal bersama orang tua dapat memengaruhi perkembangan anak karena ada perannya masing-masing, misal ayah sebagai seorang pemimpin keluarga dan ibu yang memberikan pendidikan kepada anak-anaknya serta melatih kedisiplinan maupun tanggung jawab anak. Namun, dalam penelitian ini belum dilakukan observasi lebih lanjut, salah satunya mengenai lama waktu orang tua menghabiskan waktu bersama anaknya di rumah serta keefektifan peran orang tua di rumah terhadap remaja.

4. Jenis Kelamin.

Melalui penelitian ini, jenis kelamin tidak memengaruhi literasi kesehatan pada remaja DIY. Sama halnya menurut penelitian yang dilakukan oleh Toar pada tahun 2020 mengatakan bahwa jenis kelamin tidak signifikan memengaruhi literasi kesehatan. Menurut penelitian Prihati tahun 2020 dalam Khairunnisa et al tahun 2021 pun mengatakan bahwa jenis kelamin tidak berhubungan dengan literasi kesehatan hingga perilaku pencegahan penyakit. Terdapat teori dari Apriluana et al pada tahun 2016 yang juga menyatakan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara jenis kelamin dengan cara mempertahankan kesehatan tubuh karena terbukti dari penelitiannya yang menilai perilaku, seperti penggunaan alat pelindung diri (APD), perilaku menjaga kebersihan gigi dan mulut, dan sebagainya tidak tampak perbedaan antara jenis kelamin lelaki maupun perempuan. Kemungkinan faktor penyebab jenis kelamin tidak memengaruhi literasi kesehatan dalam penelitian ini pun sejalan dengan beberapa teori di atas sebab baik jenis kelamin laki-laki maupun perempuan memungkinkan memiliki motivasi, niat, minat, keaktifan dalam membaca yang berbeda-beda untuk memahami informasi yang tersedia tentang kesehatan (Khairunnisa et al, 2021). Penyebab lain adalah tergantung paparan informasi yang diperolehnya sehingga tidak berhubungan dengan perbedaan jenis kelaminnya karena rata-rata anak dan remaja laki-laki ataupun perempuan di DIY memperoleh sumber informasi yang sama, yaitu media masa, seperti televisi, internet, dan penyuluhan yang dilakukan di sekolah formal (Pay, 2019).

5. Usia.

Dari hasil penelitian ini, usia tidak memengaruhi literasi kesehatan remaja DIY ($p > 0,05$). Adapun teori dari Prosiding Seminar Nasional tentang peranan usia dan gender dengan peningkatan literasi kesehatan yang disampaikan dalam Hasanah et al pada tahun 2020 menyatakan bahwa peningkatan literasi kesehatan, salah satunya pada aspek kesehatan mental didukung oleh faktor usia karena dari penelitian tersebut, menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam keterlibatannya pada online support group (OSG) yang memengaruhi beberapa aspek kehidupan remaja, sedangkan dalam penelitian ini, remaja DIY belum tentu terlibat dalam kegiatan yang setara dengan penelitian Hasanah et al pada tahun 2020 tersebut, yaitu OSG

sehingga tidak dapat disamakan hasilnya. Demikian pula, Shah, dkk tahun 2010 dalam Toar pada tahun 2020 menyatakan bahwa faktor yang memengaruhi literasi kesehatan adalah usia yang dibuktikan dengan tingkat literasi kesehatan yang rendah terjadi pada responden yang berumur lebih dari 60 tahun karena kemampuan berpikir seseorang dapat mengalami penurunan seiring dengan proses penuaan yang terjadi dan kemungkinan terjadi gangguan penglihatan atau kondisi kesehatan tertentu yang memengaruhi kemampuan membaca serta dalam hal penyerapan ilmu. Selain itu, rentang waktu yang sudah lama sejak pendidikan terakhir yang pernah ditempuh juga akan memengaruhi kualitas literasi pada seseorang (Toar, 2020). Namun, dalam penelitian ini, lebih berfokus kepada kategori usia remaja, antara 15-19 tahun dan 20-24 tahun sehingga belum dapat dibandingkan dengan faktor penyebab dalam teori yang disampaikan oleh Toar pada tahun 2020 yang mengarah kepada komunitas usia lanjut.

Adapun penelitian Pay pada tahun 2019 juga mengatakan bahwa usia tidak memengaruhi literasi kesehatan dan otomatis tidak memengaruhi perilaku seseorang dalam menjaga kesehatan. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Pay pada tahun 2019 tersebut karena masih banyak faktor lain yang kemungkinan dapat lebih dominan memengaruhi literasi kesehatan pada remaja DIY.

6. Kegiatan.

Dalam penelitian ini menyatakan bahwa kegiatan tidak memengaruhi literasi kesehatan remaja DIY. Penelitian Syafitri dan Rahmah pada tahun 2021 pada siswa SMA Islam XY Semarang mengatakan bahwa kegiatan belajar secara daring (study from home) akan lebih efektif terhadap peningkatan literasi kesehatan, terutama kesehatan mental, apabila ada pelatihan konselor sebaya. Faktor penyebab dalam penelitian ini sejalan pada penelitian Syafitri dan Rahmah pada tahun 2021, yaitu kemungkinan terdapat banyaknya hambatan teknis saat mengakses informasi kesehatan, seperti koneksi internet yang buruk maupun faktor internal, yaitu motivasi dari dalam diri remaja tersebut sehingga tidak menerapkan kegiatan belajar yang efektif untuk meningkatkan literasi kesehatan, justru literasi kesehatan seseoranglah yang terkadang memengaruhi kegiatan yang dilakukannya sehari-hari.

Kemdikbud pada tahun 2020 menyatakan bahwa kegiatan memengaruhi literasi kesehatan. Dalam website Kemdikbud tahun 2020 tersebut memberikan perumpamaan contoh, misalnya seseorang menyukai kegiatan menonton berita di televisi setiap hari tentang permasalahan kesehatan di dunia yang membuatnya merasa ketakutan bahkan mengalami gejala-gejala yang mengganggu kesehatannya sehingga Kemdikbud menyarankan untuk tetap meningkatkan literasi kesehatan supaya dapat diterapkan ke dalam kehidupan sehari-hari tanpa merasakan ketakutan dalam menghadapinya.

7. Perilaku.

Perilaku adalah hal yang dilakukan seseorang secara sadar maupun tak sadar yang akan memengaruhi kondisi kesehatannya (Adliyani, 2015). Menurut Soekidjo Notoatmojo dalam jurnal UNY oleh Suryanto dan Sucipto pada tahun 2015, perilaku sehat merupakan respon seseorang terhadap stimulus tentang sehat dan sakit, termasuk asupan makanan sehari-hari, lingkungan hidup, sistem layanan kesehatan yang menjadi upaya untuk meningkatkan serta mempertahankan kesehatannya.

Dalam penelitian ini, perilaku yang diteliti adalah perilaku menjaga pola makan sehat dan bergizi seimbang, pola tidur, kunjungan ke fasilitas kesehatan saat membutuhkan perawatan kesehatan, penggunaan zat adiktif, aktifitas fisik (berolahraga), menjaga kebersihan diri, bersosialisasi (berbicara) dengan keluarga dan teman, perilaku dalam mencari informasi kesehatan menggunakan akses internet, termasuk durasi penggunaannya dan fitur yang digunakan saat online (Nugroho et al, 2021). Namun, berdasarkan penelitian ini menunjukkan bahwa perilaku masih belum memengaruhi literasi kesehatan remaja DIY. Terdapat penelitian dari Alfan dan Wahjuni pada tahun 2020 menyimpulkan bahwa justru dengan adanya literasi kesehatan yang dimiliki seseorang akan memengaruhi perilakunya, bukan sebaliknya. Kemungkinan pada penelitian pada remaja DIY ini pun demikian. Hal ini dapat diukur dari empat dimensi, seperti perilaku dalam mencari informasi mengenai kesehatan, memahami, menganalisis, dan memutuskan untuk menerapkan hasil analisis tersebut ke dalam kesehatannya sehari-hari (Alfan dan Wahjuni, 2020). Pengetahuan juga menentukan seseorang dalam berperilaku (Nurmansyah et al, 2015).

Penelitian oleh Baker dan Nutbeam pada jurnal Nazmi et al pada tahun 2015 pun menyatakan bahwa literasi kesehatan berkaitan dengan perilaku karena bila perilaku kesehatan positif, literasi kesehatan dan kondisi kesehatannya pun akan lebih baik. Namun, pada kenyataannya, tidak semua perilaku mampu memengaruhi literasi kesehatan sehingga tetap perlu dipertimbangkan beberapa aspek kehidupan yang lain.

8. Agama atau Kepercayaan.

Agama mengajarkan kepada setiap umat pengikutnya untuk menerapkan hidup sehat dalam keluarga, salah satunya adalah dengan membiasakan mengonsumsi makanan sehat sejak usia dini (Inten dan Permatasari, 2019). Contohnya pada ajaran agama Kristen mengajarkan bahwa tubuh adalah bait Allah yang kudus dan suci karena tubuh manusia sebagai pemberian Allah sekaligus milik Allah yang berarti bahwa manusia wajib menjaga kesehatan tubuhnya sendiri untuk wujud rasa hormat serta kemuliaan bagi Allah yang dapat dipakai untuk melayani-Nya (Gulo, 2016). Menurut Gulo pada tahun 2016, salah satu caranya adalah dengan menghindari segala hal yang membuat tubuh menjadi tidak sehat atau celaka serta berusaha menjaga kesehatan tubuh, selain makan makanan bergizi, penting juga bagi semua orang untuk tidur cukup, berolahraga, menjaga kebersihan, menjauhi kebiasaan buruk, misalnya merokok, mengonsumsi alkohol atau obat-obatan terlarang, dan sebagainya.

Teori yang dimuat dalam Nurzakiyah pada tahun 2018 menyatakan bahwa saat mempelajari nilai moral dan menerapkan ke dalam kehidupan sehari-hari, sebagian remaja memang cenderung memahami tujuan nilai yang dilakukannya sehingga dapat diterapkan pada aspek lain, meskipun tidak semua remaja demikian. Ada pandangan yang menganggap bahwa cukup banyak pendidikan agama di sekolah gagal dan kehilangan objektivitasnya sehingga memengaruhi kemerosotan aspek kehidupan, alhasil tidak berpengaruh terhadap literasi kesehatan (Nurzakiyah, 2018).

9. Tempat Tinggal.

Terdapat dua faktor yang berhubungan dengan minat membaca yang meningkatkan literasi kesehatan, yaitu faktor eksternal dan internal (Aida, 2015). Salah satu hal yang termasuk faktor eksternal adalah lingkungan tempat tinggal, tetapi tetap lebih dominan faktor internal yang datang dari dalam diri siswa atau mahasiswa dalam hal memengaruhi tingginya literasi kesehatan, seperti motivasi, ketekunan, dan minat (Aida, 2015). Meskipun sesuai teori klasik H. L. Bloom yang dimuat dalam Kemenkes menyebutkan bahwa faktor yang dapat memengaruhi status kesehatan seseorang adalah lingkungan, tetapi belum tentu berdampak pada tingginya literasi kesehatan remaja DIY karena biasanya peluang faktor penyebab lain mampu berperan lebih besar memengaruhi literasi kesehatan seseorang (Kemkes, 2018).

Adapun penelitian Latif dan Riana pada tahun 2020 dalam jurnal Mediasi menyampaikan bahwa determinan sosial literasi kesehatan adalah situasi lingkungan tempat tinggal seseorang dibesarkan, maka dapat memengaruhi aspek kesehatan fisik. Dengan demikian, penulis menyimpulkan bahwa berpengaruh atau tidaknya terhadap literasi kesehatan, tergantung pada kondisi tempat tinggalnya dengan pertimbangan beberapa aspek lain.

10. Pekerjaan Orang Tua

Menurut teori yang diungkapkan oleh Baiti et al pada tahun 2021, pekerjaan orang tua berkaitan erat dengan status sosial ekonomi keluarga yang akan menunjang perkembangan bahasa anak, maka secara tidak langsung pun akan memengaruhi cara sebuah keluarga hidup dan berinteraksi dengan anak sehingga pekerjaan orang tua dapat memengaruhi literasi kesehatan remaja. Sesuai pendapat Hetzer de Reindort dalam jurnal Primary Education oleh Baiti et al pada tahun 2021 mengemukakan bahwa bila dibandingkan antara kemampuan beberapa anak dari sebuah keluarga yang ekonominya berbeda, tentu saja, literasinya pun akan berbeda karena semakin tinggi ekonomi orang tua, maka semakin baik juga literasi anak-anaknya. Cara yang digunakan orang tua untuk mendidik anak pun akan berbeda, misalnya dalam hal fasilitas sarana prasarana, seperti buku-buku bacaan penunjang, kegiatan-kegiatan yang dapat diikuti, dan sebagainya (Baiti et al, 2021). Penelitian literasi kesehatan tentang virus COVID-19 di Jerman oleh Okan et al pada tahun 2020 dengan Korelasi Spearman yang dipublikasikan pada NCBI juga menyatakan bahwa seseorang yang memiliki pendapatan lebih tinggi di rumah tangganya merasa lebih mudah menangkap informasi tentang kesehatan ($p<0,05$).

Penelitian lain dari Romadoni pada tahun 2017 menyatakan bahwa pekerjaan orang tua merupakan sarana penting untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari bagi keluarga, tetapi tidak berhubungan langsung terhadap literasi anaknya karena terkadang seseorang menjadi lebih terpengaruh dengan lingkungan kehidupannya daripada sekedar dengan pekerjaan orang tua. Sama halnya tingkat pendidikan orang tua yang menentukan pekerjaannya tidak selalu memengaruhi tingkat literasi anak karena setinggi apapun pekerjaan orang tua tidak akan memengaruhi literasi kesehatan anak bila orang tua tidak mampu membimbing dan memberikan edukasi kepada anak-anaknya (Romadoni, 2017).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara tingkat pendidikan terhadap literasi kesehatan pada remaja DIY karena literasi kesehatan tidak murni dipengaruhi tingkat pendidikan, melainkan faktor internal dari diri remaja, seperti motivasi, minat, serta ketekunannya lebih memengaruhi literasi kesehatan pribadinya. Demikian pula, faktor lain yang dianalisis oleh peneliti, seperti usia, jenis kelamin, tinggal bersama orang tua, pendidikan terakhir orang tua atau wali, kegiatan, dan perilaku menunjukkan tidak ada pengaruh signifikan terhadap literasi kesehatan remaja DIY karena masih terdapat beberapa aspek lain di kehidupannya yang berperan lebih dominan. Berdasarkan analisis univariat menunjukkan bahwa remaja yang memiliki literasi kesehatan baik sejumlah 226 (49,67%) yang berarti sedikit lebih rendah dibandingkan dengan remaja yang memiliki literasi kesehatan yang buruk, yaitu sebanyak 229 (50,33%). Hal tersebut didukung oleh beberapa alasan tertentu dan dibandingkan dengan beberapa penelitian sebelumnya. Meskipun demikian, melalui penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat secara teoritis, yaitu menyumbangkan ilmu bagi pendidikan dan kedokteran serta memiliki manfaat praktis bagi perwujudan visi dan misi pemerintah maupun untuk masyarakat, terutama memberikan edukasi untuk remaja dan orang tua.

Daftar Pustaka

Adliyani, Z. O. N. (2015) “Pengaruh Perilaku Individu terhadap Hidup Sehat,” Majority, 4(7), hal. 109–114. Tersedia pada: https://juke.kedokteran.unila.ac.id/index.php/majority/article/view/1458.

Aida, W. (2015) “Pengaruh Lingkungan Keluarga dan Minat Membaca Terhadap Hasil Belajar Ekonomi Siswa Kelas XI Ilmu Pengetahuan Sosial Sekolah Menengah Atas Negeri Kota Padang,” Jurnal Ilmiah Cano Ekonomos, 4(2), hal. 109–120. Tersedia pada: https://www.neliti.com/id/publications/59698/pengaruh-lingkungan-keluarga-dan-minat-membaca-terhadap-hasil-belajar-ekonomi-si.

Akhmad, C. A. dan Suyadi, S. (2021) “Literasi Kesehatan dalam Pendidikan Islam: Studi Kasus Dampak Covid-19 bagi Mahasiswa UAD,” Fikroh: Jurnal Pemikiran dan Pendidikan Islam, 14(1), hal. 28–42. doi: 10.37812/fikroh.v14i1.107. (Diakses: 6 November 2021).

Alfan, M. M. dan Wahjuni, E. S. (2020) “Hubungan Literasi Kesehatan Dengan Kebiasaan Perilaku Sehat Mahasiswa Fakultas Ilmu Olahraga Universitas Negeri Surabaya,” Jurnal Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, 8(1), hal. 133–137.

Althafi, Puspita Ayu dan Ramadhana, Maulana Rezi. (2021) “Peran Komunikasi Keluarga Pada Penerapan Fungsi Keluarga Dalam Literasi Kesehatan COVID-19 di Jakarta,” e-Proceeding of Management, 8(4), hal. 4055–4064. Tersedia pada: https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/management/article/view/15392/15115. (Diakses: 6 November 2021).

Angelica, C., Sembiring, L. S. dan Suwindere, W. (2019) “Pengaruh Tingkat Pendidikan Tinggi dan Perilaku Ibu Terhadap Indeks Def - T pada Anak Usia 4 – 5 Tahun,” 3(1), hal. 20–25. Tersedia pada: https://jurnal.unpad.ac.id/pjdrs/article/view/22484/10721. (Diakses: 11 Desember 2021).

Anisa, A. R., A. A. Ipungkarti, D. dan K. N. Saffanah. (2021) “Pengaruh Kurangnya Literasi Serta Kemampuan Dalam Berpikir Kritis Yang Masih Rendah Dalam Pendidikan Di Indonesia,” 1st National Conference on Education, System and Technology Information, 01(01), hal. 1–4.

Annur, C. M. (2022) Berapa Lama Masyarakat Global Akses Medsos Setiap Hari?, Katadata Media Network. Tersedia pada: https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/02/07/berapa-lama-masyarakat-global-akses-medsos-setiap-hari.

Apriliani, S. R. A. dan Utami, F. B. (2021) “Peran Orang Tua dalam Menerapkan Kemampuan Literasi Kesehatan Anak Usia Dini pada Pandemi Covid-19

Dilingkungan Rt 04 26 Pekayon Jaya, Bekasi Selatan,” Jurnal Pendidikan Tambusai, 5(2), hal. 3852–3862. (Diakses: 12 November 2021).

Apriluana, G., Khairiyati, L. dan Setyaningrum, R. (2016) “Hubungan antara Usia, Jenis Kelamin, Lama Kerja, Pengetahuan, Sikap dan Ketersediaan Alat Pelindung Diri (APD) dengan Perilaku Penggunaan APD pada Tenaga Kesehatan,” Jurnal Publikasi Kesehatan Masyarakat Indonesia, 3(3), hal. 82–87.

Astuti, S.I., Arso, S.P. and Wigati, P.A. (2015) ‘Literasi Kesehatan Siswa SMA dengan Menerapkan Model Pembelajaran Problem Based Learning pada Materi Sistem Respirasi dan Sistem Reproduksi Manusia’, Analisis Standar Pelayanan Minimal Pada Instalasi Rawat Jalan di RSUD Kota Semarang - Universitas Pendidikan Indonesia, 3, pp. 103–111.

Badan Pusat Statistik (BPS) (2022) Jenis Kelamin - Metadata Variabel. Tersedia pada: https://sirusa.bps.go.id/sirusa/index.php/variabel/33 (Diakses: 9 Agustus 2022).

Bafadhol, I. (2017) “Lembaga Pendidikan Islam Di Indoesia,” Jurnal Edukasi Islami Jurnal Pendidikan Islam, 06(11), hal. 59–72.

Baiti, N., Zain, A. dan Hasanah, I. (2021) “Pendidikan dan Ekonomi Orang Tua terhadap Kemampuan Literasi Anak Usia Dini di Masa Pandemi,” Musamus Journal of Primary Education, 4(1), hal. 59–68. doi: 10.35724/musjpe.v4i1.3878.

Bappeda Yogyakarta. (2021) Jumlah Penduduk Berdasarkan Kelompok Usia yang Bersekolah - Pendidikan. Tersedia pada: http://bappeda.jogjaprov.go.id/dataku/data_dasar/index/497-jumlah-penduduk-berdasarkan-kelompok-usia-yang-bersekolah?id_skpd=1 (Diakses: 30 November 2021).

Bappenas (2018) Tingkat Partisipasi Pendidikan, Sepakat Bappenas. Available at: https://sepakat.bappenas.go.id/wiki/Tingkat_Partisipasi_Pendidikan (Accessed: 11 November 2021).

BPS Provinsi DIY. (2020) Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dalam Angka 2020. Yogyakarta: Badan Pusat Statistik Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. doi: https://doi.org/10.18196/ rab.040150. (Diakses: 6 November 2021).

BPS DIY. (2021) Pendidikan Jumlah Sekolah, Jumlah Perguruan Tinggi, Mahasiswa, dan Tenaga Pendidik (Negeri dan Swasta) di Bawah Kementerian Agama Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi DI Yogyakarta. Tersedia pada: http://bappeda.jogjaprov.go.id/dataku/data_dasar/index/478-jumlah-sekolah. (Diakses: 6 November 2021).

Britt, R.K. et al. (2017) ‘eHealth Literacy and Health Behaviors Affecting Modern College Students : A Pilot Study of Issues Identified by the American College Health Association Corresponding Author ’:, Journal of Medical Internet Research, 19(12), pp. 1–9. Available at: https://doi.org/10.2196/jmir.3100.

Bröder, J. et al. (2017) “Health literacy in childhood and youth: A systematic review of definitions and models,” BMC Public Health, 17(1), hal. 1–25. doi: 10.1186/s12889-017-4267-y. (Diakses: 16 Desember 2021).

Cahyani, I. R. (2017) “Peran Orang Tua dan Guru dalam Mengembangkan Literasi Dini (Early Literacy) di Kabupaten Sidoarjo,” Journal UNAIR. Tersedia pada: http://journal.unair.ac.id/download-fullpapers-ln4b3f7127c6full.pdf. (Diakses: 6 November 2021).

Centers for Disease Control and Prevention (2021) Understanding Health Literacy. Tersedia pada: https://www.cdc.gov/healthliteracy/learn/Understanding.html#:~:text=Health literacy can help us,and unexpected situations that happen.&text=They aren’t familiar with,or how their bodies work. (Diakses: 13 Januari 2022)

Didah et al. (2021) “Pemberdayaan Orang Tua dalam Literasi Digital Berbasis Aplikasi Iposyandu untuk Memantau Tumbuh Kembang Balita,” Media Karya Kesehatan, 4(1), hal. 118–130.

Dinas Kearsipan dan Perpustakaan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. (2019) Rendahnya Minat Baca Siswa. Tersedia pada: https://dkpus.babelprov.go.id/content/rendahnya-minat-baca-siswa. (Diakses: 1 Mei 2022).

DITPSD (2020) Optimalkan Peran UKS sebagai Literasi Kesehatan di Sekolah, Direktorat Sekolah Dasar. Tersedia pada: http://ditpsd.kemdikbud.go.id/artikel/detail/optimalkan-peran-uks-sebagai-literasi-kesehatan-di-sekolah (Diakses: 7 September 2022).

Febriansyah, A. (2017) “Tinjauan Atas Proses Penyusunan Laporan Keuangan Pada Young Enterpreneur Academy Indonesia Bandung,” Jurnal Riset Akuntansi, 8(2). doi: 10.34010/jra.v8i2.525. (Diakses: 21 November 2021).

Fristi, W., Indriati, G. dan Erwin (2018) “Perbandingan Tumbuh Kembang Anak Toddler yang Diasuh Orang Tua dengan Diasuh Selain Orang Tua,” Jurnal Online Mahasiswa Program Studi Ilmu Keperawatan Universitas Riau, 1(2), hal. 1–8.

Gazali, M. (2013) “235722-Optimalisasi-Peran-Lembaga-Pendidikan-Un-1Ad38E14,” Al-Ta’dib, 6(1), hal. 126–136.

Gulo, Manase. (2016) “Studi Eksegetis ungkapan ‘Tubuhmu adalah Bait Allah 1 Korintus 6:19,’” Manna Rafflesia, hal. 48–75.

Harmaini (2013) “Keberadaan Orang Tua Bersama Anak,” Jurnal Psikologi UIN Sultan Syarif Kasim Riau, 9(Desember), hal. 80–93.

asanah, U. et al. (2020) “Peranan Usia Dan Gender Terhadap Hubungan Online Support Group Dengan Peningkatan Literasi Kesehatan Mental,” Prosiding Seminar …, (November). Tersedia pada: http://103.78.24.51/bitstream/123456789/722/1/Prosiding Seminar Nasional Lustrum 5 Psikologi Undip_final_dikonversi %281%29.pdf#page=19.

Health Resources and Services Administration (HRSA). (2019) Health Literacy. Tersedia pada: https://www.hrsa.gov/about/organization/bureaus/ohe/health-literacy/index.html. (Diakses: 16 Desember 2021).

Hendayana, R. (2012) “Penerapan Metode Regresi Logistik dalam Menganalisis Adopsi Teknologi Pertanian - Application Method of Logistic Regression Analyze the Agricultural Technology Adoption,” Informatika Pertanian, 22(1), hal. 1–9. Tersedia pada:

https://media.neliti.com/media/publications/31101-penerapan-metode-regresi-logistik-dalam-a796735e.pdf.

Husain (2022) “Pentingnya Literasi Dalam Pendidikan Non Formal,” Seminar Nasional Sosial Sains, Pendidikan Humaniora (SENASSDRA), 1, hal. 97–102.

Inten, D. N. dan Permatasari, A. N. (2019) “Literasi Kesehatan pada Anak Usia Dini melalui Kegiatan Eating Clean,” Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini, 3(2), hal. 366. doi: 10.31004/obsesi.v3i2.188. (Diakses: 11 Januari 2022).

Irmansyah (2020) Laporan Pelaksanaan Kegiatan Penelitian DIPA Tahun 2020. Jakarta Pusat: Puslitbang Sumber Daya dan Pelayanan Kesehatan Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Tersedia pada: https://e-riset.litbang.kemkes.go.id/download.php?file=1. Laporan-2020-Pusat 2-ImprovingMentalHealt.pdf. (Diakses: 17 November 2021).

Irmawartini dan Nurhaedah (2017) Metodologi Penelitian. Jakarta: Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Tersedia pada: http://bppsdmk.kemkes.go.id/pusdiksdmk/wp-content/uploads/2017/11/Daftar-isi-Metodologi-Penelitian_k1_restu.pdf. (Diakses: 19 November 2021).

Isyroofanaa, E., Faizah, Z. dan Utomo, M. T. (2021) “Pengaruh Paparan Media Massa Terhadap Literasi Kesehatan Reproduksi Remaja Pondok Pesantren,” Indonesian Midwifery and Health Sciences Journal, 3(4), hal. 341. doi: 10.20473/imhsj.v3i4.2019.341-348. (Diakses: 17 November 2021).

Kantor Bahasa Bengkulu (2016) Makna Kata Pekerjaan, Profesi, dan Jabatan, Kantor Bahasa Provinsi Bengkulu. Tersedia pada: https://kantorbahasabengkulu.kemdikbud.go.id/makna-kata-pekerjaan-profesi-dan-jabatan/#:~:text=Yang dimaksudkan dengan pekerjaan di,mata pencarian atau pokok penghidupan (Diakses: 9 Agustus 2022).

Karnowahadi (2019) “Odds Ratio : a Result of Business Research Analysis Odds Ratio : Sebuah Hasil Analisis Penelitian Bisnis,” Jurnal Admisi & Bisnis, 18(1), hal. 47–54. Tersedia pada: https://jurnal.polines.ac.id/index.php/admisi/article/view/1061/859 (Diakses: 9 Agustus 2022).

KBBI Lektur (2019) Arti Tempat Tinggal di Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI). Tersedia pada: https://kbbi.lektur.id/tempat-tinggal.

Kemdikbud (2017) Anak pada “Masa Golden Age Period.” Tersedia pada: http://pauddikmasjateng.kemdikbud.go.id/fj45/html/index.php?id=artikel &kode=21 (Diakses: 11 Januari 2022).

Kemdikbud. (2020) Literasi Kesehatan di Tengah Pandemi. Tersedia pada: https://kantorbahasababel.kemdikbud.go.id/2020/05/18/literasi-kesehatan-di-tengah-pandemi/. (Diakses: 30 November 2021).

Kemendikbud. (2019) Buku Panduan Gerakan Literasi Sekolah Dasar (Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Kementerian Pendidikan dan

Kebudayaan) - Desain Induk Gerakan Literasi Sekolah. Jakarta. Tersedia pada: https://gln.kemdikbud.go.id/glnsite/wp-content/uploads/2019/07/Desain-Induk-Gerakan-Literasi-Sekolah-2019.pdf.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2021) Remaja Sehat Komponen Utama Pembangunan SDM Indonesia. Tersedia pada: https://www.kemkes.go.id/article/view/21012600002/remaja-sehat-komponen-utama-pembangunan-sdm-indonesia.html. (Diakses: 6 November 2021).

Kemenkes RI (2017) “Infodatin Reproduksi Remaja-Ed.Pdf,” Situasi Kesehatan Reproduksi Remaja, hal. 1–8. (Diakses: 6 November 2021).

Kemkes (2018) Bersama Selesaikan Masalah Kesehatan. Tersedia pada: https://www.kemkes.go.id/article/view/18012900004/together-overcoming-health-problem-.html (Diakses: 26 Maret 2022).

Khairunnisa, Sofia, dan Magfirah. (2021) “Hubungan Karakteristik Dan Tingkat Pengetahuan Dengan Perilaku Pencegahan Covid-19Pada Masyarakat Desa Paya Bujok Blang Pase Kota Langsa,” AVERROUS: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Malikussaleh, 7(1), hal. 53. doi: 10.29103/averrous.v7i1.4395.

Kusuma, L., Dimyati, D. dan Harun, H. (2021) “Perhatian Orang tua dalam Mendukung Keterampilan Sosial Anak selama Pandemi Covid-19,” Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini, 6(1), hal. 373–491. doi: 10.31004/obsesi.v6i1.959.

Latif, A. dan Riana, M. (2020) “Literasi Kesehatan Mahasiswa Tingkat Pertama di Politeknik Negeri Media Kreatif Tahun 2019,” Mediasi, 1(2), hal. 112–123. doi: 10.46961/mediasi.v1i2.39. (Diakses: 16 Desember 2021).

Manganello, J. A. (2018) “Health literacy and adolescents: A framework and agenda for future research,” Health Education Research, 23(5), hal. 840–847. doi: 10.1093/her/cym069. (Diakses: 13 Januari 2022).

Muniroh Munawar, Fakhrudin, Achmad Rifai RC, T. P. (2019) “Keterlibatan Orangtua dalam Pendidikan Literasi Digital,” in Seminar Nasional Pascasarjana 2019 UNNES, hal. 1–5. Tersedia pada: file:///C:/Users/win10/Downloads/editorsnpasca,+full+artikel+munirohmunawar_oke_193-197.pdf.

Nazmi et al. (2015) “Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Literasi Kesehatan di Fasilitas Pelayanan Kesehatan,” Prosiding Seminar Nasional dan PKM Kesehatan, 1(1), hal. 303–310. (Diakses: 6 November 2021).

Nugroho, D. C. A. et al. (2021) “Ehealth literacy and self-care behavior during the coronavirus disease-19 pandemic among youths: A path analysis,” Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences, 9, hal. 722–728. doi: 10.3889/oamjms.2021.6664. (Diakses: 6 November 2021).

Nurbianto, G. D., Mujosemed dan Murti, B. (2014) “Hubungan antara Aktivitas Fisik dengan Disfungsi Ereksi pada Karyawan Kantor di Kecamatan Grogol,” Nexus Kedokteran Komunitas, 3(2), hal. 230–241. Tersedia pada: https://jurnal.fk.uns.ac.id/index.php/Nexus-Kedokteran-Komunitas/article/download/645/440.

Nurmansyah, M. I., Al-aufa, B. dan Amran, Y. (2015) “Peran Keluarga, Masyarakat Dan Media Sebagai Sumber Informasi Kesehatan Reproduksi pada

Mahasiswa,” Jurnal Kesehatan Reproduksi, 3(1 Apr), hal. 16–23. doi: 10.22435/jkr.v3i1Apr.3926.16-23. (Diakses: 7 Desember 2021).

Nuryadi et al. (2017) Buku Ajar Dasar-Dasar Statistik Penelitian. Yogyakarta: Sibuku Media - Universitas Mercu Buana.

Nurzakiyah, C. (2018) “Literasi Agama Sebagai Alternatif Pendidikan Moral,” Jurnal Penelitian Agama, 19(2), hal. 20–29. doi: 10.24090/jpa.v19i2.2018.pp20-29.

Pay, M. N. (2019). Pengaruh Umur, Jenis Kelamin dan Pengetahuan Terhadap Perilaku Anak dalam Pemeliharaan Kebersihan Gigi dan Mulut Di Pusat Pengembangan Anak (PPA) IO-641 Agape Sikumana Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. Poltekkes Kupang, 71–79.

Kemenko PMK (2022) Pemerintah Perkuat Program Literasi Secara Menyeluruh, Kementerian Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan Republik Indonesia. Tersedia pada: https://www.kemenkopmk.go.id/pemerintah-perkuat-program-literasi-secara-menyeluruh (Diakses: 7 September 2022).

Pranatawijaya, V. H. et al. (2019) “Penerapan Skala Likert dan Skala Dikotomi Pada Kuesioner Online,” Jurnal Sains dan Informatika, 5(2), hal. 128–137. doi: 10.34128/jsi.v5i2.185. (Diakses: 21 November 2021).

Purwo, S. (2017) “Peran Gerakan Literasi Sekolah Dalam Pembelajaran Kreatif-Produktif Di Sekolah Dasar,” Dewantara Journal of Chemical Information and Modeling, 3(1), hal. 85–103. (Diakses: 12 November 2021).

Rahman, H. et al. (2021) “Penguatan Promosi Kesehatan melalui Literasi Kesehatan pada Santri,” Idea Pengabdian Masyarakat, 1(01), hal. 25–30. Tersedia pada: https://ideapengabdianmasyarakat.ideajournal.id/index.php/ipm/article/view/16. (Diakses: 10 Januari 2022).

Restyandito dan Kurniawan, E. (2018) Pemanfaatan Teknologi oleh Orang Lanjut Usia di Yogyakarta. “Sistem Informasi Data Usia Tua Berbasis Website,” (December 2017), hal. 49–53. Tersedia pada: https://www.researchgate.net/publication/323734276_Pemanfaatan_Teknologi_oleh_Orang_Lanjut_Usia_di_Yogyakarta.

Rohmah, N., Safika, S. A. dan Muhidin, M. A. (2022) “Pelatihan dan pembentukan klub majalah dinding sebagai upaya peningkatan literasi kesehatan pada siswa SMPN 39 Samarinda Semua jenjang Pendidikan di Indonesia telah dipengaruhi oleh pandemi Covid-19 dalam Panduan Penyelenggaraan Pembelajaran di Masa Pandemi Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) dan juga Instruksi Menteri dalam Negeri Nomor 14 Tahun 2021 , pembelajaran,” 3(2), hal. 92–104. doi: 10.32539/Hummed.V3I2.81.

Romadoni, R. (2017) “Pengaruh Status Sosial Ekonomi Dan Pendidikan Pengelolaan Keuangan Di Keluarga Terhadap Literasi Keuangan Siswa Smk Negeri 1 Surabaya,” Jurnal Ekonomi Pendidikan Dan Kewirausahaan, 3(1), hal. 22. doi: 10.26740/jepk.v3n1.p22-34.

Salam, E. S. (2017) “Membangun Budaya Literasi Melalui Mata Kuliah Bahasa Indonesia Sebagai Media Revolusi Mental Generasi Produktif,” Didaktika, 11(2), hal. 158–170. doi: 10.30863/didaktika.v11i2.163. (Diakses: 30 November 2021).

Sari, E. S. dan Pujiono, S. (2017) “Budaya Literasi di Kalangan Mahasiswa FBS UNY,” Litera, 16(1), hal. 105–113. (Diakses: 6 November 2021).

Sayekti, A. C. dan Nurhayati, F. (2020) “Perbandingan Perilaku Kesehatan Antara Siswa Jurusan IPA dan IPS SMA Negeri di Kota Surabaya,” Jurnal Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, 8(1), hal. 215–220. Tersedia pada: https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-pendidikan-jasmani/article/view/34183/30449. (Diakses: 30 November 2021).

Setiawan, E. (2021) Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) Online, Hak Cipta Badan Pengembangan dan Pembinaan Bahasa (Pusat Bahasa). Tersedia pada: https://kbbi.web.id (Diakses: 9 Agustus 2022).

Siti Maulani, Fanny Rizkiyani dan Sari, D. Y. (2021) “Pemahaman Orang Tua Mengenai Gizi Seimbang pada Anak Usia 4-5 Tahun,” Kiddo: Jurnal Pendidikan Islam Anak Usia Dini, 2(2), hal. 154–168. doi: 10.19105/kiddo.v2i2.4186. (Diakses: 12 Januari 2022).

Soenaryati, N.S. and Rachmani, E. (2019) E-Health Literacy (E-Heals) Mahasiswa: Mudah Mengakses Informasi, Sulit Membuat Keputusan Terkait Kesehatan, Asian Health Literacy Association (AHLA) Indonesia Office Universitas Dian Nuswantoro. Available at: https://ahla-indonesia.dinus.ac.id/2019/12/12/e-health-literacy-eheals-mahasiswa-mudah-mengakses-informasi-sulit-membuat-keputusan-terkait-kesehatan/.

Sudiapermana, E. (2012) “Pendidikan Informal,” Jurnal Pendidikan Luar Sekolah, 4(2).

Sugiyanto (2014) “Yogyakarta Kota Pendidikan dan Ekonomi Alternatif,” Jurnal Cakrawala Pendidikan, 3(3), hal. 523–547. doi: 10.21831/cp.v3i3.7594. (Diakses: 1 Desember 2021).

Suryanto, E. S. dan Sucipto, E (2015) “Perilaku Hidup Sehat Members Fitness Center GOR FIK UNY,” Medikora, 14(1). doi: 10.21831/medikora.v14i1.4573.

Syafitri, D. U. dan Rahmah, L. (2021) “Pelatihan Konselor Sebaya Daring Untuk Meningkatkan Literasi Kesehatan Mental Siswa di SMA Islam XY Semarang,” Gadjah Mada Journal of Professional Psychology (GamaJPP), 7(1), hal. 39. doi: 10.22146/gamajpp.62299.

Syah, M. F., Winarno, R. A. J. dan Ahya, D. G. (2020) “Literasi Kesehatan dalam Penanggulangan Pandemik COVID-19,” Jurnal AKRAB, XI(1), hal. 70–76. (Diakses: 30 November 2021).

Toar, J. M. (2020) “Faktor Yang Mempengaruhi Literasi Kesehatan Pada Penderita Diabetes Melitus Tipe 2 Di Kota Manado,” Jurnal Keperawatan, 8(2), hal. 1–8. doi: 10.35790/jkp.v8i2.32327. (Diakses: 21 November 2021).

Vionalita, G. (2020) Modul Metodologi Penelitian Kuantitatif (KSM361). Bekasi: Universitas Esa Unggul - LMSSPADA Kemdikbud. Available at: https://lmsspada.kemdikbud.go.id/pluginfile.php/548169/mod_resource/content/1/Modul metlit kuanti part 11.pdf.

Widodo (2020) Penyelenggaraan Pendidikan Orang Tua: Pasca Pemberlakuan PERMENDIKBUD Nomor 9 Tahun 2020. 1 ed. Jakarta: Pusat Penerbitan Kebijakan, Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Diakses: 9 Agustus 2022).

Wijhati, E. R., Pratiwi, M. L. dan Nuzuliana, R. (2020) “Strategi Literasi Kesehatan Reproduksi Remaja di Pusat Informasi dan Konseling Remaja Man 1 Yogyakarta the Stategy of Adolescent Reproductive Health Literation in Youth Information and Counseling Center Man 1 Yogyakarta,” Media Ilmu Kesehatan, 9(1), hal. 32–39. Tersedia pada: https://ejournal.unjaya.ac.id/index.php/mik/article/view/325. (Diakses: 17 November 2021).

Wong, D.K.K. and Cheung, M.K. (2019) ‘Online Health Information Seeking and eHealth Literacy Among Patients Attending a Primary Care Clinic in Hong Kong: A Cross-Sectional Survey’, Journal of Medical Internet Research, 21(3). Available at: https://doi.org/10.2196/10831.

Yunita (2017) Penyebaran Informasi Hoax Menimbulkan Keresahan di Masyarakat, Kominfo. Tersedia pada: https://kominfo.go.id/content/detail/9058/penyebaran-informasi-hoax-menimbulkan-keresahan-di-masyarakat/0/sorotan_media (Diakses: 26 April 2022).

Zeuny, Frista. (2019) Orang Tua Berpengaruh dalam Tumbuh Kembang Anak, Kemdikbud. Tersedia pada: https://pauddikmasdiy.kemdikbud.go.id/artikel/orang-tua-berpengaruh-dalam-tumbuh-kembang-anak/ (Diakses: 20 Juni 2022).

PENGAWASAN DI SANDI BLOK LINEAR DENGAN JARINGAN SYARAF TIRUAN PERAMBATAN BALIK

Wiwien Widyastuti[1]
[1]*Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma*
Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, DIY, Indonesia
Email : wiwien@usd.ac.id

Abstrak Sandi blok linear merupakan kelas penting pada sandi koreksi kesalahan yang digunakan untuk mengoreksi kesalahan terutama pada komunikasi digital dan sistem penyimpanan data. Sandi koreksi kesalahan bertujuan untuk mengurangi probabilitas kesalahan bit. Pengawasandi sandi blok linear biasanya menggunakan metode perhitungan syndrome dan penempatan coset leader untuk menentukan pola kesalahan. Pengawasandian dilakukan dengan mencocokkan *syndrome* dengan pola kesalahan dengan cara *look-up table*. Metode ini disebut dengan *syndrome decoding*. Makalah ini akan mempresentasikan alternatif metode untuk mengawasandi sandi blok linear yaitu dengan jaringan syaraf tiruan perambatan balik. Jaringan syaraf tiruan perambatan balik dilatih agar dapat mengenali pola input pada pengawasandi yaitu sandi blok linear (7,4) dan target berupa pesan asli. Jaringan yang sudah dilatih diuji dengan 1000 bit data random. Simulasi kanal yang digunakan adalah *Binary Symetric Channel* (BSC) dengan variasi nilai probabilitas kesalahan. Berdasarkan hasil pengamatan, pengawasandi dengan jaringan syaraf tiruan dapat mengurangi Bit Error Rate (BER) rata-rata sebesar 29,5%

Kata kunci: Pengawasandi, sandi blok linear, jaringan syaraf tiruan perambatan balik, BER

LINEAR BLOCK CODE DECODER WITH BACKPROPAGATION NEURAL NETWORK

Wiwien Widyastuti[1]
[1]*Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma*
Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, DIY, Indonesia
Email : wiwien@usd.ac.id

Abstract Linear block code are an important class of error correction code which are used to correct errors especially in digital communication and data storage systems. Error correction code aim to reduce the probability of bit errors. The decoder of linear block code usually uses the syndrome calculation method and the coset leader placement to determine the error pattern. Supervision is carried out by matching the syndrome with the error pattern by means of a look-up table. This method is called syndrome decoding.This paper will present an alternative method for decoding linear block code by using a back propagation neural network. The

back propagation neural network is trained in order to recognize the input pattern in the form of the linear block code (7.4) and the target in the form of the original message.The network that has been trained is tested with 1000 bits of random data. The channel simulation used is Binary Symmetric Channel (BSC) with various error probability values. Based on observations, linear block code with artificial neural networks decoder can reduce the Bit Error Rate (BER) by an average of 29.5%

Keywords: decoder, linear block code, backpropagation neural network, BER

Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang sangat pesat membutuhkan suatu sistem yang semakin handal. Pada bidang telekomunikasi, proses transmisi data dan penyimpanan data merupakan hal yang sangat penting dan terus dikembangkan supaya unjuk kerjanya semakin baik. Salah satu masalah pada proses transmisi data adalah data yang dikirim oleh pengirim kemungkinan besar berbeda dengan data yang diterima oleh penerima. Hal tersebut disebabkan oleh derau dan fading pada jalur transmisi.

Penyandian kanal (*channel coding*) adalah suatu perancangan transformasi sinyal untuk meningkatkan unjuk kerja dengan membuat sinyal yang dikirimkan lebih tahan terhadap efek pelemahan kanal, seperti derau, *fading* dan *jamming*. Biasanya tujuan dari penyandian kanal adalah untuk mengurangi probabilitas kesalahan bit (P_B), atau mengurangi kebutuhan E_b/N_0 (Sklar, 1988).Salah satu metode penyandian kanal adalah dengan menggunakan *error-correcting codes* (sandi koreksi kesalahan). Sandi ini akan mengubah data digital yang akan dikirimkan ke suatu bentuk sandi tertentu dengan menambahkan sejumlah bit yang disebut bit paritas. Kemudian pada sisi penerima sandi tersebut akan di-awasandikan untuk mendapatkan data aslinya kembali. Pengawandi mempunyai kemampuan otomatis untuk mengoreksi kesalahan yang terjadi pada data yang diterima.

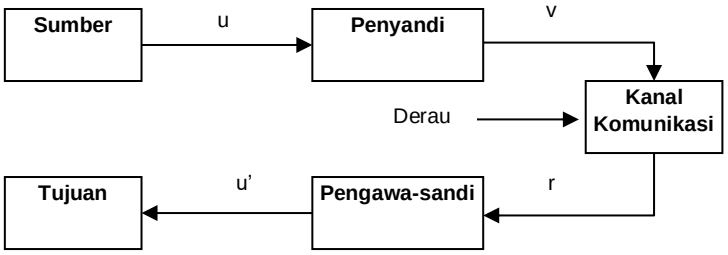
Sandi blok linear merupakan suatu kelas dari sandi periksa paritas yang dapat dituliskan dengan notasi (n,k). Penyandi akan mengubah blok digit pesan k (vektor pesan) ke dalam blok digit kata sandi, n, (vektor sandi) yang lebih panjang.(Sklar,1988)

Jaringan syaraf tiruan merupakan sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik kinerja yang mirip dengan syaraf biologis (Siang,2005). Jaringan syaraf tiruan telah banyak diaplikasi untuk berbagai masalah salah satunya adalah untuk pengenalan pola. Sehingga semestinya pula jaringan syaraf tiruan juga dapat digunakan sebagai pengawasandi untuk mengoreksi kesalahan Berdasarkan hal tersebut di atas, paper ini akan mempresentasikan suatu pengawasandi sandi blok linear dengan jaringan syaraf tiruan perambatan balik. Sandi yang akan diuji coba adalah sandi blok linear (7,4).

Diagram Blok Sistem Pengiriman Data

Secara sederhana sistem pengiriman data pada sistem penyandian dapat digambarkan dalam blok diagram seperti Gambar 1.

Penyandi kanal akan mengubah informasi u ke *code word* (kata sandi) v. Kemudian v akan dikirimkan melewati kanal yang terpengaruh oleh derau sehingga kemungkinan v berubah menjadi r. Di sisi pengawasandi, r diawasandikan kembali menjadi u’ (hasil estimasi dari informasi yang dikirimkan (Sklar, 1988).



Gambar 1. Model sederhana pada sistem penyandian

Paper ini akan membahas bagian pengawasandi.

Sandi Blok Linear

Sandi blok linear adalah sandi dengan panjang *n* dan 2^k kata sandi, disebut sandi linear (*n*,*k*). Penyandi mengubah *k* bit pesan (vektor pesan) menjadi blok yang lebih panjang yaitu n bit kata sandi (vektor sandi). Sandi blok biner dikatakan linear jika dan hanya jika penjumlahan modulo 2 kata sandi juga merupakan kata sandi Proses penyandian masing-masing sandi ke dalam suatu blok n bit yang terdiri dari k bit vektor pesan dan (*n*-*k*) bit periksa paritas (Sklar, 1988).

Pesan *k*-bit membentuk 2^k runtun pesan yang berbeda disebut sebagai *k-tuple*. Blok n-bit dapat membentuk 2^n runtun yang berbeda disebut sebagai *n-tuple*. Prosedur penyandian menjadikan tiap 2^k pesan *k-tuple* menjadi salah satu 2^n *n-tuple*. Sandi blok mewakili pasangan satu ke satu, di mana 2^k pesan *k-tuple* dipetakan secara unik ke dalam set baru 2^k kata-sandi *n-tuple*. Pemetaan dapat dikerjakan dengan tabel *look-up*. Untuk sandi linear, peta pengubahannya linear (Sklar, 1988)

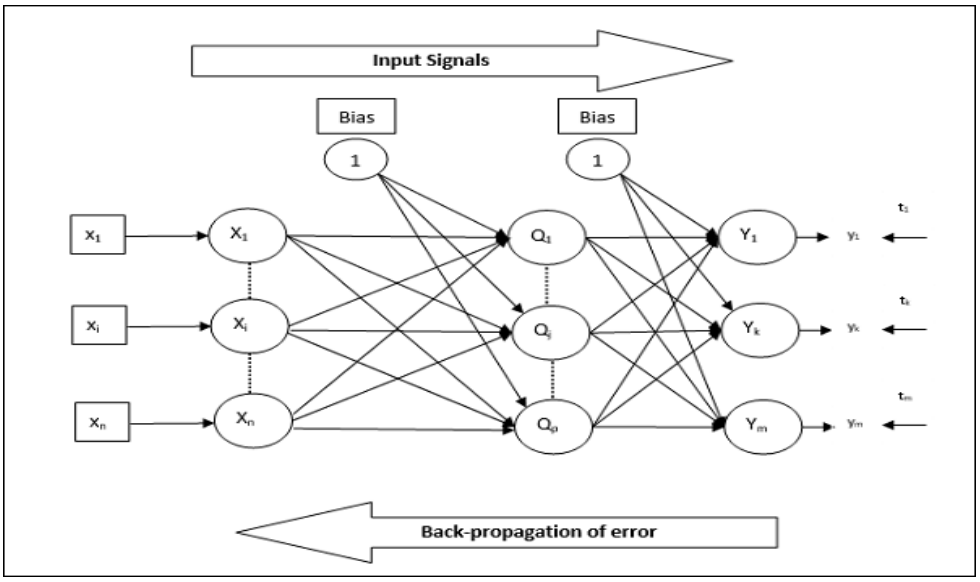
Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik

Jaringan perambatan balik adalah jaringan lapis jamak, yang dilatih dengan algoritma perambatan galat balik (*Back Error Propagation*) atau sering disebut algoritma perambatan balik (*backpropagation*) saja. Tujuan dari jaringan adalah untuk melatih jaringan agar mampu menanggapi secara benar pola-pola masukan yang digunakan saat pelatihan (mengingat) dan mampu memberikan tanggapan yang baik untuk pola-pola yang mirip tetapi tidak sama dengan pola-pola pelatihan (generalisasi). Pelatihan jaringan dengan perambatan balik meliputi tiga tahap, pertama adalah tahap maju (*feedforward*) untuk input pola pelatihan, kedua adalah

perhitungan dan perambatan balik dari galat yang bersangkutan dan yang terakhir adalah penyesuaian bobot. Setelah pelatihan, aplikasi jaringan hanya meliputi komputasi dari tahap maju (Siang, 2005)

Arsitektur yang digunakan adalah jaringan perceptron lapis banyak (*multilayer perceptrons/MLP*). Secara umum, algoritma jaringan ini membutuhkan waktu pembelajaran yang memang lambat, namun setelah pembelajaran/pelatihan selesai, aplikasinya akan memberikan output yang sangat cepat.

Gambar 2 menunjukkan diagram dari jaringan tiga lapis yaitu lapisan masukan, lapisan tersembunyi dan lapisan keluaran. Secara sederhana, jaringan lapis jamak adalah jaringan perceptron yang bertingkat. Keluaran dari jaringan pertama merupakan masukan jaringan kedua, dan keluaran jaringan kedua merupakan masukan jaringan ketiga. Tiap lapis dapat memiliki jumlah neuron yang berbeda, bahkan dapat juga memiliki *transfer function/activation function* (fungsi aktivasi) yang berbeda pula.



Gambar 2. Contoh arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan Balik

Fungsi aktivasi untuk jaringan perambatan balik harus mempunyai karakteristik penting yaitu, harus kontinyu, dapat diturunkan (*differentiable*) dan *monotonically nondecreasing*.

Metode

Penentuan Sandi Blok linear (n,k)

Sandi blok linear yang digunakan merupakan sandi blok linear (7,4). Pesan dalam bentuk vektor pesan 4-tuple akan disandikan dalam bentuk vektor sandi 7-tuple. Vektor sandi U dapat dibangkitkan dengan menggunakan matriks generator G dari suatu vector pesan m. Pembangkitan vektor sandi, U, ditulis dalam notasi matriks sebagai perkalian antar m dan G, sebagai berikut :

$$U = mG \quad \text{.....(1)}$$

Matriks generator G yang akan digunakan untuk membangkitkan vektor sandi adalah sebagai berikut :

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{.....(2)}$$

Pasangan vektor pesan dan vektor sandi yang dibangkitkan matriks generator dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pasangan vektor pesan dan vector sandi blok linear (7,4)

Vektor Pesan	Vektor Sandi
0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0	1 1 0 1 0 0 0
0 1 0 0	0 1 1 0 1 0 0
1 1 0 0	1 0 1 1 1 0 0
0 0 1 0	1 1 1 0 0 1 0
1 0 1 0	0 0 1 1 0 1 0
0 1 1 0	1 0 0 0 1 1 0
1 1 1 0	0 1 0 1 1 1 0
0 0 0 1	1 0 1 0 0 0 1
1 0 0 1	0 1 1 1 0 0 1
0 1 0 1	1 1 0 0 1 0 1
1 1 0 1	0 0 0 1 1 0 1
0 0 1 1	0 1 0 0 0 1 1
1 0 1 1	1 0 0 1 0 1 1
0 1 1 1	0 0 1 0 1 1 1
1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1

Sandi blok linear (7,4) mempunyai jarak Hamming minimum (dmin)=3 sehingga sandi ini mempunyai kemampuan koreksi sebanyak 1 bit pada setiap bloknya.

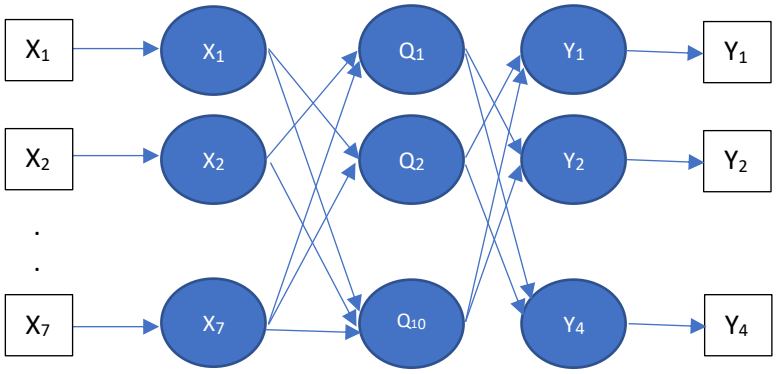
Setelah dikirimkan melewati kanal transmisi, kemungkinan sandi yang diterima di sisi penerima akan mengalami kesalahan. Pengawasandi di sisi penerima bertugas untuk mengembalikan vektor sandi ke vektor pesan semula.

Perancangan Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan untuk pengawasandi sandi blok linear (7,4) dirancang menggunakan sebuah lapisan tersembunyi dan sebuah lapisan keluaran. Jumlah neuron masukan sama dengan panjang vektor sandi yaitu 7 neuron. Neuron tersembunyi berjumlah 10 neuron. Jumlah neuron keluaran sama dengan panjang vektor pesan k. Arsitektur jaringan yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.

Pelatihan Jaringan

Setelah arsitektur jaringan terbentuk, selanjutnya ada melatih jaringan. Algoritma pelatihan menggunakan algoritma perambatan balik. Pada fase pelatihan, masukan yang digunakan adalah seluruh vektor sandi yang valid dan seluruh vektor sandi yang diberi kesalahan 1 bit.

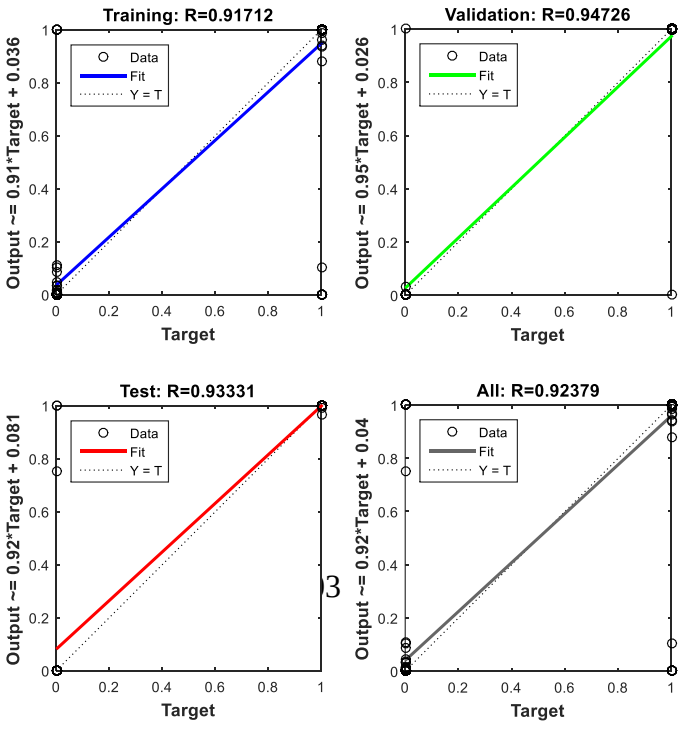


Gambar 3. Arsitektur Jaringan syaraf tiruan untuk pengawasandi blok linear (7,4)

Pengujian Pengawasandi

Pengawasandi dari jaringan hasil pelatihan selanjutnya diuji dengan menggunakan vektor uji. Vektor uji dibentuk dengan membangkitkan vektor pesan secara random sebesar 1000 bit. Vektor pesan ini kemudian disandikan dengan sandi blok linear(7,4) dengan matriks generator pada persamaan …Vektor sandi kemudian disimulasikan melewati *Binary Symmetric Channel* (BSC) dengan memberikan variasi probabilitas kesalahan bit sebesar 0 ; 0,01; 0,02 ; 0,03 ; 0,04; 0,05 ; 0,06 ; 0,07 ; 0,08 ; 0,09 ; 0,10 ; 0,11 ; 0,12 ; 0,13 ; 0,14; 0,15.

Hasil dan Pembahasan

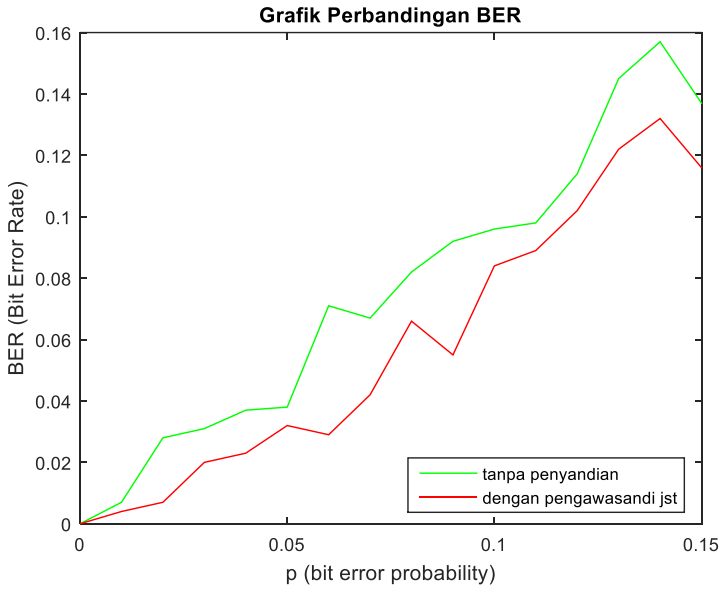


Gambar 4. Hasil Regresi Proses Pelatihan Jaringan

Pelatihan jaringan

Pada fase pelatihan jaringan, hasil regresi antara target dan keluaran jaringan pada proses pelatihan, validasi dan pengujian dapat dilihat pada gambar 4. Dari hasil regresi ketiga proses tersebut menunjukkan bahwa koefisien korelasi (r) cukup tinggi, masing-masing di atas 0.9. Sedangkan koefisien korelasi keseluruhan adalah 0,92379 yang menunjukkan bahwa output jaringan sudah baik karena cukup cocok dengan target. MSE (*Mean Squared Error*) yang diperoleh sebesar 0.026396

Pengujian Pengawasandi



Gambar 5. Grafik Perbandingan BER

Pengujian pengawasandi dilakukan dengan mengambil 2 macam data pengamatan. Pengamatan pertama diperoleh dengan membangkitkan data random sebesar 1000 bit. Data disandikan dengan sandi blok linear (7,4) kemudian disimulasikan melewati *Binary Symmetric Channel* dengan menggunakan probabilitan kesalahan bit yang bervariasi. Sandi yang sudah melalui tahap BSC kemudian diawasandikan dengan jaringan syaraf tiruan hasil pelatihan dan hitung nilai BER (Bit Error Rate)-nya. Gambar… merupakan grafik perbandingan hasil

perhitungan BER untuk data yg tidak disandikan dan utk data yang disandikan dengan sandi blok linear(7,4) dan diawasandikan dengan jaringan syaraf tiruan.

Dari grafik gambar 5 tampak bahwa pengawasandi jaringan syaraf tiruan dapat menurunkan BER rata-rata sebesar 29,5 %.

Hasil pengamatan berikutnya adalah simulasi jaringan dengan input berupa keseluruhan vektor sandi yang masing-masing diberi kesalahan 1 bit pada posisi tertentu, sehingga banyaknya data setiap percobaan sebanyak 7x16=112 bit dengan pemberian kesalahan sebanyak 16 bit. Hasil simulasi tampak pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai BER dengan 1 bit kesalahan

Posisi kesalahan	Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ke-4	Ke-5	Ke-6	Ke-7
BER	0	0.0156	0	0.0469	0.1250	0.0625	0.0625

Rata-rata BER tabel 2 adalah sebesar 0.0391. Dengan memberikan simulasi kesalahan 1 bit tiap blok sandi, diperoleh BER yang sangat kecil. Hal ini berkaitan dengan kemampuan dari sandi blok linear(7,4) yang hanya dapat mengoreksi kesalahan sebesar 1 bit tiap bloknya.

Kesimpulan

Pengawasandi sandi blok linear(7,4) dapat dibuat dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan perambatan balik. Pengawasandi ini dapat menurunkan BER rata-rata sebesar 29,5%.

Daftar Pustaka

Atif Haroon, Fahad Hussain, Muhammad Raheel Bajwa (2012). Decoding of Error Correcting codes Using Neural Networks, School of Engineering Blekinge Institute of Technology, Sweden

A. Hamalainen and J. Henriksson (1999). A Recurrent Neural Decoder for Convolutional Codes. In Proc. of 1999 IEEE Interna. Con. on Comm.., Vancouver, Canada, June 6 – 10, 1999, pp. 1305 - 1309.

Chapra, S.C.(2010). Numerical Methods for Engineers. McGrawHill.

Ibnkahla,M.(2000).Applications of Neural Networks to Digital Communications–a Survey”, Signal Processing 80, Elsevier Science B.V., pp. 1185 – 1215, 2000

Loren Peter Lugosch. (2018). Learning Algorithms for Error Correction. Thesis submitted to McGill University, Montreal, Quebec, Canada.

Robert H. Morelos-Zaragoza(2002). The art of error correcting coding. John Wiley & Sons,Ltd.

Mohammad H. Taghavi N. and Paul H. Siegel. (2006) Adaptive linear programming decoding.

Sklar, B. (1988). Digital Communications Fundamental and Applications. PTR Prentice Hall, New Jersey.

Siang, J.J.(2005). Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab. Andi, Yogyakarta.

PENGEMBANGAN ALAT PERAGA TABUNG ZAT MATERI ZAT TUNGGAL DAN CAMPURAN TEMA 9 SUBTEMA 1 UNTUK SISWA KELAS V SD

Elizabeth Daniar Ratih Nursanti[1)], Kintan Limiansih[2)], Ignatius Edi Santosa[3)]
[1,2,3]Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sanata Dharma
Email: [1]daniarratih@gmail.com, [2]kintan@usd.ac.id, [3]edi@usd.ac.id

Abstract

According to Carol Nancarrow, this study aimed to develop good quality substance tube props using quality props indicators. The current research uses the research and development (R&D) type. The model used is Branch (2009) which includes five stages of development: analysis, design, development, implement, and evaluation (ADDIE). The substance tube props have very good quality, indicated by the validation results of teaching props based on the quality teaching props indicators according to Carol Nancarrow which include growth-oriented, transferable, time-efficient, result oriented, essential, feasible, engaging, and functional with a mean presentation of 93% including the very good category. The observation results of students' soft skills obtained an average score of 92, including the very good category and the average score for hard skills of 89, including the good category. Thus, the substance tube teaching aids have very good quality and help students understand the material of single substances and mixtures.

Keywords: *Research and Development, ADDIE model, teaching props, single and mixed substances, Science.*

PENDAHULUAN

Pembelajaran dan belajar merupakan kegiatan yang bertujuan untuk mencapai sebuah tujuan yang ingin dicapai berdasarkan ketentuan yang sudah ditetapkan. Keduanya saling berhubungan. Belajar dipahami sebagai aktivitas individu yang senantiasa berubah sebagai akibat dari proses interaksi bersama lingkungannya (Pane dkk, 2017: 334). Secara sederhana, pembelajaran diartikan sebagai interaksi secara berkesinambungan antara peserta didik, sumber belajar dan pendidik untuk saling bertukar informasi pada lingkungan belajar tertentu (Achjar dalam Hosnan, 2014). Proses ini ditandai dengan adanya interaksi yang membangun dengan melibatkan komponen-komponen utama dalam pembelajaran yakni, siswa, sumber belajar, serta pendidik.

Semua siswa di jenjang Sekolah Dasar (SD) perlu dilibatkan dalam pembelajaran sains untuk mendapatkan pembelajaran kemampuan berpikir kritis, analitis, kreatif, dan sistematis. '*Natural Science'* (IPA) ialah cabang pengetahuan

yang mempelajari berbagai fenomena yang ada di alam. Trianto (2010: 136) menjelaskan IPA mengacu pada cara belajar tentang ilmu alam. IPA juga dideskripsikan sebagai kumpulan pengetahuan tentang benda dan gejala alam yang didapatkan dari hasil gagasan dan penelitian yang dilangsungkan oleh para ilmuwan dengan menggunakan keterampilan eksperimental dan metode ilmiah (Pudjiadi, 2005). Keterampilan proses sangat diperlukan dalam pembelajaran IPA yang bertujuan untuk mengembangkan pengetahuan dan kreativitas dengan melibatkan keterampilan kognitif, manual dan sosial (Rustaman, 2003: 23). Keterampilan kognitif pada siswa terlihat ketika siswa melakukan tugas yang melibatkan otak, keterampilan manual pada siswa terlihat ketika mengoperasikan alat, melakukan pengukuran ataupun perakitan alat, sedangkan kemampuan sosial pada siswa terlihat ketika terjalinnya komunikasi ketika berdiskusi di dalam kelompok.

Keterampilan proses sains menurut Kemendikbud (2013: 215) meliputi (1) keterampilan dalam mengamati yaitu menggunakan alat indra yang dimiliki dengan sebanyak mungkin sehingga terkumpul fenomena yang relevan dari hasil pengamatan; (2) Keterampilan dalam mengklasifikasi yaitu menemukan perbedaan, persamaan serta melakukan penggolongan dari hasil pengamatan dan mencatatnya secara terpisah; (3) Keterampilan dalam menafsirkan yaitu menghubungkan hasil pengamatan sehingga membentuk sebuah pola yang dapat disimpulkan; (4) Keterampilan dalam meramalkan yaitu mengungkapkan keadaan yang terjadi sebelum dilakukan pengamatan menggunakan pola hasil pengamatan; (5) Keterampilan dalam mengajukan pertanyaan yaitu bertanya apa, mengapa dan bagaimana berdasar dari latar belakang pengamatan; (6) Keterampilan dalam merumuskan hipotesis yaitu memecahkan permasalahan dengan memperoleh lebih banyak fakta untuk menjelaskan suatu kejadian; (7) Keterampilan dalam merencanakan suatu percobaan yaitu menentukan apa yang akan diukur, diamati dan dicatat; (8) Keterampilan dalam menggunakan alat/bahan yaitu mengetahui alasan dari menggunakan alat/bahan dan cara menggunakannya; (9) Keterampilan dalam menerapkan konsep yaitu menggunakan konsep yang telah dipelajari untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi; (10) Keterampilan dalam berkomunikasi yaitu mengkomunikasikan hasil percobaan melalui membaca grafik, menggambarkan data hasil pengamatan dan mendiskusikan suatu peristiwa dari hasil pengamatan.

Alat peraga merupakan perangkat yang dapat membantu proses pembelajaran yang digunakan untuk menjelaskan suatu materi pelajaran bertujuan agar mudah dipahami oleh siswa (Arsyad, 2013: 9). Menurut Nancarrow (2009:407) *“a learning tool is an instrument designed to be used by learners to provide a structure for growing learning skills and collect data systematically about key information”.* Alat peraga dirancang untuk siswa dalam hal pembelajaran untuk menumbuhkan keterampilan belajar siswa dengan mengumpulkan data untuk mendapatkan informasi yang faktual. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa alat peraga merupakan alat bantu konkret dalam dunia pendidikan yang dapat digunakan oleh guru untuk merangsang perhatian siswa dalam mendorong proses belajar siswa serta membantu siswa agar lebih mudah mempelajari materi.

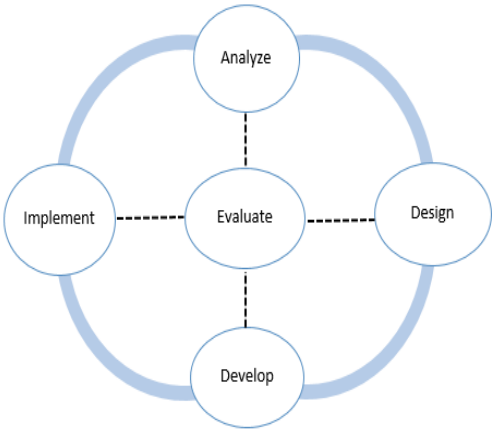
Peneliti berminat dan tertarik untuk mengembangkan alat peraga “Tabung Zat” pada materi zat tunggal dan campuran berdasarkan indikator alat peraga yang berkualitas menurut Nancarrow (2009:410) yang meliputi *growth-oriented, transferable, time-efficient, result oriented, essential, feasible, engaging,* dan *functional*. Nancarrow (2009:409) menjelaskan *“Since a learning tool should be chosen to meet some learning need, it should be assessed by how well it meets that need”*. Alat peraga dibuat untuk memenuhi kebutuhan belajar siswa Sekolah Dasar (SD) dan perlu adanya penilaian untuk melihat kualitas alat peraga yang dibuat dalam memenuhi kebutuhan tersebut. Alat peraga ini penting dikembangkan berdasarkan hasil ketika melakukan wawancara kepada guru kelas V di SD Kanisius Kalasan yang menjumpai kesulitan dalam mengajarkan materi IPA sehingga membutuhkan media pembelajaran berupa alat peraga. Kegiatan analisis kebutuhan yang dilakukan kepada 33 siswa kelas VI sebanyak 72,7% siswa mengalami kesulitan belajar IPA pada materi zat tunggal dan campuran karena ketika pembelajaran di dalam kelas, guru kurang mengaplikasikan alat peraga kepada siswa. Oleh karena itu, dibutuhkan alat bantu bagi siswa dalam pembelajaran berupa media yang dapat membantu memahami materi kepada siswa seperti alat peraga. Selain itu siswa membutuhkan pengalaman sehari-hari untuk melibatkan proses kognitif siswa (Adams & Wieman, 2015).

Penelitian mengenai zat tunggal dan campuran dalam pembelajaran IPA di Sekolah Dasar (SD) sudah diteliti oleh beberapa peneliti di antaranya Royce (2017) meneliti sifat-sifat zat dan uji reaksi zat dengan berbagai cairan. Gumelar, Rukayah, dan Atmojo (2018) meneliti pemahaman konsep zat tunggal dan campuran menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *two stay two stray*. Hayati, Zahara dan Nurhayati (2019) meneliti kreativitas siswa menggunakan model *Project Based Learning* dalam materi zat tunggal dan campuran. Mosely dan Whitworth (2021) meneliti tentang zat berdasarkan kepadatannya. Novayana, Margunayasa, Renda (2021) mengembangkan e-modul interaktif muatan IPA pada materi zat tunggal dan zat campur. Yulihendri (2021) meneliti hasil belajar siswa menggunakan model pembelajaran kooperatif tipe *Think, Talk, Write* (TTW) pada materi zat tunggal dan zat campur.

Beberapa penelitian di atas banyak meneliti tentang pembelajaran IPA yang menggunakan berbagai macam model pembelajaran kooperatif. Pentingnya alat peraga dalam pembelajaran IPA sejalan dengan pendapat Piaget dimana pada tahap operasional konkret, siswa sudah dapat menggunakan pikiran mereka untuk berpikir secara runtut dan logis tentang hal-hal yang konkret atau realistis. Alat peraga dalam pelajaran IPA membantu siswa menerima dan menafsirkan pengetahuan melalui benda konkrit sehingga pembelajaran yang dijumpai mendekati dunia nyata. Dengan demikian, kebaruan dari penelitian ini lebih difokuskan pada pengembangan alat peraga tabung zat pada materi zat tunggal dan campuran untuk siswa kelas V SD. Penelitian ini secara khusus bertujuan untuk dikembangkannya alat peraga tabung zat dalam materi zat tunggal dan campuran untuk siswa kelas V SD dan mengetahui kualitas alat peraga tabung zat yang dikembangkan.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) ialah jenis penelitian tentang pengembangan produk yang baru atau memodifikasi produk yang telah ada, kemudian dilakukan pengujian secara terstruktur untuk dievaluasi dan direvisi hingga menghasilkan produk berdasarkan indikator alat peraga yang berkualitas. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan jenis penelitian *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE meliputi tahapan *Analysis, Design, Develop, Implement and Evaluate.*



Gambar 1. Langkah-Langkah Model Pengembangan ADDIE
Sumber: Branch (2009: 2)

Tahap *analysis* dilakukan untuk mengidentifikasi persoalan yang dinilai penting untuk melihat permasalahan yang terjadi dalam pembelajaran IPA. Tahap *design* dilakukan perancangan alat peraga tabung zat berdasarkan indikator alat peraga yang berkualitas meliputi *growth-oriented, transferable, time-efficient, result oriented, essential, feasible, engaging,* dan *functional* (Nancarrow, 2009:410). Tahap *develop* merealisasikan alat peraga tabung zat serta melaksanakan validasi untuk memperoleh pendapat terkait kesiapan alat peraga yang dikembangkan. Tahap *implement* pelaksanaan uji coba terbatas kepada 25 siswa kelas V yang berlokasi di SD Kanisius Kalasan, jalan Solo KM 13, Kringinan, Tirtomartani, Kecamatan Kalasan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Tahap *evaluate* dilakukan untuk melihat hasil belajar dari objek yang diteliti setelah menggunakan produk apakah tercapai dan sesuai dengan standar penilaian. Tahap evaluasi diperlukan untuk mengawali, mempelajari dan

menyimpulkan pada setiap proses tahapan ADDIE sebagai tujuan untuk meningkatkan kualitas produk dan proses yang dikembangkan.

Terdapat dua macam teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yakni teknik analisis data kuantitatif dan analisis data kualitatif. Sedangkan untuk memperoleh data kuantitatif maka dilakukan observasi, analisis validasi alat peraga, analisis validasi rancangan pembelajaran, kuesioner respon siswa, dan hasil tes. Data kualitatif diperoleh dari hasil wawancara, observasi, hasil analisis penilaian alat peraga, analisis penilaian rancangan pembelajaran, hasil respon siswa, dan hasil tes. Instrument tes diberikan kepada 25 siswa kelas V sebagai subjek dalam penelitian. Peneliti menggunakan acuan dari Buku Panduan Penilaian SD (2018: 24) untuk memperoleh hasil dari penilaian observasi dan tes siswa menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Skor} = \frac{Jumlah\ Jawaban\ yang\ Benar}{Jumlah\ Soal} \text{x } 100$$

Rentang skor untuk menentukan kategorisasi dari perhitungan hasil penilaian observasi dan tes evaluasi siswa menggunakan acuan dari Panduan Penilaian Untuk SD (2018:47) yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Kategorisasi Skor Hasil Penilaian Observasi dan Tes Siswa

No	Rentang Nilai	Nilai	Keterangan
1	90-100	A	Sangat Baik
2	80-89	B	Baik
3	70-79	C	Kurang
4	<70	D	Perlu Bimbingan

Hasil yang diperoleh dari validasi alat peraga dan rancangan pembelajaran dihitung menggunakan rerata penilaian sebagai berikut.

$$\text{Presentase Rata-rata} = \frac{Frekuensi\ Jawaban}{Jumlah\ Responden} \text{x } 100\%$$

Sedangkan untuk penilaian validasi alat peraga dan rancangan pembelajaran dikonversikan dalam beberapa kategori menggunakan acuan dari Arikunto (2016:245) dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2 Kategorisasi Persentase Hasil Penilaian Validasi

Rentang Nilai	Konversi	Kategori
80 – 100 %	A	Sangat Baik
70 – 79 %	B	Baik
60 – 69 %	C	Cukup
50 – 59 %	D	Kurang
0 – 49 %	E	Sangat Kurang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan awal yang dilakukan dalam prosedur pengembangan alat peraga adalah melakukan analisis kebutuhan dan wawancara kepada guru kelas V. Hasil yang diperoleh dari kegiatan wawancara dan analisis kebutuhan adalah penggunaan alat peraga di kelas dalam pembelajaran IPA belum maksimal karena banyak alat peraga yang rusak serta dibutuhkan alat peraga pembelajaran yang sesuai dengan materi yang dibutuhkan. Peneliti juga menemukan permasalahan sebanyak 72,7% siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi zat tunggal dan campuran tema 9 subtema 1 kelas V. Dari hasil wawancara dan analisis kebutuhan tersebut dijadikan pertimbangan bagi peneliti untuk mengembangkan alat peraga IPA. Tujuan dari pengembangan alat peraga ini adalah untuk membantu siswa mengelompokkan benda-benda yang termasuk zat campur homogen dan zat campur heterogen.

Tahapan kedua yang dilakukan adalah pembuatan desain. Peneliti merancang alat peraga, desain buku panduan penggunaan alat peraga, lembar validasi produk, dan lembar validasi perangkat pembelajaran. Ciri yang khas dari pengembangan alat peraga tabung zat yaitu didesain dengan memperhatikan karakteristik dari alat peraga yang berkualitas menurut Nancarrow (2009:410) yang meliputi *growth-oriented,* karena pada dasarnya perkembangan kognitif berlangsung dengan pesat pada anak SD dengan rentang usia 7 sampai 11 tahun. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Piaget (Slavin, 2011: 50-51) bahwa siswa sudah dapat menggunakan pikiran mereka untuk berpikir secara runtut dan logis. Oleh karena itu, alat peraga yang dikembangkan mampu melatih kemampuan siswa dalam penalaran, pengambilan keputusan dan berpikir secara akurat sesuai dengan karakteristik alat peraga yang berkualitas yaitu *growth-oriented.* Karakteristik alat peraga yang *transferable* ditunjukkan dengan dapat digunakan di berbagai situasi di dalam kelas maupun di luar kelas, alat peraga yang dikembangkan tetap dapat digunakan secara maksimal karena tidak melibatkan kondisi alam tertentu untuk mengoperasikan alat peraga tabung zat, hal ini sesuai dengan karakteristik alat peraga yang berkualitas yaitu *transferable.*

Time-efficient, menggunakan alat peraga yang sesuai dengan materi yang dibutuhkan mampu menciptakan suasana belajar yang efektif dan efisien, karena siswa menjadi lebih mudah dan memahami materi yang disampaikan dengan waktu yang relative singkat. Dalam hal ini, alat peraga tabung zat sesuai dengan karakteristik alat peraga yang berkualitas yaitu *time-efficient. Results-oriented,* berkaitan dengan karakteristik *time-efficient,* alat peraga tabung zat dapat membantu guru dalam menjelaskan materi terkait zat tunggal dan campuran kepada siswa agar tujuan dari proses pembelajaran dapat tercapai, sehingga alat peraga tabung zat sesuai dengan karakteristik alat peraga yang berkualitas yaitu *results-oriented. Essential,* alat peraga tabung zat sesuai dengan karakteristik alat peraga yang berkualitas yaitu memberikan pengalaman nyata kepada siswa untuk diserap oleh mata dan telinga agar materi yang disampaikan dapat diterima oleh siswa. *Feasible,* alat peraga tabung zat dapat menggunakan bahan-bahan yang mudah ditemukan di lingkungan sekitar. *Engaging,* pewarnaan pada alat peraga tabung zat

terlihat kurang menarik karena hanya menggunakan satu warna dasar cokelat tanpa menggunakan perpaduan warna dasar lainnya, sehingga alat peraga tabung zat kurang sesuai dengan karakteristik alat peraga yang berkualitas yaitu *engaging. Functional*, setiap komponen alat peraga tabung zat dirancang dengan sederhana dan mudah dipahami siswa di setiap bagian dan fungsinya.

Tahapan ketiga yang dilakukan adalah pengembangan bentuk awal produk. Pada tahap ini, mulai dikembangkan alat peraga dan buku pedoman penggunaan alat peraga yang sebelumnya telah dirancang pada tahap desain. Cara kerja dari alat peraga tabung zat ini yaitu tabung 1 berisi air, kemudian air mengalir menuju tabung 2 yang berisi zat yang sudah disiapkan contohnya gula, minyak, sirup, tepung, tabung 3 adalah hasil akhir zat campur yang mengalami perubahan setelah tercampur dengan air. Rancangan alat peraga ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Alat Peraga Tabung Zat

Alat peraga dikembangkan kemudian divalidasi oleh ahli media dan guru kelas V dengan menggunakan lembar validasi produk. Peneliti juga melakukan validasi rancangan pembelajaran kepada validator yang sama dengan menggunakan kuesioner validasi RPP. Hasil dari validasi produk alat peraga dan validasi rancangan pembelajaran ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 Hasil Validasi Produk

No	Indikator	Aspek Yang Dinilai	Validator		Persentase
			1	2	
1.	*Growth-Oriented*	Alat peraga melatih kemampuan berpikir logis siswa.	3	4	96%
2.		Alat peraga mengasah kemampuan bereksplorasi siswa.	4	4	
3.		Alat peraga sesuai dengan karakteristik siswa kelas V sekolah dasar.	4	4	
4.	*Transferable*	Alat peraga dapat digunakan diberbagai macam suasana kelas dan digunakan berulang-ulang di lain waktu.	4	3	94%
5.		Alat peraga mudah dipindahkan dan digunakan oleh guru dan siswa	4	4	
6.	*Time-Efficient*	Alat peraga tidak memerlukan waktu yang lama untuk mengoperasikan	3	4	88%

No	Indikator	Aspek Yang Dinilai	Validator		Persentase
			1	2	
7.	*Result-Oriented*	Alat peraga memiliki tujuan yang jelas untuk mengenalkan suatu konsep pada materi zat tunggal dan campuran	4	4	100%
8.	*Essential*	Alat peraga dapat mengatasi belajar siswa untuk topic zat tunggal dan campuran	4	4	100%
9.	*Feasible*	Alat peraga ini bisa dibuat dengan memanfaatkan bahan-bahan dari lingkungan sekitar	4	4	94%
10.		Alat peraga didesain dengan aman untuk menjaga keselamatan siswa saat menggunakannya.	3	4	
11.	*Engaging*	Alat peraga didesain dengan menarik (bentuk, warna, ukuran) sehingga meningkatkan minat siswa untuk menggunakannya.	3	3	75%
12.	*Functional*	Alat peraga dirancang dengan komponen yang sederhana sehingga mudah dipahami anak untuk setiap bagiannya.	4	4	100%
Total Persentase			93%		

Berdasarkan perhitungan rata-rata dari kedua validator pada indikator *Growth-Oriented* mendapatkan persentase sebesar 96% masuk dalam kategori sangat baik, pada indikator *transferable* mendapatkan persentase 94% masuk dalam kategori sangat baik, pada indikator *Time-efficient* mendapatkan persentase 88% masuk dalam kategori sangat baik, pada indikator *Result-Oriented* mendapatkan persentase 100% masuk dalam kategori sangat baik, pada indikator *essential* mendapatkan persentase sebesar 100% masuk dalam kategori sangat baik, pada indikator *feasible* diperoleh persentase 94% masuk dalam kategori sangat baik, pada indikator *engaging* mendapatkan persentase sebesar 75% masuk dalam kategori baik, dan pada indikator *Functional* menunjukkan persentase 100% masuk dalam kategori sangat baik. Dari penilaian hasil validasi tersebut dapat disimpulkan bahwa alat peraga tabung zat untuk siswa kelas V SD Kanisius Kalasan tergolong dalam kategori sangat baik dan layak untuk uji coba produk.

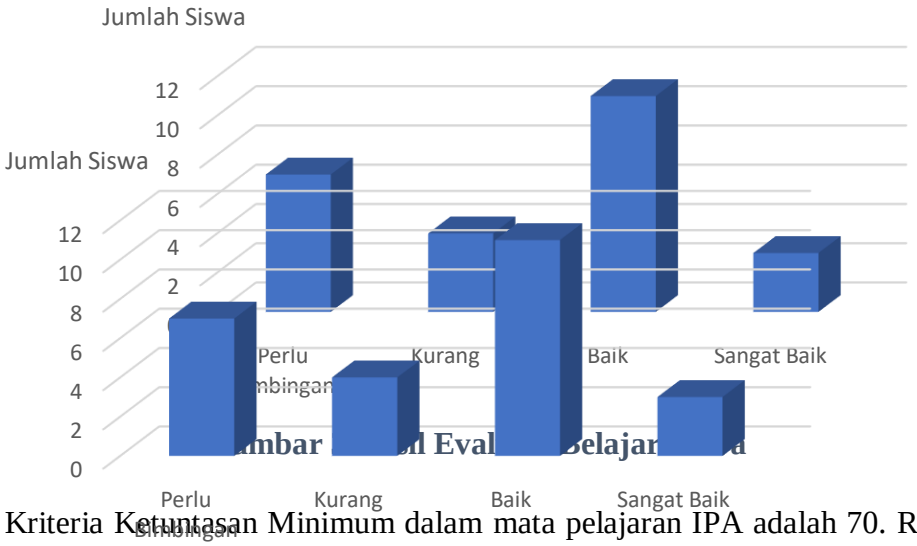
Tabel 4 Hasil Validasi Rancangan Pembelajaran

No	**Indikator**	**Validator**		**Rerata Perentase**
		1	**2**	
1.	Identitas RPP	4	4	100%
2.	Perumusan tujuan	4	4	100%
3.	Kesesuaian tujuan dan alat peraga	4	4	100%
4.	Kejelasan informasi pada alat peraga	3	3	75%
5.	Alat peraga membantu memahami materi	4	4	100%
6.	Langkah-langkah pembelajaran sistematis	3	4	87,5%
7.	kesesuaian LKPD dengan alat peraga	4	4	100%
8.	Memanfaatkan alat peraga pada LKPD	4	4	100%
9.	Ketersediaan evaluasi pembelajaran	4	4	100%
10.	Ketiadaan miskonsepsi	3	4	87,5%
11.	Kesesuaian pendekatan dan model pembelajaran	4	4	100%
12.	unsur *critical thinking, creative thinking, reflective thinking, decision making* dalam *inquiry learning*	4	3	87,5%
13.	Teknik penilaian	3	3	75%

No	Indikator	Validator		Rerata Perentase
		1	2	
14.	Kesesuaian LKPD dan tujuan pembelajaran	3	3	75%
Total Persentase		92%		

Hasil dari validasi rancangan pembelajaran diperoleh persentase 100% dengan kategori sangat baik yaitu pada indikator identitas RPP, perumusan tujuan, kesesuaian tujuan dengan alat peraga, alat peraga membantu memahami materi zat tunggal dan campuran, kesesuaian LKPD dengan alat peraga, memanfaatkan alat peraga pada LKPD, ketersediaan evaluasi pembelajaran, dan kesesuaian pendekatan dan model pembelajaran. Sedangkan pada kategori baik dengan persentase sebesar 75% yaitu pada indikator kejelasan informasi pada alat peraga, teknik penilaian dan kesesuaian LKPD dan tujuan pembelajaran pada RPP. Total persentase yang diperoleh dalam lembar validasi rancangan pembelajaran ini yaitu sebesar 92% masuk dalam kategori sangat baik.

Peneliti melakukan uji coba terbatas pada tahap implementasi. Uji coba produk dilakukan kepada 25 siswa kelas V di SD Kanisius Kalasan. Uji coba dilaksanakan pada tanggal 20 Januari 2022. Dalam melakukan praktik uji coba diberikan waktu dari pukul 07.00-08.10. Alat peraga tabung zat dilengkapi dengan keterampilan proses sains yang berperan dalam memperoleh dan mengembangkan pengetahuan siswa kelas V. Keterampilan proses sains tersebut meliputi keterampilan dalam mengamati, mengelompokkan, mengkomunikasikan dan menyimpulkan. Siswa secara individu mengerjakan soal evaluasi sebanyak 10 soal pilihan berganda dan 5 soal pilihan benar salah. Berikut ini disajikan grafik hasil nilai evaluasi siswa setelah menggunakan alat peraga.



Gambar 3 Hasil Evaluasi Belajar Siswa

Kriteria Ketuntasan Minimum dalam mata pelajaran IPA adalah 70. Rata-rata nilai yang diperoleh siswa kelas V setelah belajar menggunakan alat peraga tabung zat berada di atas KKM dihitung dari hasil evaluasi siswa yaitu sebesar 76. Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat hasil belajar dari 25 siswa yang berada pada kategori perlu bimbingan yaitu sebanyak 7 siswa, terdapat 4 siswa yang berada dalam kategori kurang, kemudian sebanyak 11 siswa mendominasi dan berada dalam kategori baik, sedangkan 3 siswa lainnya berada dalam kategori sangat baik.

Dalam penelitian ini, siswa yang sudah mencapai nilai di atas KKM setelah menggunakan alat peraga tabung zat yaitu sebanyak 14 siswa.

Selain melakukan uji coba alat peraga, peneliti juga melakukan kegiatan observasi kepada siswa kelas V. Kegiatan observasi ini bertujuan untuk melihat kemampuan *soft skill* dan *hard skill* siswa selama belajar menggunakan alat peraga. Kemampuan *soft skill* siswa meliputi penilaian sikap teliti, sikap kerjasama dan sikap tanggung jawab. Hasil dari observasi kemampuan *soft skill* menunjukkan bahwa pada sikap teliti siswa kelas V unggul dalam aspek berhati-hati menggunakan alat peraga, pada sikap kerja sama siswa unggul dalam aspek bertanggung jawab secara bersama-sama ketika menggunakan alat peraga, kemudian pada sikap bertanggung jawab aspek yang paling unggul adalah menyelesaikan tugas kelompok dan individu yang diberikan setelah menggunakan alat peraga. Dari hasil observasi, terdapat aspek pada sikap tanggung jawab yang masih kurang yaitu pada Keseluruhan rerata skor yang diperoleh dari kemampuan *soft skill* sebesar 92 yang memperlihatkan kategori “sangat baik”.

Hasil observasi kemampuan *hard skill* bertujuan untuk melihat keterampilan siswa menggunakan alat peraga melalui penilaian dari aspek persiapan, pelaksanaan, hasil dan laporan. Kemampuan *hard skill* siswa lebih unggul pada aspek pelaksanaan dan laporan yaitu melakukan percobaan alat peraga dengan memperhatikan langkah-langkah kerja yang ada dan menyelesaikan lembar kerja yang ada dengan memperhatikan kaidah penulisan dengan benar. Sedangkan kemampuan *hard skill* siswa yang masih kurang yaitu pada keterampilan dalam memperhatikan keselamatan kerja dan kebersihan area dan keterampilan dalam membuat simpulan dengan jelas. Keseluruhan rerata skor yang diperoleh dari kemampuan *hard skill* siswa sebesar 89 yang menunjukkan dalam kategori “sangat baik”.

Pada tahapan selanjutnya, diberikan angket untuk mengetahui tanggapan siswa setelah belajar menggunakan alat peraga. Angket tanggapan siswa juga dapat digunakan untuk melihat hubungan antara nilai dari hasil evaluasi siswa terhadap perasaan dan pemahaman siswa dari penggunaan alat peraga. Berikut disajikan tabel tanggapan siswa terhadap perasaan dan pemahaman siswa setelah menggunakan alat peraga.

Tabel 4 Tanggapan Siswa Terhadap Perasaan dan Pemahaman

Pertanyaan	Jawaban
Apakah ananda senang setelah mengikuti pembelajaran dengan menggunakan alat peraga?	Ya
Apakah ananda dapat mengerti pembelajaran yang sudah dilaksanakan dengan menggunakan alat peraga	Ya
Apakah ananda dapat mengerjakan soal dengan mudah?	Ya
Apakah dengan adanya alat peraga membuat ananda semakin semangat dalam belajar?	Ya
Apakah dengan adanya alat peraga hasil belajar ananda meningkat?	Ya

Berdasarkan hasil evaluasi siswa ASY dengan nilai yang diperoleh sebesar 93 menunjukkan bahwa nilai siswa ASY berada di atas KKM dan masuk dalam kategori “sangat baik”. Siswa ASY mengisi kuesioner tanggapan yang dibagikan, kemudian diperoleh hasil bahwa siswa ASY sangat senang belajar dengan menggunakan alat peraga. Alat peraga tabung zat juga membantu siswa ASY dalam memahami materi terkait zat tunggal dan campuran. Siswa ASY menjadi semangat dalam belajar sehingga mampu mengerjakan soal evaluasi yang diberikan dengan mudah dan hasil belajar yang diperoleh juga meningkat.

PEMBAHASAN

Analisis kebutuhan dan wawancara mendasari proses pengembangan alat peraga pembelajaran. Kesiapan dan ketersediaan alat peraga pada pembelajaran IPA di SD masih terbilang kurang, sehingga siswa mengalami kesulitan dalam mencerna materi IPA yang berkaitan dengan zat tunggal dan campuran. Materi itu dianggap sukar karena banyak konsep ilmu yang harus dihafal oleh siswa dan guru tidak mengenalkan fenomena IPA dalam kehidupan sehari hari kepada siswa. Sekolah sudah memiliki alat peraga untuk beberapa materi IPA, akan tetapi sekolah belum mempunyai alat peraga untuk materi zat tunggal dan campuran. Penggunaan alat peraga yang ada di sekolah juga masih kurang maksimal karena alat peraga yang tersedia masih rusak dan tidak diperbaharui. Wawancara bersama guru kelas V menunjukkan alat peraga sangat dibutuhkan untuk menjelaskan materi kepada siswa terlebih pada materi zat tunggal dan campuran. Alat peraga tabung zat yang dikembangkan bersumber dari materi IPA tema 9 subtema 1 kelas V SD tentang zat tunggal dan campuran. Penggunaan alat peraga membantu siswa memahami konsep IPA agar siswa memiliki gambaran nyata dari materi yang diajarkan. Alat peraga tabung zat yang dikembangkan berdasarkan indikator alat peraga yang berkualitas antara lain *growth-oriented, transferable, time-efficient, result oriented, essential, feasible, engaging,* dan *functional* Nancarrow (2009:410).

Manfaat penting alat peraga dalam pembelajaran IPA adalah menanamkan buah pikiran atau dasar konsep untuk mengkonkretkan pemahaman yang bersifat abstrak menjadi lebih nyata. Melalui aktivitas siswa dalam pengamatan menggunakan alat peraga, diharapkan akan menumbuhkan ketertarikan belajar IPA pada siswa yang sesuai dengan tahap perkembangannya. Dengan bantuan alat peraga IPA, siswa akan semakin mudah memahami hubungan antara IPA dan lingkungan sekitarnya (Suwardi, dkk, 2014: 300).

Tujuan praktis dari alat peraga tabung zat yang peneliti kembangkan adalah membantu guru dalam menjelaskan materi zat tunggal dan campuran kepada siswa dengan waktu yang relatif singkat. Tujuan fungsional dari alat peraga tabung zat adalah membantu siswa mengelompokkan contoh campuran homogen dan campuran heterogen pada materi zat tunggal dan campuran.

Penelitian ini juga sejalan dengan tahap perkembangan kognitif Jean Piaget yang dapat ditunjukkan dalam tahap operasional konkret bahwa siswa dengan usia sekolah dasar memerlukan objek konkret dan situasi atau kebiasaan aktual ketika melakukan pembelajaran di SD. Peran guru sangat dibutuhkan untuk menghadirkan objek konkret berupa metode atau media pembelajaran untuk memudahkan anak

dalam bernalar, mengklasifikasikan suatu objek, membangun konsep, mengetahui hubungan sebab dan akibat dan memecahkan suatu masalah. Bernalar diterapkan dengan aktivitas pengamatan dan memberikan soal tes evaluasi, mengklasifikasi ditunjukkan dalam kegiatan mengelompokkan contoh zat campur pada lembar LKPD.

Berdasarkan hasil validasi dengan guru dan dosen PGSD, diperoleh informasi bahwa alat peraga tabung zat dapat menumbuhkan minat dalam belajar terutama tentang materi zat tunggal dan campuran. Siswa dapat mengelompokkan contoh benda yang termasuk zat campur homogen dan zat campur heterogen melalui eksplorasi di lingkungan sekitar mereka. Hal ini sejalan dengan pendapat Khoeruddin (2007, 182-183) terkait tujuan dari pembelajaran IPA yaitu agar peserta didik dapat mengetahui, memahami, mempraktikkan, serta melaksanakan pembelajaran IPA dengan baik dan benar, serta membuat siswa tertarik dan mencintai IPA tersebut dengan tingkatan pembelajaran dalam aktivitas kehidupan sehari-hari.

Alat peraga yang dikembangkan melalui penelitian ini adalah untuk siswa sekolah dasar kelas V. Diharapkan dengan penggunaan alat peraga dapat mendorong peserta didik untuk mengembangkan rasa ingin tahu, serta membangun semangat belajar yang baru. Idealnya, alat peraga dapat mendorong proses belajar pada peserta didik melalui pengasahan pikiran, perasaan, serta kehendak. Alat peraga memiliki kesesuaian dengan materi, kurikulum dan kebutuhan pengguna, juga mengandung banyak manfaat dan mudah diterima oleh peserta didik. Dengan demikian peserta didik dapat terbantu dalam mempelajari materi yang disampaikan tentang zat tunggal dan campuran.

SIMPULAN

Kesimpulan dalam penelitian ini, yaitu 1) alat peraga tabung zat untuk siswa kelas V SD dikembangkan sesuai langkah-langkah ADDIE. 2) Kualitas alat peraga tabung zat yang dikembangkan sangat baik dilihat dari perolehan persentase hasil validasi alat peraga dan perangkat pembelajaran oleh para ahli. Rerata persentase yang diperoleh dalam validasi produk alat peraga oleh para ahli adalah 93% masuk dalam kategori sangat baik. Sedangkan rerata skor yang diperoleh dari penilaian perangkat pembelajaran sebesar 92% masuk dalam kategori sangat baik. Dari hasil uji coba terbatas, rata-rata nilai yang diperoleh siswa lebih tinggi yaitu sebesar 76 dibandingkan dengan nilai KKM yang ditetapkan adalah 70. Data tersebut didukung dengan perhitungan ketuntasan hasil belajar siswa sebanyak 56% siswa memperoleh nilai di atas KKM. Kualitas alat peraga tabung zat juga dilihat melalui rata-rata kemampuan *soft skill* dan *hard skill* siswa selama menggunakan alat peraga. Rata-rata kemampuan *soft skill* siswa mendapatkan skor 92 dengan kategori sangat baik, sedangkan untuk kategori *hard skill* siswa diperoleh skor 89 dengan kategori baik. Berdasarkan hasil tanggapan siswa setelah belajar menggunakan alat peraga, siswa merasa senang dan semakin semangat dalam belajar dengan

menggunakan alat peraga karena dapat membantu siswa untuk memahami materi yang disampaikan. Setelah belajar menggunakan alat peraga, siswa mampu mengerjakan soal yang diberikan dengan mudah dan hasil belajar yang diperoleh siswa juga meningkat.

SARAN

Saran bagi guru atau fasilitator, dapat mengintegrasikan alat peraga tabung zat ke dalam pembelajaran terpadu (*integrated learning)* yang sesuai dengan pelaksanaan kurikulum di Indonesia. Pengintegrasian ini dilakukan agar melalui pengalaman langsung siswa mampu menghubungkan konsep lain yang sudah mereka pelajari sehingga membangun pengetahuan, sikap dan keterampilan berdasarkan karakter yang diharapkan.

REFERENSI

Adams, W. K., & Wieman, C. E. (2015). Analyzing the many skills involved in solving complex physics problems. American Journal of Physics, 83(5), 459-467.

Arsyad A. 2013. Media Pembelajaran. Jakarta: Raja Grafindo Persada.

Dasar, D. P. S. (2016). Panduan Penilaian untuk Sekolah Dasar (SD). Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Dasar Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.

Gumelar, A., Rukayah, R., & Atmojo, I. R. W. Peningkatan kemampuan pemahaman konsep zat tunggal dan campuran melalui model pembelajaran kooperatif tipe two stay two stray pada peserta didik kelas v sekolah dasar. Didaktika Dwija Indria, 9(2).

Hayati, D., Zahara, R., & Nurhayati, Y. (2019). Peningkatan Kreativitas Peserta Didik Dengan Menggunakan Model Project Based Learning (PjBL) Pada Materi Zat Tunggal Dan Campuran Kelas V SD Ashfiya Bandung. Primaria Educationem Journal (PEJ), 2(2), 115-126.

Hosnan, M. (2014). Pendekatan saintifik dan kontekstual dalam pembelajaran abad 21: Kunci sukses implementasi kurikulum 2013.

Kemendikbud. 2013. Materi Pelatihan Guru Implementasi Kurikulum 2013 SMP/MTs IPA. Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia

Khoeruddin, dkk. 2007. Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) Konsep dan Implementasinya di Madrasah. Semarang: Pilar Media.

Mosely, J. J., & Whitworth, B. A. (2021). The “Magic” of Density. Science Scope, 44(6).

Nancarrow, C. 2008. Overview of Effective Learning Tools.

Novayana, I. G., Margunayasa, I. G., & Renda, N. T. (2021). Bahan Ajar E-Modul Intaraktif Muatan IPA Materi Zat Tunggal dan Campuran. Journal for Lesson and Learning Studies, 4(1), 59-68.

Pane, A., & Dasopang, M. D. (2017). Belajar dan pembelajaran. Fitrah: Jurnal Kajian Ilmu-Ilmu Keislaman, 3(2), 333-352.

Pendidikan dan Kebudayaan dan Penjaminan Mutu Pendidikan, Jakarta.

Pudjiadi, A. 2005. Pembelajaran Kontekstual. Bandung: Rosdakarya.

Royce, C.A. 2012. Teaching Through Trade Books: What’s the matter? Science and Children 49 (6): 22–24.

Rustaman, N.Y. 2003. Strategi Belajar Mengajar Biologi. Bandung: Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UPI.

Slavin, R. (2009). Psikologi Pendidikan: Teori dan Praktik Edisi Kesembilan Jilid I (Sarwiji, B, Ed). Samosir, M. 2011. Jakarta: Penerbit Indeks

Supratiknya, A. (2012). Penilaian hasil belajar dengan teknik nontes. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.

Suwardi, S., Firmiana, M. E., & Rohayati, R. (2016). Pengaruh penggunaan alat peraga terhadap hasil pembelajaran matematika pada anak usia dini. Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Humaniora, 2(4), 297-305.

Trianto. 2010. Model Pembelajaran Terpadu Konsep, Strategi, dan Implementasinya dalam KTSP. Jakarta : Bumi Aksara

Widoyoko, E.P.(2014). Penilaian Hasil Pembelajaran di Sekolah. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Yulhendri, Y. (2021). Peningkatan Hasil Belajar IPA Tema Benda-Benda Di Sekitar Kita Materi Zat Tunggal Dan Campuran Melalui Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Think, Talk, Write (TTW) Pada Siswa Kelas VB UPT. SD Negeri 01 Limo Kaum. Ensiklopedia of Journal, 3(4), 267-276.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PENGEMBANGAN APLIKASI SOAL LITERASI SAINS BERBASIS ANDROID PADA MATERI SISTEM PERKEMBANGBIAKAN TUMBUHAN KELAS IX

Mathilda Anis Irma[1], Luisa Diana Handoyo[2]
[1,2]*Universitas Sanata Dharma, Indonesia*
[1]*mathildaanis@gmail.com* , [2]*luisadianahandoyo@gmail.com*

Abstrak
Pembelajaran ideal menuntut guru dapat mengembangkan kualitas pembelajaran secara terampil dan progresif sesuai dengan keterampilan abad 21. Keterampilan abad 21 menekankan komponen *creativity, critical thinking, communication* dan *problem solving*. Partisipan dalam penelitian ini adalah guru dari 5 SMP di Yogyakarta, Bekasi dan Bandar Lampung. Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan dan mengetahui kelayakan soal literasi sains dalam bentuk aplikasi berbasis android. Penelitian ini menggunakan model penelitian dan pengembangan Borg&Gall pada 5 tahap yaitu *research and information collecting, planning, develop preliminary form a product, preliminary field testing* dan *main product revision*. Penelitian ini menggunakan dua metode pengumpulan data, yaitu wawancara dan kuesioner. Produk yang dihasilkan dari tahap pengembangan berupa aplikasi soal literasi sains. Produk kemudian divalidasi oleh satu ahli media, satu ahli materi, dan dua praktisi pembelajaran. Skor validasi adalah 3,8 dengan kriteria "sangat baik". Penelitian ini menyimpulkan bahwa aplikasi soal literasi sains berbasis android memiliki kualitas untuk diujicobakan dalam proses pembelajaran.

Kata kunci: literasi sains, evaluasi, Sistem Perkembangbiakan Tumbuhan, R&D

DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC LITERACY APPLICATION BASED ON ANDROID TO TEACH PLANT REPRODUCTION CLASS IX

Mathilda Anis Irma[1], Luisa Diana Handoyo[2]
[1,2]*Universitas Sanata Dharma, Indonesia*
[1]*mathildaanis@gmail.com* , [2]*luisadianahandoyo@gmail.com*

Abstract

Ideal learning require teachers to be able to develop the quality of learning skillfully and progressively following 21st-century skills. 21st-century skills emphasize four components namely creativity, critical thinking, communication, and problem solving. The participants in this study were teachers from 5 junior high schools in Yogyakarta, Bekasi, and Bandar Lampung. This study aims to develop and determine the feasibility of an android-based scientific literacy question application on the ninth grade Plant Reproduction material. This research used research and development (R&D) with the Borg&Gall model based on five stages namely 1) research and information collecting, 2) planning, 3) develop preliminary form a product, 4) preliminary field testing and 5) main product revision. The data was obtained in interviews and product validation. The results of the study show that the product developed is feasible to be tested based on the validity score. The total final score obtained is 3.8 with the criteria of "very good". This shows that the android-based scientific literacy question application has the quality to be tested in the learning process.

Keywords: *scientific literacy, evaluation, plant reproduction, R&D*

Pendahuluan

Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 41 tahun 2007 tentang Standar Proses untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah menyatakan bahwa standar proses meliputi perencanaan, pelaksanaan, penilaian hasil dan pengawasan proses pembelajaran. Keempat komponen tersebut memiliki tujuan untuk tercapainya proses pembelajaran yang efektif, efisien dan berkualitas tinggi. Proses pembelajaran ideal dalam standar proses berkaitan dengan adanya interaksi yang dominan antara guru dan siswa. Salah-satu interaksi yang menunjang proses pembelajaran yaitu pendekatan *saintifik*. Pendekatan *saintifik* merupakan salah-satu pendekatan yang berpusat kepada siswa sehingga mampu mengetahui dan memahami penerapan pembelajaran yang ideal sesuai dengan keterampilan abad 21 (Redhana, 2019).

Pembelajaran ideal menuntut guru dapat mengembangkan kualitas pembelajaran secara terampil dan progresif sesuai dengan keterampilan abad 21. Keterampilan abad 21 membentuk pemahaman siswa untuk mengembangkan keterampilan dan keahlian dalam suatu kegiatan pembelajaran. Keterampilan abad 21 menekankan adanya empat komponen dalam membentuk proses pembelajaran yang ideal dan berkualitas tinggi yaitu, kreativitas (*creativity)*, komunikasi *(communication),* berpikir kritis *(critical thinking),* dan penyelesaian masalah *(problem solving)*. Keempat komponen tersebut saling berkaitan membentuk interaksi antara guru dan siswa dalam proses pembelajaran (Dewi, 2015).

Belajar dan pembelajaran merupakan salah satu hal yang saling berkaitan dalam komponen edukasi. Belajar dan pembelajaran terjadi dengan adanya suatu interaksi secara nyata antara guru dan siswa. Makna pembelajaran berkaitan dengan tindakan eksternal dari belajar sedangkan belajar adalah tindakan internal dari pembelajaran. Belajar merupakan salah-satu komponen terpenting dalam membentuk tujuan institusional lembaga pendidikan. Belajar dapat didefinisikan sebagai proses interaksi antara individu untuk mendapatkan suatu perubahan yang konsisten dalam bentuk peningkatan kualitas pengetahuan, keterampilan, daya pikir, pemahaman dan sikap. Belajar bersikap fundamental dalam berbagai tingkat pendidikan yang meliputi ranah *kognitif, afektif* dan *psikomotorik*. Belajar berlangsung secara aktif dan integratif dalam berbagai bentuk perbuatan demi tercapainya suatu tujuan Djamaluddin (2019).

Berdasarkan analisis kebutuhan yang dilaksanakan pada 5 sekolah yaitu, SMP Negeri 16 Bandar Lampung, SMP Negeri 20 Bandar Lampung, SMP Negeri 6 Yogyakarta, SMP Pangudi Luhur St Vincentius Sedayu dan SMP Marsudirini Bekasi dapat diketahui bahwa, setiap sekolah memiliki berbagai permasalahan dalam proses pembelajaran berkaitan dengan media, model, penggunaan IT serta evaluasi pembelajaran. Berdasarkan hasil wawancara, pembelajaran secara daring

berdampak pada guru dan siswa dalam mencapai tingkat kognitif selama proses pembelajaran.

Rendahnya pemahaman guru dalam menerapkan evaluasi pembelajaran yang inovatif menjadikan salah-satu faktor menurunnya tingkat ketercapaian kognitif siswa dalam proses pembelajaran (Pratiwi dkk., 2019). Penggunaan evaluasi pembelajaran inovatif menjadi pendukung ketercapaian proses pembelajaran yang ideal. Evaluasi pembelajaran memiliki peran penting dalam membangun minat dan antusias siswa dalam mengidentifikasi dan menganalisis stimulus yang diujikan pada soal. Stimulus berupa artikel, gambar, grafik, hasil praktikum dan tabel data pengamatan menjadi faktor dalam meningkatkan antusias siswa saat mengerjakan evaluasi.

Indikator ketercapaian evaluasi pembelajaran diharapkan mampu menyesuaikan karakteristik pembelajaran abad 21. Karakteristik abad 21 dalam evaluasi pembelajaran menyesuaikan dengan kompetensi inti keterampilan berpikir kritis *(critical thinking*). Untuk tercapainya keterampilan tersebut diperlukan adanya pengembangan evaluasi pembelajaran yang kreatif dan inovatif.

Evaluasi pembelajaran kreatif dan inovatif menekankan adanya pembaharuan dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi merupakan salah-satu ciri abad 21. Perkembangan teknologi dapat membawa dampak positif khususnya dalam bidang pendidikan. Salah satu contoh pengembangan teknologi dalam bidang pendidikan yaitu evaluasi pembelajaran yang dikemas dalam bentuk aplikasi interaktif berbasis *android*. Dengan adanya pengembangan teknologi dalam bidang pendidikan, diharapkan seorang guru mampu untuk mengeksplorasi serta menciptakan proses pembelajaran yang inovatif.

Pengembangan budaya literasi, menjadi salah-satu persoalan penting khususnya dalam bidang pendidikan. Budaya literasi yang semakin menurun mengakibatkan salah-satu faktor tingkat ketercapaian kognitif siswa sangat rendah, sedangkan salah-satu indikator dalam menentukan kualitas pembelajaran yang ideal yaitu ketercapaian tingkat kognitif siswa. Rosnaeni (2021) menyatakan bahwa abad 21 mengedepankan siswa untuk berpikir kritis *(critical thinking*), komunikasi *(communication*), kolaborasi (*collaboration*) dan kreativitas *(creativity*). Berdasarkan keempat aspek tersebut, guru menyampaikan bahwa rendahnya ketercapaian evaluasi pembelajaran dalam mendukung keterampilan abad 21 dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu, rendahnya minat siswa dalam membaca dan memahami soal, pengembangan bentuk soal yang kurang bervariasi hanya mengacu pada pilihan ganda dan essay, kurangnya pemahaman guru dalam mengembangkan soal analisis serta guru masih membuat soal yang tersedia di internet sehingga siswa malas untuk mengerjakan soal yang memiliki pemahaman berpikir tinggi.

Soal literasi sains dapat menjadi solusi alternatif bagi guru untuk mengembangkan evaluasi pembelajaran. Literasi sains memiliki potensi untuk

meningkatkan kemampuan berpikir siswa sesuai dengan karakteristik keterampilan abad 21. Literasi sains merupakan salah satu sarana mengembangkan sikap positif peserta didik, seperti rasa ingin tahu *(curiosity)*, inisiatif *(initiative)*, gigih *(persistence*), kemampuan beradaptasi (*adaptability)*, kepemimpinan *(leadership*), serta kepedulian sosial dan budaya *(social and cultural awareness)*.

Salamah dkk., (2017) menyatakan bahwa aspek yang diukur dalam asesmen literasi sains mencakup *the knowledge of science* (pengetahuan sains), *the investigative nature of science* (penyelidikan tentang hakikat sains), dan *interaction of science, technology and society* (interaksi antara sains, teknologi dan masyarakat). Soal literasi sains dikemas dalam sebuah aplikasi *android* menggunakan *software ispring suite 9*. *Ispring suite-9* memiliki berbagai keunggulan sebagai wadah dalam pembuatan *quiz* dengan berbagai macam tipe variasi soal seperti pilihan ganda, pilihan ganda kompleks, benar salah dan essay.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka sangat diperlukan adanya pengembangan aplikasi soal literasi sains berbasis *android* pada materi Sistem Perkembangbiakan Tumbuhan. Pengembangan aplikasi tersebut diharapkan mampu untuk meningkatkan keterampilan berpikir siswa sesuai dengan karakteristik pembelajaran abad 21 serta dapat digunakan sebagai tolak ukur standar penilaian dalam proses pembelajaran.

Metode

Jenis penelitian yang dikembangkan menggunakan metode *Research* and *Development* (R&D). Metode yang digunakan berfokus pada desain penelitian dan pengembangan Borg & Gall. Desain penelitian Borg & Gall dalam (Sugiyono, 2016) mengacu pada 10 langkah untuk menghasilkan produk akhir. Namun dalam penelitian ini hanya dikelompokkan menjadi 5 langkah, yaitu *research and information collecting, planning, develop preliminary form a product, preliminary field testing dan main product revision*.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu wawancara analisis kebutuhan dan kuisioner. Teknik pengumpulan data wawancara bertujuan untuk mendapatkan suatu informasi berdasarkan fakta, kepercayaan, perasaan dan keinginan yang diperlukan untuk memenuhi tujuan penelitian. Responden wawancara dalam penelitian ini merupakan guru mata pelajaran IPA di SMP Negeri 16 Bandar Lampung, SMP Negeri 20 Bandar Lampung, SMP Negeri 6 Yogyakarta, SMP Pangudi Luhur St Vincentius Sedayu dan SMP Marsudirini Bekasi. Teknik pengumpulan data kuisioner bertujuan untuk menilai kelayakan produk yang dikembangkan melalui validasi. Validasi dilaksanakan oleh validator yaitu ahli materi dan ahli media serta guru mata pelajaran sebagai praktisi.

Metode pengujian analisis data yang dipergunakan dalam penelitian dan pengembangan secara kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh berdasarkan hasil wawancara analisis kebutuhan. Hasil wawancara tersebut dianalisis dengan tujuan untuk mendapatkan produk yang berkualitas, sedangkan

data kuantitatif diperoleh berdasarkan data perolehan skor lembar validasi produk oleh validator untuk mengetahui kelayakan produk yang dikembangkan oleh peneliti. Perhitungan data analisis kuantitatif untuk mengetahui kelayakan produk menggunakan rumus menurut (Sugiyono, 2016).

Skor tiap validator : $\frac{jumlah\ skor\ yang\ diperoleh}{jumlah\ total\ item\ pernyataan}$

Berdasarkan perhitungan validasi, hasil perhitungan dapat dikategorikan menggunakan skala tingkat penilaian validator likert pada tabel 1 di bawah ini:

$$R.S = \frac{M - N}{B}$$

Keterangan:
R.S = Rentang skala
M = Angka tertinggi dalam pengukuran
N = Angka terendah dalam pengukuran
B = Banyak kelas yang dibutuhkan

Skala *likert* memiliki 4 kriteria dengan rincian nilai 4 dalam kategori sangat baik, nilai 3 dalam kategori baik, nilai 2 dalam kategori kurang dan nilai 1 dalam kategori sangat kurang. Karena menggunakan skala Likert dengan pola 4 kategori, maka rentang skala pengukurannya, yaitu:

$$R.S = \frac{M-N}{B}$$
$$R.S = \frac{4-1}{4}$$
$$R.S = 0{,}75$$

Berdasarkan perhitungan tersebut dikatehui jarak interval yang diperoleh adalah 0,75. Sehingga kriteria penilaian validasi produk berdasarkan Sugiyono (2016) dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Kriteria Skor Validasi

No	Kategori	Interval Skor
1.	Sangat Baik	$3{,}25 < X \leq 4$
2.	Baik	$2{,}5 < X \leq 3{,}25$
3.	Kurang	$1{,}75 < X \leq 2{,}5$
4.	Sangat Kurang	$1 \leq X \leq 1{,}75$

Hasil dan Pembahasan

Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan diperoleh dalam kegiatan wawancara. Wawancara yang dilaksanakan terdiri atas 3 sekolah negeri dan 2 sekolah swasta di daerah Bekasi, Lampung dan Yogyakarta. Kegiatan wawancara analisis kebutuhan mengacu pada 30 butir pertanyaan yang dikategorikan dalam 7 aspek. Aspek tersebut berisi identitas guru, materi pembelajaran IPA, sistem pembelajaran *blended learning*, media pembelajaran, model dan metode pembelajaran, penggunaan IT serta evaluasi pembelajaran. Aspek yang tercantum pada analisis kebutuhan berfungsi untuk menganalisa permasalahan sebagai dasar dalam mengembangkan produk.

Berdasarkan hasil wawancara, ditemukan permasalahan utama terkait evaluasi pembelajaran. Implementasi evaluasi pembelajaran dapat mendukung ketercapaian siswa dalam segi kognitif, afektif dan psikomotorik. Namun, untuk mencapai hal tersebut diperlukan adanya suatu pengembangan soal yang dapat mendukung ketercapaian kompetensi abad 21. Sehingga, potensi yang dapat dikembangkan yaitu inovasi terkait evaluasi pembelajaran yang dapat mendukung keterampilan abad 21. Evaluasi pembelajaran yang diharapkan oleh guru berbentuk soal analisis dengan memanfaatkan IT. Sehingga, peneliti merencanakan pengembangan soal literasi sains berbasis *android* pada materi Sistem Perkembangbiakan Tumbuhan. Dengan adanya soal tersebut, diharapkan siswa mampu menerapkan pemahaman terhadap pengetahuan sains serta dapat menentukan keputusan dalam pemecahan masalah yang dikembangkan dari rasa keingintahuan berkaitan dengan pengalaman kehidupan sehari-hari.

Pengembangan Produk Awal

Evaluasi pembelajaran merupakan produk yang dikembangkan dalam penelitian ini. Evaluasi pembelajaran yang dikembangkan dalam bentuk soal literasi sains berbasis *android.* Soal disusun berdasarkan materi Sistem Perkembangbiakan Tumbuhan sesuai dengan materi yang telah ditentukan dalam analisis kebutuhan. Soal yang dibuat oleh peneliti menyesuaikan indikator literasi sains dalam ranah kognitif C1-C6. Pembuatan soal literasi sains dikemas dengan menyesuaikan tiga indikator utama literasi sains yang terdapat dalam *Programme for International Student Assessment* (PISA). Tiga indikator tersebut, yaitu menafsirkan data dan bukti ilmiah, merancang penyelidikan ilmiah dan menjelaskan fenomena ilmiah (PISA, 2018).

Soal literasi sains dikategorikan dalam bentuk evaluasi harian dan akhir dengan total 30 butir soal dengan variasi bentuk soal literasi sains menggunakan *multiple choice* (pilihan ganda), *multiple response* (pilihan ganda kompleks), *true/false* (benar salah) dan *essay* (esai). Keempat variasi bentuk soal dilengkapi dengan feedback hasil jawaban serta perolehan nilai. Pengemasan soal dalam bentuk aplikasi menghasilkan format HTML5. Soal dalam bentuk HTML5 dikonversikan menjadi file a.pk (*Android Application Package)* dengan bantuan *software* web2apk versi 4.2. Konversi file tersebut bertujuan agar aplikasi dapat

diinstal pada *smartphone* yang memiliki sistem operasi *android* sehingga dapat diakses oleh siswa secara *offline.*

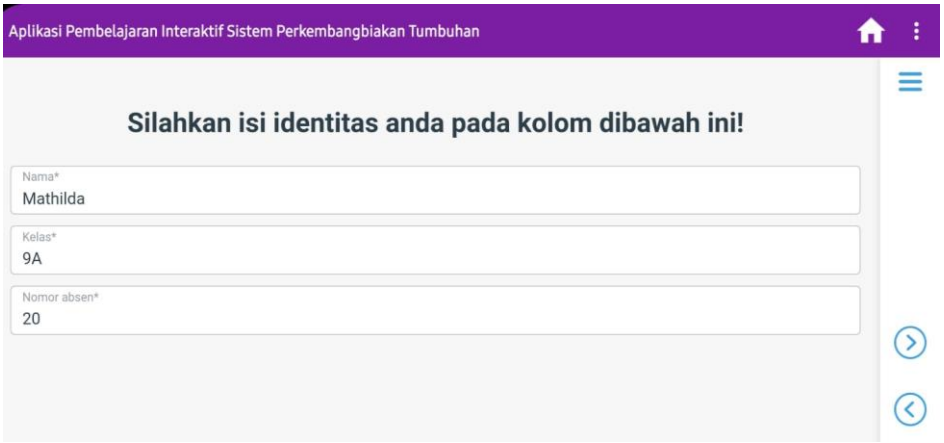
Produk ini dilengkapi dengan beberapa komponen lain yaitu halaman judul, identitas siswa, petunjuk pengerjaan soal, soal dan total perolehan skor. Berikut ini penjelasan dari komponen aplikasi soal literasi sains.

1. Halaman judul
   Halaman Judul pada komponen evaluasi mencakup judul evaluasi pada setiap pertemuan. Halaman judul disertai audio yang dapat diputar secara otomatis pada *smartphone*. Tampilan halaman judul dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



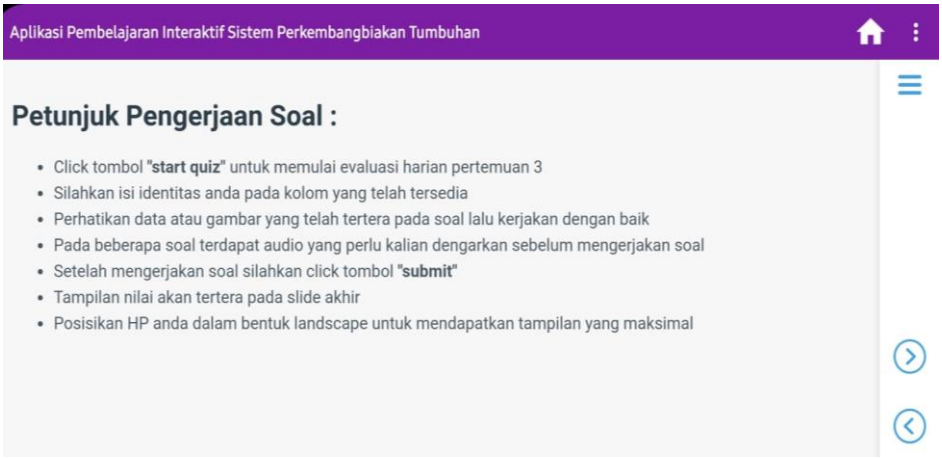
Gambar 1. Tampilan Judul Evaluasi Harian Pertemuan 3

2. Identitas siswa
   Halaman identitas siswa dalam komponen evaluasi mencakup identitas diri siswa untuk masuk dan mengerjakan soal. Identitas siswa terdiri atas, nama, kelas dan nomor absen. Tampilan identitas siswa dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini.



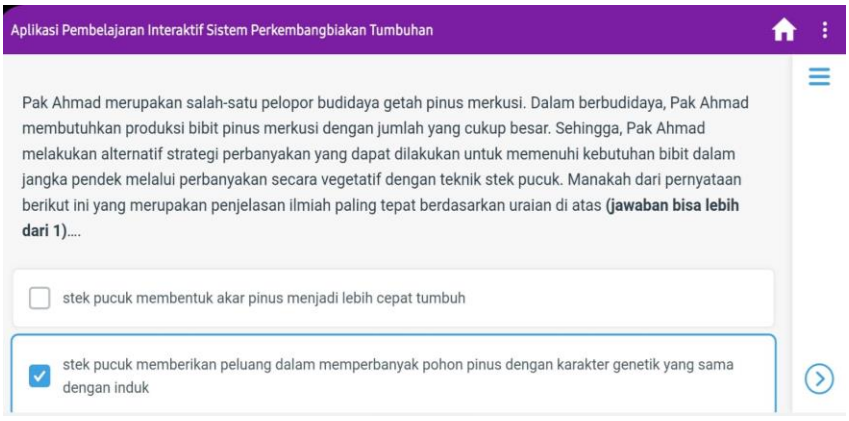
Gambar 2. Tampilan identitas siswa

3. Petunjuk pengerjaan soal
   Halaman petunjuk pengerjaan soal dalam komponen evaluasi terdiri atas uraian petunjuk dan perintah untuk siswa cermati dan pahami sebelum mengerjakan soal literasi sains. Tampilan petunjuk pengerjaan soal dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini.

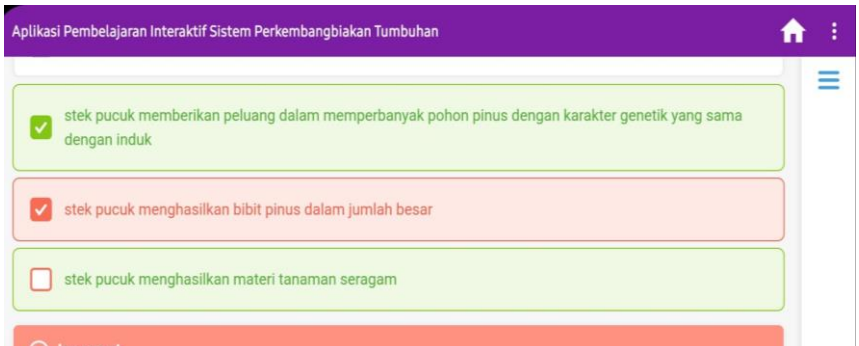


Gambar 3. Petunjuk Pengerjaan Soal

4. Soal literasi sains
   Halaman soal dalam komponen evaluasi mencakup uraian soal literasi sains. Setelah soal literasi sains dikerjakan, maka muncul tampilan ikon submit. Setelah di submit akan muncul *feedback* berdasarkan hasil jawaban benar atau salah. Tampilan soal dapat dilihat pada gambar 4 di bawah ini.



(a)



(b)

Gambar 5. Soal Literasi Sains

5. Total perolehan skor

   Halaman Total Perolehan Skor dalam komponen evaluasi mencakup nilai perolehan skor setelah siswa mengerjakan soal. Setelah mengerjakan soal, siswa dapat mereview kembali *quiz* untuk melihat jawaban yang benar. Tampilan total perolehan skor dapat dilihat pada gambar 6 di bawah ini.



Validasi Produk

Aplikasi soal literasi sains berbasis *android* pada materi Sistem Perkembangbiakan Tumbuhan di validasi oleh empat validator yaitu, satu validator ahli media pembelajaran, satu validator ahli materi dan dua validator guru mata pelajaran IPA SMP kelas IX. Tujuan dilakukan validasi untuk mengetahui kelayakan produk dan mendapatkan bukti bahwa produk yang dihasilkan sesuai dengan tujuan pengembangan produk. Penilaian ahli media bertujuan untuk menilai kelayakan aplikasi yang digunakan. Penilaian ahli media mencakup aspek penggunaan produk dan perangkat lunak yang dikembangkan, desain visual serta tata bahasa dan komunikasi. Rekapitulasi data hasil validasi media dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2 Hasil Validasi Media

Komponen	**Jumlah Pertanyaan**	**Hasil Validator Ahli Media**		
		Validator I	**Validator III**	**Validator IV**

Penggunaan Produk dan Perangkat Lunak yang dikembangkan	3	12	12	12	Rata-Rata Validitas
Desain Visual	5	16	18	20	
Tata Bahasa dan Komunikasi	2	6	8	8	
Total Skor yang Didapat		34	38	40	
Rata-Rata		3,4	3,8	4	3,73
Kriteria		Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik

Rekapitulasi data hasil validasi media menunjukkan rata-rata skor yang diperoleh pada tiap validator berbeda. Hasil perolehan nilai validator I menunjukkan angka sebesar 3,4 dan tergolong kriteria sangat baik, hasil perolehan nilai validator III menunjukkan angka sebesar 3,8 dan tergolong kriteria sangat baik serta hasil perolehan nilai validator IV menunjukkan angka tertinggi sebesar 4 dan tergolong kriteria sangat baik. Total skor yang didapatkan dari hasil rekapitulasi validator sebesar 3,73 dengan kriteria sangat baik. Sehingga diketahui produk aplikasi soal literasi sains berbasis android yang dikembangkan oleh peneliti layak untuk diujicobakan dalam komponen media.

Penilaian ahli materi bertujuan untuk menilai kualitas dan kesesuaian soal literasi sains. Penilaian ahli materi mencakup aspek kesesuaian materi pada aplikasi, keakuratan materi pada aplikasi, kesesuaian soal literasi sains, petunjuk pengerjaan soal, stimulus soal literasi sains, soal literasi sains bentuk pilihan ganda, soal literasi sains bentuk pilihan ganda kompleks, soal literasi sains bentuk essay dan tata bahasa. Rekapitulasi data hasil validasi materi dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3 Hasil Validasi Materi

Komponen	**Jumlah Pertanyaan**	**Hasil Validator Ahli Media**			
		Validator I	**Validator III**	**Validator IV**	
Kesesuaian materi pada aplikasi	1	3	3	4	Rata-Rata Validitas
Keakuratan materi pada aplikasi	5	20	20	20	

Kesesuian soal literasi sains	1	3	4	4	
Petunjuk pengerjaan soal	1	4	4	4	
Stimulus soal literasi sains	1	4	4	4	
Soal literasi sains bentuk pilihan ganda	1	4	4	4	
Soal literasi sains bentuk pilihan ganda kompleks	1	4	4	4	
Soal literasi sains bentuk essay	1	3	4	4	
Tata Bahasa	1	3	4	4	
Total Skor yang didapat		48	51	52	
Rata-Rata		3,69	3,92	4	3,87
Kriteria		Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik	Sangat Baik

Rekapitulasi data hasil validasi materi menunjukkan rata-rata skor yang diperoleh pada tiap validator berbeda. Hasil perolehan nilai validator II menunjukkan angka sebesar 3,69 dan tergolong kriteria sangat baik, hasil perolehan nilai validator III menunjukkan angka sebesar 3,92 dan tergolong kriteria sangat baik serta hasil perolehan nilai validator IV menunjukkan angka tertinggi sebesar 4 dan tergolong kriteria sangat baik. Total skor yang didapatkan sebesar 3,87 dengan kategori sangat baik. Sehingga diketahui produk soal literasi sains yang dikembangkan oleh peneliti layak untuk diujicobakan dalam komponen materi.

Setelah mendapatkan hasil penilaian masing-masing validator, dilakukan perhitungan untuk mencari rata-rata skor hasil validasi akhir produk. Hasil validasi akhir produk berdasarkan hasil validasi media dan materi. Hasil rekapitulasi skor akhir produk dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4 Skor Akhir Validasi

No	Validator	Hasil Perolehan Skor
1.	Media	3,73

2.	Materi	3,87
Jumlah Skor		7,6
Rata-Rata Akhir		3,8
Kriteria		Sangat Baik

Berdasarkan hasil yang didapatkan, produk aplikasi soal literasi sains berbasis android materi sistem perkembangbiakan tumbuhan kelas IX yang dikembangkan peneliti mendapatkan skor rata-rata akhir 3,8. Skor diperoleh berdasarkan hasil validasi media dan materi. Rata-rata keseluruhan aspek media dan materi sebesar 3,73 dan 3,87 sehingga dapat dikategorikan sangat baik berdasarkan kriteria kelayakan produk.

Revisi Produk

Revisi terhadap isi produk yang dikembangkan oleh peneliti telah diperbaiki berdasarkan komentar dan saran dari validator baik dalam segi media maupun materi. Pada segi media, perbaikan terdapat dalam aspek desain visual dan tata bahasa. Pada aspek desain visual terdapat kesalahan dalam pemutaran audio dan tampilan nilai pada total passing score. Sedangkan pada aspek tata bahasa terletak dalam kesesuaian kata dengan PUEBI. Sedangkan, pada segi materi perbaikan terdapat dalam aspek ketepatan stimulus soal literasi sains dalam bagian evaluasi, kaidah penulisan soal literasi sains bentuk essay, stimulus soal literasi sains dan kesesuaian soal literasi sains.

Pembahasan

Penelitian dan pengembangan yang dilakukan menghasilkan produk akhir berupa aplikasi soal literasi sains berbasis *android*. Pengembangan ini bertujuan untuk meningkatkan ranah kognitif siswa dalam mendukung ketercapaian keterampilan abad 21. Pratiwi dkk., (2019) menyatakan literasi sains mengedepankan keterampilan berpikir dan bertindak serta menggunakan cara berpikir *saintifik* dalam menyikapi isu yang berkembang. Hal tersebut, sesuai dengan soal literasi yang telah dikembangkan oleh peneliti dalam materi Sistem Perkembangbiakan Tumbuhan. Literasi sains yang telah dikembangkan berperan penting bagi siswa dalam memahami isu seputar lingkungan. Soal yang diujikan mampu untuk mengembangkan keterampilan siswa dalam mengidentifikasi konsep, data dan bukti ilmiah terkait sains dalam sebuah artikel, skema dan gambar, merancang penyelidikan ilmiah berdasarkan hasil pengamatan sains serta

menjelaskan implikasi potensial yang terjadi di lingkungan masyarakat berkaitan dengan perkembangan teknologi.

Pembelajaran yang digunakan dalam penelitian dan pengembangan ini berbasis literasi sains. Pembelajaran ini membantu siswa untuk terlibat secara aktif dalam menemukan pengetahuan, kesimpulan dan konsep. Hal ini sesuai dengan penerapan belajar dalam teori konstruktivisme. Ciri konstruktvisme yang diterapkan dalam pembelajaran berbasis literasi sains dapat mengembangkan pemahaman siswa dalam dirinya sendiri dan bukan dari orang lain, belajar difasilitasi dengan interaksi sosial melalui kegiatan pengamatan sains serta belajar bermakna melalui tugas yang autentik seperti stimulus yang bersifat konseptual dalam soal yang diujikan (Nurhadi, 2020). Proses belajar yang diterapkan memberikan kesempatan siswa untuk merekonstruksi fenomena yang terjadi di lingkungan sekitar, mengidentifikasi konsep melalui penerapan pembelajaran membaca literatur, menganalisis jurnal, membaca studi kasus dan melakukan studi pustaka, merancang penelitian berdasarkan jurnal ilmiah dan kegiatan praktikum, melatih kemampuan siswa dalam mengembangkan ide atau gagasan serta terampil dalam memecahkan permasalahan sesuai dengan kompetensi ilmiah literasi sains.

Soal literasi sains dikemas dengan memanfaatkan pengembangan teknologi dalam bentuk aplikasi. Aplikasi dikonversikan dalam bentuk *android* dengan bantuan website 2 APK builder dan memiliki ukuran 70 MB. Pengguna dapat menginstal aplikasi melalui *link* mega ini https://mega.nz/file/AkQlmTpJ#K-46C8kvodkl1ofGHz3doMMzxVO77pw0KxV8ZAIN3uA Aplikasi ini dibuat menggunakan *Ispring suite 9* yang bersifat interaktif karena memiliki ikon menarik serta audio yang dapat diputar secara otomatis pada bagian *quiz*. Pengemasan soal dalam aplikasi bertujuan untuk menarik minat siswa dalam pembelajaran serta membantu siswa untuk memahami dan mengidentifikasi stimulus yang diujikan pada soal. Aplikasi ini dapat dioperasikan secara *offline* menggunakan *smartphone* dengan sistem operasi *android* minimal versi 4.4 Kitkat.

Soal literasi sains yang dikemas dalam aplikasi berbasis *android* mendorong pengembangan inovasi produk yang aktual dan kekinian sesuai dengan kelebihan model Borg&Gall dalam penelitian pengembangan (R&D). Inovasi produk aktual dan kekinian menjadi dasar peneliti untuk mengemas soal literasi sains berbasis *mobile learning*. Penggunaan *mobile learning* (*m-learning*) menjadi salah-satu proses edukatif yang selalu berkembang mengikuti perkembangan teknologi. Keuntungan pemanfaatan *mobile learning* dalam proses pembelajaran yaitu membantu siswa meningkatkan kemampuan literasi (Nazzar, 2020). Keuntungan pemanfaatan *mobile learning*, menjadi dasar peneliti dalam mengembangkan inovasi produk berbasis *android* dengan memanfaatkan *smartphone*.

Soal literasi sains yang dikembangkan berdasarkan hasil analisis kebutuhan berjumlah 30 butir soal yang terbagi dalam 2 kategori yaitu, evaluasi harian dan

evaluasi akhir. Pada evaluasi harian berjumlah 20 butir soal yang terbagi dalam 4 pertemuan. Satu pertemuan berjumlah 5 butir soal. Pada evaluasi akhir berjumlah 10 butir soal. Soal literasi sains yang dikembangkan termasuk dalam evaluasi formatif dengan tujuan untuk mengetahui keberhasilan proses pembelajaran setelah membahas kompetensi dasar (KD) 3.2 Menganalisis sistem perkembangbiakan pada tumbuhan dan hewan serta penerapan teknologi pada sistem reproduksi tumbuhan dan hewan dan 4.2 Menyajikan karya hasil perkembangbiakan pada tumbuhan. Analisis butir soal literasi sains yang dikembangkan bervariasi yaitu pilihan ganda, pilihan ganda kompleks, benar salah dan essay. Pembuatan kisi-kisi soal, mengacu pada 3 indikator utama literasi sains yaitu, menafsirkan data dan bukti ilmiah, merancang penyelidikan ilmiah dan menjelaskan fenomena ilmiah. Pembuatan soal juga disesuaikan dengan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) dalam ranah kognitif C1-C6 yang dikelompokan menjadi 3 level literasi sains, yaitu Level 1 (C1), Level 2 (C2-C3) dan Level 3 (C4-C6).

Produk yang dikembangkan telah divalidasi dan direvisi berdasarkan komentar dan saran perbaikan dari 1 validator ahli materi, 1 validator ahli media pembelajaran dan 2 validator guru mata pelajaran IPA. Penilaian validasi ahli materi meliputi aspek kesesuaian materi, keakuratan materi, kesesuaian soal literasi sains, petunjuk pengerjaan soal, stimulus soal literasi sains, soal literasi sains dalam bentuk pilihan ganda, pilihan ganda kompleks dan essay serta tata bahasa, sedangkan penilaian validasi ahli media pembelajaran meliputi aspek penggunaan produk dan perangkat lunak yang dikembangkan, desain visual serta tata bahasa dan komunikasi.

Produk aplikasi soal literasi sains berbasis *android* yang telah dikembangkan dapat mengatasi permasalahan dalam penelitian. Hal ini dibuktikan dengan perolehan rata-rata skor pada validasi materi mendapatkan nilai 3,87 dan termasuk dalam kategori sangat baik. Nilai tersebut diperoleh karena hasil pengembangan aplikasi soal literasi sains berbasis *android* dianggap layak untuk mengatasi permasalahan dalam penelitian. Salah-satunya yaitu, soal literasi sains dapat meningkatkan ranah kognitif siswa dengan mengacu pada soal yang bersifat analisis.

Soal analisis dan memiliki keterampilan berpikir tingkat tinggi merupakan harapan para guru berdasarkan analisis kebutuhan. Selain itu, soal yang dikembangkan dapat mendukung ketercapaian abad 21, karena di dalam soal literasi sains, siswa diminta untuk meningkatkan kreativitas *(creativity)*, komunikasi *(communication*), keterampilan berpikir kritis *(critical thinking)* serta pemecahan suatu masalah *(problem solving)* yang berkaitan dengan sains . Keterampilan siswa pada soal literasi sains yang telah dikembangkan terkait dengan keterampilan abad 21 yaitu, siswa mengetahui konsep sains terkait sistem perkembangbiakan pada tumbuhan, menafsirkan data dan bukti ilmiah berkaitan dengan hasil analisis artikel, gambar dan grafik, merancang suatu penyelidikan

ilmiah berdasarkan rancangan laporan praktikum dan jurnal serta menjelaskan implikasi potensial dalam masyarakat terkait perkembangan teknologi perkembangbiakan tumbuhan.

Hasil perolehan rata-rata skor total berdasarkan validasi materi dan media pembelajaran mendapatkan nilai 3,8 dan termasuk kategori sangat baik. Hal tersebut menjelaskan bahwa soal literasi sains berbasis *android* pada materi Sistem Perkembangbiakan Tumbuhan kelas IX SMP layak untuk diujicobakan dengan adanya komentar atau saran perbaikan dari validator. Perbaikan pada soal literasi sains telah dilakukan oleh peneliti sehingga produk yang telah dikembangkan dapat diterapkan oleh guru khususnya dalam proses pembelajaran.

Keterbatasan Pengembang

Terdapat keterbatasan pada pengembangan produk yang dikembangkan oleh peneliti. Keterbatasan yang pertama yaitu, aplikasi ini hanya memuat soal mengenai sistem perkembangbiakan tumbuhan karena bobot materi yang terlalu tinggi dalam pembuatan soal. Kedua, soal literasi sains yang telah dikembangkan tidak memuat keseluruhan indikator literasi sains. Ketiga, pada aplikasi tidak terdapat fitur mengaktifkan dan menonaktifkan audio dikarenakan audio pada aplikasi terputar secara otomatis.

Kesimpulan

Pengembangan soal literasi sains berbasis android yang dikemas dalam bentuk aplikasi menggunakan Ispring suite 9 pada materi sistem perkembangbiakan tumbuhan kelas IX SMP berhasil dilakukan. Pengemasan soal berjumlah 30 butir soal dengan kategori 20 soal evaluasi harian dan 10 soal evaluasi akhir. Produk ini mendapatkan perolehan skor total “3,8” sehingga layak diujicobakan setelah direvisi sesuai komentar/saran perbaikan dari validator.

Daftar Pustaka

Ahdar Djamaluddin, W. 2019. *4 pilar peningkatan kompetensi pedagogik.* Parepare: CV. KAAFFAH LEARNING CENTER.

Dewi, F. 2015. Proyek buku digital : upaya peningkatan keterampilan abad 21 calon guru sekolah dasar melalui model pembelajaran berbasis proyek. *metodik didaktik, 9*(2), 1-15.

Muhammad Nazar, Z. A. 2020. Pengembangan aplikasi pembelajaran interaktif berbasis android untuk membantu mahasiswa dalam mempelajari materi larutan elektrolit dan nonelektrolit. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia, 8*(1), 39-54.

Nurhadi. 2020. Teori kognitivisme serta aplikasinya dalam pembelajaran. *Jurnal Edukasi dan Sains, 2*(1), 78-95.

PISA. 2018. *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework.* Paris: OECD Publishing.

Pratiwi, S. N., Cari. C., & Aminah, N. S. 2019. Pembelajaran IPA abad 21 dengan literasi sains siswa. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika (JMPF), 9*(1), 34-42.

Redhana, I. W. 2019. Mengembangkan keterampilan abad ke-21 dalam pembelajaran kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia, 13*(1), 2239-2253.

Rosnaeni. 2021. *Jurnal Basicedu*. Karakteristik dan asesmen pembelajaran abad 21, 5(5), 4334-4339.

Salamah, P. N., Rusilowati, A., & Sarwi. 2017. Pengembangan alat evaluasi materi tata surya untuk mengukur kemampuan literasi sains siswa SMP. *Unnes Physics Education Journal*, 6 (3), 7-16.

Sugiyono. 2016. *Metode penelitian dan pengembangan (Research and Development)*. Bandung: ALFABETA.

PENGEMBANGAN *E-BOOKLET* INTERAKTIF PADA MATERI BAKTERI KELAS X DI ERA PEMBELAJARAN HIBRID

Meylinda Dewi Maharani Pratiwi[1], Yoanni Maria Lauda Feroniasanti[2]
[1] *Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta*
**Email : meylinda.dewi7@gmail.com*
[2] *Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta*
**Email : feroniasanti@usd.ac.id*

Abstrak

Hybrid Learning merupakan tantangan baru dalam dunia pendidikan. Implementasi pembelajaran di beberapa sekolah SMA di DIY masih terdapat kendala pada proses penerapannya, seperti : partisipasi peserta didik menurun, kuota & akses internet yang kurang memadai, serta kedisiplinan peserta didik. Selain itu, terdapat materi yang dirasa sulit untuk dipahami oleh peserta didik salah satunya adalah materi Bakteri. Pengembangan media pembelajaran berupa *e-booklet* interaktif diharapkan menjadi salah satu solusi mengatasi permasalahan dalam memperoleh jaringan dan penyampaian materi pelajaran yang bervariatif sehingga dapat meningkatkan partisipasi peserta didik. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan model *Borg & Gall*, hingga tahap perbaikan produk. Pengambilan data dilakukan dengan teknik wawancara dan kuisioner. Selanjutnya data dianalisis menggunakan teknik analisis kualitatif dan kuantitatif. Media *E-Booklet* Interaktif memuat isi yang ringkas, gambar, video, dan evaluasi, serta dapat diakses secara *online* dan *offline* melalui perangkat *android*, dan PC. Berdasarkan hasil validasi dari para ahli mendapatkan rata-rata skor 93,56% dengan kriteria “Sangat Valid”, sehingga produk media pembelajaran *E-Booklet* Interaktif pada materi bakteri Kelas X layak untuk digunakan atau diuji coba terbatas sesuai saran dari para ahli.
Kata kunci: Bakteri, *e-booklet* interaktif, media pembelajaran.

Abstract

Hybrid Learning is a new challenge in the world of education. The implementation of learning in several high school schools in DIY still has obstacles in the implementation process, such as decreased student participation, inadequate internet quota & access, and student discipline. In addition, some materials are difficult for students to understand, one of which is Bacteria. The development of learning media in the form of interactive e-booklets is expected to be one of the solutions to overcoming problems in obtaining networks and delivering varied subject matter to increase student participation. This research was development research using the Borg & Gall model, up to the product improvement stage. Data were collected using interview and questionnaire techniques. Furthermore, the data were analyzed using qualitative and quantitative analysis techniques. Interactive E-Booklet media contains concise content, images, videos, and evaluations, and can be accessed online and offline via android devices, and PCs. Based on the validation results from the experts, the average score was 93.56% with the criteria of "Very

Valid", so the Interactive E-Booklet learning media product on Class X bacteria was suitable for use or limited trials according to suggestions from experts.
Keywords: *Bacteria, interactive e-booklet, learning media.*

Pendahuluan

Seiring berkembangnya teknologi di era 4.0 saat ini membuat sistem pendidikan dunia khususnya di Indonesia menjadi tak terbatas oleh ruang dan waktu, dimana proses pendidikan tidak hanya berlangsung di dalam ruang kelas dan saat jam pelajaran saja. Proses pembelajaran di dunia pendidikan saat ini mulai berkembang ke arah pembelajaran abad-21, yakni peserta didik memiliki keterampilan belajar yang kreatif, dan inovatif dalam menggunakan keterampilan teknologi dan media informasi, serta dapat bekerja dan bertahan dalam menggunakan keterampilan untuk hidup (*life skills*) (Wijaya dkk., 2016). Tidak hanya dari segi peserta didik, proses pembelajaran abad-21 juga menuntut guru untuk dapat beradaptasi terhadap perkembangan zaman. Tantangan terbaru bagi guru saat ini adalah hadirnya Pembelajaran Jarak Jauh (PJJ) di rumah masing-masing secara *online* (daring), mengharuskan guru lebih terampil dalam menggunakan teknologi sebagai sarana penyampaian pembelajaran kepada peserta didik. Kemampuan dalam menguasai materi oleh peserta didik dapat didukung dengan keberadaan sumber belajar dan media pembelajaran. Menurut Riefani (2019) penggunaan variasi sumber belajar dan media belajar dapat meningkatkan perhatian peserta didik dan merangsang peran aktif peserta didik terhadap peningkatan kemampuan hasil belajarnya. Oleh karena itu, strategi pembelajaran dan penggunaan media ajar yang tepat memiliki peranan yang cukup penting.

Namun berdasarkan hasil wawancara analisis kebutuhan yang telah dilakukan di 5 sekolah SMA di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, proses pembelajaran daring & luring di masa pandemi masih sulit diterapkan. Hal ini dikarenakan ditemukan beberapa kendala, diantaranya ialah : 1) Pengurangan durasi pembelajaran menyebabkan tidak semua materi dapat terakomodasi, 2) Keterbatasan kuota dan akses internet yang kurang memadai, 3) Kedisiplinan peserta didik dalam mengumpulkan tugas, 4) Menurunnya partisipasi peserta didik saat pembelajaran, dan 5) Kurangnya pelatihan guru tentang media yang mudah diaplikasikan dan menarik. Selain itu, terdapat materi yang dirasa sulit untuk dipahami oleh peserta didik salah satunya adalah materi Bakteri, karena 3 dari 5 sekolah menyebutkan bahwa materi Bakteri bersifat abstrak (tidak bisa dilihat secara langsung), menggunakan bahasa yang rumit, materi terlalu banyak, banyak menggunakan istilah-istilah dan kurangnya sumber belajar yang cukup jelas dan mudah dipahami. Berdasarkan kondisi permasalahan tersebut, guru memerlukan alternatif yang dapat meningkatkan pembelajaran yang inovatif dan interaktif melalui sebuah pengembangan media ajar yang dapat menghemat waktu dalam menyampaikan materi, dengan cara peserta didik dapat belajar secara mandiri di luar dan waktu tatap muka di sekolah.

Menurut Wibowo (2018), beberapa media pembelajaran yang menunjang proses pembelajaran diantaranya adalah modul, multimedia interaktif, *flipper book*, komik, dan video pembelajaran. Menurut Mudhlofir (2011), penyajian pada media pembelajaran dapat ditransformasikan ke bentuk elektronik, sehingga muncul istilah modul elektronik (*E-modul/E-book/E-booklet*). Menurut Hoiroh (2020), Booklet Elektronik sangat efektif, praktis dan dapat meningkatkan pemahaman

konsep materi. Adapun materi yang sesuai dicantumkan pada media *e-booklet* adalah materi yang banyak memiliki gambar untuk menyampaikan materi pembelajaran secara ringkas (Darlen dkk., 2015). *E-Booklet* ini bersifat interaktif, sehingga mempermudah navigasi dalam menampilkan video, serta dilengkapi kuis sebagai umpan balik otomatis dengan segera. Penggunaan media ini dapat dengan mudah dijalankan oleh peserta didik maupun guru, sebab dapat diaplikasikan menggunakan perangkat *smartphone* maupun *Personal Computer* (PC). Berdasarkan hasil penelitian Pralisaputri (2016) media *E- booklet* terbukti efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Maka berdasarkan latar belakang di atas, peneliti tertarik melakukan penelitian mengenai “Pengembangan *E-Booklet* Interaktif pada Materi Bakteri Kelas X di Era Pembelajaran Hibrid” yang diharapkan dapat menjadi media pembelajaran yang mampu memudahkan siswa mempelajari konsep materi, menambah pengetahuan serta meningkatkan minat belajar siswa pada konsep materi Bakteri.

Metode

Penelitian ini termasuk dalam penelitian pengembangan *Research and Development* (R&D) dengan model *Borg & Gall* dalam Sugiyono (2016), namun hanya 5 tahapan yaitu : 1) Potensi dan masalah, tahapan awal untuk mencari informasi aktual di lapangan melalui kegiatan wawancara analisis kebutuhan pada September-Oktober 2021 di lima sekolah SMA yang berada di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta terdiri dari 2 sekolah swasta yakni SMAK Sang Timur Yogyakarta dan SMA Santo Mikael Sleman serta 3 sekolah negeri yakni SMAN 1 Kalasan, SMAN 1 Ngaglik, dan SMAN 6 Yogyakarta. 2) Pengumpulan Data, pada tahap ini disesuaikan dengan analisis yang sudah dilakukan sebelumnya, dengan mencari studi literatur yang relevan untuk menyusun komponen produk. 3) Desain Produk, pada tahap ini melakukan pengembangan produk awal berupa desain sampai menghasilkan sebuah produk media pembelajaran yang digunakan sesuai dengan materi dan karakteristik peserta didik. Media *E-Booklet* Interaktif dibuat menggunakan aplikasi *Flip Pdf Corporate* dengan mengkonvert PDF menjadi *e-booklet*. Produk media dapat dibuka secara *online* dengan mengakses URL melalui *browser* di Komputer maupun *Smartphone* dengan tautan https://bit.ly/E-BookletBakteriKelas10. File *E-Booklet* Interaktif juga dapat diinstall pada *Smartphone* berbasis *android* dengan format file *application package (apk.)* dengan tautan https://s.id/E-Booklet_apk. 4) Validasi Desain Produk, pada tahap ini produk di uji validasi oleh 4 ahli/pakar yakni : 1 ahli media, 1 ahli materi, dan 2 guru biologi SMA. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah kuesioner yang nantinya akan diisi oleh validator. 5) Revisi Desain Produk, tahap ini dilakukan revisi terhadap produk pengembangan berdasarkan hasil dari uji validasi yang diperoleh.

Jenis data yang dihasilkan pada penelitian berupa data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dari hasil wawancara analisis kebutuhan dan komentar dari validator. Sedangkan data kuantitatif diperoleh melalui kuesioner hasil skoring validator untuk menilai kelayakan produk yang dikembangkan (Sudaryono, 2016). Hasil kuesioner data kuantitatif menggunakan skala likert dengan empat kategori pilihan, yaitu: angka 1 berarti sangat kurang, angka 2 kurang, angka 3 baik, dan angka 4 sangat baik. Kuesioner memiliki kolom-kolom menunjukkan tingkatannya yang kemudian dianalisis menggunakan rumus sebagai berikut :

Rumus perhitungan uji validitas pakar/ahli yaitu :

$$V = \frac{TSe}{TSh}\ x\ 100\% \quad (1)$$

Keterangan :
V = Nilai validitas
TSe = Total skor dari validator
TSh = Total skor maksimal yang diharapkan

Hasil perhitungan validitas yang diketahui persentasenya dikonversikan menjadi data kualitatif. Kriteria penilaian perhitungan validitas menurut Akbar (2013), dapat dilihat pada **Tabel 1.** berikut:

Tabel 1. Kriteria Uji Validitas

Presentase	Kategori Validitas	Keterangan
86,00% - 100,00%	Sangat Valid	Sangat baik untuk digunakan
71,00% - 85,00%	Valid	Boleh digunakan dengan revisi kecil
56,00% - 70,00%	Cukup Valid	Boleh digunakan dengan revisi besar
41,00% - 55,00%	Kurang Valid	Tidak boleh digunakan
25,00 % - 40,00%	Tidak Valid	Tidak boleh dipergunakan

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan sebuah produk berupa *e-booklet* interaktif pada materi bakteri kelas X. Pada tahap pertama peneliti melakukan kegiatan wawancara analisis kebutuhan di 5 sekolah SMA, dari hasil wawancara diketahui bahwa hampir di setiap sekolah memiliki beberapa kendala yang sama selama proses pembelajaran, namun upaya yang dilakukan berbeda-beda tergantung kemampuan sekolah dan guru. Beberapa kendala yang dihadapi selama pembelajaran daring, seperti : 1) Pengurangan durasi pembelajaran menyebabkan tidak semua materi dapat terakomodasi, 2) Keterbatasan kuota dan akses internet yang kurang memadai, 3) Menurunnya partisipasi peserta didik saat pembelajaran. Penggunaan variasi sumber belajar dan media belajar dapat meningkatkan perhatian peserta didik dan merangsang peran aktif peserta didik (Riefani, 2019). Dengan adanya masalah serta potensi tersebut, peneliti mengembangkan *e-booklet* interaktif karena dapat diakses di *smartphone* berbasis *android* atau laptop secara *online* maupun *offline,* sehingga peserta didik dapat belajar secara mandiri dan tidak bergantung pada ketersediaan sinyal.

Tahap selanjutnya yaitu peneliti mengumpulkan data. Data yang dikumpulkan berasal dari studi literatur yang relevan dengan penelitian dan nantinya digunakan untuk menyusun sebuah media *e-booklet* interaktif. Setelah mengumpulkan data,

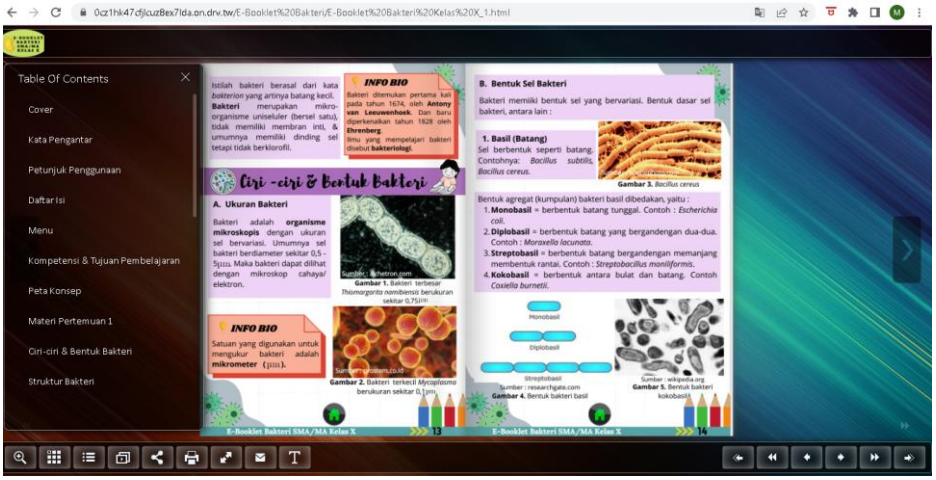
peneliti mulai merancang pembuatan media pembelajaran *E-Booklet* Interaktif menggunakan aplikasi *Flip Pdf Corporate* dengan mengkonvert PDF menjadi *e-booklet*, serta memperhatikan KI dan KD mengenai materi bakteri.

Desain produk *e-booklet* interaktif dibuat oleh peneliti secara mandiri menggunakan aplikasi *Canva* dengan penambahan gambar, video, teks, dan *hyperlink* yang mempermudah pengguna dalam mengakses video pada *youtube*, mengakses *google form*, dan *quiz maker* yang berisi perangkat evaluasi, sehingga dapat menarik minat belajar pengguna/ peserta didik dan mudah mengoperasikan *e-booklet* interaktif. Sejalan dengan pendapat Sarip dkk. (2022), bahwa media pembelajaran yang mudah dipahami, memiliki kemenarikan isi materi, desainnya menarik dan menggunakan kalimat sederhana cenderung mampu memotivasi siswa untuk belajar berulang kali terhadap konsep materi yang dianggap sulit dipelajari secara mandiri sehingga otomatis dapat meningkatkan minat belajar siswa itu sendiri ketika mampu mempelajari berulang kali.

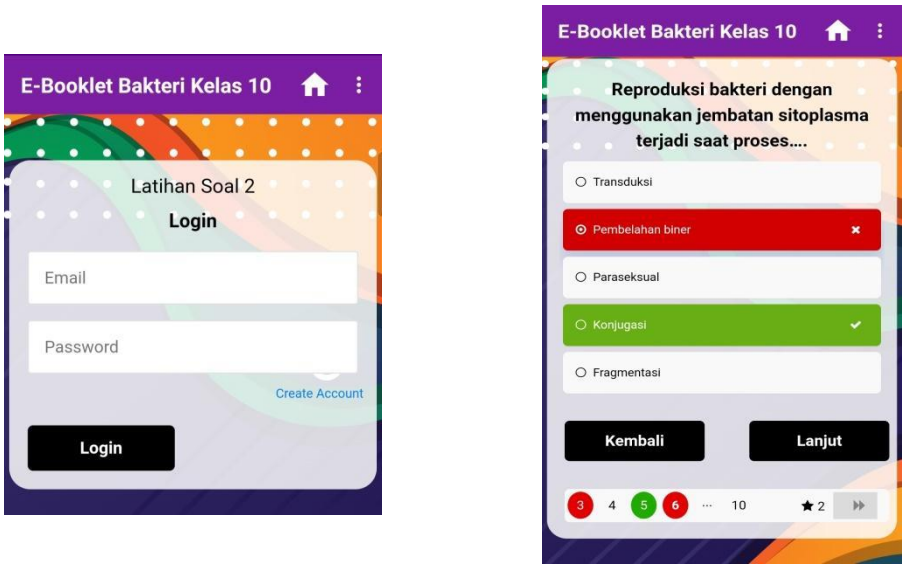
Berikut beberapa tampilan *e-booklet* interaktif yang dikembangkan :



Gambar 1. Tampilan cover *E-Booklet* Interaktif yang dibuka melalui komputer/PC



Gambar 2. Tampilan Sebagian Materi yang dibuka melalui komputer/PC



Gambar 3. Contoh tampilan Latihan Soal di *E-Booklet* Interaktif yang dibuka melalui *smartphone*.

Desain *E-Booklet* Interaktif yang sudah dikembangkan, kemudian di validasi oleh 4 orang para ahli yaitu : 1 orang dosen ahli materi, 1 orang dosen ahli media pembelajaran, dan 2 orang guru biologi SMA sebagai praktisi pembelajaran. Berikut tabel mengenai hasil validasi oleh para ahli :

Tabel 2. Hasil Validasi oleh Ahli Materi

Aspek Penilaian	**Hasil Perolehan Skor Ahli Materi**			**Rata - rata**
	Validator I	**Validator II**	**Validator III**	
Penyajian	8	7	8	
Isi	39	37	39	
Bahasa	12	12	10	
Σ Skor yang diperoleh (TSe)	**59**	**56**	**57**	
Σ Skor harapan (TSh)	60	60	60	
Nilai Validitas = $\frac{TSe}{TSh}$ x 100 (%)	**98,3 %**	**93,3 %**	**95 %**	**95,5 %**
Kriteria	**Sangat Valid**	**Sangat Valid**	**Sangat Valid**	**Sangat Valid**

Berdasarkan hasil validasi oleh ahli materi pada **Tabel 2**, menunjukan bahwa skor rata-rata dari seluruh validator pada aspek penyajian, isi, dan bahasa memperoleh skor 95,5 %. Hal ini menunjukan bahwa secara keseluruhan, materi dalam produk yang dikembangkan sudah memenuhi aspek-aspek penilaian pada lembar validasi dan dinyatakan masuk dalam kriteria “Sangat Valid”.

Tabel 3. Hasil Validasi oleh Ahli Media

Aspek Penilaian	**Hasil Perolehan Skor Ahli Media**			**Rata - rata**
	Validator I	**Validator II**	**Validator III**	
Tampilan	28	31	29	
Gambar dan Video	8	8	7	
Kontrol Penggunaan	9	12	12	
Bahasa	6	8	7	
Σ Skor yang diperoleh (TSe)	**51**	**59**	**55**	
Σ Skor harapan (TSh)	60	60	60	
Nilai Validitas = $\frac{TSe}{TSh}\ x\ 100\ (\%)$	**85 %**	**98,3 %**	**91,6 %**	**91,6 %**
Kriteria	**Valid**	**Sangat Valid**	**Sangat Valid**	**Sangat Valid**

Berdasarkan hasil validasi oleh ahli media pada **Tabel 3**, menunjukan bahwa skor rata-rata dari seluruh validator pada aspek tampilan, gambar dan video, kontrol penggunaan, dan bahasa memperoleh skor 91,6 %. Hal ini menunjukan bahwa secara keseluruhan, media dalam produk yang dikembangkan sudah memenuhi aspek-aspek penilaian pada lembar validasi dan dinyatakan masuk dalam kriteria “Sangat Valid”. Namun, pada salah satu hasil validasi media oleh validator I mendapatkan skor sebesar 85 % dan masuk dalam kriteria “Valid”, skor tersebut lebih rendah dibandingkan dua validator media lainnya. Hal ini ditinjau dari aspek kontrol penggunaan dan bahasa, karena validator banyak memberikan komentar mengenai kesalahan dalam tata penulisan Bahasa Indonesia & konsistensi penulisan pada bagian materi di dalam produk media pembelajaran yang dikembangkan oleh peneliti.

Tabel 4. Rekapitulasi hasil validasi terkait materi dan media

No.	**Validator**	**Persentase Rata-rata (%)**
1.	Materi	95,5
2.	Media	91,63
Total		187,13
Persentase Rata-rata Akhir (%)		**93,56**
Kriteria Validitas		**Sangat Valid**

Berdasarkan rekapitulasi hasil validasi terkait materi dan media mendapatkan skor rata-rata validasi sebesar 93,56 %. Hal ini menunjukan bahwa secara keseluruhan, produk media pembelajaran *E-Booklet* Interaktif yang dikembangkan sudah memenuhi aspek-aspek penilaian pada lembar validasi dan dinyatakan masuk dalam kriteria “Sangat Valid” dengan rumus perhitungan uji validitas menurut Akbar (2013). Walaupun demikian terdapat beberapa revisi yang disesuaikan dengan saran dan masukkan dari validator dan pertimbangan peneliti terhadap hasil validasi pada aspek penyajian, isi, bahasa, tampilan, gambar & video, dan kontrol

penggunaan. Adapun rincian revisi produk yang dilakukan peneliti dari beberapa aspek meliputi :

1. Aspek Tampilan

   Pada aspek tampilan, peneliti merubah *background* sampul agar terlihat lebih terang dan dapat menarik peserta didik maupun pembaca dalam mempelajari materi Bakteri pada *E-Booklet*. Kemudian peneliti menambahkan penomoran / huruf berupa (a,b,c) pada setiap sub-bab agar peserta didik maupun pembaca bisa lebih memahami dengan jelas dan tidak terjadi miskonsepsi, serta memperbaiki beberapa *layout* agar tidak terlalu padat tulisan. Hal ini sejalan dengan Dewi dkk. (2020), bahwa media dengan tampilan yang menarik mampu membuat suasana pembelajaran yang berbeda, hal ini berdampak pada peningkatan keaktifan dan motivasi peserta didik dalam proses pembelajaran.

2. Aspek Bahasa

   Perbaikan pada aspek bahasa juga disesuaikan dengan saran dan masukkan dari validator untuk memperbaiki dan memeriksa tata penulisan Bahasa Indonesia & konsistensi penulisan pada bagian materi. Berdasarkan komentar yang disampaikan validator, peneliti menyadari bahwa penggunaan bahasa penting untuk diperhatikan. Hal ini sejalan dengan pernyataan Wicaksono (2016), bahwa bahasa merupakan hal penting dalam proses pembelajaran karena dianggap sebagai alat penyampaian suatu kompetensi yang sudah ditetapkan.

3. Aspek Gambar & Video

   Aspek video juga dilakukan perbaikan yaitu dengan menambahkan keterangan bahwa terdapat *subtitle* / terjemahan dalam Bahasa Indonesia pada video yang diberikan. Menurut pendapat Lubis (2017), bahwa video pembelajaran sebagai media audio-visual dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar karena melibatkan imajinasi dari peserta didik.

4. Aspek Isi

   Perbaikan juga dilakukan peneliti pada aspek isi, yakni pada materi klasifikasi lebih ditekan dasar pengelompokannya. Oleh sebab itu peneliti melakukan perubahan isi dengan memasukkan materi cara hidup ke dalam materi klasifikasi, agar dasar pengelompokkan bakteri bisa lebih spesifik, tidak hanya berdasarkan *archaebacteria* dan *eubacteria* saja. Perubahan ini dilakukan berdasarkan saran dari 2 validator guru Biologi kelas X SMA.

E-booklet interaktif yang dikembangkan oleh peneliti juga dapat diakses secara *online* maupun *offline*, karena memiliki format output yang fleksibel seperti *html*, *exe*, *zip*, dan *burn* ke CD sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Oleh sebab itu, *e-booklet* interaktif dapat mengatasi permasalahan yang ada di setiap sekolah mengenai keluhan kuota dan jaringan internet yang dialami peserta didik. Akses internet yang tidak kuat akan menghambat proses pembelajaran, hal ini sejalan dengan yang disampaikan Sadikin & Hamidah (2020), bahwa pembelajaran *online*/ daring adalah pembelajaran yang membutuhkan jaringan internet dengan aksesibilitas, konektivitas, dan fleksibilitas. Selain itu, menurut Sudjana & Ahmad (2011), salah satu kriteria pemilihan dan penggunaan media pembelajaran adalah fleksibilitas, karena media pembelajaran yang dipilih guru harus dapat digunakan dalam berbagai situasi. Maka *e-booklet* interaktif yang dikembangkan juga dapat mengatasi permasalahan yang disampaikan salah satu guru di sekolah mengenai keterbatasan waktu mengajar. Hal ini menunjukkan

bahwa *e-booklet* interaktif yang telah dikembangkan oleh peneliti berdasarkan penilaian dari validator sangat valid dan layak digunakan peserta didik sebagai sumber belajar pada saat pembelajaran *hybrid*. Hal ini sejalan dengan yang disampaikan Ningrum & Jayusman (2017), bahwa media *e-booklet* valid, praktis, dan efisien diterapkan dalam proses pembelajaran.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa *E-Booklet* Interaktif pada materi Bakteri Kelas X SMA yang dikembangkan peneliti valid dan layak digunakan sebagai media pembelajaran, berdasarkan rata-rata nilai validasi 4 orang ahli sebesar 93,56 % dan termasuk dalam kategori “Sangat Valid”. Produk *E-Booklet* Interaktif ini dapat meningkatkan minat belajar dan pengetahuan kognitif peserta didik, memberikan kemudahan dan membantu peserta didik dalam mempelajari materi Bakteri karena dirancang dengan isi yang ringkas, terdapat banyak gambar, video, dan evaluasi mandiri. Selain itu, media *e-booklet* interaktif dinilai fleksibel dibawa dan digunakan dimana saja karena dapat diakses dalam kondisi *online* dan *offline* melalui perangkat *android*, laptop, dan PC.

Referensi

Akbar, S. (2013). *Instrumen perangkat pembelajaran*. Bandung : Rosdakarya.

Darlen, R.F., Sjarkawi., & Lukman, A. (2015). Pengembangan e-book interaktif untuk pembelajaran fisika SMP. *Tekno-Pedagogi*, 5(1) : 13-23.

Dewi, T.M., Mirnawati., & Dirneti. (2020). Pengaruh penggunaan media kartu kata bergambar dan metode konvensional terhadap hasil belajar kemampuan membaca siswa pada kelas II di SDS 016 Muhammadiyah Karimun tahun ajaran 2019/2020. *Jurnal Pendidikan MINDA*. 1(2).

Hoiroh, A.M.M. (2020). Pengembangan media booklet elektronik materi jamur untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa kelas X SMA. *BIOEDU Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 9(1) : 292-301.

Lubis, S.P. (2017). Pengaruh penggunaan video pembelajaran terhadap hasil belajar siswa kelas XII. *Jurnal Dedikasi*., 1(2) : 169-174.

Ningrum, A. F., & Jayusman, S. A. (2017). Pengembangan bahan ajar sejarah berbentuk booklet pada materi proklamasi kemerdekaan Indonesia dalam upaya peningkatan minat belajar siswa kelas XI SMAN 1 Kertek Wonosobo Tahun Pelajaran 2016/2017. *Indonesian Journal of History Education*, 5(1), 1–8.

Pralisaputri, K.R., Soegiyanto, H., & Muryani, C. (2016). Pengembangan media booklet berbasis SETS pada materi pokok mitigasi dan adaptasi bencana alam untuk kelas X SMA. *Jurnal GeoEco*, 2(2) : 147-154.

Riefani, M.K. (2019). Validitas dan kepraktisan panduan lapangan “Keragaman Burung” di kawasan pantai desa sungai bakau. *Jurnal Vidya Karya*, 34(2) : 193-204.

Sadikin, A., & Hamidah, A. (2020). Pembelajaran daring di tengah wabah covid-19. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 214-224.

Sarip, M., Amintarti, S., & Utami, N.H. (2022). Validitas dan keterbacaan media ajar e-booklet Untuk Siswa SMA/MA Materi Keanekaragaman Hayati. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*. 1(1) : 43-59.

Sudaryono. (2016). *Metode penelitian pendidikan*. Jakarta : Prenada Media Group.

Sudjana, N., & Ahmad, R. (2011). *Media pengajaran*. Bandung : Sinar Baru Algensindo.

Sugiyono. (2016). *Metode penelitian pendidikan (Pendekatan Kuantitaif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung : Alfabeta.

Wibowo, E. (2018). Pengembangan bahan ajar e-modul dengan menggunakan aplikasi kvisoft flipbook maker. Skripsi.

Wijaya, E.Y., Sudjimat, D.A., & Nyoto, A. (2016). Transformasi pendidikan abad 21 sebagai tuntutan pengembangan sumber daya manusia di era global. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika*. 1.

PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS *FLIPPED CLASSROOM* PADA MATERI SISTEM REPRODUKSI KELAS XI SMA

Maria Liliana Suwe Jawa[1], Ika Yuli Listyarini[2]
[1]*Universitas Sanata Dharma, Jalan Affandi, Mrican, Caturtunggal, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281, Indonesia*
[2]*Universitas Sanata Dharma, Jalan Affandi, Mrican, Caturtunggal, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 5528, Indonesia*
[*]*Email : jawaliliana@gmail.com*

Abstrak

Pandemi *covid-19* menyebabkan perubahan pelaksanaan pembelajaran yakni melalui sistem pembelajaran *online*. Pelaksanaan pembelajaran online ini memiliki beberapa kendala dan permasalahan. Keterbatasan waktu menyebabkan guru tidak dapat menyiapkan media pembelajaran menarik, sehingga peserta didik merasa bosan. Materi yang dianggap sulit adalah materi sistem reproduksi karena bersifat abstrak. Solusi dari permasalahan ini adalah pengembangan E-modul berbasis *flipped classroom*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan E-modul berbasis *flipped classroom* dan mengetahui kelayakan produk tersebut. Jenis penelitian yang digunakan *Research and Development* dengan model pengembangan Borg dan Gall. Penelitian ini hanya melakukan lima tahapan penelitian meliputi 1) potensi dan masalah; 2) pengumpulan data; 3) desain produk; 4) validasi desain dan revisi desain. Teknik pengumpulan data yang digunaan yaitu wawancara analisis kebutuhan dan kuesioner validasi produk. Teknik analisis data yang digunakan yaitu teknik analisis data kualitatif dan kuantitatif. E-modul ini dikembangkan dengan Flip PDF Professional dan mengandung komponen tulisan, gambar dan video. Hasil validasi aspek media E-modul adalah 3,64 dan aspek materi 3,75 serta termasuk dalam kategori sangat baik. Berdasarkan hasil validasi yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa pengembangan E-modul berbasis *flipped classroom* layak diujicobakan kepada peserta didik dalam skala terbatas.

Kata Kunci : E-modul, *flipped classroom*, sistem reproduksi manusia.

Development Of Flipped Classroom-Based E-Modules On Reproductive System Materials On Class XI Senior High School

Maria Liliana Suwe Jawa[1], Ika Yuli Listyarini[2]
[1]Sanata Dharma University, Affandi Street, Mrican, Caturtunggal, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281, Indonesia
[2] Sanata Dharma University, Affandi Street, Mrican, Caturtunggal, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281, Indonesia
[*]Email : jawaliliana@gmail.com

Abstract

The COVID-19 pandemic has caused changes in the implementation of learning, namely through the online learning system. The implementation of this online learning has several obstacles and problems. Time constraints cause teachers to be unable to prepare interesting learning media, so students feel bored. The material that is considered difficult is the material of the reproductive system because it is abstract. The solution to this problem is the development of an E-module based on flipped classroom. This study aims to develop an E-module based on the flipped classroom and determine the feasibility of the product. This type of research used is Research and Development with the Borg and Gall development model. This study only carried out five stages of research including 1) potential and problems; 2) data collection; 3) product design; 4) design validation and design revision. Data collection techniques used are needs analysis interviews and product validation questionnaires. The data analysis technique used is qualitative and quantitative data analysis techniques. This e-module was develop with Flip PDF Professional and contains text, image and video components. The result of the validation of the E-module media aspect are 3.64 and the material aspect are 3,75 and are included in the very good category. show that the E-module based one flipped classroom from the material and media aspects obtained an average score of 3.62 and is included in the very good category. Based on the validation results obtained, it can be concluded that the development of an E-module based on the flipped classroom is feasible to be tested on students on a limited scale.

Keywords: E-module, flipped classroom, human reproductive system.

Pendahuluan

Pandemi *covid-19* menyebabkan perubahan pelaksanaan pembelajaran yakni melalui sistem pembelajaran *online*. Pelaksanaan pembelajaran *online* ini tentu saja memiliki beberapa kendala dan permasalahan. Permasalahan tersebut meliputi peningkatan rasa bosan oleh peserta didik, kesulitan mengawasi proses pembelajaran, serta kesulitan dalam pelaksanaan evaluasi (Prawanti dan Sumarni, 2020). Hal ini juga dialami oleh guru Biologi SMA Stella Duce 1 Yogyakarta, SMAK Sang Timur, SMA Santo Thomas, SMA Gama Yogyakarta, SMAN 7 Yogyakarta dan SMAK Syuradikara Ende.

Berdasarkan hasil wawancara, didapati bahwa guru mengalami permasalahan dalam pembelajaran. Pelaksanaan pembelajaran *online* membuat guru harus bekerja ekstra untuk menyiapkan perangkat pembelajaran. Pelaksanaan pembelajaran biasanya dilakukan secara monoton untuk menghindari pemborosan kuota. Penggunaan media yang sama juga membuat peserta didik merasa bosan dalam mengikuti pembelajaran. Selain itu, pelaksanaan evaluasi pembelajaran juga masih memanfaatkan platform paling mudah yakni *google form*.

Selain permasalahan tersebut, terdapat materi biologi yang dianggap sulit yakni materi sistem reproduksi. Materi ini dikatakan sulit karena banyak peserta didik yang mendapat hasil belajar yang rendah pada materi ini. Hal ini disebabkan karena terdapat banyak cakupan materi yang harus dipelajari, memiliki banyak proses, dan tidak dapat diamati secara langsung. Permasalahan ini juga berkaitan dengan kurangnya pemanfaatan media dalam pelaksanaan pembelajaran.

Media merupakan salah satu aspek yang penting dalam pembelajaran. Media merupakan penunjang metode pembelajaran yang digunakan guru (Nurita, 2018). Berbagai media seperti video dan PPT telah digunakan dalam materi reproduksi. Penyediaan media pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi dapat menunjang pelaksanaan pembelajaran. Berdasarkan hasil wawancara dari enam sekolah tersebut, para guru dan peserta didik sudah terbiasa dalam mengakses internet. Hal ini disebabkan karena guru dan peserta didik diberi kebebasan untuk mencari sumber belajar yang ada di internet. Kondisi ini juga sesuai dengan Permendikbud No. 22 Tahun 2016 terkait peningkatan efisiensi dan efektivitas pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi informasi dan komunikasi.

Berbagai macam platform, metode, serta media pembelajaran dapat dimanfaatkan untuk mengatasi permasalahan ini. Beberapa platform yang dapat menunjang pembelajaran adalah padlet, *google classroom*, *google suite for education*, *zenius* dan *edmodo* (Anggraini, 2022). Selain itu, pembelajaran *online* dapat memanfaatkan berbagai media seperti e-book, e-comic, game, poster, e-modul, virtual lab, video pembelajaran, dan masih banyak lagi. E-book merupakan buku digital yang dapat dikembangkan secara interaktif. Menurut Rosyidah dan Rahayu (2022), e-book merupakan media yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif pada peserta didik. Media lain yang dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar peserta didik adalah video pembelajaran, poster, dan komik (Nurita, 2018). Peserta didik juga dapat memanfaatkan media berbasis komputer seperti game dan *virtual laboratory*

untuk meningkatkan motivasi dan pemahaman dalam pembelajaran (Adita dan Julianto, 2016).

Solusi yang dipilih dalam penelitian ini adalah mengembangkan e-modul. Hal ini disebabkan karena e-modul merupakan salah satu media yang dapat menunjang pembelajaran secara daring maupun *blended learning*. Pengembangan E-modul juga dapat diintegrasikan dengan aplikasi, platform serta model pembelajaran manapun. E-modul juga dapat meningkatkan motivasi dan minat belajar peserta didik. Penggunaan e-modul juga meningkatkan kemandirian dalam belajar karena dapat diakses dimana saja dan kapan saja (Hutahaean, dkk., 2019).

Salah satu perbedaan penelitian ini dengan penelitian pembuatan media lain adalah e-modul ini diintegrasikan dengan model pembelajaran *flipped classroom*. Alasan peneliti memilih *flipped classroom* adalah karena karena *flipped classroom* merupakan salah satu model pembelajaran yang dapat diterapkan dalam pembelajaran *online* dan pembelajaran tatap muka terbatas. Selain itu, e-modul yang dibuat mencakup materi sistem reproduksi yang jarang ditemukan dalam e-modul. E-modul ini juga diharapkan dapat menambah wawasan peserta didik melalui komponen “Fakta Sains” dan “Tahukah Kamu”.

E-modul ini dikembangkan karena dapat mengatasi permasalahan berkaitan dengan sumber dan variasi pembelajaran, khususnya pada materi sistem reproduksi. E-modul yang dikembangkan dalam penelitian ini juga dikemas secara elektronik, disajikan secara menarik, disusun secara sistematis dan komunikatif untuk mencapai tujuan pembelajaran. Komponen E-modul yang dapat dimunculkan adalah pendahuluan, kegiatan belajar, latihan, rangkuman, tes formatif, rangkuman dan kunci jawaban (Solihudin, 2018). Berdasarkan masalah dan potensi tersebut, maka akan dilakukan penelitian dengan judul “Pengembangan E-modul Berbasis *Flipped Classroom* pada Materi Sistem Reproduksi Kelas XI.”

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan e-modul berbasis *flipped classroom* pada materi sistem reproduksi kelas XI. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui kelayakan e-modul berbasis *flipped classroom* pada materi sistem reproduksi kelas XI.

Pembelajaran

Menurut UU No. 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional, pembelajaran dapat diartikan pelibatan sumber belajar, pendidik dan peserta didik dalam sebuah interaksi. Proses ini dapat dilakukan oleh seseorang sepanjang hidupnya tanpa memerlukan kriteria waktu atau tempat tertentu. Pelaksanaan proses ini mengutamakan prinsip sistematis, dimulai dari perencanaan, pelaksanaan hingga evaluasi. Pada proses ini, terjadi kegiatan pemberian bantuan dari pendidik atau guru. Pemberian bantuan dilakukan agar peserta didik dapat membentuk sikap, memperoleh pengetahuan, serta menguasai kemahiran (Djamaluddin dan Wardana, 2014).

Pembelajaran juga tidak dapat dipisahkan dari perkembangan zaman. Salah satunya adalah perkembangan informasi secara digital yang

menghadirkan pembelajaran abad 21. Pandemi Covid-19 juga meningkatkan pengembangan dan penggunaan teknologi informasi dalam berbagai aspek, termasuk aspek pendidikan dan pembelajaran. Tujuan pembelajaran abad 21 adalah memastikan generasi muda siap dalam menggunakan teknologi dan informasi. Selain pemanfaatan teknologi, pembelajaran abad 21 juga mengaitkan kemampuan literasi sebagai langkah awal dalam memperluas gagasan (Dit. PSMA Ditjen Pendidikan Dasar dan Menengah, 2017).

Menurut Syahputra (2018), Prinsip dalam pembelajaran abad 21 mencakup empat poin berikut:

1) Peserta didik menjadi pusat pembelajaran

   Peserta didik merupakan subjek yang berperan aktif dalam melaksanakan pembelajaran. Keterampilan dan pengetahuan akan dikonstruksikan dalam pembelajaran serta disesuaikan dengan tingkat kemampuan berpikir peserta didik.
2) Pembelajaran kolaboratif

   Peserta didik diharapkan dapat menjalin kerja sama dengan pihak lain, meskipun pembelajaran berpusat pada peserta didik itu sendiri. Kerja sama ini dapat diterapkan melalui kolaborasi antar peserta didik serta pihak-pihak lain. Melalui prinsip ini, sikap menghargai sesama akan dikembangkan oleh peserta didik.
3) Integrasi pembelajaran sekolah dengan masyarakat (lingkungan sosial)

   Keterlibatan dan peran peserta didik dalam lingkungan masyarakat akan difasilitasi oleh pihak sekolah. Peran ini dapat diwujudkan melalui berbagai macam kegiatan dalam bidang lingkungan hidup, pendidikan, kesehatan dan lainnya.
4) Pembelajaran kontekstual

   Pembelajaran yang dilakukan memiliki keterkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Materi yang dipelajari harus dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari melalui bantuan atau bimbingan guru.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran merupakan upaya pencapaian tujuan pembelajaran yang dituangkan melalui interaksi antara berbagai komponen seperti peserta didik, pendidik dan sumber belajar. Pembelajaran berkaitan dengan perkembangan dan inovasi teknologi informasi, seperti yang diterapkan dalam pembelajaran abad 21.

E-modul

a. Modul Pembelajaran

Modul merupakan media pembelajaran atau bahan ajar berbentuk cetak yang memuat pengalaman belajar yang terencana serta disusun untuk mempermudah pencapaian tujuan pembelajaran. Tujuan pembelajaran, materi dan evaluasi merupakan komponen minimal yang harus ada pada modul. Modul juga bertujuan untuk meningkatkan kemandirian peserta didik. Peningkatan kemandirian peserta didik ini disebabkan oleh adanya

petunjuk belajar yang tidak selalu memerlukan kehadiran pengajar atau pendidik. Kelayakan modul dapat dilihat melalui aspek kelayakan isi, kelayakan bahasa, kelayakan kegrafikan, dan kelayakan penyajian (Darmanto, 2013).

Modul juga dapat diartikan sebagai bantuan bagi peserta didik untuk menguasai tujuan pembelajaran berbentuk bahan ajar. Penyusunan modul dilakukan secara sistemati, serta utuh atau memuat seperangkat pengalaman belajar (Rahdiyanta, 2016). Berdasarkan pengertian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa modul merupakan media pembelajaran komunikatif dan sistematis yang bertujuan untuk mempermudah pencapaian tujuan pembelajaran.

b. Definisi E-Modul

E-modul merupakan modul yang memiliki format elektronik, serta merupakan pengukur intensitas dan kemampuan belajar peserta didik. E-modul dapat diartikan sebagai kumpulan video, teks, animasi dan gambar yang dikemas dan disusun secara sistematis serta sesuai dengan kurikulum. E-modul merupakan salah satu media pembelajaran yang dapat menumbuhkan kemandirian peserta didik (Laili, dkk., 2019).

Menurut Solihudin (2018), e-modul merupakan sarana pembelajaran elektronik dengan dilengkapi berbagai komponen. Komponen tersebut meliputi kegiatan pembelajaran, pendahuluan serta komponen evaluasi (soal tes dan kunci jawaban soal). Pengembangan e-modul memanfaatkan berbagai media, sehingga dapat menjadi sumber belajar yang baik.

Berdasarkan pengertian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa E-modul merupakan media pembelajaran yang berbasis elektronik dengan ragam komponen yang disusun secara komunikatif dan sistematis.

c. Karakteristik E-Modul

E-modul mengintegrasikan berbagai bentuk multimedia, seperti animasi, link, audio dan lainnya. Pendahuluan, kegiatan belajar, rangkuman, dan latihan merupakan komponen E-modul pada umumnya (Solihudin, 2018). E-modul dikembangkan untuk mempermudah penyajian materi dalam pembelajaran sehingga mudah diserap. Selain itu, E-modul juga dapat menyisipkan video, pembelajaran, tes formatif, serta pengiriman umpan balik hasil pengerjaan evaluasi (Zulkarnain, dkk., 2015).

Menurut Laili, dkk., (2019), pengembangan E-modul sebaiknya dilakukan dengan memperhatikan beberapa hal, yakni a) penggunaan bahasa semi formal yang komunikatif dan interaktif, b) terdapat pendahuluan, penyajian dan penutup, c) pencantuman petunjuk penggunaan, d) adanya umpan balik dan sistem navigasi, e) adanya rangkuman, dan f) menunjang *self-assessment*. Menurut Rahdiyanta (2016), modul yang mampu meningkatkan motivasi belajar harus memiliki karakteristik sebagai berikut:

1) *Self Instruction*

Modul memiliki tujuan pembelajaran, materi pembelajaran, contoh dan ilustrasi, dan soal latihan. Modul juga harus disajikan secara komunikatif, lengkap dengan rangkuman, instrumen penilaian, umpan balik, serta informasi referensi.

2) *Self Contained*

Jika modul memuat seluruh materi pembelajaran yang dibutuhkan, maka modul tersebut dapat dikatakan *self contained*.

3) *Stand Alone*

Modul yang digunakan tidak bergantung pada bahan ajar lain, atau tidak harus digunakan bersama bahan ajar lain.

4) Adaptif

Modul sebaiknya memiliki daya adaptasi tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi.

5) *User Friendly*

Modul hendaknya memiliki instruksi dan informasi yang dapat membantu pemakai dalam menggunakannya.

Beberapa elemen modul juga harus diperhatikan dengan baik. Organisasi, format, ukuran huruf, daya tarik, spasi kosong dan konsistensi merupakan elemen yang perlu diperhatikan untuk membuat modul yang bermutu.

1) Organisasi: Penyusunan materi disajikan secara sistematis. Materi tersebut juga dapat didukung dengan ilustrasi dan gambar yang sesuai. Penyajian bab, paragraf, judul, subjudul dan uraian sebaiknya diperhatikan untuk mempermudah pemahaman oleh peserta didik.
2) Format: Pemilihan format kertas dan icon perlu diperhatikan, khususnya berkaitan dengan pengetikan, tata letak serta beberapa hal penting yang perlu ditekankan. Perbandingan antar kolom juga sebaiknya proporsional.
3) Ukuran huruf: Penggunaan ukuran, bentuk huruf serta perbandingan ukuran huruf sebaiknya bersifat mempermudah peserta didik dalam hal membaca.
4) Daya tarik: Semua komponen dalam modul sebaiknya dikemas secara menarik dengan memanfaatkan gambar, warna, ilustrasi, pencetakan huruf tebal, miring dan lainnya.
5) Spasi kosong: Penempatan spasi kosong perlu diperhatikan agar peserta didik dapat menambahkan catatan penting. Pemberian spasi kosong juga memberikan jeda kepada peserta didik.
6) Konsistensi: Elemen-elemen yang ada dalam modul sebaiknya bersifat konsisten.

Berdasarkan teori-teori tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa karakteristik E-modul adalah dapat dikembangkan dengan beragam aplikasi atau platform, dikembangkan secara jelas dan fleksibel serta menyediakan berbagai komponen untuk mempermudah pembelajaran.

d. Kelebihan dan Kekurangan E-Modul

Pengemasan dalam bentuk elektronik menjadi salah satu alasan untuk menggunakan E-modul saat pembelajaran jarak jauh. Penggunaan E-

modul juga dapat melatih kemandirian dan keterampilan peserta didik dalam memanfaatkan teknologi. Pembuatan E-modul dapat memanfaatkan berbagai jenis aplikasi maupun platform. Contoh aplikasi pembuatan E-modul adalah *Exelearning, 3D Page Flip Professional*, *Kvisoft Flipbook Maker,* dan *Flip Pdf Professional* (Seruni, dkk., 2019).

Pengembangan E-modul juga dapat disesuaikan dengan prinsip pembelajaran abad 21, *blended learning* dan berbagai model pembelajaran. Selain itu, E-modul juga memiliki beberapa kelebihan, yakni a) pemanfaatan audio, animasi dan video dapat menumbuhkan motivasi belajar, b) adanya rincian bahan belajar, c) lebih interaktif dan dinamis dan d) bahan pembelajaran lebih jelas dan sesuai dengan tingkat pendidikan. Selain itu, pengembangan E-modul dilakukan dengan memperhatikan prinsip penumbuhan minat belajar bagi peserta didik, penyusunan dilakukan secara fleksibel dan sesuai dengan tujuan belajar, serta penyusunan untuk mengatasi kesulitan belajar (Laili, dkk., 2019).

Kekurangan dari E-modul adalah dibutuhkannya keahlian tertentu dalam proses penyusunannya. Oleh karena itu, penyusunan modul perlu memperhatikan kriteria dan prinsip yang berlaku agar menghasilkan modul berkualitas. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah kemampuan peserta didik dalam memanfaatkan modul tersebut. Perbedaan kemampuan peserta didik dapat menyebabkan perbedaan tingkat pemahaman, sehingga membutuhkan manajemen pendidikan yang baik (Puspitasari, 2019).

Flipped Classroom

a. Definisi

Flipped Classroom merupakan metode pembelajaran yang pelaksanaannya berbanding terbalik dengan pembelajaran pada umumnya. Peserta didik dapat melaksanakan pembelajaran dengan cara memperdalam materi di luar kelas. Pembelajaran di dalam kelas hanya dilakukan dengan cara memperdalam materi, mengerjakan tugas atau berdiskusi (Rokhmania dan Kustijono, 2018).

Flipped Classroom juga dapat diartikan sebagai strategi pembelajaran yang berpusat pada aktivitas dan capaian pembelajaran oleh peserta didik (Rusnawati, 2020). Sedangkan Johnson (2013), menyatakan bahwa *Flipped Classroom* merupakan strategi yang memaksimalkan interaksi antara peserta didik dan pendidik, namun mengurangi interaksi langsung dalam praktik mengajar.

Berdasarkan pengertian tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Flipped Classroom* merupakan strategi pembelajaran yang dilakukan dengan cara memperdalam materi di luar kelas dan melaksanakan diskusi atau memperdalam materi lebih lanjut di dalam kelas.

b. Prinsip dan Karakteristik Flipped Classroom

Flipped classroom merupakan salah satu strategi belajar yang memanfaatkan alat teknologi atau platform *online*. Platform ini

memungkinkan adanya pemanfaatan teks, video, dan gambar selama pelaksanaan pembelajaran. Konten-konten pembelajaran dapat diakses dengan mudah sehingga penggunaan waktu kelas menjadi lebih efektif. Peserta didik juga akan menjadi lebih aktif dalam pembelajaran, aktif dalam interaksi serta bertanggung jawab dalam melaksanakan pembelajaran. Model ini juga menekankan pemanfaatan waktu baik di dalam maupun di luar kelas (Rusnawati, 2020). Salah satu metode penerapan blended learning adalah melalui *flipped classroom*. Model ini merupakan salah satu implementasi penerapan model *Student Centered Learning* (SCL) sehingga pembelajarannya berpusat pada keaktifan peserta didik dalam mencari pengetahuannya. *Flipped Classroom* memiliki tiga kegiatan yakni, kegiatan *pre-class* (sebelum pembelajaran dalam kelas), *in-class* (saat pembelajaran dalam kelas), dan *post-class* (setelah pembelajaran dalam kelas). Kegiatan *pre-class* umumnya menumbuhkan pemahaman dasar yang akan dikembangkan melalui kegiatan dalam kelas (*in-class*), serta dapat dievaluasi pada kegiatan *post-class* (Koh, 2019).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa *flipped classroom* memiliki beberapa karakteristik yakni berpusat kepada peserta didik, serta memiliki kegiatan *pre-class*, *in-class*, dan *post-class*.

Pembelajaran Berbasis Web

Pembelajaran Berbasis *Web* merupakan bagian dari *e-learning* yang memanfaatkan jaringan internet. Pada umumnya, pembelajaran ini menggabungkan layanan internet seperti URL, HTML, *e-mail*, *browser,* dengan unsur multimedia seperti animasi, gambar, dan video. Berbagai jenis metode dan media pembelajaran dapat digunakan dalam pembelajaran berbasis web. Pembelajaran berbasis web juga menuntut guru agar kreatif dalam mendesain dan mengelola media pembelajaran beserta websitenya (Babo, 2015).

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pembelajaran berbasis web adalah penyediaan materi, pembelajaran *asinkronous*, pembelajaran *sinkronous*, evaluasi dan hasil evaluasi. Selain itu, perlengkapan multimedia, jaringan internet, perangkat laptop, konten serta fitur yang ingin dikembangkan juga perlu diperhatikan. Kelebihan dari pembelajaran berbasis web adalah kebebasan akses yang dapat dilakukan oleh peserta didik tanpa memerlukan waktu dan tempat yang khusus. Kemandirian peserta didik akan meningkat akibat adanya kebebasan mengakses informasi pembelajaran. Sedangkan kelemahannya adalah tingkat keberhasilan peserta didik yang sangat bergantung pada kemandiriannya (Adhitya, 2016).

Berdasarkan uraian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa pembelajaran dengan memanfaatkan internet untuk meningkatkan kemandirian peserta didik adalah pengertian dari pembelajaran berbasis *web*.

Flip PDF Professional

Flip PDF Professional merupakan salah satu aplikasi pengembangan E-modul. *Flip PDF Professional* merupakan pembuatan halaman buku interaktif.

Salah satu caranya adalah dengan memadukan multimedia seperti video, gambar, *hyperlink, flash*, kuis dan lainnya. Aplikasi ini sangat mudah digunakan karena tidak memerlukan bahasa pemrograman HTML. Aplikasi ini juga memiliki fungsi edit halaman yang kaya akan fitur (Seruni, dkk., 2019).

Flip PDF Professional dilengkapi dengan fitur multimedia seperti: audio, video, animasi. Pemanfaatan multimedia ini sangat cocok dimanfaatkan dalam mengembangkan keterampilan sains. Pengembangan E-book atau E-modul dengan aplikasi ini memungkinkan peserta didik untuk membalikan halaman seperti buku 3D. Output yang disediakan adalah zip, EXE, FBR, HTML, Mac app, burn to CD, dan *mobile version*. Output yang dihasilkan dapat dioperasikan dengan mudah pada *mobile device* dan laptop (Arini dan Kustijono, 2017).

Berdasarkan uraian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa *Flip PDF Professional* merupakan aplikasi pengembangan e-modul yang menyediakan banyak fitur dan output serta mudah digunakan.

Materi Sistem Reproduksi Manusia

Biologi merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang makhluk hidup. Salah satu cakupannya adalah materi sistem reproduksi manusia. Sistem reproduksi manusia merupakan materi pada tingkat Sekolah Menengah Atas kelas XI. Materi ini membahas tentang struktur dan fungsi organ reproduksi pria dan wanita, proses-proses yang terjadi pada sistem reproduksi pria dan wanita, serta gangguan dan kelainan yang terjadi pada sistem reproduksi. Pembahasan materi ini berkaitan dengan proses yang terjadi dalam tubuh manusia dan tidak dapat diamati secara langsung. Oleh karena itu, diperlukan visualisasi proses-proses tersebut melalui suatu media selain buku cetak (Noviani, 2021).

Sistem Reproduksi manusia merupakan salah satu materi yang bersifat abstrak. Alasannya adalah karena tidak tersedianya objek langsung yang dapat dipelajari. Contohnya adalah proses pembentukan sperma, proses pembentukan ovum, dan fertilisasi (pembuahan). Hal ini menyebabkan konsep sistem reproduksi manusia memerlukan bantuan media pembelajaran berbasis multimedia. Tujuan pelaksanaanya adalah untuk menyajikan simulasi dari konsep-konsep yang sulit dipelajari tersebut (Aripin, 2012).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem reproduksi manusia merupakan materi Biologi tingkat Sekolah Menengah Atas yang bersifat abstrak serta membutuhkan bantuan media berbasis multimedia dalam penyajiannya.

Penelitian dan Pengembangan (R&D)

Menurut Himmah (2019), penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) merupakan proses penelitian yang mencakup kegiatan pengembangan dan validasi produk. Pengembangan produk dapat diartikan sebagai menciptakan produk baru atau proses pembaruan produk yang telah ada. Produk yang dihasilkan dapat berupa *software* (perangkat lunak) dan *hardware*

(perangkat keras). Pengujian keefektifan produk dalam penelitian dilakukan agar produk dapat berfungsi dengan baik dalam masyarakat.

Berbagai macam model pengembangan dapat ditemukan dalam *R&D* antara lain: model pengembangan ADDIE, model pengembangan Borg & Gall, model pengembangan *Dick and Carey*, model pengembangan Sugiyono, model pengembangan Sadiman, model pengembangan Pustekom Depdiknas dan model pengembangan 4D (Himmah, 2019).

Menurut Borg dan Gall dalam Sugiyono (2015), metode penelitian dan pengembangan merupakan cara ilmiah untuk meneliti, merancang, memproduksi serta menguji produk yang dihasilkan. Langkah penelitian dan pengembangan adalah sebagai berikut.

1) Potensi dan Masalah, potensi merupakan segala sesuatu yang memiliki kemampuan jika dikembangkan. Sedangkan masalah dapat diartikan sebagai suatu kondisi yang ingin diperbaiki atau kesulitan yang ingin dihilangkan.
2) Pengumpulan Data, merupakan langkah yang dilakukan untuk merencanakan produk tertentu. Produk tersebut diharapkan dapat mengatasi permasalahan.
3) Desain Produk, merupakan kegiatan untuk menilai dan membuat suatu produk diwujudkan dalam bentuk bagan atau gambar.
4) Validasi Desain, merupakan kegiatan penilaian rancangan produk oleh ahli yang berpengalaman.
5) Revisi Desain, merupakan kegiatan memperbaiki desain produk dari kesalahan yang ditemukan.
6) Uji Coba Produk, merupakan kegiatan mencoba desain pada kelompok terbatas. Tujuan uji coba produk adalah untuk melihat keefektifan produk.
7) Revisi Produk, merupakan kegiatan peninjauan kembali produk yang telah dibuat sesuai dengan sasaran dan ahli.
8) Uji Coba pemakaian, kegiatan untuk melihat efektivitas produk setelah direvisi.
9) Revisi Produk, dilakukan kembali jika terdapat kekurangan dalam ruang lingkup yang lebih luas.
10) Produksi Massal, dilakukan apabila produk dinyatakan efektif dan layak untuk diproduksi massal.

Metode

Jenis Penelitian yang digunakan merupakan *Research and Development* dengan langkah penelitian Borg dan Gall. Penelitian ini menghasilkan produk yang dirancang, diciptakan, serta diuji untuk memenuhi kriteria tertentu. Menurut Borg dan Gall dalam Sugiyono (2015), terdapat beberapa tahapan dalam penelitian dan pengembangan, yaitu potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain dan revisi desain.

1. Potensi dan Masalah

   Informasi terkait masalah dan potensi dilakukan dengan wawancara kepada guru mata pelajaran biologi tingkat Sekolah Menengah Atas.

Tujuan wawancara adalah untuk mengetahui masalah dan potensi yang ada di lapangan. Wawancara dilakukan pada beberapa sekolah, yaitu SMA Stella Duce 1, SMAK Sang Timur, SMAN 7 Yogyakarta, SMA St. Thomas, SMA GAMA Yogyakarta, dan SMAK Syuradikara Ende.

2. Pengumpulan Data

   Peneliti merangkum hasil wawancara dengan guru mata pelajaran biologi. Hasil wawancara tersebut dijadikan sebagai acuan dalam menentukan produk yang dikembangkan. Peneliti juga menggunakan berbagai sumber untuk melihat penelitian relevan. Berbagai aplikasi diuji coba agar kelebihan dan kekurangan pemanfaatannya dapat diketahui. Peneliti menjalankan beberapa aplikasi yang dapat menunjang pengembangan produk.

3. Desain Produk

   Produk berupa e-modul didesain sesuai dengan acuan atau temuan dalam pengumpulan data. Informasi dan masalah di lapangan menjadi acuan dalam pengembangan solusi. Peneliti mengembangkan produk berupa *e-modul* berbasis *flipped classroom*. Peneliti juga menyusun instrumen pembelajaran berupa silabus dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) pada materi sistem reproduksi. Rangkuman materi belajar dan soal evaluasi juga disusun oleh peneliti.

4. Validasi Desain

   Desain produk e-modul berbasis *flipped classroom* divalidasi oleh ahli atau pakar. Tujuan tahapan validasi adalah untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan dari desain produk e-modul. Pengujian kelayakan materi, media, dan keseluruhan produk dilakukan pada tahapan ini. Proses validasi dilakukan oleh satu orang ahli materi, satu ahli media pembelajaran serta dua orang guru biologi kelas XI SMA. Para validator diberikan kuesioner yang berisi lembar penilaian produk yang telah dikembangkan. Validator juga memberikan komentar dan saran terkait produk yang dikembangkan oleh peneliti. Hasil validasi menunjukan apakah produk yang dikembangkan layak diuji, direvisi atau tidak layak diuji.

5. Revisi Desain

   Hasil validasi desai produk diperbaiki pada tahapan revisi. Revisi desain bertujuan untuk memperbaiki segala kekurangan pada desain produk. Peneliti juga mempertimbangkan komentar dan saran validator untuk dijadikan acuan dalam memperbaiki produk. Setelah selesai diperbaiki, maka dihasilkan desain akhir e-modul berbasis *flipped classroom*.

Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian pengembangan e-modul berbasis *flipped classroom* pada materi sistem reproduksi kelas XI adalah sebagai berikut:

1. Wawancara

   Wawancara merupakan teknik pengumpulan data secara lisan dengan cara menggunakan media tertentu ataupun secara langsung (Rozaliza, 2015). Kegiatan wawancara dilakukan kepada guru Biologi Sekolah Menengah Atas untuk mencari informasi terkait potensi dan permasalahan yang ada di sekolah. Hasil wawancara digunakan sebagai acuan dalam penentuan produk yang dikembangkan.

2. Kuesioner

   Kuesioner merupakan alat pengumpul data penelitian berbentuk sejumlah pertanyaan tertulis. Pertanyaan ini dijawab oleh responden secara tertulis. Kuesioner digunakan dalam pelaksanaan validasi produk *e-modul* yang dikembangkan. Lembar kuesioner memuat poin-poin penting dalam menentukan kelayakan suatu produk.

   Produk berupa *e-modul* divalidasi oleh empat validator. Validator terdiri dari satu ahli materi, satu ahli media dan dua guru biologi SMA. Validator memberikan hasil berupa skor, komentar dan saran. Hasil tersebut digunakan sebagai pertimbangan dalam revisi produk agar menjadi valid.

Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan dua analisis data, yakni analisis data kuantitatif dan kualitatif.

1. Analisis Data Kuantitatif

   Data yang berbentuk skor atau angka dapat disebut sebagai data kuantitatif. Data kuantitatif dalam penelitian ini diperoleh dari hasil lembar validasi. Skala yang digunakan dalam lembar validasi adalah skala Likert, dengan interval skor 1 – 4. Pendapat dan persepsi seseorang terhadap suatu kejadian dapat diukur menggunakan skala Likert (Dewi dan Sudaryanto, 2020).

   Rumus validitasnya adalah sebagai berikut:

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\sum Skor\ yang\ diperoleh}{\sum item}$$

1. Rumus Validitas

Setelah memperoleh hasil atau skor rata-rata, maka dilakukan pencarian interval kelas. Menurut Widoyoko (2015), rumus untuk mencari interval kelas adalah sebagai berikut:

$$\text{Interval kelas} = \frac{Skor\ maksimal - Skor\ minimal}{Jumlah\ Interval\ Kelas}$$

2. Rumus Interval Kelas

Skor perolehan dari hasil validasi dikonversikan menjadi nilai kualitatif berdasarkan tabel berikut.

Tabel 1. Konversi Nilai Kuantitatif ke Kualitatif

Nomor	**Interval Tingkat Pencapaian**	**Kategori**
1.	$3{,}25 < \bar{X} < 4{,}00$	Sangat Valid
2.	$2{,}50 < \bar{X} < 3{,}25$	Cukup Valid
3.	$1{,}75 < \bar{X} < 2{,}50$	Kurang Valid
4.	$1{,}00 < \bar{X} < 1{,}75$	Tidak Valid

2. Analisis Data Kualitatif

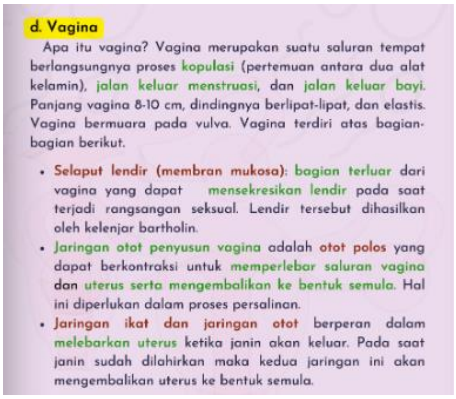
Data kualitatif dalam penelitian ini dapat ditemukan dalam hasil wawancara dan komentar validator. Hasil wawancara terkait informasi potensi dan masalah di lapangan kemudian ditabulasi. Hasil wawancara merupakan bahan pertimbangan dalam pengembangan produk. Selain itu, peneliti juga menggunakan saran dan komentar validator dalam memperbaiki produk berupa e-modul.

Hasil dan Pembahasan

E-modul berbasis *flipped classroom* materi sistem reproduksi kelas XI disebar luaskan melalui link https://online.flipbuilder.com/ocdpz/quys/. Link tersebut dapat diakses secara *online* dengan menggunakan berbagai perangkat seperti smartphone, *personal computer* (pc), dan laptop. E-modul ini tidak membutuhkan banyak memori, namun memerlukan jaringan internet, sehingga dapat diakses oleh peserta didik kapan saja. E-modul ini juga tidak membutuhkan aplikasi lain untuk dijalankan. Menurut Rahdiyanta (2016), modul yang baik tidak harus digunakan bersama dengan bahan ajar lain, sehingga tidak merepotkan peserta didik dalam penggunaannya. Selain itu, e-

modul yang baik juga memiliki karakteristik adaptif karena dapat diakses pada beberapa perangkat keras. Isi e-modul dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Isi E-modul

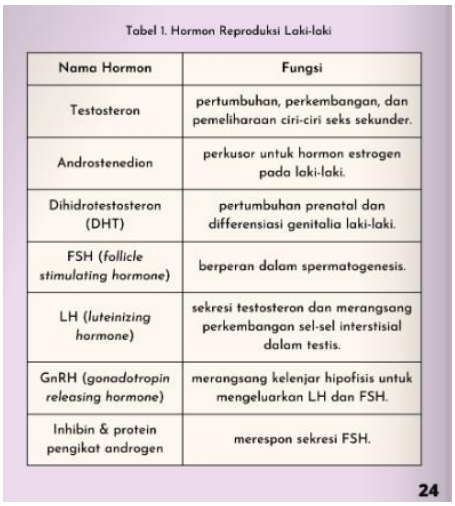
No.	Komponen	Fungsi
1.		Penyajian gambar atau ilustrasi berfungsi untuk memperjelas uraian materi dan mempermudah peserta didik dalam memahaminya. Gambar atau ilustrasi tersebut juga disertakan dengan sumber (*link* website gambar) agar dapat diakses oleh peserta didik jika ingin mempelajari hal tersebut lebih lanjut.
2.		Setiap sub-materi disusun secara sistematis, disajikan dalam kotak merah, serta ditulis dengan ukura huruf yang lebih besar dibandingkan dengan ukuran huruf uraian materi.
3.		Organ reproduksi disusun secara sistematis dengan *highlight* kuning. Uraian materi disajikan dengan warna hitam. Beberapa kata juga diberi warna yang berbeda merah dan hijau untuk menandakan bagian-bagian penting yang perlu diingat peserta didik.

4.



Pada uraian materi juga terdapat video pembelajaran. Video-video tersebut merupakan video pembelajaran yang diambil dari *youtube*. Hal ini disebabkan karena video-video tersebut sudah lengkap, memiliki keterkaitan dengan uraian materi sistem reproduksi serta dapat menghilangkan kejenuhan pada peserta didik.

5.



Sub-materi hormon sistem reproduksi manusia disajikan dalam bentuk tabel. Hal ini dilakukan untuk mempermudah peserta didik dalam memahami hormon dan fungsi hormon reproduksi pada manusia.

6.



Komponen terakhir yang terdapat pada uraian materi adalah *Science Facts* (Fakta Sains) dan *Did You Know* (Tahukah Kamu). Dua komponen ini berisi tentang fakta-fakta ilmiah yang sesuai dengan sub-materi yang sedang dibahas. Tujuan penambahan komponen ini adalah untuk memperluas pengetahuan peserta didik serta membantu peserta didik mengatasi permasalahan dalam kehidupan sehari-hari.

Penggunaan link sebagai *output* e-modul merupakan bagian dari pembelajaran berbasis web. Berbagai komponen seperti animasi, video dan gambar juga dapat digabungkan dalam e-modul ini. Hal ini sejalan dengan pernyataan Babo (2015), yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis *web* merupakan bagian dari *e-learning* yang memanfaatkan jaringan internet. Pembelajaran ini menggabungkan layanan internet seperti URL, HTML, *e-mail*, *browser*, dengan unsur multimedia seperti animasi, gambar, dan video. Kebebasan akses juga akan meningkatkan kemandirian peserta didik. Hal ini sejalan dengan penelitian Adhitya (2016), yang menyatakan bahwa kebebasan akses media pembelajaran oleh peserta didik tanpa memerlukan waktu dan tempat yang khusus dapat meningkatkan kemandirian peserta didik.

E-modul ini dibuat dengan menggunakan *website* canva versi *free*/tidak berbayar dan *flip pdf professional* versi *free*/ tidak berbayar. Pembuatan *draft* e-modul (versi pdf) yang mencakup tulisan dan gambar memanfaatkan *website* canva. Penambahan video pembelajaran dan proses *convert draft* menjadi *link website* memanfaatkan *flip pdf professional*. Proses *convert* berjalan dengan lancar karena aplikasi tersebut sesuai dengan spesifikasi *windows* yang digunakan peneliti, yakni *windows 10* pada perangkat laptop. Namun, aplikasi ini memerlukan satu akun *e-mail* untuk melakukan *convert*. Satu akun *e-mail* hanya dapat memfasilitasi dua kali *convert*. Jika menggunakan versi berbayar, maka pengguna dapat melakukan *convert* tanpa batasan.

E-modul yang dikembangkan mencakup materi sistem reproduksi pada manusia. Berdasarkan temuan masalah, materi reproduksi cukup sulit untuk dipahami karena mencakup proses yang tidak dapat dilihat secara langsung. Oleh karena itu, e-modul ini dilengkapi dengan gambar, animasi serta video pembelajaran. Penyajian gambar pada e-modul berfungsi untuk mendukung kejelasan pada materi yang disajikan serta memudahkan peserta didik dalam memahami dan mengingat materi (Rahdiyanta, 2016). Penyajian video juga dapat memperjelas penyajian materi serta meningkatkan motivasi peserta didik (Laili, dkk., 2019). Video yang disajikan merupakan video pembelajaran yang terdapat pada *youtube*. Pemanfaatan video dari youtube disebabkan karena video tersebut sudah dapat mencakup semua materi yang disajikan.

E-modul ini dikembangkan sesuai dengan prinsip *flipped classroom*, yakni memiliki kegiatan *pre-class*, *in-class*, dan *post-class*. Pengembangan ini disesuaikan dengan penelitian Koh (2019), terkait kegiatan *pre-class*, *in-class*, dan *post-class* pada *flipped classroom*. Tujuan penyajian komponen tersebut adalah agar pembelajaran dapat berpusat pada peserta didik. Peserta didik dapat mengetahui dengan jelas kegiatan apa saja yang harus dilakukan selama mengikuti pembelajaran. Jumlah kegiatan pembelajaran pada e-modul ini adalah 4 kegiatan pembelajaran yang sesuai dengan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang telah disusun. Komponen *pre-class*, *in-class*, dan *post-class* dilengkapi dengan instruksi bagi peserta didik. Secara umum, rincian dari ketiga komponen tersebut adalah sebagai berikut:

1) Pre-Class

Bagian ini memuat kegiatan yang dilakukan peserta didik sebelum pelaksanaan pembelajaran dalam kelas. Pada umumnya, peserta didik

diminta untuk mencermati uraian materi (membaca, mengamati gambar, tabel dan video pembelajaran) pada halaman tertentu sesuai instruksi.

2) *In-Class*

Bagian ini memuat kegiatan yang dilakukan peserta didik saat pelaksanaan pembelajaran dalam kelas berlangsung. Peserta didik diharapkan menunjukan kemampuan mengingat (*remembering*) dan mengerti (*understanding*) materi dengan cara menjawab pertanyaan dari guru. Selain itu, peserta didik juga dapat menunjukan kemampuan menganalisis (*analyzing*) dan mengaplikasikan (*applying*) melalui kegiatan selanjutnya. Kegiatan tersebut dapat berupa diskusi, mengerjakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dan melakukan tanya jawab.

3) *Post-Class*

Bagian ini memuat kegiatan yang dilakukan peserta didik setelah selesai mengikuti pembelajaran dalam kelas. Pada umumnya, kegiatan yang dilakukan adalah mengerjakan soal latihan untuk menguji pemahaman peserta didik.

Urutan komponen yang terdapat dalam e-modul adalah cover, petunjuk penggunaan, kompetensi dasar, pengantar, uraian materi, latihan soal, kunci jawaban, penugasan, rangkuman, daftar pustaka, glosarium dan profil penulis. E-modul ini memuat pendahuluan (petunjuk dan pengantar e-modul), penyajian (uraian materi) dan bagian penutup (daftar pustaka dan rangkuman) sesuai dengan penelitian Laili, dkk., (2019). Menurut Rahdiyanta (2016), penyusunan komponen e-modul yang sistematis merupakan salah satu karakteristik pengembangan e-modul yang baik.

Tabel 3. Hasil Validasi Produk E-modul

No.	Aspek	Nilai
1.	Media	3,64
2.	Materi	3,75
	Total	7,39
	Nilai Akhir	**3,69**
	Kriteria Validitas	**Sangat Baik**

Hasil validasi e-modul pada aspek media adalah 3,64 dan termasuk dalam kategori sangat baik. Sedangkan hasil validasi e-modul pada aspek materi adalah 3,75 dan termasuk kategori sangat baik. Nilai akhir validasi dari produk e-modul adalah 3,69 dan termasuk dalam kategori sangat baik. E-modul yang dikembangkan layak untuk diujicoba dengan beberapa revisi. Semua validator memberikan saran dan komentar dari aspek materi dan aspek media. Saran validator terkait media meliputi format penulisan modul, penyajian petunjuk,

penyajian gambar, penyajian informasi dan kejelasan pemanfaatan video pada e-modul. Sedangkan pada aspek materi, validator memberikan saran terkait penyajian materi, penggunaan istilah, penggunaan sumber pustaka, penggunaan bahasa dan istilah.

E-modul ini disusun dengan menerapkan beberapa format. Secara umum, format akhir yang digunakan dalam e-modul adalah sebagai berikut:

1) Format kertas yang digunakan adalah format vertikal. Hal ini disebabkan karena e-modul berbentuk *flipbook* dan menampilkan dua halaman sekaligus.
2) Format pengetikan e-modul juga disesuaikan dengan format kertas yang dipilih. Font yang digunakan untuk seluruh isi e-modul adalah font *Josefin Sans Regular*. Ukuran font yang digunakan juga bervariasi, yakni ukuran 36 untuk judul, ukuran 14 untuk sub judul, ukuran 11 untuk uraian materi, dan ukuran 9, 8 untuk keterangan.
3) Spasi antar huruf yang digunakan adalah 0 untuk setiap komponen e-modul. Sedangkan spasi antar baris yang digunakan untuk setiap komponen e-modul adalah 1,4.
4) Penyajian judul, subjudul dan uraian disusun secara sistematis dengan pemilihan warna yang berbeda.
5) Beberapa kata kunci diberi warna atau highlight berupa warna merah kecoklatan, kuning dan biru.
6) Ruang atau spasi kosong diterapkan pada beberapa bagian (sekitar judul dan subbab, adanya margin, dan spasi antar baris).
7) Penggunaan huruf kapital pada awal paragraf.

Penggunaan format tersebut sejalan dengan pendapat Rahdiyanta (2016), bahwa modul harus memperhatikan ukuran dan bentuk huruf, pemberian ruang kosong dan format penyusunan. Format spasi yang digunakan dalam penyusunan e-modul sebaiknya proporsional. Spasi 1,4 untuk setiap baris disesuaikan dengan format kertas yang dipilih (vertikal) dan jenis font yang dipilih (*Josefin Sans Regular).* Font *Josefin Sans Regular* digunakan karena setiap huruf dan karakternya sangat jelas dan mudah terbaca.

Desain awal warna *text box* dan warna font sub judul uraian materi diberi warna merah. Berdasarkan saran dari ahli media, warna *text box* diubah menjadi biru tua dan warna font sub judul diubah menjadi putih. Pengubahan warna tersebut bertujuan untuk memastikan warna font kontras dengan warna latar belakang. Warna latar belakang pada komponen kunci jawaban juga diubah dari hijau menjadi biru muda. Tujuan pengubahannya adalah untuk memperbaiki kombinasi warna pada dua halaman. Pemilihan warna ini juga dilakukan berdasarkan penelitian Rahdiyanta (2016) yang membahas tentang komponen daya tarik dalam penyusunan modul. Pemilihan warna biru muda dan ungu dapat menarik perhatian peserta didik karena termasuk dalam warna cerah.

Cover memuat judul, materi, nama penyusun serta didukung dengan gambar yang sesuai. Bagian selanjutnya dilengkapi dengan kompetensi dasar 3.12 dan 4.12 untuk kelas XI Sekolah Menengah Atas (SMA). Halaman selanjutnya juga dilengkapi dengan tujuan pembelajaran. Penyajian kompetensi dasar dan tujuan pembelajaran berfungsi untuk memastikan peserta didik mengetahui hal apa saja yang akan dipelajari. Komponen selanjutnya adalah petunjuk penggunaan,

petunjuk ikon dan pengantar e-modul. Petunjuk tersebut sangat penting karena dapat mempermudah peserta didik dalam menggunakan e-modul. Sedangkan pengantar e-modul berisi gambaran besar terkait apa saja yang akan dipelajari dalam e-modul.

Komponen selanjutnya adalah komponen uraian materi. Uraian materi disajikan secara lengkap, sistematis dan sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah dicantumkan. Uraian materi disajikan secara lengkap dalam satu kesatuan yang utuh agar peserta didik dapat mempelajarinya secara tuntas. Penyajian materi juga menggunakan bahasa yang komunikatif dan kalimat-kalimat interaktif. Penyajian materi dalam e-modul juga sesuai dengan tujuan pembelajaran. Penyajian materi yang sesuai dengan tujuan pembelajaran juga memenuhi karakteristik *self contained*.

Menurut Rahdiyanta (2016), modul yang baik harus memenuhi karakteristik *self contained* dan *user friendly*. Penyajian petunjuk penggunaan e-modul dan penggunaan bahasa komunikatif serta interaktif juga memenuhi kaidah pengembangan modul, yakni *User Friendly*. Setiap petunjuk dan informasi yang disajikan dengan jelas dapat mempermudah peserta didik dalam menggunakan e-modul sesuai keinginannya. Penyajian uraian materi juga menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar. Namun, masih terdapat beberapa istilah dan penulisan kata yang kurang tepat. Penulisan kata tersebut pun diperbaiki menjadi lebih tepat sesuai dengan saran validator 4.

Perbaikan beberapa kalimat atau kata yang kurang tepat mengacu pada Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI) dari *website* Permendikbud 50/2015. Penyajian beberapa kata yang menggunakan bahasa inggris juga mengalami perubahan. Beberapa kata seperti *Did You Know* dan *Science Fact* diubah menjadi bahasa Indonesia. Tujuan pengubahannya adalah agar terdapat konsistensi dalam penggunaan istilah, sesuai dengan saran dari validator 3. Penggunaan kata dan istilah yang tepat tentunya akan mempermudah pemahaman peserta didik.

Pengetikan materi juga memanfaatkan *highlight* warna tulisan pada beberapa kata kunci, huruf tebal, dan huruf miring. Untuk mempermudah peserta didik dalam memahami isi materi, terdapat beberapa materi yang disajikan dalam bentuk tabel. Materi ini juga ditunjang dengan gambar, ilustrasi dan video pembelajaran, sesuai dengan penelitian Zulkarnain, dkk., (2015), yang dapat memudahkan pemahaman peserta didik. Link sumber gambar dan video pembelajaran juga dicantumkan agar peserta didik dapat mengakses sumber belajar tersebut dengan mudah.

Beberapa materi juga ditambahkan sesuai dengan saran dari validator 4 sebagai ahli materi. Uraian materi yang ditambahkan adalah karakteristik cairan yang dihasilkan oleh tiga kelenjar aksesori, contoh peranan hormon testosteron, serta cara penyembuhan beberapa kelainan sistem reproduksi. Selain itu, penjelasan terkait kandungan obat kesuburan serta penjelasan tentang gestasi juga ditambahkan. Perbaikan tersebut dilakukan untuk melengkapi uraian materi yang ada pada e-modul, sesuai dengan penelitian Solihudin (2018) dan Rahdiyanta (2016). Sebuah e-modul sebaiknya mencantumkan materi yang lengkap dalam satu kesatuan yang utuh. Oleh karena itu, materi-materi tersebut ditambahkan.

Uraian materi pada e-modul juga dilengkapi dengan komponen Fakta Sains dan Tahukah Kamu. Komponen tersebut berisi informasi seputar materi sistem reproduksi yang dapat meningkatkan pengetahuan dan menambah wawasan peserta didik. Berdasarkan saran dari validator 3, *clip art* hewan pada komponen tersebut diubah menjadi *clip art* animasi peneliti yang lebih sesuai. Penulisan paragraf pengantar video juga dipisahkan sesuai saran dari validator 4 selaku ahli materi. Penjelasan terkait *icon fullscreen* pada video juga ditambahkan sesuai dengan saran dari validator 3 (ahli media). Tujuannya adalah untuk mempermudah peserta didik menggunakan video pembelajaran, sesuai dengan konsep *user friendly* pada modul (Rahdiyanta, 2016).

Penyusunan komponen modul yang sistematis ini berkaitan dengan karakteristik *self instruction* dari modul, yakni memuat tujuan pembelajaran, materi, menyajikan gambar dan ilustrasi, menyajikan soal latihan, rangkuman pembelajaran, instrumen penilaian, serta referensi atau acuan pustaka. E-modul ini juga disusun secara konsisten, baik dari segi pemilihan font, ukuran font, spasi antar baris, spasi antar huruf serta penggunaan warna untuk setiap komponen. Hal ini sejalan dengan pendapat Rahdiyanta (2016), yang menyatakan bahwa setiap elemen pada modul harus konsisten dan lengkap.

E-modul ini juga dilengkapi dengan latihan soal menggunakan platform *google form*. Peserta didik dapat langsung melihat nilai setelah selesai mengerjakan soal. Latihan soal yang dikerjakan berbentuk pilihan ganda dengan nilai maksimal 100. Menurut Zulkarnain, dkk., (2015), komponen latihan soal dan *feedback* merupakan komponen penting modul agar peserta didik dapat mengetahui hasil belajarnya sendiri. Berdasarkan nilai atau skor yang didapatkan, peserta didik dapat melihat tingkat penguasaan materi sesuai yang ada pada halaman tersebut. Peserta didik juga dapat mencermati kunci jawaban pada link yang telah disediakan.

Jumlah soal HOTS juga diperbanyak sesuai dengan saran dari validator 1, validator 2, dan validator 4. Penambahan soal HOTS (*Higher Order Thinking Skills*) berkaitan dengan level kompetensi dasar yang digunakan. Kompetensi Dasar 3.12 untuk kelas XI memiliki level C4. Soal HOTS diterapkan dalam tujuan pembelajaran di tataran C4 hingga C6. C4 atau proses berpikir menganalisis mengharuskan peserta didik untuk menentukan, menata dan menentukan tujuan informasi tersebut. Jumlah soal yang disajikan adalah 10 soal pilihan ganda. Menurut Kristiyono (2018), pembelajaran HOTS akan meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kemampuan berpikir sistematis, serta kreatifitas peserta didik.

E-modul ini juga dilengkapi dengan rangkuman materi dan daftar pustaka. Penyajian rangkuman materi sesuai dengan penelitian Laili, dkk., (2019) dan Solihudin (2018) yang menekankan pentingnya rangkuman dalam e-modul. Rangkuman materi berfungsi untuk mempermudah peserta didik dalam mengingat isi e-modul. Komponen daftar pustaka akan memberi informasi kepada pengguna bahwa isi e-modul berasal dari berbagai sumber yang berbeda. Pada bagian akhir, terdapat penambahan komponen yakni profil serta alamat *e-mail* penyusun e-modul. Tujuannya adalah agar pengguna dapat mengajukan pertanyaan terkait e-modul yang disusun dengan mudah. Hal ini juga sesuai dengan karakteristik *user friendly* pada e-modul.

Penyusunan E-modul sistem reproduksi berbasis *flipped classroom* ini juga memiliki kesesuaian dengan prinsip pembelajaran abad 21. Rangkaian komponen dalam e-modul ini lengkap sehingga bisa dijangkau, dibaca serta dicermati oleh peserta didik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Syahputra (2018) terkait peserta didik sebagai pusat pembelajaran abad 21. Kegiatan *In-class* yang dilakukan mencakup kegiatan diskusi sehingga peserta didik dapat menjalin kerja sama dengan pihak lain. Hal ini juga sesuai dengan prinsip pembelajaran kolaboratif dalam pembelajaran abad 21. Selain itu, peserta didik juga dapat mempelajari banyak hal terkait sistem reproduksi yang merupakan aspek penting dalam kehidupan manusia. Kondisi ini memenuhi prinsip pembelajaran abad 21 yakni pembelajaran kontekstual (Syahputra, 2018).

E-modul ini juga memenuhi fungsi sebagai media pembelajaran, yakni sebagai sumber belajar yang dapat meningkatkan pemahaman peserta didik. Hal ini sesuai dengan fungsi media pembelajaran yang dinyatakan oleh Rohman dan Amri (2013), yakni sebagai sumber belajar atau penyalur materi bagi peserta didik. Penyajian uraian materi, komponen ‘Tahukah Kamu’ dan komponen ‘Fakta Sains’ dapat menambah pemahaman peserta didik. Penyajian video juga memberikan pemahaman kepada peserta didik terkait proses yang tidak dapat dilihat secara langsung seperti proses ovulasi, menstruasi, spermatogenesis dan oogenesis. Hal ini sesuai dengan pernyataan Adam dan Syastra (2015), terkait media pembelajaran yang berfungsi sebagai penambah pembendaharaan kata, menyajikan kembali suatu objek atau peristiwa, sehingga dapat mengatasi keterbatasan ruang, waktu dan indera manusia.

Penggunaan E-modul berbasis *flipped classroom* juga sesuai dengan karakteristik teori belajar konstruktivisme. Peserta didik dapat melihat, mencermati materi, gambar dan video secara mandiri kapan saja. Kondisi ini memenuhi pernyataan Djamaluddin dan Wardana (2014), yang menyatakan bahwa karakteristik teori belajar konstruktivisme adalah peserta didik sebagai pemeran utama dalam pembelajaran. Peserta didik juga dibantu oleh pendidik sebagai fasilitator dalam pembelajaran. Komponen lain yang juga diperhatikan adalah pelaksanaan evaluasi serta hasil belajar yang didapatkan oleh peserta didik.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan pengembangan E-modul berbasis *flipped classroom* pada materi sistem reproduksi kelas XI SMA dapat disimpulkan bahwa E-modul berbasis *flipped classroom* pada materi sistem reproduksi kelas XI SMA didesain mengandung unsur gambar, teks, dan video. Komponen e-modul meliputi kompetensi dasar, tujuan pembelajaran, petunjuk penggunaan, uraian materi, latihan soal, kunci jawaban, rangkuman, acuan pustaka serta profil penyusun. E-modul disebar dalam bentuk *link* dan mengandung kegiatan *pre-class, in-class,* dan *post-class*. E-modul berbasis *flipped classroom* pada materi sistem reproduksi kelas XI SMA memperoleh nilai rata-rata 3,69 dengan kategori “sangat baik” sehingga produk layak diuji cobakan dengan revisi.

Daftar Pustaka

Adam, S. dan Syastra, M. T. (2015). Pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi informasi bagi siswa kelas X SMA Ananda Batam. *CBIS Journal*, 3(2), 78–90. Retrieved on June 11, 2022, from https://ejournal.upbatam.ac.id/index.php/cbis/article/view/400.

Adhitya, B. (2016). *Pengembangan media pembelajaran berbasis web pada mata kuliah mesin listrik di Prodi Pendidikan Teknik Elektro Univesitas Negeri Semarang*. [Skripsi, Universitas Negeri Semarang]. Unnes Repository. http://lib.unnes.ac.id/27796/.

Adita, A. dan Julianto, T. (2016). Penyusunan *virtual laboratory* sebagai media pembelajaran biologi. *Jurnal PPKM II*, 69-73. doi: https://doi.org/10.32699//ppkm.v3i2.339

Anggraini, L. (2022, 15 April). *Pentingnya penerapan platform digital dalam pembelajaran saat ini*. Retrieved on July 12, 2022, from https://www.kompasiana.com/lizaanggraini298/62597d18bb448611422be8e2/pentingnya-penerapan-flatform-digital-dalam-pembelajaran-saat-ini

Arini, D. dan Kustijono, R. (2017). The development of interactive electronic book (budin) using flip pdf professional to train High Order Thinking Skills. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 6(3), 312-318. doi: https://doi.org/10.26740/ipf.v6n3.p%25p

Aripin, I. (2012). Penggunaan Multimedia Interaktif (MMI) untuk meningkatkan penguasaan konsep, berpikir kritis dan retensi konsep sistem reproduksi manusia pada siswa SMA. *Jurnal Scientiae Educatia*, 1(2), 47–70. doi: 10.24235/sc.educatia.v1i2.508

Babo, M. R. (2015, Agustus 19). *Pembelajaran berbasis WEB*. Retrieved on July 1, 2022, from *https://repository.unikama.ac.id/1519/8/pembelajaran-berbasis-web.pdf*

Darmanto, D. (2013). *Media pembelajaran: Peranannya sangat penting dalam mencapai tujuan pembelajaran*. Yogyakarta: Gava Media.

Dewi, S. K. dan Sudaryanto, A. (2020). *Validitas dan reliabilitas kuisioner pengetahuan, sikap dan pengetahuan demam berdarah*. [Prosiding]. Seminar Nasional Keperawatan Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dit. PSMA Ditjen Pendidikan Dasar dan Menengah. (2017). *Panduan implementasi kecakapan abad 21 kurikulum 2013*. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.

Djamaluddin, Ahdar dan Wardana. (2014). *Belajar dan pembelajaran (4 Pilar peningkatan kompetensi pedagogis)*. Yogyakarta: Penerbit CV Kaaffah Learning Center.

Himmah, E. F. (2019). *Pengembangan e-modul menggunakan flip pdf professional pada materi suhu dan kalor*. [Skripsi, Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung]. Repository Radenintan. http://repository.radenintan.ac.id /6859/1/ SKRIPSI.pdf.

Hutahaean, L. A., Siswandari, dan Harini (2019). Pemanfaatan e-module interaktif sebagai media pembelajaran di era digital. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pendidikan Pascasarjana UNIMED*, 298-305.

Johnson. (2013). *Student perceptions of the flipped classroom*. Canada: The University of British Columbia.

Koh, J. H. L. (2019). Four pedagogical dimensions for understanding flipped classroom practices in higher education: A systematic review. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 19(4), 14–33. doi: 10.12738/estp.2019.4.002

Kristiyono, A. (2018). Urgensi dan penerapan high order thinking skills di Sekolah. *Jurnal Pendidikan Penabur*, 31, 36–46. Retrieved on July 2, 2022, from https://bpkpenabur.or.id

Laili, Ismi, Ganefri, dan Usmeldi. (2019). Efektivitas pengembangan e-modul berbasis problem based learning pada mata pelajaran instalasi motor listrik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*, 3(3), 306–315. doi: 10.23887/jipp.v3i3.21840

Noviani, H. (2021). *Pengembangan media pembelajaran berbasis prezi pada materi sistem reproduksi di SMAN 1 Sakti Pidie*. [Skripsi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh]. Repository Ar-Raniry. https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/18087.

Nurita, T. (2018). Pengembangan media pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *Mlsykt*, 3(1), 171-187. Retrieved on June 6, 2022, from https://moraref.kemenag.go.id/documents/article/9787478224200651

Prawanti, L. dan Sumarni, W. (2020). Kendala pembelajaran daring selama pandemic covid-19. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana*, 2686-6404.

Puspitasari, A. D. (2019). Penerapan media pembelajaran fisika menggunakan modul cetak dan modul elektronik pada siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 17–25. doi: 10.30651/td.v8i1.3045

Rahdiyanta, D. (2016). *Teknik penyusunan modul*. Retrieved on June 5, 2022, from http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/penelitian/dr-dwi-rahdiyantampd/20-teknik-penyusunan-modul.pdf

Rohman, M. dan Amri, S. (2013). *Strategi dan desain pengembangan sistem pembelajaran*. Jakarta: Prestasi Pustakarya.

Rokhmania, F. T. dan Kustijono, R. (2018). Efektivitas penggunaan e-modul berbasis flipped classroom untuk melatih keterampilan berpikir kritis. *Seminar Nasional Fisika (SNF) 2017*, 91-96.

Rosyidah, I., dan Rahayu, Y.S. (2022). Pengembangan *e-book* interaktif berorientasi *contextual teaching and learning* untuk melatihkan keterampilan berpikir kreatif pada materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. *Jurnal BioEdu*, 11(1), 49-59. doi: 10.26740/bioedu.v11n1.p49-59

Rozaliza, M. (2015). Wawancara, sebuah interaksi komunikasi dalam penelitian kualitatif. *Jurnal Ilmu Budaya*, 11(2), 71–79. doi: 10.31849/jib.v11i2.1099

Rusnawati, M. D. (2020). Implementasi *flipped classroom* terhadap hasil dan motivasi belajar siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(1), 139–150. doi: 10.23887/jipp.v4i1.18238

Seruni, R., Munawaoh, S., Kurniadewi, F., dan Nurjayadi, M. (2019). Pengembangan modul elektronik (e-modul) biokimia pada materi metabolisme lipid menggunakan flip pdf professional. *Jurnal Tadris Kimiya*, 4(1), 48–56. doi: 10.15575/jkt.v4i1.4672

Solihudin, T. (2018). Pengembangan e-modul berbasis web untuk meningkatkan pencapaian kompetensi pengetahuan fisika pada materi listrik statis dan dinamis SMA. *Jurnal Wahana Pendidikan Fisika*, 3(2), 51-61.Retrieved on July 5, 2022, from https://ejournal.upi.edu

Sugiyono. (2015). *Metode penelitian pendidikan (Pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.

Syahputra, E. (2018). Pembelajaran abad 21 dan penerapannya di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional SINASTEKMAPAN*, I, 1276-1283.

Widoyoko, E. P. (2015). *Teknik penyusunan instrumen penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Zulkarnain, A., Kadaritna, N., dan Tania, L. (2015). Pengembangan e-modul teori atom mekanika kuantum berbasis web dengan pendekatan saintifik. *Jurnal Pend. Pengb. Kimia*, 4(1), 222-235. Retrieved on July 5, 2022, from https://jurnal.fkip.unila.ac.id/index/php/JPK/article/view/8712

http://e-conf.usd.ac.id/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS WEBSITE PADA MATERI SUBSTANSI GENETIK KELAS XII

Andana, Yosafat Adwin[1], Setyati, Retno Herrani[2]
[1,2] Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Pendidikan MIPA, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia
**Email : retnoherrani@gmail.com*

Abstrak
Pandemi covid-19 membuat perubahan dan adaptasi dalam bidang pendidikan. Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa peserta didik kesulitan dalam mengikuti pembelajaran daring karena terkendala sinyal dan kuota yang terbatas. Terbatasnya media dalam proses pembelajaran membuat guru kesulitan dalam menyampaikan materi. Salah satu materi yang dirasa sulit yaitu materi genetika kelas XII. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan dan mengetahui kelayakan produk E-Modul berbasis website pada materi genetika kelas XII. Jenis penelitian yaitu penelitian dan pengembangan dengan model Borg and Gall. Tahapan penelitian ini yaitu: analisis kebutuhan di lima sekolah berbeda, pengumpulan data, desain E-Modul dengan bantuan canva, validasi oleh dosen ahli media, dosen ahli materi, dan dua guru biologi SMA, serta revisi produk. E-Modul berisi halaman cover, petunjuk penggunaan, menu informasi, menu peta konsep, menu pendahuluan, menu materi, menu evaluasi, dan menu tentang profil penulis. Berdasarkan hasil validasi, kelayakan produk E-Modul masuk kategori sangat layak dengan perolehan persentase validasi materi sebesar 88,8%, persentase validasi media sebesar 97,2% dan rata-rata akhir produk yaitu 93%.
Kata kunci: canva, e-modu, materi genetik, website.

Abstract
The covid-19 pandemic has made changes and adaptations in the field of education. The results of the needs analysis showed that students have difficulty in the following learning through video conference because of signal constraints and limited quotas. The limited media in the learning process makes it difficult for teachers to convey the material. One material that is considered difficult is Class XII genetic material. This study aims to develop and determine the feasibility of website-based E-module products, especially on the material of genetical. The type of research used is research and development with Borg and Gall model. The stages of this research are: needs analysis in five different schools, data collection, E-module design with the help of canva, validation by media expert lecturer, material expert lecturer, and two high school biology teachers, and product revision. E-module contains a cover page, user manual, information menu, concept map menu, introduction menu, material menu, evaluation menu, and author profile menu. Based on the validation results, the feasibility of E- module products into the category of very decent with the acquisition of the average percentage of material is 88.8%, the average percentage of media 97.2% and the final average product is 93%.
Keywords: *canva, e-module, genetic material, website*

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara yang mengalami dampak adanya pandemi Covid- 19, khususnya pada bidang pendidikan. Pandemi Covid-19 membuat pembelajaran yang awalnya dilaksanakan secara tatap muka diubah menjadi pembelajaran dalam jaringan (daring). Perubahan tersebut menuntut guru dan peserta didik untuk dapat melakukan pembelajaran secara daring dengan memanfaatkan perkembangan teknologi. Penggunaan teknologi informasi pada kegiatan pembelajaran menjadi sangat penting, bukan hanya untuk mengatasi pembelajaran daring, akan tetapi juga sebagai bentuk penyesuaian bidang pendidikan terhadap perkembangan teknologi pada saat ini.

Pendidikan merupakan suatu cara untuk meningkatkan sumber daya manusia. Belajar berarti sebuah proses yang dilakukan seseorang untuk mencapai suatu perubahan positif dalam kehidupannya (Gasong, 2021). Guru sebagai fasilitator dan pembimbing bertugas untuk mengarahkan anak didiknya dalam proses pembelajaran. Pembelajaran dapat dikatakan ideal apabila pembelajaran tersebut dapat mendorong kreativitas peserta didik secara keseluruhan, membuat peserta didik aktif dalam kegiatan belajar mengajar, mencapai tujuan pembelajaran secara efektif dan berlangsung dalam kondisi menyenangkan.

Kegiatan Belajar Mengajar dengan Media Digital

Belajar merupakan proses yang dapat diketahui dengan timbulnya transformasi pada diri seseorang. Transformasi tersebut merupakan hasil dari proses belajar yang dapat ditunjukkan dalam bermacam – macam bentuk seperti perubahan dalam hal pengetahuan, pemahaman, sikap dan tingkah laku, kepandaian, keterampilan dan kemampuan, serta transformasi lainnya yang dapat terjadi pada individu saat belajar (Suardi, 2018). Belajar mengajar mengandung beberapa komponen yang menunjukan bahwa belajar dan mengajar merupakan sebuah sistem. Komponen dalam belajar diantaranya, yaitu: tujuan, bahan pembelajaran, kegiatan belajar mengajar, metode, alat, sumber, dan evaluasi (Simatupang, 2019)

Media pembelajaran adalah sarana dalam meningkatkan kegiatan proses belajar mengajar (Kustandi & Darmawan, 2020). Penggunaan media pembelajaran pada kegiatan belajar mengajar memberikan sebuah inovasi pembelajaran, serta memberikan suatu hal yang dapat meningkatkan minat belajar peserta didik karena adanya media pembelajaran dapat menghindari peserta didik dari rasa bosan ketika belajar. Pemanfaatan media pembelajaran digital harus mempertimbangkan aspek kemudahan dalam mengakses media, keterjangkauan biaya, serta keamanan peserta didik dalam menggunakan media. Penggunaan media pembelajaran selama proses belajar dapat membantu guru dalam menyampaikan materi dan membantu tercapainya tujuan belajar. Adapun manfaat lain dari media pembelajaran, yaitu: (1) membantu proses pembelajaran antara peserta didik dengan guru, (2) meningkatkan minat dan motivasi peserta didik, (3) mengatasi keterbatasan ruang, waktu dan tenaga (Hamid, 2020).

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan di lima sekolah, guru lebih cenderung memanfaatkan *WhatsApp group* dan *google classroom* untuk melakukan kegiatan pembelajaran. Penggunaan media chat pada saat kegiatan belajar dipilih guru karena adanya kendala yang dialami oleh peserta didik ketika guru melakukan kegiatan pembelajaran melalui media berbasis video konferensi seperti zoom

meeting dan google meet. Kendala yang dialami peserta didik ketika menggunakan media berbasis video

konferensi yaitu terkait kualitas sinyal yang kurang baik sehingga peserta didik tidak dapat mengikuti kegiatan belajar dengan baik. Permasalahan lainnya yaitu terkait salah satu materi yang dianggap bermasalah ketika proses pembelajaran berlangsung di kelas yaitu pada kompetensi dasar 3.3 dan 4.3 pada materi substansi genetik kelas XII IPA. Materi yang kompleks tidak dapat disampaikan dengan maksimal karena adanya keterbatasan waktu dan media.

Guru mengharapkan adanya peningkatan keaktifan peserta didik, lebih mandiri dalam belajar, serta peserta didik tidak bosan dalam ketika pembelajaran daring. Media yang diharapkan yaitu berupa media yang dapat diakses dengan mudah oleh peserta didik hemat kuota, dan praktis. Selain itu, media yang digunakan juga harus dapat menampung materi dengan baik dan menarik, sehingga tingkat partisipasi peserta didik dalam kegiatan belajar mengajar menjadi meningkat. Salah satu media yang dapat digunakan yaitu E- *Modul* berbasis *website*. Melalui modul, peserta didik dapat melakukan pembelajaran secara mandiri dengan berpedoman pada unsur-unsur yang ada pada modul pembelajaran (Najuah, 2020).

Pemanfaatan E-Modul Berbasis Website Canva dalam Kegiatan Belajar Mengajar

E-Modul merupakan sebuah bentuk penyajian media bahan ajar belajar mandiri yang disusun secara sistematis dan disajikan secara elektronik (Pramana, dkk., 2020). Oleh sebab itu, modul perlu berisi petunjuk sebagai panduan bagi peserta didik untuk belajar. Terdapat beberapa karakteristik yang harus diperhatikan dalam penyusunan modul agar dapat menarik yaitu modul bersifat pembelajaran diri, satu kesatuan utuh yang dipelajari, mudah digunakan, dan adaptif atau user friendly (Kuswandi dan Kurniawan, 2021). Modul harus dapat dipergunakan dengan mudah dan bersifat adaptif terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Penggunaan media pembelajaran berguna membantu peserta didik dalam kegiatan belajar secara mandiri maupun secara di dalam kelompok (Tafonao, 2018). *E-Modul* dapat dipergunakan untuk kegiatan pembelajaran secara fleksibel tanpa adanya batasan ruang dan waktu. Peserta didik dapat mengakses link *E-Modul* yang diberikan oleh guru kapan saja dan dimana saja dengan menggunakan smartphone maupun PC (*Personal Computer*). Pembelajaran mandiri yang dilakukan peserta didik dengan menggunakan *E- Modul* membuat adanya peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik dibandingkan sebelum peserta didik menggunakan *E-Modul* secara mandiri dalam proses pembelajaran (Diana dan Sukestiyarno, 2019).

E-Modul yang digunakan pada kegiatan pembelajaran memiliki beberapa kelebihan. Materi yang tersaji dalam *E-Modul* tidak hanya dalam bentuk teks saja, tetapi dapat divariasikan dengan gambar ataupun video yang dapat meningkatkan

minat dan daya tarik belajar peserta didik (Wulandari, Yogica, & Darussyamsu, 2021). Kelebihan ini tentunya membuat proses pembelajaran dapat berjalan dengan efektif dan efisien, selain itu juga dapat mendukung interaksi antara guru dengan peserta didik sehingga peserta didik dapat lebih memahami konsep pelajaran dan mengalami peningkatan hasil belajar Akses *E-Modul* juga dipermudah ketika media tersebut diunggah pada website yang dapat diakses melalui *browser* pada *smartphone* dan PC.

Website merupakan halaman-halaman yang dapat menampilkan informasi berupa teks, gambar, video, dan lain lain yang bersifat diam maupun bergerak dalam suatu rangkaian yang bersifat terikat. Penggunaan *website* dalam dunia pendidikan memberikan keuntungan bagi guru maupun peserta didik karena dengan digunakannya *website* dalam

proses pembelajaran peserta didik lebih cepat dan mudah dalam memperoleh informasi (Bekti, 2015). Pembelajaran melalui *website* tidak memerlukan kekuatan jaringan yang tinggi dan tidak memakan kuota yang banyak sehingga pembelajaran berbasis *website* menjadi mudah baik itu bagi peserta didik maupun guru. Adapun manfaat pembelajaran berbasis website bagi guru, yaitu: (1) memudahkan guru dalam melakukan pemutakhiran bahan-bahan belajar, (2) membantu guru dalam mengecek kegiatan peserta didik dalam mengerjakan soal-soal latihan, (3) membantu guru dalam mengontrol kegiatan belajar peserta didik seperti kapan peserta didik belajar, topik yang dipelajari, serta berapa lama suatu topik dipelajari, (4) membantu guru dalam memeriksa jawaban peserta didik (Darmawan, 2016). Sedangkan kelebihan penggunaan website pada pembelajaran, yaitu:
(1) memungkinkan peserta didik untuk belajar sesuai dengan waktu dan tempat yang disukainya, (2) mendorong peserta didik untuk lebih aktif dan mandiri dalam belajar, (3) materi pembelajaran dapat diperbaharui dengan mudah dan murah, (4) menyediakan sumber belajar tambahan dalam bentuk tautan yang dapat digunakan untuk mengakses informasi dari berbagai sumber (Batubara, 2018).

Pemanfaatan *website* pada kegiatan pembelajaran memiliki banyak manfaat, akan tetapi tidak semua guru dapat membuat media berbasis *website* dengan menggunakan bahasa pemrograman. Canva dapat menjadi solusi dalam pembuatan *website* karena proses pembuatan yang lebih mudah dibandingkan pembuatan *website* dengan menggunakan bahasa pemrograman. Canva adalah salah satu aplikasi dan *website* yang digunakan dalam bidang desain grafis. Canva memberikan layanan desain grafis yang dapat diakses secara gratis maupun berbayar (Jubilee, 2021). Penggunaan canva sebagai platform desain grafis dapat diterapkan dalam pembuatan media pembelajaran karena akses yang mudah dan praktis. Pembuatan desain media pembelajaran menggunakan canva memiliki beberapa kelebihan, yaitu: (1) terdapat bermacam-macam desain grafis, animasi, dan template yang menarik, (2) desain media pembelajaran dapat dilakukan kapanpun dan dimanapun tanpa harus menggunakan laptop, akan tetapi juga dapat menggunakan smartphone, (3) hasil desain media dapat diunduh dengan berbagai

format baik itu jpg, pdf, dan juga dapat diunggah menjadi website dengan domain yang dibuat sendiri secara berbayar atau domain yang ada pada canva secara gratis (Rahmasari dan Yogananti, 2021)

Penelitian terdahulu telah membahas terkait pengembangan *E-Modul*, di antaranya yaitu *E-Modul* gerak refleks berbasis pendekatan kontekstual yang efektif digunakan dalam kegiatan pembelajaran (Agung, dkk., 2020), pengembangan *E-Modul* android berbasis metakognisi yang dinilai layak dan praktis digunakan dalam pembelajaran (Haka, dkk., 2021), analisis manfaat penggunaan *E-Modul* interaktif pada proses pembelajaran dapat meningkatkan kemandirian, kemampuan berpikir kritis, dan menambah literasi sains (Wulandari, dkk., 2021). Penggunaan *E-Modul* berbasis *website* pada proses pembelajaran materi substansi genetik kelas XII diharapkan dapat memberikan variasi pembelajaran dan meningkatkan minat peserta didik dalam mempelajari materi tersebut. Peserta didik mempelajari materi pada *E-Modul* tidak hanya dengan membaca teks saja, tetapi terdapat gambar, ilustrasi dan video. Hal tersebut dapat memperdalam dan mempermudah peserta didik dalam memahami materi genetika.. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan dan mengetahui kelayakan produk E-*Modul* berbasis website pada materi genetika kelas XII.

Metode

Jenis penelitian dan rancangan penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan (*Research & Development*). Hasil akhir penelitian ini berupa produk *E- Modul* berbasis website pada materi genetik dan dinilai kevalidannya oleh ahli. Model penelitian yang digunakan yaitu menggunakan model penelitian Borg & Gall. Langkah- langkah penelitian meliputi beberapa tahapan, tetapi pada penelitian ini hanya dilakukan sampai pada tahap kelima saja, yaitu: potensi dan kebutuhan, pengumpulan data, desain produk, validasi produk, dan revisi produk.

Data potensi kebutuhan diperoleh dengan cara wawancara dengan guru biologi di lima Sekolah Menengah Atas . Wawancara tersebut dilakukan pada bulan September – Oktober. Lima sekolah untuk analisis kebutuhan yaitu SMA Negeri 6 Purworejo, SMA Negeri 2 Surakarta, SMA Bruderan, SMA Warga Surakarta, dan SMA PL St Yosef Surakarta. Langkah pengumpulan data dilakukan dengan merangkum data yang telah diperoleh dari kegiatan wawancara dan kemudian dijadikan dasar sebagai pengembangan produk yang dilengkapi dengan pencarian informasi dari internet, buku, dan penelitian yang relevan. Proses pengembangan produk dimulai dengan melakukan desain media pembelajaran yang dapat digunakan secara fleksibel untuk pembelajaran dalam jaringan maupun pembelajaran luar jaringan. Pada kegiatan wawancara dengan guru digunakan panduan wawancara agar pertanyaan yang ditanyakan tidak melebar jauh dari topik yang ingin dibahas. Panduan wawancara yang digunakan oleh peneliti yaitu terdapat kisi-kisi pertanyaan (tabel 1).

Tabel 1 Kisi – kisi pertanyaan

No	Ranah yang ditanyakan	Nomor pertanyaan
1	Profil guru	1 dan 2

2	Materi pembelajaran	3, 4, 5, 6, 7, dan 8
3	Kegiatan pembelajaran	9, 10, 11, 12, 13, 14, dan 15
4	Metode dan model pembelajaran	16, 17, 18, dan 19
5	Media pembelajaran	20, 21, 22, dan 23
6	Evaluasi pembelajaran	24, 25, dan 26

Produk yang dikembangkan oleh peneliti melewati tahap validasi untuk mengetahui layak tidaknya suatu produk yang dikembangkan. Validasi dilakukan oleh satu orang dosen ahli media, satu orang dosen ahli materi, dan 2 orang guru biologi SMA yang berpengalaman dalam pengembangan produk pembelajaran. Angket validasi yang disusun oleh peneliti disesuaikan dengan kisi-kisi seperti pada tabel 2 dan tabel 3. Tahapan validasi produk oleh para validator menghasilkan kritik dan saran terkait produk yang telah dibuat. Kritik dan saran digunakan sebagai dasar perbaikan produk yang dikembangkan. Perbaikan produk dilakukan dengan tujuan untuk memperbaiki adanya kesalahan ataupun kekurangan yang ada pada produk, sehingga produk dalam hal ini E- Modul yang dihasilkan setelah dilakukan revisi dapat mengalami peningkatan dari segi kelayakan untuk dipergunakan dalam proses pembelajaran pada materi sintesis protein.

Tabel 2. Kisi – kisi angket validasi materi

Aspek yang dinilai	Butir	Nomor pertanyaan
Kesesuaian penyusunan materi	Kesesuaian dengan kompetensi dasar pada kurikulum	1
	Kesesuaian dengan indikator pencapaian kompetensi	2
Isi materi	Kelengkapan materi dalam *E-Modul*	3
	Keruntutan materi dalam *E-Modul*	4
	Kejelasan rangkuman materi dalam *E-Modul*	5
	Kesesuaian soal	6
Keakuratan materi	Keakuratan isi dan susunan materi dalam *E-Modul*	7
Penyajian elemen pendukung dalam pemaparan materi	Kesesuaian ilustrasi gambar dan materi dalam video pembelajaran	8
Bahasa dan komunikasi	Kejelasan penyajian tulisan materi dalam *E-Modul*	9

Tabel 3. Kisi – kisi angket validasi media

Aspek yang dinilai	Butir	Nomor pertanyaan
	Kejelasan ilustrasi	1

Tampilan	Pemilihan ukuran dan jenis huruf	2
	Tampilan *backround* dan penggunaan warna	3
Aspek komunikasi video	Kualitas video	4
	Kejelasan suara dalam video	5
	Kesesuaian soal	6
Bahasa	Cara penyampaian materi dalam bentuk visual	7
Kelengkapan komponen	Kelengkapan menu dan petunjuk penggunaan *E-Modul*	8
	E-Modul bersifat interaktif bagi peserta didik	9
Penyajian *E-Modul*	Durasi tayangan video pembelajaran dalam *E-Modul*	10
	Kemudahan akses *E-Modul*	11
Kelayakan media	Ketahanan media *E-Modul* materi genetika kelas XII	12

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Data hasil penilaian produk yang diperoleh dari validator ahli bidang materi, ahli bidang media, dan guru dalam menilai materi serta media. Penilaian tersebut dihasilkan dari lembar validasi dan angket berupa data kuantitatif yang kemudian dapat dikonversi menjadi data kualitatif dengan bentuk interval dalam rumus dari Arikunto dalam Pratiwi (2019), yaitu:

$$P = \frac{\in X}{\in Xi} \times 100$$

Keterangan

P	:	Presentase validitas
$\in X$	:	Jumlah nilai yang diperoleh
$\in Xi$	:	Jumlah keseluruhan nilai ideal
100	:	Konstanta

Selanjutnya hasil perhitungan menggunakan rumus tersebut digunakan pada penentuan kelayakan media berdasarkan kriteria kelayakan dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini:

Tabel 4 Kriteria kelayakan

Presentase	Kelayakan
76% - 100%	Sangat layak
51% - 76%	Layak
26% - 50%	Tidak layak
<25%	Sangat tidak layak

Hasil dan Pembahasan

Produk akhir dari penelitian dan pengembangan yang dilakukan yaitu media pembelajaran berupa E-Modul berbasis website berbantuan canva pada materi genetik kelas XII. Pengembangkan media pembelajaran E-Modul didasari oleh adanya permasalahan yang ada pada hasil analisis kebutuhan. Peneliti

mengembangkan E-Modul berbasis website dengan bantuan canva karena pada hasil analisis kebutuhan, guru memiliki keterbatasan penggunaan media ketika pembelajaran dilakukan secara daring. Guru terbiasa menggunakan media konvensional sebagai penunjang pembelajaran di dalam kelas, begitupun dengan peserta didik yang merasa kesulitan dan mengalami kendala pada jaringan dan kuota ketika pembelajaran daring, sehingga guru tidak dapat menggunakan zoom meeting / google meet untuk melakukan tatap muka secara online dan hanya terbatas pada WhatsApp Group dan google classroom sebagai media untuk melakukan diskusi dengan peserta didik.Terbatasnya media pembelajaran online yang digunakan guru membuat minat dan keaktifan belajar peserta didik di dalam kelas menjadi menurun. Pemilihan materi didasari karena materi pada substansi genetik yang kompleks, sedangkan media dan waktu yang tersedia terbatas. Hal tersebut membuat peserta didik mengalami kesulitan untuk memahami materi tersebut karena melalui pembelajaran daring yang dilakukan lewat pesan chat kurang dapat dipahami dan kurang dapat gambaran yang jelas mengenai materi-materi tersebut.

Berdasarkan permasalahan yang ada, peneliti mengembangkan E-Modul berbasis website sebagai penunjang belajar peserta didik. E-Modul merupakan seperangkat media pembelajaran digital yang disusun secara sistematis dan dirancang untuk membantu belajar secara mandiri, sehingga menuntut peserta didik untuk belajar memecahkan masalah secara mandiri. Dengan digunakannya E-Modul dalam kegiatan pembelajaran, peserta didik dapat melakukan kegiatan belajar secara mandiri maupun secara berkelompok. Selain itu, dengan digunakannya E-Modul berbasis website sebagai media pembelajaran, peneliti mengharapkan adanya peningkatan keaktifan peserta didik dalam kegiatan belajar karena peserta didik dituntut untuk mengakses E-Modul secara mandiri. Pembelajaran mandiri yang dilakukan peserta didik dengan menggunakan E-Modul membuat adanya peningkatan pemahaman konsep peserta didik dibandingkan dengan peserta didik sebelum menggunakan E-Modul pada proses pembelajaran (Diana dan Sukestiyarno, 2019).

Produk E-Modul berbasis website ditujukan untuk kelas XII SMA. E-Modul ini berisi menu – menu yang dapat memfasilitasi peserta didik dalam mempelajari materi genetika. Menu yang terdapat pada E-Modul, meliputi: menu informasi, peta konsep, pendahuluan, materi, evaluasi dan menu tentang. Setiap menu yang disajikan memiliki fungsi pokoknya masing – masing. Produk yang telah dikembangakan selanjutnya divalidasi oleh ahli materi dan ahli media. Uji validasi produk berupa validasi terhadap materi yang terdapat pada media E-Modul, serta validasi terhadap media yang telah selesai dikembangkan dalam bentuk E-Modul yang dapat diakses secara online. Validasi produk dilakukan oleh dua guru dari dua SMA berbeda, serta 1 orang dosen sebagai ahli materi dan 1 orang dosen sebagai ahli media. Validasi produk dilakukan dengan maksud untuk mengetahui kelayakan E-Modul berbasis website pada materi genetika kelas XII.

Ahli materi yang berperan dalam memvalidasi materi pada produk yaitu guru biologi SMAN 6 Purworejo sebagai validator I, guru biologi SMA Bruderan Purworejo sebagai validator II, serta satu dosen pendidikan biologi Universitas Sanata Dharma sebagai validator III. Adapun aspek – aspek yang dinilai pada validasi materi ini, yaitu: Kesesuaian penyusunan materi, keakuratan materi, penyajian elemen pendukung dalam pemaparan materi, serta bahasa dan

komunikasi. Sedangkan ahli media yang berperan dalam memvalidasi materi pada produk yaitu guru biologi SMAN 6 Purworejo sebagai validator I, guru biologi SMA Bruderan Purworejo sebagai validator II, serta satu dosen pendidikan biologi Universitas Sanata Dharma sebagai validator IV. Adapun aspek – aspek yang dinilai pada validasi media ini, yaitu: Tampilan, aspek komunikasi video, bahasa, kelengkapan komponen, penyajian E-Modul, dan kelayakan media. Rekapitulasi data hasil validasi materi dijelaskan pada tabel 5 dan rekapitulasi data hasil validasi media dijelaskan pada tabel 6.

Tabel 5. Rekapitulasi hasil validasi materi

Komponen Penilaian	Hasil perolehan skor validasi ahli materi		
	Validator I	Validator II	Validator III
Kesesuaian penyusunan materi	7	8	7
Isi materi	16	13	13
Keakuratan materi	4	4	3
Penyajian elemen pendukung dalam pemaparan materi	2	4	3
Bahasa dan komunikasi	4	4	4
Σskor	33	33	30
Rerata skor	0,916	0,916	0,833
Presentase validasi (%)	91,6%	91,6%	83,3%
Kriteria	Sangat layak	Sangat layak	Sangat layak

Tabel 6. Rekapitulasi hasil validasi media

Komponen Penilaian	Hasil perolehan skor validasi ahli media		
	Validator I	Validator II	Validator IV
Tampilan	11	12	12
Aspek komunikasi video	8	7	8
Bahasa	4	4	4
Kelengkapan komponen	8	8	8
Penyajian *E-Modul*	7	8	8
Kelayakan media	7	8	8
ΣSkor	45	47	48
Rerata skor	0,937	0,979	1
Presentase validasi (%)	93,7%	97,9%	100%
Kriteria	Sangat layak	Sangat layak	Sangat layak

Kelayakan Media Pembelajaran E-Modul Berbasis Website pada Materi Substansi Genetik Kelas XII

Peneliti melakukan desain E-Modul berbasis website dengan menggunakan bantuan canva. Secara garis besar E-Modul berisi halaman cover, petunjuk penggunaan, dan menu utama. Bagian menu utama berisikan menu informasi, peta konsep, pendahuluan, materi, evaluasi, dan menu profil dari peneliti. Video

pembelajaran dalam E-Modul dibuat berdasarkan naskah video yang sudah dirancang sebelumnya sebagai acuan dalam pembuatan video. Latihan soal dibuat oleh peneliti dengan quizizz dan dihubungkan ke dalam menu latihan soal. Sedangkan menu evaluasi berisi soal yang terhubung pada google form. E-Modul yang telah didesain kemudian diunggah menjadi website dengan nama domain yang terdapat pada canva.

Desain produk awal E-Modul yang sudah selesai kemudian divalidasi oleh dosen ahli materi, dosen ahli media, dan dua guru dari dua sekolah yang berbeda untuk mengetahui kelayakan dari E-Modul berbasis website pada materi genetik. Rata-rata penilaian produk dari validasi materi masuk kategori sangat layak dengan persentase sebesar 88,8%. Hasil validasi ahli media juga masuk kategori sangat layak dengan perolehan rata-rata persentase sebesar 97,2%, sehingga rerata persentase akhir produk yang diperoleh yaitu 93% dan masuk kategori sangat layak berdasarkan kategori kelayakan media yang tertera pada tabel 4. Kelayakan produk E-Modul berbasis website pada materi genetik diketahui setelah produk awal selesai dibuat dan divalidasi oleh validator. Validator melakukan validasi produk sesuai dengan instrumen validasi yang dirancang berdasarkan kisi-kisi dan rubrik skoring yang dibuat oleh peneliti. Dalam kegiatan validasi produk, peneliti juga mendapatkan komentar dan saran perbaikan terkait produk baik dari segi media maupun materi dalam E-Modul. Saran dan komentar inilah yang dijadikan acuan oleh peneliti untuk melakukan revisi produk untuk memperoleh produk akhir yang lebih baik.

Pengembangan Produk E-Modul Berbasis Website Canva

Produk akhir ini merupakan hasil dari beberapa perubahan yang telah pengembang lakukan berdasarkan saran dan komentar dari validator terhadap media dan materi pada produk E-Modul. Saran dan komentar dari validator berupa penambahan, pengurangan, perbaikan media dan susunan kata dalam E-Modul. Pengembang menjadikan saran dan komentar tersebut sebagai acuan untuk melakukan revisi produk,

tetapi pengembang tidak dapat memfasilitasi semua saran dan komentar dari validator dengan alasan produk awal yang sudah dibuat telah sesuai, serta adanya alasan lain yaitu terkait dengan keterbatasan pengembangan.

Revisi produk perlu dilakukan agar produk yang diciptakan lebih layak untuk digunakan dan memiliki fungsi yang dapat menunjang kegiatan pembelajaran di dalam kelas. Adapun perbaikan produk yang dilakukan oleh pengembang, seperti pemilihan kata yang tepat dan sesuai KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia) seperti perubahan kata “vidio” menjadi “video”, perbaikan menu dalam E-Modul seperti adanya penambahan menu latihan soal, penggabungan menu materi DNA dan RNA yang awalnya terpisah namun memiliki LKPD yang sama dan juga pada RPP materi DNA dan RNA terdapat pada satu pertemuan, sehingga dengan adanya perubahan ini diharapkan dapat lebih efektif dalam pengoperasiannya, hal tersebut selaras yang disampaikan oleh Wahab, dkk (2021) bahwa media yang efektif dan praktis dalam pengoperasiannya dapat meningkatkan ketertarikan peserta didik

dalam belajar dan mendukung pencapaian belajar.

Revisi terkait penambahan ilustrasi, contohnya penambahan gambar struktur DNA menurut Watson and Crick untuk memperjelas gambaran peserta didik terkait dengan struktur DNA, penambahan tabel penentuan kodon pada materi sintesis protein beserta dengan penjelasannya yang sebelumnya belum dimasukan dalam video pembelajaran sintesis protein, dan mengganti gambar terkait macam-macam kromosom agar peserta didik lebih mudah dalam memahami gambar yang ditampilkan pada video pembelajaran. Sedangkan pada soal evaluasi terdapat beberapa perubahan terkait format penulisan soal, perbaikan penulisan soal yang kurang jelas, serta perbaikan pada soal yang tidak memiliki pilihan jawaban yang sesuai pada soal pilihan ganda. Modul belajar perlu disusun sedemikian rupa dengan memuat materi yang disertai dengan ilustrasi untuk membantu dalam menjelaskan, latihan/tugas dengan penggunaan bahasa yang sederhana dan komunikatif agar peserta didik dapat belajar secara mandiri dengan baik (Najuah, dkk., 2020).

Pada produk akhir yang peneliti kembangkan, terdapat pembaharuan yang peneliti kembangkan yaitu pembuatan E-Modul berbasis website dengan bantuan canva. Desain E-Modul, pembuatan slide power point dalam video pembelajaran, dan diunggah E- Modul menjadi website, semuanya dibuat dengan bantuan canva. Hal tersebut membuat pembuatan media E-Modul menjadi praktis. Selain itu, peneliti menambahkan video pembelajaran untuk meningkatkan motivasi belajar peserta didik, meningkatkan kemandirian peserta didik. Media E-Modul yang ada pada penelitian relevan belum terdapat video pembelajaran terkait penjelasan materi.

Pengembang menggunakan canva dalam pembuatan E-Modul karena canva dapat memfasilitasi pendidik dalam pembuatan media pembelajaran yang menarik dan interaktif. Adanya berbagai macam elemen pada canva dapat dimanfaatkan untuk membantu pendidik dalam penyampaian materi dan mengembangkan media pembelajaran interaktif. Elemen-elemen pada canva yang dimaksud adalah gambar, animasi bergerak, video, icon, template, dan variasi font sehingga peserta didik lebih tertarik dan tidak bosan. Media yang dihasilkan dapat diakses secara offline dengan cara mengunduh dalam format jpg, mp4, pdf. Selain itu dapat diakses secara online apabila media yang dihasilkan diunggah menjadi website. Media yang diunggah menjadi website dapat menggunakan domain yang dibuat sendiri secara berbayar dan domain dari canva

yang gratis, sehingga guru memiliki banyak pilihan dalam pembuatan E-Modul berbasis website dengan bantuan canva. Penggunaan canva sebagai media pembelajaran biasanya digunakan untuk pembuatan power point, video, poster, dan infografis. Pemanfaatan canva untuk membuat website masih jarang digunakan pada kegiatan pembelajaran karena fitur pembuatan website pada canva baru mulai diperkenalkan pada tahun 2020. Maka dari itu, pengembang mengembangkan E-Modul berbasis website berbantuan canva karena canva memiliki fasilitas yang

lengkap dan praktis. Hal ini membuat guru dapat memanfaatkan canva sebagai variasi media pembelajaran yang menarik dan interaktif.

Pemanfaatan Media Pembelajaran Digital E-Modul Berbasis Website Canva pada Kegiatan Belajar Mengajar

Prinsip pembelajaran yang sesuai dengan Permendikbud No. 22 tahun 2016 tentang standar proses pendidikan dasar dan menengah yaitu mengenai pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran (Solihudin, 2018). E-Modul dapat dijadikan media pembelajaran yang dapat meningkatkan kemandirian peserta didik karena didalamnya terdapat petunjuk belajar yang membuat peserta didik dapat secara mandiri mengakses E-Modul. Penggunaan media pembelajaran berguna untuk membantu peserta didik agar dapat berinteraksi dengan media baik secara mandiri maupun secara didalam kelompok (Tafonao, 2018). Peneliti mengembangkan E-Modul yang berisi petunjuk penggunaan, informasi icon / menu-menu yang terdapat pada E-Modul, peta konsep, pendahuluan, materi berupa rangkuman dan video pembelajaran, lembar kerja peserta didik, latihan soal, serta evaluasi pembelajaran materi genetik. Peneliti membuat isi E-Modul sedemikian rupa agar dapat menunjang kegiatan belajar peserta didik baik secara mandiri maupun secara berkelompok.

Penjelasan terkait materi genetik pada E-Modul berbasis website disampaikan dalam bentuk video pembelajaran agar peserta didik tidak bosan dan dapat meningkatkan ketertarikan belajar peserta didik terhadap materi yang dipelajari, hal tersebut dapat meningkatkan motivasi dan lebih ingat terhadap materi (Khairani, Sutisna, dan Suyanto, 2019). Video pembelajaran dapat menampilkan objek yang terlalu kecil atau terlalu besar, atau bahkan hal-hal yang tidak dapat ditemukan oleh peserta didik secara langsung. Video pembelajaran dalam E-Modul berbasis website juga menampilkan animasi terkait mekanisme replikasi DNA dan proses sintesis protein, dengan demikian peserta didik dapat lebih mudah untuk memahami suatu proses dengan baik dibandingkan hanya sekedar membaca lewat tulisan saja.

Durasi video pembelajaran pada *E-Modul* yaitu antara 5-10 menit. Durasi video yang panjang dapat menimbulkan rasa bosan kepada peserta didik, ditambah lagi durasi video melebihi waktu konsentrasi dari peserta didik (Santosa, 2019). Maka dari itu, peneliti membuat video pembelajaran dengan durasi yang tidak lebih dari 10 menit pada tiap videonya agar peserta didik tidak merasa bosan dan tetap bisa berkonsentrasi pada materi yang dibahas. Kemampuan peserta didik dalam mengingat dan melakukan konsentrasi terbatas yaitu 15-20 menit (Alti, dkk, 2022). Selain disampaikan melalui video pembelajaran, pada E-Modul juga terdapat rangkuman yang dibuat dengan poin- poin singkat sehingga dapat membantu peserta didik dalam mengingat suatu uraian penjelasan materi yang panjang.

E-Modul berbasis website yang dikembangkan oleh peneliti juga dapat memfasilitasi kegiatan belajar secara berkelompok dengan adanya LKPD (lembar kerja peserta didik) yang tersedia pada menu materi. LKPD merupakan suatu media pembelajaran yang memiliki tujuan untuk mengaktifkan peserta didik, memungkinkan peserta didik dapat belajar secara mandiri menurut kemampuan dan minatnya, serta merangsang kegiatan belajar dan juga merupakan variasi dalam pembelajaran agar peserta didik tidak merasa bosan (Muthoharoh, Kirna, dan

Indrawati, 2017). Melalui LKPD, peserta didik bersama kelompok berdiskusi terkait jawaban soal dan melakukan presentasi. Kegiatan diskusi dan presentasi dapat membuat peserta didik lebih aktif dalam kegiatan pembelajaran. Keaktifan yang dimaksud yaitu seperti keaktifan untuk bertanya, menjawab pertanyaan, mengemukakan gagasan ide, serta keaktifan dalam hal menyelesaikan permasalahan yang dapat melatih kemampuan berpikir kritis dari peserta didik.

Pada *E-Modul* terdapat soal latihan yang terdiri dari 20 soal pilihan ganda. Latihan soal memuat soal-soal terkait materi gen, kromosom, DNA, RNA, dan sintesis protein. Menu latihan soal pada *E-Modul* terhubung ke *quizizz*, sehingga pada saat peserta didik selesai mengerjakan soal, peserta didik dapat mengetahui hasil pengerjaan soal dan mengetahui sejauh mana pemahaman mereka terkait materi genetik. Penggunaan *quizizz* juga memiliki manfaat bagi guru yaitu guru dapat mengetahui soal pada subbab apa yang masih belum bisa dikuasai oleh kebanyakan peserta didik di dalam kelas. Selain itu penggunaan *quizizz* sebagai media untuk latihan soal dapat meningkatkan ketertarikan dan memberikan penyegaran bagi peserta didik. Penggunaan *quizizz* sebagai stimulan yang bersifat menyenangkan sehingga dapat menyegarkan ingatan peserta didik, meningkatkan ketertarikan peserta didik, dan memberikan kesan yang baik dalam memori otak (Noor, 2020). Dengan penggunaan *quizizz* ini diharapkan peserta didik dapat meningkatkan hasil belajarnya.

Kelebihan dan Kekurangan E-Modul Berbasis Website pada Materi Substansi Genetik Kelas XII

E-Modul berbasis *website* yang peneliti kembangkan memiliki kelebihan dan kekurangan. *E-Modul* tidak hanya dalam bentuk teks saja, tetapi dapat divariasikan dengan gambar ataupun video yang dapat meningkatkan minat dan daya tarik belajar peserta didik (Wulandari, Yogica, & Darussyamsu, 2021). Kelebihan tersebut sudah terdapat pada produk yang peneliti kembangkan dengan adanya variasi penyampaian materi dalam bentuk teks dan video pembelajaran, adanya peta konsep yang dibuat semenarik mungkin untuk membantu peserta didik dalam mengenali materi yang akan dipelajari, serta latihan soal yang terhubung pada *quizizz* untuk meningkatkan ketertarikan dari peserta didik. Selain itu, kemudahan akses *E-Modul* berbasis website membuat peserta didik dapat belajar secara mandiri dengan mudah, dibantu dengan adanya petunjuk penggunaan *E-Modul* yang membuat peserta didik dapat menggunakan *E-Modul* secara mandiri. Pada *E-Modul* yang dikembangkan oleh peneliti juga terdapat LKPD sebagai penuntun peserta didik agar lebih bisa memahami materi dan lebih aktif dalam kegiatan belajar melalui kegiatan diskusi dan presentasi. *E-Modul* yang peneliti kembangkan sudah sejalan dengan apa yang dijelaskan oleh Kuswandi dan Kurniawan (2021), terdapat beberapa karakteristik yang harus diperhatikan dalam penyusunan modul agar dapat menarik yaitu modul bersifat pembelajaran diri, satu kesatuan utuh yang dipelajari, mudah digunakan, dan adaptif atau user friendly.

Kelemahan yang terdapat pada E-Modul yang peneliti kembangkan yaitu E-Modul tidak dapat menyesuaikan ukuran layar smartphone pengguna. Akan tetapi hal tersebut dapat diatasi dengan mengakses E-Modul dengan posisi layar landscape. Dengan posisi tersebut, pengguna tetap dapat mengakses E-Modul dengan tampilan yang maksimal. Pada petunjuk penggunaan E-Modul juga sudah dijelaskan terkait cara penggunaan E-Modul pada smartphone.

Kesimpulan

Pengembangan *E-Modul* berbasis *website* pada materi genetika kelas XII dikembangkan berdasarkan saran dan komentar dari validator. *E-Modul* berisi halaman *cover*, petunjuk penggunaan, menu informasi, menu peta konsep, menu pendahuluan, menu materi, menu evaluasi, dan menu tentang profil penulis. Kelayakan media pembelajaran *E-Modul* berbasis *website* pada materi genetika kelas XII yang dikembangkan oleh peneliti masuk kategori sangat layak berdasarkan hasil validasi. Hal ini dapat dilihat berdasarkan aspek materi yang memperoleh persentase rata-rata nilai dari ketiga validator yaitu 88,8% dan pada aspek media memperoleh persentase 97,2%.

Daftar Pustaka

Agung, P. F., Suyanto, S., & Aminatun, T. (2020). E-Modul Gerak Refleks Berbasis Pendekatan Kontekstual untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan, 5(3)*, 279-289.

Alti, R. M., Anasi, P. T., Sillalahi, D. E., & Fitriyah, L. A. (2022). *Media Pembelajaran*. Padang: Get Press.

Batubara, H. H. (2018). *Pembelajaran Berbasis Web dengan Modle Versi 3.4*. Yogyakarta: Deepublish.

Bekti, H. B. (2015). *Mahir Membuat Website Dengan Adobe Dreamweaver CS6, CS*S dan *JQuery*. Yogyakarta: Andi.

Darmawan, D. (2016). *Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Jogjakarta: Remaja Rosdakarya.

Diana, N., & Sukestiyarno, S. (2019). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Pembelajaran Mandiri Berbasis E-Modul. *SEMINAR NASIONAL PASCASARJANA.*

Gasong, Dina. (2021). Belajar dan Pembelajaran. Yogyakarta: Deepublish.

Haka, B. N., Majid, E., & Pahrudin, A. (2021). Pengembangan E-Modul Android Berbasis Metakognisi Sebagai Media Pembelajaran Biologi Kelas XII SMA/MA. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematika, 9(1)*, 72-81.

Hamid, M. A., Ramdhani, R., & Masrul, M. (2020). MEDIA PEMBELAJARAN. Jakarta: Yayasan Kita Menulis.

Jubilee, E. (2021). *Desain Grafis dengan Canva. Jakarta: Elex Media Komputindo.*

Khairani, M., Sutisna, S., & Suyanto, S. (2019). Studi Meta-analisis Pengaruh Video Pembelajaran terhadap Hasil Belajar Peserta Didik. *Jurnal Biolukus*, 2(1), 158. Kurniawan, C., & Kuswandi, D. (2021). *Pengembangan E-Modul Sebagai Media Literasi Digital Pada Pembelajaran Abad 21*. Lamongan: Academia Publication.

Kustadi, C., & Darmawan, D. (2020). *Konsep dan Aplikasi Pengembangan Media Pembelajaran bagi Pendidik di Sekolah dan Masyarakat*. Jakarta: Kencana.

Muthoharoh, M., Kirna, I.M. and Indrawati, G. ayu 2017. Penerapan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Multimedia untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Kimia. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia.* 1 (1), 13-22.

Najuah, N., Lukitoyo, P. S., & Wiranti, W. (2020). Modul Elektronik: *Prosedur*

Penyusunan dan Aplikasinya. Jakarta: Yayasan Kita Menulis.

Noor, S. (2020). Penggunaan Quizizz Dalam Penilaian PembelajaranPada Materi Ruang Lingkup Biologi Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas X.6 SMA 7 Banjarmasin. *Jurnal Pendidikan Hayati*, 6(1), 4.

Pramana, M. W. (2020). Meningkatkan Hasil Belajar Biologi Melalui E-Modul Berbasis Problem Based Learning. *Jurnal EDUTECH*, 8(2), 17-20.

Pratiwi, O. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Biologi Berbasis Web pada Materi Evolusi Kelas XII di SMA Negeri 1 Maubaloh. *Skripsi*.

Rahmasari, E. A., & Yogananti, A. F. (2021). Kajian Usability Canva (Studi Kasus Pengguna Mahasiswa Desain). *Andharupa: Jurnal Desain Komunikasi Visual & Multimedia*, 7(1), 168-178.

Simatupang, H. (2019). Strategi Belajar Mengajar Abad Ke-21. Surabaya: Cipta Media Edukasi.

Solihudin, T. (2018). Pengembangan E-Modul Berbasis Web Untuk Meningkatkan Pencapaian Kompetensi Pengetahuan Fisika Pada Materi Listrik Statis dan Dinamis SMA. *Jurnal Wahana Pendidikan Fisika*. 3(2), 51-56.

Suardi, M. (2018). Belajar dan Pembelajaran. Yogyakarta: Deepublish.

Tafoano, T. (2018). Peranan Media Pembelajaran Dalam Meningkatkan Minat Belajar Mahasiswa. Jurnal Komunikasi Pendidikan, 2(2), 103.

Wahab, A. (2021). *Media Pembelajaran Matematika*. Yogyakarta: Deepublish.

Wulandari, F., Yogica, R., & Darussyamsu, R. (2021). Analisis Manfaat Penggunaan E-Modul Interaktif Sebagai Media Pembelajaran Jarak Jauh di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 15(2), 139-143.

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS *BOOK CREATOR* PADA MATERI METABOLISME SEL KELAS XII

Desak Gede Mayumi Riandini Dwija[1], Yoanni Maria Lauda Feroniasanti[2]
[1,2] *Departement of Biology Education, Faculty of Teacher Training and Education, Sanata Dharma Univeristy, Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta*
**Email :* [1] mayumiriandini2000@gmail.com, [2] feroniasanti@gmail.com

Abstrak

Pembelajaran Jarak Jauh (PJJ) mengakibatkan peserta didik dituntut untuk lebih banyak memiliki kemampuan belajar mandiri. Kurangnya pengetahuan dalam bidang IT berdampak pada kesulitan pendidik dalam pembuatan media pembelajaran yang menarik dan beragam. Selain permasalahan dalam media pembelajaran, peserta didik seringkali mengalami kesulitan dalam memahami materi, salah satunya adalah materi metabolisme. Materi ini dianggap sulit karena terdapat cukup banyak reaksi kimia dan sulit untuk divisualisasikan dalam kehidupan sehari-hari. Pengembangan media pembelajaran berbasis *book creator* pada materi metabolisme sel diharapkan dapat mengatasi permasalahan dalam memperoleh jaringan serta kurangnya media pembelajaran yang menarik

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (*R*&D) dengan model *Borg and Gall*. Dalam penelitian ini dilakukan 5 tahap dari 10 tahap penelitian, yaitu (1) potensi dan masalah, (2) pengumpulan data, (3) desain produk, (4) validasi desain, dan (5) revisi produk. Berdasarkan validasi yang dilakukan oleh para ahli, produk memperoleh skor rata-rata validasi media dan materi adalah sebesar 91,19% dengan kriteria sangat tinggi dan layak digunakan untuk tahap penelitian selanjutnya dengan mengakomodasi saran perbaikan yang diberikan oleh validator.

Kata kunci: *Book Creator, E-modul, Media Pembelajaran, Metabolisme, R&D*

DEVELOPMENT OF INTERACTIVE E-MODULES BASED ON BOOK CREATOR ON CELL METABOLISM MATERIALS FOR CLASS XII

Desak Gede Mayumi Riandini Dwija[1], Yoanni Maria Lauda Feroniasanti[2]
[1,2] *Departement of Biology Education, Faculty of Teacher Training and Education*
Sanata Dharma Univeristy, Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta
**Email :* [1] mayumiriandini2000@gmail.com, [2] feroniasanti@usd.ac.id

Abstract

Distance Learning (PJJ) results in students being required to have more independent learning abilities. The lack of knowledge in the IT field has an impact on the difficulty of educators in making interesting and diverse learning media. In addition to problems in learning media, students often have difficulty in understanding the material, one of which is metabolic material. This material is considered difficult because there are quite a lot of chemical reactions and it is difficult to visualize in everyday life. The development of book creator-based learning media on cell metabolism material is expected to overcome problems in obtaining networks and the lack of interesting learning media

The type of research used in this research is research and development (R&D) with the Borg and Gall model. In this study, 5 stages out of 10 research stages were carried out, namely (1) potential and problems, (2) data collection, (3) product design, (4) design validation, and (5) product revision. Based on the validation carried out by experts, the product obtained an average media and material validation score of 91.19% with very high criteria and, suitable for use for the next stage of research by accommodating suggestions for improvement given by the validator.

Keywords: *Learning media, R&D, e-module, book creator, metabolism*

Pendahuluan

Covid-19 merupakan penyakit menular yang menyerang saluran pernafasan dan dianggap sebagai masalah kesehatan global. Pandemi covid-19 secara tidak langsung mempengaruhi sistem pembelajaran sehingga peserta didik dan guru mengalami keterbatasan selama pembelajaran berlangsung. Pembelajaran sebelum adanya Covid-19 dilakukan secara tatap muka kemudian beralih menjadi pembelajaran jarak jauh (PJJ) atau biasa dikenal dengan istilah “daring”. Hal ini juga menyebabkan guru harus cepat beradaptasi dari pembelajaran konvensional (modul cetak) menjadi pembelajaran berbasis digital. Pembelajaran secara daring ini membutuhkan perangkat dan jaringan internet yang digunakan untuk menunjang selama kegiatan belajar mengajar. (Megawanti,2020)

PJJ ternyata terdapat banyak kendala dalam pelaksanaanya. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru biologi di SMA Negeri 1 Wonosari, SMA Negeri 2 Wonosari, SMA Negeri 1 Karangmojo, SMA Dominikus Wonosari, SMA Bina Kusuma menjelaskan bahwa guru biologi mengalami beberapa kendala di lapangan. Kendala yang dihadapi yaitu, mereka harus menggunakan banyak waktu diluar jam

kerja untuk mempersiapkan kembali pembelajaran secara daring khususnya pada materi dan media pembelajaran, masih kurangnya pengetahuan dan pengalaman dalam bidang IT khususnya pada guru-guru senior. Hal ini secara tidak langsung berdampak pada kesulitan dalam pembuatan media pembelajaran yang menarik dan beragam. Guru juga mengeluhkan mengenai partisipasi peserta didik dalam pembelajaran tatap muka dan daring mengalami perbedaan yang signifikan karena keterbatasan kuota internet dan sinyal dari peserta didik.

Saat kegiatan wawancara, kebutuhan peserta didik dan guru dalam proses pembelajaran adalah media pembelajaran yang interaktif, menarik dan mudah untuk digunakan dalam kondisi pembelajaran baik secara luring maupun daring. Menurut Sukiman (2012), berpendapat bahwa media pembelajaran merupakan segala sesuatu yang bisa digunakan untuk menyampaikan atau menyalurkan sebuah pesan dari pengirim kepada penerima sehingga dapat menstimulus perhatian, pikiran, perasaan, minat serta kemauan peserta didik sesuai dengan rencana sehingga dapat mencapa tujuan pembelajaran yang diinginkan.

Selain permasalahan dalam media pembelajaran, peserta didik seringkali mengalami kesulitan dalam memahami materi, misalnya materi metabolisme sel. Materi metabolisme dianggap sulit karena didalamnya terdapat cukup banyak reaksi kimia dan sulit dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari. Melalui kendala yang ditemukan di lapangan perlu mendapatkan tindak lanjut untuk mengatasi keterbatasan guru dan meningkatkan kualitas pembelajaran.

Salah satu kompetensi yang harus dikuasai guru dalam proses pembelajaran adalah penggunaan media pembelajaran. Guru dituntut untuk lebih kreatif dalam menyampaikan materi melalui media pembelajaran daring hal ini menyebabkan guru harus menyesuaikan dengan jenjang dan kebutuhan peserta didik (Atsani, 2020). Penggunaan media pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi diharapkan mampu efektivitas dan efisiensi pembelajaran. Dalam kondisi pembelajaran daring guru mengharapkan peserta didik mengalami peningkatan belajar secara mandiri dan dituntut untuk lebih aktif. Pembelajaran yang menyenangkan membuat peserta didik tidak bosan dan jenuh dengan pembelajaran daring. Hal tersebut dapat dilakukan melalui penggunaan media pembelajaran seperti multimedia interaktif, komik, *handout*, *flipper book*, audio, video atau modul. Berdasarkan alternatif media pembelajaran interaktif tersebut peneliti mengembangkan media pembelajaran berupa modul yang di aplikasikan melalui e-modul interaktif.

E-modul merupakan modul yang berbasis elektronik sebagai alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, dan alat evaluasi yang dirancang dalam bentuk digital. Penggunaan e-modul dalam kegiatan pembelajaran memiliki beberapa kelebihan, salah satunya adalah guru mampu memantau proses pembelajaran peserta didik melalui media digital (Ramadhani & Fitri, 2020). Kelebihan yang diperoleh peserta didik dalam menggunakan e-modul adalah mengoperasikan secara langsung media pembelajaran yang diberikan dalam bentuk

e-modul. Materi pembelajaran yang dianggap sulit dipahami atau sulit diulas oleh peserta didik dapat diubah menjadi e-modul interaktif sehingga peserta didik lebih bersemangat dan tertarik terhadap materi yang disampaikan khususnya materi metabolisme sel.

Menurut Wulansari, dkk., (2018) kriteria e-modul yang baik yaitu, (1) *Self Instructional* termasuk dalam kriteia modul yang dapat digunakan untuk belajar secara mandiri serta dapat memecahkan masalah tanpa melibatkan orang lain. (2) *Self Contained* termasuk dalam kriteria modul yang meliputi segala komponen bahan ajar/materi pembahasan yang dibutuhkan sehingga peserta didik lebih mudah memahami materi pembelajaran tanpa adanya pemecahan-pemecahan sub bab. (3) *Stand Alone* merupakan kriteria modul yang tidak melibatkan bahan ajar lain sehingga seorang pendidik harus bisa menyampaikan bahan ajar hanya menggunakan satu modul. (4) *Adaptive* dalam kriteria modul berkaitan dengan pengembangan teknologi dan ilmu sehingga komponen-komponen dalam modul selalu berkembang dan terbarukan. (5) *User Friendly* merupakan kriteria modul yang harus mengutamakan kebutuhan peserta didik sehingga mampu diakses dan dipakai kapan saja dengan bahasa dan kalimat yang mudah untuk dipahami.

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan, peneliti tertarik melakukan penelitian tentang Pengembangan E-modul Interaktif Berbasis *Book Creator* pada Materi Metabolisme kelas XII. Pengembangan media pembelajaran berbasis *book creator* pada materi metabolisme sel diharapkan dapat mengatasi permasalahan dalam memperoleh jaringan serta kurangnya media pembelajaran yang menarik.

Metode

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development)* atau penelitian *R&D*. *Research and Development (R&D)* merupakan metode penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada. Pada bidang pendidikan penelitian *R&D* digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk-produk yang digunakan dalam pembelajaran. Penelitian ini menggunakan model pengembangan *Borg & Gall* yang diadaptasi Sugiyono (2015) yang memiliki sepuluh tahap kegiatan. Pada penelitian ini hanya dilaksanakan lima langkah kegiatan penelitian yang disesuaikan dengan kebutuhan penelitian. Tahapannya yaitu, potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, dan revisi produk.

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah wawancara dan kuesioner. Wawancara analisis kebutuhan Bersama guru biologi dilakukan pada enam SMA di daerah DI Yogyakarta dan DKI Jakarta diantaranya SMA Negeri 1 Wonosari, SMA Negeri 2 Wonosari, SMA Negeri 1 Karangmojo, SMA Dominikus Wonosari dan SMA Bina Kusuma. Data hasil wawancara analisis kebutuhan diolah sebagai dasar/acuan untuk mengembangkan produk yang akan dibuat sesuai dengan kebutuhan guru dan peserta didik. Peran kuesioner dalampenelitian ini sebagai alat untuk mengumpulkan data hasil validasi produk.

Kuesioner validasi produk bertujuan untuk mengetahui kelayakan produk yang dikembangkan. Dalam kuesioner terdapat saran dan komentar dari validator yang dapat digunakan sebaga perbaikan produk akhir yang dikembangkan. Pengubahan skor menjadi nilai dengan skala menggunakan acuan Arikunto (2018) sebagai berikut:

Tabel 1. *Pedoman Kriteria Penilaian*

Persentase	Kategori
81% – 100%	Sangat tinggi
61% – 80%	Tinggi
41% – 60%	Sedang
21% – 40%	Rendah
≤ 20%	Sangat Rendah

Pada bagian ini Anda perlu menyebutkan sumber data dan konteksnya. Anda juga perlu menyebutkan dengan jelas proses menganalisis data. Harap berikan detail yang ringkas tetapi cukup tentang metode ini.

Hasil dan Pembahasan

Analisis Kebutuhan

Kegiatan wawancara analisis kebutuhan dilakukan bertujuan untuk mengetahui kondisi serta kendala yang dialami oleh guru dalam pembelajaran yang dilaksanakan di sekolah (lapangan). Hasil dari kegiatan wawancara tersebut kemudian dikembangkan dan dilihat potensi produk apa saja yang dapat dikembangkan dan dilihat potensi produk apa saja yang dapat dikembangkan oleh peneliti seingga dapat dijadikan sebagai acuan dala mengembangkan produk. Pengembangan yang dilakukan oleh peneliti menghasilkan e-modul interaktif menggunakan *book creator* pada materi metabolisme sel kelas XII.

Berdasarkan hasil wawancara analisis kebutuhan, ditemukan beberapa potensi dan masalah yang dapat dijadikan ide dasar dalam penelitian. Hasil wawancara menunjukan bahwa jika dilihat dari pelaksanaan Kegiatan Belajar Mengajar (KBM) secara daring, partisipasi dan motivasi peserta didik pada awal diterapkannya pembelajaran daring masih sangat baik dan tinggi karena masih dianggap sebagai pengalaman baru dalam pelaksanaan pembelajaran. Namun, seiring berjalannya waktu antusias dan partisipasi peserta didik cenderung menurun hal ini ditandai dengan kurangnya partisipasi peserta didik dalam berpendapat ketika kegiatan diskusi, acuh terhadap kegiatan pembelajaran dan masih banyak peserta didik yang tidak menghidupkan kamera ketika diadakan pembelajaran melalui *video conference*.

Selain aspek media pembelajaran terdapat aspek materi pembelajaran yang dianggap sulit dan sulit dipahami oleh peserta didik yaitu materi metabolisme sel pada kelas XII. Alasan guru menyebutkan materi tersebut karena peserta didik tidak dapat menerima pengalaman nyata, banyak hafalan dan rumus, materi tersebut sulit untuk divisualisasikan. Selain kendala tersebut guru juga merasa mengalami keterbatasan waktu penyampaian materi selama daring.

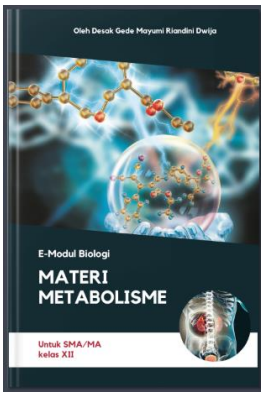
Sumber belajar juga merupakan salah satu aspek yang masih kurang dalam kegiatan pembelajaran PJJ atau daring ini. Hal ini karena masih banyak guru yang hanya menggunakan sumber belajar seperti buku paket pada pembelajaran daring sehingga pembelajaran menjadi kurang menarik bagi peserta didik. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran menarik dan dapat dipelajari dimana saja serta dapat diakses secara *online* maupun *offline.* Hal ini tentu mempermudah peserta didik untuk mempelajari suatu materi tertentu dengan mandiri di sekolah maupun di rumah.

Pengembangan Produk Awal

E-modul berbasis *book creator* merupakan media pembelajaran berbasis IT yang dirancang untuk mendukung proses pembelajarang daring. E-modul dirancang sederhana agar mudah untuk dioperasikan oleh peserta didik. Fitur yang disajikan pada e-modul tidak terlalu banyak agar peserta didik lebih fokus pada konten dan isi materi yang hendak disampaikan. E-modul dapat dibuka menggunakan *smartphone*, komputer atau laptop. E-modul ini dapat diakses secara *online* maupun *offline*. E-modul yang diakses secara *online* dapat dibuka melalui *link* https://read.bookcreator.com/z4at7a7NvvbY1Ycrp0HLQbH2iSu1/T8VGH9TqTjipb4yuG0YhTA yang telah dibagikan oleh pendidik melalui *whatsapp group*, *telegram*, ataupun *google classroom* yang dapat dihubungan langsung dengan e-modul. E-modul yang akses secara offline melalui *smartphone android* memerlukan aplikasi tambahan seperti *lithium* sedangkan *IOS* dapat menggunakan aplikasi bawaan berupa *books*. E-modul yang diakses secara *offline* melalui laptop atau komputer dapat menggunakan aplikasi *Freda*.

Produk e-modul interaktif berbasis *book creator* pada materi metabolisme memuat komponen sebagai berikut: halaman perancang, daftar isi, kata pengantar, kompetensi dasar yang memuat IPK, petunjuk penggunaan, ringkasan materi, peta konsep, uraian materi yang dibagi menjadi tiga sub-bab, video pengantar materi, *pretest-posttest*, latihan soal, rangkuman, evaluasi akhir, daftar isi, dan profil penulis hal ini telah disesuaikan dengan peraturan Kemendikbud (2017:7) mengenai komponen-komponen yang terdapat pada e-modul. Produk e-modul menggunakan tampilan layar berorientasi portrait sehingga apabila diakses menggunakan *smartphone* tampilan e-modul akan lebih baik. Tampilan portrait dipilih karena *smartphone* lebih banyak digunakan oleh peserta didik dibandingkan laptop atau *PC*. Penjelasan lengkap mengenai komponen dalam e-modul sebagai berikut:

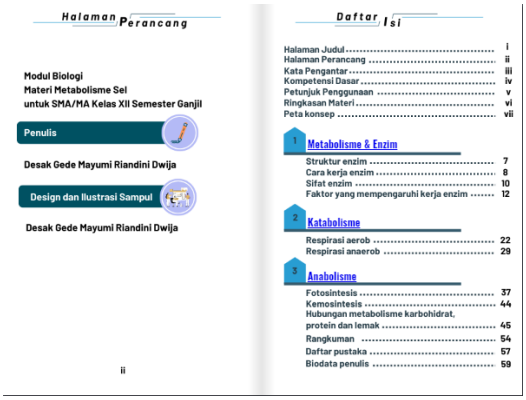
a. Desain sampul dan Halaman Perancang



Gambar 1. Desain Sampul e-modul

Desain tampilan sampul pada e-modul menggunakan gambar yang berkaitan dan mewakili materi metabolisme sel. Halaman perancang berisi informasi penulis, materi pembelajaran dan jenjang Pendidikan. Warna sampul didominasi dengan warna biru tua dan didukung dengan elemen yang memiliki warna yang senada. Desain sampul pada e-modul dibuat dengan aplikasi yang telah terintegrasi langsung dari *book creator* yaitu *canva* tampilan sampul e-modul.

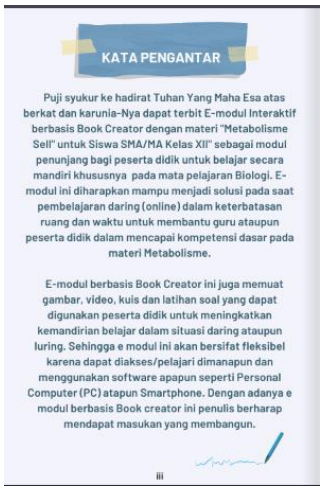
b. Daftar isi



Gambar 2. Daftar isi

Daftar isi bertujuan untuk mempermudah peserta didik atau pembaca mengetahui isi/konten yang disajikan pada e-modul. Desain awal daftar isi secara keseluruhan dapat diklik oleh pembaca untuk memudahkan menuju halaman tertentu. Text berwarna biru dan diberi garis bawah dapat diklik oleh pembaca.

c. Kata pengantar



KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya dapat terbit E-modul Interaktif berbasis Book Creator dengan materi "Metabolisme Sel" untuk Siswa SMA/MA Kelas XII" sebagai modul penunjang bagi peserta didik untuk belajar secara mandiri khususnya pada mata pelajaran Biologi. E-modul ini diharapkan mampu menjadi solusi pada saat pembelajaran daring (online) dalam keterbatasan ruang dan waktu untuk membantu guru ataupun peserta didik dalam mencapai kompetensi dasar pada materi Metabolisme.

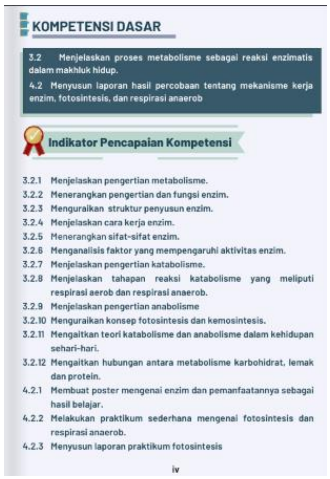
E-modul berbasis Book Creator ini juga memuat gambar, video, kuis dan latihan soal yang dapat digunakan peserta didik untuk meningkatkan kemandirian belajar dalam situasi daring ataupun luring. Sehingga e modul ini akan bersifat fleksibel karena dapat diakses/pelajari dimanapun dan menggunakan software apapun seperti Personal Computer (PC) atapun Smartphone. Dengan adanya e modul berbasis Book creator ini penulis berharap mendapat masukan yang membangun.

iii

Gambar 3. Kata Pengantar

Kata pengantar berisi ucapan rasa syukur dan informasi terkait hal-hal yang telah dilakukan oleh penulis dalam mengembangan e-modul berbasis *book creator* pada materi metabolisme sel kelas XII.

d. Kompetensi Dasar



KOMPETENSI DASAR

3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatis dalam makhluk hidup.
4.2 Menyusun laporan hasil percobaan tentang mekanisme kerja enzim, fotosintesis, dan respirasi anaerob

Indikator Pencapaian Kompetensi

3.2.1 Menjelaskan pengertian metabolisme.
3.2.2 Menerangkan pengertian dan fungsi enzim.
3.2.3 Menguraikan struktur penyusun enzim.
3.2.4 Menjelaskan cara kerja enzim.
3.2.5 Menerangkan sifat-sifat enzim.
3.2.6 Menganalisis faktor yang mempengaruhi aktivitas enzim.
3.2.7 Menjelaskan pengertian katabolisme.
3.2.8 Menjelaskan tahapan reaksi katabolisme yang meliputi respirasi aerob dan respirasi anaerob.
3.2.9 Menjelaskan pengertian anabolisme
3.2.10 Menguraikan konsep fotosintesis dan kemosintesis.
3.2.11 Mengaitkan teori katabolisme dan anabolisme dalam kehidupan sehari-hari.
3.2.12 Mengaitkan hubungan antara metabolisme karbohidrat, lemak dan protein.
4.2.1 Membuat poster mengenai enzim dan pemanfaatannya sebagai hasil belajar.
4.2.2 Melakukan praktikum sederhana mengenai fotosintesis dan respirasi anaerob.
4.2.3 Menyusun laporan praktikum fotosintesis

iv

Gambar 4. Kompetensi Dasar

Halaman kompetensi dasar berisi informasi mengenai KD yang digunakan pada e-modul. Selain itu, halaman ini berisi Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) yang hendak dicapai oleh peserta didik setelah mempelajari e-modul berbasis *book creator* pada materi metabolisme sel kelas XII.

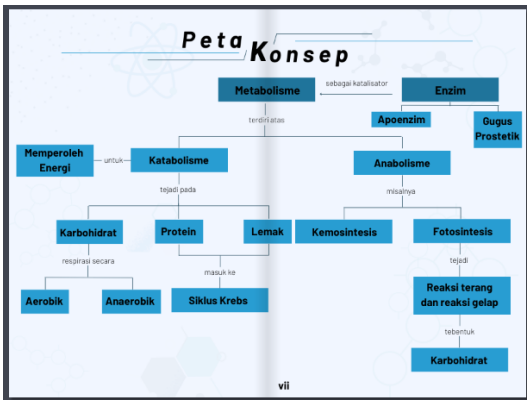
e. Petunjuk Penggunaan dan Ringkasan Materi



Gambar 4. Petunjuk Penggunaan dan ringkasan materi

Petunjuk penggunaan yang tedapat pada e-modul harus dibaca terlebih dahulu sebelum menggunakan e-modul. Halaman petunjuk penggunaan bertujuan untuk mempermudah pembaca atau peserta didik dalam mengoperasikan e-modul. Halaman Ringkasan materi berisi gambaran materi metabolisme sel pada e-modul yang akan dipelajari dalam tiga sub-bab.

f. Peta konsep



Gambar 5. Peta Konsep

Peta konsep pada e-modul bertujuan untuk mempermudah peserta didik memahami gambaran umum dari materi metabolism sel. Peta konsep berisi cakupan materi dan suatu struktur yang berisi fakta atau informasi yang saling berkaitan dari suatu konsep.

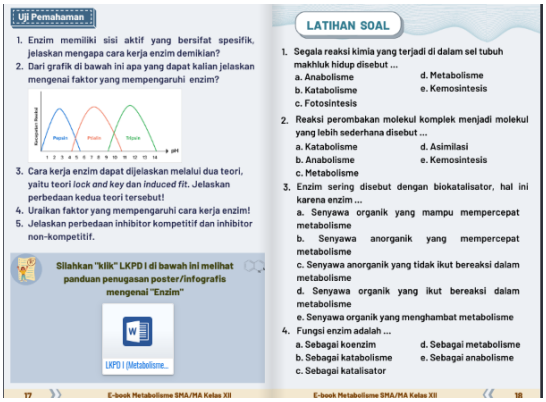
g. Materi



Gambar 6. Materi metabolisme

Materi metabolisme sel dibagi menjadi 3 pertemuan. Kelengkapan materi e-modul yang disusun berdasarkan kurikulum yang berlaku yaitu kurikulum 2013. Pada pertemuan pertama membahas mengenai sub-bab enzim, pertemuan kedua membahas sub-bab katabolisme dan pertemuan ketiga membahas sub-bab anabolisme. Pada setiap pertemuan terdapat apersepsi yang digunakan untuk mengasah rasa ingin tahu peserta didik. Materi di dalam e-modul dilengkapi dengan konten *find truth* untuk memberikan penjelasan atas apersepsi yang diberikan, fakta atau info biologi diberikan untuk menambah pengetahuan yang tidak terdapat pada buku pegangan sekolah, tokoh biologi diberikan untuk menambah pengetahuan peserta didik terhadap tokoh-tokoh penting dalam biologi. Pada setiap sub-bab telah dilengkapi oleh *pretest-posttest*, uji pemahaman, asah otak, dan latihan soal.

h. LKPD



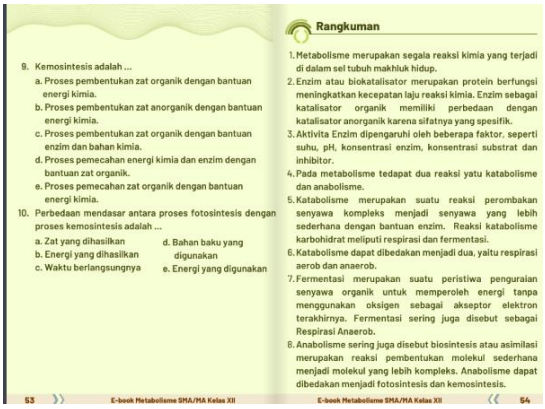
Gambar 7. LKPD dan Latihan soal

LKPD pada e-modul berbasis *book creator* berjumlah 4 yang dapat langsung diakses oleh peserta didik. LKPD tidak dapat diunduh tanpa bantuan jaringan internet, oleh karena itu sebelum menggunakan LKPD secara *offline* peserta didik wajib mengunduh LKPD terlebih dahulu.

i. Jenis dan ukuran huruf

Desain isi pada e-modul ini menggunakan ukuran font 7-20 pt dengan jenis font Barlow light, Barlow medium dan Barlow bold. Ukuran font 5 pt digunakan untuk keterangan gambar, video, sumber atau *link* web. Ukuran 8 pt digunakan untuk deskripsi materi/isi e-modul, ukuran 10 digunakan untuk menulis sub judul materi sedangkan ukuran 15 pt digunakan untuk judul pada sampul enzim, katabolisme dan anabolisme.

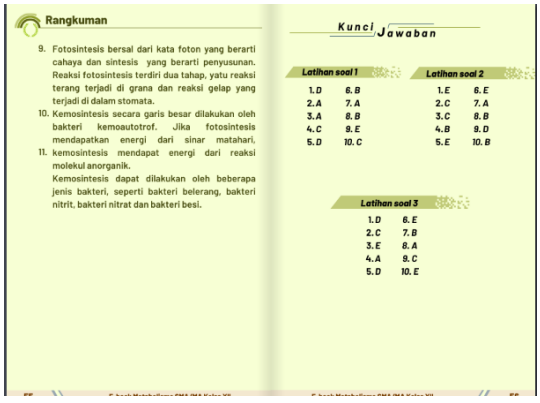
j. Rangkuman materi



Gambar 8. Rangkuman materi

Rangkuman materi dibuat diakhir pertemuan pada sub-bab anabolisme. Rangkuman materi ini bertujuan untuk me*review* ulang materi yang telah dipelajari dari sub-bab pertama hingga sub-bab terkahir.

k. Kunci jawaban



Gambar 9. Kunci Jawaban

Kunci Jawaban latihan soal yang terdapat pada e-modul diletakan dibagian akhir agar peserta didik dapat menggunakannya ketika selesai mengerjakan latihan soal pada masing-masing sub-bab materi.

l. Daftar pustaka


Daftar Pustaka

Ernawati. (2021). *Biologi Manacia untuk Mahasiswa Kesehatan*. Malang: Wijaya Kusuma Press.

Faqiha, A. F. (2021). *"Studi In Silico Senyawa Nitroxoxnide dan Arbidol Sebagai Antivirus Sars-Cov-2 terhadap Receptor NSP3 (7BQY dan 2GZ7) dan ACE2 (3D0G dan 1R4L)"*. Skripsi.Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim .

Ferdinand, F., & Arsebowo, M. (2009). *Praktis Belajar Biologi* . Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.

Herlina, I., Yani, R., Hanum, L. E., Purwiaminguh, W., Peniasiani, D., & Musarofah. (2009). *Biologi 3 SMA dan MA Kelas XII*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional .

Ischak, N. I., Salimi, Y. K., & Botutihe, D. N. (2017). *Biokimia Dasar 1*. Gorontalo: UNG Press.

Kandolla, H. (2013). *"Pengaruh Penambahan CaCl2 Terhadap Produksi Enzim Protease Dari Bacillus licheniformis HSA3-*. Skripsi. Makassar: Universitas Hasanuddin.

Pijiyanto, S., & Ferniah , R. S. (2016). *Mengelajah dunia Biologi Untuk Kelas XII SMA dan MA Kelompok Peminatan Matematika dan Ilmu-ilmu Alam*. Solo: Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.

Rachmawati, F., Urifah, N., & Wijayanti, A. (2009). *Biologi untuk SMA/MA Kelas XII Program IPA*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen endidikan Nasional.

Robinson, P. K. (2015). Enzymes: Principles and Biotechnological Applications. *Biochemistry. 15 (59)*, 1-15.

Sari, R., & Prayudyaningsih, R. (2017). Karakter Isolat Rhizobia dari Tanah Bekas Tambang Nikel dalam Memanfaatkan Oksigen untuk Proses Metabolismenya. *Jurnal Forda13 (2)*, 124-125.

Sembiring, L., & Sudjino. (2009). *Biologi*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional .

Suwarno. (2009). *Panduan Pembelajaran Biologi XII untuk SMA & MA*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional .

Wahjuni, S. (2013). *Metabolisme Biokimia*. Denpasar: Unudpress.

Wahjuni, S. (2013). *Metabolisme Kimia*. Denpasar: Udayana University Press.

Wahyuni, S. (2017). *Biokimia Enzim dan Karbohidrat*. Aceh: Unimal Press.

57 E-book Metabolisme SMA/MA Kelas XII E-book Metabolisme SMA/MA Kelas XII 58

Gambar 9. Daftar Pustaka

Daftar pustaka merupakan halaman yang berisi jurnal, buku, artikel yang digunakan peneliti dalam mengembangkan produk e-modul. Buku dan jurnal yang digunakan diharapkan dapat menambah kedalaman dari materi yang disajikan sehingga peserta didik tidak perlu menggunakan banyak sumber untuk belajar.

m. Biodata penulis


Biodata Penulis

NAMA : Desak Gede Mayumi Riandini Dwija

NIM : 181434081

PROGRAM STUDI : Pendidikan Biologi

TEMPAT/ TANGGAL LAHIR : Denpasar, 13 Januari 2000

ALAMAT : Br. Samsam I, Kec. Kerambitan, Kab. Tabanan, Bali

EMAL : mayumiriandini2000@gmail.com

59 E-book Metabolisme SMA/MA Kelas XII E-book Metabolisme SMA/MA Kelas XII 60

Gambar 10. Biodata penulis

Biodata penulis pada e-modul berguna untuk menampilkan informasi mengenai penulis. Informasi tersebut dapat membantu pembaca jika ingin menanyakan terkait e-modul, menghubungi atau bekerjasama dengan penulis e-modul. Biodata penulis berisi nama, nim, tempat dan tanggal lahir, alamat dan email yang dapat dihubungi.

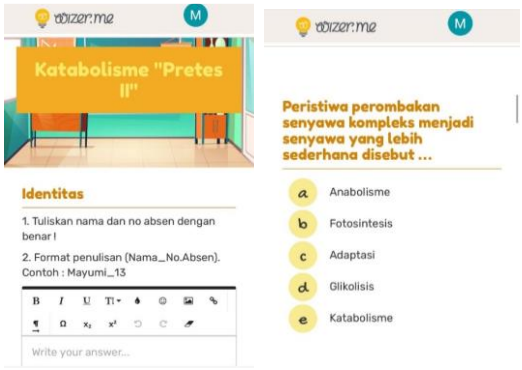
n. Penilaian

Pada e-modul terdapat 3 aspek penilaian, yaitu penilaian kognitif, afektif dan psikomotor. 1) Pada penilian kognitif meliputi 4 tes diantaranya adalah *pretest* pada pertemuan pertama dan kedua, *posttest* pada pertemuan ketiga dan evaluasi akhir untuk semua materi. Soal *pretest* maupun postest berjumlah 10 soal pilihan ganda sedangkan untuk soal evaluasi akhir terdapat 20 soal pilihan ganda dan 5 soal essay. Aplikasi yang digunakan dalam penilaian adalah *quizizz* dan *wizer.me*. 2) Pada penilaian afektif peserta didik akan mengisi form yang

digunakan untuk penilaian teman sejawat. 3) Pada penilaian psikomotor dilakukan melalui kegiatan Percobaan Sachs.



Gambar 11. Tampilan Pretest Pada Materi Metabolisme dan Enzim Menggunakan Quizizz



Gambar 12. Tampilan pretest pada Materi Katabolisme Menggunakan Wizer.me



Gambar 13. Tampilan Posttest pada Materi Anabolisme Menggunakan Wizer.me



LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK IV
ANABOLISME
Percobaan SACHS

Kelompok :
Mapel/ Tema/ Sub Tema :
Kelas/ Semester :

Anggota Kelompok:
1.
2.
3.
4.
5.

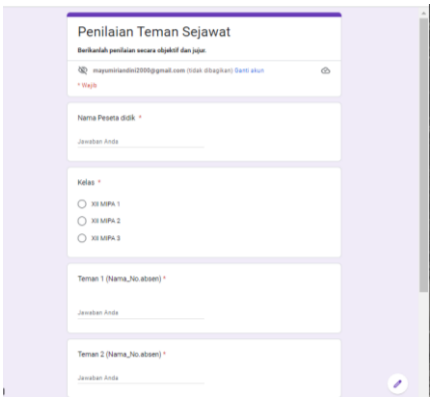
A. Tujuan Pembelajaran
1. Menjelaskan pengertian anabolisme
2. Menguraikan konsep fotosintesis dan kemosintesis.
3. Mengaitkan teori anabolisme dalam kehidupan sehari-hari.

B. Dasar Teori

Anabolisme sering juga disebut biosintesis atau asimilasi merupakan reaksi pembentukan molekul sederhana menjadi molekul yang lebih kompleks. Misalnya sintesis asam amino, sintesis asam lemak dan sintesis metabolit sekunder lainnya. Proses anabolisme membutuhkan energi, baik energi panas, energi kimia ataupun cahaya.

Berdasarkan sumber energi yang digunakan, anabolisme dapat dibagi menjadi fotosintesis dan kemosintesis. Reaksi kemosintesis membutuhkan energi kimia sebagai sumber cahaya. Sedangkan fotosintesis menggunakan cahaya sebagai sumber energi.

Gambar 14. Tampilan Penilaian Psikomotor Percobaan Sachs



Penilaian Teman Sejawat

Berikanlah penilaian secara objektif dan jujur.

mayumiriandini2000@gmail.com (tidak dibagikan) Ganti akun

* Wajib

Nama Peseta didik *

Jawaban Anda

Kelas *

XII MIPA 1
XII MIPA 2
XII MIPA 3

Teman 1 (Nama_No.absen) *

Jawaban Anda

Teman 2 (Nama_No.absen) *

Jawaban Anda

Gambar 15. Tampilan Penilaian Afektif (Penilain Teman Sejawat) Menggunakan Google Form

Hasil Validasi Produk

Validasi dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari produk yang telah dikembangkan. Hasil penilaian validasi dari validator akan menentukan kelayakan dari produk yang dikembangkan, sedangkan saran dan masukan yang diberikan oleh validator dapat digunakan sebagai saran perbaikan produk yang dikembangkan. Validator produk e-modul berbasis *book creator* berjumlah 4 orang, diantaranya Ibu B (validator I), Ibu P.R.S (validator II), Ibu R.R.W.I (validator III) dan Ibu L.D.J.A (validator IV). Hasil kuesioner validasi produk dapat dilihat secara lengkap pada tabel 2. berikut:

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Media

Aspek yang dinilai	**Skor Validasi**			**Rata-rata Skor**
	Validator I	**Validator III**	**Validator IV**	
Tampilan Visual	24	28	26	
Penggunaan Huruf	11	12	12	

Kemudahan Penggunaan	6	8	8	
Total Skor	41	48	46	
∑ Keseluruhan Item	48	48	48	
$\boldsymbol{P = \frac{\Sigma X}{\Sigma Xi}\ x\ 100\ (\%)}$	**85,4%**	**100%**	**95,8%**	**93,73%**
Kriteria	**Sangat tinggi**	**Sangat tinggi**	**Sangat tinggi**	**Sangat tinggi**

Berdasarkan hasil rekapitulasi skor validasi oleh ahli media menunjukan hasil rata-rata skor yang berbeda-beda. Berdasarkan hasil rekapitulasi dari ketiga validator ahli media diperoleh skor 93,73% yang menunjukan bahwa produk yang dikembangkan tergolong dalam kriteria **Sangat tinggi,** meskipun memperoleh hasil yang sangat tinggi validator tetap memberikan catatan dan saran perbaikan terkait produk yang dikembangkan sehingga produk dapat direvisi sesuai dengan saran yang diberikan. Menurut kesimpulan yang diberikan oleh validator ahli media, produk e-modul interaktif berbasis *Book Creator* layak diuji cobakan/digunakan sesuai revisi.

Validasi ahli media pada produk e-modul dilakukan oleh tiga validator yang menguasai materi metabolisme. Penilaian yang dilakukan oleh validator mencakup aspek penyajian, isi dan bahasa. Produk e-modul selesai divalidasi pada tanggal 21 Juni 2022. Rekapitulasi data hasil validasi oleh ahli materi dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek Penilaian	**Hasil Validasi Ahli Materi**			**Rata-rata skor**
	Validator II	**Validator III**	**Validator IV**	
Penyajian	16	19	18	
Isi	14	20	20	
Bahasa	12	14	16	
Total Skor	**42**	**53**	**54**	
∑ Keseluruhan Item	56	56	56	
$\boldsymbol{P = \frac{\Sigma X}{\Sigma Xi}\ x\ 100\ (\%)}$	**75%**	**94,6%**	**96,4%**	**88,66%**
Kriteria	**Tinggi**	**Sangat Tinggi**	**Sangat Tinggi**	**Sangat Tinggi**

Berdasarkan hasil hasil validasi materi dari ketiga validator menunjukan hasil berbeda. Hasil validasi materi dari validator II memiliki skor paling rendah yaitu 75% dengan kriteria **Tinggi**. Skor selanjutnya diberikan oleh validator III dengan skor 94,6% dengan kategori **Sangat tinggi.** Validator IV memberikan hasil validasi materi tertinggi yaitu 96,4% dengan kriteria **Sangat tinggi.** Walaupun hasil skor validasi dari ketiga validator tergolong tinggi, tetapi masih terdapat beberapa hal yang perlu diperbaiki dari produk e-modul. Komentar dan saran dari validator ahli materi.

Setelah dilakukan validasi p roduk diperoleh hasil keseluruhan validasi produk dengan perolehan persentase skor rata-rata sebanyak 91,19% dengan kriteria **Sangat tinggi.** Rekapitulasi hasil akhir validasi pada produk e-modul berbasis *Book Creator* pada Materi Metabolisme Sel disajikan pada tabel 4.7. berikut:

Tabel 4. *Rekapitulasi Persentase Skor Rata-rata Validasi Produk*

No.	Validator	Presentase Rata-rata (%)
1.	Ahli Media	93,73
2.	Ahli Materi	88,66
Total		182,39
Presentase Rata-rata Akhir (%)		**91.19**
Kriteria		**Sangat tinggi**

Berdasarkan rekapitulasi perhitungan skor rata-rata validasi produk dari keempat validator, dapat disimpulkan bahwa produk e-modul interaktif berbasis *Book Creator* pada materi Metabolisme sel kelas XII termasuk dalam kategori **Sangat Baik** berdasarkan tabel 4.7. Hasil penilaian tersebut menunjukan bahwa produk e-modul yang dikembangkan peneliti layak untuk diuji cobakan/digunakan sesuai saran dan komentar perbaikan dari masing-masing validator.

Revisi Produk

Produk e-modul berbasis *Book Creator,* setelah divalidasi untuk mengetahui kelayakan produk yang dikembangkan selanjutnya dilakukan tahapan revisi produk. Revisi produk ini dilakukan untuk memperbaiki beberapa aspek dari e-modul yang masih dianggap kurang sesuai dengan acuan komentar dan saran yang telah diberikan oleh keempat validator. Pada segi media secara umum dilakukan perbaikan pada halaman sampul, gambar reaksi, perbaikan ukuran font, dan perbaikan tulisan untuk menghindari miskonsepsi oleh peserta didik. Pada aspek materi secara garis besar aspek yang diperbaiki yaitu pengantar materi berupa gambar dan video, mengubah beberapa soal sehingga sesuai dengan tingkat kognitif yang akan dicapai, memperbanyak soal dengan kriteria HOTS, penggunaan contoh yang relevan, dan mengurangi penggunaan istilah yang menyebabkan miskonsepsi.

Pembahasan

Penelitian ini menggunakan model pengembangan *Borg & Gall* yang diadaptasi Sugiyono (2015) yang memiliki sepuluh tahap kegiatan. Pada penelitian ini hanya dilaksanakan lima langkah kegiatan penelitian yang disesuaikan dengan kebutuhan penelitian. Berdasarkan analisis kebutuhan permasalahan yang paling banyak di lima sekolah, yaitu antusias peserta didik memiliki perbedaan selama pembelajaran daring. Hal ini terlihat ketika awal penerapan pembelajaran daring peserta didik masih menganggap pembelajaran daring sebagai pengalaman yang baru, tetapi seiring berjalannya waktu partisipasi peserta didik dalam pembelajaran daring semakin menurun. Antusias peserta didik menurun disebabkan adanya keterbatasan media pembelajaran berbasis IT dan guru juga mengharapkan mendapatkan *workshop* untuk mengembangkan modul pembelajaran berbasis IT.

Pandemi covid-19 yang bersifat tiba-tiba menyebabkan tidak ada kesiapan peserta didik dalam perubahan kegiatan pembelajaran. Hal ini juga sejalan dengan hasil analisis kebutuhan pada kelima sekolah yang mengalami permasalahan dengan sinyal, kuota, dan perangkat untuk mengakses media pembelajaran, bahan ajar, dan *e-learning*. Secara tidak langsung hal ini mempengaruhi penyampaian materi kepada peserta didik karena ketika pembelajaran daring alokasi waktu yang digunakan lebih sedikit dibandingkan saat pembelajaran luring. Berdasarkan permasalahan yang ditemukan dilapangan, ditemukan alternatif untuk mengembangkan modul, *e-learning,* dan video pembelajaran

Kreativitas pendidik dalam penggunaan media pembelajaran tentu dapat mendukung tercapainya tujuan pembelajaran. Salah Satu media pembelajaran yang dapat mendukung dalam pembelajaran jarak jauh adalah e-modul. Salah satu aplikasi yang digunakan untuk membuat modul adalah *book* creator. *Book creator* merupakan aplikasi untuk membuat buku atraktif, dikatakan atraktif karena terdapat perancang dapat menyisipkan gambar, audio, video dan animasi. Aplikasi *book creator* juga dapat terintegrasi langsung dengan *canva, Giphy, goole drive*, sehingga perancang dapat menggunkan aplikasi tersebut untuk membantu dalam pembuatan modul. Aplikasi *book creator* dipilih karena tidak memerlukan keahlian khusus dalam pengoperasiannya sehingga mengurangi kendala dalam mengakses modul.

Menurut Pramana dkk, (2020) e-modul merupakan salah satu media belajar yang dibuat dengan memanfaatkan teknologi digital untuk menyampaikan bahan ajar yang komponennya sudah tersusun secara sistematis. E-modul bertujuan untuk memfasilitasi peserta didik belajar secara mandiri karena e-modul dapat dengan mudah diakses kapanpun melalui perangkat laptop ataupun *handphone*.

E-modul yang dikembangkan oleh peneliti berfokus pada materi metabolisme sel. Materi metabolisme sel adalah materi biologi yang identik dengan reaksi biokimia, istilah asing, dan memiliki tingkat kerumitan yang cukup tinggi sehingga memiliki kemungkinan terjadinya miskonsepsi. Menurut Irani dkk., (2020) miskonsepsi merujuk pada ketidaksesuaian konsep yang tidak berlandaskan pada informasi dan pengertian yang tepat. Miskonsepsi yang terjadi pada peserta didik

tidak boleh diabaikan karena proses penerimaan pengetahuan peserta didik dapat terhambat. Pada materi metabolisme sel terdapat tiga sub-bab materi, yaitu enzim, katabolisme dan anabolisme. Secara umum dalam ketiga sub-bab tersebut di dalamnya terdapat banyak konsep mengenai mekanisme dan reaksi biokimia. Berdasarkan karakteristik dari materi metabolisme sel maka dibutuhkan media pembelajaran yang mampu memenuhi kebutuhan peserta didik dalam mempelajari seluruh konsep pada materi metabolisme terutama konsep yang sulit untuk divisualisasikan oleh peserta didik.

Produk e-modul dirancang sederhana, tetapi kelengkapan materi dan tampilan e-modul dibuat lebih menarik sehingga tidak mengurangi minat peserta didik dalam menggunakan e-modul. Secara umum produk e-modul dirancang menggunakan aplikasi *book creator*. Menurut Zulhijjah, (2021) kelebihan dalam penggunaan aplikasi *book creator*, yaitu lebih menghemat biaya karena dengan adanya *book creator* peserta didik tidak terlalu membutuhkan buku cetak. Produk juga dapat diakses secara *online* maupun *offline* melalui beberapa media elektronik seperti *smartphone* dan laptop.

Produk e-modul didesain dengan menggunan warna yang berbeda disetiap sub-materi. Penggunaan warna dasar pada sub-materi enzim identik dengan warna biru. Warna biru melambangkan keharmonisan, kebenaran dan memberikan kesan ketenangan. Dalam e-modul ini warna biru melambangkan seluruh komponen yang terdapat pada e-modul merupakan satu kesatuan. Pada sub-bab katabolisme warna dasar yang digunakan adalah orange yang melambangkan keceriaan dan kecerahan. Pada sub-bab anabolisme penggunaan warna dasar identik dengan warna hijau karena pada sub-bab ini materi yang dibahas berkaitan dengan proses fotosintesis. Proses fotosintesis ini berkaitan erat dengan klorofil yang memiliki pigmen berwarna hijau. Menurut Pratiwi & Susilowibowo (2015) Penggunaan warna yang konsisten pada bahan ajar bermanfaat untuk membantu peserta didik dalam memahami suatu materi.

Produk e-modul berbasis *book creator* dapat dibuka dan diakses secara *online* maupun *offline*. Jika diakses secara *online*, pembaca dapat langsung membuka melalui tautan berikut: https://read.bookcreator.com/z4at7a7NvvbY1Ycrp0HLQbH2iSu1/T8VGH9TqTjipb4yuG0YhTA. Jika diakses secara *offline* format e-modul harus berupa epub, Produk awal e-modul yang diunduh secara *offline* memiliki ukuran 30 MB, setelah dilakukannya revisi produk ukuran file berubah menjadi 24 MB. Perubahan ukuran file tersebut secara garis besar disebabkan karena penggantian video pada sub-bab enzim yang dirubah menjadi video yang ukurannya lebih kecil. Format epub ini dapat dibuka pada jenis *smartphone android ataupun IOS*. Pada android format epub dapat dibuka dengan menggunakan aplikasi epub reader misalnya *lithium*. Pada *smartphone* IOS pembaca atau peserta didik tidak perlu mengunduh aplikasi tambahan karena pada *smartphone* IOS sudah terdapat aplikasi bawaan yaitu *Books*.

Produk e-modul berbasis *Book Creator* terbagi menjadi tiga sub-bab pada materi metabolisme sel, diantaranya: 1) Enzim, 2) Katabolisme, 3) Anabolisme. Pada masing-masing sub-bab sudah terdapat *pretest, posttest*, latihan soal dan evaluasi akhir di akhir sub-bab. E-modul berbasis *Book Creator* ini dirancang agar memungkinkan untuk digunakan sebagai media pembelajaran selama pembelajaran daring atau PJJ. Produk e-modul juga dirancang agar peserta didik lebih mudah untuk belajar secara mandiri dimanapun dan kapanpun. Menurut Widiana, (2016) E-modul merupakan suatu modul yang berbasis TIK, e-modul memiliki kelebihan lebih interaktif dan memudahkan dalam memantau dan mengarahkan peserta didik dibandingkan dengan modul cetak. E-modul juga memungkinkan untuk menampilkan atau menayangkan sebuah gambar, audio, ataupun video animasi yang sudah dilengkapi dengan kuis/tes formatif yang memungkinkan adanya timbal balik dengan segera.

Produk e-modul telah memenuhi kriteria e-modul yang baik menurut Prasetyoadi dkk., (2019) yakni bersifat mandiri (*self instructional)*, yaitu modul yang dikembangkan dapat digunakan peserta didik untuk belajar secara mandiri dimanapun dan kapanpun. Pada e-modul berbasis *book creator* dapat digunakan secara mandiri oleh peserta didik karena telah dilengkapi oleh pretest, posttest, uraian materi metabolisme secara lengkap, latihan soal, LKPD dan evaluasi akhir yang dapat dengan mudah diakses oleh peserta didik. E-modul bersifat *selft contained* berarti modul harus memuat segala komponen materi pembahasan yang dibutuhkan oleh peserta didik sehingga peserta didik cukup menggunakan satu modul untuk mempelajari materi secara lengkap. E-modul telah dilengkapi oleh gambar, video dan ilustrasi sehingga dapat mendukung uraian materi. Oleh karena itu materi yang digunakan pada e-modul dirancang agar menjadi satu kesatuan yang utuh sehingga dapat memenuhi kedua kriteria tersebut.

E-modul dapat berdiri sendiri (*stand alone)* kriteria ini menjelaskan bahwa modul tidak perlu melibatkan bahan ajar lain sehingga guru diharapkan dapat menyampaikan materi pembelajaran dengan menggunakan satu modul. Materi pada e-modul telah menggunakan beberapa sumber selain buku pegangan siswa sehingga peserta didik dapat mempelajari materi metabolisme pada satu bahan ajar karena telah diadaptasi dari sumber-sumber relevan seperti buku mengenai metabolisme, jurnal dan artikel ilmiah. Kriteria selanjutnya yaitu suatu model hendaknya memiliki daya adaptif yang tinggi, hal ini berkaitan dengan pesatnya perkembangan teknologi sehingga modul diharapkan selalu berkembang dan fleksibel digunakan dimanapun dan kapanpun. Produk e-modul berbasis *book creator* pada materi metabolisme sel telah memenuhi kriteria adaptif karena modul memiliki daya adaptasi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi. E-modul mampu mengakomodasi peserta didik yang ingin mengakses e-modul secara *online maupun offline*. Kriteria modul yang terakhir yaitu *user friendly*, produk e-modul harus mengutamakan kebutuhan peserta didik sehingga e-modul dengan mudah digunakan dimanapun. Pada e-modul telah terdapat petunjuk penggunaan sehingga

memudahkan dan membantu penggunaan e-modul bagi peserta didik Ketepatan pemilihan bahasa dan kalimat yang digunakan dalam e-modul bertujuan agar peserta didik lebih mudah memahami materi yang disampaikan. Pemilihan kalimat atau istilah yang baik akan mengurangi miskonsepsi terhadap konsep atau bahan ajar yang hendak disampaikan kepada pembaca.

Pembelajaran daring secara tidak langsung mempengaruhi karakter belajar peserta didik. Menurut Sudarisman (2010) pembelajaran biologi setidaknya memiliki komponen proses, produk, teknologi dan sikap. Pada produk e-modul terdapat LKPD yang berisi Percobaan Sachs. Melalui kegiatan tersebut peserta didk dapat mengembangkan keterampilan proses karena mendapatkan pengalaman beraktivitas yang melibatkan keterapilan kognitif (*minds on*). Melalui keterampilan proses peserta didik diharapkan mampu memiliki sikap ilmiah seperti: ketelitian, kejujuran, tanggung jawab dan kesabaran. Berdasarkan komponen yang telah disebutkan e-modul telah memenuhi aspek produk dan teknologi karena produk yang dikembangkan telah memanfaatkan kemajuan IT untuk mengembangkan produk yang menarik dan dapat digunakan secara mandiri oleh peserta didik. Komponen terakhir yaitu sikap, pada produk e-modul terdapat kegiatan diskusi kelompok yang dapat melatih dan perilaku peserta didik sehingga diharapkan memiliki sikap kerjasama, disiplin, meningkatkan rasa ingin tahu, berpikir logis, serta tanggung jawab.

Produk e-modul interaktif berbasis *book creator* pada materi metabolisme sel yang telah dikembangkan dapat mengatasi permasalahan yang ditemukan pada analisis kebutuhan. Kurangnya bahan ajar yang manarik pada pembelajaran daring telah diakomodasi pada e-modul yang ditunjukan dengan tampilan e-modul yang cerah, menarik, terdapat banyak gambar, video dan ilustrasi pendukung. E-modul juga memiliki fitur-fitur yang cukup sederhana sehingga peserta didik akan lebih fokus pada konten/materi yang ingin disampaikan. Peserta didik dapat dengan bebas membuka e-modul secara *online* maupun *offline* sesuai dengan kebutuhan. Kemudahan mengakses e-modul mampu menjawab permasalahan peserta didik akan kesulitan jaringan dan kuota. Selain kebebasan dalam mengakses, e-modul memiliki spesifikasi yang terbilang kecil dan tidak membutuhkan ruang penyimpanan yang besar pada perangkat. Kelebihan e-modul berbasis *book creator* dapat mengatasi permasalahan pada pembelajaran daring. Hal ini didukung dengan hasil validasi produk yang memperoleh persentase rata-rata skor 91,19% yang tergolong kriteria **sangat tinggi**. Skor tersebut diperoleh karena produk yang dikembangkan dianggap dapat menjadi solusi dari permasalahan dilapangan. Produk e-modul interaktif berbasis *book creator* dapat mengatasi permasalah mengenai kurangnya media pembelajaran yang menarik dan praktis pada masa pembelajaran daring.

Kebaruan-kebaruan yang ada pada e-modul interaktif berbasis *book creator* diantaranya e-modul yang diakses secara *offline* memiliki spesifikasi yang terbilang kecil yaitu 24 MB sehingga dapat mengakomodasi kesulitan akan kendala jaringan dan kuota. E-modul memuat konten “Asah otak”, “Tokoh biologi” dan “Info

Biologi” yang dapat menambah pengetahuan yang masih jarang dibahas pada buku pegangan siswa, terdapat materi mengenai penamaan dan klasifikasi enzim pada e-modul.

Keterbatasan Pengembangan

Dalam mengembangkan produk e-modul berbasis *book creator* pada materi metabolisme sel kelas XII, terdapat keterbatasan hasil penelitian antara lain, produk e-modul berbasis *book creator* memerlukan aplikasi tambahan jika diakses secara offline dengan menggunakan *smartphone* android, LKPD pada e-modul tidak bisa diunduh jika tidak terdapat jaringan internet, *Link pretest* dan evaluasi akhir dengan menggunakan *quizizz* perlu diperbaharui secara berkala karena peneliti tidak berlangganan sehingga tidak dapat menggunakan fitur pengaturan *deadline* pengisian kuis lebih dari satu bulan, dan dalam mengakses e-modul secara offline format epub hanya bisa diunduh oleh peneliti. Oleh karena itu, peneliti perlu membagikan format epub sebelumnya kepada peserta didik sebelum diakses secara *offline.*

Kesimpulan

Pengembangan produk e-modul berbasis *book creator* pada materi metabolisme sel kelas XII dikembangkan menggunakan model Borg and Gall yang dilakukan sampai tahap kelima yaitu revisi produk. Kelayakan produk e-modul interaktif berbasis *Book Creator* pada materi metabolisme sel kelas XII mendapatkan kriteria **sangat tinggi** dengan rata-rata skor 91,19% dan produk yang dikembangkan dinyatakan layak untuk diujicobakan atau digunakan sesuai dengan saran perbaikan dari validator.

Daftar Pustaka

Arikunto, S. 2018. *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik.* Jakarta: Rineka Cipta.

Atsani, L. G. M. Z. 2020. "Transformasi Media Pembelajaran Pada Masa Pandemi Covid 19." *Jurnal Studi Islam.*1(1), 83-85.

Irani, N. V., Zulyusri, and Darussyamsu, R. 2020. "Miskonsepsi Materi Biologi SMA dan Hubungannya Dengan Pemahaman Siswa." *Jurnal Biolokus.*3(2), 349-350. https://doi: 10.30821/biolokus.v3i2.823

Kemendikbud. 2017. *Panduan Praktis Penyusunan E-modul Pembelajaran.* Jakarta: Direktorat Pembinaan SMA.

Megawanti, P., Megawati, E., & Nurkhafifah, S. 2020. "Persepsi Peserta Didik Terhadap PJJ Pada Masa Pandemi Covid 19." *Jurnal Ilmiah Kependidikan.*7(2), 75-77.

Pramana, M. W. A., Jampel, I. N., & Pudjawan, P. 2020. "Meningkatkan Hasil Belajar Biologi Melalui E-modul Berbasis Problem Based Learning." *Jurnal EDUTECH.*8(2), 17-19.

Pratiwi, M. N., and Susilowibowo, J. 2020. "Pengembangan Lembar Kegiatan Siswa Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Materi Pencatatan Transaksi Perusahaan Manufaktur." *Jurnal Pendidikan Akuntansi* .8(1), 5-6.

Ramadhani, Rahmi, & Fitri, Y. 2020. "Pengembangan E-modul Matematika Berbasis Model Flipped-Blended Learning." *Jurnal Genta Mulia.*12(2), 150-151.

Sudarisman, Suciati. 2010. "Membangun Karakter Peserta didik Melalui Pembelajaran Biologi Berbasis Keterampilan Proses." *Prosiding Seminar Nasional Biologi.* Surakarta: Universitas Sebelas Maret. 238-239.

Sugiyono. 2015. *Metode Penelitian Kebijakan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D dan Penelitian Evaluasi, Edisi pertama.* Bandung: Alfabeta.

Sukiman. 2012. *Pengembangan Media Pembelajaran.* Yogyakarta: Pustaka Insan Madani.

Widiana, I. W. 2016. "E-Modul Berorientasi Pemecahan Masalah Dalam Pembelajaran Statistik Inferensial." *Inovasi IPTEKS Perguruan Tinggi untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat.* Denpasar: Unmas Denpasar. 532-533.

Wulansari, E. W., Kantun, S., & Suharso, P. 2018. "Pengembangan E-modul Pembelajaran Ekonomi Materi Pasar Modal untuk Siswa Kelas XI IPS MAN 1 Jember Tahun Ajaran 2016/2017." *Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan, Ilmu Ekonomi dan Ilmu Sosial.*12(1), 3-5.https://doi.org/10.19184/jpe.v12i1.6463

Zulhijah. 2021. "Meningkatkan Hasil Belajar Bahasa Inggris Siswa Dimasa New Normal Melalui E-modul Interaktif." *Jurnal Pendidikan.* 10(2), 68-71.

PENGEMBANGAN *GAME* EDUKASI SISTEM IMUN UNTUK KELAS XI

Marcelinus Elfredo Ardyan Djasa Papur [1*], Hendra Michael Aquan [2]
[1]*Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Sanata Dharma, Jl. Paingan, Krodan, Maguwoharjo, Kabupaten Sleman, DIY 55281 Indonesia*
**Email : ellardyan53@gmail.com*

Abstrak
Pandemi Covid-19 membuat guru dan siswa tidak siap untuk belajar online. Keterampilan guru dan siswa dalam menggunakan perangkat IT seperti *smartphone* sangat penting dalam pembelajaran online. Analisis kebutuhan yang dilakukan di 4 sekolah menengah menemukan bahwa pembelajaran online seringkali membuat siswa bosan. Oleh karena itu, diperlukan suatu media untuk mengurangi kebosanan siswa dalam pembelajaran online. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran biologi berbasis *game* edukasi menggunakan *Scratch* dan mengevaluasi kelayakannya. Materi yang digunakan adalah sistem imun kelas XI. Penelitian R&D ini menggunakan model ADDIE dan dibatasi sampai tahap pengembangan. Validasi dilakukan oleh 3 ahli isi dan 3 ahli media. Hasil validasi materi menunjukkan bahwa produk memenuhi kriteria "sangat layak" dengan persentase 91,3%. Skor validasi media sebesar 91% dengan kriteria 'Sangat Layak'. Berdasarkan hasil tersebut, *game* edukasi sistem imun dinyatakan layak untuk diujicobakan dalam skala terbatas dengan modifikasi yang disarankan oleh validator.

Kata kunci: *Game* Edukasi, Sistem imun, *Scratch*, Media Pembelajaran

DEVELOPMENT OF IMMUNE SYSTEM EDUCATIONAL *GAME* FOR 2nd GRADE HIGHSCHOOL

Marcelinus Elfredo Ardyan Djasa Papur[1*], Hendra Michael Aquan[2]
[1,2] *Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Sanata Dharma, Jl. Paingan, Krodan, Maguwoharjo, Kabupaten Sleman, DIY 55281 Indonesia.*
**Email : ellardyan53@gmail.com*

Abstract
The Covid-19 pandemic has left teachers and students unprepared for online learning. The skills of teachers and students in using IT devices such as *smartphone*s are very important in online learning. A needs analysis conducted in 4 high schools found that online learning often bores students. So, we need a media to reduce student boredom in online learning. This study aimed to develop an educational *game*-based biology learning media using *Scratch* and evaluate its

feasibility. The immune system for 2nd grade high school was used. This R&D research used the ADDIE model was limited to the development stage. Validation was carried out by 3 content experts and 3 media experts. The results of the content verification showed that the product meets the "very feasible" criteria with a percentage of 91.3%. It has a media verification score of 91% and a 'Very Eligible' criteria. Based on these results, the immune system educational *game* was stated feasible to be tested on a limited scale with modifications suggested by the validators.

Keywords: *Educational game, Immune system, Scratch, Learning media*

Pendahuluan

Virus SARS-CoV-2 atau yang biasa dikenal dengan Corona Virus pertama kali muncu di Wuhan, China pada akhir tahun 2019, kemudian menyebar dengan sangat cepat hingga menyebabkan pandemi Covid19 hingga saat ini. Karena proses penyebarannya sangat mudah, sehingga dilakukan pembatasan interaksi sosial manusia dengan diterapkannya *lockdown* dan protokol kesehatan untuk mencegah penyebarannya. Hal ini kemudian berdampak pada semua sektor, termasuk pendidikan. Menurut Mansyur (2020), pembelajaran formal di sekolah merupakan salah satu bentuk dari interaksi manusia yang dibentuk oleh guru dan siswa. Interaksi ini berupa komunikasi antara guru dan siswa dalam suasana pembelajaran. Interaksi ini diperlukan untuk membentuk, mendamping, dan mengajarkan siswa ilmu-ilmu yang diperlukan untuk berkembang. Selama Covid-19, interaksi ini tidak dapat diterapkan karena sekolah harus ditutup untuk mencegah penularan Covid-19.

Pandemi Covid-19 mengharuskan pemerintah untuk segera menyusun kebijakan-kebijakan baru, untuk menghentikan penyebaran virus ini. Di dunia pendidikan, kebijakan yang diterapkan oleh pemerintah berupa penerapan kegiatan pembelajaran jarak jauh (PJJ) atau pembelajaran daring. Hal ini diatur dalam Surat Surat Edaran Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 4 2020 tentang Pelaksanaan Kebijakan Pendidikan Dalam Masa Darurat Penyebaran *Coronavirus Disease*. Pada penerapan pembelajaran daring, guru dan siswa harus banyak beradaptasi terhadap teknologi, khususnya penggunaan *smartphone* dan laptop. Guru dituntut untuk dapat membuat model, metode, atau media pembelajaran yang efektif dan inovatif bagi siswa. Di sisi lain, siswa dituntut untuk memiliki gadget dan mampu mengoperasikannya dengan baik. Pembelajaran daring juga menuntut siswa untuk memiliki kualitas jaringan internet yang kuat dan stabil, serta ketersediaan kuota internet untuk mengakses materi pembelajaran di internet. Tuntutan-tuntutan tersebut kemudian menjadi kendala dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran secara daring seperti guru-guru senior yang kesulitan dalam menggunakan TIK sehingga pembelajaran daring menjadi kurang maksimal (Siahaan, 2020).

Berdasarkan hasil wawancara analisis kebutuhan yang diperoleh dari guru biologi SMAK Santo Mikael Sleman, SMA Negeri 1 Langke Rembong, SMAK St. Ignatius Loyola, dan SMAK St. Fransiskus Xaverius, kendala yang seringkali dialami oleh siswa datang dari kondisi siswa itu sendiri. Kondisi yang dimaksud adalah kejenuhan dan kurangnya motivasi belajar siswa dalam mengikuti pembelajaran secara daring. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Tutuala *et al* (2021), kejenuhan yang dialami oleh siswa selama proses

pembelajaran daring berlangsung, secara dominan disebabkan oleh model, metode serta media pembelajaran yang monoton. Selain itu, tidak adanya interaksi secara langsung antara sesama siswa juga menjadi faktor lain penyebab kejenuhan pada siswa. Di sisi lain, Siswa di SMA Negeri 1 Langke Rembong, SMA Santo Mikael Sleman, SMAK St. Igatius Loyola, dan SMAK St. Fransiskus Xaverius juga terkendala pada jaringan yang sering kali tidak stabil sehingga siswa banyak yang meninggalkan kelas pada Zoom meeting. Selain itu, beberapa siswa berasal dari latar belakang keluarga yang kurang mampu sehingga kuota internet sangatlah terbatas, walaupun tersedia bantuan kuota internet dari pemerintah. Hal ini juga dapat disebabkan oleh siswa yang tidak menggunakan kuota internet untuk mengakses Zoom, tapi untuk mengakses *game* ataupun media sosial. Di sisi lain, menurut Rianingtias (2019), *Game* atau permainan yang terdapat pada gadget seperti *smartphone* memiliki dampak positif bagi proses belajar seorang siswa khususnya *game* bertema edukasi. Berdasarkan hasil penelitiannya,

Game bertema edukasi mempu meningkatkan motivasi belajar siswa. Hal ini menunjukan bahwa *game* yang sering kali dianggap memberi pengaruh buruk bagi siswa dapat dijadikan sebagai media pembelajaran yang menarik sekaligus menyenangkan bagi siswa, sehingga suasana *joyful & meaningful learning* dapat tercipta. Menurut Haryanto (2008), belajar bermakna (*meaningful learning*) adalah proses mengaitkan sebuah informasi baru pada informasi yang relevan pada informasi atau pengetahuan yang telah diperoleh oleh seseorang. Menurut Ausubel dalam Rahmah (2013), Faktor-faktor utama yang dapat mempengaruhi kegiatan belajar bermakna adalah strukur kognitif yang telah ada pada seseorang. Kegiatan belajar bermakna dapat terpenuhi ketika seseorang dapat mengasosiasikan sebuah fenomena yang dianggap baru ke dalam pengetahuan yang telah diperoleh. Menurut Utami (2017), pengembangan media pembelajaran dapat menciptakan suasana pembelajaran yang lebih menarik, menyenangkan dan bermakna (*Joyfull learning*), Hal ini dikarenakan pengembangan media pembelajaran dapat lebih fleksibel untuk disesuaikan dengan karakteristik siswa. Pengembangan media pembelajaran menggunakan TIK dapat lebih membantu siswa dalam pembelajaran, seperti mendapatkan wawasan yang lebih luas serta dapat memperkaya pengetahuan.

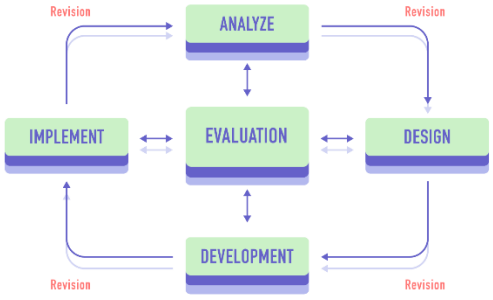
Game (permainan) merupakan salah satu cara siswa untuk menghilangkan rasa bosan dan stress karena tugas pengganti materi yang banyak. Menurut Rahmawati & Leksono (2020), Hal ini didukung dengan keberadaan *gadget* seperti *smartphone* yang sangat umum digunakan, baik dari anak-anak, remaja, sampai orang dewasa, terlepas dari beberapa anak sampai remaja yang adalah siswa harus menggunakan *smartphone* orang tuanya untuk mengakses pembelajaran maupun *game*. Hal ini karena pengguna dapat mengunduh *game* secara gratis yang tersedia di *playstore* (untuk *android*) dan *app store* (untuk iPhone) untuk dimainkan. *Game* tersebut dapat dimainkan secara offline (luring/tanpa menggunakan jaringan internet) dan online (daring/menggunakan jaringan internet). Pernyataan tersebut kemudian didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Andari (2020) yang menunjukan bahwa hasil belajar kelompok dan pengerjaan post-test siswa yang menggunakan platform *game*, Kahoot! lebih baik jika dibandingkan dengan kelompok siswa yang hanya menggunakan *powerpoint* dalam belajar kelompok dan pengerjaan post-test. Selain itu, berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Fuadi (2020), penggunaan *game* sebagai media pembelajaran dinyatakan efektif dalam melatih kemampuan penalaran kovariasonal pada peserta didik Saat ini,

game online merupakan *game* yang paling banyak dimainkan. Hal ini dapat disebabkan oleh interaksi sosial dengan pemain lainnya dalam *game* yang sama, yang dapat meningkatkan keseruan dalam bermain *game*.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang dilakukan di 4 sekolah tersebut, salah satu materi pembelajaran yang cukup sulit bagi siswa untuk dipelajari selama masa pembelajaran daring adalah materi Sistem Imun bagi kelas XI. Bagian dari materi sistem imun yang dirasa sulit untuk dipelajari oleh siswa adalah pada bagian mekanisme sistem imun. Hal ini dapat disebabkan oleh materi mekanisme sistem imun merupakan materi yang cukup kompleks karena memuat berbagai mekanisme pertahanan tubuh mulai dari mekanisme respon sistem imun hingga peran sel atau jaringan pada setiap lapis pertahanan tubuh. Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai “Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis *Game* Edukasi Pada Sub Materi Sistem Imun Antigen dan Antibodi Kelas XI”. Pengembangan media pembelajaran berbasis *game* edukasi pada sub materi sistem imun antigen dan antibodi pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan media pembelajaran berbasis *game* edukasi pada sub materi sistem imun antigen dan antibodi.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode R&D (*Research dan Development*) dengan model ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluate)*. Menurut Sugiyono (2009), metode penelitian Research & Development (penelitian dan pengembangan) atau R&D merupakan salah satu metode yang sering digunakan dalam penelitian, khususnya dalam bidang pendidikan. Pada penelitian kali ini, produk yang dikembangkan adalah aplikasi berupa *game* edukasi, yang dikembangkan menggunakan *game engine Scratch*. Penelitian ini terbatas sampai tahap *Development* (pengembangan)



Gambar 1. Skema R&D Model ADDIE

Langkah-langkah penelitian ini secara lebih rinci akan dijelaskan pada tahapan sebagai berikut.

***a. Analyze* (Analisis)**

Menurut Tegeh *et al* (2015), analisis permasalahan dan potensi pengembangan dilakukan untuk dapat mengetahui kebutuhan dan potensi pengembangan media, model, metode, serta instrumen evaluasi pembelajaran. Analisis permasalahan dan potensi pengembangan dilakukan dengan analisis kebutuhan. Proses analisis kebutuhan dilakukan dengan melakukan wawancara serta pemberian kuesioner yang berisikan pertanyaan wawancara kepada narasumber yang adalah guru biologi SMA. Pengumpulan data untuk melakukan analisis menggunakan metode yang berbeda pada beberapa sekolah, yaitu metode wawancara secara langsung dengan narasumber dan menggunakan angket berupa kuesioner. Pemberian kuesioner dilakukan melalui google form. Pemberian kuesioner ini merupakan alternatif dari penggunaan metode wawancara. Hal ini dikarenakan waktu luang yang dimiliki oleh setiap guru pada beberapa sekolah berbeda-beda. Guru SMA yang diwawancara adalah guru SMA Santo Mikael Sleman, sedangkan guru SMA yang diberikan kuesioner adalah SMA Negeri 1 Langke Rembong, SMAK St. Ignatius Loyola Labuan Bajo, dan SMAK St. Fransiskus Xaverius Ruteng. Tujuan dari melakukan wawancara dan pemberian kuesioner adalah untuk mengetahui permasalahan pada model, metode, dan media pembelajaran yang digunakan, permasalahan pada pemberian materi pembelajaran, instrumen evaluasi, karakteristik siswa, serta harapan para guru dalam pembelajaran jarak jauh.

Data hasil wawancara dan pemberian kuesioner tersebut kemudian dikumpulkan untuk dianalisis. Hasil analisis kemudian menjadi peluang penelitian pengembangan produk. Dalam pengembangan produk, peneliti juga melakukan studi literatur dari buku, jurnal, artikel, skripsi, dan sumber relevan yang dapat dijadikan dasar acuan.

***b. Design* (Desain)**

Setelah menemukan potensi pengembangan produk melalui analisis kebutuhan, peneliti kemudian melakukan studi literatur yang mencakup penelitian dan bahan ajar yang relevan untuk pengembangan produk. *Game* yang dikembangkan sebagai media pembelajaran merupakan *game* dengan jenis simulasi yang memiliki jalan cerita dengan tujuan untuk mengalahkan virus atau bakteri pada beberapa tingkatan level. di mana pemain atau player ketika memasuki *game* akan ditampilkan pada beberapa menu, seperti *start*, materi, dan kredit. Pada menu *start*, pemain akan dihadapkan dengan pemilihan level *game*. Menurut Martono (2015), *Game* simulasi merupakan jenis *game* yang mensimulasikan sesuatu berdasarkan dengan dunia nyata. *Game* jenis simulasi biasanya mensimulasikan kehidupan, simulasi mengemudi, simulasi bertani, dan lain sebagainya.

Pada menu materi, dijelaskan peran dari tiap karakter dalam kehidupan nyata. Panduan navigasi di dalam *game* diberikan dengan tujuan agar pengguna bisa memahami fungsi tombol navigasi yang terdapat di dalam *game*. Selain itu, Panduan level yang telah di-design berfungsi untuk menjelaskan peran dan misi karakter yang terdapat di dalam *game*. Pada menu start, pemain akan dihadapkan dengan pemilihan level *game*. Level 1

berisi materi tentang sistem pertahanan tubuh lapis pertama yang mengambil latar pada kulit manusia dengan minyak sebagai karakter utamanya. Level 1 berisi materi tentang sistem pertahanan tubuh lapis pertama yang mengambil latar pada kulit manusia dengan minyak sebagai karakter utamanya. Pada level 2, pemain akan berperan sebagai sel limfosit. Sel limfosit bertugas untuk merespon sinyal prostaglandin yang dikeluarkan oleh sel yang telah terinfeksi bakteri, dengan membunuh sel yang terinfeksi dan bakteri penginfeksi. Level 2 merupakan gambaran dari pertahanan lapis kedua pada tubuh dan mengambil latar pada tenggorokan. Pada level 3, pemain akan berperan sebagai sel limfosit. Sel limfosit memiliki misi untuk membunuh virus Covid-19 yang ada di paru-paru. Level 3 merupakan representasi dari mekanisme kerja pertahanan tubuh lapis ketiga pada tubuh. Setelah melakukan design karakter, materi, serta panduan, peneliti mulai mengembangkan *game* dengan melakukan coding menggunakan bahasa pemrograman *scratch*. Pengembangan *game* berlangsung selama 4 bulan yang dimulai dari bulan Maret hingga bulan Juni.

***c. Development* (Pengembangan)**

Setelah mendesain produk pada tahap desain, produk dikembangkan dengan memasukan semua elemen yang telah didesain pada tahap sebelumnya, seperti jalan cerita, karakter, ikon, tombol-tombol, serta materi untuk disatukan menjadi *game* edukasi menggunakan *game* engine *Scratch*. Menurut Novaliendry (2013), *game* edukasi merupakan media pembelajaran berupa *game* yang memuat konten berupa materi pembelajaran bagi siswa. Pengembangan *game* edukasi sebagai media pembelajaran diharapkan mampu meningkatkan pemahaman siswa dengan baik. Hal ini dikarenakan konten dari *game* edukasi yang membuat siswa mampu berinteraksi dengan konten sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik dan di sisi lain siswa menjadi aktif. Setelah produk dikembangkan, produk kemudian melalui tahap validasi desain produk. Tahap validasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kualitas serta kelayakan produk yang dikembangkan. Validasi dilakukan oleh tiga ahli materi dan tiga ahli media. Dua Validator ahli materi dan ahli media merupakan guru biologi dari sekolah tempat pengambilan data. Guru yang menjadi validator ahli materi dan ahli media adalah guru dari SMA Santo Mikael Sleman dan SMA Negeri 1 Langke Rembong, sedangkan salah satu validator ahli materi merupakan dosen Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma dan salah satu validator ahli media merupakan dosen Informatika Universitas Sanata Dharma. Aspek uji validasi berupa kesesuaian isi produk dengan materi. Revisi desain produk akan dilakukan sesuai dengan hasil validasi yang telah diperoleh dari tiap ahli.

Revisi desain dilakukan untuk memperbaiki kesalahan dan kelemahan pada produk sebelumnya agar dapat mengembangkan produk yang lebih layak untuk digunakan. Revisi desain mengacu pada data hasil validasi.

d. Teknik Analisis Data

Jenis analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis kuantitatif dan kualitatif. Data yang dianalisis adalah jenis data kuantitatif

dan kualitatif dari hasil perolehan penilaian validasi ahli materi dan ahli media. Untuk data kualitatif dapat diperoleh melalui wawancara, kuesioner dan saran serta masukan yang diberikan oleh validator. Analisis data kuantitatif dilakukan dengan menghitung penilaian yang diberikan validator menggunakan rumus berikut (Arikunto, 2013).

$$P = \frac{\sum X}{\sum Xi}\ x\ 100$$

Keterangan :
∑X : Jumlah nilai ideal setiap item
∑Xi : Jumlah jawaban dari setiap item pertanyaan
P : Persentase validitas
100 : Konstanta

setelah mendapatkan hasil persentase validitas, rerata nilai validasi dari tiap validator materi dan media kemudian dicari menggunakan rumus berikut.

$$P = \frac{\sum p}{Jumlah\ validator}$$

Keterangan :

P_{akhir} : Persentase validitas akhir

∑P : Jumlah keseluruhan persentase validator

Hasil perhitungan menggunakan rumus diatas akan digunakan untuk menentukan kelayakan media, dengan kategori sebagai berikut (Arikunto, 2008).

Tabel 1. Persentase Kriteria Kelayakan Media

Persentase (%)	**Kriteria Kelayakan**
81-100%	Sangat Layak
61-80%	Layak
41-60%	Cukup Layak
21-40%	Tidak Layak
< 21	Sangat Tidak Layak

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian ini merupakan hasil yang diperoleh setelah melakukan analisis kebutuhan pada sekolah, mendesain produk, dan melakukan pengembangan

terhadap produk dengan melakukan validasi pada ahli materi dan media mengenai kesesuaian produk dengan materi. Hasil penelitian ini akan dibahas sebagai berikut.

a. *Analisis Kebutuhan*

Hasil wawancara dan kuesioner yang diperoleh dari guru biologi dari empat sekolah berbeda merupakan data kualitatif yang digunakan untuk menganalisis kebutuhan. Kebutuhan yang dimaksud adalah kendala atau kesulitan dalam menjalankan pembelajaran, terutama saat menjalankan PJJ. Secara garis besar, hasil analisis kebutuhan yang telah dilakukan menunjukan bahwa pengaruh pandemi yang mengakibatkan sekolah harus menerapkan pembelajaran jarak jauh (PJJ) berdampak pada variasi model, metode, serta media pembelajaran yang sangat monoton. Hal ini menyebabkan motivasi belajar siswa yang menurun serta siswa yang mengalami kejenuhan dalam belajar..

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, keempat guru biologi dari keempat sekolah tersebut menyampaikan bahwa perlu adanya inovasi baik metode ataupun media pembelajaran agar siswa dapat kembali aktif dan tidak mengalami kejenuhan. Di sisi lain, baik model, metode, ataupun media pembelajaran yang terbatas juga menjadi kendala bagi guru. Metode atapun media pembelajaran yang terbatas disebabkan oleh beberapa faktor, seperti jaringan internet yang tidak stabil, keterbatasan kuota internet, hingga gadget yang kurang memadai. Selain itu, faktor-faktor tersebut menyebabkan penggunaan media seperti *google clasroom*, *zoom, jamboard*, atau *google meet*, menjadi tidak efektif.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, peneliti memiliki soslusi untuk mengembangkan media pembelajaran berupa *game* edukasi yang dapat dimainkan pada *gadget*. Media ini dikembangkan agar siswa dapat digunakan dari mana saja dan kapan saja. *Game* edukasi yang dikembangkan merupakan media berbasis web semi-daring, sehingga tidak terpengaruh oleh jaringan yang kurang stabil serta tidak banyak menghabiskan kuota internet. Selain itu, *game* edukasi yang dikembangkan juga dapat diakses oleh *smartphone android*, iOS, laptop, maupun komputer. Hal ini menjawab permasalahan umum yang dialami oleh keempat guru yang adalah kendala jaringan internet dan ketersediaan kuota internet yang mengakibatkan para guru tidak dapat mencoba model serta metode pembelajaran yang berbeda sehingga siswa tidak mengalami kejenuhan saat menjalani pembelajaran. Dalam wawancara dan kuesioner, guru-guru terkait menyebutkan bahwa variasi model, metode, maupun media pembelajaran yang variatif dan efektif, sangat diperlukan. Hal ini bertujuan untuk mengurangi rasa jenuh pada siswa. Selain itu, guru-guru terkait menyebutkan bahwa selain pengembangan model, metode, atau media yang variatif, pengembangan terhadap model, metode, atau media tersebut juga sebaiknya bersifat interaktif sehingga diharapkan mampu meningkatkan keaktifan siswa.

Solusi yang dapat ditawarkan untuk menjawab permasalahan tersebut adalah dengan mengembangkan media pembelajaran berbasis *game* edukasi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mahardika & Sulistiyo (2020), pengembangan media pembelajaran berupa *game* edukasi

mampu memberikan pengalaman penggunaan media pembelajaran yang praktis dan efektif dalam pembelajaran. Selain itu, hasil penelitian tersebut membuktikan penggunaan *game* edukasi sebagai media pembelajaran mampu memenuhi kriteria belajar menurut Slameto (2002) dalam Hayati (2017) bahwa belajar merupakan proses usaha yang dilakukan oleh suatu individu untuk memperoleh sebuah perubahan pada perilaku yang baru secara keseluruhan, sebagai hasil dari pengalaman yang diperoleh oleh individu itu sendiri dalam interaksi dengan lingkungannya, serta memenuhi kriteria sebagai media pembelajaran menurut Muhson (2010) bahwa media yang digunakan dalam proses pembelajaran disebut media pembelajaran. Media pembelajaran juga merupakan kombinasi antara perangkat lunak (bahan belajar) dan perangkat keras (alat belajar).

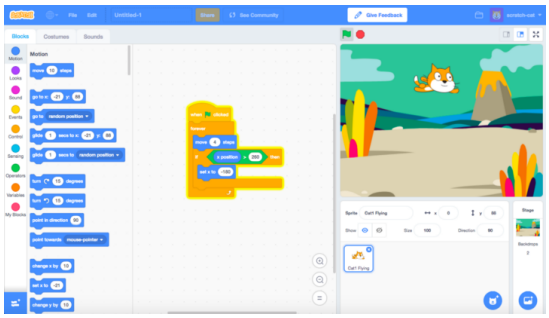
b. *Hasil Pengembangan Produk Awal*

Produk awal didesain berdasarkan hasil analisis masalah yang telah diperoleh melalui data hasil wawancara dan kuesioner. Sebelum mulai mendesain produk media pembelajaran, peneliti terlebih dahulu menentukan kompetensi inti (KI) serta kompetensi dasar (KD) yang akan digunakan sebagai dasar pengembangan produk dan materi. Berdasarkan hasil analisis wawancara dan kuesioner, peneliti kemudian memilih KD 3.14 kelas XI mengenai Sistem Imun. KD 3.14 dipilih karena merupakan salah satu materi yang dikeluhkan oleh sekolah, serta materinya yang kompleks dan menarik untuk dikembangan ke dalam jalan certita *game*. KD 3.14 mengenai Sistem Imun memuat mekanisme pertahanan tubuh yang sesuai dengan desain alur cerita dan pengembangan karakter di dalam *game* edukasi. KD 3.14 Sistem Imun memiliki karakteristik materi yang mekanismenya mirip dengan alur cerita kebanyakan *game* pada umumnya, di mana terdapat karakter protagonis (sistem pertahanan tubuh) yang melindungi tubuh dari serangan karakter antagonis (antigen).

Setelah memilih KD yang akan digunakan, peneliti kemudian menyusun perangkat pembelajaran seperti silabus dan RPP. Silabus yang telah disusun terdiri dari kompetensi inti (KI), kompetensi dasar (KD), indikator pencapaian kompetensi (IPK), materi pokok, kegiatan pembelajaran, penilaian, alokasi waktu, serta sumber belajar. RPP yang telah disusun terdiri dari KI, KD serta indikator pencapaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, materi pembelajaran, pendekatan, model, dan metode pembelajaran, media dan alat/bahan, sumber belajar, kegiatan pembelajaran, serta penilaian (teknik evaluasi pembelajaran). RPP yang disusun berdasarkan KD 3.14 dibagi menjadi dua pertemuan untuk 5 jam pelajaran (JP). Pertemuan pertama dirancang untuk mempelajari fungsi sistem imun hingga mekanisme dari sistem imun. Tiga jp dialokasikan pada pertemuan pertama. Hal ini dikarenakan materi yang pada pertemuan pertama cukup kompleks sehingga memerlukan waktu yang lebih banyak. Pertemuan pertama dengan alokasi waktu 3 jp menggunakan model pembelajaran Kooperatif tipe *Student Teams Achievments Division* (STAD) dengan menggunakan media pembelajaran berupa *game* edukasi yang telah dikembangkan. Pada pertemuan kedua, waktu yang dialokasikan berjumlah 2 jp, dengan materi yang mencakup faktor-faktor yang dapat mempengaruhi

sistem imun dan kelainan pada sistem imun. Pertemuan kedua menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning*. Berdasarkan Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia No. 56/M/2022 Tentang Pedoman Penerapan Kurikulum Dalam Rangka Pemulihan Pembelajaran, alokasi waktu untuk mata pelajaran Biologi kelas XI adalah 5 JP dengan 1 JP bernilai 45 menit. Hal ini menyebabkan guru memprioritaskan tercapainya target kurikulum agar materi pokok dapat selesai sesuai dengan jumlah JP dalam silabus sehingga banyaknya inti materi yang tidak dapat tersalurkan dengan baik dan siswa mendapat nilai yang kurang memuaskan (Sugianto, 2022). Menurut Sugianto (2022), penerapan model pembelajaran kooperatif tipe STAD mampu meningkatkan hasil belajar siswa kelas XII. Oleh karena itu, Penggunaan model pembelajaran kooperatif tipe STAD dengan media pembelajaran yang telah dikembangkan pada pertemuan pertama akan dapat meningkatkan keaktifan belajar siswa.

Setelah menyusun perangkat pembelajaran, peneliti mulai mengembangkan media pembelajaran berupa *game* edukasi. Produk dikembangkan menggunakan *scratch*. *Scratch* merupakan salah satu *game engine* dengan tampilan *user interface* (UI) yang sederhana dan gratis, yang memungkinkan kreator untuk mengembangkan cerita, *game*s, dan animasi sederhana secara digital. *Scratch* didesain untuk melatih kemampuan berpikir secara komputasional serta kemampuan pemecahan masalah bagi anak dengan umur 8 hingga 16 tahun, namun *game engine* ini dapat digunakan untuk segala usia. Selain itu, *scratch* dapat digunakan untuk menciptakan pembelajaran yang kreatif dan bervariasi. Aplikasi ini juga telah tersedia dalam berbagai bahasa terbasuk bahasa Indonesia, sehingga dapat lebih mudah untuk digunakan (MIT Media Lab, 2015).



Gambar 2. Tampilan *game engine Scratch*

Aplikasi *scratch* memungkinkan peneliti untuk mengembangkan produk. *Game* terdiri dari tiga menu, yaitu menu level, menu materi, dan menu kredit. Di dalam *game* juga disediakan panduan navigasi tombol agar pengguna dapat menjalankan *game* dengan baik. Setiap level yang terdapat di dalam *game* merupakan representasi dari mekanisme pertahanan tubuh berdasarkan tiap lapis pertahanan tubuh. Setelah produk awal selesai dikembangkan, produk diletakan di web agar dapat dimainkan oleh perangkat *android*, iOS, maupun windows atau Mac OS. Selain itu, link dari web produk ditautkan pada google site. Di dalam google site, terdapat link

yang mengarah ke website *game*. Selain *game*, peneliti juga menyusun materi berupa pdf *powerpoint* sebagai produk sampingan.



Gambar 3. Tampilan di dalam *game*

c. *Hasil Validasi Produk*

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Muhajarah & Rachmawati (2019), pengalaman belajar, modus, modalitas dan gaya belajar peserta didik sangat mempengaruhi daya serap peserta didik terhadap materi pembelajaran. Oleh karena itu, pengembangan game edukasi dapat membantu peserta didik untuk lebih mudah dalam memahami materi. Namun, penggunaan game edukasi harus melalui uji kelayakan konten agar pemanfaatannya dapat dilakukan secara maksimal. Oleh karena itu, setelah melalui proses pengembangan produk, *game* edukasi kemudian siap untuk lanjut ke tahap validasi. Proses validasi produk bertujuan untuk menilai kualitas produk sebagai media pembelajaran. Proses ini dilakukan oleh guru, ahli media, dan juga ahli materi.

Ahli media melakukan validasi terhadap aspek media yang diterapkan pada produk baik dari segi desain tampilan hingga kemudahan penggunaan produk, sedangkan validasi yang dilakukan oleh ahli materi mencakup aspek materi di dalam produk baik dari segi kesesuaian produk dengan materi yang diangkat, kedalaman materi, hingga tata bahasa yang digunakan dalam produk. Khusus untuk Guru, validasi produk dilakukan oleh dua biologi terhadap aspek media dan aspek materi pada produk. Kelayakan prduk dapat ditentukan menggunakan kriteria kelayakan pada tabel berikut.

Validasi kesesuaian materi dalam produk dilakukan 1 guru biologi dari SMA Santo Mikael Sleman (validator 1) dan SMA Negeri 1 Langke Rembong (validator 2). Validasi produk oleh ahli materi dilakukan oleh 1 dosen Pendidikan Biologi (validator 3). Aspek penilaian dalam melakukan validasi mencakup kelayakan isi, kelayakan penyajian, serta kelayakan bahasa. Hasil validasi yang telah dilakukan oleh ahli materi dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Hasil Validasi Produk oleh Ahli Materi

Aspek	**Hasil Validasi**

	Validator 1	Validator 2	Validator 3	**Rata-rata Skor**
Kelayakan Isi	12	12	8	10,6
Kelayakan Penyajian	16	15	12	14,33
Kelayakan Bahasa	8	8	8	8
Jumlah Skor Keseluruhan	**36**	**35**	**28**	**33**
Jumlah Nilai Ideal	**36**	**36**	**36**	**-**
Persentase Validitas (%)	**100**	**97,2**	**77,7**	**91,3**
Kriteria	**Sangat layak**	**Sangat layak**	**Layak**	**Sangat layak**

Berdasarkan data yang tertera pada tabel di atas, rata-rata jumlah keseluruhan skor kelayakan materi adalah sebesar 33. Validator 1 memberikan skor dengan total skor sebesar 36, sedangkan validator 2 memberikan skor dengan total skor sebesar 35. validator 3 memberikan skor dengan total skor sebesar 28. Berdasarkan skor yang telah diperoleh dari setiap validator, persentase validitas produk dari segi materi adalah sebesar 91,3% dengan kriteria sangat layak. Hal ini menunjukkan bahwa dari segi materi, media pembelajaran *game* edukasi “antigen vs antibodi” sangat layak untuk dijadikan media pembelajaran pada materi sistem imun. Hal ini dikarenakan produk yang dikembangkan mampu memenuhi banyak kriteria validasi, baik dari segi kelayakan isi, kelayakan penyajian, hingga kelayakan bahasa.

Kesimpulan hasil validasi yang dilakukan oleh validator 1 menyatakan bahwa produk media pembelajaran yang dikembangkan layak digunakan tanpa revisi namun dengan beberapa saran. Hal ini dikarenakan saran yang diberikan oleh validator 1 menyangkut beberapa aspek yang tidak tertera pada lembar validasi yang diberikan. Kesimpulan hasil validasi yang dilakukan oleh validator 2 dan validator 3 menyatakan bahwa produk media pembelajaran yang dikembangkan layak digunakan dengan revisi. Validator 2 dan validator 3 juga mencantumkan komentar mengenai revisi pengembangan produk yang akan ditampilkan pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Saran dan Komentar Validator Ahli Materi

Validator	Saran dan Komentar
1 & 2	**Saran secara umum :**

	• Perlu dicantumkan KD dan Tujuan Pembelajaran ke dalam *website/game*. • Mungkin bisa ditambahkan instrumen evaluasi/penilaian dalam *website/game* **Komentar Validator 2 :** • Terdapat penggunaan analogi yang kurang sesuai di dalam permainan • Terdapat salah penulisan kata *handphone* pada panduan level 2
3	**Saran secara umum:** • Jenis permainan dalam *game* dapat dibuat lebih variatif • Pustaka acuan dapat diperbanyak agar bisa memperkaya pengetahuan dan *crosscheck* kebenaran informasi **Komentar secara umum** • Masih banyak salah penggunaan dan salah definisi kata. • Kesalahan penulisan masih banyak ditemukan. • Jenis *game* pada level 1 kurang bisa mewakili konsep pertahanan lapis 1 karena sebum tidak bergerak menangkap patogen.

Validasi kesesuaian media dalam produk dilakukan 1 guru biologi dari SMA Santo Mikael Sleman (validator 1) dan SMA Negeri 1 Langke Rembong (validator 2). Sedangkan untuk validasi produk oleh ahli materi dilakukan oleh 1 dosen Informatika (validator 3). Aspek penilaian dalam melakukan validasi mencakup perangkat lunak, keefektifan penggunaan produk, desain tampilan, serta pemrograman pada produk. Hasil validasi yang telah dilakukan oleh ahli media dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Validasi Produk oleh Ahli Media

Aspek	Hasil Validasi Ahli Media			Rata-rata Skor
	Validator 1	**Validator 2**	**Validator 3**	
Perangkat Lunak	19	18	18	18,33
Keefektifan Penggunaan Produk	12	12	10	11,33
Desain Tampilan	16	16	12	14,66
Pemrograman Pada Produk	12	11	8	10,33
Jumlah Skor Keseluruhan	**59**	**57**	**48**	**54,66**
Jumlah Nilai Ideal	**60**	**60**	**60**	**-**
Persentase Validitas (%)	**98,3**	**95**	**80**	**91**
Kriteria	**Sangat layak**	**Sangat layak**	**Layak**	**Sangat layak**

Berdasarkan data yang tertera pada tabel di atas, jumlah keseluruhan skor yang diperoleh melalui hasil validasi oleh ahli media adalah sebesar 54,66. Skor sebesar 59 diberikan oleh validator 1, sedangkan oleh validator 2, skor yang diberikan adalah sebesar 57. Validator 3 memberikan skor dengan total sebesar 48, sehingga persentase validitas yang diperoleh dari segi media adalah sebesar 91% dengan kriteria sangat layak. Berdasarkan skor dan kriteria kelayakan yang telah diperoleh, hasil pengembangan produk menunjukkan bahwa dari segi media, pengembangan media pembelajaran *game* edukasi “antigen vs antibodi” sangat layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran untuk SMA kelas XI. Hal ini dikarenakan produk yang dikembangkan mampu memenuhi banyak kriteria validasi media, baik dari segi pemanfaatan perangkat lunak, keefektifan penggunaan produk, desain tampilan, hingga pemrograman pada produk.

Bersamaan dengan skor dan kriteria penilaian aspek media yang telah diperoleh, kesimpulan yang diberikan oleh validator 1 adalah *game* edukasi layak digunakan tanpa revisi namun dengan beberapa saran, yang terdapat pada tabel 5 di bawah. Sedangkan kesimpulan yang diberikan validator 2 dan validator 3 menyatakan bahwa produk *game* edukasi layak digunakan dengan revisi. Berikut tabel saran dan komentar oleh validator ahli media.

Tabel 5. Saran dan Komentar Validator Ahli Media

Validator	Saran dan Komentar
1	**Saran :** • Pemberian musik pada *bacground game* akan lebih bagus agar *game* terkesan lebih menantang. **Komentar :** • Penunjuk skor dalam *game* pada tiap levelnya alangkah lebih baik jika diperbesar
2	**Saran :** • Sebaiknya ditambahkan fungsi *continue*/lanjutkan agar tidak mengulang dari awal jika ingin memainkannya lagi. **Komentar :** • Penunjuk skor dalam *game* pada tiap levelnya alangkah lebih baik jika diperbesar
3	**Saran :** • Tentukan apakah siswa harus bermain *game* dulu atau membaca materi lebih dulu • Sebaiknya menggunakan bahasa yang konsisten • Sebaiknya menu kredit yang terdapat di dalam menu materi dipindahkan ke menu awal. • Tombol arah kiri-kanan pada level 1 tidak kelihatan. Sebaiknya transparansinya diturunkan. • Kata *handphone* pada panduan level 3 sebaiknya diganti menggunakan kata perangkat • Fungsi jarum suntik pada level 3 tidak jelas. **Komentar :** • Tombol *replay* pada tombol navigasi tidak efisien karena akan memulai ulang permainan dari awal. Harusnya hanya mengulang level.

• Tambahkan tombol *previous* agar bisa lebih effisien untuk kembali ke materi sebelumnya.

Berdasarkan saran dan komentar yang diberikan oleh validator, *game* edukasi direvisi dengan tujuan agar dapat memberikan pengalaman pengguaan produk yang lebih baik bagi siswa. Hasil revisi produk kemudian ditampilkan pada gambar 3 berikut.



Gambar 4. Tampilan *game* setelah direvisi

d. *Pembahasan*

Proses pengembangan produk media pembelajaran berupa *game* edukasi telah memperoleh hasil validasi dan telah melalui hasil revisi. Produk ini dikembangkan untuk menjawab permasalahan yang dihadapi oleh 4 guru biologi dari 4 sekolah berbeda. Perolehan data dilakukan dengan melakukan wawancara langsung secara virtual melalui zoom dan pengisian angket berupa kuesioner. Pengembangan *game* edukasi berdasarkan hasil analisis data wawancara dan kuesioner dapat menjawab permasalahan yang tengah dihadapi oleh 4 guru biologi. *Game* dipilih sebagai alternatif solusi yang dapat menjawab permasalahan terkait kebutuhan media, metode, maupun model pembelajaran yang tengah dihadapi oleh para guru berdasarkan hasil analisis data. Permasalahan ini mencakup materi pembelajaran yang sulit dan kompleks, kuota internet, jaringan internet, kepemilikan perangkat pembelajaran, serta kurangnya variasi media, metode, dan model pembelajaran, sehingga proses pembelajaran cenderung monoton dan menjenuhkan. Oleh karena itu, penggunaan *game* edukasi dalam kegiatan pembelajaran akan mampu memberikan variasi pada penggunaan media pembelajaran serta dapat mengurangi rasa jenuh yang dialami oleh peserta didik selama mengikuti kegiatan pembelajaran serta memfasilitasi peserta didik dengan media pembelajaran yang bersifat interaktif dan menyenangkan (Novaliendri, 2013).

Menurut Pakpahan *et al* (2020), *game* termasuk ke dalam media pembelajaran yang memanfaatkan persepsi indra audio dan visual dalam penyajiannya, sedangkan menurut Rahmawati & Leksono (2020), *game* merupakan media interaktif berupa video yang membutuhkan pengantara perangkat seperti *smartphone,* laptop, atau konsol agar dapat berinteraksi dengan *game* tersebut. Atau berinteraksi sebagai *player* di dalam *game* tersebut. Oleh karena itu *game* edukasi ini dikembangkan untuk menjadi solusi bagi para guru, karena bersifat interaktif dan menarik untuk

digunakan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rasyid & Gaffar (2019) di mana penggunaan *game* mampu menaikkan respon positif siswa saat pembelajaran berlangsung.

Setelah memilih sistem imun sebagai dasar materi untuk pengembangan produk, peneliti mulai mendesain karakter menggunakan *scratch*. *Game* dikembangkan menggunakan *Scratch* karena *scratch* dapat diakses secara gratis. Selain itu, tampilan *scratch* yang sederhana mempermudah pengguna untuk mengembangkan *game* atau media pembelajaran sejenis (MIT Media Lab, 2015). Karakter yang dikembangkan berupa karakter protagonis dan karakter antagonis. Karakter protagonis yang didisain berupa minyak yang mewakili mekanisme pertahanan tubuh lapis pertama, sel fagosit yang mewakili pertahanan tubuh lapis kedua, serta sel limfosit B yang mewakili pertahanan tubuh lapis ketiga, dengan karakter antagonis berupa antigen yang diwakili oleh bakteri pada level 1 dan level 2, serta visualisasi sederhana virus Covid-19 pada level 3. Visualisasi sederhana virus Covid-19 dirancang agar lebih sesuai dengan kondisi pandemi yang berlangsung beberapa tahun terakhir ini..

Setelah mendesain dan mengembangkan produk, peneliti kemudian melakukan validasi produk dari segi materi dan media pada ahli materi dan ahli media. Hasil validasi yang diperoleh berupa nilai kelayakan produk, serta saran dan komentar pada produk untuk direvisi. Saran yang diberikan validator 1 dan validator 2 ahli media terkait dengan mengubah petunjuk skor pada tiap level di dalam *game* yang terlalu kecil sehingga perlu diperbesar tidak dapat dilakukan oleh peneliti. Hal ini dikarenakan petunjuk skor tersebut merupakan variabel bawaan dari *scratch*. Walaupun demikian, variabel petunjuk skor tersebut dapat diakali dengan membuat variabel yang akan mengikuti variabel penunjuk skor tersebut setiap kali skor berubah dan menampilkan angka yang sama dengan variabel penunjuk skor bawaan. Namun, jika hal ini dilakukan, maka peneliti harus menyusun ulang coding pada *game*. Hal ini dilakukan agar variabel penunjuk skor yang telah diubah dapat berjalan dengan baik. Namun waktu penyusunan kembali coding dari *game* memerlukan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu, melakukan pembesaran variabel penunjuk skor pada tiap level di dalam *game* tidak dapat dilakukan dan masuk ke dalam keterbatasan pengembangan produk. Hal yang sama juga terjadi untuk saran penambahan musik pada *game background* agar lebih menantang. Hal ini diperlukan agar siswa dapat tetap berada pada daerah *flow* (Haryanto, 2016). Namun, penambahan musik pada *game background* tidak dapat dilakukan dikarenakan penambahan musik pada *game* backgrund membutuhkan variabel tersendiri agar bisa dijalankan. Jika variabel tersebut ditmbahkan, maka peneliti juga harus mengubah coding pada *game* agar musik dapat berjalan dengan baik. Oleh karena itu, penambahan musik pada *game background* juga merupakan keterbatasan pengembangan produk.

Validator 3 ahli materi juga banyak menyampaikan saran dan komentar. Beberapa di antaranya berupa kesalahan penulisan kata dan kesalahan definisi kata yang terdapat pada materi di dalam *game* maupun pada materi di google site. Namun, terdapat beberapa saran dan komentar yang tidak dapat direvisi oleh peneliti. Saran dan komentar tersebut berupa

jenis permainan di dalam *game* yang dapat dikembangkan dengan banyak variasi dan konsep permainan pada level 1 di dalam *game* kurang dapat menggambarkan mekanisme pertahanan lapis pertama pada kulit manusia. Hal ini karena *fatty acid* (minyak) di dalam sebum tidak bergerak menangkap antigen, melainkan berfungsi seperti perangkap bagi antigen seperti bakteri.

Saran dari validator 3 ahli materi terkait penambahan variasi permainan di dalam *game* tidak dapat dilakukan karena keterbatasan pengembangan variasi jenis permainan dan keterbatasan jalan cerita mengenai mekanisme sistem imun. Oleh karena itu, penambahan variasi jenis permainan masuk ke dalam keterbatasan pengembangan produk. Sedangkan konsep permainan pada level 1 merupakan konsep pengembangan yang paling mudah untuk menggambarkan mekanisme pertahanan tubuh lapis pertama. Hal ini dikarenakan jika menggunakan kondisi nyata mekanisme pertahanan tubuh lapis pertama sebagai konsep pengembangan level 1 dalam *game*, siswa dirasa akan cepat bosan karena minyak hanya berfungsi sebagai perangkap tidak bergerak. Hal ini akan menurunkan interaksi pengguna saat memainkan level 1.

Selain ahli materi, validator 3 ahli media turut memberikan saran serta komentar terkait salah penggunaan kata dan penggunaan kata yang kurang konsisten di dalam *game*. Namun secara umum, validator 3 ahli media memberikan saran terkait letak dan fungsi tombol yang kurang jelas. Hasil revisi dari validator ahli media dapat dilihat pada tabel 5. Komentar validator 3 ahli media mengenai tombol replay dapat direvisi. Hal ini dikarenakan tombol replay yang merupakan bagian dari tombol navigasi. Tombol navigasi disediakan oleh website yang digunakan oleh peneliti untuk mengkonversi jenis file *game scratch*, yang berupa file sb3 agar bisa ditempatkan pada website lain. *Scratch* sendiri tidak menyediakan tombol navigasi tersebut karena *game* yang dikembangkan menggunakan *scratch* pada dasarnya hanya bisa dimainkan di aplikasi atau website *scratch*. Pengembangan tombol replay dan pause menu dapat dilakukan pada *scratch* namun tidak dapat dilakukan oleh peneliti. Keterbatasan ini sama dengan mengganti variabel penunjuk skor yang kecil menjadi lebih besar serta menambahkan musik pada *game* backgorund, dapat dilakukan namun membutuhkan waktu yang lama karena peneliti harus mengubah susunan kode pada *game* yang telah dikembangkan.

e. *Keterbatasan Pengembangan*

Terdapat kendala berupa keterbatasan pada proses pengembangan *game* edukasi yang dialami oleh peneliti. Keterbatasan-keterbatasan yang dialami oleh peneliti selama proses pengembangan produk adalah sebagai berikut.

1. Tidak terdapat menu untuk melakukan pause di dalam *game*. Jika diakali menggunakan coding nya, produk tidak akan berjalan dengan baik dan mengalami eror.
2. Penambahan musik pada *background* tidak dapat dilakukan oleh peneliti karena pemutar musik pada *background* akan kembali memutar ulang musik setiap kali membuka menu baru.

3. Ukuran bar indikator skor, yang terletak di tengah-atas dari frame tidak dapat diubah. Hal ini merupakan pengaturan dasar dari aplikasi *scratch*. Peneliti belum mampu mengubah desain tampilan dari bar skor.
4. Peneliti belum mampu menambahkan variasi permainan ke dalam *game*. Hal ini dikarenakan keterbatasan konsep permainan dan jalan certia untuk dimasukan ke dalam *game*.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari penelitian, dapat disimpulkan bahwa pengembangan produk media pembelajaran berupa *game* edukasi Antigen vs Antibodi didesain dan dikembangkan menggunakan *Scratch*. *Game* ini terdiri dari 3 level yang mempresentasikan mekanisme pertahanan tubuh, mulai dari pertahan tubuh lapis pertama hingga pertahanan lapis ketiga. Selain itu, di dalam *game* juga disertakan materi mengenai karakter dalam tiap levelnya, yang di mana, tiap karakter juga berkaitan dengan mekanisme kerja sistem imun. Produk yang dikembangkan merupakan *game* semi-daring, yang dapat diakses pada google siteSelain itu, Berdasarkan hasil validasi yang telah dilakukan oleh ahli materi dan ahli media, media pembelajaran berupa *game* edukasi Antigen vs Antibodi memperoleh skor rata-rata 91,3% dari ahli materi dengan kriteria sangat layak dan memperoleh skor rata-rata 91% dari ahli media dengan kriteria sangat layak.

Daftar Pustaka

Andari, R. (2020). Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis Game Edukasi Kahoot! Pada Pembelajaran Fisika. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, *6*(1), 135. https://doi.org/10.31764/orbita.v6i1.2069

Arikunto, S. (2008). Evaluasi Program Pendidikan. In *PT bumi aksara*. Bumi Aksara.

Arikunto Suharsimi. (2013). Prosedur penelitian suatu pendekatan praktik. In *Jakarta: Rineka Cipta*. Rineka Cipta. http://r2kn.litbang.kemkes.go.id:8080/handle/123456789/62880

Fuadi, A. ’Afwal. (2020). *Pengembangan Media Pembelajaran Game Edukasi Berbasis Android Pada Materi Fungsi Untuk Melatih Kemampuan Penalaran Kovarsional Siswa*. https://digilib.uinsby.ac.id/41938/

Haryanto. (2008). Materi Teori Belajar Kontrukstifistik. In *Haryanto: Vol. majalah il* (pp. 1–13).

Haryanto, H. (2016). Reward Dinamis dalam Skenario Adaptif Menggunakan Metode Finite State Machine pada Game Edukasi Dynamic Reward in Adaptive Scenario Using Finite State Machine for Education Game. *Journal of Applied Intelligent System*, *1*(2), 144–153.

Hayati, S. (2017). Belajar dan Pembelajaran Berbasis Cooperative Learning. *Magelang: Graha Cendekia*, 120.

Kebudayaan, K. P. dan. (2022). Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayan, RIset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 56/M/2022 Tentang Pedoman Penerapan Kurikulum Dalam Pemulihan Pembelajaran. *Menpendikbudristek*, 1–112. jdih.kemendikbud.go.id

Mahardika, D., & Sulistiyo, E. (2020). Pengembangan Education Game Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Role Play Game (RPG) Pada Mata Pelajaran Perencanaan dan Instalasi Sistem Audio di SMK Negeri 2 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, *09*(01), 65–71.

Mansyur, A. R. (2020). Dampak COVID-19 Terhadap Dinamika Pembelajaran Di Indonesia. *Education and Learning Journal*, *1*(2), 113. https://doi.org/10.33096/eljour.v1i2.55

Martono, K. T. (2015). Pengembangan Game Dengan Menggunakan Game Engine Game Maker. *Jurnal Sistem Komputer*, *5*(1), 23–30.

MIT Media Lab. (2015). *About Scratch*. MIT Media Lab. https://scratch.mit.edu/about/

Muhajarah, K., & Rachmawati, F. (2019). Game Edukasi berbasis Android: Urgensi Penggunaan, Pengembangan dan Penguji Kelayakan. *Justek : Jurnal Sains Dan Teknologi*, *2*(2), 29. https://doi.org/10.31764/justek.v2i2.3733

Muhson, A. (2010). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, *8*(2). https://doi.org/10.21831/jpai.v8i2.949

Novaliendry, D. (2013). Aplikasi Game Geografi Berbasis Multimedia Interaktif (Studi Kasus Siswa Kelas IX SMPN 1 RAO). *Jurnal Teknologi Dan Pendidikan*, *6*(2), 106–118. https://www.researchgate.net/publication/321193593_APLIKASI_GAME_GEOGRAFI_BERBASIS_MULTIMEDIA_INTERAKTIF_STUDI_KASUS_SISWA_KELAS_IX_SMPN_1_RAO%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/321193593%0AAPLIKASI

Pakpahan, Andrew Fernando; Ardiana, Dewa Putu Yudhi; Mawati, Arin Tentrem; Wagiu, Elmor Benedict; Simarmata, Janner; Mansyur, Muhamad Zulfikar; Ili, La; Purba, Bonaraja; Chamidah, Dina; Kaunang, Fergie Joanda; Jamaludin, A. I. (2020). *Pengembangan Media Pembelajaran*. https://books.google.co.id/books?id=lZgQEAAAQBAJ&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Rahmah, N. (2013). Belajar Bermakna Ausubel. *Al-Khwarizmi*, *1*, 43–48.

Rahmawati, I., & Leksono, I. P. (2020). *Edcomtech*. 11–23.

Rasyid, A., & Gaffar, A. A. (2019). Pengembangan Aplikasi Mobile Learning Model Games “Antibody vs Antigen” Menggunakan RPG Maker MV pada Pembelajaran Biologi Konsep Sistem Imun. *Biodik*, *5*(3), 225–238. https://doi.org/10.22437/bio.v5i3.7870

Rianingtias, O. (2019). *PENGEMBANGAN GAME EDUKASI BERBASIS*

ANDROID SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN BIOLOGI BERNUANSA MOTIVASI SISWA KELAS XI DI SMA/MA SKRIPSI (Vol. 2).

Siahaan, M. (2020). Dampak Pandemi Covid-19 Terhadap Dunia Pendidikan. *Jurnal Kajian Ilmiah*, *1*(1), 73–80. https://doi.org/10.31599/jki.v1i1.265

Sugianto, S. (2022). … Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Student Teams Achievment Division untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Keaktifan Siswa dalam Belajar Bahasa Jerman pada …. *Journal of Education Action Research*, *6*(1), 30–35. https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JEAR/article/view/44294%0Ahttps://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JEAR/article/download/44294/21306

Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Alfabeta.

Surat Edaran Menteri Pendidikan dan Kebudayaan. (2020). *SURAT EDARAN MENTERI PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN NOMOR 4 TAHUN 2020 TENTANG PELAKSANAAN KEBIJAKAN PENDIDIKAN DALAM MASA DARURAT PENYEBARAN CORONAVIRUS DISEASE (COVID-19)* (Vol. 21, Issue 1, pp. 1–9). http://mpoc.org.my/malaysian-palm-oil-industry/

Tegeh, I Made; Jampel, I. N. P. T. (2015). Pengembangan Buku Ajar Model Penelitian Pengembangan Dengan Model Addie. *Jurnal Dimensi Pendidikan Dan Pembelajaran*, *3*(1), 24–29.

Tutuala, D. Y., Widyaningsih, S. W., Yenusi, K. A., & Yusuf, I. (2021). Analisis Tingkat Kejenuhan Belajar Fisika pada Pembelajaran Daring di SMA YPK Oikoumene Masa Pandemi Covid-19. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*, *3*(2), 125–143. https://doi.org/10.31540/sjpif.v3i2.1395

Utami, R. P. (2017). Pentingnya Pengembangan Media Pembelajaran. *Jurnal Dharma Pendidikan Stkip Pgri Nganjuk*, *12*(2), 62–81.

http://e-conf.usd.ac.id/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PENGEMBANGAN LABORATORIUM VIRTUAL BERBASIS ANDROID PADA MATERI STRUKTUR DAN FUNGSI SEL KELAS XI SMA

Patrick Bayu Seto Nugroho[1], dan Yoanni Maria Lauda Feroniasanti[2]
[1,2]Universitas Sanata Dharma, Indonesia
Bayupatrick59@gmail.com[1], dan feroniasanti@usd.ac.id[2]

Abstrak
Pandemi Covid-19 mengakibatkan kultur pendidikan berubah menjadi sistem pembelajaran jarak jauh. Kondisi ini menyebabkan masalah pembelajaran semakin kompleks. Struktur dan fungsi sel merupakan materi mata pelajaran biologi kelas XI SMA yang bersifat abstrak karena bentuk dan proses yang terjadi tidak bisa diamati secara langsung. Hasil analisis kebutuhan menyatakan prioritas pengembangan pada aspek media pembelajaran. Aplikasi laboratorium virtual pengamatan sel dipilih sebagai alternatif solusi untuk permasalahan yang dihadapi guru dalam kegiatan belajar mengajar jarak jauh. Tujuan penelitian ini yaitu mengembangkan dan mengetahui kelayakan produk aplikasi laboratorium virtual untuk pengamatan sel. Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan model Borg dan Gall, penelitian menggunakan 5 dari 10 tahapan yang meliputi; 1) Potensi dan masalah, 2) Pengumpulan informasi, 3) Desain produk, 4) Validasi produk, dan 5) Revisi produk. Produk akhir yang dihasilkan berupa aplikasi laboratorium virtual pengamatan sel yang divalidasi oleh ahli materi, ahli media dan ahli pembelajaran. Aplikasi memiliki spesifikasi untuk perangkat lunak android (*.apk*) dan berukuran file (± 12 MB). Hasil validasi menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan masuk dalam kategori sangat layak dengan rerata skor 3,71. Kesimpulan penelitian adalah produk akhir layak untuk diujicobakan sesuai dengan perbaikan yang disarankan.

Kata Kunci: Media Praktikum, Struktur dan Fungsi Sel, Laboratorium Virtual

Pendahuluan

Pandemi Covid-19 menyebabkan kultur pendidikan berubah karena pelaksanaannya tidak dapat dihentikan. Pendidikan yang semula dilakukan dengan mempertemukan pendidik dan peserta didik dalam satu rangan yang sama, saat ini tidak dapat dilakukan sebagaimana mestinya. Oleh karena itu, model pembelajaran jarak jauh (daring) diterapkan agar dinamika pembelajaran tetap berlangsung. Pembelajaran daring merupakan model pembelajaran yang dilakukan secara virtual, artinya baik pendidik dan peserta didik disatukan dalam jaringan teknologi informasi dan komunikasi walau terpisah jauh secara fisik. Menurut Sadikin dan Hamidah (2020), pembelajaran daring merupakan pembelajaran yang menghubungkan pendidik dengan peserta didik serta sumber belajar lainnya yang terpisah secara fisik, namun dapat saling berkomunikasi, berinteraksi dan kolaborasi secara langsung dengan bantuan akses internet. Pembelajaran daringtidak dapat dilaksanakan tanpa bantuan teknologi informasi dan komunikasi. Pelaksanaan pembelajaran dibantu oleh perangkat *mobile* seperti *smartphone*,

laptop, dan komputer yang dapat digunakan untuk mengakses jaringan internet kapan saja dan dimana saja (Gikas & Grant, 2013). Penggunaan teknologi *mobile* dalam pembelajaran daring memiliki kontribusi terbesar dalam mencapai tujuan pembelajaran daring. Beberapa media online yang digunakan sebagai sarana pembelajaran misalnya, layanan kelas virtual 2D seperti *google classroom*, *Edmodo* dan *schoology*, dan 3D seperti *zoom meeting*, *google meet* dan *webex*, serta aplikasi pesan instan seperti *whatsapp* dan *line*. Dengan demikian, memungkinkan proses pembelajaran terjadi interaksi baik langsung dan tidak langsung antar peserta didik dan guru. Pembelajaran online juga bisa dilakukan dengan pemanfaatan media sosial seperti *Instagram* dan *facebook*.

Pembelajaran daring memiliki keunggulan yakni mampu menumbuhkan kemandirian belajar peserta didik. Sifatnya yang berpusat pada peserta didik dianggap mamapu memunculkan rasa tanggungjawab dalam diri peserta didik (Kuo dkk, 2014). Hal ini relevan dengan kurikulum pendidikan Indonesia yang memusatkan proses pembelajaran kepada peserta didik (*student center*). Selain itu pembelajaran daring dapat dilakukan dimana saja, dengan kata lain tidak terikat ruang dan waktu. Hal ini memungkinkan peserta didiklebih bebas dalam berekspresi, karena mengikuti pembelajaran dari rumah membuat peserta didik tidak mengalami tekanan psikis dari lingkungan sekolah. Peserta didik cenderung tidak merasa canggung dalam berinteraksi dalam pembelajaran. sehingga peserta didik dapat lebih berani mengungkapkan ekspresi dalam bentuk bertanya dan mengemukakan pendapat secara bebas (Sadikin dan Hamidah, 2020). Sisi lain pelaksanaan pembelajaran daring memiliki tantangan tersendiri yaitu, ketersediaan layanan internet yag kurang merata di wilayah geografis Indonesia pada umumnya. Akses internet yang tidak stabil berakibat pada terhambatnya penyampaian informasi dan instruksi yang sulit dipahami peserta didik.

Berdasarkan kegiatan analisis kebutuhan melalui wawancara terstruktur yang dilakukan di SMA Negeri 1 Bantul, SMA Negeri 1 Kalasan, SMA BOPKRI Banguntapan, SMA Negeri Jumapolo, dan SMA St. Thomas Yogyakarta, diperoleh hasil bahwa materi Struktur dan Fungsi Sel merupakan salah satu materi yang diprioritaskan adanya upaya perbaikan dalam proses pembelajarannya. Aspek perbaikan yang menjadi urgensi perbaikan meliputi penjelasan visual struktur sel dan alternatif praktikumnya di masa pandemi. Sifat materi Struktur dan Fungsi Sel yang abstrak menjadi kendala bagi guru dalam menyampaikan konsep materi kepada peserta didik. Pelaksanaan praktikum di masa pandemi Covid-19 menjadi tantangan bagi guru untuk mampu menyampaikan materi pada pembelajaran jarak jauh (daring). Kegiatan praktikum menjadi salah satu sarana pembelajaran bagi peserta didik untuk mendapatkan pengalaman ilmiah, tentang fenomena maupun gejalagejala alam. Kegiatan praktikum mempermudah dalam memahami materi karena dilakukan secara konkret oleh dan untuk peserta didik, sehingga memicu perkembangan keterampilan berpikirnya. Melalui praktikum, pemahaman peserta didik tentang konsep-konsep maupun prinsip sains lebih mudah dipahami (Anggraini, 2016). Praktikum yang sejatinya harus dilakukan di laboratorium atau lingkungan sekitar sekolah, saat ini tidak memungkinkan dilaksanakan sehingga perlu upaya untuk mengakomodasi kegiatan praktikum secara daring.

Salah satu variasi media pembelajaran yang berpeluang dikembangkan untuk mengoptimalkan kegiatan belajar mengajardi masa pendemi adalah laboratorium virtual. Laboratorium virtual adalah rangkaian peralatan laboratorium dalam bentuk

multimedia interaktif berbasis komputer yang dapat mensimulasikan aktivitas dalam laboratorium seolah-olah pengguna berada di laboratorium yang sebenarnya (Yuniarti dkk., 2017). Media laboratorium virtual memungkinkan peserta didik mengalami kegiatan proses sains di dalam laboratorium dalam bentuk virtual, karena mampu menampilkan visualisasi gambar dan bentuk dengan lebih nyata. Menurut Liem (2010) penggunaan laboratorium virtual dapat mengatasi topik materi yang sulit untuk di praktikumkan seperti materi dengan konsep dan objek yang abstrak. Keunggulan yang dimiliki laboratorium virtual sebagai media praktikum adalah (1) praktikan dapat melakukan percobaan yang berbahaya tanpa membahayakan dirinya ataupun orang lain, (2) simulasi laboratorium virtual terjangkau secara finansial, sebab tanpa tambahan biaya keperluan praktikum dan (3) hasil eksperimen tidak berubah (Herga dkk., 2014).

Pengembangan produk pendidikan dalam penelitian ini adalah mengembangkan aplikasi laboratorium virtual. Fitur pada aplikasi ini berisi penjelasan materi yang dilengkapi gambar 2D sebagai visualisasi bentuk organel sel. Isi materi disesuaikan dengan tingkat pemahaman peserta didik kelas XI SMA. Selain itu, dilengkapi pula simulasi praktikum pengamatan sel hewan dan sel tumbuhan. Simulasi didesain sesuai dengan praktikum nyata yang memuat cara pembuatan preparat hingga pengamatannya di mikroskop.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan mengadopsi pada tahapan penelitian menurut Sugiyono (2016) yang terdiri dari lima langkah; pertama, pengumpulan informasi yang meliputi analisis kebutuhan melalui wawancara dengan lima guru mata pelajaran biologi SMA dan studi literatur dengan menghimpun informasi ilmiah yang mendukung pengembangan produk. Kedua, penembangan desain produk berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan pembuatan perangkat pembelajaran. Ketiga, pengembangan produk melalui kerja sama dengan *programer* profesional. Keempat, validasi produk yang meliputi validasi aspek materi dan aspek media. Validasi dilakukan oleh empat ahli yang terdiri dari satu ahli media, satu ahli materi dan dua ahli pembelajaran. Kelima, revisi produk berdasrkan hasi validasi.



Gambar 1. Tahapan penelitian dan pengembangan

Istrumen pengumpulan data pada penelitian ini dikelompokkan sesuai dengan tahapan penelitian pengembangan. Istrumen pada tahap pengumpulan informasi berupa daftar pertanyaan wawancara terstruktur guru mata pelajaran. Instrumen yang digunakan pada tahap validasi produk berupa angket.

Teknik analisis data dalam penelitian dilakukan dengan analisis deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Analisis kualitatif digunakan untuk jenis data berupa komentar, kritik dan saran oleh validator saat pelaksanaan validasi produk. Data yang terhimpun tersebut kemudian dijabarkan secara deskriptif dan dijadikan bahan analisis kelayakan produk yang dirancang. Data kuantitatif diperoleh melalui hasil angket validasi dalam bentuk *cheklist* dengan skala likert 1 sampai 4. Kemudaian data hasil angket, dianalisis dengan menghitung rerata penilaian. Hasil analisis data

kemudian disajikan dalam deskripsi kualitatif. Analisis data kuantitatif diolah dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{\mathrm{N}}$$

Keterangan:
$\bar{x}$ = Rata-rata
Σx = Total skor
N = Jumlah item pertanyaan

Data hasil penilaian kelayakan kemudian dikonversi menjadi data kualitatif sesuai kriteria menurut Mardapi (2008) yang tersaji pada tabel berukut ini:

Tabel 1. Pedoman konversi nilai skor menjadi nilai kategori

Interval Skor		Kategori Kinerja
$X \geq \bar{x} + 1.SBx$	$X \geq 3.00$	Sangat layak
$\bar{x} + 1.SBx > x \geq \bar{x}$	$3.00 > X \geq 2.50$	Layak
$\bar{x} > X \geq \bar{x} - 1.SBx$	$2.50 > X \geq 2.00$	Kurang layak
$X < \bar{x} - 1.SBx$	$X < 2.00$	Sangat kurang layak

Keterangan :
Rerata skor keseluruhan ($\bar{x}$) : $\frac{1}{2}$ (skor maksimal + skor minimal)
Simpangan baku skor keseluruhan (SBx) : $\frac{1}{6}$ (skor maksimal – skor minimal)
X : Skor yang dicapai masing-masing.

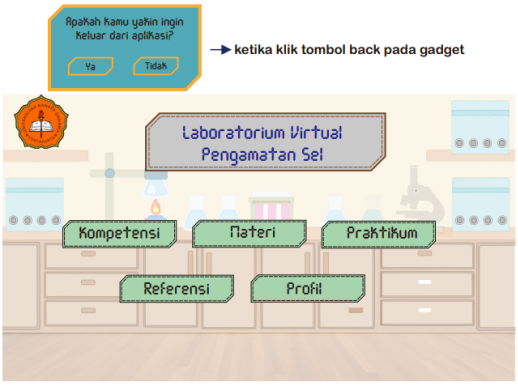
Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini merupakan penelitian pegambangan yang mencakup lima tahapan; pertama, pengumpulan informasi dengan analisis kebutuhan melalui wawancara terstruktur. Wawancara dilakukan bersama narasumber guru mata pelajaran biologi SMA. Hasil wawancara menyebutkan bahwa KD 3.1-4.1 tentag biologi sel menjadi materi yang sulit di pahami peserta didik. Sifat materi yang abstrak serta kompleks adalah faktor utama minimnya penguasaan peserta didik terhadap materi tersebut. Perubahan kultur belajar akibat pandemi Covid-19 menyebabkan efek domino dalam proses belajar dan mengajar pada materi tersebut. Penggunaan media pembelajaran yang terbatas akibat tidak meratanya akses internet, mengingat pembelajaran daring sangat bergantung pada akses internet. Selain itu kompetensi aspek psikomotorik juga menjadi aspek yang sulit dipenuhi. Efeknya motivasi belajar peserta didik menurun terhadap materi biologi sel yang tampak dari performa di kelas dan hasil belajarnya. Pernyataan dari salah satu narasumber menyebutkan tingkat ketuntasan peserta didik pada materi tersebut bahkan kurang dari 50%. Berdasarkan urgensi tersebut, disimpulkan upaya pengembangan suatu media yang dapat memberikan penjelasan baik lisan dan visual tentang materi sel, juga mencakup pemenuhan aspek psikomotorik melalui kegiatan praktikum. Produk yang dikembangkan berupa aplikasi laboratorium

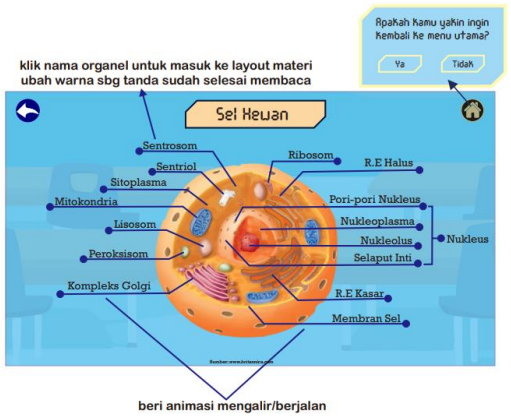
virtual pengamatan sel yang diharapkan dapat membantu pemahaman peserta didik terhadap materi sel.

Kedua, Pengembangan produk dilakukan berdasarkan hasil analisis kebutuhan, berupa rancangan aplikasi media praktikum laboratorium virtual pengamatan sel. Tahap pengembangan produk tersebut meliputi penyusunan perangkat Pembelajaran dan pembuatan desain produk. Perangkat pembelajaran disusun dari materi yang telah dipilih dengan menguraikan sub-sub bab materi struktur dan fungsi sel yang disesuaikan dengan KD 3.1 dan 4.1. Materi tersebut meliputi 5 sub bab yaitu a) Sejarah perkembangan sel, b) Komponen kimiawi penyusun sel, c) Struktur dan fungsi sel d) Perbedaan struktur dan organel sel hewan dan sel tumbuhan, dan e) Proses-proses yang terjadi pada sel. Uraian materi tersebut kemudian dipetakan pada perangkat pembelajaran yang terdiri dari silabus dan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP). RPP dibuat sesuai dengan jam pelajaran jarak jauh dengan total lima kali pertemuan. Komponen pada RPP meliputi a) Identitas sekolah, b) Kompetensi inti, c) Kompetensi dasar dan indikator, d) Tujuan pembelajaran, e) Materi, f) Metode, g) Media, h) Sumber belajar, i) Langkah pembelajaran, j) Penilaian hasil belajar, k) Lampiran. Tujuan pembuatan perangkat pembelajaran yaitu sebagai pedoman dalam pengembangan produk, serta penentuan komponen-komponen yang dimuat dalam produk tersebut.

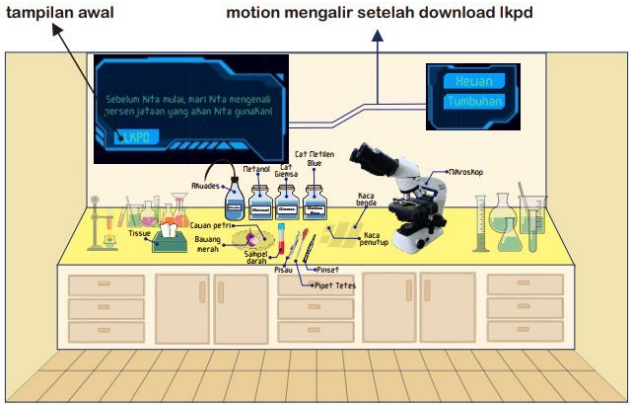
Desain produk dibuat berdasarkan konsep yang digagas penulis. Tujuan pembuatan konsep untuk menggambarkan alur komponen-komponen yang termuat dalam produk. Konsep tersebut, kemudian dijabarkan melalui desain tampilan visual (*interface*) produk dengan menggunakan software desktop *Corel Draw 2021 (64-Bit)*. *Interface* dibuat secara sistematis yang berisi tampilan sampul dan beranda yang memuat komponen seperti Kompetensi, Materi, Praktikum, Referensi dan Profil. Interface yang dibuat dengan memodifikasi gambar yang tersedia di internet dan dipadukan dengan gambar buatan pribadi.



(1)



(2)



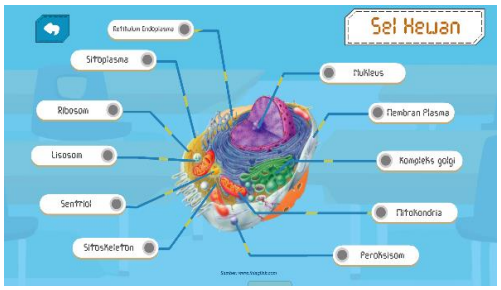
(3)

Gambar (1), (2) dan (3). Desain awal produk

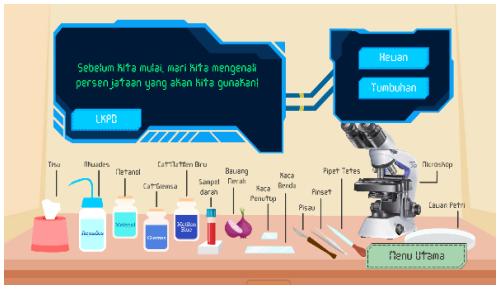
Ketiga, pengembangan produk berdasarkan desain, dilakukan dengan kerjasama bersama jasa *programmer* untuk dibuat menjadi bentuk aplikasi. Peneliti bersama *programmer* berkoordinasi dan melakukan penyesuaian terhadap *interface* desain agar lebih proporsional. Penyesuaian yang dimaksud erupa pemilihan kontras warna, tata letak dan gambar ilustrasi.



(1)



(2)



(3)

Gambar (1), (2) dan (3). Tampilan *interface* aplikasi

Keempat, Produk yang telah dibuat, kemudian dilakukan validasi oleh 4 validator yang terbagi menjadi satu ahli materi dan satu ahli media, keduanya merupakan Dosen Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma serta dua ahli pembelajaran yang merupakan Guru mata pelajaran Biologi SMA.

Validasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kelayakan mproduk yang dikembangkan dan komentar masukan validator menjadi pedoman dalam perbaikan produk akhir.

Validasi media dilakukan oleh Dosen Program Studi Pendidikan Biologi USD yeng merupakan ahli/kompeten di bidang media pembelajaran. Hasil vaidasi ahli media tersaji dalam tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil validasi ahli media

Aspek yang dinilai	**Skor**
Aspek komunikasi visual	14
Aspek penggunaan dan penyajian	12
∑ Skor keseluruhan	28
∑ Item pernyataan	8
$\bar{x}$	3,5
Kategori Kelayakan	Sangat Layak

Berdasarkan Tabel 2. Menunjukan bahwa aplikasi laboratorium virtual pengamatan sel layak digunakan dalam pembelajaran biologi. Penilaian oleh validator menunjukan rerata skor 3,5 dengan kategori kelayakan sangat layak. Berdasarkan hasil tersebut, disimpulkan bahwa aplikasi laboratorium virtual pengamatan sel layak digunakan dengan perbaikan sesuai saran.

Validasi materi dilakukan oleh Dosen Program Studi Pendidikan Biologi USD yang merupakan ahli materi biologi sel. Data hasil vaidasi ahli materi tersaji dalam tabel 2 berikut:

Tabel 3. Hasil validasi ahli materi

Aspek yang dinilai	**Skor**
Aspek konten/isi	26
Aspek penggunaan dan penyajian	11
∑ Skor keseluruhan	37
∑ Item pernyataan	10
$\bar{x}$	3,7
Kategori Kelayakan	Sangat Layak

Berdasarkan Tabel 3. Menunjukan bahwa aplikasi laboratorium virtual pengamatan sel layak digunakan dalam pembelajaran biologi. Penilaian oleh validator menunjukan rerata skor 3,7 dengan kategori kelayakan sangat layak. Berdasarkan hasil tersebut, disimpulkan bahwa aplikasi laboratorium virtual pengamatan sel layak digunakan dengan perbaikan sesuai saran.

Validasi aspek pembelajaran dilakukan oleh guru mata pelajaran biologi SMA sebagai tenaga ahli dalam dinamika pembelajaran. Validator merupakan guru SMA Negeri Jumapolo dan SMA St. Thomas Yogyakarta. Data hasil validasi tersaji pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Hasil validasi ahli pembelajaran

Aspek yang dinilai	Skor	
	Guru 1	Guru 2
Aspek komunikasi visual	18	19
Aspek konten/isi	24	28
Aspek penggunaan dan penyajian	21	24
Aspek kebahasaan	6	8
∑ Skor keseluruhan	69	79
∑ Item pernyataan	20	20
$\bar{x}$	3,45	3,95
Kategori Kelayakan	Sangat Layak	Sangat Layak

Berdasarkan Tabel 4. Menunjukan bahwa aplikasi laboratorium virtual pengamatan sel layak digunakan dalam pembelajaran biologi. Penilaian oleh validator menunjukan rerata skor masing- masing 3,45 dan 3,95, keduanya termasuk dalam kategori kelayakan sangat layak. Berdasarkan hasil tersebut, disimpulkan bahwa aplikasi laboratorium virtual pengamatan sel layak digunakan dengan perbaikan sesuai saran.

Kelima, revisi produk dilakukan berdasarkan pada komentar dan saran yang diberikan validator mengenai aplikasi laboratorium virtual pengamatan sel. Komentar dan saran perbaikan dari validator dapat dilihat pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Komentar dan saran perbaikan dari validator

Validator	Komentar dan saran perbaikan
Ahli media	Berdasrkan lembar angket validasi disarankan menambahkan tombol *on/off* untuk *backsound*, penyesuaian pemilihan dan ukuran *font* pada aplikasi dan penambahan fitur *zoom in/zoom out* pada penjelasan sitoskeleton.
Ahli materi	Berdasrkan lembar angket validasi disarankan menambahkan fitur tujuan pembelajaran, memisahkan (di*bold*/dengan *bullet*) penjelasan struktur dan fungsi organela, penambahan fitur *zoom in/zoom out* pada penjelasan sitoskeleton dan penyesuaian simulasi pemotongan umbi pada pratikum pengamatan sel tumbuhan.
Ahli pembelajaran	Berdasrkan lembar angket validasi disarankan menambahkan fitur latihan soal, memperdetail visual hasil pengamatan sel darah dan mempertimbangkan aspek keamanan aplikasi.

Revisi produk dilakukan dengan mengacu pada hasil penilaian dan saran perbaikan yang diberikan oleh para validator. Aspek pertama, oleh validator disarankan untuk menambahkan penjelasan mengenai rincian tujuan pembelajaran dari implementasi aplikasi dalam proses pembelajaran. Rincian tujuan pembelajaran dapat membantu dalam mengarahkan proses pembelajaran, analisis kelulusan peserta didik dan menentukan efektifitas media pembelajaran yang digunakan. Pernyataan tersebut selaras dengan Pane dan Dasopang (2017) yang menyatakan bahwa tujuan pembelajaran merupakan komponen penting dalam dinamika belajar dan mengajar. Adanya tujuan pembelajaran menjadi pedoman dalam proses belajar mengajar, sehingga arah pembelajaran menjadi jelas dan tegas. Selain itu Djamarah dan Zawin (2006) juga menyatakan bahwa tujuan pembelajaran menjadi komponen yang mempengaruhi komponen pembelajaran lainnya salah satunya adalah media pembelajaran. Hal ini disebabkan perumusan tujuan pembelajaran perlu menyesuaikan ketersediaan waktu, sarana prasarana dan kesiapan peserta didik.

Aspek kedua, validator memberikan saran untuk memperbaiki format penulisan sehingga dapat mempermudah pemahaman materi bagi pengguna. Namun demikian, pada poin perbaikan “*Penjelasan mengenai tiap organela sel baik hewan maupun tumbuhan dapat dibuat poin-poin dan penjelasan mengenai fungsi/peran tiap organela dapat dicetak tebal*”, tidak dilakukan perbaikan. Hal ini dimaksudkan agar proses berpikir peserta didik tetap pada tingkat kritis, sebab ada kemungkinan peserta didik cenderung malas membaca materi dengan lengkap, sehingga lebih memilih langsung menuju jawaban/poin diskusi saat mengerjakan tugas maupun diskusi apabila dilakukan perbaikan tersebut. Mengingat permasalahan motivasi belajar menjadi masalah utama pembelajaran. Rendahnya motivasi belajar dapat menimbulkan perilaku malas membaca. Menurut Maulida (2009), ada dua faktor yang menyebabkan perilaku malas membaca yaitu 1) faktor intrinsik, disebabkan tidak adanya motivasi diri karena anak belum mengetahui manfaat belajar atau belum ada keinginan untuk dicapai. 2) faktor eksternal, perilaku malas belajar anak merupakan dampak dari interaksi dengan lingkungannya, baik pergaulan, hubungan keluarga, lingkungan sekolah, sosial media, hingga tradisi budaya. Berdasarkan permasalahan yang muncul di sekolah perilaku malas membaca peserta didik tampak dari faktor internal yaitu kekurangan motivasi diri untuk belajar. Oleh karena itu perbaikan pada poin ini tidak dilakukan agar peserta didik dapat mengalami proses belajar.

Aspek ketiga validator memberikan saran perbaikan pada simulasi praktikum, spesifik pada langkah kerja pemotongan umbi lapis bawang merah. Sebelumnya simulasi pada langkah kerja pemotongan menggunakan objek umbi yang telah terpotong vertikal, lalu dibuat irisan vertikal pada lapisan dalam umbi. Perbaikan yang dilakukan adalah simulasi pemotongan umbi yang digunakan adalah lapisan terluar. Sementara itu, animasi gerakan potongan vertikal atau jenis potongan membujur. Perbaikan tersebut dilakukan untuk meminimalisir terjadinya miskonsepsi. Miskonsepsi dapat menimbulkan kesulitan peserta didik dalam memahami pengetahuan baru, akibatnya perkembangan pengetahuan peserta didik terhambat dan berpengaruh negatif terhadap hasil belajar (Irani dkk., 2020).

Selanjutnya perbaikan yang disarankan oleh validator ahli media seputar aspek komunikasi visual. Saran pertama dari validator adalah menambahkan

tombol *on/off* untuk fitur *backsound*. Validator memberikan saran penambahan tombol *on/off* dengan tujuan efisiensi penggunaan aplikasi. Hal ini berkaitan dengan gaya belajar peserta didik yang beragam. Menurut Widayanti (2013), salah satu kelemahan gaya belajar visual adalah terlalu reaktif terhadap suara, sehingga adanya *backsound* berpotensi mengganggu proses belajar peserta didik dengan gaya belajar visual. Disisi lain peserta didik dengan gaya belajar auditorial memiliki kelemahan dalam memahami informasi hanya dengan penglihatan. Oleh sebab itu, peserta didik dengan gaya belajar auditorial perlu rangsangan suara untuk memahami informasi visual. Saran tersebut lalu diperbaiki dengan menambahkan tombol *on/off* yang terletak di halaman menu utama. Saran kedua dari validator adalah pemilihan jenis huruf yang kurang tepat. Hal ini berkaitan dengan tingkat keterbacaan tulisan. Terdapat jenis huruf yang dirasa tidak tepat digunakan untuk membaca penjelasan. Berdasarkan saran tersebut dilakukan perbaikan yaitu membedakan jenis huruf untuk judul dan isi tulisan yang masih sesuai dengan konsep aplikasi. Saran berikutnya terkait kesalahan ejaan tulisan, masih ditemukan pada beberapa bagian penjelasan materi. Perbaikan dilakukan sesuai saran yang diberikan. Validator ahli media juga memberikan saran yang sama dengan validator ahli materi terkait pemilihan istilah dan penggunaan keterangan gambar.

Validator ahli pembelajaran I memberikan komentar bahwa aplikasi yang dikembangkan dapat menumbuhkan rasa ingin tahu siswa. Saran perbaikan selanjutnya terkait keamanan aplikasi dari virus bagi perangkat pengguna. Saran ini tidak dilakukan perbaikan, karena pengembangan aplikasi dibuat tanpa lisensi resmi. Oleh karena itu, kedepannya dilakukan penyempurnaan aplikasi pada langkah penelitian selanjutnya dengan mengintegrasikan lisensi resmi, sehingga aplikasi ini dapat diakses lebih aman. Selain itu tidak menutup kemungkinan aplikasi ini diunggah ke *Google play* untuk cakupan pengguna yang lebih luas. Validator ahli pembelajaran II memberikan beberapa saran perbaikan diantaranya; 1) aspek kelengkapan penyajian, 2) aspek kreativitas penyajian, 3) aspek kesesuaian materi dengan indikator pencapaian kompetensi, dan 4) aspek umum. Aspek pertama, validator memberikan saran penambahan latihan soal. Sebelumnya, LKPD tidak diintegrasikan dengan aplikasi sehingga dirasa kelengkapan aplikasi kurang. Perbaikan ini dilakukan dengan menambahkan tombol “Tugas” pada halaman materi. Tombol tersebut berisi file LKPD yang dapat diunduh oleh peserta didik. Dengan demikian proses pembelajaran menjadi lebih efisien.

Aspek kedua, validator memberikan saran terkait tingkat keterbacaan gambar dan tulisan yang kurang baik. Hal ini disebabkan warna latar belakang kurang kontras dengan gambar maupun tulisan yang tersaji. Berdasarkan saran yang diberikan, dilakukan perbaikan dengan meningkatkan kecerahan latar belakang agar lebih kontras dengan gambar dan tulisan yang ada. Di sisi lain, kemungkinan kendala semacam ini dapat ditanggulangi dengan mengatur tingkat kecerahan layar gawai pengguna. Sebab setiap unit gawai yang ada terkadang memiliki spesifikasi layar yang beragam, sehingga perbaikan tidak dapat dilakukan secara optimal.

Aspek ketiga, validator memberikan saran untuk memperbaiki kenampakan sel darah merah. Visual sel darah merah yang digunakan dirasa kurang detail sehingga berpotensi menimbulkan miskonsepsi peserta didik. Berdasarkan saran tersebut, dilakukan perbaikan dengan mengubah gambar sel darah yang lebih detail. Dengan demikian pengamatan sel darah dapat lebih optimal dengan memperlihatkan kenampakan sel darah merah dan sel darah putih dengan baik.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan produk laboratorium virtual pengamatan sel, kesimpulan yang dapat dirumuskan adalah (1) pengembangan produk media pembelajaran aplikasi laboratorium virtual laboratorium virtual pengamatan sel dapat dijadikan alternatif pembelajaran biologi di masa pandemi Covid-19, terutama dalam aspek visualisasi materi serta praktikum dan (2) produk aplikasi laboratorium virtual layak digunakan dalam pembelajaran biologi berdasarkan penilaian validator dengan kategori kelayakan “sangat layak”, sehingga produk yang dikembangkan layak untuk diujicobakan sesuai dengan perbaikan yang disarankan.

Daftar Pustaka

Djamarah, S.B., & Zain, A. (2006). *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta.

Gikas, J., & Grant, M.M. (2013). Mobile computing devices in higher education: Student perspectives on learning with cellphones, smartphones & social media. *Internet and Higher Education*. https://doi.org/10.1016/jjheduc.2013.06.002. Diakses pada 17 Desember 2020.

Herga, N. R., Grmek, M. I., & Dinevski, D. (2014). Virtual laboratory as an element of visualization when teaching chemical contents in science class. *Turkish Online Journal of Educational Technology* 13(4), 157–165. https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1043246.pdf. Diakses tanggal 10 Desember 2020.

Irani, N.V., Zulyusri, Z., & Darus Syamsu, R. (2020). Miskonsepsi materi biologi sma dan hubungannya dengan pemahaman siswa. *Jurnal Biolokus: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi dan Biologi*. 3(2) 348-355. e-ISSN: 2621-7538. https://bit.ly/3dQmGCB. Diakses tanggal 18 Juli 2022.

Kuo, Y.C., Walker, A.E., Schroder, K.E.E., & Belland, B.R. (2014). Interaction, Internet self-efficacy, and self-regulated learning as predictors of student satisfaction in online education courses. *Internet And Higher Education*. https://doi.org/10.1016/jiheduc.2013.10.001. Diakses pada 17 Desember 2020.

Liem, I., Napitupulu, J., Pangaribuan, C.A., & Turnip, N.T. (2010). Pemodelan Laboratorium Virtual Sains. *Seminar Nasional Politeknik Batam* 2(2). ISSN: 2085-3858. https://core.ac.uk/download/pdf/229848414.pdf. Diakses tanggal 18 Juli 2022.

Mardapi, D. (2008). Teknik penyusunan instrumen tes dan non-tes. Yogyakarta: Mitra Cendikia.

Maulidia, R. (2009). Problem malas belajar pada remaja (Sebuah Analisis Psikologis). *Jurnal At-Ta’dib* Vol.4 No.2 E-ISSN 2503-3514. https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/tadib/article/view/587/524. Diakses tanggal 7 Juni 2022.

Pane, A., & Dasopang, M.D. (2017). Belajar dan pembelajaran. Jurnal Kajian Ilmu-ilmu Keislaman Vol. 03 No. 2. E-ISSN: 2460-2345. https://jurnal.iain-padangsidimpuan.ac.id/index.php/F. Diakses tanggal 7 Juni 2022.

Sadikin, A., & Hamidah, A. (2020). Pembelajaran daring di tengah wabah Covid-19. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi* 6(2): 214-224. https://online-journal.unja.ac.id/biodik/article/view/9759/5665 diakses pada 17 Desember 2020.

Sugiyono. (2016). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Widayanti, F.D. (2013). Pentingnya mengetahui gaya belajar siswa dalam kegiatan pembelajaran di kelas. *Jurnal ERUDIO*, 2(1): 7-21. ISSN: 2302-9021. https://erudio.ub.ac.id/index.php/erudio/article/download/228/188. Diakses tanggal 18 Juli 2022.

Yuniarti, A., Yeni, L.F., & Yokhebed. (2017). Development of virtual laboratory based on interactive multimedia on planting and painting bacteria development of virtual laboratory based on interactive multimedia on planting and painting bacteria. *Journal of Physics: Conference* Series (895) 012120. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/895/1/012120/pdf. Diakses tanggal 15 Desember 2020.

http://e-conf.usd.ac.id/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PENGEMBANGAN MEDIA BERBASIS *BOARD GAME* UNTUK MEMPERKUAT PEMBELAJARAN BIOLOGI SELAMA PANDEMI COVID-19

Hendra Michael Aquan[1*], Antonius Tri Priantoro[2], Maslichah Asyari[3]
[1,2,3] *Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Sanata Dharma, Jl. Paingan, Krodan, Maguwoharjo, Kabupaten Sleman, DIY 55281 Indonesia.*
**Email : hendra.aquan@usd.ac.id*

Abstrak
Pandemi Covid-19 mengubah sistem pendidikan Indonesia dari *offline* menjadi *online*. Menurut penelitian, koneksi internet yang buruk berdampak pada pembelajaran *online*. Kondisi ini terjadi di kota-kota besar dan daerah terpencil. Dengan demikian, banyak proses pembelajaran di daerah terpencil yang cenderung terhenti karena kurangnya konektivitas internet. Namun, beberapa guru masih berusaha membantu siswa untuk terus belajar. Guru dalam situasi ini, membutuhkan bantuan, terutama dalam menyediakan perangkat pembelajaran yang tersedia dan murah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi topik-topik biologi yang sulit diajarkan di SMP dan untuk mengembangkan serta menyediakan media pembelajaran yang dibutuhkan untuk topik-topik terkait. Proyek penelitian dan pengembangan ini menggunakan pendekatan ADDIE. Data diperoleh melalui kuesioner online. Produk yang dihasilkan kemudian divalidasi oleh para ahli sebelum diujicobakan pada sejumlah kecil orang. Produk yang diberi nama bioboardgame ini terdiri dari dua board game tentang sistem ekskresi dan peredaran darah manusia, dan sebuah situs web yang berisi dua item *board game* tersebut. Nilai validasi produk sebesar 81% yang berarti sangat valid. Guru dapat menggunakan produk ini untuk membantu proses belajar mereka selama pandemi Covid-19 dengan mengunduhnya dari situs web yang disediakan.
Kata kunci: *bioboardgame, learning media, monopoli game, take me out game*

DEVELOPMENT OF BOARD GAME-BASED MEDIA TO STRENGTHEN BIOLOGICAL LEARNING DURING COVID-19 PANDEMIC

Hendra Michael Aquan[1*], Antonius Tri Priantoro[2], Maslichah Asyari[3]
[1,2,3] *Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Sanata Dharma, Jl. Paingan, Krodan, Maguwoharjo, Kabupaten Sleman, DIY 55281 Indonesia.*
**Email : hendra.aquan@usd.ac.id*

Abstract
The Covid-19 pandemic changed the Indonesian education system from offline to online. According to research, poor internet connection has an impact on online learning. This condition occurs in big cities and remote areas. Thus, many learning processes in remote areas are likely to be halted due to a lack of internet connectivity. However, some teachers still try to help students to continue learning.

Teachers in this situation, need assistance, especially in providing available and inexpensive learning tools. The purpose of this study is to identify biology topics that are difficult to teach in junior high schools and to develop and to provide learning media that are needed for related topics. This research and development project used the ADDIE approach. Data was obtained through an online questionnaire. The resulting product then validated by experts before being tested on a small number of people. The product, named bioboardgame consist of two board games about the human excretory and circulatory systems, and a website containing the two board game items. The product validation score is 81% which means very valid. Teachers can use this product to help their learning process during the Covid-19 pandemic by downloading it from the website provided.
Keywords: bioboardgame, learning media, monopoli game, take me out game

Pendahuluan

Pandemi Covid-19 yang melanda Indonesia telah memberikan dampak luas di berbagai bidang kehidupan. Salah satunya di bidang pendidikan yang mengharuskan pembelajaran dilakukan secara daring. Dampak tersebut memberikan konsekuensi luas dalam berbagai aspek pembelajaran. Menurut Amalia dan Sa'adah (2020), hasil review dari berbagai sumber menunjukkan bahwa kegiatan pembelajaran umumnya tetap baik. Namun demikian masih terdapat kekurangan karena adanya kendala-kendala seperti adanya keterbatasan kemampuan adaptasi dan penguasaan teknologi informasi oleh guru dan siswa, sarana dan prasarana yang kurang memadai, akses internet terbatas, serta kurangnya kemauan untuk menganggarkan sarana dan prasarana yang diperlukan. Hal ini diperkuat dengan temuan Ermayulis (2020), bahwa proses belajar mengajar daring kurang efektif dibandingkan pembelajaran luring di sekolah karena kualitas jaringan yang buruk (lambat) ditambah dengan kuota internet yang terbatas. Selain aspek eksternal, ditemukan juga tantangan dalam aspek internal, seperti motivasi siswa dalam pembelajaran daring. Robandi dan Mujiran (2020) menemukan bahwa motivasi belajar siswa pada pembelajaran berbasis daring adalah 11% siswa berada pada kategori sangat tinggi, 38% siswa berada pada kategori cukup, 27% siswa berada pada kategori motivasi sedang dan 24% siswa berada pada kategori motivasi rendah. Dengan demikian masih banyak siswa yang perlu dibantu atau difasilitasi untuk bisa beradaptasi dan survive dalam hal proses pembelajaran pada masa pandemi ini.

Berdasarkan hasil kajian dampak pandemi Covid-19 terhadap pembelajaran, berbagai solusi telah diusulkan. Pratama dan Mulyati (2020) secara implisit berpendapat bahwa di masa pandemi Covid-19, pembelajaran dapat dilakukan secara daring dan luring, dan guru diharapkan kreatif dalam pembelajaran sehingga keberhasilan dapat dicapai dengan baik atau efektif. Hasil kajian Ekantini (2020) jelas menunjukkan bahwa pembelajaran luring lebih efektif dibandingkan daring. Lebih lanjut, dikatakan bahwa pembelajaran IPA luring memfasilitasi siswa dengan mengamati, bereksperimen, dan mendapatkan pengalaman belajar langsung dari alam. Kegiatan ini memudahkan mahasiswa dalam mengkonstruksi pengetahuan IPA dan mengingatnya. Jika pembelajaran harus dilakukan secara daring, guru diharapkan dapat mengembangkan pembelajaran daring IPA berbasis proyek sederhana. Ini membantu siswa untuk membangun pengetahuan mereka sendiri dan memudahkan siswa untuk memahami fenomena alam.

Uraian di atas menunjukkan bahwa pembelajaran luring tetap menjadi alternatif solusi yang penting, terutama di sekolah-sekolah yang belum terjangkau dengan akses internet yang baik dan dengan siswa yang tidak memiliki fasilitas belajar digital memadai. Namun, Mulyana (2020) menduga bahwa rendahnya kompetensi guru dalam melaksanakan pembelajaran daring dan luring disebabkan adanya perubahan standar proses pembelajaran yang dilakukan sekolah selama wabah Covid-19. Untuk mengatasi hal tersebut, pihaknya melakukan pendampingan secara berkesinambungan bagi guru-guru yang membutuhkan dan telah berhasil meningkatkan kompetensi guru dari segi nilai yang diberikan. Peningkatan proses pembelajaran biologi SMP luring untuk meningkatkan hasil belajar dapat dilakukan melalui penerapan berbagai model pembelajaran (Ningsih, 2019; Sari et al., 2019; dan Lyayunika et al., 2019) dan pendekatan tersebut terbukti dapat berjalan dengan baik. Cara lain adalah dengan menggunakan media pembelajaran konvensional (Ningsih, dkk, 2020; Masykhur dan Risnani, 2020).

Media merupakan alat pembelajaran yang digunakan guru untuk berkomunikasi dengan siswa dalam menyampaikan informasi. Dengan demikian, media pembelajaran dapat disebut sebagai alat komunikasi antara guru dan siswa dalam menyampaikan informasi. Menurut Arsyad (2011), media pembelajaran merupakan pengantar pesan dimana proses belajar mengajar menggunakan alat grafis, fotografi, atau elektronik yang digunakan untuk menangkap, memproses, dan menata ulang informasi visual atau verbal.

Pemanfaatan media pembelajaran merupakan upaya kreatif dan sistematis untuk menciptakan pengalaman yang dapat mengajar peserta didik. Hal ini berdampak pada terciptanya lulusan yang berkualitas. Penggunaan media secara optimal perlu didasarkan pada kebermaknaan dan nilai tambah yang diperoleh siswa. Oleh karena itu, aspek intrinsik dari suatu media dapat menjadi aspek ekstrinsik yang dapat memotivasi siswa untuk mengikuti suatu pelajaran.

Mengenai media pembelajaran, ada dua hal utama yang masih menjadi masalah di sekolah, yaitu ketersediaan media dan penggunaannya. Saat ini ketersediaan media di sekolah sangat heterogen dari segi distribusi, variasi, dan jumlah. Ada sekolah yang dapat menyediakan media pembelajaran yang relatif lengkap, tetapi masih banyak sekolah yang belum memenuhi standar yang diharapkan. Oleh karena itu perlu dilakukan pemerataan ketersediaan media pembelajaran agar kualitas pembelajaran juga merata. Upaya penyaluran media pembelajaran tidak hanya bergantung pada dana yang disediakan oleh sekolah tetapi juga pada kreativitas guru dalam mengembangkan media yang tidak harus dibeli.

Secara garis besar, berdasarkan penggunaan atau pengoperasian media pembelajaran, mereka dibagi menjadi 2 kelompok utama, yaitu media konvensional dan media berbasis IT. Media pembelajaran konvensional juga dikenal sebagai media pembelajaran tradisional (Aqib, 2014). Yang dimaksud dengan media pembelajaran konvensional adalah media pembelajaran yang dioperasikan tanpa menggunakan komputer atau peralatan IT sejenisnya. Meskipun dari segi istilah konvensional atau tradisional yang mencerminkan jaman dahulu, padahal munculnya/berkembangnya media berbasis IT belakangan ini bukan berarti media konvensional tidak cocok digunakan dalam pembelajaran saat ini. Penggunaan media pembelajaran konvensional memiliki keunggulan sebagai berikut: 1) dapat mengaktifkan peserta didik, sehingga

pembelajaran menjadi berpusat pada siswa, 2) peserta didik dapat berinteraksi langsung dengan media, 3) pengoperasian yang mudah, tanpa perlu peralatan/fasilitas tambahan, 4) pembuatannya sederhana sehingga dapat memicu kreativitas peserta didik untuk mengembangkannya, dan 5) biayanya rendah, bahan dapat dengan mudah diperoleh di lingkungan sekitar.

Menurut Sadiman (2009), pada dasarnya pengadaan media pembelajaran konvensional dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu dengan membeli media jadi (*by utilization*) dan membuat atau mendesainnya sendiri (*by design*). Memegang media pembelajaran dengan membeli memang lebih hemat waktu dan energi, kestabilan atau daya tahan materi relatif lama namun memiliki kelemahan yang belum tentu sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Jika merancang atau mengembangkan sendiri memiliki keuntungan karena sesuai dengan tujuan, satu-satunya kelemahan adalah bahwa pengadaan membutuhkan waktu dan membutuhkan kreativitas dan keterampilan tertentu untuk guru. Media konvensional buatan yang dapat mengaktifkan siswa meliputi kartu permainan, permainan papan (misalnya kartu domino, ular tangga) dan gambar (misalnya gambar untuk permainan estafet).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi topik yang sulit pada mata pelajaran biologi SMP, dan mengembangkan media pembelajaran *board game* konvensional berbasis *website* yang dapat diunduh. Hal ini juga untuk menentukan kualitas media yang telah dibuat. Pelaksanaan dan hasil penelitian ini bermanfaat langsung bagi guru dan siswa di sekolah yang belum terjangkau jaringan listrik dan internet, serta masyarakat umum yang berminat untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di daerah.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian *Research and Development* (RnD) dengan menghasilkan produk berupa *board game* yang dapat diunduh melalui sebuah *website*. Dalam kerangka tahap pengembangan produk yang tersebut, peneliti menggunakan model ADDIE menurut Peterson (2003) yang terdiri dari lima tahap, sebagai berikut:

- Tahap 1 - Analisis: peneliti mengidentifikasi kebutuhan pengembangan media pembelajaran.
- Tahap 2 - Desain: informasi dari tahap 1 kemudian digunakan untuk menentukan desain media yang dikembangkan, dan alat evaluasi media.
- Tahap 3 - Pengembangan: pada tahap ini peneliti mulai mengembangkan produk berdasarkan desain yang diperoleh dari tahap 2. Selanjutnya, produk yang dihasilkan divalidasi oleh dua ahli materi dan media serta dua praktisi (guru) di bidang biologi. Produk yang telah divalidasi pada tahap 3 kemudian diperbaiki sebelum diuji secara terbatas pada tahap 4.
- Tahap 4 - Implementasi: Produk telah disempurnakan berdasarkan masukan dan saran dari validator, kemudian diuji dalam skala terbatas. Mengingat kondisi pandemi dan keterbatasan waktu, uji coba ini dilakukan oleh calon siswa guru biologi.
- Tahap 5 - Evaluasi: Pada tahap ini, peneliti mengevaluasi hasil tes terbatas dan penerimaan siswa dan guru pada produk yang sedang dikembangkan.

Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah guru yang mengajar biologi pada jenjang SMP di beberapa kabupaten di Indonesia dengan sarana dan prasarana yang relatif terbatas. Ada 19 guru biologi yang terlibat dalam penelitian ini. Ke 19 guru tersebut berasal dari 15 sekolah di 4 kabupaten yang berada di 3 provinsi, yaitu Buol (Sulawesi Tenggara), Ende dan Rote Ndao (Nusa Tenggara Timur), Lamandau dan Kota Waringin Barat (Kalimantan Tengah).

Sembilan belas guru yang memberikan respon balik terhadap kuisioner yang dikirimkan terdiri dari 7 laki-laki dan 12 perempuan dengan pengalaman mengajar 1-10 tahun. Beberapa diantara mereka mengampu hanya satu jenjang kelas dan rombel paralelnya, dan beberapa yang lain mengajar dua jenjang kelas dan rombel paralalelnya. Dari 19 guru tersebut hanya 6 guru yang pernah mempergunakan media permaian dalam pembelajaran.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data menggunakan kuesioner terstruktur yang dilakukan secara daring menggunakan *Google Form* (GF). Teknik ini dipilih karena memudahkan peneliti dan subjek penelitian dalam pengumpulan informasi. Kuesioner yang dikembangkan bertujuan untuk mengidentifikasi kesulitan dan tantangan guru dalam kegiatan pembelajaran biologi selama pandemi. Selain itu, peneliti juga menggunakan data pendukung berupa data sekunder melalui *desk study*. Kuesioner yang telah disusun kemudian dibuat dalam Selanjutnya, link GF tersebut disebarkan kepada guru biologi SMP di berbagai kabupaten di Indonesia melaui akun media sosial peneliti. Sasaran guru yang dilibatkan dalam penelitian adalah mereka yang bertugas di daerah tertinggal, terdepan, dan terluar (3T).

Cara yang sama juga peneliti terapkan saat pengumpulan hasil validasi. Instrumen validasi dibuat dalam bentuk GF dan dikirim ke validator secara daring. Cara ini dirasa lebih nyaman dan mudah untuk dilakukan bagi kedua belah pihak.

Teknik Analisis Data

Jenis data yang didapatkan dari penelitian ini berupa data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif dari wawancara daring dianalisis secara deskriptif. Analisis deskriptif kualitatif ini dilakukan untuk mengidentifikasi kesulitan guru dalam proses pembelajaran biologi di masa pandemi Covid-19. Penelitian data kuantitatif diperoleh dari hasil validasi produk dan dianalisis menggunakan statistik deskriptif.

Penelitian ini menggunakan skala Likert dengan skala 4 poin. Chang (1994) mengemukakan bahwa skala 4 poin mampu mengurangi kesalahan pengukuran. Data tersebut kemudian dihitung menggunakan rumus yang disarankan oleh Sa'adah & Wahyu (2020) sebagai berikut:

$$\boldsymbol{P = \frac{f}{N} \times 100\%} \qquad \textbf{(1)}$$

Di mana:

P = skor akhir
f = skor
N = skor maksimum

Interpretasi data menggunakan kriteria validasi menurut Sa'adah & Wahyu (2020) seperti yang disajikan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Panduan interpretasi skor validasi

Skor (%)	Kriteria Validitas
80 – 100	Sangat valid
60 – 80	Valid
40 – 60	Cukup valid
20 – 40	Tidak valid
0 – 20	Sangat tidak invalid

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi topik yang sulit pada mata pelajaran biologi SMP, dan mengembangkan media pembelajaran *board game* konvensional berbasis *website* yang dapat diunduh. Hal ini juga untuk menentukan kualitas media yang telah dibuat. Pelaksanaan dan hasil penelitian ini bermanfaat langsung bagi guru dan siswa di sekolah yang belum terjangkau jaringan listrik dan internet, serta masyarakat umum yang berminat untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di daerah.

Hasil

Berdasarkan temuan dalam kuesioner yang telah diisi oleh para guru di beberapa daerah 3T, terlihat bahwa pembelajaran materi biologi SMP di berbagai daerah memiliki kesulitan yang berbeda-beda. Hal ini tercermin dari pendapat guru yang menanggapi kuesioner yang kami kirimkan untuk mengidentifikasi materi biologi di tingkat SMP yang dianggap sulit. Atas dasar pengalamannya sebagai guru IPA SMP, guru-guru tersebut menyarankan 10 mata pelajaran IPA dasar, khususnya biologi, yang materinya dinilai relatif sulit bagi siswa sehingga hasil belajarnya relatif rendah dibandingkan dengan capaian pembelajaran lainnya. Untuk kelas VII ada 3 KD yang materinya relatif sulit, kelas VIII punya 6 KD dan kelas IX punya 1 KD (lihat tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa siswa kelas VIII lebih kesulitan dalam penguasaan materi biologi dibandingkan dengan kelas VII dan IX.

Di antara KD yang telah disebutkan, terdapat 4 KD yang diusulkan oleh lebih dari satu guru, yaitu 2 KD di kelas VII, yaitu KD 3.2 dan 3.6; dan 2 KD di kelas VIII, yaitu KD 3.7 dan 3.10. Mengingat hal tersebut, pengembangan media pembelajaran yang lebih diperlukan adalah membantu siswa kelas VIII yaitu KD 3.7. Menganalisis sistem peredaran darah pada manusia dan memahami gangguan sistem peredaran darah, serta upaya menjaga sistem peredaran darah yang sehat; dan KD 3.10 Menganalisis sistem ekskresi dalam sistem manusia, gangguan dan penyakit pada sistem ekskresi manusia, serta upaya menjaga kesehatan sistem.

Tabel 2. KD IPA (Biologi) SMP yang dianggap sulit

No	KD	Frekwensi
1	KD 3.1 Menghubungkan sistem reproduksi pada manusia dan gangguan pada sistem reproduksi dengan penerapan gaya hidup yang mendukung kesehatan reproduksi. (Kelas IX).	1
2	KD 3.2 Mengklasifikasikan makhluk hidup dan benda berdasarkan karakteristik yang diamati. (Kelas VII)	2
3	KD 3.4. Menganalisis keterkaitan struktur jaringan tanaman dan fungsinya serta teknologi yang terinspirasi oleh struktur tanaman. (Kelas VIII)	1
4	KD 3.5 Menganalisis sistem pencernaan pada manusia dan memahami gangguan yang berkaitan dengan sistem pencernaan, serta upaya menjaga kesehatan sistem pencernaan (Golongan VIII)	1
5	KD 3.6 Mengidentifikasi sistem organisasi kehidupan dari tingkat sel ke organisme dan komposisi utama sel-sel penyusunnya. (Kelas VII)	2
6	KD 3.7 Menganalisis sistem peredaran darah pada manusia dan memahami gangguan sistem peredaran darah, serta upaya menjaga sistem peredaran darah yang sehat (Kelas VIII)	2
7	KD 3.8 Menganalisis terjadinya pencemaran lingkungan dan dampaknya terhadap ekosistem. (Kelas VII)	1
8	KD 3.9 Menganalisis sistem pernapasan pada manusia dan memahami gangguan pada sistem pernapasan, serta upaya menjaga sistem pernapasan yang sehat. (Kelas VIII)	1
9	KD. 3.10 Menganalisis sistem ekskresi dalam sistem manusia, gangguan dan penyakit pada sistem ekskresi manusia, serta upaya menjaga kesehatan sistem (Kelas VIII)	2
10	KD 3.11 Menganalisis konsep getaran, gelombang, dan suara dalam kehidupan sehari-hari, termasuk sistem pendengaran manusia dan sistem sonar pada hewan. (Kelas VIII)	1

Pada kedua KD yang dikembangkan, peneliti memilih menggunakan media berbasis board game. Ada dua jenis board game yang dikembangkan dalam penelitian ini. Jenis pertama adalah Monopoli. *Board game* jenis monopoli digunakan untuk pengembangan media pembelajaran pada KD 3.7. Lalu pengembangan media pembelajaran pada KD 3.10 menggunakan media pembelajaran berjenis *Take Me Out*.

Template kedua jenis *board game* tersebut kemudian diunggah ke website agar dapat diakses dengan mudah oleh guru-guru di berbagai daerah. *Template* tersebut dapat digunakan dengan cara mengunduh dan mencetaknya. Hasil cetakan kemudian dirangkai menjadi yang berbentuk papan permaianan dan kartu. Panduan perangkaian media juga ikut disertakan dalam website yang dikembangkan.

Validasi Media *Monopoli, Take Me Out* Media dan *Website*

Media pembelajaran berbasis board game yang telah dikembangkan dalam penelitian ini adalah media Monopoly dan media *Take Me Out*. Kedua media tersebut beserta komponennya telah diunggah ke dalam website sehingga dapat diunduh di berbagai tempat di Indonesia atau wilayah lainnya. Validasi dilakukan untuk memenuhi keabsahan media yang dihasilkan. Validasi dilakukan oleh dua orang dosen, yang terdiri atas 1 dosen ahli materi dan 1 dosen ahli media pembelajaran. Selain itu, validasi juga dilakukan oleh dua orang praktisi yaitu guru biologi SMP di daerah 3T.

Aspek-aspek yang dinilai dalam validasi meliputi *website*, *gameboard*, kartu soal, dan materi, yang masing-masing memiliki pernyataan seperti terlihat pada tabel 3. Para validator diminta untuk menanggapi pernyataan tersebut dengan mengisi opsi-opsi berikut: 1) Sangat tidak layak, 2) Tidak layak, 3) Layak, 4) Sangat layak; melalui *Google Form* sesuai dengan persepsi masing-masing validator. Aspek validasi dan kisi-kisinya disajikan pada tabel 3. Rentang skor validasi yang diperoleh secara akumulatif yaitu antara 71% sampai 85%. Nilai validasi produk secara umum sebesar 81%. Skor tersebut masuk dalam kriteria sangat valid. Hasil ini menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis *board game* Monopoli dan *Take Me Out* dibuat sesuai dengan dan atau sangat sesuai dengan kriteria media pembelajaran yang baik.

Tabel 3. Aspek dan kisi-kisi validasi

No	Aspek Penilaian (Rerata skor validitas = 81%)
	A. *Website* (Skor Validitas = 71%)
1	Waktu loading *website* singkat
2	Isi *website* mudah dipahami pengguna.
3	Komposisi warna nyaman untuk dilihat.
4	Tata letak gambar dan teks proporsional.
5	Jenis huruf yang digunakan mudah dibaca.
6	Ukuran huruf membuat teks mudah dibaca.
7	Panduan penyusunan *game board* jelas dan mudah diikuti.
8	Video panduan membantu pengguna dalam penyusunan produk.
9	Materi *download* dapat diakses pengguna dengan lancar.
10	Kualitas gambar baik dan jelas (gambar tidak buram/pecah).
	B. *Gameboard* (Skor Validitas = 85%)
11	Ketepatan ukuran modular *gameboard*.
12	Komposisi warna nyaman untuk dilihat.
13	Tata letak gambar dan teks proporsional.
14	Jenis huruf yang digunakan mudah dibaca.
15	Ukuran huruf membuat teks mudah dibaca.
16	Kualitas gambar baik dan jelas (gambar tidak buram/pecah).
	C. Kartu Soal (Skor Validitas = 84%)
17	Ketepatan ukuran lembar kartu soal.
18	Kualitas gambar yang digunakan baik dan jelas (gambar tidak buram/pecah).
19	Komposisi warna nyaman untuk dilihat.
20	Tata letak gambar dan teks proporsional.

Tabel 3. Aspek dan kisi-kisi validasi

No	Aspek Penilaian (Rerata skor validitas = 81%)
21	Jenis huruf yang digunakan mudah dibaca.
22	Ukuran huruf membuat teks mudah dibaca.
23	Kualitas gambar baik dan jelas (gambar tidak buram/pecah).
	D. Materi (Skor Validitas = 84%)
24	Kesesuaian media dengan target pembelajaran yang dicapai.
25	Kesesuaian media dengan kemampuan berpikir siswa SMP.
26	Cakupan materi pada kartu pertanyaan pada kartu pertanyaan memiliki kedalaman dan keluasan pembelajaran pembelajaran menurut KD.
27	Media *Gameboard* mampu membantu siswa memahami materi/konsep yang dibahas.
28	Media *Gameboard* berpotensi meningkatkan minat belajar siswa pada materi yang dipelajari.

Hasil validasi menunjukkan bahwa secara umum, para validator ahli materi dan praktisi memberikan komentar yang sangat positif seperti yang ditunjukkan pada tabel 4. Kedua validator praktisi, menyatakan bahwa produk yang dikembangkan berpotensi untuk memacu motivasi belajar siswa dan juga berpeluang untuk digunakan di daerah 3T. Komentar validator materi menyarankan memberikan tambahan subtitle pada video panduan perakitan produk. Sedangkan saran dari validator media pembelajaran adalah melakukan perbaikan penampilan di website serta penambahan deskripsi tentang *boardgame* yang disajikan pada setiap halaman *web*.

Saran tersebut mencakup aspek konten web, komposisi warna, tata letak gambar dan teks di *website* secara proporsional, dan ukuran font yang digunakan mudah dibaca. Rincian saran-saran ini dan apa yang telah dilakukan sebagai tanggapan atas saran yang disampaikan secara keseluruhan ditunjukkan pada tabel 4. Hampir semua saran untuk perbaikan telah dibuat, kecuali untuk beberapa hal yang tidak dapat dilakukan karena *default* dari *Google Sites* dan atau tampilan yang dimaksudkan diperlukan untuk membantu mempermudah segalanya, seperti perakitan bagian komponen permainan papan yang terpisah. Hasil dari peningkatan ini dapat dilihat langsung di *website Bioboardgame*. Gambar-gambar bagian dari *website bioboardgame* yang ditampilkan pada beberapa halaman sebelumnya merupakan hasil perbaikan yang telah dilakukan.

Tabel 4. Komentar umum validator tentang media pembelajaran berbasis *Gameboard* Monopoli dan *take me out*

Validator	Komentar
Praktisi 1	Ide tersebut sangat bagus untuk dikemas menjadi media pembelajaran, apalagi saat ini banyak anak-anak yang bosan, jika belajar dijelaskan dengan bercerita. Melalui media ini, saya kira motivasi belajar anak akan berkembang dan pembelajaran akan lebih menarik dan tidak membosankan.
Praktisi 2	Secara keseluruhan media pembelajaran ini sangat baik untuk materi ini karena menarik minat mahasiswa khususnya di

	daerah saya, karena dalam berbagai aspek kita masih terbatas, misalnya jaringan internet di daerah kita hanya tersedia di tempat-tempat tertentu. Jika memungkinkan, semoga media pembelajaran ini juga bisa berupa buku sehingga tidak hanya siswa yang memiliki perangkat elektronik saja yang bisa mengaksesnya untuk belajar, tetapi yang belum memilikinya bisa mempelajarinya melalui buku.
Ahli Materi	Produk yang dikembangkan bagus, dapat ditingkatkan, misalnya dengan menambahkan instruksi teks ke video tutorial perakitan dan memperbaiki beberapa kesalahan ketik.
Ahli Media	Secara umum, medianya bagus, sesuai materi, menarik dan bisa mengaktifkan siswa. Hal-hal yang perlu diperbaiki adalah terkait penampilan tayangan di *website*, penambahan deskripsi setiap *gameboard*, langkah kerja, ukuran tulisan, *background* yang dapat dilihat secara detail pada setiap item pernyataan.

Pembahasan

Kegunaan pembelajaran berbasis game telah dipelajari secara luas dan terbukti memiliki dampak positif pada kemajuan akademik siswa sejak tahun 2000. Dampak positif dari pembelajaran berbasis game tersebut seperti meningkatnya critical thinking siswa, seperti dilansir Mao et al (2021). Dalam pembelajaran berbasis permainan dalam sains telah diperhitungkan untuk meningkatkan hasil belajar siswa serta untuk memberikan pembelajaran yang efektif dalam lingkungan pemecahan masalah kolaboratif (Li & Tsai, 2013; Setiawan & Phillipson, 2019). Selain itu, untuk meningkatkan kinerja sistem pendidikan, Game Based Learning memiliki sejumlah keunggulan yang menarik. Ketika pemain bermain game dan menyelesaikan tantangan, mereka secara langsung melatih keterampilan yang dibutuhkan untuk sukses di abad kedua puluh satu yang serba cepat (Karakoç et al., 2020).

Menurut referensi tersebut, penelitian ini difokuskan untuk merancang dan mengembangkan Monopoli dan *Take Me Out*. Kedua *board game* ini dikategorikan sebagai media pembelajaran berbasis game konvensional. Dan untuk menampung *template*, materi serta keperluan distribusinya, peneliti melengkapi produk ini dengan sebuah halaman *website*.

Monopoli

Monopoli adalah jenis *board game* populer di mana pemain berusaha menguasai semua plot di atas papan permainan. Permainan ini dirancang untuk mempelajari sistem ekonomi seperti menjual dan menyewakan. Pengguna mungkin percaya bahwa mereka sedang bermain, tetapi mereka sebenarnya sedang belajar. Konsep belajar dengan bermain sebagai akomodasi dalam permainan Monopoli diyakini sebagai metode terbaik untuk menyampaikan hal-hal biologi kepada siswa. Modifikasi permainan monopoli untuk pembelajaran biologi telah dilaporkan oleh Herdani, Sartono & Evriyani (2015). Sepengetahuan peneliti, Penelitian yang menggunakan permainan monopoli masih menggunakan pola papan permainan yang sama seperti pada papan permainan monopoli asli (Susanto, Raharjo, & Prastiwi, 2012; Putra & Nisa, 2021).

Pada penelitian ini, peneliti melakukan pendekatan yang berbeda dengan merancang pola papan permainan kita sendiri. Hal inilah yang membuat produk kami berbeda dengan produk yang sudah ada. Perkembangan permainan monopoli dalam pembelajaran meliputi:

1. Area monopoli dimodifikasi menjadi area tertutup (*Blocking Area*)
2. Untuk keluar dari "area pemblokiran", pemain membukanya dengan menjawab pertanyaan dengan benar.
3. Setiap area pemblokiran berbeda sesuai dengan materi atau terkait dengan organ yang digambarkan dalam beberapa
4. Di beberapa tempat jalur permainan ada perintah khusus yang harus diikuti pemain, di antaranya adalah perintah maju, mundur, istirahat tidak bermain 1 putaran, dll.

Alat atau media pembelajaran yang dibutuhkan hampir sama dengan media pembelajaran lainnya yaitu ular tangga, satu-satunya perbedaan adalah model beberan dan pengelompokan soal sesuai area pemblokiran. Hasil desain beberan dan fasilitas pelengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1. Langkah-langkah pembelajaran mengikuti urutan berikut:

1. Guru mengingatkan/memeriksa apakah siswa telah membaca materi pelajaran yang akan dibahas (tugas yang disampaikan pada akhir pelajaran sebelumnya)
2. Guru menyampaikan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai
3. Siswa dibagi menjadi beberapagrou ps, masing-masing kelompok terdiri dari 4-5 siswa



Gambar 1. Peralatan Media Pembelajaran Monopoli
1) Papan Permainan 2) tanda pemain 3) penentu bergerak 4) kartu pertanyaan 5) kartu jawaban 6) Tabel penilaian 7) Kemasan

4. Guru menjelaskan permainan yang sedang dilakukan yang meliputi:
    - Sebelum mengocok dadu, perwakilan pemain/kelompok harus mengambil kartu pertanyaan dan menjawab dengan benar (untuk memeriksa jawaban yang benar dengan membuka kartu jawaban). Jika pemain bisa menjawab dengan benar, maka terus mengocok dadu dan bergerak sesuai dengan dadu yang muncul di permukaan atas. Tetapi jika Anda tidak menjawab, maka Anda tidak memiliki kesempatan untuk melempar dadu, dan kesempatan itu jatuh ke pemain / grup berikutnya.

- Jika langkah pemain harus melewati area pemblokiran, maka ia harus menjawab pertanyaan sesuai dengan area yang relevan. Jika jawabannya benar, maka dia bisa keluar untuk melanjutkan langkah-langkah seperti yang ditunjukkan oleh dadu. Tetapi jika jawabannya salah/kurang sempurna maka dia berada di kotak terakhir area pemblokiran.
- Jika langkahnya berhenti di suatu tempat dengan perintah khusus, maka ia harus mengikuti perintah tersebut
- Untuk menjawab pertanyaan, pemain diberi kesempatan untuk berdiskusi dengan kelompoknya selama maksimal 30 detik.

5. Guru dan siswa menyiapkan media/peralatan permainan:
   - Beberan ditempelkan di papan tulis.
   - Kartu pertanyaan untuk setiap area pemblokiran dipisahkan. Sebelum pertandingan dimulai, masing-masing dikocok dan ditempatkan di meja depan dalam keadaan tertutup.
   - Kartu jawaban diurutkan dari angka terkecil hingga terbesar dan ditempatkan di sebelah kartu pertanyaan dalam keadaan tertutup.
6. Siswa diminta untuk menentukan urutan permainan (bisa dengan hompimpah atau cara lain).
7. Pemain pertama diminta untuk memulai permainan, sebagai pembuka kartu jawaban dan penjaga skor adalah pemain terakhir, sedangkan nanti jika pemain kedua bermain, pembuka kartu jawaban dan penjaga skor akan menjadi pemain pertama, dan seterusnya.
8. Selama permainan, guru memantau jawaban yang diajukan oleh siswa sebagai klarifikasi setelah permainan berakhir
9. Akhir permainan dapat didasarkan pada waktu yang telah ditentukan, pada jumlah putaran yang disepakati atau setelah seseorang mencapai akhir.
10. Di akhir permainan, skor pemain dijumlahkan dan pemenang ditentukan.
11. Guru mengklarifikasikonsep yang tidak benar yang diangkat oleh siswa selama permainan.

Take Me Out

Media pembelajaran *Take Me Out* dikembangkan dari prinsip program TV "*Take Me Out Indonesia*" yang populer pada awal tahun 2000-an. Program TV ini merupakan program TV berlisensi dari Fremantle-Media (TakeMeOutIndonesia, n.d.). Garis besar progam TV tersebut adalah peserta mencari dan memilih pasangan yang memiliki sifat atau karakter yang mereka anggap cocok. Program *reality show* ini mengudara seminggu sekali dengan durasi tayang 3 jam. Sehubungan degnan banyaknya penggemar, periode siaran mencapai hampir 11 tahun, dari 19 Juni 2009 hingga 26 Maret 2020 (Wikipedia contributors, 2022).

Para pemain dalam *Take Me Out* adalah sekelompok pria atau sekelompok wanita dengan 1 wanita atau seorang pria (jika grup tersebut laki-laki maka 1 orang adalah laki-laki, tetapi jika kelompok tersebut perempuan maka 1 orang adalah laki-laki). Sekelompok sekitar 20-30 orang menampilkan diri mereka di layar. Kemudian jika kelompok tersebut adalah perempuan, maka satu orang adalah laki-laki yang diminta untuk menampilkan dirinya mengenai identitas, karakter, hobi profesional dan harapannya mengenai pasangan yang diinginkan. Bagi wanita yang merasa tidak tertarik atau tidak cocok dengan apa yang

dikatakan pria, mereka diminta untuk mematikan lampu. Selanjutnya, wanita yang lampunya masih menyala diminta untuk mengajukan pertanyaan yang harus dijawab pria itu. Setelah mendengar jawaban pria tersebut, jika ada wanita yang merasa tidak tertarik, dia akan mematikan lampu. Kemudian bergantian dari wanita yang masih aktif itu ditanyai oleh pria tersebut. Dengan mendengar jawaban wanita, pria akan memilih salah satu yang akan ditarik keluar untuk menjadi calon pasangan. Dan pasangan ini mendapat hadiah/perayaan karena melakukan kencan, atau kencan untuk lebih mengenal diri di tempat yang difasilitasi oleh televisi.

Alasan peneliti mengembangkan media pembelajaran yang diinspirasi oleh *Take Me Out* adalah acara tersebut cukup menarik karena dapat menghibur peserta. Oleh karena itu, media berbasis *Take Me Out* ini layak diadopsi sebagai dasar pengembangan media pembelajaran yang inovatif. Aturan yang dipertahankan adalah: 1) pemain terlebih dahulu tertarik dengan objek yang akan dimiliki, 2) ada tahap tanya jawab dan 3) ada *reward* atau hadiah. Perwujudannya dalam media pembelajaran adalah untuk item 1) pemain diminta untuk melihat gambar yang berkaitan dengan materi yang akan dibahas, untuk item 2) pemain perlu menjawab pertanyaan terkait gambar yang dipilih dan item 3) jika menjawab dengan benar maka akan mendapatkan skor/nilai. Inovasi-inovasi tersebut antara lain:

1. Dituangkan dalam bentuk game berbasis "*Game Board*"
2. Karena dasarnya adalah *Take Me Out*, trek di *Game Board* dibuat untuk memulai dari dalam ke arah luar untuk mencapai finish
3. Bagian belakang gambar yang dipilih berisi jumlah pertanyaan yang perlu dijawab untuk "memilikinya".
4. Agar pembelajaran tidak tergantung pada guru, disediakan kartu jawaban untuk pedoman penilaian.
5. Skor setiap gambar bervariasi tergantung pada tingkat kesulitan / kompleksitas pertanyaan.
6. Skor dalam menjawab pertanyaan menentukan berapa banyak langkah yang akan dilakukan pemain
7. Untuk memudahkan penentuan pemenang, disediakan tabel penilaian, sehingga setelah permainan selesai, pencapaian skor diketahui.
8. Untuk gambar yang dipilih tetapi tidak dapat dijawab, masalah digunakan oleh guru sebagai dasar untuk klarifikasi atau diskusi lebih lanjut tentang materi. Peralatan *board game Take Me Out* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peralatan Media Pembelajaran *Take Me Out* terdiri atas: 1) Papan Permainan 2) tanda pemain 3) kartu gambar 4) kartu pertanyaan 5) kartu jawaban 6) Tabel penilaian 7) Kemasan

Desain dan Pengembangan Website

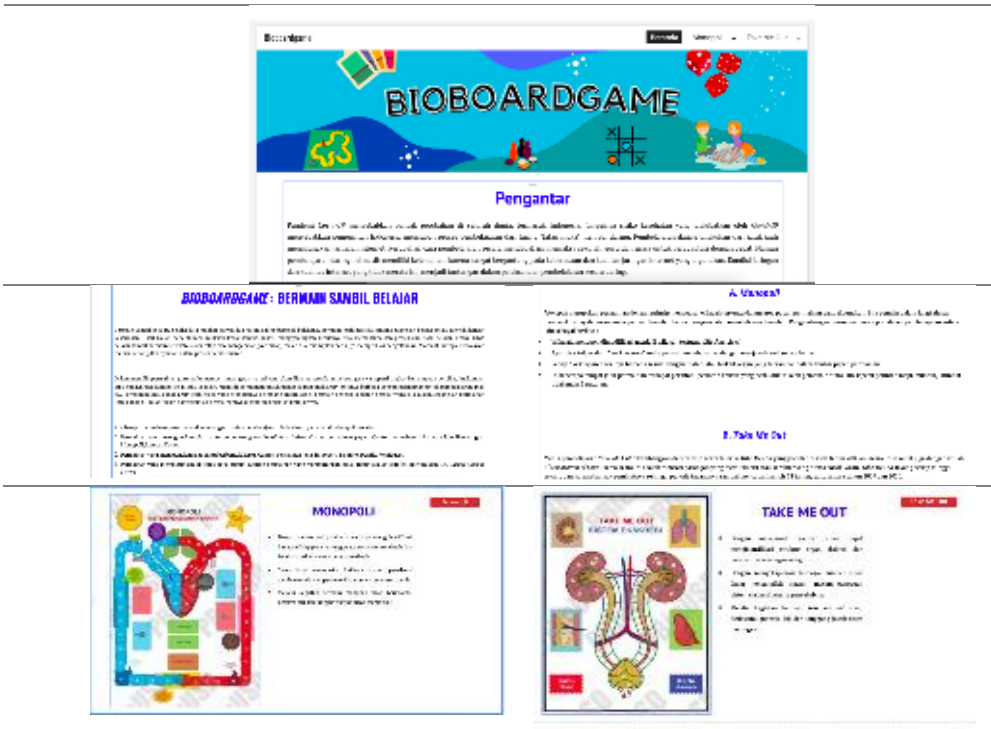
Salah satu tujuan penelitian ini adalah mengembangkan *website. Website* ini digunakan untuk menampung dan menyebarluaskan kedua produk *board game* yang sudah dikembangkan. Pengembangan website memanfaatkan *platform Google Site*. *Google Site* dipilih karena ini merupakan *platform* pembuat *website* gratis serta mudah digunakan. Menimbang dari potensi pengembangan *website* di masa depan, penggunaan Google Sites cukup baik karena fitur *website* dapat dengan mudah terhubung dengan fitur layanan *Google cloud* lainnya (Afifah, Nurohman, & Maryanto, 2021). Manfaat lain yang didapatkan dari *Google Sites* adalah orang awam di bidang IT, khusus pemrogaman *website* mampu membuat situs multi-halaman dengan tombol interaktif. Keuntungan-keuntungan tersebut menjadi pertimbangan peneliti dalam pengembangan website.

Tampilan *website* akan lebih optimal bila diakses menggunakan sistem operasi Windows. Sebenarnya sistem operasi MacOS juga bisa digunakan, akan tetapi tampilannya sedikit ada perubahan. *Website* dapat diakses melalui tautan https://sites.google.com/view/bioboardgame/ . Pada *website* tersebut, pengguna dapat mengunduh dua media *game board*, termasuk tutorial perakitannya baik dalam format video maupun buku manual. Dengan pengembangan website yang relatif sederhana ini, diharapkan mampu memberi kemudahan pengguna dalam mengakses *website*, karena membutuhkan *bandwith* relatif rendah. Oleh karena itu, pengembangan *website* berbasis *Google Sites* ini diharapkan mampu membantu siswa dan guru dari berbagai daerah di Indonesia, terutama dari daerah terpencil dapat dengan akses internet yang terbatas.

Website dengan nama *Bioboardgame* ini terdiri dari 3 halaman, yaitu *homepage*, Monopoli, dan *Take Me Out*. Pada bagian beranda berisi nama *website BioBoardGame* yang dilengkapi dengan pengantar. Bagian pengantar dimaksudkan untuk menjelaskan kepada para pengguna tentang alasan pembuatan website. Selain itu juga menampilkan informasi singakt mengenai produk yang dikembangkan, yaitu Monopoli dan *Take Me Out.* Di sisi kanan setiap *board game* dilengkapi dengan tombol yang dapat diklik untuk mengarahkan pengguna menuju halaman 2 yang berisi tentang Monopoli atau halaman 3 yang memuat tampilan *game board Take Me Out* (Gambar 3).

Secara rinci, halaman 2 berisi tentang gambar-gambar detail terkait media Monopoli, termasuk di dalamnya komponen media, bahan dan alat yang dibutuhkan untuk membuat media (lihat Gambar 4). Laman ini juga menyediakan tutorial pembuatan dan penggunaan media Monopoli, baik dalam bentuk video yang bisa ditonton secara langsung maupun dalam format PDF yang perlu diunduh terlebih dahulu. Selain itu, ada juga fasilitas untuk mengunduh peralatan media Monopoli, terutama 16 modular *board games*, kartu pertanyaan dan kartu jawaban. *Board game* diunduh melalui tautan di halaman dua, sedangkan kartu soal dan kartu jawaban dapat diunduh melalui menu Monopoli di pojok kanan

atas. Untuk bidak pemain, tabel penilaian dan pengemasan (*packaging*) tidak disediakan peneliti. Hal tersebut dilakukan dengan pertimbangan bahwa komponen-komponen tersebut dapat dengan mudah diusahakan oleh guru berdasarkan ketersediaan bahan di daerah masing-masing.



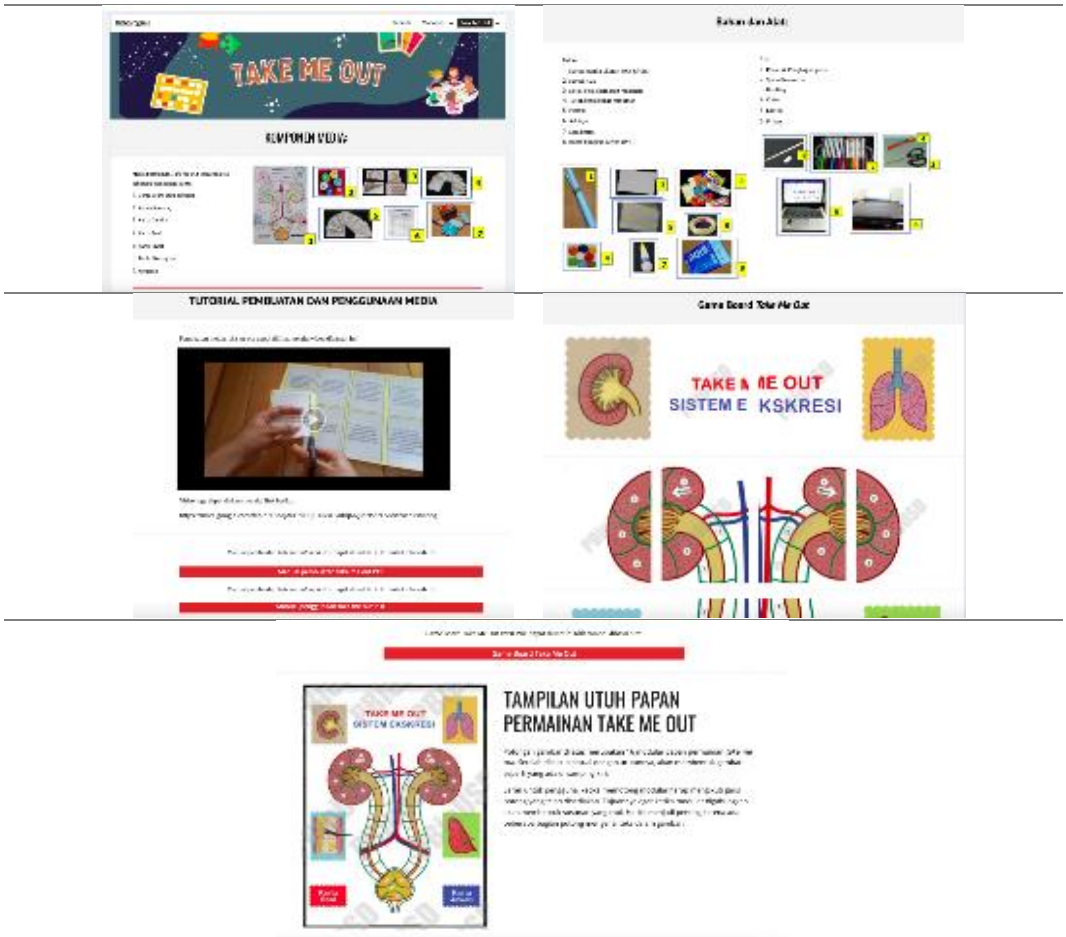
Gambar 3. Tampilan halaman home *website Bioboardgame*

Saat mengunduh *board game*, penting untuk dicatat bahwa produk ini terdiri atas 16 file terpisah. Bila keenam belas potongan tersebut disusun, maka akan membentuk satu papan permainan utuh. Pemisahan bagian *board game* ini dilakukan untuk memudahkan pencetakan pada kertas ukuran A4. Perakitan papan permainan utuh dapat dilakukan setelah 16 modular tersebut diunduh dan dicetak. Guna membantu merakit bagian-bagian tersebut, pada halaman kedua *website* Monopoli turut disertakan tampilan papan permainan Monopoli utuh. Termasuk didalamnya susunan ke 16 bagian modular yang dimaksud (lihat Gambar 4).





Gambar 4. Tampilan halaman dua dari *website Bioboardgame*



Gambar 5. Tampilan halaman ketiga dari *website Bioboardgame*

Pada halaman 3, berisi gambar-gambar detail tentang media *Take Me Out*, termasuk komponen, bahan dan alat yang dibutuhkan untuk membuatnya (lihat gambar 5). Halaman ini juga menyediakan tutorial pembuatan dan penggunaan media *Take Me Out*, baik dalam bentuk video yang bisa ditonton secara langsung

maupun dalam bentuk PDF yang perlu diunduh terlebih dahulu.

Selain itu, ada juga fasilitas untuk mengunduh peralatan media *Take Me Out*, terutama *board games*, kartu pertanyaan dan kartu jawaban. *Board game* diunduh melalui tautan di halaman website ketiga. Sedangkan kartu pertanyaan dan kartu jawaban dapat diunduh melalui menu *Take Me Out* di pojok kanan atas. Mengenai penanda pemain (bidak), tabel penilaian dan kemasan (*packaging*) tidak dibuat dalam pengembangan produk ini, karena komponen-komponen tersebut dapat dengan mudah dikelola oleh guru biologi berdasarkan ketersediaan bahan lokal di tempat masing-masing.

Perbaikan Produk

Berdasarkan komentar para validator, peneliti melakukan perbaikan produk. Saran perbaikan dari para validator lebih banyak menyasar pada perbaikan tampilan *website*. Ada 4 aspek yang perlu diperbaiki, yaitu antara lain isi, komposisi warna, tata letak gambar dan teks, serta ukuran huruf yang digunakan (lihat tabel 5). Namun demikian, ada beberapa komentar validator yang belum bisa difasilitasi peneliti. Perbaikan tersebut seperti menambahkan gambar latar belakang sesuai materi yang dipelajari. Saran perbaikan ini tidak dilakukan peneliti, karena penambahan gambar latar tersebut dapat membuat informasi di *website* menjadi terlalu penuh dan dapat mengacaukan fokus pengguna pada pesan utama *website*.

Hal ini sejalan dengan pendapat Xiang, Yang & Shi (2007), yang menyatakan bahwa dalam desain *web* aspek tata letak dan gaya penampilan *web* didominasi isyarat visual. Oleh karena itu, desain halaman *web* sangat penting menjaga bahasa visual mudah diterima pengguna.

Tabel 5. Saran perbaikan validator dan tanggapan peneliti

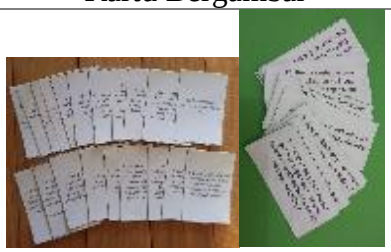
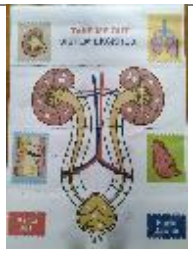
Aspek	Saran Validator	Tanggapan Peneliti
Isi *website* mudah dipahami pengguna.	Di website, perlu ditambahkan deskripsi/informasi tentang *bioboardgame* (monopoli dan *take me out*) seperti definisi/prinsip permainan, manfaat bagi siswa mulai dari psikomotorik atau afektif, hingga cara bermain) sehingga memudahkan pengguna untuk berlatih permainan dalam belajar.	Deskripsi informasi umum tentang definisi, dan manfaat telah ditambahkan di halaman beranda. Informasi spesifik terkait produk mulai dari pembuatan hingga cara bermain sudah ada di buku panduan yang disediakan di website dan dapat diunduh.
Komposisi warna website nyaman untuk dilihat.	Untuk deskripsi menu, Anda dapat menambahkan komposisi warna lain, Anda juga dapat menambahkan gambar latar belakang yang terkait dengan materi, sehingga tidak hanya hitam putih.	Peneliti memindahkan posisi menu dari yang ada di samping ke sudut kanan atas. Langkah ini untuk navigasi yang mudah. Selain itu, agar informasi

Aspek	Saran Validator	Tanggapan Peneliti
		lebih cepat dipahami. Warna latar belakang putih tidak dapat diubah karena merupakan *templates* dari *Google Sites*. Gambar latar belakang tidak ditambahkan karena keterbatasan *template Google Sites*.
Tata letak gambar dan teks di website proporsional.	Gambarnya proporsional Teks utama “*Bioboardgame*” dapat dibuat lebih besar dan dari jenis boardgame jika memungkinkan, jangan dipotong, sehingga lebih mudah dibaca dan menarik. Setiap jenis boardgame dibuat besar, juga antara judul boardgame dan sub/penjelasan dari masing-masing boardgame.	Cuplikan perlu ditampilkan untuk menunjukkan tata letak modular yang disiapkan. Pada saat yang sama membantu pengguna untuk mengetahui pengaturan lengkap modul dan memandu pengguna dalam menyusunnya menjadi satu papan permainan utuh. Di bagian bawah ditambahkan deskripsi tampilan penuh papan permainan untuk memandu pengguna dalam pengaturan modular.
Ukuran font yang digunakan mudah dibaca. .	Ukurannya harus dibuat berbeda dan diperbesar antara judul utama (*Bioboardgame*) dan setiap jenis *Boardgame* (Monopoli, *Take Me Out*) serta sub/deskripsi dari masing-masing jenis.	Sudah disesuaikan. Judul menggunakan ukuran yang lebih besar daripada subtitle dan isi.

Implementasi

Desain media pembelajaran biologi berbasis permainan papan monopoli dan bawa saya keluar telah dipublikasikan di website *bioboardgame*. Website ini telah dipublikasikan sehingga dapat diakses secara umum dari berbagai daerah, termasuk oleh empat validator. Media ini juga telah diunduh dan diujicobakan oleh siswa calon guru biologi dan telah dirangkai menjadi media pembelajaran biologi lengkap yang siap digunakan. Hasil download dan seri media pembelajaran dapat dilihat pada Gambar 6.

Implementasi dalam artian menggunakan media berbasis gameboard monopoli dan membawa produk ini dalam kegiatan pembelajaran di kelas dengan siswa SMP sesungguhnya belum mampu dilakukan. Hal ini berkaitan dengan waktu pelaksanaan pembelajaran dengan materi yang harus sesuai dengan jadwal dan alokasi yang telah ditentukan oleh sekolah secara ketat, sehingga pembelajaran terjadi sesuai dengan urutan materi. Selain itu, pelaksanaan seperti ini membutuhkan izin yang harus dipersiapkan terlebih dahulu. Namun pelaksanaan ini bukan tidak mungkin, kami akan melakukan monitoring untuk mengetahui hasil dari pelaksanaan yang dilakukan oleh guru biologi yang telah mengunduh media *gameboard* ini.

Kelengkapan Media Monopoli	Kelengkapan Media *Take Me Out*
 **Dadu**	
 **Kartu Soal**	 Kartu Bergambar
 **Kartu Jawab**	 Kartu Soal dan Jawab
 ***Gameboard* Monopoli**	 *Gameboard Take Me Out*

Gambar 6. Pengunduhan dan perakitan *gameboard2*berbasis learning media

Evaluasi

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, peneliti mengunggah produk *bioboardgame* di Google Site dengan pertimbangan bahwa *platform* dapat diakses dengan mudah dan ringan. Dua hal inilah yang menjadi alasan utama untuk membuat produk media gameboard mudah diakses oleh guru dan siswa di daerah dengan sinyal internet yang terbatas dan tidak stabil. Dalam mengevaluasi produk ini, kami melihat tiga aspek, yaitu proses pengunduhan, perakitan, dan penggunaan.

Uji coba akses dan pengunduhan materi diuji di Pangkalan Bun, Provinsi Kalimantan Tengah dan Rote Ndao di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Hasil uji akses dan unduh di kedua lokasi tersebut menunjukkan bahwa *website* yang dibuat dapat diakses dengan lancar. Proses mengunduh materi juga lancar. Dapat disimpulkan bahwa kualitas produk dari aspek proses pengunduhan dikatakan baik. Ujicoba akses website serta pengunduhan materi tersebut dilakukan di lokasi yang relatif terjangkau jaringan internet yang relatif stabil. Hasil penilaian ini bisa jadi berbeda bila dilakukan pada daerah dengan kualitas sambungan internet di level bawahnya. Sehingga penelitian ini belum secara tegas menyatakan bahwa website bisa diakses pada daerah dengan kualitas internet yang cenderung sedang ke buruk. Namun, kondisi ini bisa diantisipasi dengan menyimpan file unduhan yang dibutuhkan ke *flash disk*. Dengan menggunakan cara ini, pengguna bisa melakukan pencetakan di lokasi yang tidak terjangkau internet sekalipun. Akan tetapi dengan catatan, perlu adanya jaringan listrik yang memadai sebagai daya perangkat elektronik yang digunakan.

Aspek kedua, yaitu proses perakitan. Dua produk yang dibuat, yaitu monopoli dan *take me out* memiliki 3 komponen penting. Ketiga bagian tersebut terdiri dari papan permainan, kartu pertanyaan, dan kartu jawaban. Secara khusus, produk take me out memiliki kartu gambar tambahan. Pada komponen *board game*, kedua produk tersebut memiliki 16 bagian modular. Papan permainan dirancang untuk memiliki 16 bagian untuk pengemasan yang mudah. Namun di sisi lain, jumlah potongan bagian ini akan menyulitkan dalam proses perakitan, terutama dalam proses pemotongan. Dalam proses desain, panduan pemotongan telah disiapkan. Dalam proses pemotongan bagian ini sangat disarankan untuk menggunakan mesin pemotong yang presisi. Ketika pemotongan tidak rapi, maka informasi yang tertulis di bagian tersebut akan sulit dibaca. Ini adalah kelemahan sampingan dalam pengembangan produk. Kelemahan ini dapat dibantu dengan mencetak tampilan papan permainan penuh kecil yang dapat dibagikan dengan pemain. Cara ini dilakukan jika ada bagian penting yang terpotong dan tidak terbaca dengan baik. Peneliti menyiapkan dokumen panduan cetak dan visual dalam proses perakitan produk. Kedua produk tersebut disiapkan untuk membantu pengguna dalam proses perakitan produk. Tiga komponen lainnya, yaitu kartu soal, kartu jawaban dan kartu bergambar, umumnya tidak memiliki masalah teknis. Ketiga jenis kartu tersebut dirancang untuk berdiri sendiri, bukan bagian dari teka-teki yang harus disatukan. Aspek kerapihan pemotongan kartu menjadi pertimbangan kemudahan dalam proses penggunaan.

Aspek ketiga adalah penggunaan. Kedua produk dilengkapi dengan panduan unduhan dan perakitan. Dalam aspek penggunaan, panduan pengguna juga disiapkan. Hasil uji coba terbatas menunjukkan bahwa produk yang dibuat mudah

digunakan. Pemain dapat dengan mudah mengikuti instruksi permainan yang disiapkan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, disimpulkan bahwa desain media pembelajaran konvensional berbasis Monopoli dirancang untuk materi sirkulasi darah manusia, dan board game *Take Me Out* disiapkan untuk sistem ekskresi manusia. Kedua board game tersebut berhasil dibuat dan dikembangkan. Media tersebut telah diunggah ke *website Biogameboard* yang telah dipublikasikan sehingga media pembelajaran gameboard ini dapat diunduh dan dirakit sesuai dengan panduan yang diberikan. Desain media pembelajaran gameboard konvensional untuk materi biologi SMP berbasis web yang dapat diunduh telah memenuhi kesesuaian dengan aspek validasi yang meliputi website, gameboard, kartu soal, dan materi dengan 28 kriteria serta dinyatakan layak dan baik digunakan dengan revisi sesuai komentar dan saran validator.

Selain itu, disarankan agar pemantauan situs web Biogameboard perlu dilakukan terus menerus untuk memastikan akses yang mudah serta untuk memantau jumlah dan lokasi pengunduh yang mencerminkan luasnya dan manfaat media yang telah dibuat. Penyelesaian gambar pada *website* juga diperlukan untuk meningkatkan kualitas media yang telah dibuat.

Daftar Pustaka

Afifah, A., Nurohman, S., & Maryanto, A. (2021). The Development of Interactive Learning Media on Android Platform Assisted by Google Sites. *Journal of Science Education Research*, 5(2), 10-15. Doi: https://doi.org/10.21831/jser.v5i2.44288

Amalia, A., & Sa’adah, N. (2021). Dampak Wabah Covid-19 Terhadap Kegiatan Belajar Mengajar di Indonesia. Jurnal Psikologi, 13(2), 214-225. Doi: http://dx.doi.org/10.35760/psi.2020.v13i2.3572

Aqib, Z. (2014). Model-model, media dan strategi pembelajaran kontekstual inovatif. Bandung: Yrama Widya.

Arsyad, A. (2014). Media pembelajaran. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.

Chang, L. (1994). A Psychometric Evaluation of 4-Point and 6-Point Likert-Type Scales in Relation to Reliability and Validity. Applied Psychological Measurement, 18(3), 205–215. Doi: https://doi.org/10.1177/014662169401800302

Ekantini, A. (2020). Efektivitas Pembelajaran Daring pada Mata Pelajaran IPA di Masa Pandemi Covid-19: Studi Komparasi Pembelajaran Luring dan Daring pada Mata Pelajaran IPA SMP. Jurnal Pendidikan Madrasah, 5(2), 187-194. Doi: https://doi.org/10.14421/jpm.2020.52-04

Ermayulis, S. (2020). Penerapan Sistem Pembelajaran Daring dan Luring di Tengah Pandemi Covid-19. https://www.stit-alkifayahriau.ac.id/penerapan-sistem-pembelajaran-daring-dan-luring-di-tengah-pandemi-covid-19/

Herdani, T. P., Sartono, N., & Evriyani, D. (2015). Development of Modified Monopoly Game as a Learning Media On Endocrine System (Research

and Development at Senior High School 1 Jakarta). Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi, 8(1), 20-28.

Karakoç, B., Eryılmaz, K., Turan Özpolat, E. et al. The Effect of Game-Based Learning on Student Achievement: A Meta-Analysis Study. Tech Know Learn (2020). https://doi.org/10.1007/s10758-020-09471-5

Liayunika, T., Irawati, S., & Yennita, Y. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Memecahkan Masalah Kelas VII E SMPN 6 Kota Bengkulu. Diklabio: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi, 3(1), 41-48.

Li, MC., & Tsai, CC. Game-Based Learning in Science Education: A Review of Relevant Research. Journal of Science Education and Technology 22, 877–898 (2013). https://doi.org/10.1007/s10956-013-9436-x

Malyana, A. (2020). Pelaksanaan Pembelajaran Daring dan Luring Dengan Metode Bimbingan Berkelanjutan Pada Guru Sekolah Dasar di Teluk Betung Utara Bandar Lampung. Pedagogia: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar Indonesia, 2(1), 67-76.

Mao, W., Cui, Y., Chiu, M. M., & Lei, H. (2021). Effects of Game-Based Learning on Students’ Critical Thinking: A Meta-Analysis. Journal of Educational Computing Research, 073563312110070. Doi:10.1177/07356331211007098

Medida, V. A., Safitri, Y. A., & Nirmala, P. O. (2020). Dampak Masa Pandemi Covid-19 Terhadap Dinamika Pembelajaran Guru IPS Pada Siswa SMP. In SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN IPS (Vol. 1, No. 1).

Ningsih, L. R., Harun, I. Y., Rahmadiana, V., Miarsyah, M., & Hendi, R. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Ular Tangga Materi Sistem Peredaran Darah untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik. Jurnal Pendidikan Biologi, 9(3), 1-10.

Ningsih, R. (2019). Meningkatkan Pemahaman Pembelajaran Biologi dengan Metode Percobaan Pada Pokok Bahasan Struktur dan Fungsi Tubuh Tumbuhan di SMP Negeri 4 Samarinda. Jurnal Pendidikan Dasar, 4(1), 42-47.

Peterson, C. (2003). Bringing ADDIE to life: Instructional design at it’s best. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 12(3), 227-241.

Pratama, R. E., & Mulyati, S. (2020). Pembelajaran Daring dan Luring pada Masa Pandemi Covid-19. Gagasan Pendidikan Indonesia, 1(2), 49-59.

Putra, M. J. A., & Nisa, M. (2021). The Development of Monopoly Game as Media for Science Learning at Elementary School. AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan, 13(3), 1786-1798.

Robandi, D., & Mudjiran, M. (2020). Dampak Pembelajaran Dari Masa Pandemi Covid-19 terhadap Motivasi Belajar Siswa SMP di Kota Bukittinggi. Jurnal Pendidikan Tambusai, 4(3), 3498–3502. Doi: https://doi.org/10.31004/jptam.v4i3.878

Sadiman, A.S, R. Rahardjo, A. Haryono, Rahardjito. (2009). Media pendidikan: pengertian, pengembangan dan pemanfaatannya. Jakarta: Rajawali

Sa’adah R. N., & Wahyu. (2020). Metode penelitian R&D (Research and Development) kajian teoritis dan aplikatif. Batu: Literasi Nusantara.

Sari, N. P., Yennita, Y., & Irawati, S. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terstruktur Dengan Mind Mapping Untuk Meningkatkan Hasil

Belajar Biologi Kelas VIII 7. Diklabio: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi, 3(2), 123-131.

Setiawan, H., & Phillipson, S. (2019). The effectiveness of Game-Based Science Learning (GBSL) to improve students’ academic achievement: A meta-analysis of current research from 2010 to 2017. REID (Research and Evaluation in Education), 5(2), 152-168.

Surata, I. K., Sudiana, I. M., & Sudirgayasa, I. G. (2020). Meta-Analisis Media Pembelajaran pada Pembelajaran Biologi. Journal of Education Technology, 4(1), 22-27.

Susanto, A., Raharjo, Prastiwi, M. S. (2012). Permainan Monopoli Sebagai Media Pembelajaran Sub Materi Sel Pada Siswa SMA Kelas XI IPA. BioEdu, 1(1).

TakeMeOutIndonesia. (n.d.). Tentang Take Me Out Indonesia. Situs diakses 10 Oktober 2022, dari https://web.archive.org/web/20090620014231/http://www.takemeoutindonesia.com/registration.php

Wikipedia contributors. (2022, September 10). Take Me Out Indonesia. Wikipedia Bahasa Indonesia, Ensiklopedia Bebas. https://id.wikipedia.org/wiki/Take_Me_Out_Indonesia

Xiang, P., Yang, X., & Shi, Y. (2007). Web Page Segmentation Based on Gestalt Theory. Multimedia and Expo, 2007 IEEE International Conference On. doi:10.1109/icme.2007.428513

http://e-conf.usd.ac.id/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS *WEBSITE* BERBANTUAN iSPRING SUITE 9 PADA MATERI BAKTERI KELAS X

Theresia Aprodita Srilestari[1] Retno Herrani[2]

[1,2]*Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan*
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta
[1]theresiaaprodia@gmail.com, [2]retnoherrani@gmail.com

Abstrak

Pemanfaatan teknologi informasi dalam pengembangan media pembelajaran semakin pesat selama pandemi COVID-19. Sebanyak 7 SMA di Kota Yogyakarta dan Kabupaten Sleman membutuhkan media yang dapat meningkatkan motivasi peserta didik pada situasi *blended learning* khususnya pada materi bakteri yang membutuhkan konsep dasar dan pemahaman yang tinggi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran berbasis *website* berbantuan iSpring Suite 9 pada materi bakteri kelas X dan mengetahui tingkat validitasnya. Metode penelitian yang dilakukan adalah *research and development* (R&D) model ADDIE. Tahap penelitian meliputi analisis, *design,* dan *development*. Jenis data yang digunakan yaitu kuantitatif dan kualitatif. Data survei kebutuhan dianalisis secara deskriptif kualitatif sedangkan data validasi dianalisis secara kuantitatif untuk mengetahui tingkat validitas media pembelajaran. Media pembelajaran memuat materi, video pembelajaran, LKPD, dan evaluasi untuk 4 pertemuan. Media dapat diakses pada https://theresiaaprodita.itch.io/bakteri. Hasil uji validitas materi 91% sedangkan media 92,73%. Tingkat validitas materi dan media termasuk kategori sangat valid. Berdasarkan hasil validasi, media pembelajaran berbasis *website* berbantuan iSpring Suite 9 pada materi bakteri kelas X dapat digunakan uji coba terbatas sesuai dengan saran validator.
Kata Kunci: media pembelajaran, *blended learning*, *website*, bakteri, *Research and Development*

Abstract

Utilization of education technology accelerating during COVID-19 pandemic. Learning media also harness technology. About 7 senior high school in Yogyakarta and Sleman need media which can increase student motivation in blended learning situations, especially in bacteria course which takes fundamental concept and high utilizing. The goal is to develop a website based learning media aided by iSpring Suite 9 for bacteria courses in X^{th} grade and to know the rate of validity. The method is research and development (R&D) with ADDIE model. The research stage includes analysis, design, and development. The type of data used is qualitative and quantitative data. Analysis data analyzed by descriptive qualitative while validation data analyzed by quantitative to find out the ratee of learning media validity.Learning media contains material, LKPD, learning video, and evaluation for 4 meetings. Media can be accessed on https://theresiaaprodita.itch.io/bakteri.

The result of material validity 91% while media 92,73%. The rate of validity of learning media is very valid. Based on result validity tests the website as the learning media aided by iSpring Suite 9 for bacteria material in X^{th} grade can be used for limited trials according to validator’s suggestions.
***Key Words** : blended learning, learning media, website, bacteria, Research and Development*

Pendahuluan

Pemanfaatan teknologi dibutuhkan pada pembelajaran masa kini. Ide kreatif dan inovatif mendasari kebutuhan teknologi pendidikan untuk menjawab permasalahan pembelajaran jarak jauh (PJJ). Kondisi ini mengharuskan proses pembelajaran tetap berlangsung dan dapat memenuhi standar yang diharapkan. Harapannya pembelajaran jarak jauh dengan aspek pembelajaran aktif, inovatif, kreatif, dan menyenangkan (PAIKEM) tetap berlangsung semaksimal mungkin dan tujuan pembelajaran dapat tercapai (Mariana, 2019). Berdasarkan hasil survei kebutuhan di 7 SMA Kota Yogyakarta dan Kabupaten Sleman, terdapat permasalahan selama proses pembelajaran yaitu kurangnya motivasi peserta didik. Hal ini disebabkan karena guru sulit dalam memanfaatkan media pembelajaran yang menarik dan variatif, terutama pada pelajaran Biologi. Beberapa Sub-Materi Biologi, menurut guru yang mengukuti survei berpendapat bahwa materi bakteri sulit untuk dipahami oleh peserta didik karena materi bakteri bersifat abstrak dan memiliki banyak hafalan. Menurut Turnip dkk (2018) materi bakteri membutuhkan pemahaman dengan konsep dasar yang kuat, apabila konsep dikuasai maka peserta didik tidak mengalami kesulitan untuk mempelajari materi selanjutnya.

Menanggapi kesulitan guru dalam memanfaatkan media pembelajaran, peneliti melaksanakan penelitian untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis *Website*. Media pembelajaran yang dikembangkan berdasar pada pemanfaatan media Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Menurut Anshori (2018) pemanfaatan media TIK menjadi alternatif karena IT menjadi media penghubung komunikasi antara satu sama lain (guru dan peserta didik). Solusi yang ditawarkan adalah pembuatan media pembelajaran yang dapat memotivasi peserta didik saat mengikuti pembelajaran. Media tersebut dapat berbasis IT yang mudah untuk digunakan oleh peserta didik untuk memahami suatu materi dan menyajikan video pembelajaran. Media yagn dikembangkan dapat di gunakan di seluruh teknologi saat ini. Pemilihan *Website* sebagai media pembelajaran karena media pembelajaran *Website* menonjolkan aspek instruksi yang jelas, kemudahan dalam akses media, dan efisiensi waktu penggunaan (Faradayanti dkk, 2020). Pengembangan media pembelajaran berbasis *Website* yang layak dan baik menurut Susilowati dkk. (2013) harus memenuhi 3 aspek yaitu isi, bahasa, dan penyajian. Semakin tinggi kelayakan pengembangan suatu media pembelajaran, maka akan semakin tinggi peluang untuk mengatasi permasalahan proses pembelajaran. Tidak hanya mempertimbangkan aspek media pembelajaran yang layak dan baik, peneliti juga mempertimbangkan faktor-faktor pemilihan media pembelajaran dengan model ASSURE menurut Batubara (2021).

1. *Analyze* yaitu analisis karakateristik peserta didik

2. *State standard and objectives* yaitu menentukan standar dan objektivitas pembelajaran
3. *Select strategy, technology, media, and materials* yaitu mempertimbangkan strategi, teknologi, media, dan materi dalam pembelajaran
4. *Utilize technology, media, and materials* yaitu merancang metode, media, dan material
5. *Require learner participation* yaitu mengatur strategi partisipasi peserta didik dalam pembelajaran.
6. *Evaluasi* yaitu menilai atau mengevaluasi

Media pembelajaran yang dikembangkan disesuaikan dengan kondisi pandemi. Penggunaan media pembelajaran berbasis *Website* menguntungkan dalam efeisiensi waktu, kemudahan akses, dan instruksi yang jelas. Hal ini juga disesuaikan dengan materi bakteri yang bersifat abstrak dan membutuhkan pemahaman dengan konsep dasar yang kuat.

Metode

Jenis penelitian yang dilakukan yaitu *Research and Development* (R&D). Model R&D yang diterapkan adalah ADDIE yang dikembangkan Reiser dan Mollenda (1990) dan diadaptasi dari Jurianto (2017). Peneliti hanya melakukan tiga langkah yakni *analysis, design, and development* karena tujuan penelitian yang dicapai adalah pengembangan produk media pembelajaran berbasis *website* yang dapat diterapkan pada materi bakteri kelas X. Berikut ini adalah tiga langkah yang dilakukan peneliti.

1. *Analysis*

Peneliti melaksanakan jenis analisis kebutuhan untuk mengetahui permasalahan yang dialami 3 SMA negeri dan 4 SMA swasta di kabupaten Sleman atau Kota Yogyakarta. Aspek potensi permasalahan yang ingin diketahui yaitu proses pembelajaran, penggunaan model, metode, media, evaluasi, dan IT dalam pembelajaran. Permasalahan yang bersifat *urgent* dan mendominasi, dipilih menjadi fokus untuk dicarikan alternatif solusi yang tepat sesuai dengan kondisi kelas.

2. *Design*

Pada tahap ini peneliti merancang produk yang dikembangkan, sesuai dengan alternatif solusi yang dipilih. Kegiatan yang dilakukan yaitu merancang desain halaman *website*, menyusun materi tentang bakteri, merancang rencana proses pembelajaran (RPP), dan menyusun soal evaluasi. Apabila instrumen pembelajaran sudah dirancang, peneliti memasukkan materi pembelajaran ke dalam media pembelajaran agar kegiatan pembelajaran, materi, dan media pembelajaran yang dikembangkan sesuai dan saling berkaitan

3. *Development*

Development merupakan tahap mengimplementasikan rancangan yang sudah dibuat. Media pembelajaran yang dikembangkan menggunakan bahasa

pemrograman berbasis HTML5. Media yang dikembangkan, diunggah melalui halaman *website* itch.io. *Website* didesain dengan aplikasi *Canva* dan disimpan dalam format PPTX. Pemilihan *power point* dalam desain media pembelajaran, agar dapat membuat *hyperlink, animation*, dan dapat terintegrasi dengan iSpring Suite 9. Peneliti selanjutnya mendesain evaluasi dengan aplikasi iSpring Suite 9. Semua data evaluasi dapat disimpan dengan format HTML5 melalui *master quiz*. Terakhir, peneliti mengupload melalui *website* itch.io dengan link https://itch.io.theresiaaprodita/bakteri . Semua dokumen seperti LKPD, contoh bakteri menguntungkan dan merugikan ditautkan di media pembelajaran dengan sistem *auto download* untuk memudahkan akses pengguna. Dokumen tersebut sudah diunggah di *google drive* pribadi dengan pengaturan dapat dilihat oleh pengakses dengan link. Adapun fitur yang digunakan dalam *Website* yaitu menu, petunjuk penggunaan, halaman utama, materi, LKPD, evaluasi, dan profil pengembang. Selanjutnya, peneliti merancang angket validasi untuk mengetahui hasil validasi dari media pembelajaran yang dikembangkan. Kegiatan validasi menggunakan kuesioner tertutup dan terbuka. Bagian pertama kuesioner berisikan pernyataan tertutup menggunakan skala Likert untuk mengetahui kecenderungan validator terhadap suatu produk. Interval yang digunakan pada pernyataan tertutup berdasar pada angka atau skor yaitu 4, 3, 2, dan 1. Bagian kedua dari instrumen kuesioner berisikan pertanyaan terbuka. Pertanyaan terbuka yang diajukan adalah komentar atau saran terhadap produk yang dikembangkan. Validasi media pembelajaran dilakukan oleh 4 orang validator (2 validator media dan 2 validator materi). Dua orang validator berasal dari pendidikan dan 2 orang berasal dari institusi perguruan tinggi.

Selanjutnya, peneliti menganalisis berbagai data yang diperoleh. Jenis analisis disesuaikan dengan jenis data yang diperoleh. Peneliti memperoleh data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dari hasil wawancara. Jenis analisis yang dilakukan yaitu analisis deskriptif, sedangkan data kuantitatif diperoleh dari kuesioner atau angket validasi. Adapun rumus yang digunakan pada analisis data kuantitatif yaitu

$$V = \frac{Tse}{Tsh} \times 100\% \quad (1)$$

$$Validitas\ Rata - Rata = \frac{V1 + V2 + V3}{3} \quad (2)$$

Keterangan

V : Validitas

TSe : Jumlah skor validasi dari satu validator

TSh : Jumlah skor harapan atau maksimal

$V_{rata\text{-}rata}$: Validitas rata-rata yang diperoleh dari salah satu validasi materi atau media

Nilai persentase validitas materi dan media selanjutnya dikategorikan berdasarkan kategori tingkat kevalidan pada tabel 1.

Tabel 1. Kategori Persentase Validitas

No	Nilai Validitas	Kategori
1.	80,01% - 100,00%	Sangat Valid
2.	60,01% - 80,00%	Valid
3.	40,01% - 60,00%	Cukup Valid
4.	20,01% - 40,00%	Kurang Valid
5.	01,00%-20,00%	Tidak Valid

Sumber: Akbar (2013)

Hasil dan Pembahasan

Pengembangan media pembelajaran berbasis *website* diawali dengan merancang silabus dan rancangan proses pembelajaran (RPP). Rancangan kompetensi dasar dan indikator disesuaikan dengan analisis kebutuhan pada aspek materi yang sulit dipahami peserta didik dan diajarkan oleh guru yaitu materi bakteri. Alokasi waktu yang digunakan saat mempelajari materi yaitu 10 JP (8 JP kegiatan pembelajaran dan 2 JP sebagai ulangan harian). Setiap JP menghabiskan waktu 45 menit dengan sistem pembelajaran secara sinkronus dan asinkronus, menyesuaikan kondisi pandemi COVID-19. Alokasi waktu tersebut digunakan untuk mencapai 11 IPK yang terintegrasi melalui 4 pertemuan. Semua pertemuan dirancang oleh peneliti untuk menggunakan media pembelajaran berbasis *website* yang sudah dikembangkan. Penggunaan media juga menyesuaikan model pembelajaran yang digunakan yaitu model *discovery learning* dan *flipped learning*.

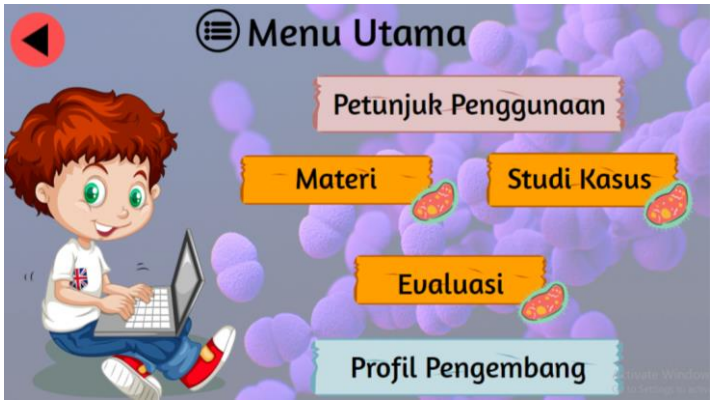
Media pembelajaran selanjutnya dikembangkan sesuai dengan RPP yang dirancang. Sebelumnya, peneliti mendesain terlebih dahulu media pembelajaran menggunakan *canva* dan *power point*. Pembuatan media evaluasi dilakukan menggunakan iSpring Suite 9 yagn terintegrasi dengan media *power point*. Berikut hasil media pembelajaran yang dikembangkan.



Gambar 1. Tampilan awal *website*



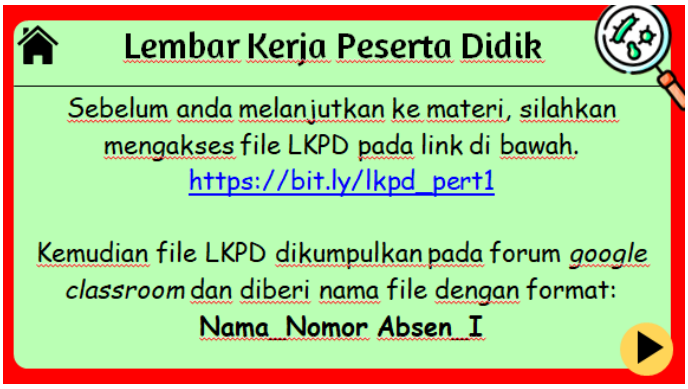
Gambar 2. Petunjuk penggunaan *website*



Gambar 3. Menu utama *website*



Gambar 4 Materi



Gambar 5 LKPD



Gambar 6 Tampilan Evaluasi

Validasi materi menjadi kriteria pertama untuk mengetahui kualitas dan kelayakan suatu produk yang dikembangkan. Produk yang divalidasi yaitu 771nstrument silabus, RPP, LKPD, evaluasi, dan evaluasi pembelajaran. Proses validasi melibatkan 3 validator yaitu: 1) Ibu Y. M. L. F. (validator I materi) sebagai dosen Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta melakukan validasi pada 22 Juni 2022, 2) Ibu F. G. (validator II) sebagai guru mata pelajaran Biologi Kelas X SMA Santo Mikael Yogyakarta melakukan validasi pada 12 Juni 2022., dan 3) Bapak Y. S. M. (validator III) sebagai guru mata pelajaran Biologi Kelas X SMA Katolik Sang Timur Yogyakarta melakukan validasi pada 14 Juni 2022. Hasil validasi dan rekap dapat dilihat pada tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Skor Validasi Materi

No.	Aspek	Validator		
		I	II	III
1.	Isi Silabus dan RPP	7	8	7
2.	Bahasa silabus dan RPP	13	16	16
3.	Isi LKPD	19	20	15
4.	Bahasa LKPD	3	4	4
5.	Isi evaluasi	24	28	25
6.	Isi media pembelajaran	5	8	8

No.	Aspek	Validator		
		I	II	III
Tse (Skor dari validator)		71	84	75
Tsh (Skor yang diharapkan)			84	

Tabel 3. Rekap Hasil Validasi Materi

	Validator I	Validator II	Validator III
Validitas Ahli (Va) (%)	84	100	89
Tingkat Validitas	Valid	Sangat valid	Sangat valid
$\bar{X}$ Validitas		91 % (Sangat Valid)	

Keterangan:
$\bar{X}$: Rata-rata

Berdasarkan hasil validasi materi terhadap pengembangan media pembelajaran berbasis *website* berbantuan iSpring Suite 9 memperoleh rata-rata 91% dengan tingkat validitas sangat valid.

Validasi media menjadi kriteria kedua untuk mengetahui kualitas dan kelayakan suatu produk yang dikembangkan. Proses validasi media hanya satu kali dilakukan dengan meninjau beberapa aspek media yaitu kepraktisan penggunaan, kelengkapan komponen media, petunjuk penggunaan, tampilan website, kemudahan dalam penggunaan, video pembelajaran, media penyampaian soal, dan tampilan evaluasi. Berikut rincian 3 validator yang terlibat: 1) Ibu B (Validator I media) sebagai dosen Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta melakukan validasi pada 7 Juni 2022, 2) Ibu F. G. (validator II) sebagai guru mata pelajaran Biologi Kelas X SMA Santo Mikael Yogyakarta melakukan validasi pada 12 Juni 2022., dan 3) Bapak Y. S. M. (validator III) sebagai guru mata pelajaran Biologi Kelas X SMA Katolik Sang Timur Yogyakarta melakukan validasi pada 14 Juni 2022. Hasil validasi dan rekap dapat dilihat pada tabel 4 dan 5.

Tabel 4. Skor Validasi Media

No.	Aspek	Validator		
		I	II	III
1.	Kepraktisan penggunaan	3	4	4
2.	Kelengkapan komponen media	4	4	4
3.	Petunjuk penggunaan	3	4	4
4.	Tampilan *website*	18	20	19
5.	Kemudahan dalam penggunaan	3	4	4
6.	Video pembelajaran	6	7	7
7.	Media penyampaian soal	3	4	4
8.	Tampilan *evaluasi*	18	20	19
Tse (Skor dari validator)		58	67	65
Tsh (Skor yang diharapkan)			68	

Tabel 5. Rekap Hasil Validasi Media

	Validator I	Validator II	Validator III
Validitas Ahli (Va) (%)	85,2	98	95
Tingkat Validitas	Sangat Valid	Sangat Valid	Sangat Valid
$\bar{X}$ Validitas	92,73% (Sangat valid)		

Berdasarkan hasil validasi media terhadap pengembangan media pembelajaran berbasis *website* berbantuan iSpring Suite 9 memperoleh rata-rata 92,73% dengan tingkat validitas sangat valid. Selanjutnya, peneliti menghitung rata-rata persentase keseluruhan dari media pembelajaran yang dikembangkan. Berikut tabel rekapitulasi validasi materi dan media serta media pembelajaran. Rekapitulasi dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Validasi

No.	Jenis Validasi	Hasil (%)	Tingkat Validitas
1.	Validasi Materi	91	Sangat valid
2.	Validasi Media	92,73	Sangat valid
$\bar{X}$ Validasi Media Pembelajaran		91,87	Sangat valid

Pembahasan

Presentasi validitas materi dan media terhadap pengembangan media pembelajaran berbasis website yang dikembangkan berturut-turut yaitu 91% dan 92,73%. Presentase tersebut menurut Akbar (2013), memperoleh hasil validasi yang “sangat valid”. Berdasarkan Tabel Rekapitulasi 6 , rata-rata validasi produk yang diperoleh adalah 91,87 dengan tingkat validitas “sangat valid”. Kategori masih perlu perbaikan sesuai dengan komentar dan saran perbaikan dari empat validator,sehingga peneliti merevisi produk agar produk akhir sesuai dengan kebutuhan dan kriteria yang sesuai.

Silabus merupakan dokumen administrasi pembelajaran sebelum penyusunan RPP. Validasi silabus bertujuan untuk mengetahui tingkat validitas serta mengetahui komentar atau saran perbaikan terhadap silabus dari 3 validator. Saran yang diajukan oleh validator yaitu mengganti Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) karena kurang sesuai dengan kompetensi dasar (KD) yang diacu. Perbaikan RPP juga dilakukan oleh peneliti. Perbaikan RPP disesuaikan dengan perbaikan silabus. Perubahan IPK pada silabus, juga mempengaruhi IPK. Hal ini juga mempengaruhi perubahan komposisi LKP. Perubahan IPK dan komposisi LKPD disesuaikan dengan saran validator. Perbaikan LKPD meliputi, mengganti bahan bacaan yang lebih sesuai dan merevisi beberapa pertanyaan diskusi.

Peneliti selanjutnya memperbaiki media pembelajaran yang dikembangkan. Perbaikan dilakukan sesuai dengan saran validator. Perlu perbaikan terhadap tampilan tulisan yang disesuaikan dengan ketikan dan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar. Saran tersebut peneliti fasilitasi karena peneliti masih menampilkan tulisan yang salah ketik dan tidak sesuai dengan kaidah penulisan bahasa Indonesia. Selain itu, validator lain menyarankan perbaikan penulisan nama latin spesies bakteri yang ditampilkan dalam media pembelajaran, agar tidak terjadi miskonsepsi materi. Perbaikan tampilan struktur bakteri agar struktur bakteri agar dapat dapat dibedakan dilakukan oleh peneliti, sesuai dengan saran vaidator. Peneliti menetapkan istilah yang konsisten pada tampilan kata ‘Cyanobacteria atau ganggang biru’. Media pembelajaran yang dikembangkan juga menampilkan video pembelajaran. Perbaikan video pembelajaran juga disarankan oleh 2 validator karena masih terdapat beberapa penulisan nama spesies yang tidak sesuai dan masih terdapat miskonsepsi dalam beberapa pengertian reproduksi bakteri. Aspek materi yang disajikan dalam media pembelajaran yang dikembangkan perlu diperbaiki karena kurang lengkap dibandingkan dengan penilaian produk silabus, LKPD, dan evaluasi. Peneliti memfasilitasi aspek kedalaman dan kelengkapan materi agar sesuai dengan saran validator. Adapun komentar lain dari validator tentang media pembelajaran yang dikembangkan, secara keseluruhan sudah sangat lengkap baik dari materi, evaluasi, dan petunjuk penggunaan. Di samping itu, media pembelajaran yang dikembangkan menyajikan materi yang sudah lengkap dan membutuhkan beberapa revisi yang disesuaikan dengan komentar validator.

Dalam media pembelajaran, peneliti juga menggunakan media evaluasi. Validator memberikan saran untuk memperbaiki kalimat-kalimat dalam soal agar sesuai dengan kaidah penulisan soal dan dalam bahasa Indonesia yang baik dan benar. Saran tersebut difasilitasi karena pertanyaan yang disajikan memiliki kesalahan ketik dan harus disesuaikan dengan materi pada setiap pertemuan. Perbaikan lain yang peneliti fasilitasi adalah kesuaian soal yang disajikan dengan IPK dan tujuan pembelajaran yang dicapai. Saran tersebut diajukan karena validator menemukan ketidak cocokan antara soal yang disajikan dengan kisi-kisi. Sisi Aspek tampilan evaluasi, seluruh validator tidak memberikan komentar dan saran untuk perbaikan sehingga tidak perlu perbaikan terkait tampilan evaluasi.

Berdasarkan perbaikan yang dilakukan, peneliti mengkaji produk akhir. Kajian produk akhir media pembelajaran sesuai model ASSURE menurut Batubara (2021). Model ASSURE mencakup Analisis, Menentukan Standar dan Objektivitas, Menentukan Kriteria dan Tujuan, Memilih Strategi, Teknologi, Media, dan Materi, Merancang Partisipasi Peserta Didik, dan Evaluasi. Peneliti meninjau model ASSURE Batubara (2021) kemudian menyesuaikan pada media yang

dikembangkan, untuk melihat aspek mana yang memenuhi. Aspek analisis, yaitu mempertimbangkan kesesuaian media pembelajaran dengan karakteristik siswa. Menurut Desmita (2011), siswa SMA memasuki fase kerja formal yaitu berpikir abstrak, menalar secara logis, dan menarik kesimpulan. Kualitas ini difasilitasi oleh pengembangan media pembelajaran berbasis *Website*. Penggunaan model flipped learning dan discovery learning sesuai dengan sifat-sifat tersebut. Berpikir abstrak, berpikir logis, dan keharusan menarik kesimpulan dapat meningkatkan aktivitas siswa. Di sini, fokus guru sebagai pendamping belajar adalah menggunakan media pembelajaran untuk meningkatkan aktivitas dan motivasi peserta didik. Menurut Rifai (2012), aspek profesionalisme guru dalam memimpin kelas dan menggunakan berbagai media dan sumber belajar juga mempengaruhi aktivitas belajar siswa. Hal ini juga didukung oleh komentar validator bahwa media pembelajaran yang dikembangkan secara keseluruhan sangat lengkap baik dari segi materi, evaluasi maupun petunjuk. Aspek standar dan objektivitas juga ditinjau. Peneliti menyesuaikan standar proses pembelajaran sesuai dengan Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016. Peneliti telah membuat dokumen kontrol untuk pelaksanaan proses pembelajaran dan evaluasi proses pembelajaran untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas perolehan kompetensi akhir. Peneliti juga mencocokkan KD bahan bakteri dengan Permendikbud nomor 37 tahun 2018. Bakteri mengandung KD 3.5 dan 4.5. Selain itu, aspek pemilihan strategi, teknologi, media, dan materi yang dipilih disesuaikan dengan kegiatan pembelajaran yang aktif, inovatif, dan kreatif. Hal ini difasilitasi dengan kegiatan pembelajaran yang menitikberatkan pada aktivitas siswa. Dengan menggunakan media pembelajaran web, belajar mandiri tanpa batas juga dimungkinkan. Melalui pembelajaran mandiri, siswa harus mendengar, mengamati, bertindak dan menerapkan semua penjelasan materi pendidik (guru) yang direfleksikan dalam media (Rumahorbo, 2021). Peninjauan ini disesuaikan dengan aspek mengatur strategi partisipasi peserta didik. Harapan siswa untuk mencapai standar ketuntasan minimal (KKM) yang ditetapkan oleh masing-masing sekolah dapat terpenuhi sesuai dengan aspek penilaian, jika aktivitas tersebut tercermin melalui proses pembelajaran.

Pengembangan website oleh peneliti juga mempertimbangkan aspek kelayakan: aspek isi, bahasa, dan penyajian menurut Susilowati dkk (2013),.

a. Aspek isi media pembelajaran perlu ditingkatkan, antara lain peninjauan kembali taksonomi bakteri apakah masih termasuk ke dalam kingdom monera, materi genetik archaeabacteri, pengelompokkan bakteri patogen dan apatogen, deskripsi contoh Cyanobacteria, deskripsi konjugasi, dan kesesuaian suhu bakteri termofil. dan suhu termofil. Kesalahpahaman dalam materi tersebut tellah dikoreksi dan dicek ulang oleh peneliti.
b. Aspek kebahasaan media pembelajaran masih perlu ditingkatkan. Masih terdapat kesalahan ejaan dan soal pada media penilaian tidak sesuai dengan kaidah penulisan soal dan harus diperbaiki.
c. Aspek penyajian media pembelajaran telah dimaksimalkan oleh peneliti untuk memastikan semua indera yang digunakan siswa dimanfaatkan semaksimal mungkin.

Berdasarkan aspek tersebut, pengembangan media pembelajaran oleh peneliti dianggap layak menurut Susilowati dkk (2013). Selain itu, hasil validasi produk pengembangan oleh empat validator dinilai sangat valid dan layak untuk digunakan.

Kesimpulan

Pengembangan media pembelajaran berbasis *Website* pada bakteri kelas X berbantuan iSpring Suite 9 melalui tiga tahap yaitu analisis, desain, dan pengembangan. Media pembelajaran dapat diakses di https://itch.io.theresiaaprodita/bakteri dan menawarkan berbagai fitur seperti menu, panduan pengguna, halaman utama, profil pengembangan, rangkuman materi, lembar kerja peserta didik, dan profil pengembang. Hasil validasi dan pengembangan media pembelajaran berbasis web menggunakan iSpring Suite 9 pada bakteri kelas X mendapat rata-rata 91,87% dengan tingkat “sangat valid” dan kategori ini dapat digunakan sesuai saran yang telah diajukan validator.

Daftar Pustaka

Akbar, S. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran.* Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Anshori, S. (2018). Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi sebagai Media Pembelajaran, *Civic-Culture: Jurnal Ilmu Pendidikan PKn dan Sosial Budaya*, 2(1), 88-100. Diakses pada 1 November 2022 melalui http://194.59.165.171/index.php/CC/article/download/70/114

Batubara, H. H. (2021). *Media Pembelajaran Digital*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Desmita. (2011). *Psikologi Perkembangan Peserta Didik*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.

Faradayanti, K. A., Endryansyah, Joko, dan Agung, I. M. (2020). Kepraktisan Media Pembelajaran Berbasis *Web* untuk Menunjang E-Learning pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik di SMK. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 9(2), 675-683. Diakses pada 31, Oktober, 2022 melalui https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-pendidikan-teknik-elektro/article/view/36450.

Jurianto. (2017). Model Pengembangan Desain Instruksional dalam Penyusunan Modul Pendidikan Pemustakaan (*Library Instruction)*. *Media Pustakawan*, 24(3), 36-43. Diakses pada 2 November 2022 melalui https://ejournal.perpusnas.go.id/mp/article/download/461/432.

Mariana, M. (2019). Peningkatan Pembelajaran PPkN Materi Persiapan Kemerdekaan Indonesia melalui Pendekatan Contextual Teaching and Learning (CTL) pada Siswa Kelas VI SD Negeri Muka Blang. *Jurnal Sains Riset*, *9*(1), 29-42. Diakses 1 November 2022 melalui https://journal.unigha.ac.id/index.php/JSR/article/download/48/46.

Rifai, A. (2012). Penerapan Pendekatan Quantum Teaching Dalam Pembelajaran IPA di Kelas V SD Negeri 2 Jogomertan Kecamatan Petanahan Kabupaten Kebumen Tahun Ajaran 2011/2012. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Negeri Sebelas Maret. Diakses pada 1 November 2022 melalui https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/27094.

Rumahorbo, Nando. (2021). *Media E-Learning Berbasis Web Sebagai Pembelajaran Bahasa Indonesia Yang Inovatif Revolusi Industri 4.0*. Prosiding Seminar Nasional Pembelajaran Bahasa dan Sastra Indonesia (SemNas PBSI) - 3. pp. 51-54. ISSN 978-623-6984-07-9. Diakses pada 30 Oktober 2022 melalui http://digilib.unimed.ac.id/41220/.

Susilowati, P., Wisanti, & Indah, N. K. (2013). Profil Media Pembelajaran Berbasis *Web* untuk Melatih Kemandirian Belajar pada Materi Virus. *Jurnal BioEdu, 2(1),105-112.* Diakses pada 31 Oktober 2022 melalui https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/1/article/viewFile/1965/1230.

Turnip, N. D., Hasruddin, dan Sirait, R. (2018). Analisis Pemahaman Konsep Peserta didik Materi *Archaebacteria* dan *Eubacteria*. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 6(4):199-203. Diakses 1 November 2022 melalui https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/pelita/article/viewFile/10506/15713.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PENGEMBANGAN MICROLEARNING E-MODUL DALAM BLENDED LEARNING SISTEM UNTUK MENINGKATKAN MOTIVASI BELAJAR MANDIRI

[*]Syaharullah Disa[1], Purnamawati[2], Andi Muhammad Idkhan[3]
Sistem Informasi, Universitas Teknologi Akba Makassar, Indonesia[1]
Pendidikan Vokasi dan Keteknikan, Universitas Negeri Makassar, Indonesia[2,3]
syaharullahdisa@akba.ac.id[1], purnamawati@unm.ac.id[2], dan amuhidkhan@unm.ac.id[3]
**E-mail : syaharullahdisa@akba.ac.id*

Abstrak

Pembelajaran dimasa pandemi covid-19, memaksa kita untuk menemukan strategi pembelajaran yang efektif dan memotivasi peserta didik melakukan pembelajaran secara mandiri. Berbagai perangkat pembelajaran terus dikembangkan sesuai dengan karakteristik peserta didik generasi-Z. *Microlearning* e-modul, salah satu perangkat pembelejaran merupakan pengembangan dari modul konvensional yang memanfaatkan teknologi informasi. Dengan perangkat *smartphone*, peserta didik dapat belajar melalui *microlearning* e-modul setiap saat tanpa terikat oleh waktu dan tempat. Produk dikembangan dengan metode DevOps (*development and operations*) meliputi beberapa fase yaitu *plan, develop, build, test, operat*e, *and monitor*. Produk yang dihasilkan telah diuji kelayakan dan keunggulannya untuk meningkatkan kemandirian belajar. Validitas *microlearning e-modul* meliputi 1) validasi ahli; 2) ujicoba terbatas (kelompok kecil); dan 3) ujicoba lapangan dengan satu kelas eksperimen dan satu kelas kontrol. Data penelitian diperoleh melalui instrumen kuesioner dan *pre-tes, post-test*. Berdasarkan data, persepsi responden terhadap produk yang dikembangkan rata-rata 85% dengan kualifikasi sangat baik. Hasil uji t sampel berpasangan yaitu 0.000 < 0.05, sehingga dapat disimpulkan terdapat perbedaan rata-rata hasil belajar mahassiwa sebelum pembelajaran dan setelah pembelajaran dengan *microlearning* e-modul. Dengan demikian *micro-learning* e-modul sangat efektif meningkatkan motivasi dan hasil belajar.

Kata Kunci: *e-modul, microlearning, DevOps*

DEVELOPMENT OF MICROLEARNING E-MODULES IN BLENDED LEARNING SYSTEMS TO INCREASE SELF-STUDY MOTIVATION

***Syaharullah Disa[1], Purnamawati[2] , Andi Muhammad Idkhan[3]**
Sistem Informasi, Universitas Teknologi Akba Makassar, Indonesia[1]
Pendidikan Vokasi dan Keteknikan, Universitas Negeri Makassar, Indonesia[2,3]
syaharullahdisa@akba.ac.id[1], purnamawati@unm.ac.id[2], dan amuhidkhan@unm.ac.id[3]
**E-mail : syaharullahdisa@akba.ac.id*

Abstract
Learning during the COVID-19 pandemic forces us to find effective learning strategies and motivate students to learn independently. Various learning tools continue to be developed according to the characteristics of generation Z students. Microlearning e-module, one of the learning tools is a development of conventional modules that utilize information technology. With smartphone devices, students can learn through microlearning e-modules anywhere and anytime. The product was developed using DevOps method (development and operations) method covering several phases, namely plan, develop, build, test, operate, and monitor. The resulting product has been tested for its feasibility and advantages to improve learning independence. The validity of the e-module microlearning includes 1) expert validation, 2) small group evaluation, and 3) field trials. The instruments used to collect data are questionnaires, pre-test, and post-test. Based on the data, the average percentage of respondents to the product developed above 85% with excellent qualifications. From the results of the paired sample t- test of 0.000 < 0.05, it can be concluded that there is a difference in the average student learning outcomes of pre-test and post-test before learning and after learning with microlearning e-modules. Therefore, microlearning e-modules are very effective for improving motivation and learning outcomes.

Keywords: *e-modules, microlearning, DevOps*

Pendahuluan

Pandemi covid-19 menyebabkan berbagai aktifitas terganggu, tidak terkecuali dalam bidang pendidikan. Pembelajaran yang sebelumnya dilaksakanan secara luring harus digantikan dengan cara daring. Kondisi ini memberikan dorongan kepada kita untuk melakukan inovasi metode pembelajaran, serta mengembangkan media pembelajaran inovatif untuk mendukung pembelajaran daring. Peserta didik akan mudah bosan apabila materi yang disampaikan dalam pembelajaran daring tidak menarik dan interaktif (Asmianto et al., 2022). Ketersediaan e-Modul yang menark dan disesuikan dengan karakteristik peserta didik negerasi-Z penting dikembangkan (Mahardika et al., 2021). Perkembangan Teknologi membuat peserta didik lebih sering memegang *smartphone* dari pada membuka buku. Mereka bisa berjam-jam berkegiatan dengan *smartphone*, hampir seluruh aktifitas mereka tidak bisa dilepaskan dari *smartphone*.

Microlearning e-Modul berbasis android merupakan salah satu solusi efektif dan ideal diterapkan di era Covid-19. Media pembelajaran seperti e-modul dapat di kolaborasikan dengan model pembelajaran *microlearning* untuk mendapatkan hasil

yang lebih optimal (Lestari & Atun, 2021). *Microlearning* yakni pembelajaran yang fokus pada inti, dengan durasi yang singkat, maksimal 15 menit. Konten materi yang lebih kecil membantu peserta didik untuk mendapatkan informasi dan kinerja yang lebih baik (Giurgiu, 2017). E-Modul yang interaktik dilengkapi dengan *E-assessment* yang mengacu pada proses penilaian elektronik yang digunakan untuk memperoleh tanggapan dan kegiatan penilaian (Astalini et al., 2019).

Tinjauan Literatur

E-Modul

E-modul adalah inovasi baru dari modul konvensional. Penggunaan modul dalam proses pembelajaran dilakukan karena e-modul memiliki keunggulan dalam memberikan banyak umpan balik sehingga peserta didik dapat mengetahui hasil belajarnya dan ketuntasannya secara tuntas (Sitorus et al., 2019). E-Modul merujuk pada penggunaan modul pembelajaran dalam versi elektronik, untuk mendapatkan dan penggunaannya melalui perangkat seperti *smartphone, ipad, laptop* atau komputer personal (Rukun et al., 2020). E-Modul juga disebut media pembelajaran secara mandiri yang dikemas dalam bentuk perangkat lunak atau aplikasi yang dibuka melalui perangkat elektronik. Penggunaan e-modul membuat peserta didik lebih termotivasi dan juga meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi sehingga meningkatkan hasil belajarnya (Nenohai et al., 2022). E-modul merupakan perangkat pembelajaran mandiri yang dikemas dalam bentuk digital (Turel & Ozer Sanal, 2018). Beberapa keunggulan e-modul dibandingkan dengan yang dicetak adalah adanya *audio, video*, gambar, animasi, dan adanya kuis dan umpan balik (Lee et al., 2019). Lebih lanjut, e-modul merupakan materi pembelajaran yang disusun secara sistematis guna memperoleh kompetensi yang diharapkan berdasarkan tingkat kompleksitas yang relevan (Letchumanan & Tarmizi, 2010). E-Modul pelatihan sangat membantu untuk melatih fasilitator yang tidak terlatih dalam mengevaluasi empat dimensi yakni (1) kemampuan belajar, (2) daya ingat, (3) kemudahan penggunaan, dan (4) kesenangan) (Alshar’E et al., 2022). E-modul yang dikembangkan sebaiknya dapat diakses melalui *smartphone* agar lebih menarik dan sesuai dengan perkembangan teknologi (Ravista et al., 2021). Efektivitas e-modul berbasis kolaborasi pada model pembelajaran menanya, menganalisis, mensintesis, dan mengevaluasi dapat meningkatkan minat belajar (Hunaidah et al., 2022). E-modul yang interaktif berbasis android dapat berupa, uraian materi, video pembelajaran, dan kuis (Asmianto et al., 2022)(Iffatul et al., 2018).

Microlearning

Microlearning, didefinisikan sebagai penyampaian sesi pembelajaran atau kegiatan dengan durasi yang lebih pendek daripada penyampaian pengajaran tradisional (Shatte & Teague, 2020). Prinsip *microlearning* berkaitan dengan pembelajaran berbasis teknologi (misalnya perangkat seluler) dan pembelajaran di mana-mana (misalnya pembelajaran kapan saja, di mana saja) melalui penggunaan video pendek, infograpis, e-modul, *e-assessment*, seluler, secara terdistribusi (Semingson et al., 2015).

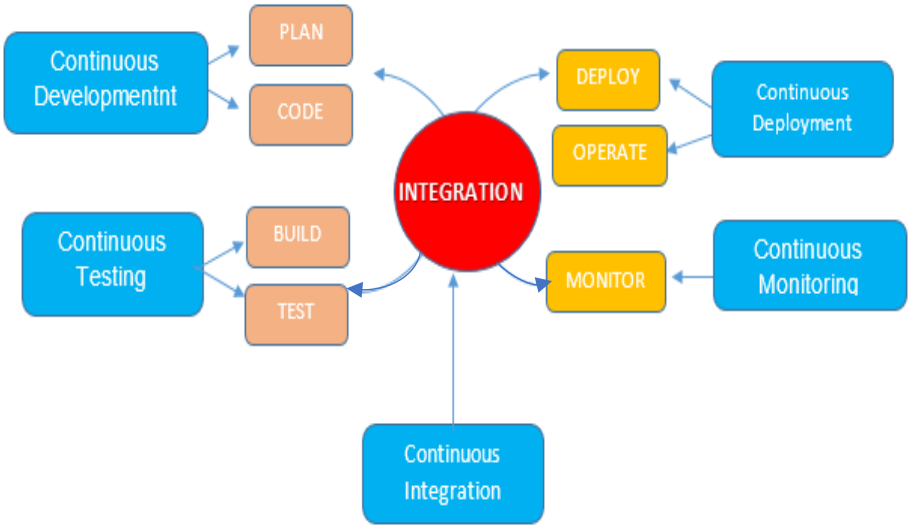
Metode Pengembangan DevOps

DevOps (*development and operations*) merupakan metode pengembangan (Dev) dan pengoperasian (Ops) perangkat lunak dengan pendekatan kolaboratif dan integratif (Jha & Khan, 2018). Metode DevOps terdiri dari beberapa fase yaitu *plan, develop, build, test, operate, and monitor* (Alnafessah et al., 2021)(Mustaffa, 2022). Proses pengembangan *software* lebih cepat serta meningkatkan keandalan, stabilitas, ketahanan dan keamanan lingkungan tempat pembuatan perangkat lunak (Tohirin et al., 2020). Metode DevOps dapat memangkas waktu antara pengembangan dan pengoperasian tanpa mengurangi kualitas *software* yang di-hasilkan (Zanoni et al., 2014)

Metode

Tahap Pengembangan

Makalah ini disusun dari hasil penelitian dan pengembangan. Tahapan pengembangan mengikuti kerangka metode DevOps yang ditampilkan gambar 1.



Gambar 1. Tahapan DevOps (Tohirin et al., 2020)

1. *Continuous Development*: merupakan proses perancangan dan penyusunan koding perangkat lunak e-modul. Pada fase ini ditentukan pula untuk apa e-modul ini di kembangkan. Lalu, ditentukan langkah-langkah aplikasi ini akan dikembangkan.
2. *Continuous Testing*: Aplikasi e-modul hasil pengembangan kemudian dilakukan pengujian untuk memastikan bahwa aplikasi e-modul telah bekerja sesuai spesifikasi yang diharapkan. Pengujian aplikasi menggunakan *blackbox testing*.
3. *Continuous Intergration*: Fase ini adalah inti dari siklus DevOps. Pada fase ini akan dipastikan semua koding terintegrasi. Setiap perubahan yang dilakukan harus dideteksi sedini mungkin untuk menghindari kesalahan pada aplikasi.
4. *Continuous Deployment*: Pada fase ini semua koding disatukan, setelah semua koding disatukan lalu dipastikan apakah semua koding dapat berjalan sesuai

fungsinya. Selain itu akan dipastikan pula bahwa kodingnya dapat digunakan denga baik disemua *server*.

5. *Continuous Monitoring*: Pada Fase ini, dilakukan pemantaun terhadap jalannya aplikasi e-modul, dengan mencatat semua informasi penting mengenai aplikasi. Kesalahan sistem seperti gagal memuat video, gagal register, dan gagal menampilkan materi.

Tahap Pengujian Produk

Pengujian produk yang dilakukan terdiri dari: 1) uji validitas oleh ahli; b) ujicoba terbatas (kelompok kecil); dan c) ujicoba diperluas (uji lapangan). Validasi ahli melibatkan ahli konten, ahli media, dan ahli instruksional. Evaluasi kelompok kecil melibatkan sembilan responden, terdiri dari tiga orang berprestasi belajar tinggi, tiga orang berprestasi sedang dan tiga orang berprestasi rendah. Ujicoba diperluas (lapangan) melibatkan satu kelas eksperimen (31 peserta didik) dan satu kelas kontrol (25 peserta didik).

Instrumen kuesioner digunakan untuk mengumpulkan data dari hasil validasi ahli, ujicoba kelompok kecil, dan ujicoba lapangan. Hasil *pre-tes* dan *post-test* sebelum dan sesudah pembelajaran digunakan untuk data hasil belajar peserta didik

Analisis data menggunakan metode: 1) analisis deskriptif kualitatif untuk menganalisis data hasil validasi ahli, ujicoba terbatas dan ujicoba lapangan; 2) analisis deskriptif kuantitatif, untuk mengolah data yang diperoleh dari angket berupa deskriptif persentase; dan 3) analisis statistik inferensial dari uji-t digunakan untuk menganalisis perbedaan skor *pre-test* dan *post-test* yang didapat dari ujicoba lapangan. Hipotesis penelitian diuji dengan uji-t (*paired sample t-test*). Kriterianya yaitu: 1) jika signifikansinya > 0,05 maka H0 diterima, dan 2) jika signifikansinya < 0,05 maka H0 ditolak.

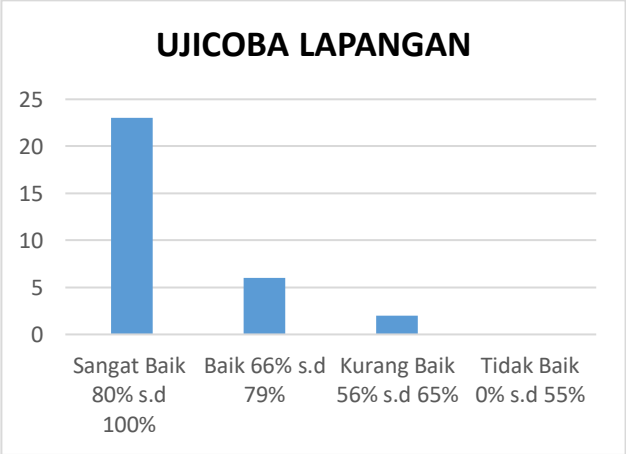
Hasil dan Pembahasan

Produk penelitian ini berupa aplikasi e-modul. Aspek inovatif pada penyajian materi pembelajaran berbasis e-modul yang dapat diakses dan dibaca melalui perangkat *smartphone, laptop,* dan komputer. E-Modul dapat juga disebut buku digital. Hasil konsensus para ahli terhadap produk e-modul menyepakati bahwa e-modul yang dikembangkan valid dan ditanggapi dengan sangat layak dengan persentase 90.1%. Hasil ujicoba kelompok kecil sebesar 90,8% terletak pada kualifikasi sangat baik.

Table 1. Data Ujicoba Kelompok Kecil

Responden	Score	Score(%)	Kualifikasi
1	234	95.5	Sangat Baik
2	237	96.7	Sangat Baik
3	221	90.2	Sangat Baik
4	212	86.5	Sangat Baik
5	225	91.8	Sangat Baik
6	210	85.7	Sangat Baik
7	218	89.0	Sangat Baik
8	233	95.1	Sangat Baik
9	212	86.5	Sangat Baik
Rata-Rata		90.8	Sangat Baik

Hasil ujicoba diperluas (uji lapangan) didapat hasil yaitu 74.2% responden (23 orang) memberikan tanggapan sangat baik, 19,4% responden (6 orang) memberikan tanggapan baik, dan 6.5% responden (2 orang) memberikan tanggapan kurang baik dan 0% responden menyatakan tidak baik.



Gambar2. Ujicoba Lapangan

Pengujian persyaratan distribusi data hasil *pre-test* dan *post-test* terhadap kelas eksperimen dan kelas kontrol terlebih dahulu dilakukan sebelum pengujian hipotesis dengan uji-t. Uji prasyarat analisis terdiri dari uji normalitas data dan uji homogenitas.

Hasil uji normalitas data dengan *Kolmogorov-Smirnov* didapat tingkat signifikansi 0,200 untuk nilai *pre-test* dan *post-test* terhadap kelas eksperimen sedangkan untuk kelas kontrol, tingkat signifikansi 0.097 pada nilai *pre-test* dan 0.145 untuk *post-test*. Nilai *pre-test* dan *post-test* keduanya lebih besar 0,05, sehingga H0 diterima dan memiliki nilai rata-rata pretest dan posttest berdistribusi normal.

Hasil uji homogenitas mempunyai taraf signifikansi 0,186 > 0,05, sehingga H0 diterima yang berarti variasi tiap sampel sama (homogen). Baik data *pre-test* maupun *post-test* berdistribusi normal dan homogen, sehingga selanjutnya analisis dengan uji-t dinyatakan memenuhi prasyarat untuk dilakukan.

Hasil uji-t sampel berpasangan yang ditunjukkan pada tabel-2. *Pair-1* dengan signifikansi (*2-tailed*) sebesar 0.000 lebih kecil dari 0.05, sehingga disimpulkan terdapat perbedaan rata-rata hasil belajar mahassiwa *pre-test* kelas eksperimen dengan *post-test* kelas eksperimen sebelum pembelajaran dan setelah pembelajaran dengan *microlearning* e-modul. Dengan demikian *microlearning* e-modul sangat efektif meningkatkan motivasi dan hasil belajar mahasiswa. Berdasarkan output *Pair-2* dengan signifikansi (*2 tailed*) sebesar 0.000 lebih kecil 0,005, sehingga disimpulkan ada perubahan rata-rata hasil belajar mahasiswa *pre-test* kelas kontrol denga *post-test* kelas kontrol (model konvensional)

Table 2. Paired Samples Test

		Paired Differences					t	Df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair-1	Pretest Eksperimen - Posttest Eksperimen	-291.5	75.87	14.8810	-322.1864	-260.8905	-19.591	25	.000
Pair-2	Pretest Kontrol - Posttest Kontrol	-219.6	46.17	9.055	-238.265	-200.966	-24.253	25	.000

Pembahasan

Produk *microlearning* e-modul sangat efektif digunakan dalam sistem *blended learning*. Karakteristik pembelajaran yang dapat dilaksanakan dari manapun dan kapanpun, menjadikan e-modul menjadi media pembelajaran yang sangat sesuai dengan karakteristik peserta didik generasi Z. Salah satu ciri peserta didik generasi Z yaitu, mereka sangat pasih dalam menggunakan perangkat teknologi seperti *smartphone*. Akan tetapi salah satu kelemahan dari generasi Z yakni mereka sangat mudah bosan dan teralihkan perhatiannya. Oleh karena itu, desain pembelajaran yang sangat cocok untuk mereka adalah penyajian materi dengan durasi yang singakat (*micro*).

Berangkat dari hal tersebut maka *microlearning* e-modul dengan variasi konten pembelajaran yang menarik seperti video pembelarana, *quis,* artikel dengan berbagai animasi sangat memungkinkan dipadukan dalam e-modul. Namun, e-modul sebagai sumber belajar *online*, tetap harus diikuti dengan model komunikasi pembelajaran tatap muka dengan peserta didik secara informal untuk memperoleh hasil yang optimal.

Kelebihan dari e-modul yang dihasilkan yaitu: 1) meningkatan motivasi belajar mandiri, karena pada setiap topik yang dibahas dilengkapi dengan video pembelajaran, serta evaluasi dan tugas yang desain secara jelas dan disesuaikan dengan kemampuan mahasiswa; 2) setelah evaluasi, dosen dan mahasiswa dapat mengidentifikasi modul mana yang telah berhasil dikuasai peserta didik dan bagian modul mana yang belum berhasil berdasarkan skor yang diperoleh; 3) mahassiwa mencapai hasil sesuai dengan kemampuannya; 4) materi pelajaran lebih merata dan 6) dapat diakses secara praktis melalui *smartphone*, *laptop, tablet* dan lain-lain.

Guna menyempurnakan produk yang telah dikembangkan perlu ditingkatkan melalui penilaian ahli, pengujian produk, yang meliputi ujicoba kelompok kecil dan ujicoba lapangan. Beberapa saran dari ahli terhadap e-modul yang dihasilkan antara lain: (1) Pernyataan capaian pembelajaran lebih disesuaikan dengan topik yang dibahas; (2) Soal Latihan diperbanyak, sehingga peserta didik dapat melakukan lebih banyak latihan soal secara mandiri. Modul elektronik yang dikembangkan dan disusun secara sistematis serta sesuai dengan karakteristik mahasiswa sehingga dapat memudahkan pemahaman terhadap materi yang dipelajari. Dengan demikian akan meningkatkan motivasi dan hasil belajar mahassiwa.

Faktor-faktor yang mengindikasi pada kualifikasi yang sangat baik dari hasil ujicoba: (1) penyajian materi modul jelas. Indikasi kejelasan ini tampak pada pemaparan materi yang menggunakan bahasa sederhana sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik. (2) kualitas teknis, terutama aspek tampilan dinilai menarik; (3) penyajian materi yang jelas dapat membuat peserta didik tertarik untuk

mempelajari e-modul; (4) konten pembelajaran disusun secara sistematis sehingga mudah dimengerti sehingga membuat peserta didik tertarik untuk belajar. Berdasarkan faktor-faktor tersebut, modul elektronik efektif digunakan dan dapat meningkatkan hasil belajar secara signifikan.

Kesimpulan

Pengembangan *microlearning* e-modul metode DevOps dengan pendekatan kolaboratif dan integratif lebih cepat serta meningkatkan keandalan, stabilitas, ketahanan dan keamanan lingkungan tempat pembuatan perangkat lunak. *Microlearning* e-modul telah melalui beberapa ujicoba. *Microlearning* e-modul sangat efektif digunakan untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar. Hal ini terlihat dari adanya perbedaan nilai *pre-test* dan *post-test* sebelum dan sesudah menggunakan *microlearning* e-modul dalam pembelajaran. Hasil validasi produk oleh ahli yaitu sangat layak digunakan dalam proses pembelajaran.

Daftar Pustaka

Alnafessah, A., Gias, A. U., Wang, R., Zhu, L., Casale, G., & Filieri, A. (2021). Quality-Aware DevOps Research: Where Do We Stand? *IEEE Access*, *9*, 44476–44489. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3064867

Alshar’E, M., Albadi, A., Mustafa, M., Tahir, N., & Al Amri, M. (2022). A Framework of the Training Module for Untrained Observers in Usability Evaluation Motivated by COVID-19: Enhancing the Validity of Usability Evaluation for Children’s Educational Games. *Advances in Human-Computer Interaction*. https://doi.org/10.1155/2022/7527457

Asmianto, Hafiizh, M., Rahmadani, D., Pusawidjayanti, K., & Wahyuningsih, S. (2022). Developing Android-Based Interactive E-Modules on Trigonometry to Enhance the Learning Motivation of Students. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, *16*(2), 159–170. https://doi.org/10.3991/ijim.v16i02.27503

Astalini, Darmaji, Kurniawan, W., Anwar, K., & Kurniawan, D. A. (2019). Effectiveness of using e-module and e-assessment. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, *13*(9), 21–39. https://doi.org/10.3991/ijim.v13i09.11016

Giurgiu, L. (2017). Microlearning an Evolving Elearning Trend. *Scientific Bulletin*, *22*(1), 18–23. https://doi.org/10.1515/bsaft-2017-0003

Hunaidah, M., Erniwati, E., & Mahdiannur, M. A. (2022). CinQASE E-module: Its Effectiveness to Improve Senior High School Students’ Physics Learning Outcomes. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, *8*(2), 641–648. https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i2.1413

Iffatul, D., 1□, A., Rahayu, E. S., & Anggraito, Y. U. (2018). Development of E-Module Based Android for Teaching Material of Plantae Kingdom Topic. *Journal of Biology Education*, *7*(1), 1–8. http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujbe

Jha, P., & Khan, R. (2018). A Review Paper on DevOps: Beginning and More To Know. *International Journal of Computer Applications*, *180*(48), 16–20. https://doi.org/10.5120/ijca2018917253

Lee, B., Fenoff, R., & Paek, S. Y. (2019). Correlates of participation in e-book piracy on campus. *Journal of Academic Librarianship*.

https://doi.org/10.1016/j.acalib.2019.04.002

Lestari, A., & Atun, S. (2021). The Effectiveness of E-Module on Buffer Solutions to Improve Students’ Higher-Order Thinking Skills and Self-Regulated Learning. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, *6*(2), 254–266. https://doi.org/10.15575/jtk.v6i2.13772

Letchumanan, M., & Tarmizi, R. A. (2010). Utilization of e-book among university mathematics students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.080

Mahardika, B. N., Degeng, I. N. S., & Sitompul, N. C. (2021). Aplikasi E-Modul Berbasis Android Pada Pembelajaran Tematik Kelas 3 Sekolah Dasar. *Akademika*, *10*(01), 13–24. https://doi.org/10.34005/akademika.v10i01.1322

Mustaffa, I. (2022). *Pengertian Siklus Hidup DevOps*. https://agus-hermanto.com/blog/detail/metode-pengembangan-devops

Nenohai, J. A., Rahayu, S., & Dasna, I. W. (2022). *Validity and effectiveness of chemical practicum e-modules of various applications with ethnoscience approach in chemical learning : Analysis review*. *14*(2), 70–78.

Ravista, N. D., Sutarno, & Harlita. (2021). An Analysis of the Need for Developing E-Module Based on Problem Based Learning Utilizing Virtual Laboratory on the Digestive System Material. *Proceedings of the 6th International Seminar on Science Education (ISSE 2020)*. https://doi.org/10.2991/assehr.k.210326.090

Rukun, K., Huda, A., & Anshari, K. (2020). *Validity and Practicality of E-Module Microtic Training toward Computer Network Engineering Teachers*. *12*(10), 609–625.

Semingson, P., Crosslin, M., & Dellinger, J. T. (2015). Microlearning as a Tool to Engage Students in Online and Blended Learning. *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*. http://tea.texas.gov/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=2147484419.

Shatte, A. B. R., & Teague, S. J. (2020). Microlearning for improved student outcomes in higher education: A scoping review Semantic Scholar. *Osfpreprints*, 1–33. https://www.semanticscholar.org/paper/Microlearning-for-improved-student-outcomes-in-A-Shatte-Teague/7a4a5c5897c5cda828a554bb0c049c0f8545aaf3%0Ahttps://osf.io/fhu8n/

Sitorus, D. S., Siswandari, & Kristiani. (2019). The effectiveness of accounting E-module integrated with character value to improve students’ learning outcomes and honesty. *Cakrawala Pendidikan*, *38*(1), 120–129. https://doi.org/10.21831/cp.v38i1.20878

Tohirin, T., Utami, S. F., Widianto, S. R., & Mauludyansah, W. Al. (2020). Implementasi DevOps pada Pengembangan Aplikasi e-Skrining Covid-19. *Multinetics*, *6*(1), 15–20. https://doi.org/10.32722/multinetics.v6i1.2764

Turel, Y. K., & Ozer Sanal, S. (2018). The effects of an ARCS based e-book on student’s achievement, motivation and anxiety. *Computers and Education*, *127*. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.08.006

Zanoni, M., Perin, F., Fontana, F. A., & Viscusi, G. (2014). A Qualitative Study of DevOps Usage in Practice. *Journal of Software: Evolution and Process*, *26*(12), 1172–1192. https://doi.org/10.1002/smr

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PENGEMBANGAN MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED LEARNING* BERBASIS *BLENDED LEARNING* TERINTEGRASI *E-LEARNING* JOGJABELAJAR PADA MATERI VIRUS KELAS X

Yohanes Ryan Kristiantoro[1], Luisa Diana Handoyo[2]
[1,2] *Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma*
Maguwoharjo, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia Kode Pos 55281
**Email : Yohanesryank@gmail.com*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengetahui hasil validasi pengembangan perangkat model pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis *Blended Learning* terintegrasi *E-Learning* JogjaBelajar pada materi virus kelas X. Penelitian dan pengembangan menggunakan jenis penelitian *R&D (Research dan Development)* dengan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation*). Penelitian ini menggunakan tiga dari lima tahap penelitian, yaitu Analisis *(Analysis),* Perancangan *(Design),* dan Pengembangan *(Development).* Produk yang dikembangkan divalidasi oleh empat ahli pembelajaran. Data penelitian dianalisis menggunakan teknik kualitatif dan kuantitatif. Produk yang dihasilkan dari tahap pengembangan berupa perangkat pembelajaran Silabus dan RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran). Hasil validasi produk oleh empat validator menunjukkan nilai rata-rata 3,57 untuk Silabus dan 3,47 untuk RPP dengan kriteria keduanya “Sangat Baik”. Produk Silabus dan RPP yang dirancang layak untuk diuji coba secara terbatas setelah dilakukan revisi berdasarkan komentar dan saran para validator.

Kata Kunci: *Blended Learning*, Model Pembelajaran, *Problem Based Learning* Virus, *R &D*

DEVELOPMENT OF PROBLEM BASED LEARNING MODELS BASED BLENDED LEARNING INTEGRATED E-LEARNING JOGJABELAJAR ON CLASS X VIRUS MATERIALS

Yohanes Ryan Kristiantoro[1], Luisa Diana Handoyo[2]
[1,2]Biology Education Departement of Sanata Dharma University
Maguwoharjo, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia Pos Code 55281
**Email : Yoh anesryank@gmail.com*

Abstract

This study aims to develop and find out the results of the validation of the development problem based learning models based blended learning integrated e-learning jogjabelajar on class X virus materials. The research and development activity used the type of R&D (Research and Development) with the ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). This study uses three of the five research stages namely 1) Analysis, 2) Design, and 3) Development. The product developed was validated by four validators of learning tools. The research is analysed using qualitative and quantitative techniques. The products resulting from the development stage Silabus and RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran) that have been validated, revised, and without a limited trial. The results of product validation by four validators showed an average value of 3.57 for the silabus and 3.47 for RPP with both criteria “Very Good”. The silabus and RPP that have been designed were feasible to be tested on a limited trials with revisons based on comments and suggestions from the validators.

Keyword : *Learning model, Problem based learning, Blended learning, Virus, R&D.*

Pendahuluan

Penerapan kurikulum 2013 menekankan kegiatan praktik daripada hafalan serta terfokus pada peserta didik. Hasil yang diinginkan dari penerapan kurikulum 2013 yaitu menghasilkan peserta didik produktif, kreatif dan afektif. Peserta didik dibentuk agar memiliki keterampilan, pengetahuan dan sikap. Pengembangan kurikulum 2013 memiliki dasar 4 landasan yaitu Yuridis, Filosofis, Teoritis dan Empiris. Pemerintah harus siap dalam strategi pendidikan agar kurikulum dapat diterapkan dengan baik dan tujuan tercapai sesuai harapan (Mulyati, 2019).

Pembelajaran PAIKEM adalah singkatan dari Pembelajaran Aktif, Inovatif, Kreatif, Efektif, dan Menyenangkan. Inovatif dimaksudkan agar guru bisa mengadaptasi dari model pembelajaran yang menyenangkan. *Learning is fun* merupakan kunci menerapkan pembelajaran yang menyenangkan. Kreatif dimaksudkan agar guru menciptakan kegiatan belajar yang beragam sehingga memenuhi berbagai tingkat kemampuan siswa. Menyenangkan adalah suasana dalam belajar-mengajar yang asik sehingga peserta didik memusatkan perhatiannya secara penuh pada belajar (Wibowo, 2012). Penerapan pembelajaran kurikulum 2013 dan pembelajaran PAIKEM menjadi gambaran pembelajaran ideal bagi pendidik. Permasalahan yang dihadapi harus dipecahkan sehingga pembelajaran bagi peserta didik dapat mencapai tujuan pembelajaran.

Survei analisis kebutuhan tentang permasalahan yang dihadapi oleh para guru selama pembelajaran *online* (daring), di 3 sekolah kabupaten Bantul dan 1 sekolah di kabupaten Sleman menunjukkan adanya permasalahan pembelajaran daring. Berdasarkan hasil wawancara, dalam masa pembelajaran daring ditemukan permasalahan. Permasalahan tersebut meliputi aspek media, materi dan model. Selain itu, peserta didik maupun guru memiliki berbagai macam keluhan antara lain motivasi belajar, ketertarikan materi ajar, keaktifan siswa dan lain-lain. Hal tersebut mempengaruhi tingkat kognitif, afektif dan psikomotorik peserta.

Media pembelajaran yang digunakan antara lain *Google Classroom, E-learning, Whatsapp Group,* video, Laboratorium virtual, PPT dan *Video Conference* karena dianggap tidak menyulitkan bagi guru maupun bagi peserta didik dalam pembelajaran. Sumber belajar yang digunakan seperti modul Kemendikbud, buku paket, *E-modul* dan *E-book*. Materi yang dikeluhkan peserta didik yaitu materi pembelajaran yang kompleks dan abstrak antara lain sistem hormon, sistem metabolisme, hereditas dan virus.

Model pembelajaran yang digunakan guru dalam pembelajaran daring maupun PTMT (Pembelajaran Tatap Muka Terbatas) antara lain *Discovery Learning, Problem Based Learning, Flipped Classroom*. Fakta di lapangan menunjukkan metode pembelajaran yang dilaksanakan guru berfokus pada diskusi dan memberikan kesempatan peserta didik untuk berinteraksi serta bertanya. Model pembelajaran yang diterapkan mempengaruhi tingkat kognitif, afektif, dan psikomotorik peserta didik.

Untuk mengatasi permasalahan di atas peneliti mengembangkan model pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis *Blended Learning* terintegrasi dengan *E-learning* JogjaBelajar sesuai hasil analisis kebutuhan. Potensi dari model pembelajaran *Problem Based Learning* dipilih karena dapat menerapkan materi dengan permasalahan secara kontekstual. Permasalahan kontekstual dapat meningkatkan keingintahuan dan keaktifan peserta didik dalam pembelajaran. Pendidik menjadi fasilitator, motivator, mediator dan pembimbing dalam pembelajaran. Model pembelajaran mengarahkan peserta didik dalam aktivitas belajar sesuai dengan materi yang dipelajari. Penerapan *Blended Learning* dilakukan secara bersamaan dalam satu waktu bagi siswa di sekolah maupun di rumah.

Penerapan *Blended Learning* dengan waktu bersamaan dipilih karena dapat memantau seluruh peserta didik dalam satu kelas. Peserta didik di kelas dapat mengetahui kegiatan peserta didik di rumah dan sebaliknya. Melalui pengembangan model ini diharapkan dapat mempermudah pendidik dalam melaksanakan pembelajaran campuran (*Blended Learning*) dan memberikan fasilitas kepada peserta didik dalam melaksanakan pembelajaran.

Media *E-Learning* JogjaBelajar dipilih karena mudah diakses oleh pendidik dan peserta didik serta memiliki fitur yang mendukung sesuai dengan model pembelajaran yang dikembangkan peneliti. Fitur-fitur pendukung antara lain presensi, materi, tugas, soal evaluasi dan rekap nilai. Fitur tersebut dapat mengamati keaktifan siswa dalam proses pembelajaran Pengembangan model pembelajaran disampaikan dalam materi Virus kelas X karena materi tersebut dianggap kompleks dan abstrak oleh peserta didik serta melihat hasil analisis kebutuhan di sekolah.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan atau disebut *Research and Development (R&D).* Model R&D yang digunakan adalah ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Hasil penelitian ini digunakan dalam merancang sebuah produk baru. Produk baru di uji di lapangan secara sistematis, dievaluasi dan disempurnakan hingga memenuhi kriteria secara spesifik. Pengembangan produk dengan kriteria yang diharapkan seperti efektivitas, kualitas dan memenuhi standar yang berlaku. Proses pengembangan produk didasarkan pada prosedur pengembangan produk didasarkan pada prosedur pengembangan yang dilakukan oleh Sugiyono (2015).

Penelitian R&D tergantung pada masalah yang diangkat, kegiatan ini dilakukan untuk menemukan potensi masalah yang dijadikan sebagai bahan perencanaan produk. Teknik pengumpulan data kualitatif dilakukan dengan wawancara semi terstruktur. Wawancara merupakan teknik pengumpulan data dengan tanya jawab untuk menemukan permasalahan dan potensi yang dikembangkan. Wawancara dilakukan pada tahap analisis, hal ini dilakukan untuk mengetahui / mendapatkan hasil analisis kebutuhan tentang potensi dan masalah di lapangan.

Teknik pengumpulan data kuantitatif dilakukan pada saat validasi perangkat dengan menggunakan angket dengan sistem *scoring*. *Score* yang didapatkan dari angket tersebut dikualitatifkan dan dikategorikan sehingga mendapat deskripsi hasil. Angket pada tahap validasi dilakukan setelah menyelesaikan desain produk untuk mendapat penilaian terhadap produk yang dihasilkan agar peneliti mengetahui kekurangan dan kelebihan model pembelajaran yang dikembangkan.

Perhitungan rata-rata hasil validasi perangkat pembelajaran Silabus dan RPP dikonversikan ke data kualitatif sesuai kategori dalam skala Likert. Kesimpulan dari hasil penilaian perangkat pembelajaran dapat peneliti buat setelah mendapatkan skor hasil penilaian Silabus dan RPP. Skala Likert dan interval penilaian skala dapat dilihat pada Tabel 1 Skala Likert

Tabel 1 Skala Likert

No.	Skor	Kategori
1.	$3{,}25 \leq x \leq 4$	Sangat Baik
2.	$2{,}5 \leq x \leq 3{,}24$	Baik
3.	$1{,}75 \leq x \leq 2{,}4$	Kurang Baik
4.	$1 \leq x \leq 1{,}74$	Sangat Kurang Baik

Hasil dan Pembahasan

Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan melalui Penyusunan pertanyaan untuk melakukan wawancara dikembangkan dari beberapa butir sehingga terdapat enam hal yang menjadi fokus peneliti alam melakukan penelitian dan pengembangan. Enam tersebut antara lain 1) partisipasi peserta didik dalam pembelajaran biologi, 2) media pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran biologi dan materi yang dirasa sulit oleh peserta didik, 3) sumber pembelajaran yang digunakan guru dalam pembelajaran *Blended Learning*, 4) model dan metode yang digunakan dalam pembelajaran biologi dalam menarik peserta dalam pembelajaran, 5) evaluasi yang digunakan dalam pembelajaran biologi, 6) keluhan dari guru selama pembelajaran berlangsung

Berdasarkan hasil analisa kebutuhan, guru mengharapkan bentuk model pembelajaran jarak jauh dan pembelajaran langsung dilaksanakan bersamaan yang dapat meningkatkan partisipasi peserta didik. Pembelajaran yang berpusat pada peserta didik agar pembelajaran berjalan efektif dan aktif dalam mencapai tujuan pembelajaran sesuai dengan tuntutan kompetensi kurikulum 2013. Kompetensi dasar yang memiliki materi kompleks dapat diterima peserta didik menyesuaikan kemampuan peserta didik dalam pembelajaran. Hal ini dikembangkan dengan program TIK yang dapat merangkum proses pembelajaran dari awal hingga akhir.

Peneliti berupa melakukan Pengembangan Model Pembelajaran *Blended Learning* terintegrasi *E-Learning* JogjaBelajar Pada Materi Virus Kelas X sebagai upaya menjawab permasalahan guru yang timbul melalui kegiatan analisis kebutuhan.

Pengembangan Produk Awal

Pengembangan produk didasari pada analisis kebutuhan yang sudah dilakukan. Produk yang dikembangkan yaitu Model Pembelajaran *Blended Learning* terintegrasi *E-Learning* JogjaBelajar Pada Materi Virus Kelas X berupa silabus dan RPP lengkap beserta lampiran. Silabus dilengkapi dengan program tahunan, program semester, dan kriteria ketuntasan minimal. Produk RPP dibuat empat pertemuan memuat seluruh materi virus kelas X. pengembangan lampiran berupa kisi-kisi dan soal kuis dengan penilaian harian. Instrumen penilaian terdiri dari instrumen penilaian afektif dan psikomotorik. Materi pembelajaran terdiri dari tiga pertemuan pembelajaran dengan pembagian menyesuaikan dengan tingkat kesulitan.

1. Karakteristik Model Pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis *Blended Learning*

Model pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis *Blended Learning* merupakan modifikasi dari sintaks *Problem Based Learning* dengan langkah-langkah pembelajaran *Blended Learning.* Model pembelajaran *Problem Based Learning* adalah model yang berfokus pada konsep dan prinsip melibatkan siswa dalam kegiatan pemecahan masalah dan tugas. Siswa diberikan peluang penuh dalam membangun belajar mereka sendiri. Sedangkan langkah-langkah *Blended Learning* adalah pembelajaran yang mengkombinasikan strategi penyampaian pembelajaran menggunakan kegiatan tatap muka, pembelajaran berbasis computer (*offline*), dan computer secara *online* (internet dan *mobile learning*). Modifikasi model pembelajaran dapat dilihar pada Tabel 2 berikut.

Sintaks *Problem Based Learning* menurut Rahmadani (2019)		Langkah-langkah *Blended Learning* menurut Marlina (2020)		Sintaks model *Problem Based Learning* berbasis *Blended Learnng*	
Tahap	kegiatan	Tahap	kegiatan	tahap	kegiatan
Orientasi siswa pada masalah	Guru mengajukan fenomena atau cerita untuk memunculkan masalah, memotivasi siswa terlibat dalam pemecahan masalah yang dipilihnya.	Pencarian informasi secara offline maupun online	Pencarian informasi dari relevansi, validitas, reabilitas konten dan kejelasan akademis.	*Seeking of information*	Peseta didik menganalisis permasalahan yang muncul dari pemberian pendidik dalam LMS. Peserta didik mengeksplorasi berbagai informasi dari berbagai macam sumber. Pendidik memberikan saran dan masukan dalam pencarian informasi.
Organisasi siswa untuk belajar	Guru membantu siswa dalam mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah tersebut.	Membangun ide atau gagasan secara *online*	Menemukan, memahami dan mongkonfrontasikan ide atau gagasan melalui platform *online* yang tersedia.	*Acquisition of information*	Peserta didik secara individu menginterpretasikan informasi yang didapatkan dari berbagai sumber melalui *E-Learning*

Sintaks *Problem Based Learning* menurut Rahmadani (2019)		Langkah-langkah *Blended Learning* menurut Marlina (2020)		Sintaks model *Problem Based Learning* berbasis *Blended Learnng*	
Tahap	kegiatan	Tahap	kegiatan	tahap	kegiatan
Membimbing penyelidikan individual maupun kelompok	Guru mendorong siswa dalam mengumpulkan informasi yang sesuai	Menginterpretasikan informasi atau pengetahuan secara *online*	Menginterpretasikan informasi atau pengetahuan dari berbagai sumber yang telah dicari dari berbagai sumber melalui platform *online* yang tersedia.	*Collaboration*	Peserta didik secara berkelompok mengemukakan atau mengkomunikasikan ide gagasan yang telah di interpretasikan secara individu ke dalam kelompok baik secara langsung maupun menggunakan fasilitas *E-learning.*
Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	guru membantu siswa dalam merencanakan dan menyiapkan karya	Mengkomunikasikan ide atau gagasan secara *online*	Komunikasi hasil interpretasinya menggunakan fasilitas *online*.	*Problem solving*	Peserta didik di fasilitasi dengan pendidik secara langsung maupun jarak jauh memecahkan permasalahan yang muncul dari gagasan yang telah diungkapkan

Sintaks *Problem Based Learning* menurut Rahmadani (2019)		Langkah-langkah *Blended Learning* menurut Marlina (2020)		Sintaks model *Problem Based Learning* berbasis *Blended Learnng*	
Tahap	kegiatan	Tahap	kegiatan	tahap	kegiatan
					dalam kelompok.
Evaluasi proses pemecahan masalah	Guru melakukan refleksi dan evaluasi dalam penyelidikan dari proses-proses yang sudah terlaksana	Mengkontruksikan pengetahuan secara *online*	Asimilasi dan akomodasi dari hasil analisis, diskusi, dan penarikan kesimpulan dari informasi yang diperoleh menggunakan fasilitas *online*.	*Synthesizing of knowledge*	Peserta didik melakukan proses asimilasi dan akomodasi dari pembangunan gagasan ide secara berkelompok dan pendidik melakukan penarikan kesimpulan dari informasi yang telah dikemukakan peserta didik. Pendidik memberikan bahan ajar materi tersebut.

Model *Problem Based Learning* dengan langkah-langkah *Blended Learning*:

a) Sintakmatik

Sintakmatik model merupakan sebuah langkah-langkah yang akan dilakukan selama pembelajaran berlangsung. Langkah-langkah ini mengakomodasi tentang apa yang harus dilakukan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah dirumuskan (Indrawati, 2013). Model pembelajaran *Problem Based Learning* memiliki langkah-langkah atau sintaks yang menuntun pendidik dan peserta didik untuk melaksanakan kegiatan pembelajaran. Sintaks model pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 3 berikut

Tabel 3 Sintaks Pembelajaran Problem Based Learning

Tahapan	Kegiatan peserta didik	Kegiatan pendidik
Seeking of information/ Eksplorasi	• Peserta didik membuka *website* Jogjabelajar • Peserta didik membaca dan mengamati permasalahan dalam *website* JogjaBelajar • Peserta didik mencari studi literatur dari internet dan buku paket. Peserta didik pembelajaran jarak jauh bergabung di dalam kelas melalui *zoom*	• Pendidik memberikan permasalahan kepada peserta didik melalui *website* JogjaBelajar • Pendidik memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya. • Pendidik memberikan arahan dan saran kepada peserta didik dalam pencarian sumber informasi yang baik dan benar.
Acquisition of information/ Pengolahan data individu	• Peserta didik menginterpretasi dan menyimpulkan jawaban analisis dari studi literatur yang dilakukan. • Peserta didik memberikan jawaban dari interpretasi individu melalui *website* JogjaBelajar	• Pendidik meminta peserta didik untuk membuat jawab analisis secara singkat dari permasalahan dalam menu materi *website* JogjaBelajar. • Pendidik meminta peserta didik untuk memberikan interpretasi jawaban secara singkat dalam menu materi *website* JogjaBelajar.
Collaboration/ Pengolahan data kelompok	• Peserta didik berkumpul dalam kelompok secara *online* maupun *offline* • Peserta didik mengemukakan pendapat di dalam kelompok dari hasil studi lteratur. • Peserta didik menyimpulkan seluruh jawaban dari LKPD. • Peserta didik mengumpulkan LKPD melalui *website* JogjaBelajar	• Pendidik membagi peserta didik ke dalam kelompok heterogen. • Pendidik membagikan LKPD kepada peserta didik melalui menu tugas *website* JogjaBelajar. • Pendidik meminta peserta didik mengumpulkan hasil LKPD melalui menu tugas *website* Jogjabelajar yang sudah disediakan.

Tahapan	Kegiatan peserta didik	Kegiatan pendidik
Problem Solving/ komunikasi	• Peserta didik melakukan presentasi (1 kelompok luring dan 1 kelompok daring) • Peserta didik menanggapi jawaban kelompok yang melakukan presentasi	• Pendidik memberikan kesempatan peserta didik untuk melakukan presentasi kepada 1 kelompok luring dan 1 kelompok daring. • Pendidik memberikan kesempatan peserta didik dikelas maupun di zoom menanggapi jawaban kelompok presentasi.
Synthesizing of knowledge/ Pemecahan masalah	• Peserta didik menyimak klarfikasi yang diberikan pendidik • Peserta didik bertanya kepada pendidik tentang kesulitan materi pembelajaran.	• Pendidik memberikan saran dan masukan dalam presentasi yang sudah dilaksanakan. • Pendidik memberikan klarifikasi • Pendidik memberikan materi bahan ajar materi

b) Sistem Sosial

Sistem sosial adalah situasi atau suasana dan norma tertentu yang berlaku dalam setiap model pembelajaran (Indrawati, 2013). Sistem sosial mendeskripsikan peranan pendidik dan peserta didik dalam interaksi keduanya. Model pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis *Blended Learning* berkaitan dengan sistem sosial yang berpusat pada peserta didik. Pendidik memiliki peran sebagai mediator, fasilitator, pembimbing dan motivator. Pendidik memberikan ruang kebebasan kepada peserta didik dalam melakukan pencarian informasi, kesempatan bertanya dan mengemukakan pendapat dan eksplorasi dalam perannya sebagai pembimbing. Pendidik memberikan akses *E-Learning*, menyediakan informasi belajar dan literatur sebagai pengetahuan awal dalam menganalisis permasalahan yang muncul dalam pembelajaran dalam perannya sebagai fasilitator. Pendidik memberikan masukan dan saran kepada peserta didik dalam pembelajaran dalam perannya sebagai motivator. Pendidik dapat menyelesaikan masalah dalam pendapat antar peserta didik saat mengkomunikasikan hasil pembelajaran sehingga ilmu pengetahuan yang didapatkan dapat dibenarkan dalam perannya sebagai mediator.

c) Prinsip Reaksi

Prinsip reaksi adalah pola kegiatan guru dalam memperlakukan atau memberikan respon pada siswanya (Indrawati, 2013). Prinsip reaksi dalam model ini dapat dilihat dari cara pendidik memberikan kebebasan peserta didik dalam memecahkan permasalahan yang muncul. Pemecahan permasalahan melalui studi literatur, pendidik memberikan saran dan masukan kepada peserta didik. Pendidik memberikan peserta didik dalam melakukan pengolahan data atau menginterpretasikan hasil pencarian dari sumber literatur. Peserta didik diberikan kebebasan dalam mengungkapkan pendapat di dalam kelompok maupun di dalam kelompok.

Pendidik dapat memberikan apresiasi kepada peserta didik sehingga pembelajaran berjalan dengan baik dari kolaborasi pendidik dan peserta didik. Pendidik dapat memberikan *feedback* sehingga peserta didik dapat memahami konsep dengan baik.

d) Sistem pendukung

Sistem pendukung adalah segala sarana, bahan dan alat yang diperlukan untuk mendukung pelaksanaan model pembelajaran (Indrawati, 2013). Sistem pendukung yang diperlukan dalam model ini adalah RPP, sumber literatur (memuat tiga cara pembelajaran yaitu audio, visual maupun audio dan visual), LKPD, *Video Conference, E-Learnng,* serta instrumen penilaian. Sumber literatur diusahakan sebagai permasalahan yang dapat dianalisis peserta didik untuk melakukan tahapan pembelajaran selanjutnya. Sistem pendukung lainnya yaitu dalam pembelajaran ini adalah laptop atau *smartphone,* koneksi internet yang stabil.

e) Dampak Instruksional dan Dampak Pengiring

Dampak instruksional adalah hasil belajar yang dicapai langsung dengan cara mengarahkan para siswa pada tujuan yang diharapkan. Dampak pengiring adalah hasil belajar lainnya yang dihasilkan oleh suatu proses pembelajaran, sebagai akibat terciptanya suasana belajar yang dialami langsung oleh para siswa tanpa pengarahan langsung dari guru (Indrawati, 2013).

Dampak intruksional pembelajaran ini adalah peserta didik dapat memahami konsep dan sistem berpikir sehingga pengetahuan dari menganalisis permasalahan yang muncul dapat dipahami. Pemahaman dari materi dengan struktur materi kompleks dapat dipahami dengan baik. Sedangkan dampak pengiringnya adalah pengembangan kemampuan keterampilan abad 21 (*4Cs*). Kemampuan keterampilan abad 21 yang dimaksud yaitu kreatif, inovatif, kemampuan berpikir rasional, komunikasi, kolaborasi. Dari aspek kemampuan tersebut peserta didik dapat melakukan pencarian ilmu pengetahuan yang dapat berguna bagi kehidupannya kedepan. Dalam pembelajaran aspek-aspek tersebut dapat diterapkan sehingga tujuan

pembelajaran dapat tercapai sesuai dengan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik.

2. Penerapan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis *Blended Learning*

Produk penelitian ini berupa model pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis *Blended Learning* ini diterapkan untuk mata pelajaran Biologi pada materi Virus kelas X. Pendidik mengarahkan peserta didik melakukan aktivitas sesuai indikator atau capaian pembelajaran yang di tentukan. Penerapan sintakmatik dapat dilihat pada tabel yang berisi gambaran penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis *Blended Learning*

Tabel 4 Penerapan model Problem Based Learning berbasis Blended Learning

Mata Pelajaran	Biologi
Kelas/ Semester	X/ I
Topik	Virus
Sub Topik	Sejarah, struktur, ciri dan bentuk virus.
Capaian Pembelajaran	Peserta didik mampu menjelaskan sejarah virus, menganalisis struktur virus, menjelaskan ciri virus, serta menjelaskan bentuk virus
Landasan Teoritis	Behaviorisme, kognitivisme, konstruktivisme
Sistem Belajar	Pembelajaran *Blended Learning*
Sarana- prasarana	LMS JogjaBelajar, Zoom, LKPD, Smartphone atau Laptop, Sumber literatur, Buku paket Biologi, *E-book*
Tempat	Kelas dan rumah
Pengelompokan	Pembagian kelompok diskusi secara heterogen
Alokasi waktu	2 x 45 menit (2JP)
Tahapan pembelajaran	Skenario
Pendahuluan (pengkodisian peserta didik, salam, motivasi, apersepsi, tujuan pembelajaran) 5 menit	

Eksplorasi (10 menit)	• Pendidik memberikan permasalahan analisis kepada peserta didik melalui *website* JogjaBelajar tentang sejarah, struktur, ciri dan bentuk virus. • Pendidik memberikan kesempatan peserta didik bertanya • Pendidik memberikan arahan tentang pencarian sumber informasi yang baik dan benar
Pengolahan data individu (5 menit)	• Pendidik meminta peserta didik untuk membuat jawab analisis secara singkat dari permasalahan dalam menu materi *website* JogjaBelajar. • Pendidik meminta peserta didik untuk memberikan interpretasi jawaban secara singkat dalam menu materi *website* JogjaBelajar tentang sejarah, struktur, ciri dan bentuk virus.
Pengolahan data kelompok (25 menit)	• Pendidik membagi peserta didik ke dalam kelompok heterogen. • Pendidik membagikan LKPD tentang sejarah, struktur, ciri dan bentuk virus kepada peserta didik melalui menu tugas *website* JogjaBelajar. • Pendidik meminta peserta didik mengumpulkan hasil LKPD melalui menu tugas *website* Jogjabelajar yang sudah disediakan.
Komunikasi (15 menit)	• Pendidik memberikan kesempatan 2 kelompok peserta didik untuk melakukan presentasi secara langsung dikelas • Pendidik memberikan kesempatan peserta didik dikelas maupun di zoom menanggapi jawaban kelompok presentasi
Pemecahan masalah (10 menit)	• Pendidik memberikan saran dan masukan dalam presentasi yang sudah dilaksanakan. • Pendidik memberikan klarifikasi • Pendidik memberikan materi bahan ajar materi • Peserta didik bertanya kepada pendidik tentang kesulitan yang dialami
	Penutup 20 menit

Secara lebih sederhana unsur-unsur model pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis *Blended Learning* disajikan pada tabel 5 berikut.

Tabel 5 Unsur-unsur model pembelajaran Problem Based Learning berbasis Blended Learning

No.	Unsur	Penjabaran
1	Teori yang melandasi	Teori pembelajaran behaviorisme Teori pembelajaran kognitivisme Teori pembelajaran konstruktivisme
2	Unsur model pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis *Blended Learning*	
	a. Sintaks	Sintak utama terdiri dari 5 tahap, yaitu *seeking of information, acquisition of information, collaboration, problem solving dan synthesizing of knowledge*.
	b. Prinsip Reaksi	Tugas guru dalam pembelajaran: • Memberikan arahan kepada siswa dalam pencarian sumber literatur • Membantu siswa dalam melakukan pengolahan data • Melakukan observasi terhadap pembelajaran secara langsung dan tidak langsung • Memberikan kesempatan kepada siswa dalam mengungkapkan pendapat • Memberikan *reward* • Membantu siswa dalam menyimpulkan hasil akhir pembelajaran
	c. Sistem Sosial	pendidik sebagai faslitator, mediator, motivator dan pembimbing. Pendidik memiliki kontrol dalam kelas sehingga tahapan pembelajaran dapat berjalan sesuai dengan tujuan awal pembelajaran.
	d. Sistem Pendukung	Buku, *E-book*, LKPD, video pembelajaran, instrument penilaian, lembar observasi, *Video Conference*, LMS.
	e. Dampak Instuksional	Pemahaman terhadap materi pembelajaran kompleks

f. Dampak Pengiring	Kemampuan keterampilan abad 21 dapat dilihat dari hasil pembelajaran.

Validasi Produk

Produk yang dihasilkan dari kegiatan Perancangan atau *Design* berupa perangkat pembelajaran Silabus dan RPP divalidasikan oleh empat validator. Empat validator adalah dua guru biologi SMA dan dua orang dosen. Validasi dilakukan untuk mengetahui hasil dari produk tersebut.

Rekapitulasi hasil validasi silabus dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut.

Tabel 2 Rekapitulasi Hasil Validasi Produk Perangkat Pembelajaran Silabus

Aspek	Hasil Perolehan Skor				Rata-rata keseluruhan
	Validator ke-1	Validator ke-2	Validator ke-3	Validator ke-4	
Penyajian silabus	**8**	**8**	**8**	**8**	
Isi silabus	**34**	**38**	**42**	**40**	
Bahasa	**3**	**4**	**4**	**3**	
Skor Rata-Rata	**3.21**	**3.58**	**3.86**	**3.64**	**3,57**
Kategori	**Baik**	**Sangat Baik**	**Sangat Baik**	**Sangat Baik**	**Sangat baik**

Skor rata-rata keseluruhan hasil validasi empat validator adalah 3,57 dengan kategori “Sangat Baik”. Seluruh validator mengambil keputusan bahwa komponen perangkat pembelajaran Silabus layak digunakan untuk diujicobakan setelah direvisi sesuai dengan catatan, komentar, dan saran dari validator.

Rekapitulasi hasil validasi RPP dapat dilihat pada Tabel 7 sebagai berikut.

Tabel 3 Rekapitulasi Hasil Validasi Produk Perangkat Pembelajaran RPP

Aspek	Hasil Perolehan Skor				Rata-rata keseluruhan
	Validator ke-1	Validator ke-2	Validator ke-3	Validator ke-4	
Penyajian RPP	8	8	8	8	
Identitas RPP	11	15	16	15	
Rumusan indikator dan tujuan pembelajaran	14	14	16	14	
Materi pembelajaran	3	4	4	4	
Pemilihan media dan sumber belajar	4	1	3	3	
Pemilihan pendekatan, model dan metode	4	3	4	4	
Sintaks model pembelajaran	6	5	6	7	
Penilaian hasil belajar	2	1	4	3	
Bahasa	3	4	4	3	
Skor Rata-Rata	**3.24**	**3.24**	**3.82**	**3.59**	**3,47**
Kategori	**Baik**	**Baik**	**Sangat Baik**	**Sangat Baik**	**Sangat Baik**

Skor rata-rata keseluruhan hasil validasi empat validator adalah 3,47 dengan kategori “Sangat Baik”. Seluruh validator mengambil keputusan bahwa komponen perangkat pembelajaran RPP layak digunakan untuk diujicobakan setelah direvisi sesuai dengan catatan, komentar, dan saran dari validator.

Setelah mendapatkan hasil penilaian dari seluruh validator dilakukan perhitungan rerata hasil validasi akhir produk. Hasil validasi akhir produk merupakan perhitungan dari hasil validasi komponen media dan hasil validasi komponen materi yang sudah didapatkan. Rekapitulasi perhitungan rerata akhir produk dapat dilihat pada tabel 8 berikut:

Tabel 4 Rerata semua nilai validator

Aspek	Rata-rata	kategori
Silabus	**3,57**	Sangat Baik
RPP	**3,47**	Sangat Baik
Rerata semua nilai	**3,52**	Sangat Baik

Berdasarkan hasil yang didapatkan, produk Pengembangan Model Pembelajaran *Blended Learning* terintegrasi *E-Learning* JogjaBelajar Pada Materi Virus Kelas X yang dikembangkan peneliti mendapatkan rata-rata 3,52 yang diperoleh dari rata-rata hasil validasi komponen silabus dan komponen RPP yaitu 3,57 dan 3,47. Rata-rata dari keseluruhan aspek yaitu silabus dan RPP yaitu 3,52 sehingga dapat dikategorikan sangat layak berdasarkan kriteria kelayakan produk.

Revisi Produk

Revisi terhadap produk yang dikembangkan oleh peneliti, diperbaiki atas komentar dan saran dari validator baik dari silabus dan RPP. Silabus belum memuat secara lengkap prota, prosem dan KKM. Kegiatan pembelajaran dalam silabus kurang detail. Pada RPP, perbaikan terdapat pada alokasi waktu, indkator, lembar kerja peserta didik, materi bahan ajar, dan soal evaluasi. Perbaikan yang dilakukan pada penulisan yang perlu disesuaikan dengan tata tulis yang baik dan benar mengacu pada PUEBI.

Pembahasan

Pengembangan model pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis *Blended Learning* dirancang dari kegiatan hasil analisis wawancara kebutuhan guru biologi di tingkat SMA. Kebutuhan model pembelajaran yang sesuai dengan kondisi yang dapat meningkatkan aspek kognitif, psikomotorik, dan afektif. Pembelajaran campuran diharapkan menjadi solusi bagi seluruh peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran. Menurut Setiawan (2017), belajar merupakan suatu proses aktivitas mental yang dilakukan seseorang dalam memperoleh perubahan tingkah laku dalam bentuk positif dan menetap relatif lama. Perubahan ini akan mempunyai nilai positif untuk dirinya. Belajar dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja. Kegiatan pembelajaran siswa dapat dilakukan dengan macam-macam model, bentuk, dan metode pembelajaran menyesuaikan dengan kebutuhan dan lingkungan pembelajaran. Belajar tidak hanya dilihat dari hasil akan pencapaian tujuan pembelajaran, tetapi pembelajaran dilakukan melalui proses-proses membangun pengetahuan.

Kegiatan belajar dan pembelajaran yaitu suatu aktivitas yang sudah direncanakan dalam mencapai tujuan tertentu dengan keterlibatan beberapa komponen yang terikat satu dengan yang lain. Menurut Hanafy (2014), komponen dalam pembelajaran disebut perangkat pembelajaran. Perangkat pembelajaran terisi atas rencana pelaksanaan pembelajaran, alat pembelajaran yang mencakup metode media, dan sumber belajar serta ada alat evaluasi berupa tes maupun non tes.

Pengembangan model pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis *Blended Learning* dirancang dari teori-teori belajar *behaviorisme, kognitivisme,* dan *konstruktivisme* yang sesuai dengan hasil analisis kebutuhan wawancara. Teori-teori belajar yang dipilih peneliti sesuai dengan kebutuhan peserta didik dalam pembelajaran.

Implementasi teori *behaviorisme* dalam pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis *Blended Learning* terdapat dalam kegiatan awal pembelajaran seperti apersepsi dan motivasi. Guru memberikan stimulus berupa pertanyaan kepada peserta didik sehingga menimbulkan respon dalam pembelajaran. Respon peserta didik dapat berupa pertanyaan maupun jawaban dari pertanyaan yang diberikan guru. Tahap kegiatan inti *Seeking of information* memberikan stimulus berupa pertanyaan permasalahan. Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melakukan eksplorasi sehingga dapat menimbulkan respon dari

permasalahan yang muncul. Tahap kegiatan inti *Collaboration* memberikan kesempatan peserta didik dalam kelompok untuk mengkomunikasikan gagasan yang telah didapatkan. Gagasan-gagasan dalam kelompok menjadi stimulus dalam permasalahan yang muncul. Respon muncul dari gagasan-gagasan masing-masing individu diinterpretasikan menjadi hasil belajar satu kelompok.

Implementasi teori *kognitivisme* dalam pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis *Blended Learning* terdapat dalam kegiatan tahap inti *Seeking of information* dan *Acquisition of information.* Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik dalam mengumpulkan informasi dari berbagai sumber literatur. Pencarian studi literatur peserta didik akan menimbulkan interaksi dengan mental dan lingkungan (kelas) sehingga perubahan pengetahuan muncul dari individu tersebut. Peserta didik akan melakukan interpretasi dari pencarian studi literatur untuk menghasilkan hasil belajar. Tahap kegiatan inti *Seeking of information* dan *Acquisition of information* akan terjadi proses penerimaan informasi untuk diolah sehingga menghasilkan keluaran hasil belajar.

Implementasi teori *kontruktivisme* dalam pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis *Blended Learning* terdapat dalam seluruh urutan kegiatan inti. Tahap *Seeking of information,* guru memberikan permasalahan yang menimbulkan peserta didik melakukan pencarian informasi. Tahap *Acquistion of information,* guru memberikan kesempatan peserta untuk melakukan interpretasi hasil pencarian informasi pada tahap sebelumnya. Hasil interpretasi dalam dimasukkan ke *E-Learning* JogjaBelajar sesuai dengan arahan dari guru. Tahap *Collaboration,* peserta didik secara berkelompok berpartisipasi aktif baik secara daring maupun luring. Hasil interpretasi individu dikemukakan dalam kelompok dan diambil kesimpulan untuk mengerjakan LKPD yang diberikan oleh guru. Tahap *Problem solving,* guru memberikan peserta didik kesempatan presentasi baik kepada 1 kelompok daring dan 1 kelompok luring. Tahap *Synthesizing of knowledge,* guru memberikan kesempatan peserta didik bertanya tentang kesulitan materi pembelajaran. Guru dibantu peserta didik melalukan penarikan kesimpulan pembelajaran yang sudah dilakukan dan pendidik memberikan bahan ajar materi pertemuan tersebut. Seluruh tahap inti termasuk dalam teori kontruktivisme karena merupakan sebuah kepentingan bersama dalam proses pembelajaran sosial sehingga masing-masing individu berperan aktif dalam konstruksi untuk mencapai hasil belajar yang baik.

Model pembelajaran memiliki unsur-unsur sintakmatik, sistem sosial, prinsip reaksi, sistem pendukung, dampak intruksional dan dampak pengiring. Unsur-unsur tersebut merupakan sebuah satu kesatuan dalam proses pembelajaran. Langkah-langkah pembelajaran, respon antar pendidik dengan peserta didik, pendukung bagaimana pembelajaran berjalan dengan baik dan hasil belajar yang dapat dicapai dari tujuan pembelajaran (Indriwati, 2013). Implementasi model pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis *Blended Learning* dapat untuk mengakomodasikan berbagai gaya belajar seperti audio, visual, audio dan visual. Gaya belajar setiap pertemuan dapat disesuaikan dengan tingkat kesulitan materi yang diajarkan. Sintaks model pembelajaran mengarah kepada kecakapan

pembelajaran abad 21 yang kreatif, pemecahan masalah, mengambil keputusan, komunikasi, dan kerjasama.

Model pembelajaran *Problem Based Learning* adalah model yang berfokus pada konsep dan prinsip melibatkan siswa dalam kegiatan pemecahan masalah dan tugas. Siswa diberikan peluang penuh dalam membangun belajar mereka sendiri. Pembelajaran yang dipicu dari permasalahan diharapkan mendorong siswa untuk melakukan pemecahan masalah. Sikap belajar siswa tumbuh dari sistem pembelajaran yang dilakukan membuat siswa lebih disiplin, aktif dan kreatif. Siswa berusaha mendapatkan solusi, berpikir kritis dan analitis, mampu menetapkan serta menggunakan sumber daya yang sesuai (Hotimah, 2020). Pembelajaran *Problem Based Learning* dipilih dalam pengembangan dapat diimplementasikan pada materi bersifat kompleks. Materi memiliki sifat yang kontekstual. Materi dapat ditemukan dengan mudah dari lingkungan sekitar. Pendidik tidak sepenuhnya melepaskan peserta didik secara bebas dalam pemecahan masalah. Pendidik memiliki peran sebagai mediator, fasilitator, pembimbing, dan motivator. Peran pendidik tersebut sebagai sistem sosial pembelajaran berkaitan dengan peserta didik sebagai pusat. Pendidik dan peserta didik memiliki peranan dalam berinteraksi.

Pembelajaran *Blended Learning* dianggap sebagai salah satu cara bentuk kelas dalam kegiatan pembelajaran. Menurut Wijoyo, *et al* (2020), *Blended Learning* adalah sebuah kemudahan pembelajaran yang menggabungkan berbagai cara penyampaian, model pengajaran, dan gaya pembelajaran, memperkenalkan berbagai pilihan media dialog antara fasilitator dengan orang yang mendapatkan pengajaran. *Blended learning* juga sebagai sebuah kombinasi pengajaran langsung (*face-to-face*) dan pengajaran *online*, tapi lebih dari itu sebagai elemen dari interaksi sosial. Pengembangan dari model pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis *Blended Learning* dengan jenis pembelajaran dilakukan bersamaan secara luring dan daring. Pembelajaran ini dilakukan dengan sintakmatik pembelajaran *Problem Based Learning* dengan menggunakan langkah-langkah pembelajaran *Blended Learning.* Tentu kedua hal yang berbeda memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. *Problem Based Learning* dan *Blended Learning* dipilih untuk melengkapi satu sama lain dari kekurangan dan kelebihan yang ada sehingga kegiatan pembelajaran dapat mencapai tujuan pembelajaran. Permasalahan yang muncul dapat dipecahkan dengan memberikan kebebasan kepada peserta didik untuk memecahkan permasalahan yang muncul. Hal ini disebut sebagai prinsip reaksi dengan melihat pendidik memberikan kebebasan pada peserta didik.

Pembelajaran *Blended Learning* tidak lepas dari peran *E-Learning.* Pembelajaran yang diterapkan dengan luring dan daring secara bersamaan dari sekolah dan rumah. Seluruh peserta didik dapat menerima pembelajaran secara penuh. Lingkungan belajar disesuaikan dengan gaya belajar peserta didik, sehingga setiap pertemuan dapat menggunakan gaya belajar yang berbeda. *E-Learning* yang digunakan dalam pembelajaran yaitu JogjaBelajar. JogjaBelajar dipilih karena memiliki aspek mudah diakses, fitur lengkap, dan tidak memberatkan pendidik

maupun peserta didik. JogjaBelajar menjadi sistem pendukung yang paling penting dalam model pembelajaran ini. Selain itu sistem pendukung dapat seperti RPP, literature, LKPD, *Video Conference*, serta instrument penilaian. Menurut Kurniati & Trapsilasiwi (2014), Pembelajaran berbasis web (*web based learning*) adalah suatu sistem belajar yang berbasis teknologi informasi dengan menggunakan *website* sebagai media dalam proses pembelajaran. Sebagai media pembelajaran, *website* ini berisi materi pelajaran yang akan disampaikan oleh dosen/ guru kepada mahasiswa/ peserta didik, tugas-tugas yang harus dikerjakan, dan umpan balik bagi mahasiswa/ peserta didik dalam proses pembelajaran.

Kesimpulan

Model pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis *Blended Learning* terintegrasi *E-Learning* adalah salah satu model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dan dirancang untuk membantu pelaksanaan pembelajaran *Blended Learning.* Model pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis *Blended Learning* terdiri dari 5 tahap kegiatan yang terdiri dari: *Seeking of information, Acquisition of information, Collaboration, Problem Solving* dan *Synthesizing of knowledge.* Hasil validasi produk rancangan Silabus dan RPP oleh empat validator menunjukkan nilai rata-rata 3,57 Untuk Silabus dan 3,47 Untuk RPP dengan kriteria keduanya “Sangat Baik” dan layak digunakan untuk kegiatan uji coba secara terbatas dengan revisi berdasarkan catatan, saran dan komentar validator.

Daftar Pustaka

Hanafy, M. S. (2014, Juni). Konsep Belajar dan Pembelajaran. *Jurnal Lentera Pendidikan*, *17*(1), 66-79. doi:https://doi.org/10.24252/lp.2014v17n1a5

Hotimah, H. (2020). Penerapan Metode Pembelajaran Problem Based Learning Dalam Meningkatkan Kemampuan Bercerita Pada Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Edukasi*, *7*(3), 5. https://doi.org/10.19184/jukasi.v7i3.21599

Indrawati, S. (2013). *Strategi belajar mengajar “ sains .”*Jember: Jember University Press

Kurniati, D., & Trapsilasiwi, D. (2014). Pengembangan Model Pembelajaran Analisis Real Berbasis Web Dalam Bentuk E-Learning. *Kadikma*, *5*(3), 1–12.

Marlina, E. (2020). Pengembangan Model Pembelajaran Blended Learning Berbantuan Aplikasi Sevima Edlink. *Jurnal Padegogik*, *3*(2), 104–110. https://doi.org/10.35974/jpd.v3i2.2339

Mulyati, M. (2019). Alim | Journal of Islamic Educatioan. *Alim Journal of Islamic*, *I*(2), 389–400.

Rahmadani, R. (2019). Metode Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learnig (Pbl). *Lantanida Journal*, *7*(1), 75. https://doi.org/10.22373/lj.v7i1.4440

Wibowo, H. (2012). *Pengantar teori-teori belajar dan model-model pembelajaran.* Jakarta: Puri Cipta Media. Retrieved 10 29, 2021

Wijoyo, H., *et al.* (2020). *Blended learning suatu panduan.* Solok: Insan Cendekia Mandiri.

Setiawan, M. A. (2017). *Belajar dan pembelajaran.* Palangkaraya: Uwais Inspirasi Indonesia. Retrieved 10 28, 2021, from https://www.researchgate.net/profile/Muhammad-Setiawan-9/publication/343384767_belajar_dan_pembelajaran/links/5f2e49ef458515b7290d42bd/belajar-dan-pembelajaran.pdf

Sugiyono. (2015). *Metode penelitian dan pengembangan research and development.* Bandung: Alfabeta.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PENGEMBANGAN MODUL DIGITAL INTERAKTIF BERBASIS *WEB* TERINTEGRASI AUDIO *PODCAST* PADA MATERI SISTEM HORMON KELAS XI

Th. Alvita Elviana[1], Luisa Diana Handoyo[2]
[1,2]*Prodi Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma*
Kampus III Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia
Kode Pos 55281
**Email : theresiaalvitaa@gmail.com*

Abstract

The application of information technology media is still needed for blended learning systems. Educators expect the activeness and independence of students in blended learning. However, in implementation, many students feel bored, less active, and not interested in studying so they are difficult to understand the materials. The coordination system, especially about hormone system is one of the difficult materials and needed attention. Educators need the development of learning media that can support blended learning. A web-based interactive digital module integrated with audio podcasts is a solution for the difficulty of understanding hormone system. This study aims to develop and assess feasibility of a web-based interactive digital module integrated audio podcasts on hormone system for 11th grade.

This research belongs R&D methods by adapting the ADDIE model. However, the implementation is limited to the development stage. Data collection techniques were using interview instruments and questionnaires. The product validation stages were assessed by four validators, namely one material expert, one media expert, and two biology teachers. Based on the results of the product validation showed that the web-based interactive digital module integrated with audio podcasts obtained an average score of 3.83 which indicates a very good criterion. The interactive digital module product developed is declared feasible for use/testing with improvements from the validators.

Keywords: *audio podcast, web-based interactive digital module, R&Ds, hormone system*

Abstrak

Pemanfaatan media teknologi informasi dalam sistem *blended learning* masih terus dibutuhkan. Pendidik mengharapkan adanya keaktifan dan kemandirian belajar peserta didik dalam *blended learning*. Namun, implementasinya banyak peserta didik merasa bosan, kurang aktif dan tertarik dalam belajar sehingga sulit memahami materi pembelajaran. Materi sistem koordinasi terkhusus materi sistem hormon menjadi salah satu materi yang sulit dan perlu mendapat perhatian. Pendidik memerlukan adanya pengembangan media pembelajaran pendukung *blended learning*. Modul digital interaktif berbasis *web* terintegrasi audio *podcast* menjadi solusi mengatasi permasalahan sulitnya memahami materi sistem hormon. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengembangan dan kelayakan modul digital interaktif berbasis *web* terintegrasi audio *podcast* pada materi sistem hormon kelas XI.

Penelitian ini termasuk jenis R&D dengan mengadaptasi model ADDIE. Namun, pelaksanaannya dibatasi sampai tahapan *development*. Teknik pengumpulan data dilakukan menggunakan instrumen wawancara dan kuisioner. Tahapan validasi produk dilakukan oleh empat validator, yaitu dosen ahli materi, dosen ahli media, dan dua guru

biologi SMA. Berdasarkan hasil validasi produk modul digital interaktif berbasis *web* terintegrasi audio *podcast* memperoleh rata-rata skor 3,83 yang menunjukkan kriteria sangat baik. Produk modul digital interaktif yang dikembangkan dinyatakan layak digunakan/ diujicobakan dengan perbaikan sesuai komentar dan saran validator.

Kata kunci: *audio podcast, modul digital interaktif berbasis web, R&D, sistem hormon*

Pendahuluan

Dampak pandemi virus corona sejak tahun 2019 membawa banyak perubahan terhadap beberapa bidang kehidupan masyarakat, terlebih pada dunia pendidikan. Pola pembelajaran yang semula bersifat konvensional telah beralih menjadi pembelajaran yang lebih aplikatif dengan pemanfaatan teknologi. Peralihan ini sebagai bentuk adaptasi untuk mendukung sistem pembelajaran *blended learning* yang diterapkan sebagai pola pembelajaran dalam tatanan baru *(new normal)* akibat kondisi pandemi covid-19. *Blended learning* menitikberatkan pada paduan strategi belajar tatap muka dan jarak jauh secara daring dengan berbantuan teknologi informasi (Widiara, 2018). Penerapan *blended learning* pada proses pembelajaran mengutamakan penggunaan media teknologi dan informasi seperti yang diterapkan pada proses pembelajaran daring sebelumnya.

Menurut Mawahdah (2021), *blended learning* adalah pembelajaran yang menerapkan pendekatan gabungan pembelajaran *online* memanfaatkan kecanggihan teknologi dan pembelajaran tatap muka secara langsung bertujuan untuk memberikan penguasaan materi pembelajaran dan kemampuan menguasai teknologi kepada peserta didik melalui pengalaman-pengalaman belajarnya. *Blended learning* melalui pembelajaran *online* memberikan kemudahan untuk bisa belajar tanpa berbatasan waktu dan tempat, tetapi tetap butuh *feedback* secara langsung atas materi-materi yang diberikan dalam pembelajaran *online*. Karakteristik *blended learning* menurut Husamah (2014) adalah (1)menitikberatkan penggabungan berbagai model pembelajaran penyampaian materi, gaya belajar, dan media pembelajaran berbantuan teknologi media komunikasi dan informasi, (2)kombinasi pengajaran *face to face*, (3)kegiatan belajar mandiri, dan (4)ada kombinasi cara pengajaran, penyampaian materi, dan gaya belajar. Tujuan dari pembelajaran *blended learning* adalah memberikan kesempatan subjek belajar dengan berbagai karakteristik sehingga mampu berkembang, belajar mandiri, dan berkelanjutan.

Penggunaan media teknologi dan informasi dalam pembelajaran sesuai pada pola pembelajaran abad ke-21, dimana guru dan peserta didik dituntut dapat saling berkolaborasi memanfaatkan teknologi informasi sebagai sarana pendukung proses pembelajaran yang efektif. Menurut Lestari (2018), kegiatan pembelajaran yang melibatkan kecanggihan teknologi informasi atau memanfaatkan internet dapat lebih fleksibel dan mempermudah akses di mana pun dan kapan pun tanpa berbatas waktu. Sifat fleksibel dan kemudahan akses ini sangat mendukung sistem pembelajaran *blended learning* untuk menghindari kontak fisik satu sama lain yang dapat meminimalisir penularan virus covid-19 dalam proses pembelajaran.

Dalam *blended learning*, keaktifan dan kemandirian belajar peserta didik sangat diperlukan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan. Tidak hanya dari peserta didik, kegiatan pembelajaran perlu diimbangi dengan ketersediaan dan penggunaan variasi media pembelajaran yang sesuai dengan gaya

belajar peserta didik sehingga menimbulkan antusiasme peserta didik yang aktif dalam pembelajaran. Keantusiasan peserta didik dalam belajar akan mempermudah peserta didik memahami materi dan berkolaborasi positif terhadap hasil belajar peserta didik yang lebih baik. Guna mendukung *blended learning,* pendidik ditantang memberikan pembaruan pembelajaran dengan mengedepankan suasana belajar aktif, menyenangkan, kreatif dan inovatif, serta efektif dengan pemanfaatan media teknologi dan informasi untuk memicu peserta didik berperan dalam pembelajaran dengan bertanya, menjawab pertanyaan, dan mampu mengemukakan gagasan (Sari, 2015).

Pelaksanaan pembelajaran *blended learning* di beberapa sekolah daerah Yogyakarta masih menunjukkan kurangnya motivasi dan keaktifan belajar dari peserta didik sehingga proses belajar mandiri juga masih sulit terlaksana. Pemahaman peserta didik terhadap materi belajar masih rendah. Salah satu faktor penyebabnya adalah kurangnya variasi media pembelajaran sekaligus sumber belajar yang menarik perhatian peserta didik. Media pembelajaran yang digunakan di sekolah belum sepenuhnya sesuai dengan minat dan gaya belajar peserta didik. Kondisi ini membuat peserta didik jenuh dan kurang memahami materi yang dipelajari, terlebih pada materi yang memiliki cakupan luas dan sulit dimengerti, seperti materi sistem koordinasi. Beberapa peserta didik juga kesulitan mengakses media pembelajaran karena alasan kuota internet dan biasanya membutuhkan kapasitas memori pada setiap *gadget* yang digunakan.

Peran media pembelajaran sangat penting sebagai penyalur materi pembelajaran. Kustandi & Darmawan (2020) menerangkan media pembelajaran dapat berkedudukan sebagai alat bantu, alat penguatan pembelajaran, alat penyalur pesan, dan penyampaian informasi. Pemilihan media pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran perlu disesuaikan dengan tujuan pembelajaran, kemampuan guru dan peserta didik, memerhatikan efektifitas, fleksibilitas, kebermanfaatan, kesediaan media, serta kualitas media (Nurrita, 2018). Penggunaan media pembelajaran perlu memperhatikan kebutuhan-kebutuhan yang muncul di dalam kelas sehingga dapat tepat guna menunjang proses belajar peserta didik.

Bertolak dari permasalahan-permasalahan yang muncul di sekolah dan potensi pendukung proses pembelajarannya, pengembangan modul pembelajaran menjadi salah satu solusi tepat terhadap permasalahan yang muncul. Modul pembelajaran berisikan materi sistem hormon yang merupakan salah satu bagian dalam materi sistem koordinasi. Penyusunan modul pembelajaran dapat memudahkan penyajian bahan ajar menjadi lebih menarik, mengatasi keterbatasan waktu, ruang, dan daya tangkap peserta didik, serta berpotensi sebagai bahan evaluasi mandiri (Gunawan, 2022). Modul pembelajaran dikembangkan sesuai karakteristiknya dan dikemas dalam bentuk digital. Karakteristik modul pembelajaran yaitu *self instructional, self contained, stand alone, adaptive,* dan *user friendly* (Daryanto, 2013).

Guna memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk aktif dan mandiri belajar pada pembelajaran *blended learning,* modul pembelajaran digital difasilitasi dengan fitur-fitur interaktif. Pengembangan modul digital interaktif juga dilengkapi dengan tampilan gambar, audio, video, serta penjelasan materi berupa audio visual yang terintegrasi langsung melalui aplikasi *anchor.fm*. Peserta didik dapat mengakses modul digital interaktif melalui *link website* secara langsung karena perancangan modul dikembangkan dengan berbasis *web*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengetahui kelayakan modul

pembelajaran digital interaktif berbasis *web* terintegrasi audio *podcast* pada materi sistem hormon kelas XI. Fitur interaktif menciptakan hubungan dua arah antara antara media modul dengan pengguna melalui penggabungan dua atau lebih teks, grafik, audio, video, serta animasi (Prastowo, 2015). Modul berbasis *web* juga memberikan kemudahan bagi peserta didik karena tidak perlu mengunduh modul untuk menghindari penggunaan kapasitas memori yang terlalu besar.

Metode

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *Research and Development* (R&D). Tahapan penelitian dilakukan dengan berpedoman pada model pengembangan ADDIE hingga pada tahapan *development* (pengembangan). Tahapan analisis dilakukan dengan mencari tahu permasalahan-permasalahan dan melihat potensi pendukung proses pembelajaran terkait pelaksanaan pembelajaran, pemanfaatan IT dalam pembelajaran, materi, model, metode, media, dan evaluasi pembelajaran di beberapa sekolah wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta, yaitu SMAN 1 Ngaglik, SMAN 1 Minggir, SMA Budya Wacana, SMAK Sang Timur, dan SMA St.Mikael Sleman. Proses analisis kebutuhan dilakukan melalui kegiatan wawancara bersama dengan masing-masing guru biologi di setiap sekolah.

Data dan informasi yang didapatkan dari sekolah menjadi dasar perancangan produk yang dapat mendukung pemecahan masalah pembelajaran di sekolah. Dalam tahapan desain, peneliti merancang isi dan bagian-bagian yang digunakan dalam modul. Selanjutnya dilakukan pengembangan dengan menuangkan rancangan desain modul yang sudah dibuat dalam bentuk tampilan modul digital interaktif secara menarik. Perancangan desain dilakukan dengan bantuan aplikasi *canva* dan *lectora*. Modul digital interaktif dikembangkan dalam bentuk *website* yang terintegrasi audio *podcast*. Peneliti kemudian melakukan uji validasi dan revisi terhadap produk yang dikembangkan.

Teknik analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Analisis deskriptif kualitatif digunakan untuk mengolah data yang didapatkan dari hasil wawancara pada kegiatan analisis kebutuhan di sekolah dan data hasil validasi dari validator terhadap produk yang dikembangkan. Analisis kuantitatif berkaitan dengan analisis pada hasil penskoran angket validasi validator yang menggunakan penskoran skala *Likert*. Perhitungan skor validator dilakukan menggunakan rumus berikut.

$$Skor\ Validator = \frac{\sum x}{N}$$

Perhitungan yang telah didapatkan dimasukkan dalam kriteria kelayakan seperti pada Tabel 1.1 berikut.

Tabel 1.1 Kriteria Kelayakan

Interval Skor	**Kategori**
$3{,}25 < x \leq 4$	Sangat Baik
$2{,}50 < x \leq 3{,}25$	Baik
$1{,}75 < x \leq 2{,}50$	Kurang Baik
$1 < x \leq 1{,}75$	Sangat Kurang Baik

Hasil dan Pembahasan

Produk modul digital interaktif berbasis *web* terintegrasi audio *podcast* dikembangkan sesuai dengan kebutuhan sekolah berdasarkan dari adanya temuan dan permasalahan pada analisis kebutuhan. Hasil temuan permasalahan yang dominan terjadi di kelima sekolah sasaran penelitian adalah antusiasme peserta didik di 3 sekolah dari kelima sekolah yang diwawancarai masih banyak yang kurang antusias mengikuti pembelajaran. Banyak peserta didik sudah merasa bosan dan jenuh mengikuti pembelajaran serta lebih menginginkan pembelajaran luring daripada daring. Peserta didik mengeluhkan sulitnya menangkap dan memahami materi. Peserta didik mengharapkan adanya penjelasan materi dari guru yang dapat didengarkan untuk membantu proses belajar mandirinya untuk memahami materi. Hasil wawancara bersama salah satu guru terkait keaktifan peserta didik menunjukkan bahwa keaktifan peserta didik dapat berlangsung jika dipicu dengan pemberian stimulus. Adanya stimulus yang diberikan pada peserta didik akan dapat membangkitkan respons positif dari peserta didik dalam proses pembelajaran (Rani, 2021).

Dalam proses pembelajaran, terdapat beberapa materi yang sulit dipahami dan diajarkan salah satunya karena keterbatasan waktu, sedangkan materi-materi tersebut memiliki cakupan luasan pembahasan yang cukup banyak, salah satunya sistem koordinasi. Dari kelima sekolah yang diwawancarai, tiga sekolah menganggap materi sistem koordinasi menjadi salah satu materi sulit untuk diajarkan dan dipahami peserta didik karena cakupan materinya sangat banyak. Dari tiga sekolah ini, peneliti mengerucutkan materi yang perlu mendapat perhatian dengan melakukan wawancara lebih lanjut pada ketiga sekolah tersebut dengan hasil dua sekolah menyatakan materi sistem hormon menjadi salah satu materi yang perlu mendapat pengkajian lebih lanjut. Berdasarkan informasi yang didapatkan langsung dari guru, pengajaran materi sudah dikemas menggunakan beberapa media pembelajaran. Bentuk media pembelajaran yang diterapkan di sekolah berupa *powerpoint*, video pembelajaran, serta ada yang menggunakan *virtual lab*. Meskipun demikian, media pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran masih sederhana dan kurang bervariatif.

Keterbatasan kemampuan guru dalam membuat dan merancang media pembelajaran menjadi salah satu alasan sederhananya media pembelajaran. Beberapa guru memberikan video pembelajaran untuk membantu pemahaman peserta didik terhadap materi yang sedang dibahas, namun tidak semua peserta didik mampu memahami video tersebut dengan pemahaman yang sama. Kondisi tersebut dapat terjadi karena adanya gaya belajar yang berbeda-beda dari setiap peserta didik. Kurangnya variasi media pembelajaran yang menarik, bervariasi, dan belum dapat mengakomodasi keseluruhan gaya belajar peserta didik membuat peserta didik merasa bosan dalam proses belajarnya sehingga berimbas pula terhadap sulit terlaksananya kemandirian belajar dari peserta didik.

Hasil yang didapatkan dari aspek materi ajar menunjukkan bahwa materi sistem koordinasi menjadi salah satu materi yang sangat luas cakupannya dan menjadi materi yang sulit dipahami oleh peserta didik. Secara lebih spesifik, bagian sub bab materi sistem koordinasi tersebut terdapat pada materi sistem hormon. Fokus penelitian hanya difokuskan pada salah satu sub bab materi karena mempertimbangkan luasan cakupan materi. Pertimbangan pembagian materi tersebut diperkuat oleh teori dari Daryanto (2013) terkait karakteristik *self*

contained dalam modul pembelajaran yang menunjukkan adanya keutuhan materi pada modul dalam satu kompetensi dasar, dapat dilakukan pemisahan materi dengan ketentuan cakupan materi pada satu kompetensi dasar yang diacu terlalu luas.

Berdasarkan hasil kajian pada proses analisis kebutuhan, guru mengharapkan adanya media pembelajaran yang mampu menyeimbangkan pembelajaran *online* dan pembelajaran *offline*, media yang bagus, menarik, dan interaktif, mudah digunakan baik untuk guru ataupun peserta didik. Beberapa guru sudah menyediakan fasilitas modul pembelajaran yang dibuat oleh guru secara langsung, namun karena keterbatasan kemampuan dalam pengembangannya, modul pembelajaran masih sangat sederhana. Sebagian peserta didik lebih mudah belajar dan percaya dengan adanya tambahan penjelasan materi dari guru. Hal ini mendukung adanya pengemasan media pembelajaran diintegrasikan langsung menggunakan audio *podcast* yang berisi dialog percakapan santai dan sederhana sebagai bentuk penjelasan materi dari guru. Dengan demikian, modul digital interaktif berbasis *web* terintegrasi audio *podcast* diharapkan dapat membantu proses belajar mandiri peserta didik dalam *blended learning*.

Pengembangan modul digital interaktif berbasis *web* terintegrasi audio *podcast* dikembangkan dengan mencakup beberapa bagian, yakni informasi, kompetensi dasar, indikator dan tujuan pembelajaran, materi pembelajaran, rangkuman, kuis dan tugas, serta sumber belajar. Modul digital kemudian divalidasi untuk mengetahui penilaian kelayakan terhadap produk yang dikembangkan. Validasi dilakukan oleh empat validator, yaitu dua validator dari guru biologi SMA, validator ahli materi, dan validator ahli media.

1) Hasil Validasi Materi

Perolehan hasil validasi bagian materi pada penelitian diperoleh dari dua validator guru biologi SMA sebagai validator I dan II serta satu validator ahli materi sebagai validator IV. Proses validasi media mengkaji lima aspek seperti kesesuaian desain materi, isi materi, keakuratan materi, penyajian tulisan, gambar, dan video. Seluruh data hasil validasi materi pada produk yang sudah didapatkan dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Rekapitulasi Hasil Validasi Materi

Komponen	Hasil Validator Ahli Materi		
	Validator I	Validator II	Validator IV
Kesesuaian Desain Materi	8	8	8
Isi Materi	20	19	17
Keakuratan Materi	8	8	6
Penyajian Tulisan, Gambar, dan Video	11	11	11
Tata Bahasa dan Komunikasi	12	12	10
Total Skor yang Didapat	59	58	52
Nilai Validasi per Validator	3,93	3,87	3,47
Kriteria	Sangat baik	Sangat baik	Sangat baik
Rata-rata Nilai Validasi Materi	3,76 (Sangat Baik)		

Berdasarkan perolehan data, skor akhir validasi tertinggi dari ketiga validator diperoleh dari penilaian validator I sebesar 3,93, sedangkan skor akhir validasi terendah diperoleh dari validator IV sebesar 3,47. Meskipun demikian, hasil penskoran validasi yang diperoleh dari setiap validator tergolong pada kriteria “Sangat Baik”.

2) Hasil Validasi Media

Perolehan hasil validasi bagian media pada penelitian ini berasal dari dua guru biologi SMA sebagai validator I dan validator II serta satu ahli media sebagai validator III. Proses validasi media mengkaji beberapa aspek seperti penggunaan produk dan perangkat lunak, isi modul pembelajaran, desain visual, serta tata bahasa dan komunikasi. Seluruh data hasil validasi yang sudah didapatkan dapat dilihat pada Tabel 1.3.

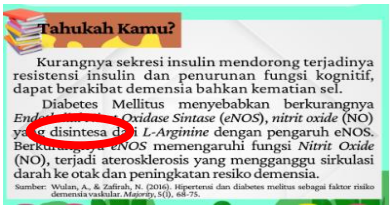
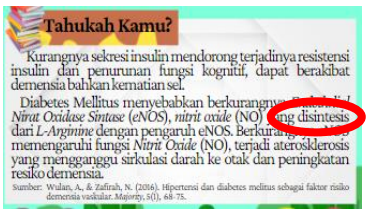
Tabel 1.3 Rekapitulasi Penskoran Validasi Media Modul Digital Interaktif

Komponen	Hasil Validator Ahli Media		
	Validator I	Validator II	Validator III
Penggunaan Produk dan Perangkat Lunak	12	12	12
Isi Modul Pembelajaran	12	12	12
Desain Visual	6	8	7
Tata Bahasa dan Komunikasi	8	8	8
Total Skor yang Didapat	38	40	39
Nilai Validasi per Validator	3,8	4	3,9
Kriteria	Sangat baik	Sangat baik	Sangat baik
Rata-rata nilai validasi media	3,9 (Sangat Baik)		

3) Hasil Pengembangan Akhir

Hasil pengembangan produk modul digital interaktif berbasis *web* terintegrasi audio *podcast* materi sistem hormon yang telah melalui proses validasi selanjutnya dilakukan revisi produk. Berikut hasil revisi produk yang dilakukan dapat dicermati pada Tabel 1.4.

Pengembangan Awal	Hasil Revisi	Keterangan
		Menambahkan studi kasus yang berkaitan dengan gangguan sistem hormon

		Mengganti ilustrasi gambar gangguan sistem hormon
		Menambahkan keterangan sumber video
		Menambahkan sumber pustaka gambar
		Mengganti kata “urin” menjadi lebih baku dengan kata “urine”
		Mengganti kata disintesa menjadi kata baku disintesis

		Resolusi tampilan modul diperbesar karena sebelumnya tampilan tampak buram

Melalui kajian kasus yang ditampilkan pada modul digital interaktif, peserta didik dapat membangun atau merekonstruksi pengetahuannya sendiri berbekal pada pengetahuan dan pengalaman-pengalaman yang sudah dimiliki individu. Proses mendukung mendukung adanya teori belajar konstruktivisme seperti yang diungkapkan Yuberti (2014) bahwa pemikiran belajar konstruktif dapat didorong dengan lingkungan belajar yang mampu memberi pandangan terhadap realita konstruksi pengetahuan, dan aktivitas didasarkan pengalaman individu. Dengan demikian, individu mampu membangun sendiri pengetahuannya sebagai proses belajar. Ajakan kepada peserta didik untuk berpikir dan membangun sendiri pengetahuannya melalui contoh kasus yang ditampilkan, mencerminkan adanya prinsip interaktif pada modul seperti dijelaskan Liana, dkk (2019) dimana sisi interaktif pada modul dihadirkan dengan pemberian stimulus kepada peserta didik sehingga dapat mengaktifkan peserta didik pada proses belajar.

Perbaikan pengubahan ilustrasi yang disesuaikan pada bahasan diabetes insipidus memberi kemudahan peserta didik untuk memahami gangguan diabetes insipidus. Renat, dkk., (2017) menyebutkan bahwa modul sebaiknya disajikan dengan tampilan warna-warna latar yang menarik dan disertai variasi gambar-gambar yang relevan dengan pembahasan materi sehingga akan mampu memberikan daya tarik kepada peserta didik dan akhirnya mendorong minat belajar peserta didik. Kelengkapan ilustrasi gambar yang dispesifikkan dan disesuaikan materi mendukung tujuan dari penyusunan modul yang ditujukan untuk memudahkan penyajian bahan ajar dan tidak bersifat verbal (Gunawan, 2022) dan membantu penyajian pesan dan informasi secara jelas untuk peningkatan proses belajar (Sukiman, 2012).

Acuan pustaka yang valid dan kredibel dalam setiap penyajian materi sangat penting diperhatikan. Modul digital interaktif yang dikembangkan peneliti dilengkapi dengan gambar dan video yang mampu membantu peserta didik memahami materi pembelajaran. Dari keseluruhan gambar dan video yang ditampilkan, validator menemukan adanya gambar dan video yang belum dilengkapi dengan acuan pustakanya. Menurut Sukiman (2012), referensi atau pustaka menjadi salah satu hal yang perlu diperhatikan pada modul pembelajaran untuk memenuhi karakteristik modul sebagai *self instructional*.

Pengembangan modul digital interaktif dikemas dalam bentuk *website* sehingga lebih praktis dan mudah dalam penggunaannya, yakni dapat diakses dimanapun dan kapanpun. Sifat ini sesuai dengan karakteristik modul menurut

Daryanto (2013) dimana modul bersifat *stand alone* yaitu modul yang dikembangkan tidak membutuhkan dan tidak tergantung pada media-media lain dan juga mendukung *self instructional* dimana materi dapat langsung terakses dalam modul tanpa memiliki ketergantungan dengan media lainnya dan modul dapat diakses sesuai kebutuhan peserta didik dengan waktu yang tidak ditentukan. Pratiwi (2019) menjelaskan penerapan *web based* dalam pembelajaran hanya perlu memanfaatkan situs *website* yang sudah langsung dapat diakses dan terhubung oleh jaringan internet. Sistem pengaksesan yang demikian, dapat mempermudah peserta didik dalam proses belajar mandiri dan membangun suasana belajar yang menyenangkan. Pembelajaran berbasis *website* membawa kelebihan dimana peserta didik dapat lebih aktif dan mampu mengolah pengetahuannya dengan belajar mandiri (Rusman, dkk., 2013).

Dalam pemilihan media pembelajaran tentu perlu memerhatikan hal-hal penting. Pemilihan media pembelajaran bentuk modul yang dikembangkan pada penelitian ini juga didasarkan peneliti pada adanya teori kriteria pemilihan media pembelajaran. Dalam Musfiqon (2012), salah satu kriteria yang harus diperhatikan dalam pemilihan modul adalah ketepatgunaan. Ketepatgunaan mengacu pada pemilihan media pembelajaran perlu disesuaikan dengan materi pembelajaran yang dipilih sehingga materi dapat tersampaikan dengan baik pada peserta didik dan tepat sasaran. Dalam pemilihan modul sebagai media pembelajaran, peneliti mempertimbangkan kriteria tersebut, dimana pengembangan modul yang dilengkapi ilustrasi gambar-gambar, animasi bergerak, bahkan video sudah dapat menyampaikan materi sistem hormon yang dinilai abstrak dan penuh konsep dan membantu peserta didik untuk memahami materi dengan mudah.

Dalam pengembangan media pembelajaran juga perlu memerhatikan adanya penyampaian materi yang terstruktur dan berurutan untuk kegiatan pembelajaran yang lebih efektif. Prinsip tersebut dapat terlihat pada pengemasan materi dalam modul yang disusun secara berurutan. Saat peserta didik mengklik tombol menu materi akan diarahkan pada beberapa pokok bahasan materi yang dimulai dari yang berada di atas yaitu pengertian dan fungsi sistem hormon, karakteristik kelenjar endokrin, jenis-jenis kelenjar endokrin, serta bagian bawah mencakup lanjutan bahasan materi terkait gangguan sistem hormon dan perbedaan karakteristik sistem hormon dan sistem saraf. Penyajian materi yang terstruktur juga akan memberikan penilaian pada kualitas modul pembelajaran yang lebih berkualitas (Fitri, dkk., 2013).

Media pembelajaran dikembangkan untuk mengatasi kebosanan peserta didik dalam belajar. Berprinsip pada hal tersebut, peneliti mengembangkan media pembelajaran berupa modul digital interaktif diintegrasikan pada audio *podcast* sebagai bentuk variasi media pembelajaran yang dapat digunakan peserta didik. Audio *podcast* berisi penjelasan materi sistem hormon secara verbal yang dikemas dengan suasana santai sehingga peserta didik dapat lebih menikmati topik pembicaraan yang mendukung pemahaman materi. Topik percakapan pada audio *podcast* merupakan karya asli penulis berpedoman pada bahan ajar buku materi kelas XI SMA. Hal tersebut sesuai yang dikemukan Oloo & Elijah (2015) bahwa pengintegrasian *podcast* dalam pembelajaran perlu memerhatikan otentisitas atau keaslian karya *podcast*, kualitas suara, dan sarana penyimpanan atau aplikasi pendukung pemutaran *podcast*. Audio *podcast* dapat didengarkan melalui aplikasi

anchor.fm yang langsung terakses ketika peserta didik mengklik tombol audio pada modul.

Pengembangan modul digital interaktif berbasis *web* terintegrasi audio *podcast* dapat mendukung berbagai variasi gaya belajar peserta didik. Peserta didik yang memiliki gaya belajar auditori dapat belajar dengan mendengarkan penjelasan materi melalui audio *podcast*. Melalui kegiatan mendengarkan percakapan dari *podcast* akan membantu peserta didik dengan gaya belajar auditori lebih mudah dan cepat memahami materi sistem hormon. Peserta didik dengan gaya belajar visual dapat dengan mudah memahami materi pada modul digital melalui kegiatan membaca atau mengamati ilustrasi visual yang disajikan. Bentuk media multimedia juga akan membantu peserta didik untuk senang belajar dan mampu memahami materi dengan baik. Gaya belajar kinestetik juga dapat terakomodasi melalui karakteristik modul digital interaktif yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja. Peserta didik yang memiliki gaya belajar kinestetik akan mudah dan cepat memahami materi dengan melakukan kegiatan seperti membaca sambil berjalan-jalan, mendengarkan sambil mengunyah makanan atau berolahraga, dan sebagainya. Berdasarkan ulasan tersebut, modul digital interaktif yang dikembangkan telah memenuhi kriteria baik karena sesuai dengan pendapat Asyhar (2012) bahwa kriteria *e-modul* interaktif yang dibutuhkan adalah dapat mengakomodasi gaya belajar yang berbeda dan bersesuaian dengan karakteristik peserta didik

Sesuai dengan pendapat Astuti (2012) peserta didik lebih leluasa mengekspresikan cara belajarnya sesuai minatnya untuk memperkuat pendalaman ilmunya. Perasaan senang pada peserta didik saat melakukan kegiatan belajar sesuai minatnya akan mempermudah peserta didik dalam proses pemahaman materi. Marpaung (2015) menegaskan setiap individu memiliki kesukaan cara belajar yang berbeda satu sama lain dan proses penyerapan informasi akan mengalami peningkatan signifikan ketika orang dapat berpikir, bekerja dan berkonsentrasi dalam kondisi yang disenanginya. Pengembangan modul digital interaktif masih memiliki beberapa keterbatasan yaitu tampilan modul berbasis *web* ini belum responsif sehingga pengguna perlu menggunakan fitur *zoom in* atau *zoom out* untuk membaca tampilan layar. Tampilan desain *web* belum dapat menyesuaikan layout setiap *gadget* yang digunakan untuk membuka *web*. Hal ini menyebabkan akses *website* hanya dapat menampilkan satu jenis *layout* saja.

Kesimpulan

Berdasarkan kajian hasil penelitian dan pengembangan media pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini, kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut.

1. Modul digital interaktif yang dikembangkan mengadaptasi model pengembangan ADDIE dibatasi sampai tahap pengembangan, berprinsip interaktif, berbasis *web*, dan dapat terintegrasi langsung pada aplikasi *podcast anchor.fm*.
2. Nilai kelayakan dari proses validasi produk modul digital interaktif yang dikembangkan sebesar 3,83 dengan kriteria “Sangat Baik” dan layak digunakan/diujicobakan dengan perbaikan sesuai saran dan komentar dari validator.

Daftar Pustaka

Astuti, D. (2021). *Pengembangan modul biologi berbasis discovery learning part of spectrum inquiry learning by wenning terhadap sikap ilmiah peserta didik* (Skripsi). Universitas Islam Negeri Raden Intan, Lampung.

Asyhar, R. (2012). *Kreatif pengembangan media pembelajaran.* Jakarta: Gaung Persada Press Jakarta.

Daryanto. (2013). *Menyusun modul.* Yogyakarta: Dava Media.

Fitri, L. A., Kurniawan, E. S., & Ngazizah, N. (2013). Pengembangan modul fisika pada pokok bahasan listrik dinamis berbasis domain pengetahuan sains untuk mengoptimalkan *minds-on* siswa SMA Negeri 2 Purworejo kelas X tahun pelajaran 2012/2013. *Jurnal Radiasi*, *3*(1), 19-23.

Gunawan, R. (2022). *Modul pelatihan pengembangan bahan ajar/ modul pembelajaran.* Bandung: Feniks Muda Sejahtera.

Husamah, H. (2014). *Pembelajaran bauran (blended learning).* Malang: Prestasi Pustaka.

Kustandi, C., & Darmawan, D. (2020). *Pengembangan media pembelajaran: Konsep & aplikasi pengembangan media pembelajaran bagi pendidik di sekolah dan masyarakat.* Jakarta: Kencana (Divisi Prenadamedia *Group*).

Lestari, S. (2018). Peran teknologi dalam pendidikan di era globalisasi. *Jurnal Pendidikan Agama Islam Edureligia*, *2*(2), 94-100.

Liana, Y. R., Ellianawati, & Hardyanto, W. (2019). Pengembangan *e-modul* interaktif berbasis *android* menggunakan *sigil software* pada materi listrik dinamis. *Seminar Nasional Pascasarjana* (pp. 926-932). Semarang: Universitas Negeri Semarang.

Marpaung, J. (2015). Pengaruh gaya belajar terhadap prestasi belajar siswa. *Jurnal KOPASTA*, *2*(2), 13-17.

Mawahdah, Z. (2021). *Implementasi model pembelajaran blended learning di kelas V sekolah dasar pada masa pandemi COVID-19* (Skripsi), Universitas Jambi, Jambi.

Musfiqon. (2012). *Media dan sumber pembelajaran.* Jakarta: Prestasi Pustaka.

Nurrita, T. (2018). Pengembangan media pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *Jurnal Misyikat*, *3*(1), 171-187.

Oloo, G. J., & Elijah, O. (2015). *Methods of investigating the use of podcasting in higher education: A review of recent studies. International Journal of Computer Applications*, *116*(9), 9-13.

Prastowo, A. (2015). *Panduan kreatif membuat bahan ajar inovatif.* Yogyakarta: DIVA Press.

Pratiwi, O. (2019). *Pengembangan media pembelajaran biologi berbasis web pada materi evolusi kelas XII di SMA Negeri 1 Meulaboh* (Skripsi), UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Nanggroe Aceh Darusalam.

Rani, S. R. (2021). *Penerapan variasi stimulus terhadap peningkatan motivasi belajar pendidikan agama islam di SMP Negeri 2 Barombong Kabupaten Gowa* (Skripsi], Universitas Muhammadiyah Makassar, Sulawesi Selatan.

Renat, S. E., Novriyanti, E., & Armen. (2017). Pengembangan modul dilengkapi peta konsep dan gambar pada materi keanekaragaman makhluk hidup untuk siswa kelas VII SMP. *Bioeducation Journal*, *1*(1), 95-108.

Rusman., Kurniawan, D., & Riyana, C. (2013). *Pembelajaran berbasis teknologi informasi dan komunikasi.* Jakarta: Raja Grafindo Persada.

Sari, V. M. (2015). *Penerapan strategi pembelajaran paikem dalam meningkatkan prestasi belajar pendidikan agama islam di sekolah umum* (Skripsi), Universitas Muhammadiyah Palembang, Sumatera Selatan.

Sukiman. (2012). *Pengembangan media pembelajaran.* Yogyakarta: Pedagogia (PT Pustaka Insan Madani).

Widiara, I. K. (2018). *Blended learning* sebagai alternatif pembelajaran di era digital. *Jurnal Purwadita, 2*(2), 50-56.

Yuberti. (2014). *Teori pembelajaran dan pengembangan bahan ajar dalam pendidikan.* Bandar Lampung: Anugrah Utama Raharja.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PENGEMBANGAN SOAL-SOAL HOTS PADA MATERI VIRUS BERBASIS NEARPOD UNTUK KELAS X

Estherina Milennikasari[1], Hendra Michael Aquan[1]
[1]*Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Sanata Dharma, Jl. Paingan, Krodan, Maguwoharjo, Kabupaten Sleman, DIY 55281 Indonesia*
**Email : ika.milenn@gmail.com*

Abstrak
Tantangan abad 21 perlu dijawab dengan menyiapkan sumber daya manusia yang mumpuni. Guru memiliki peran yang sangat penting dalam menjawab tantangan tersebut melalui pembelajaran HOTS yang sudah tercakup dalam Kurikulum 2013. Hasil analisis kebutuhan di enam SMA di Yogyakarta menemukan bahwa guru biologi masih membutuhkan bantuan pengembangan soal HOTS. Kebutuhan pengembangan alat evaluasi tersebut salah satunya pada materi virus. Guna mengikuti kemajuan teknologi terkini, pengembangan tersebut perlu berbasis aplikasi. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan soal HOTS berbasis aplikasi Nearpod pada materi virus dan mengetahui tingkat kelayakannya. Metode penelitian menerapkan *Research and Development* model Sugiyono yang dilakukan hingga tahap revisi desain. Hasil penelitian ini berupa 30 soal HOTS berupa pilihan ganda dan lima pilihan jawaban. Soal-soal tersebut diintegrasikan pada aplikasi Nearpod. Hasil validasi, menunjukkan nilai persentase rata-rata untuk media dan pengembangan soal secara berturut-turut adalah 93,1% dan 94,1%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa soal HOTS berbasis aplikasi Nearpod memperoleh kriteria sangat layak dan dapat diujicobakan pada skala terbatas dengan perbaikan sesuai saran validator.

Kata kunci: Aplikasi Nearpod, Materi Virus, Pengembangan Soal, RnD, Soal HOTS.

DEVELOPMENT OF HOTS QUESTIONS ON NEARPOD-BASED VIRUS MATERIAL FOR CLASS X

Estherina Milennikasari[1], Hendra Michael Aquan[1]
[1]*Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Sanata Dharma, Jl. Paingan, Krodan, Maguwoharjo, Kabupaten Sleman, DIY 55281 Indonesia*
**Email : ika.milenn@gmail.com*

Abstract
The challenges of the 21st century need to be answered by preparing quality human resources. In this case teachers play an important role through HOTS learning which has been included in the 2013 Curriculum. The needs analysis in six high

schools in Yogyakarta found that biology teachers still need assistance in developing HOTS questions. One of the requirements is on virus material. The development of this product needs to be application-based to keep up with the latest technological developments. The purpose of this study is to develop HOTS questions that are integrated with the Nearpod application on virus material and determine the level of feasibility. The research method uses the Sugiyono Research and Development model which is carried out until the design revision stage. This study resulted 30 HOTS questions in the form of multiple choice and five answer choices that are integrated in the Nearpod application. The validation results show that the average percentage of media and questions development is 93.1% and 94.1%, respectively. This study concludes that the HOTS questions based on the Nearpod application are included in the "very feasible" criteria and can be tested on a limited scale with improvements according to the validator's suggestions.

Keywords: HOTS Question, Nearpod Application, Question Development, RnD, Virus Material

Pendahuluan

Pandemi Covid-19 yang menyerang hampir ke seluruh dunia telah mengimbas pada sektor pendidikan, salah satunya pada proses pembelajaran yang berubah dari luring menjadi daring. Satu tahun terakhir, sistem pendidikan Indonesia melakukan terobosan dengan adanya belajar dan mengajar di rumah. Hal ini dilakukan dalam upaya menurunkan penyebaran Virus Corona. Namun melihat dari data Kawalcovid19 (2021), kondisi kasus Covid-19 pada semester kedua mengalami penurunan dan pemerintah mulai mengijinkan beberapa kegiatan beroperasi kembali dengan syarat yang berlaku. Dengan keadaan seperti ini pemerintah mengeluarkan keputusan bersama beberapa menteri, yang dikeluarkan guna menyelenggarakan pembelajaran tatap muka terbatas dan pembelajaran campuran (*blended learning*).

Perubahan proses pembelajaran ini tidak hanya sebagai upaya mengatasi penyebaran Covid- 19. Namun, dilakukan sebagai bentuk adaptasi Indonesia khususnya pembekalan dalam menghadapi perkembangan zaman. Keterampilan 4C dalam sektor pendidikan, antara lain *critical thinking, creativity, collaboration,* dan *communication* (Dwijayanti, 2021). Kemampuan berpikir kritis diawali dengan kemampuan mengkritisi fenomena yang ada di lingkungan. Kreativitas merupakan kemampuan untuk menghasilkan inovasi yang baru. Kolaborasi dilakukan untuk menjalin sinergis antar pihak. Sedangkan komunikasi merupakan bentuk mengekspresikan ide. Keterampilan ini diharapkan bisa diaplikasikan pada mata pelajaran biologi (Mujidin, 2021).

Menurut Irwandi (2020), biologi merupakan salah satu mata pelajaran *sains* yang mempelajari mengenai makhluk hidup. Dalam pembelajaran ini mencakup tiga komponen yaitu proses ilmiah, sikap ilmiah, dan produk ilmiah. Kurikulum biologi mengajarkan siswa untuk memahami konsep dan proses *sains* melalui objek kajian berupa benda konkret, pengalaman empiris, dan bisa ditangkap oleh panca indera. Oleh sebab itu, perlu adanya pengembangan soal HOTS guna melatih siswa dalam berpikir tinggi dan memecahkan masalah guna mengaplikasikan konsep dalam kehidupannya sehari-hari. Keterampilan berpikir tinggi akan mendorong siswa dalam berpikir mendalam dan meluas tentang materi pembelajaran.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru mata pelajaran biologi di enam sekolah, menunjukkan bahwa terdapat beberapa materi yang dirasa sulit untuk diajarkan. Kesulitan tersebut ditemukan secara merata mulai dari kelas X sampai kelas XII. Materi-materi sulit dengan bobot besar tersebut antara lain seperti materi virus, daur biogeokimia, metabolisme, dan hereditas. Beberapa materi-materi yang dianggap sulit tersebut dikarenakan beberapa alasan seperti sulit membayangkan benda kecil sebab tidak bisa mengamati secara langsung dan memiliki bahasan yang abstrak jadi perlu adanya penekanan dan dianalogkan.

Media yang digunakan oleh guru dienam sekolah antara lain seperti video pembelajaran interaktif, modul dalam bentuk PPT, dan adanya gambar-gambar untuk menstimulus siswa. Media-media tersebut disebarkan ke siswa melalui *platform* daring yang mudah diakses seperti *Whatsapp, Google Classroom, moodle, Zoom, Google Meet, Nearpod,* LMS, dan *youtube.*

Alat evaluasi yang diberikan guru dari keenam sekolah rata-rata berupa soal tes seperti ulangan harian, *pretest, posttest, quiz* dan LKPD. Berdasarkan pada pengertian menurut Asep dan Haris (2013), alat evaluasi adalah rangkaian kegiatan untuk meningkatkan kinerja, kualitas, dan produktivitas dari pembelajaran berdasarkan pada kriteria tertentu. Maka dari itu alat evaluasi seharusnya memiliki mutu yang baik untuk penyelenggaraan pembelajaran, salah satunya yaitu pemberian soal evaluasi berbentuk HOTS. Dari hasil wawancara ke sekolah-sekolah, didapati bahwa setiap soal yang diberikan di antaranya sudah mencakup soal HOTS, namun jumlahnya sangat sedikit dibandingkan dengan tipe soal yang lainnya. Batasan ranah yang digunakan masih sekitar di C2-C4, dengan proporsi ranah C2 dan C3 yang banyak. Dalam menyusun alat evaluasi, kesulitan yang dihadapi oleh guru yakni dalam merangkai soal dan mencari referensi berbentuk HOTS. Menurut Kemendikbud (2019), soal HOTS akan mendorong siswa untuk berpikir kritis dan dapat membangun kreativitasnya. Oleh karena itu, guru-guru yang menjadi narasumber saat wawancara merasa kesulitan dalam mengolah soal karena harus menyusun soal yang memiliki jawaban dengan penalaran dan analisis di dalamnya.

Kebutuhan akan pengembangan soal HOTS juga diperlukan, sebab pada masa pembelajaran daring saat ini siswa lebih banyak menduplikasi jawaban dan tidak memparafrasekan teori yang didapatkan dari internet. Hal ini sebanding dengan hasil wawancara dari beberapa sekolah, yang mengatakan bahwa siswa lebih menghafal teori saja tanpa mengetahui konsep ilmunya. Adanya soal HOTS dalam pembelajaran biologi akan melatih siswa dalam mengekspor informasi melalui stimulus yang ada. Stimulus yang ada dalam soal HOTS tidak semua dijelaskan secara langsung, olehnya siswa akan berproses secara kreatif dan kritis guna menyelesaikan masalah yang ditemukan. Penerapan soal HOTS penting, seiring dengan tujuan kurikulum nasional yang mengharapkan adanya proses pembelajaran berpusat pada siswa (*student center)* (Kemendikbud, 2019).

Menurut Kemendikbud (2019), keterampilan berpikir tingkat tinggi adalah keterampilan berpikir logis, kreatif, kritis, berpendapat, pemecahan masalah, mengambil keputusan, dan kemampuan menyimpulkan. Dengan mengembangkan kemampuan berpikir kritis, maka akan dapat mendorong siswa untuk berpikir secara luas dan mendalam tentang materi pembelajaran. Pentingnya melatih HOTS berjalan beriringan dengan tujuan kurikulum nasional yang mengharapkan adanya proses yang yang berpusat pada siswa (*student center).* Selain itu, Proses ini akan

mengaitkan informasi yang baru didapatkan dengan informasi yang sudah ada dalam ingatan, lalu siswa akan menyintesis atau mengembangkan informasi itu untuk mencapai tujuan dari suatu keadaan yang belum terpecahkan (Dinni, 2018).

Instrument HOTS bisa diaplikasikan dalam berbagai bentuk penilaian kelas dan tingkat satuan pendidikan. Berikut merupakan karakteristik dari soal-soal HOTS yang bisa diacuan (Kemendikbud, 2019): 1) mengukur berpikir tingkat tinggi, 2) bersifat divergen, 3) menggunakan multirepresentasi, 4) berdasarkan pada masalah konkret, 5) bentuk soal yang beragam. Indikator dalam mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi berdasarkan revisi Taksonomi Bloom menurut Anderson dan Krathwall yaitu meliputi menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), menciptakan (C6).

Penulisan butir soal HOTS harus memperhatikan beberapa tahapan, berikut merupakan langkah-langkah dalam penyusunan soal HOTS (Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas, 2019): 1) menganalisis kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi, 2) menyusun kisi-kisi soal, 3) memilih stimulus yang kontekstual dan menarik, 4) menuliskan butir pertanyaan sesuai kisi-kisi. 5) menyusun rubrik penilaian dan kunci jawaban.

Alat evaluasi yang sesuai dengan keadaan saat ini dikemas dalam sebuah aplikasi yang interaktif dan mendukung pembelajaran jarak jauh. Salah satu dari sekian banyak aplikasi penunjang pembelajaran yaitu aplikasi Nearpod. Aplikasi ini mudah diakses dan bisa diunduh melalui *smartphone, tablet* dan laptop. Dalam aplikasi ini, guru bisa memantau keterlibatan siswa selama pembelajaran dan melihat kemajuannya dalam aktivitas daring. Aplikasi earpod mempunyai banyak fitur menarik yang tidak dipunyai aplikasi lainnya khususnya untuk membuat alat evaluasi, antara lain seperti *open ended question, collaborate board, matching pairs, time to climb, draw it, flipgrid,poll, fill in the blanks, quiz,* dan *memory test.* Fitur yang dikemas dalam aplikasi Nearpod dapat membantu menciptakan pembelajaran yang kreatif, inovatif, dan edukatif dengan berbagai fitur yang menarik (Susanto Tri Adi, 2021).

Pembelajaran digital akan berpusat pada siswa dan tidak lagi berpusat pada guru yang menerangkan pembelajaran. Pembaruan cara ini akan mempermudah guru dan siswa dalam mengintegrasikan teknologi informasi dan komunikasi di dalam proses pembelajaran. Hakikatnya pembelajaran digital merupakan proses belajar mengajar yang melibatkan penggunaan teknologi digital dan alat lainnya secara inovatif. Majunya dunia teknologi digital menuntut proses pembelajaran untuk menampilkan cara baru dan inovatif dalam kegiatan di kelas (Muhammad et al., 2021).

Aplikasi Nearpod adalah salah satu aplikasi yang menawarkan pengalaman pembelajaran yang interaktif secara daring. Siswa dapat menggunakan aplikasi ini dengan gratis baik di *smartphone, tablet*, dan laptop. Cara mendapatkannya pun mudah yaitu dengan mengunduh di *playstore, appstore* atau membuka di browser. Nantinya guru akan memiliki kendali atas kelas daring dengan memberikan kode unik kepada siswa, setelah mendapatkan kode tersebut siswa akan bisa masuk ke kelas yang dipelajari. Guru juga bisa memantau keterlibatan siswa selama pembelajaran dan memahami kemajuan pembelajaran melalui aktivitas daring. Aplikasi Nearpod juga memiliki fungsi sebagai tempat diskusi daring secara bersama-sama, jadi siswa bisa langsung berinteraksi dan berdinamika bersama guru maupun teman sejawatnya (Adi, 2021).

Pengembangan soal HOTS berfokus pada materi virus kelas X. Penulis memilih pengembangan di kelas X dikarenakan kebutuhan dari guru-guru narasumber. Materi virus juga merupakan salah satu yang memiliki bobot besar dan sulit dipahami oleh siswa karena merupakan materi mikroskopis yang di mana objek sulit diamati secara langsung. Selain itu, pemilihan materi virus berkaitan juga dengan keadaan saat ini yakni berkembangnya Virus Corona. Dengan adanya pemilihan materi ini diharapkan siswa bisa mengaplikasikan teori dan kajian yang telah ada untuk nantinya diaplikasikan pada kehidupannya.

Materi virus adalah materi biologi pada tingkat SMA yang diberikan pada siswa kelas X pada semester 1. Kompetensi dasar yang dikembangkan yakni mengenai (3.4) menganalisis struktur, replikasi dan peran virus dalam kehidupan dan (4.3) melakukan kampanye mengenai bahaya virus dalam kehidupan berdasarkan tingkat virulensinya. Pada materi ini dibahas mengenai sejarah penemuan, ciri-ciri tubuh, cara hidup, proses reproduksi, pengelompokkan, peran virus dalam kehidupan, pencegahan dan pengobatan, serta pembiakkan. Penerangan materi virus didasarkan pada materi acuan pada buku dan pada studi kasus di lapangan. Hal ini dimaksudkan agar materi virus tidak hanya sebagai bahan ajar di kelas tetapi bisa dipahami di luar kelas, karena saat ini maraknya virus-virus yang menyerang manusia mengharuskan siswa paham dan mengenalinya (Irnaningtyas, 2013)

Berdasarkan pada permasalahan-permasalahan tersebut, maka diperlukan upaya dalam mengembangkan suatu proses pembelajaran yang seimbang dengan keadaan saat ini. Oleh sebab itu, adanya penelitian yang berjudul “Pengembangan Soal-Soal HOTS pada Materi Virus Berbasis Nearpod untuk Kelas X”. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan soal-soal HOTS berbasis Nearpod dengan materi virus dan mengetahui tingkat kelayakannya.

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* (*R&D),* dengan mengadaptasi model penelitian dari Sugiyono. Adapun langkah penelitian dan pengembangan yang dilakukan dimulai dari kajian potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain produk, hingga pada revisi desain (Sugiyono, 2013). Butir soal HOTS yang dikembangkan terdiri dari 30 soal pilihan ganda dengan lima pilihan jawaban. Selain mengembangkan soal HOTS, produk juga dilengkapi dengan perangkat pembelajaran yang terdiri dari silabus, Rancangan Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), dan LKS. Soal-soal HOTS dan perangkat pembelajaran membahas mengenai materi virus kelas X, yang memiliki KD 3.4 tentang menganalisis struktur, replikasi, dan peran virus dalam kehidupan dan KD 4.4 tentang melakukan kampanye bahaya virus dalam kehidupan berdasarkan tingkat virulensinya. Soal-soal yang telah dikembangkan kemudian disebarkan kepada siswa melalui aplikasi Nearpod.

Teknik pengumpulan data yang dilakukan terdiri atas dua tahap, yaitu tahap wawancara dan tahap penyebaran lembar kuesioner. Tahap wawancara dilakukan di enam sekolah daerah Yogyakarta, dengan narasumber utama yakni guru-guru biologi. Sedangkan tahap penyebaran lembar kuesioner dilakukan ke para validator guna memvalidasi kelayakatan produk yang telah dikembangkan. Data yang telah didapatkan kemudian dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif. Berikut merupakan

rumus yang digunakan untuk analisis secara kuantitatif (Arikunto dalam Pratiwi, 2019):

$$P = \frac{\sum x}{\sum xi} \times 100$$

Di mana:
P = Presentase
∑x = Jumlah keseluruhan jawaban dalam seluruh item
∑xi = Jumlah seleuruh nilai ideal dalam seluruh item
100 = Konstanta

Hasil perhitungan yang telah didapatkan kemudian digunakan untuk menentukan kriteria kelayakan soal HOTS. Berikut kriteria kelayakan yang digunakan dalam penelitian ini:

Tabel 1. Kriteria Kelayakan

Presentase	Kategori
81% - 100%	Sangat Layak
61% - 80%	Layak
41% - 60%	Cukup Layak
21% - 40%	Tidak Layak
≤20%	Sangat Tidak Layak

Hasil dan Pembahasan

Analisis Kebutuhan

Hasil analisis kebutuhan didapatkan dari tahap wawancara di 6 SMA Daerah Yogyakarta. Keenam sekolah tersebut yakni SMA Angkasa Adisucipyo, SMA Negeri 1 Kalasan, SMA Budya Wacana, SMA Negeri 1 Minggir, SMA Negeri Gamping, dan SMA Pangudi Luhur St. Yusup Yogyakarta. Pertanyaan-pertanyaan yang diberikan mencakup beberapa aspek, antara lain yaitu 1) materi pembelajaran, 2) motivasi pembelajaran, 3) model pembelajaran, 4) media pembelajaran, 5) bentuk evaluasi, 6) hubungan evaluasi pembelajaran dengan hasil belajar, 7) platform digital yang digunakan, dan 8) harapan guru dalam pengembangan perangkat pembelajaran.

Berdasarkan pada 15 pertanyaan analisis kebutuhan, penulis dapat menganalisis permasalahan yang sedang dihadapi oleh sekolah-sekolah. Poin permasalah yang pertama yaitu mengenai alat evaluasi. Alat evaluasi yang sudah diterapkan sekolah masih pada ranah kognitif C2 hingga C4. Dengan presentase C2- C3 lebih banyak dibandingkan C4. Hal ini membuktikan bahwa alat evaluasi yang digunakan masih di tipe LOTS dan MOTS. Poin yang kedua yaitu mengenai materi pembelajaran yang masih dianggap bermasalah dan sulit diajarkan yaitu virus. Materi kelas X semester I ini masih menimbulkan kesalahpahaman di tengah siswa karena sulit untuk membayangkan strukturnya dan tidak bisa diamati secara langsung. Poin bahasan yang ketiga yaitu mengenai media pembelajaran. Dalam proses penyusunan media pembelajaran, 4 dari 6 sekolah tidak memiliki kesulitan yang berarti. Hanya 2 sekolah yang masih terkendala dalam proses pengaplikasian media.

Hasil Pengembangan Produk Awal

Proses pengembangan produk terdiri dari beberapa tahapan hingga akhirnya tercipta soal-soal HOTS materi virus berbasis aplikasi Nearpod. Setelah melakukan wawancara di beberapa sekolah untuk mencari informasi awal dalam proses pengembangan produk ini. Selanjutnya, penulis mempelajari dan memahami materi virus secara keseluruhan untuk mempermudah dalam menyusun soal HOTS. Terdapat beberapa buku dan jurnal yang dijadikan acuan, seperti buku *Medical Microbiology* (Brooks et al., 2013), Bahan Ajar Virologi (Suprobowati, 2018), *Campbell Biology* (Urry et al., 2014), dan jurnal Epidermiologi (Darmawan, 2016).

Pada pengembangan ini, soal disusun dalam bentuk Pilihan Ganda (PG) dengan jumlah 30 butir. Setiap soal memiliki lima jawaban yang dimulai dari A hingga E. Soal-soal HOTS yang disusun berdasarkan pada indikator dan tujuan pembelajaran yang sudah ditetapkan penulis di Rencana Pelaksanaan Pembelajaran. Sebelum menyusun butir pertanyaan, penulis membuat kisi-kisi soal terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk merumuskan indikator soal dan menentukan level kognitif soal.

Komponen dalam kisi-kisi soal terdiri atas IPK (Indikator Pencapaian Kompetensi), indikator soal, level kognitif, aspek HOTS, bentuk soal, dan nomor soal. Indikator soal dirumuskan sesuai dengan IPK yang telah disusun dan materi pokok soal. Level kognitif pada masing-masing soal ditentukan berdasarkan sistem Klasifikasi Bloom, yaitu ranah kognitif C4 (menganalisis), C5 (mengevaluasi), dan C6 (menciptakan). Setiap butir-butir soal memiliki aspek penggolongan HOTS. Hal ini bertujuan untuk memudahkan penulis dalam membedakan tingkat kesulitan dan mengetahui bentuk keterampilan berpikir tingkat tinggi yang diujikan pada masing-masing butir soal. Menurut Kemendikbud (2019), keterampilan berpikir tingkat tinggi meliputi kemampuan dalam memecahkan masalah (*problem solving*), keterampilan berpikir kritis (*critical thinking*), berpikir kreatif (*creative thinking*), kemampuan berargumen (*reasoning*), dan kemampuan mengambil keputusan (*decision making*).

Butir soal disusun berdasarkan pada pengembangan kisi-kisi yang sebelumnya telah dibuat. Penulis juga memasukkan stimulus ke setiap soal-soal HOTS, untuk memotivasi siswa dalam mendalami informasi yang ada. Kunci jawaban setiap soal terdiri dari lima pilihan jawaban dengan satu jawaban yang paling tepat dan sisanya merupakan jawaban pengecoh. Kunci jawaban dilengkapi dengan pembahasan sebagai pemecahan masalah pada soal.Soal-soal HOTS materi virus dibuat sebagai alat penilaian harian atau ulangan harian. Pemberian soal akan dilakukan di akhir pertemuan pembelajaran yaitu pertemuan 4. Soal-soal akan dikemas dengan media pembelajaran yakni Nearpod. Aplikasi Nearpod mudah untuk diakses, bisa melalui *website* atau mengunduhnya. Aplikasi ini dipilih karena menyediakan fitur-fitur yang sesuai untuk alat evaluasi dan belum tersedia di aplikasi lainnya, seperti *collaborate board, matching pairs, time to climb*, serta dapat menjawab pertanyaan dengan menautkan gambar, rekaman suara, dokumen, dan video (Raudhatul, 2021).

Penulis hanya perlu memasukkan soal, pilihan jawaban, kunci jawaban, dan pembahasan (bila diperlukan). Pada akhir sesi ulangan harian, bisa dilihat hasil atau nilai yang didapatkan dan jawaban pembenaran bila salah menjawab. Dalam aplikasi ini, terdapat dua tampilan yang berbeda yaitu tampilan untuk guru dan tampilan untuk siswa. Perbedaan tampilan dilakukan agar guru mudah memantau perkembangan siswa dalam mengerjakan soal.

Hasil Validasi Produk

Validasi dilakukan oleh 4 orang validator yang terdiri atas satu orang ahli media, satu orang ahli alat evaluasi (butir soal HOTS), dan dua orang guru mata pelajaran biologi SMA. Tujuan dilakukannya validasi produk yakni untuk mengetahui kualitas kelayakan pada soal HOTS yang terintegrasi aplikasi Nearpod pada materi virus. Menurut Harmono (2020), tahap ini perlu dilakukan karena pada tahap validasi akan dinilai beberapa parameter tertentu untuk membuktikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan penggunaannya. Validasi dibedakan menjadi dua jenis, yakni validasi media dan validasi soal HOTS. Validasi media berupa aplikasi Nearpod dilakukan oleh Ibu RH sebagai validator ke- 1, guru biologi I sebagai validator ke- 2, dan guru biologi MAW sebagai validator ke-3. Pada lembar validasi media berisi 3 aspek penilaian yang memuat 11 pertanyaan di dalamnya. Berdasarkan hasil validasi media, produk yang dikembangkan menunjukkan kriteria sangat layak dengan presentase 93,1%. Berikut merupakan rekapitulasi nilai dari hasil validasi media.

Tabel 2. Hasil Penilaian Validator Media

Aspek yang Dinilai	**Validasi Media**			**Rata-Rata**
	Validator ke- 1	**Validator ke- 2**	**Validator ke- 3**	
Tampilan	10	11	12	
Konstruksi	19	20	20	
Bahasa	9	12	10	
Total Nilai (∑X)	38	43	42	**41**
Total Nilai Ideal Seluruh Item (∑X)	44	44	44	**44**
Presentasi Validasi (%= $\frac{\sum X}{\sum Xi}$)	86,3%	97,7%	95,4%	**93,1%**
Kriteria	Sangat Layak	Sangat Layak	Sangat Layak	**Sangat Layak**

Validasi kedua dilakukan untuk memvalidasi soal-soal HOTS. Proses ini dilakukan oleh Bapak ATP sebagai validator ke- 1, guru biologi I sebagai validator ke- 2, dan guru biologi MAW sebagai validator ke-3. Lembar validasi berisi 4 aspek penilaian yang memuat 16 pernyatan di dalamnya. Adapun aspek yang dinilai meliputi validasi isi, keakuratan materi, validasi bahasa soal, dan konstruksi. Para validator menilai setiap butir soal HOTS sesuai dengan aspek penilaian yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil tersebut, soal-soal HOTS yang telah disusun mendapatkan kriteria sangat layak dengan presentase 94,1%. Berikut merupakan rekapitulasi nilai dari hasil validasi soal-soal HOTS.

Tabel 3. Hasil Penilaian Validator Soal HOTS

Nomor Soal HOTS	Validasi Soal HOTS			
	Validator ke- 1	Validator ke- 2	Validator ke- 3	
1	60	60	63	
2	58	63	64	
3	57	63	63	
4	59	61	63	
5	51	62	63	
6	51	61	63	
7	51	64	64	
8	51	62	60	
9	51	62	63	
10	51	64	63	
11	51	64	64	
12	59	64	62	
13	53	64	63	
14	55	64	64	**Rata-Rata**
15	55	62	63	
16	55	62	62	
17	52	64	63	
18	60	62	61	
19	60	62	61	
20	60	62	61	
21	52	64	63	
22	58	64	64	
23	58	64	54	
24	52	64	64	
25	58	62	63	
26	52	64	64	
27	60	62	62	
28	54	64	64	
29	60	64	64	
30	57	64	62	
Total Nilai (∑X)	1.661	1.888	1.877	**1.808**
Total Nilai Ideal Seluruh Item (∑X)	1.920	1.920	1.920	**1.920**
Presentasi Validasi (%= $\frac{\sum X}{\sum Xi}$)	86,5%	98,3%	97,7%	**94,1%**
Kriteria	Sangat Layak	Sangat Layak	Sangat Layakk	**Sangat Layak**

Pembahasan

Produk yang telah divalidasi kemudian dilakukan revisi, hal ini dilakukan sesuai dengan komentar dan saran perbaikan dari para validator. Adapun tujuan diadakan revisi agar menciptakan produk yang lebih baik lagi. Secara umum para validator soal HOTS memberikan komentar dan saran untuk nantinya diperbaiki menjadi produk yang lebih matang. Berikut beberapa yang belum diakomodasi pada produk awal yaitu mengenai kisi-kisi soal yang kurang memasukkan stimulus, perumusan stimulus yang kurang lengkap, butir soal yang belum sesuai dengan

level kognitif yang ditentukan, pilihan jawaban yang kurang tepat, dan penyusunan kalimat yang kurang efektif. Perbaikan kisi-kisi sesuai dengan komentar atau saran validator dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. Kisi-Kisi Soal HOTS

IPK		Indikator Soal	Level Kognitif	Aspek HOTS	No. Soal
3.4.1	Menguraikan sejarah penemuan virus.	Disajikan ilustrasi mengenai penyakit mosaik pada tembakau. Siswa dapat menyimpulkan ilustrasi mengenai percobaan Dimitri Ivanowsky tentang penyakit mosaik pada tanaman tembakau	C5	Berpikir kritis	3
		Disajikan narasi mengenai hasil percobaan seorang ilmuwan. Siswa dapat menyimpulkan hasil percobaan yang dilakukan oleh Martinus Beijerinck	C5	Berpikir kritis	22
		Disajikan hasil percobaan dari Chase dan Hershey. Siswa mampu menyimpulkan hasil percobaan yang dilakukan oleh Chase dan Hershey.	C5	Berpikir kritis	27
3.4.2	Mengidentifikasi ciri-ciri tubuh virus berdasarkan pada ukuran, bentuk, dan struktur tubuhnya.	Disajikan narasi mengenai amplop virus. Siswa dapat memerinci pernyataan yang tidak tepat mengenai virus yang memiliki amplop.	C4	Berpikir kritis	23
		Disajikan narasi mengenai ciri-ciri dari sebuah virus yang bersifat patogenik terhadap manusia. Siswa mampu mengaitkan ciri-ciri virus yang telah dijabarkan dengan nama virus tersebut	C4	Berpikir kritis	28
3.4.3	Menganalisis cara hidup virus.	Disajikan studi kasus mengenai penyakit flu burung yang menyerang masyarakat. Siswa mampu menganalisis mengenai alasan penyakit flu burung tidak menjadi pandemi.	C4	Kemampuan berargumen	4
		Disajikan narasi mengenai kemampuan bertahan hidup Virus Corona. Siswa mampu menentukan cara hidup Virus Corona yang tepat berdasarkan narasi yang disajikan.	C4	Kemampuan mengambil keputusan	5
		Disajikan narasi mengenai beberapa nama virus dan kisaran inangnya. Siswa dapat menyimpulkan sifat virus terhadap sel inang.	C5	Berpikir kritis	15
		Disajikan sebuah hasil Rapid Test dan Swab RT—PCT. Siswa mampu mengkategorikan Virus Corona yang menyerang seseorang berdasarkan hasil Rapid Test dan Swab RT-PCR yang diketahui.	C6	Berpikir kreatif	21
		Disajikan kasus mengenai gangguan gastroenteritis pada bayi. Siswa mampu mendeteksi spesimen yang tepat untuk mengetahui infeksi *Adeovirus* pada tubuh bayi.	C4	Berpikir kreatif	25

3.4.4	Menguraikan proses reproduksi	Disajikan narasi mengenai reproduksi virus di dalam sel inang. Siswa mampu memberi kesimpulan yang tepat mengenai keadaan sel inang yang ditumpangi oleh virus.	C5	Berpikir kritis	1
		Disajikan gambar mengenai reproduksi virus. Siswa mampu menganalisis alasan mengenai perubahan fase pada siklus reproduksi virus.	C4	Berpikir kritis	11
		Disajikan narasi mengenai tahapan siklus litik. Siswa mampu menganalisis mengenai rasa sakit yang dialami manusia pada saat proses litik berlangsung.	C4	Berpikir kritis	17
		Disajikan narasi mengenai retrovirus. Siswa mampu menganalisis mengenai reproduksi dari retrovirus yang berbeda dengan virus lainnya.	C4	Kemampuan memecahkan masalah	18
3.4.5	Menelaah pengelompokkan virus.	Disajikan tabel mengenai dua kelompok virus-virus yang menyerang manusia. Siswa mampu mengorganisasikan dua kelompok virus-virus berdasarkan kesamaannya.	C4	Kemampuan memecahkan masalah	6
		Disajikan narasi singkat mengenai varian Deltacron. Siswa mampu menganalisis mengenai mutasi varian Deltacron.	C4	Berpikir kritis	8
		Disajikan tabel mengenai perbedaan asam nukleat virus. Siswa dapat merumuskan pernyataan yang benar berdasarkan tabel identifikasi asam nukleat virus dengan jingga akridin.	C6	Berpikir kritis	10
		Disajikan beberapa nama famili virus. Siswa mampu menganalisis mengenai pembeda dari masing-masing famili virus agar bisa diidentifikasikan..	C4	Berpikir kritis	24
3.4.6	Menguraikan peran virus dalam kehidupan	Disajikan wacana mengenai keluhan seorang pasien. Siswa mampu mendiagnosis jenis penyakit yang disebabkan oleh virus berdasarkan keluhan dari pasien.	C4	Kemampuan mengambil keputusan	2
		Disajikan diagram mengenai infeksi virus secara kongenital. Siswa mampu menafsirkan diagram mengenai infeksi virus secara kongenital pada wanita hamil	C4	Berpikir kritis	7
		Disajikan gejala dari sebuah penyakit yang disebabkan oleh virus. Siswa dapat mendiagnosis jenis penyakit hepatitis berdasarkan pada gejala yang tersedia.	C4	Kemampuan mengambil keputusan	16
		Disajikan gambar infeksi penyakit virus. Siswa mampu merumuskan kesimpulan dari gambar infeksi penyakit virus.	C6	Berpikir kritis	30
3.4.7	Menguraikan pencegahan dan pengobatan infeksi virus.	Disajikan sebuah narasi mengenai ketentuan penerimaan vaksin. Siswa mampu menganalisis alasan orang sakit tidak boleh menerima vaksin.	C4	Kemampuan berargumen	13

		Disajikan narasi mengenai vaksin. Siswa dapat menafsirkan mengenai antisipasi dari vaksin virus yang dilemahkan.	C5	Berpikir kritis	14
		Disajikan sebuah studi kasus mengenai perbedaan hasil RT PCR di beberapa instansi kesehatan. Siswa dapat mendeteksi faktor perbedaan pada hasil RT-PCR di beberapa instansi kesehatan.	C4	Kemampuan memecahkan masalah	20
		Disajikan sebuah kutipan koran digital mengenai penggunaan vaksin polio. Siswa mampu merumuskan alasan mengenai digantinya vaksin hidup dengan vaksin tidak aktif untuk menangani penyakit polio.	C6	Kemampuan berargumen	26
		Disajikan sebuah gambar mengenai grafik penyebaran beberapa penyakit. Siswa dapat menafsirkan grafik penyebaran beberapa penyakit dan kaitannya dengan efektifitas pemberian vaksin.	C5	Berpikir kritis	29
3.4.8	Menguraikan pembiakkan virus.	Disajikan narasi mengenai pembiakkan virus. Siswa dapat memilih pernyataan yang tidak tepat mengenai tanda-tanda pertumbuhan virus dalam biakan jaringan	C4	Kemampuan mengambil keputusan	9
		Disajikan beberapa pernyataan mengenai inokulasi pada telur berembrio. Siswa mampu menelaah pernyataan yang sesuai mengenai inokulasi pada telur yang berembrio.	C4	Berpikir kritis	12
		Disajikan sebuah kasus mengenai biakan jaringan yang ditanam dalam sebuah virus. Siswa dapat menyimpulkan hasil biakan pada sel ginjal monyet *Macaca fascicularis* yang ditanam dalam virus *Japanese B. Encephalitis* (JBE)	C5	Berpikir kritis	19

Selain revisi kisi-kisi, penulis juga merevisi soal-soal HOTS yang telah disusun. Bila ditotal terdapat 11 butir soal yang sangat perlu diperbaiki, nomor soal tersebut antara lain 3, 5, 8, 9, 11, 13, 15, 20, 21, 23, dan 24. Selain menilai produk, para validator juga memberikan komentar dan saran yang berguna untuk perbaikan selanjutnya dari produk yang dikembangkan. Terdapat beberapa poin perbaikan yang harus diperbaiki.

Poin pertama yaitu mengenai kisi-kisi soal yang kurang lengkap. Menurut Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas (2019), kisi-kisi suatu soal merupakan informasi yang berbentuk matriks yang menyajikan pedoman perakitan soal. Penyusunan kisi-kisi disusun berdasarkan pada tujuan penggunaan tes. Hal ini dikarenakan pada produk ini, kisi-kisi yang disusun digunakan untuk soal-soal HOTS. Maka komponen yang diperlukan antara lain yakni KD, IPK, Indikator soal, level kognitif, aspek HOTS, bentuk soal, dan nomor soal. Salah satu validator memberikan komentar bahwasananya kisi-kisi perlu ditambahkan penjelasan stimulan agar lebih lengkap. Stimulus yang terdapat di soal, kemudian penulis rumuskan ke dalam kisi-kisi agar lebih lengkap dan sesuai. Hal ini berdasarkan pada ketentuan modul penyusunan soal HOTS biologi yang diterbitkan Direktorat

Pembinaan Sekolah Menengah Atas (2019). Dalam modul tersebut dikatakan bahwa syarat membuat kisi-kisi yaitu memiliki komponen yang rinci, jelas, dan mudah dipahami. Selain itu, indikator soal harus jelas dan sesuai dengan bentuk soal yang ditetapkan.

Poin perbaikan yang kedua yakni perumusan stimulus pada soal kurang lengkap. Terdapat beberapa soal yang mencantumkan stimulus kurang menjurus, hal ini bisa membuat siswa kebingungan akan maksud soal yang ditanyakan. Stimulus yang dibuat seharusnya kontekstual dan sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif siswa, hal ini dimaksudkan agar soal mudah dicerna siswa (Kemendikbud, 2019). Artinya guru harus memuat soal dengan stimulus yang sesuai dengan kenyataan, menarik, dan mendorong siswa untuk membacanya.

Poin perbaikan yang ketiga yakni butir soal yang belum sesuai dengan level kognitif yang ditentukan. Masih terdapat beberapa soal yang tidak mencerminkan level kognitif soal HOTS. Menurut penelitian dari Riswanda (2018), pengembangan soal-soal HOTS tidak hanya suatu soal yang mengasah kemampuan mengingat saja, tetapi membutuhkan kemampuan seperti menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta. Oleh sebab itu, dalam soal HOTS disajikan sebuah stimulus yang bisa memotivasi siswa dalam menginterpretasi informasi yang disajikan dan tidak hanya sekedar membaca. Hal ini yang menjadikan soal tipe HOTS berbeda dengan soal tipe LOTS (*Lower Order Thinking Skills)* dan tipe MOTS (*Middle Order Thinking Skills*). Soal LOTS dan MOTS yang biasa dikerjakan hanya mencakup aspek mengetahui (C1), memahami (C2), dan mengaplikasi (C3), yang dimana memiliki dimensi proses berpikir yaitu mengingat kembali, menjelaskan isi dan konsep, dan menggunakan informasi pada domain yang berbeda (Fanani, 2018).

Berdasarkan pada komentar validator, penulis memperbaiki soal sesuai dengan saran yang diberikan yakni memperbaiki indikator soal agar lebih sesuai dengan level kognitif soal HOTS. Selain itu, salah satu guru biologi memberikan saran kepada penulis. Bahwasana tingkat kesukaran dalam butir soal tidak sama dengan kemampuan berpikir tingkat tinggi atau *“difficulty is not the same as the higher order thinking”*. Artinya, tingkat kesukaran (mudah dan sukar) dan dimensi perpikir (LOTS, MOTS, dan HOTS) adalah dua hal yang berbeda. Banyak yang menafsirkan bahwa soal HOTS adalah soal yang sulit, padahal soal HOTS disusun agar siswa belajar untuk menganalisis sebuah informasi (Ratnawulan dan Rusdiana, 2015)

Poin perbaikan yang keempat yaitu mengenai pilihan jawaban yang kurang tepat. Kemampuan berpikir tingkat tinggi tidak hanya sekedar kemampuan mengingat, mengetahui, dan mengulang. Jadi jawaban akan soal-soal HOTS harusnya tidak tersurat secara eksplisit dalam stimulus yang tersedia (Kemendikbud, 2019). Sebelum adanya perbaikan, terdapat beberapa soal yang masih secara tidak langsung menyajikan jawaban di dalam stimulusnya. Oleh sebab itu, penulis mengganti soal tersebut dan memperbaikinya agar bisa mengukur kemampuan berpikir analitis pada siswa. Susunan jawaban juga harus homogen, logis, dan penyataan yang diperlukan saja.

Poin perbaikan kelima adalah penyusunan kalimat pada soal. Dalam beberapa soal masih terdapat penumpukan kata, kalimat yang kurang efektif, dan kesalahan penulisan. Seharusnya dalam sebuah soal, menggunakan bahasa yang komunikatif atau mudah dipahami oleh siswa. Dengan adanya kesalahan dalam penyusunan

kalimat, akan membuat siswa terganggu pada saat membaca dan memahami soal. Hal ini sejalan dengan Pusat Asesmen dan Pembelajaran (2020), yang mengatakan bahwa setiap soal harus menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia dan kaidah penulisan soal.

Rumusan indikator soal juga sebaiknya lengkap dengan mencakup empat komponen seperti *audience, behavior, condition,* dan *degree.* Komponen *audience* merupakan suatu subjek yang akan diukur, dalam hal ini yang dimaksud yakni siswa. Komponen *behavior* merupakan perilaku secara spesifik yang harus diperlihatkan oleh siswa, dalam bagian ini yang dimaksud yakni kata kerja dan objek hasil belajar. Komponen *condition* yakni kata kerja dan objek hasil belajar.komponen *condition* merupapakan batasan kondisi yang diberikan kepada siswa atau biasanya disebut dengan stimulus soal. Komponen terakhir yaitu *degree* merupakan tingkatan keberhasilan siswa untuk mencapai perilaku yang ditunjukkan dengan batas minimal (Suharsimi, 2011).

Perbaikan yang dilakukan pada soal-soal HOTS sudah memenuhi syarat indikator soal yang baik menurut Arifin (2012), syarat-syarat tersebut yakni indikator soal dalam bentuk pilihan ganda sudah menggunakan satu Kata Kerja Operasional (KKO) yang terukur, hal ini perlu dilakukan sebab soal HOTS perlu adanya pemusatan terkait salah satu topik dan tidak menimbulkan makna yang ganda. Selain itu, soal HOTS juga sudah menggunakan stimulus berupa gambar/ grafik/ kasus dalam berita, penulis mencoba untuk memotivasi atau merangsang siswa untuk berpikir sebelum menemukan pilihan jawaban.

Selain perbaikan pada butir-butir soal, penulis juga memperbaiki media penyalur soal HOTS. Berdasarkan pada saran validator media, secara keseluruhan media sudah baik. Namun yang perlu diperhatikan kembali yaitu kesalahan ketik pada beberapa kata dan pemilihan gambar yang perlu diperhatikan tingkat kejelasannya. Penulis sudah memperbaiki beberapa kesalahan penulisan dan memperjelas gambar pada beberapa soal. Hal ini dilakukan agar gambar dan tabel yang tersaji bisa berfungsi dan mudah terbaca/ dimengerti oleh siswa. Berikut merupakan tampilan akhir dari aplikasi Nearpod.

1. Halaman Sampul

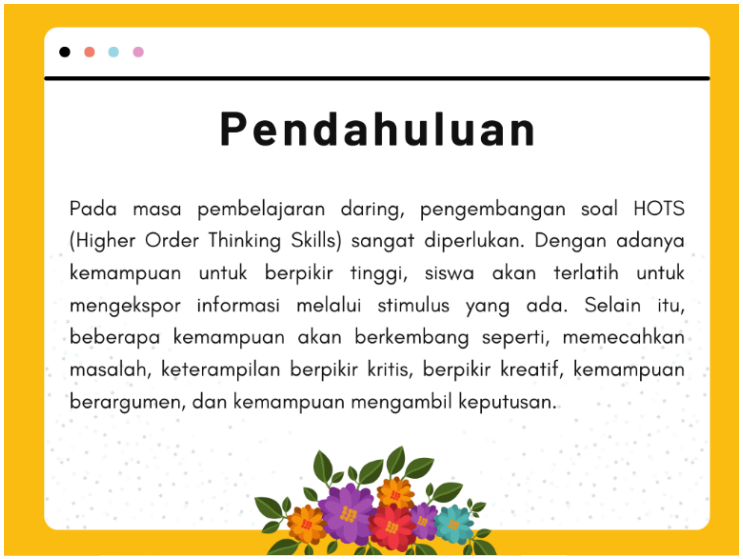
Halaman depan dirancang secara sederhana dengan menggunakan gambar virus, buku, dan mikroskop sebagai gambaran materi virus pada kelas X IPA. Dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Tampilan Halaman Sampul

2. Pendahuluan

Pada pendahuluan terdapat beberapa informasi mengenai isi dan tujuan dari pembuatan soal HOTS pada aplikasi ini. Berikut merupakan tampilan dari pendahuluan yang dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Tampilan Pendahuluan

3. Komptensi Dasar dan Indikator Pencapaian

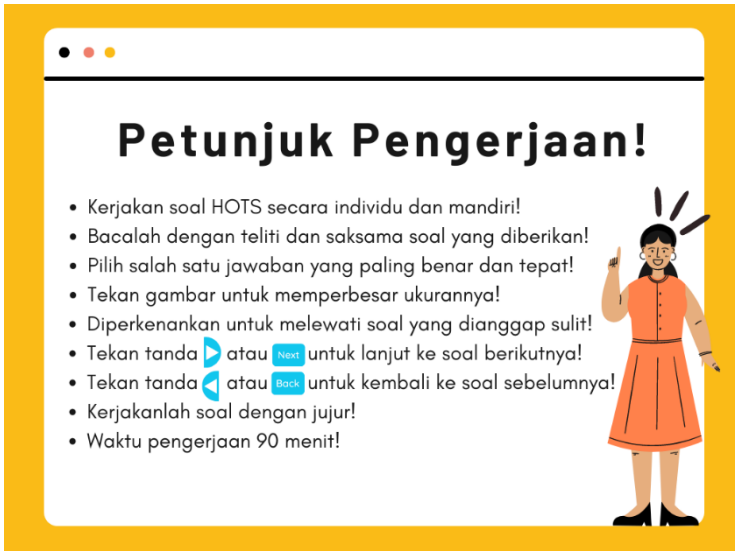
Tujuan dicantumkan halaman ini agar guru dan siswa bisa mengetahui kemampuan minimal pada materi virus dan dapat mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan. Tampilan KD dan indikator pencapaian bisa dilihat di Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian

4. Petunjuk Pengerjaan

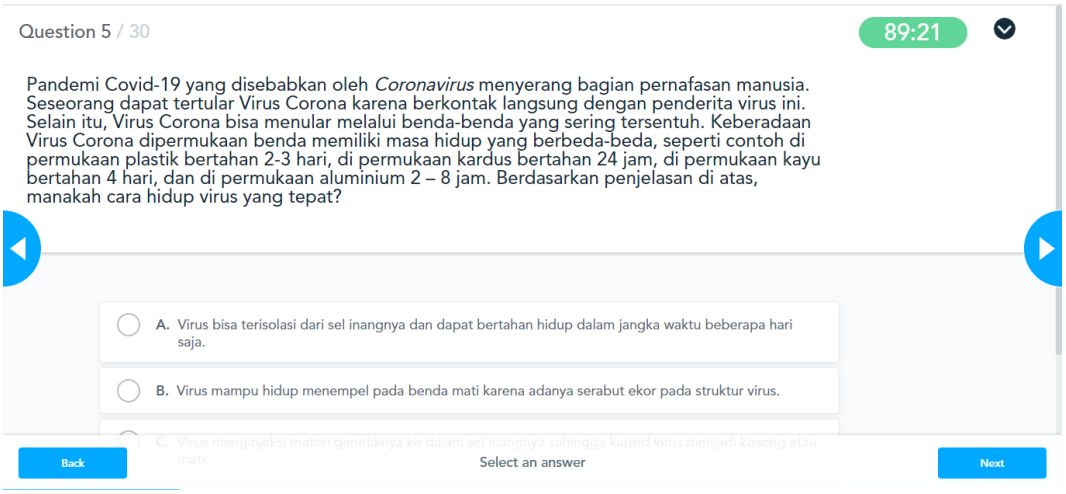
Petunjuk ini berisi arahan dan ketentuan mengenai pengerjaan soal HOTS. Petunjuk pengerjaan digunakan agar memudahkan siswa dalam mengerjakan soal. Petunjuk pengerjaan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Petunjuk Pengerjaan

5. Soal Ulangan Harian

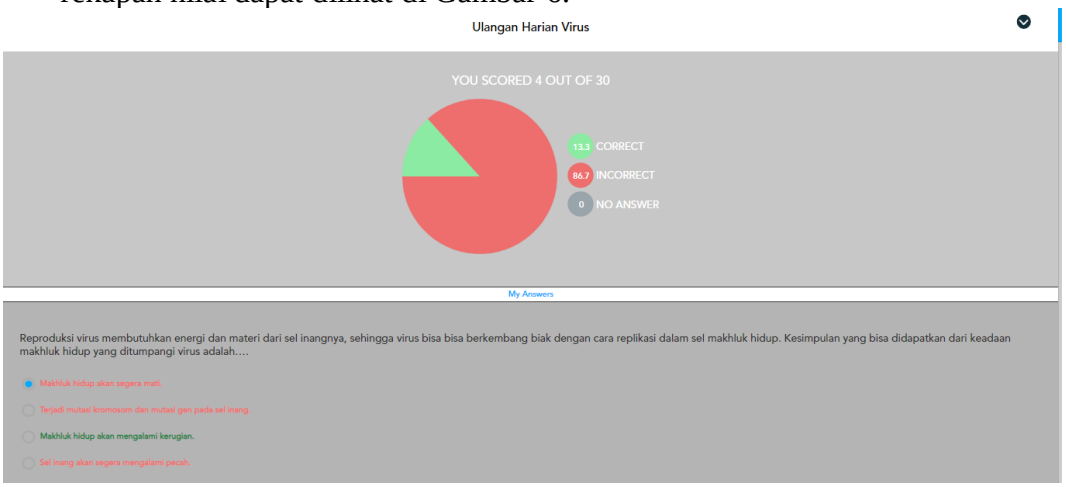
Siswa akan mengerjakan soal secara daring dengan waktu 90 menit. Di tampilan aplikasi Nearpod siswa akan tertera sisa waktu yang dipunya oleh siswa. Hal ini bertujuan agar siswa bisa memanajemen waktu dengan baik. Sedangkan guru bisa mengawasi dan memantau proses pengerjaan oleh siswa. Tampilan soal dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Pengerjaan Soal HOTS

6. Rekap Nilai

Setelah selesai dalam mengerjakan soal, guru dan siswa akan ditampilkan sebuah rekap nilai dari hasil pengerjaan. Dalam tampilan milik siswa juga terdapat jawaban pembenaran, bila salah dalam menjawab soal. Tampilan rekapan nilai dapat dilihat di Gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Rekap Nilai

7. Profil Pengembang

Pada profil pengembang, terdapat biodata dan kontak dari penyusun produk skripsi ini. Tampilan profil pengembang bisa dilihat pada Gambar 7



Gambar 7. Tampilan Profil Pengembang

Keterbatasan Penelitian

Pada penelitian ini masih terdapat keterbatasan dalam pengembangannya, keterbatasan tersebut antara lain sebagai berikut:

- Penggunaan aplikasi Nearpod hanya bisa dilakukan apabila penulis sudah membagikan kode dan kemudian menjadi *host* pembelajaran secara langsung.
- Soal-soal yang dibagikan dalam aplikasi Nearpod tidak bisa diacak, baik dalam urutan setiap soal maupun pilihan jawaban yang tersedia.
- Terdapat dua fitur dalam aplikasi Nearpod yang memiliki kegunaan yang sama.
- Warna latar belakang pada aplikasi Nearpod masih kurang menarik dan kurang variatif.
- Perumusan soal-soal HOTS masih ditulis dalam kalimat yang Panjang dan Bahasa yang kurang dimengerti.

Kesimpulan

Berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat dikesimpukan bahwa soal-soal HOTS yang dikembangkan dengan bentuk pilihan ganda pada materi virus kelas X memiliki kriteria sangat layak. Hal ini dibuktikan dengan perolehan skor validasi soal HOTS dan media masing-masing yakni 94,1% dan 93,1%. Sehingga produk ini layak untuk diuji coba secara terbatas setelah dilakukan revisi atau perbaikan.

Daftar Pustaka

Arifin, Z. (2012). *Evaluasi pembelajaran*. Direktorat Jenderal Pendidikan dan Kebudayaan.

Aslami Raudhatul. (2021). Optimalisasi Pembelajaran Bahasa Indonesia Menggunakan Media Pembelajaran Berbasis Aplikasi Nearpod. *BAHTERA INDONESIA: Jurnal Penelitian Pendidikan Bahasa Dan Sastra Indonesia*, *6*(2), 135–148.

Brooks, G., Karen, C. C., Janet, S. B., Stephen, A. M., & Timothy, A. M. (2013). *Medical microbiology*. The McGraw-Hill Companies.

Darmawan, A. (2016). Epidemiologi penyakit menular dan penyakit tidak menular. *JMJ*, *4*(2), 195–202.

Dinni, H. N. (2018). HOTS (high order thinking skills) dan kaitannya dengan kemampuan literasi matematika. *Prisma 1*, 170–176.

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas. (2019). *Modul Penyusunan Soal Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (Higher Order Thining Skills) Biologi*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Dwijayanti, Nora. 2021. Pembelajaran Berbasis HOTS sebagai Bekal Generasi Abad 21 di Masa Pandemi: Jurnal Ilmiah Kependidikan, 9(1), 332 – 336.

Fanani, M. Z. (2018). Strategi Pengembangan Soal Higher Order Thinking Skill (HOTS) dalam Kurikulum 2013. *Edudeena : Jurnal Pendidikan Agama Islam*, *II*(I), 57–76.

Harmono, H. D. (2020). Validasi Metode Analisis Logam Merkuri (Hg) Terlarut pada Air Permukaan dengan Automatic Mercury Analyzer. *Indonesian Journal of Laboratory*, *2*(3), 11–16.

Hasan Muhammad, Rahmi Munfangati, Mustika, I Kadek Dwi Gandika, Ratna Yulis Tyaningsih, Rachamat Satria, Darmawan Thalib, & Ambar Sri Lestari. (2021). *Pembelajaran Digital*. Widina Bhakti Persada.

Irnaningtyas. (2013). *Biologi untuk SMA/MA kelas X*. Erlangga.

Irwandi. (2020). *Strategi Pembelajaran Biologi*. Pustaka Reka Cipta.

Jihad, A., & Abdul, H. (2013). *Evaluasi pembelajaran*. Multi Pressindo.

Kawalcovid19. (2021). *Jumlah Kasus Covid di Indonesia Semester II*. Https://Kawalcovid19.Id/.

Kemendikbud. (2019). *Buku Penilaian Berorientasi Higher Order Thinking Skills*. Direktorat Pembinaan SMA Ditjen Pendidikan Dasar dan Menengah.

Mujidin, A. (2021, Juni 30). Penerapan metode diskusi dengan model mandiri silahturami diskusi evaluasi untuk mengembangkan kompetensi 4C peserta didik dalam pembelajaran biologi. https://ayoguruberbagi.kemdikbud.go.id/artikel/penerapan-metode-diskusi-dengan-model-mandiri-silaturahmi-diskusi-evaluasi-untuk-mengembangkan-kompetensi-4c-peserta-didik-dalam-pembelajaran-biologi/

Pratiwi. (2019). *Pengembangan media pembelajaran biologi berbasis web pada materi evolusi kelas XII di SMA Negeri 1 Meulaboh*.

Pusat Asesmen dan Pembelajaran. (2020). *Penulisan Soal*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Ratnawulan, E., & Rusdiana. (2015). *Evaluasi pembelajaran*. Pustaka Setia.

Riswanda, J. (2018). Pengembangan Soal Berbasis Higher Order Thinking Skills (HOTS) serta Implementasinya di SMA Negeri 8 Palembang. *Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, *2*(1), 49–58.

Sugiyono. (2013). *Metode penelitian kuantatif kualitatif dan R&D*. Alfabeta.

Suharsimi, A. (2011). *Dasar-dasar evaluasi pembelajaran*. Bumi Aksara.

Suprobowati, O. D., & Iis, K. (2018). *Bahan ajar virologi*. Pusat Pendidikan SDM Kesehatan.

Susanto Tri Adi. (2021). Pengembangan E-Media Nearpod melalui Model Discovery untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa di Sekolah Dasar. *JURNAL BASICEDU*, *5*(5), 3498–3512.

Urry, L., Cain, M., Wasserman, S., Minorsky, P., & Reece, J. (2014). *Campbell biology (eleventh edition)*. Pearson Education.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PENGEMBANGAN VIDEO INTERAKTIF *EDPUZZLE* PADA MATERI BAKTERI KELAS X SMA

Claudia Mustikasari[1], Luisa Diana Handoyo[2]
[1,2]Program Studi Pendidikan Biologi , Jurusan Pendidikan MIPA, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia
**Email: claudiamustikasari2@gmail.com*

Abstrak: Penerapan proses pembelajaran campuran di beberapa sekolah, membutuhkan adaptasi baru. Berdasarkan hasil wawancara analisis kebutuhan di lima SMA di Yogyakarta, ditemukan masalah terkait motivasi peserta didik yang menurun, pendidik yang kurang bisa memantau proses pembelajaran, serta durasi pembelajaran yang terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengembangan serta kelayakan video interaktif *Edpuzzle*, khususnya pada materi bakteri kelas X SMA. Jenis penelitian yang digunakan yaitu penelitian dan pengembangan (R&D) dengan model ADDIE. Penelitian ini hanya menerapkan tiga dari lima langkah model ADDIE, yaitu hingga tahap pengembangan saja. Produk divalidasi oleh dua guru biologi SMA sebagai ahli bidang materi dan media, satu dosen ahli materi, dan satu dosen ahli media. Teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Berdasarkan hasil analisis validitas diperoleh skor rata-rata validasi media sebesar 3,80 dengan kriteria "Sangat Baik" dan skor rata-rata materi sebesar 3,61 dengan kriteria "Sangat Baik". Rerata validitas akhir produk diperoleh sebesar 3,71 dengan kriteria "Sangat Baik". Hal ini menunjukkan bahwa video interaktif *Edpuzzle* pada materi bakteri kelas X SMA memiliki kualitas sangat baik dan layak untuk diuji coba dalam skala terbatas.
Kata kunci : Bakteri kelas X SMA, *Edpuzzle*, Video pembelajaran

Abstract: The application of the mixed learning process in several schools requires new adaptations. Based on the needs analysis interview in five high schools in Yogyakarta, there are problems found related to decreased student motivation, educators who are less able to monitor the learning process, and the limited duration of learning. This study aims to determine the development and feasibility of interactive video Edpuzzle on the material of bacteria for 10th grade students. The type of research used is R&D with the ADDIE model. This research only applies up to the development stage. The product validated by two high school biology teachers as material and media experts, one material expert lecturer, and one media expert lecturer. Data collection techniques used were qualitative and quantitative descriptive. Based on the validity analysis, the media validation average score was 3.80 with the "Very Good" criteria and the average material score of 3.61 with the "Very Good" criteria. The average final validity of the product was at 3.71 with the criteria of "Very Good." This result shows that Edpuzzle's interactive video on bacterial material for 10th grade students has very good quality and deserves to be tested on a limited scale.

Keywords : Bacterial for 10th grade students, Edpuzzle, Learning video

Pendahuluan

Perkembangan zaman menuntut perubahan yang cepat dalam segala aspek. Era industri 4.0 yang sekarang sudah menuju 5.0 semakin mendorong banyak aspek untuk lebih meningkatkan pemanfaatan teknologi digital. Ini karena pada zaman sekarang, teknologi bukan hanya sebagai pengetahuan saja tetapi bagian dari manusia itu sendiri (Anonim, 2019). Pemanfaatan dan penggunaan teknologi juga nyata terlihat dalam dunia pendidikan. Guru sebagai pendidik ditantang untuk menghadirkan pembelajaran dengan mahir menggunakan teknologi informasi, sebagai sarana menyampaikan pembelajaran bagi peserta didik. Apalagi, di masa peralihan pasca menghadapi pandemi covid-19 seperti saat ini. Guru ditantang bukan hanya bisa menguasai proses pembelajaran secara daring saja tetapi juga secara campuran, yakni antara daring dan luring. Menghadapi permasalahan ini, guru sebagai pendidik dan fasilitator pembelajaran harus mengupayakan semaksimal mungkin agar menciptakan pembelajaran yang menarik, namun juga ideal bagi peserta didik.

Pembelajaran yang ideal sendiri adalah pembelajaran yang dapat mendorong kreativitas secara menyeluruh sehingga peserta didik dapat aktif, mampu mencapai tujuan pembelajaran dengan lebih efektif, dan pastinya menyenangkan (Adisty, 2020). Hal ini juga sesuai dengan yang ada dalam Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah. Proses pembelajaran yang diberikan oleh guru juga harus mencapai cakupan kelompok mata pelajaran ilmu pengetahuan dan teknologi untuk jenjang SMA/MA/SMALB khususnya untuk mata pelajaran biologi. Tujuan ini tercantum dalam Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan pasal 6 ayat 1, yaitu mampu membudayakan proses berpikir yang ilmiah dengan kritis, kreatif, dan juga mandiri. Hal ini semakin menunjukkan bahwa guru harus mampu memberikan proses pembelajaran yang interaktif agar mampu meningkatkan cara berpikir siswanya.

Menghadapi era kebiasaan baru, banyak adaptasi yang dilakukan satuan pendidikan. Adaptasi ini nyata terlihat dalam proses pembelajaran, khususnya menghadapi pembelajaran campuran atau yang lebih dikenal dengan istilah *blended learning*. Peralihan model pembelajaran secara mendadak, tingkat motivasi peserta didik yang mulai menurun karena jenuh pembelajaran jarak jauh, serta keterbatasan guru memantau proses pembelajaran, membuat perlu dilakukannya perbaikan dan pengembangan dalam pendidikan. Oleh sebab itu, dilakukanlah analisis kebutuhan di lima SMA di Yogyakarta. Tujuannya yaitu untuk mengetahui masalah yang dihadapi guru-guru mata pelajaran biologi, dalam hal proses pembelajaran dan pengembangan pembelajaran.

Belajar merupakan suatu hal yang komplek. Kemampuan yang kita miliki saat ini merupakan sebuah proses dari kegiatan belajar yang sebelumnya sudah kita lakukan. Menurut Fatirul dan Walujo (2020), belajar merupakan suatu tindakan dan perilaku yang bersifat kompleks. Belajar dialami oleh peserta didik itu sendiri. Maka dari itu, terjadinya proses belajar ditentukan oleh peserta didik dari sesuatu yang ada di lingkungannya. Belajar pasti berkaitan dengan proses pembelajaran. Pembelajaran hadir sebagai suatu sistem dari kegiatan belajar. Pembelajaran sendiri adalah proses belajar yang terjadi secara berulang-ulang yang mengakibatkan

adanya perubahan perilaku yang disadari dan bersifat tetap atau permanen (Thobroni & Mustofa, 2013).

Komponen pembelajaran itu sendiri ada tujuh komponen, diantaranya guru, siswa, tujuan, materi, metode, alat, dan evaluasi (Pane & Dasopang, 2017). Alat yang dimaksud sebagai komponen pembelajaran adalah media pembelajaran. Media dalam sebuah pembelajaran diartikan sebagai wadah penyaluran pesan dari sumber pesan yakni guru kepada penerima pesan yakni siswa (Mahnun, 2012) Media pembelajaran digunakan dalam suatu proses pembelajaran sebagai alat bantu suatu pembelajaran. Penggunaan media pembelajaran dapat membantu pendidik sebagai fasilitator untuk menjelaskan materi pembelajaran dengan lebih efektif, cepat, serta membantu peserta didik memahami materi abstrak menjadi lebih kongkret atau tergambar.

Menurut Kustandi dan Darmawan (2020), media terdiri dari berbagai macam jenisnya. Salah satunya yaitu media berbasis audiovisual dimana contohnya ada video pembelajara. Video pembelajaran dianggap dapat membantu peserta didik untuk menyaksikan peristiwa yang sulit disaksikan secara langsung, berbahaya, maupun peristiwa di masa lampau yang sulit untuk diulang. Video pembelajaran dapat diputar kembali sesuai dengan kebutuhan dari peserta didik. Video pembelajaran hadir untuk membantu peserta didik dalam menumbuhkan minat dan meningkatkan motivasi agar selalu memperhatikan pembelajaran yang sedang berlangsung (Yudianto, 2017). Hal ini sesuai melihat dari analisis kebutuhan yang dilakukan.

Berdasarkan analisis kebutuhan yang dilakukan di lima sekolah di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), beberapa guru mengalami kendala terkait waktu pembelajaran yang singkat, sehingga merasa sulit untuk mengajarkan keseluruhan materi. Selain itu, guru merasa tidak bisa menindaklanjuti proses belajar siswanya. Guru sudah berupaya memberikan media pembelajaran berbasis IT yang bervariasi. Namun guru masih kesulitan mengatasi masalah terkait tindak lanjut proses pembelajaran, durasi pembelajaran yang tidak cukup dengan materi yang akan diajar, serta terkait motivasi peserta didiknya. Oleh sebab itu, peneliti memberikan alternatif solusi berupa pengembangan video pembelajaran interaktif khususnya pada materi bakteri yang menjadi kendala.

Pembelajaran campuran merupakan perpaduan pembelajaran secara konvensional dengan pembelajaran secara daring yang mudah untuk dilakukan kapan dan di mana saja (Fatirul & Walujo, 2020). Pembelajaran dengan model pembelajaran campuran memiliki kelebihan dan kekurangan. Berdasarkan pemaparan Rachmah (2019) kelebihan dari pembelajaran campuran yaitu fleksibilitas waktu. Pengajaran dan pemahaman materi dapat dilakukan dimana saja. Terkhusus bagi peserta didik, model pembelajaran campuran mempermudah dalam memahami materi serta mempermudah mengakses sumber belajar kapan saja. Namun, Rachman (2019) juga menjelaskan kekurangan dari pembelajaran campuran. di antaranya, kesulitan melaksanakan proses pembelajaran karena pendidik terbatas dalam segi teknologi. Seperti yang diketahui, pembelajaran campuran juga memerlukan bantuan teknologi dalam pelaksanaannya. Keterbatasan mengendalikan teknologi dapat menghambat proses pembelajaran yang ada. Kendala terbesar dalam pembelajaran campuran yaitu terkait pengetahuan dan keterampilan dalam melaksanakan pembelajaran campuran serta membaca ulang hasil dari peserta didik. Selain itu juga kesulitan mengendalikan

motivasi peserta didik, khususnya mengatasi rasa malas dari diri peserta didik. Sarana dan prasarana serta lingkungan belajar yang nyaman juga diperlukan. Hal ini karena faktor tersebut dapat mempengaruhi proses pembelajaran yang dilakukan agar dapat berkonsentrasi.

Video pembelajaran yang interaktif dianggap efektif untuk menghadapi kelemahan dari pembelajaran model pembelajaran campuran ini. Video pembelajaran interaktif terdiri dari dua variabel, yakni video pembelajaran dan interaktif. Menurut Hadi (2017), video pembelajaran merupakan media yang memiliki unsur suara (audio) dan tampilan gerak (visual) yang berperan menyampaikan informasi dari pendidik kepada peserta didik. Selain itu, video khususnya dalam ranah pembelajaran diartikan sebagai media audiovisual, karena terdapat unsur audio dan visual. Media audiovisual ini dapat membantu peserta didik mengamati tindakan nyata dari apa yang ada pada media tersebut. Hal ini dapat membantu merangsang motivasi belajar dari peserta didik itu sendiri (Wisada dkk. 2019). Sedangkan, interaktif adalah komponen yang menghubungkan proses proses yang memberdayakan penggunanya dalam mengendalikan suasana menggunakan komputer (Putra, 2021). Berdasarkan hal ini, dapat dikatakan bahwa video pembelajaran interaktif merupakan media audiovisual interaktif, yang berperan menyampaikan informasi dari pendidik ke peserta didik, sebagai alat bantu untuk meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Pada pembuatannya, perlu diperhatikan kriteria dalam pembuatan video interaktif. Menurut Wandhiro (2020), video harus: (1) Memuat alasan peserta didik mempelajari suatu materi, (2) Durasi video pembelajaran, serta (3) Melibatkan peserta didik menjadi penonton aktif. Selain kriteria, unsur-unsur dalam video juga perlu diperhatikan agar pemanfaatannya menjadi lebih efektif. Menurut Yudianto (2017), unsur-unsur yang perlu ada dalam media video: (1) Teks, (2) Gambar, (3) Audio, dan (4) Animasi.

Pemanfaatan media video dalam pembelajaran yang interaktif memiliki beberapa kelebihan serta kekurangan pastinya. Munir (2012) mengungkapkan salah satu kelebihan dari video yaitu dapat menjelaskan keadaan nyata atau kontekstual dari suatu proses, peristiwa atau kejadian serta dapat meningkatkan efektifitas dalam menyampaikan pesan dibandingkan dengan media teks. Namun, juga memiliki kelemahan yaitu kemungkinan penjelasan materi dalam video yang belum tentu detail serta munculnya anggapan belajar menggunakan video lebih mudah sehingga peserta didik tidak mau aktif mencari informasi materinya secara mandiri. Mengatasi permasalahan dari kekurangan media video, maka diintegrasikanlah video pembelajaran dalam aplikasi *Edpuzzle*. *Edpuzzle* merupakan sebuah halaman situs yang dapat membantu memilih video pembelajaran, mengedit serta memotong, video, merekam suara, dan menambahkan beberapa soal pertanyaan terkait materi yang ditayangkan (Linggawati, 2020). Program atau aplikasi pembelajaran digital *Edpuzzle* merupakan aplikasi gratis yang dapat dengan mudah diakses oleh pendidik dan peserta didik. *Edpuzzle* dilengkapi dengan berbagai alat pendukung yang dapat meningkatkan pengalaman belajar pendidik. menurut Sirri dan Lestari (2020), keunggulan dari aplikasi *Edpuzzle* yaitu pendidik dapat lebih mudah membuat gambaran dari materi yang diajarkan dalam konten video yang diberikan. Karena *Edpuzzle* dapat diintegrasikan dengan *You Tube*, maka video pembelajaran yang ditayangkan tidak akan terdapat gangguan seperti adanya iklan dan sebagainya. Pendidik juga bisa langsung mengaitkan video pembelajaran yang

diberikan ke penilaian. Melihat dari peserta didiknya sendiri, peserta didik dapat mempelajari video yang diberikan secara mandiri di perangkatnya sendiri.

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas terkait penggunaan video pembelajaran. Penelitian ini mengutip beberapa sumber acuan untuk mendukung dan membantu pengembangan video interaktif Edpuzzle pada materi bakteri kelas X SMA untuk meningkatkan keaktifan dan motivasi siswa. Beberapa penelitian relevan diantaranya pengembangan video pembelajaran biologi sebagai sumber belajar biologi peserta didik SMA kelas XI IPA (Syuaib dkk., 2018), pengembangan multimedia interaktif pada materi sistem saraf untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa SMA kelas XI (Triyanti, 2015), serta pengembangan video interaktif dengan aplikasi *digital learning edpuzzle* pada materi klasifikasi makhluk hidup kelas VII (Kurnianto, 2021). Pengembangan Video Interaktif *Edpuzzle* pada Materi Bakteri Kelas X SMA dirasa baik untuk diteliti. Harapannya, produk pengembangan ini dapat membantu guru menindaklanjuti proses pembelajaran dan mengelola waktu pembelajaran secara efisien. Bagi peserta didik, video pembelajaran interaktif ini diharapkan mampu meningkatkan motivasi siswanya. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengembangkan dan mengetahui kelayakan produk video pembelajaran interaktif *Edpuzzle* pada materi bakteri kelas X SMA.

Metode

Penelitian yang dilakukan menggunakan jenis penelitian dan pengembangan atau dikenal sebagai *research and development* (R&D). Pada penelitian yang dilakukan, produk yang dikembangkan berupa media pembelajaran, yakni video pembelajaran yang diintegrasikan dengan aplikasi *Edpuzzle* sehingga menjadi interaktif. Video pembelajaran *Edpuzzle* kemudian dihubungkan ke *google classroom*. Pada proses pengaksesannya, peserta didik perlu bergabung dalam *google classroom* terlebih dahulu. Model penelitian yang digunakan yaitu ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Namun, pelaksanaan pengembangan video pembelajaran interaktif materi bakteri kelas X SMA, dilaksanakan tiga langkah dari total lima langkah pada model ADDIE. Hal ini dikarenakan fokus penelitian hanya sampai pengembangan media pembelajaran serta revisi.

Pada saat melakukan penelitian dan pengembangan, perlu dilakukan pengumpulan data. Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan wawancara dan angket. Wawancara dilakukan secara terstruktur, di mana wawancara terstruktur merupakan teknik pengumpulan data untuk mengetahui informasi yang diperoleh secara pasti (Sugiyono, 2015). Teknik wawancara dilakukan pada langkah analisis. Pada prosesnya, wawancara dilakukan secara tatap muka langsung dengan subjek lima guru biologi di lima SMA yang ada di Yogyakarta. Kelima sekolah tersebut yaitu, SMAK Sang Timur, SMA Taman Madya Jetis, SMAN 6 Yogyakarta, SMAN 2 Ngaglik, dan SMA Santo Mikael. Wawancara dilakukan dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang sebelumnya sudah dirancang terlebih dahulu kisi-kisi yang akan ditanyakan (tabel 1)

Tabel 1. Kisi-kisi pertanyaan

No.	Aspek yang Ditanyakan	Nomor Pertanyaan
1	Identitas dan Pemahaman Pengajar	1 dan 2
2	Proses dan Hasil Selama Pembelajaran Secara Daring	3, 4, 5, dan 6
3	Materi Pembelajaran	7
4	Model, media dan Teknologi dalam Pembelajaran Daring	8, 9, 10, 11, dan 12
5	Evaluasi Pembelajaran	13, 14, 15, dan 16
6	Pembelajaran Campuran	17
7	Prioritas Perbaikan Terkait Pembelajaran Biologi di Sekolah	18

Produk yang dikembangkan kemudian diuji validitasnya dengan menggunakan angket, sebagai cara untuk mengetahui kelayakan dari produk yang dikembangkan. Pengujian validitas dilakukan oleh validator yang ahli dibidang materi dan media. Validator ahli materi yaitu 2 guru beserta 1 dosen yang khususnya paham mengenai materi bakteri. Kemudian untuk validator ahli media, menguji terkait komposisi dan konten dari video pembelajaran serta pengintegrasiannya pada aplikasi *Edpuzzle*. Validator ahli media diambil dari 2 guru dan 1 dosen ahli. Angket validasi yang peneliti gunakan tersusun dalam kisi-kisi tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 2. Kisi-kisi validasi materi

Komponen	Aspek	Nomor Pertanyaan
Kesesuaian Penyusunan Materi	Kesesuaian materi dengan kompetensi inti dan kompetensi dasar	1
	Kesesuaian materi dengan indikator pencapaian kompetensi (IPK)	2
	Kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran	3
Isi Materi	Kelengkapan materi dalam video pembelajaran	4
	Keruntutan materi dalam video pembelajaran	5
	Kejelasan ringkasan materi dalam video pembelajaran	6
	Kesesuaian latihan soal yang ditampilkan dengan materi yang dipaparkan dalam video pembelajaran	7
Keakuratan Materi	Keakuratan isi dan susunan materi dalam video pembelajaran	8
Penyajian Elemen Pendukung dalam Pemaparan Materi	Kesesuaian ilustrasi gambar dan materi dalam video pembelajaran	9
Bahasa dan Komunika**si**	Kejelasan penyajian tulisan materi dalam video pembelajaran	10
	Ketepatan penulisan ilmiah atau istilah asing	11

Tabel 3 Kisi-Kisi Validasi Media

Komponen	Aspek	Nomor Pertanyaan
Tampilan Visual	Kualitas gambar pada video pembelajaran	1
	Tampilan *background* dan komposisi warna pada video	2
	Pemilihan ukuran dan jenis huruf	3
	Tata letak gambar	4
	Tata letak materi atau narasi teks	5
Tampilan Audio	Kejelasan suara pada audio	6
	Intonasi suara pada audio	7
Penyajian	Cara penyampaian materi dalam bentuk visual	8
	Akses penyebaran media yang mudah dijangkau pengguna	9
	Video bersifat interaktif bagi peserta didik	10
	Durasi tayang video pembelajaran	11
Aspek Kelayakan Media	Video pembelajaran memungkinkan peserta didik belajar secara mandiri	12
	Ketahanan media video pembelajaran pada materi bakteri kelas X SMA	13

Kemudian data hasil kuisioner angket dilakukan perhitungan skor. Perhitungan skor validator diperoleh dari proses validasi yang dilakukan oleh validator bidang materi dan media, menggunakan rumus berikut:

$$Skor\ Validator = \frac{jumlah\ skor\ yang\ diperoleh}{jumlah\ pernyataan}$$

Setelah dihitung skor hasil validasi oleh validator materi dan media, maka hasil dikonversi ke dalam perhitungan skala interval, yakni skala Likert. Formulasi untuk mengetahui interval perhitungan dengan skala Likert dilakukan dengan menerapkan rumus berikut (Riyanto dan Hatmawan, 2020):

$$R.S = \frac{M-N}{B}$$

Keterangan :
R.S = Rentang skala
M = Angka tertinggi dalam pengukuran
N = Angka terendah dalam pengukuran
B = Banyak kelas yang dibutuhkan

Penskoran tabel yang digunakan peneliti pada skala Likert menggunakan 4 kategori penskoran. Pola penskoran tersebut yaitu skor 1 untuk keterangan sangat tidak baik, skor 2 untuk tidak baik, skor 3 untuk baik, dan skor 4 untuk sangat baik. Karena menggunakan skala Likert dengan pola 4 kategori, maka rentang skala pengukurannya, yaitu:

$$R.S = \frac{M-N}{B}$$
$$R.S = \frac{4-1}{4}$$
$$R.S = 0{,}75$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diketahui jarak interval yang diperoleh adalah 0,75. Maka dari itu, pengelompokkan setiap rentang beserta keterangannya, yaitu:

Tabel 4 Skala Likert

Kategori	Interval Skor
Sangat Baik	$3{,}25 < X \leq 4$
Baik	$2{,}5 < X \leq 3{,}25$
Kurang Baik	$1{,}75 < X \leq 2{,}5$
Sangat Kurang Baik	$1 \leq X \leq 1{,}75$

Perhitungan skor validasi yang dilakukan disini untuk melihat validitas produk dari segi media dan materinya. Setelah diperoleh hasil akhir skor validasi media dan materi, maka dicarilah rerata skor akhir produk, sebagai hasil akhir validasi penilaian produk secara kesatuan utuh. Skor rerata yang telah diperoleh ini kemudian dikategorikan hasilnya pada skala Likert yang terdapat di tabel 4. Secara jelas, perhitungan rerata akhir validitas produk dilakukan dengan rumus berikut:

$$Rerata\ validitas\ akhir\ produk = \frac{skor\ rerata\ validator\ media + skor\ rerata\ validator\ materi}{2}$$

Hasil dan Pembahasan

Peneliti mengembangkan media berupa video pembelajaran. Video diintegrasikan pada aplikasi *Edpuzzle* agar video menjadi interaktif bagi peserta didik. Pemilihan video sebagai pengembangan media dirasa baik khususnya untuk menyampaikan materi bakteri. Hal ini semakin didukung bahwa saat wawancara analisis kebutuhan, guru mengalami kendala dalam menyampaikan materi bakteri. Selain itu, guru terkendala dari segi waktu pembelajaran yang menjadi singkat serta kurangnya kemampuan guru untuk memantau progres hasil kerja siswa. Penyampaian materi bakteri memerlukan sumber belajar dimana peserta didik dapat memahaminya dengan mudah, berukuran kecil dan praktis, menarik seperti adanya warna setiap halaman dan gambar pendukung, terdapat informasi tambahan dan penjelasan pendukung, serta penyampaian yang dilakukan dengan singkat dan padat namun tetap jelas (Apriyeni dkk., 2021).

Setelah pembuatan produk selesai dilakukan, langkah berikutnya yaitu memvalidasi produk pada validator. Uji validasi yang dilakukan yaitu memvalidasi dari segi isi materi pembelajaran yang terdapat pada produk serta dari segi media. Validasi dilakukan oleh 2 orang guru biologi di 2 SMA yang masing-masing berperan sebagai validator ahli materi dan media, 1 orang dosen sebagai validator ahli materi, dan 1 orang dosen sebagai validator ahli media. Uji validasi ini diperlukan agar kelayakan produk yang berupa video pembelajaran interaktif *Edpuzzle* dapat diketahui hasilnya. Harapannya, dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya hingga akhirnya dapat digunakan peserta didik dalam proses belajar.

Validasi media dilakukan oleh dua orang guru biologi dari dua sekolah yang berbeda. Selain itu, media juga divalidasi oleh satu orang dosen pendidikan biologi yang paham dalam bidang IT serta pembuatan video pembelajaran. Aspek validasi media yang dinilai yaitu tampilan visual, tampilan audio, penyajian, serta kelayakan medianya. Terdapat tiga belas butir pernyataan validasi. Rekapitulasi hasil validasi media dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Rekapitulasi Hasil Validasi Media

Komponen Penilaian	**Hasil Perolehan Skor Validasi Ahli Media**			**Rerata Validitas**
	Validator I	Validator II	Validator III	
Tampilan Visual	20	19	17	
Tampilan Audio	8	8	8	
Penyajian	16	15	14	
Kelayakan Media	8	8	7	
ΣSkor	52	50	46	
Rerata Skor	4	3,85	3,54	3,80
Kriteria	**Sangat baik**	**Sangat baik**	**Sangat baik**	**Sangat baik**

Validasi materi dilakukan oleh dua orang guru biologi dari dua sekolah yang berbeda. Materi juga divalidasi oleh salah satu dosen pendidikan biologi yang memiliki ranah pemahaman, khususnya dalam bidang bakteri. Terdapat sebelas butir pernyataan validasi dalam bidang materi. Kesebelas butir pernyataan ini, mewakili lima aspek atau komponen yang dinilai. Aspek-aspek tersebut yaitu kesesuaian penyusunan materi, isi materi, keakuratan materi, penyajian elemen pendukung dalam pemaparan materi, dan pembahasan mengenai bahasa serta komunikasinya. Rekapitulasi hasil validasi materi, dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel.6 Rekapitulasi Hasil Validasi Materi

Komponen Penilaian	**Hasil Perolehan Skor Validasi Ahli Materi**			**Rerata Validitas**
	Validator I	Validator II	Validator IV	
Kesesuaian penyusunan Materi	11	12	9	
Isi Materi	16	15	13	
Keakuratan Materi	4	4	2	
Penyajian Elemen Pendukung Dalam Pemaparan Materi	4	4	4	
Bahasa dan Komunikasi	8	8	5	
ΣSkor	43	43	33	
Rerata Skor	3,91	3,91	3	3,61
Kriteria	**Sangat baik**	**Sangat baik**	**Baik**	**Sangat baik**

Hasil validasi dari segi media dan materi kemudian digabungkan untuk melihat hasil validasi produk secara keseluruhan. Penggabungan dilakukan dengan mencari rerata dari rerata validasi media dan materi. Prosesnya, rerata validasi media dan materi akan dijumlah. Kemudian total yang diperoleh akan dibagi dua. Hasil rerata kemudian digolongkan kedalam skala Likert yang terdapat pada tabel 4. Penjabaran hasil validitas produk secara menyeluruh dituangkan dalam tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7 Rekapitulasi Rerata Akhir Validitas Video Pembelajaran *Edpuzzle*

No.	Validator	Rerata Validitas yang Diperoleh
1.	Media	3,80
2.	Materi	3,61
Total		7,41
Rerata Validitas Akhir Produk		**3,71**
Kriteria		**Sangat baik**

Setelah dilakukan validasi, produk direvisi sesuai saran dan komentar yang diberikan. Pada segi media, secara keseluruhan ketiga validator menilai media video pembelajaran yang dikembangkan sudah sangat baik. Jika melihat penilaian pada aspek validasi yang diberikan, video pembelajaran yang dikembangkan sudah dapat dikatakan memuat unsur-unsur seperti yang dipaparkan Yudianto (2017), dimana video harus memuat unsur seperti teks, gambar, suara, dan animasi agar video pembelajaran menjadi efektif. Pada video yang dikembangkan, termuat alasan peserta didik mempelajari tersebut. Ini terlihat pada bagian awal video, di mana terdapat apersepsi pembuka untuk kemudian dilanjutkan dengan pemaparan materi. Bagian ini bisa dikatakan penting agar motivasi serta rasa ingin tau dari diri peserta didik itu sendiri meningkat. Selain itu, materi juga dapat terasa lebih kontekstual (Wandhiro, 2020). Video pembelajaran yang dihubungkan dengan aplikasi *Edpuzzle* juga membuat peserta didik terlibat aktif. Peserta didik tidak hanya mempelajari video saja, tetapi juga menjawab soal-soal latihan yang diberikan. Jika melihat dari durasi video, video yang dikembangkan sudah sesuai dengan yang dipaparkan oleh Firmansyah (2020). Video pembelajarandianggap akan lebih efektif jika berdurasi maksimal 15 menit. Hal ini karena daya tahan untuk menonton, khususnya pada video non interaktif seperti video pembelajaran misalnya, selama 15 menit saja. Itu pun dalam situasi yang terkondisi. Bagian ini bisa dianggap sudah sesuai karena durasi video paling cepat yaitu 5 menit 26 detik pada video tentang sianobakteria dan paling lama 10 menit 53 detik pada video tentang kelompok bakteri.

Jika dilihat dari hasil validasi, penilaian dari segi media memperoleh rerata validitas sebesar 3,80. Sedangkan, penilaian dari segi materi memperoleh rerata validitas sebesar 3,61. Kedua hasil ini kemudian digabungkan untuk mengetahui rerata validitas produk secara menyeluruh. Hasilnya, diperoleh rerata validitas akhir produk sebesar 3,71. Skor ini masuk dalam kategori “Sangat baik” merujuk pada skala Likert pada tabel 4. Produk ini memiliki kualitas yang sangat baik dan layak untuk diuji coba dalam skala terbatas.

Materi bakteri merupakan salah satu materi dalam biologi yang sifatnya abstrak. Hal ini karena bakteri merupakan organisme yang berukuran mikro dan memerlukan alat untuk dapat melihatnya. Akan sulit melihat materi secara langsung hanya dengan menggunakan mata. Itu sebabnya, materi ini dikatakan abstrak,

karena selama ini peserta didik hanya disuguhkan teorinya saja tanpa melihat langsung. Apalagi selama pembelajaran campuran, sulit bagi pendidik menunjukkan contoh bakteri secara konkret. Oleh sebab itu menuangkan materi bakteri dalam video pembelajaran dianggap baik, karena karakteristik video sendiri yang dapat menampikan hal-hal yang sulit ditampilkan secara langsung (Nugraha & Nestiyarum, 2021). Selain itu, menuangkan materi bakteri menjadi video pembelajaran bisa dikatakan membantu peserta didik tergambarkan visualnya akan bakteri yang sifatnya abstrak. Hal ini sesuai yang dipaparkan Yuberti (2014), dimana menambahkan visual dalam proses pembelajaran dapat meningkatkan pengingatan hingga 171%.

Pembuatan video pembelajaran juga sudah dirancang sedemikian rupa, agar peserta didik yang menyaksikan mudah memahami materi yang diajarkan. Video pembelajaran yang dikembangkan sudah memuat unsur-unsur seperti yang disampaikan Susanti dan Halimah (2018). Pada video, sudah terdapat penegasan kata kunci yang diberikan dengan warna berbeda, pemberian ilustrasi awal sebagai cara untuk menarik perhatian dalam menyelesaikan permasalahan yang ada, serta adanya pertanyaan interaktif sebagai cara mengukur tindak lanjut peserta didik. Peneliti sebagai pendidik yang tampil dalam video juga sudah menguasai materi sebisa mungkin, agar penjelasan yang dibawakan menjadi mudah dipahami. Selain itu, peneliti juga memaparkan materi dengan bersemangat pada video pembelajaran, sehingga peserta didik yang mempelajari nantinya juga semakin termotivasi.

Salah satu keunggulan video pembelajaran yaitu dapat meningkatkan efektifitas penyampaian pesan, dibandingkan jika hanya melalui teks saja (Munir, 2012). Pembuatan video pembelajaran dapat membantu pendidik lebih efektif dalam menyampaikan materi. Pendidik juga dapat membuat video pembelajaran pada materi lainnya, agar penyampaian materi menjadi lebih efektif. Penggabungan dengan model pembelajaran *flipped learning* juga semakin membantu pendidik menyiapkan peserta didik sebelum bertemu dalam kelas agar peserta didik paham materi yang akan diajarkan. Sehingga, waktu pembelajaran tidak terbuang untuk kegiatan teoritis dasar saja, tetapi pada penerapan dan pendalaman materinya.

Melihat penjelasan yang ada, dapat dikatakan bahwa video yang dikembangkan mampu mengatasi permasalahan yang ditemukan pada analisis kebutuhan. Video pembelajaran dapat membantu peserta didik khususnya dalam memahami dan menegaskan materi yang sedang dipelajari (Hendriyanto, 2021). Manfaat video ini dapat membantu mengatasi permasalahan pendidik dalam hal durasi pembelajaran. Seperti yang diketahui, akibat penerapan pembelajaran campuran, durasi belajar menjadi berkurang. Video pembelajaran yang diterapkan dengan bantuan teknik pembelajaran *flipped learning* dapat mengatasi permasalahan tersebut. Peserta didik dapat mempelajari terlebih dahulu materi yang ada pada video, sehingga saat proses pembelajaran di kelas, pendidik tinggal membahas dan menegaskan materi saja.

Pengintegrasian video pada aplikasi *Edpuzzle* juga membuat video pembelajaran menjadi lebih interaktif. Peserta didik tidak hanya menyaksikan video, tapi juga menjawab soal serta membaca catatan-catatan yang muncul di tengah video. Soal dan catatan yang muncul tiba-tiba pada video ini membantu memberdayakan peserta didik dalam mengendalikan suasana. Hal ini selaras dengan pengertian interaktif menurut Putra (2021). Video pembelajaran yang

interaktif ini, diharapkan nantinya pada proses pengaplikasian dapat membantu meningkatkan motivasi peserta didik dalam belajar.

Pengembangan video interaktif *Edpuzzle* juga bisa dikatakan membantu permasalahan pendidik, khususnya dalam melihat progres peserta didik. Seperti yang disampaikan pada wawancara analisis kebutuhan, pendidik memiliki kendala untuk melihat progres peserta didik selama pembelajaran. Pengintegrasian video pembelajaran pada aplikasi *Edpuzzle*, dapat membantu pendidik mengamati keterlibatan aktif dan mengukur sejauh mana pemahaman peserta didik. Ini dikarenakan fitur yang ada dari aplikasi itu sendiri. *Edpuzzle* memiliki fitur, dimana pendidik dapat mengetahui partisipasi serta interaksi peserta didik selama mempelajari video. Hasil evaluasi peserta didik selama mempelajari video juga dapat diketahui pendidik, sehingga nantinya pendidik dapat mengambil langkah tindak lanjut mengatasi permasalahan pembelajaran lainnya (Ramadhani dkk., 2020).

Kesimpulan

Pengembangan video interaktif *Edpuzzle* pada materi bakteri kelas X SMA dikembangkan berdasarkan saran dari validator baik ahli materi maupun media. Video berisi materi yang akan dipaparkan, pemberian ilustrasi awal sebagai cara untuk menarik perhatian dalam menyelesaikan permasalahan yang ada, penegasan kata kunci yang diberikan dengan warna berbeda,serta adanya pertanyaan interaktif sebagai cara mengukur tindak lanjut peserta didik. Pengembangan video interaktif *Edpuzzle* yang dilakukan memperoleh rerata validitas akhir produk sebesar 3,71 dengan kriteria “Sangat Baik” dan layak diuji coba pada skala terbatas dengan perbaikan/revisi sesuai saran serta komentar dari validator.

Daftar Pustaka

Adisty, F. (2020, Juni 30). *Pembelajaran yang ideal di era new normal*. http://lppm.unpam.ac.id/2020/06/30/pembelajaran-yang-ideal-di-era-new-normal/

Anonim. (2019, April 19). *Mengenal lebih jauh tentang society 5.0*. http://onlinelearning.binus.ac.id/2021/04/19/mengenal-lebih-jauh-tentang-society-5-0/

Apriyeni, O., Syamsurizal, Alberida, H., & Rahmi, Y. L. (2021). Booklet pada materi bakteri untuk peserta didik kelas x sma. *Jurnal Edutech Undiksha*, 8(1), 8-13

Fatirul, A. N. dan Walujo, D. A. (2020). *Desain blended learning: Desain pembelajaran online hasil penelitian*. (Edisi 1). Scopindo Media Pustaka.

Firmansyah, M. (2020, Agustus 15). *Prinsip video pembelajaran dalam rangka pembelajaran online*. https://pwk.teknik.unej.ac.id/2020/08/prinsip-video-pembelajaran-dalam-rangka-pembelajaran-online/

Hadi, S. (2017). Efektivitas penggunaan video sebagai media pembelajaran untuk siswa sekolah dasar. *Seminar Nasional Teknologi Pembelajaran Dan Pendidikan Dasar*, 96-102.

Hendriyanto. (2021, Oktober 15). *Wujudkan kelas yang menyenangkan melalui video pembelajaran*. https://ditpsd.kemdikbud.go.id/artikel/detail/wujudkan-kelas-yang-menyenangkan-melalui-video-pembelajaran

Kurnianto, Y. D. (2021). *Pengembangan video interaktif dengan aplikasi digital learning edpuzzle pada materi klasifikasi makhluk hidup kelas vii*. [Skripsi]. Repository Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. https://repository.usd.ac.id/40267/.

Kustandi, C. & Darmawan, D. (2020). *Pengembangan media pembelajaran : Konsep & aplikasi pengembangan media pembelajaran bagi pendidik di sekolah dan masyarakat*. (Cetakan 1). Kencana.

Linggawati. (2020, Oktober 16). *Pemanfaatan fitur sumber belajar untuk penilaian dalam bentuk kuis berbantuan edpuzzle*. http://pena.belajar.kemdikbud.go.id/2020/10/pemanfaatan-fitur-sumber-belajar-untuk-penilaian-dalam-bentuk-kuis-berbantuan-edpuzzle/

Mahnun, N. (2012). Media pembelajaran (kajian terhadap langkah-langkah pemilihan media dan implementasinya dalam pembelajaran). *An-Nida*, 37(1), 27-35

Munir. (2012). *Multimedia: Konsep & aplikasi dalam pendidikan*. Alfabeta, CV

Nugraha, A. & Nestiyarum, Y. (2021). *Modul pembelajaran berbasis tik (pembatik): Pembuatan media video pembelajaran berbasis tik*. (Modul 09) Pusdatin Kemendikbud.

Pane, A. dan Dasopang, M. D. (2017). Belajar dan pembelajaran. *Fitrah Jurnal Kajian Ilmu-Ilmu Keislaman*, 3(2), 333-352

Putra, H. K. (2021). *Monograf model multimedia interaktif untuk meningkatkan pemahaman dan daya tarik pembelajaran*. (Cetakan 1). Penerbit Lakeisha.

Rachmah, H. (2019). Blended learning: memudahkan atau menyulitkan?. *Prosiding Seminar Nasional*, 3, 673-679

Ramadhani, R., dkk. (2020). *Platform asesmen untuk pembelajaran daring: Teori dan Praktik*. (Cetakan 1) Yayasan Kita Menulis.

Riyanto, S. & Hatmawan, A. A. (2020). *Metode riset penelitian kuantitatif penelitian di bidang manajemen, teknik, pendidikan, dan eksperimen*. (Cetakan 1). DeePublish.

Sirri, E. L., & Lestari, P. (2020). Implementasi *edpuzzle* berbantuan *whatsapp group* sebagai alternatif pembelajaran daring pada era pandemi. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia*, 5(2), 67-72

Standar nasional pendidikan, Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 (2005). https://pelayanan.jakarta.go.id/download/regulasi/peraturan-pemerintah-nomor-19-tahun-2005-tentang-standar-pendidikan-nasional.pdf

Standar proses pendidikan dasar dan menengah. Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016 (2020). https://luk.staff.ugm.ac.id/atur/bsnp/Permendikbud22-2016SPDikdasmen.pdf

Sugiyono. (2015). *Metode penelitian dan pengembangan (research and development/R&D)*. Alfabeta, CV.

Susanti, E. & Halimah, M. (2018). Desain video pembelajaran yang efektif pada pendidikan jarak jauh: Studi di universitas terbuka. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 3(2), 167-185

Syuaib, S., Adnan, & Ali, A. (2018). Pengembangan video pembelajaran biologi sebagai sumber belajar biologi peserta didik SMA kelas XI IPA. *Prosiding Seminar Biologi dan Pembelajarannya*, 383-388

Thobroni, M. & Mustofa, A. (2013). *Belajar dan pembelajaran pengembangan wacana dan praktik pembelajaran dalam pembangunan nasional*. Ar-Ruzz Media.

Triyanti, M. (2015). Pengembangan multimedia interaktif pada materi sistem saraf untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa SMA kelas XI. *Jurnal Bioedukatika*, 3(2), 9-14

Wandhiro, M. F. (2020, November 19). *Pembuatan video pembelajaran yang efektif*. https://ayoguruberbagi.kemdikbud.go.id/artikel/pembuatan-video-pembelajaran-yang-efektif/

Wisada, P. D., Sudarma, I. K., & S. A. I. W. I. Y. (2019). Pengembangan media video pembelajaran berorientasi pendidikan karakter. *Journal of Education Technology*, 3(3), 140-146

Yuberti. (2014). *Teori pembelajaran dan pengembangan bahan ajar dalam pendidikan*. Anugrah Utama Raharja (AURA).

Yudianto, A. (2017). Penerapan video sebagai media pembelajaran. *Seminar Nasional Pendidikan*, 234-237

PENGUKURAN DAYA KELUARAN MENGGUNAKAN SENSOR ARUS DAN TEGANGAN PADA PENGUJIAN GENERATOR MAGNET PERMANEN PUTARAN RENDAH

Ossa Endah Diar Nugraheni[1], Tjendro[2], B. Wuri Harini[3], Martanto[4*]
[1,2,3,4]*Teknik Elektro, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia*
**Email : martanto@usd.ac.id*

Abstrak

Generator merupakan alat yang memanfaatkan gaya gerak untuk menghasilkan listrik. Generator magnet permanen merupakan generator sinkron dengan medan eksitasi dihasilkan oleh magnet permanen bukan gulungan. Fluks magnetik dihasilkan oleh medan magnetik permanen sehingga tidak memerlukan arus eksitasi DC. Untuk memonitor pengukuran daya keluaran dari generator magnet permanen putaran rendah, maka dibuatlah sistem pengukuran daya keluaran dengan menampilkan hasil pengukuran daya keluaran pada LCD dan GUI. Sistem ini diimplementasikan menggunakan sensor arus, sensor tegangan, Arduino Mega, LCD 16x2, RTC, kartu SD, RS485, dan perangkat komputer untuk menampilkan antarmuka GUI menggunakan bahasa Python. Pengujian dilakukan dengan memberi variasi terhadap beban yang dihubungkan. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa sistem dapat menampilkan hasil pengukuran pada LCD dan tampilan plot pada antarmuka GUI. Pengujian sistem menghasilkan galat sebesar 2,79% untuk pengukuran arus; 6,55% untuk pengukuran tegangan; dan 10,09% untuk pengukuran daya. Data hasil pengukuran daya dapat dikirim ke perangkat *master* melalui komunikasi RS485. Hasil pengukuran terekam dalam kartu memori dan dapat dengan mudah diakses melalui aplikasi *notepad* pada perangkat komputer.

Kata kunci: daya keluaran, generator, pengukuran, sensor arus, sensor tegangan

OUTPUT POWER MEASUREMENT USING CURRENT AND VOLTAGE SENSOR ON LOW-SPEED PERMANENT MAGNET GENERATOR TESTING

Ossa Endah Diar Nugraheni[1], Tjendro[2], B. Wuri Harini[3], Martanto[4*]
[1,2,3,4]*Department of Electrical Engineering, Sanata Dharma University, Yogyakarta, Indonesia*
**Email : martanto@usd.ac.id*

Abstract

Generator is a device that uses the power of motion to generate electricity. A permanent magnet generator is a synchronous generator in which the excitation magnetic field is generated by an unwound permanent magnet. The magnetic flux is generated by the permanent magnet magnetic field, so no DC excitation current is required. The measurement system is monitored by displaying the measurement results on the LCD and GUI to monitor the output power measurement of the low-

speed permanent magnet generator. The system is implemented using a current sensor, voltage sensor, Arduino Mega, 16x2 LCD, RTC, SD card, RS485, and computer equipment to display a GUI interface using the Python language. The system is tested by varying the loads. The test results show that the system can display the measurement results on the LCD and display them on the GUI interface. System tests have shown 2.79% error in the current measurement; 6.55% for voltage measurement; and 10.09% in power measurement. Power measurement data can be sent to the master device via RS485 communication. The measurement results are recorded on a memory card and can be easily accessed from the Notepad application on a computer.

Keywords: current sensor, generator, measurement, output power, voltage sensor.

Pendahuluan

Generator merupakan alat yang memanfaatkan gaya gerak untuk menghasilkan listrik. Secara sederhana, generator mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Energi mekanik pada generator didapatkan dari berbagai sumber tenaga. Dalam mengkonversi energi, generator biasanya menggunakan induksi elektromagnetik dengan memutar kumparan dalam medan magnet sehingga timbul gaya gerak listrik (GGL) induksi.

Pada tahun 1831, Michael Faraday menemukan generator elektromagnetik untuk pertama kali. Alat tersebut menghasilkan arus searah yang kecil dan tidak efisien. Pada tahun 1887, C.S. Bradley membuat generator AC 3 fasa yang membuat penggunaan arus bolak-balik meningkat. Generator arus bolak-balik tiga fasa memiliki daya guna yang tinggi sehingga digunakan sebagai pembangkit listrik secara umum di dunia sejak tahun 1900M (Ponto, 2018). Seiring perkembangan teknologi khususnya bidang kelistrikan, diciptakanlah generator magnet permanen untuk meningkatkan efisiensi penggunaan listrik. Secara sederhana, generator ini menggunakan magnet permanen sebagai rotor. Generator magnet permanen merupakan generator sinkron di mana medan eksitasi dihasilkan oleh magnet permanen bukan gulungan. Fluks magnetik dihasilkan oleh medan magnetik permanen sehingga tidak memerlukan arus eksitasi DC (Dalimi, 2001).

Penelitian “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Tegangan, Arus, dan Frekuensi Keluaran Generator 3 Fasa pada Modul *Mini Power Plant* Departemen Teknik Instrumentasi” yang dilakukan oleh Fitri A. Iskandarianto (Iskandarianto, 2020) membuat sistem *monitoring* parameter keluaran generator (arus, tegangan, dan frekuensi) dengan sistem *portable*. Sistem tersebut memanfaatkan sensor tegangan ZMPT101B untuk mengukur tegangan, sensor arus ACS712 mengukur arus, dan *zero crossing detector* untuk mengukur variabel frekuensi. Hasil pengukuran sistem ditampilkan dalam layar LCD 4x20.

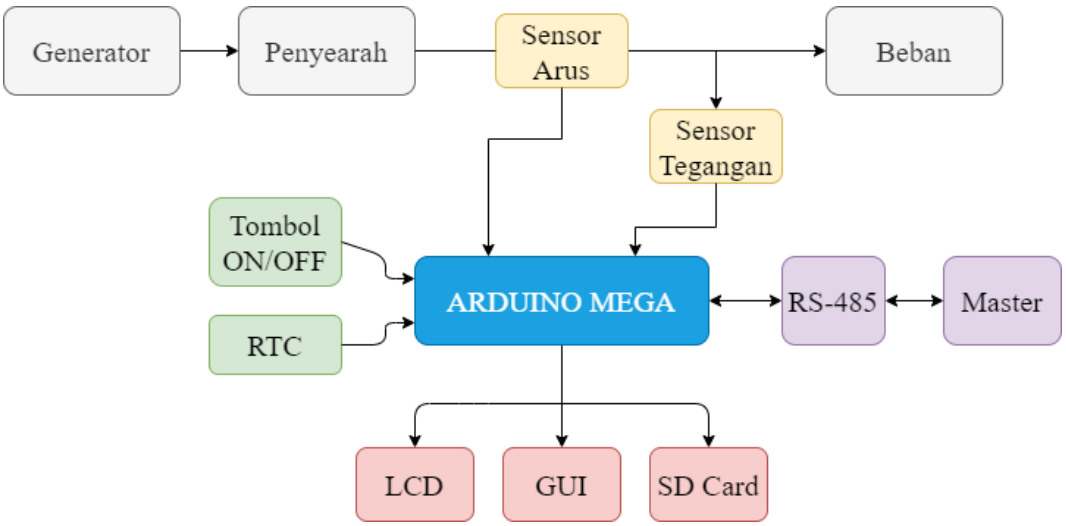
Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Surya Hidayat, dibuat perancangan sistem proteksi dan monitoring generator. Penelitian dengan judul “Perancangan Proteksi dan Monitoring Generator Sinkron Tiga Fase Berbasis Arduino Mega 2560” menggunakan sensor arus ACS712 12-20A-T, sensor tegangan ZMPT101B, sensor suhu LM35, dan tachometer untuk mendeteksi gangguan pada generator (Hidayat, 2017). Pengujian sensor arus dilakukan dengan merangkai ketiga sensor arus secara pararel dengan sumber tegangan 220 VAC dan beban resistor variabel. Pengujian rangkaian sensor tegangan, digunakan 3 buah potensial transformer

ZMPT101B dengan tegangan primer 220 VAC dan tegangan sekunder 5 VDC. Pengukuran dilakukan dengan cara memberi input tegangan yang berbeda-beda (100-240V) dengan output tegangan maksimal 5 VDC. Kemudian dari hasil kedua pengujian itu dilakukan pencatatan ke dalam tabel dan dibuat persamaan linear antara input (arus atau tegangan) dengan tegangan keluaran sensor yang kemudian dapat diolah ke dalam program. Parameter-parameter generator kemudian ditampilkan melalui antarmuka pada aplikasi MATLAB (Hidayat, 2017).

Pada penelitian ini, akan dibuat sistem alat ukur untuk mengukur daya output dari generator magnet permanen. Sistem akan dilengkapi alat ukur arus dan tegangan dengan memanfaatkan sensor arus dan sensor tegangan. Pengambilan data ukur dilakukan dengan memberikan variasi pada beban. Hasil pengukuran dapat dimonitor melalui tampilan antar muka GUI dengan memanfaatkan komunikasi serial antara GUI dengan mikrokontroler (*slave*). Selain itu, hasil pengukuran akan ditampilkan ke dalam LCD 16x2 dan disimpan ke dalam kartu memori menggunakan modul memori. Sistem juga akan dilengkapi dengan RTC, agar data hasil pengukuran dapat tercatat secara *real time*.

Metode

Sistem pengukuran daya keluaran terdiri dari sensor arus, sensor tegangan, mikrokontroler Arduino, RTC, LCD, kartu SD, dan seperangkat generator lengkap dengan penyearah gelombang penuh 3 fasa serta modul beban. Sensor arus dan sensor tegangan dihubungkan pada keluaran generator untuk mengukur arus dan tegangan. Jangkauan pengukuran arus DC 0-5A dan jangkauan pengukuran tegangan DC adalah 0-100V. Pengukuran daya dihitung dari hasil pengukuran arus dan tegangan. Hasil pengukuran sistem kemudian ditampilkan pada layar LCD dan disimpan ke dalam kartu SD. Sistem dapat menampilkan hasil pengukuran ke dalam GUI melalui sambungan dengan perangkat komputer. Hasil pengukuran dapat dikirim ke master melalui komunikasi serial RS485. Diagram blok sistem pengukuran daya keluaran dapat dilihat pada Gambar 1.

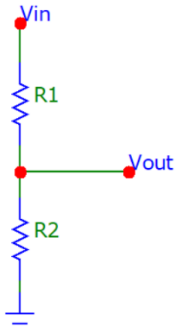


Gambar 1. Diagram blok sistem

Penelitian ini menggunakan sensor arus ACS712 yang mampu mengukur arus dari -5A hingga +5A dengan tegangan catu sebesar 5V. Sensor arus ACS712

memiliki resolusi sebesar 185mV/A (Allegro, 2022). Pada saat sensor mengukur arus 0A, tegangan keluaran sensor adalah 2,5V. Pada saat sensor mengukur arus 5A, tegangan keluaran sensor adalah 3,425V, dihitung dari 185mV dikali 5 kemudian ditambah 2,5V. Pada resolusi ini, meghasilkan pembacaan data arus dengan resolusi sekitar 30mA per-bit.

Perancangan sensor tegangan memanfaatkan rangkaian pembagi tegangan seperti pada Gambar 2 dengan persamaan (Hayt & Durbin, 2005):



Gambar 2. Rangkaian pembagi tegangan

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{in} \quad (1)$$

V_{in} merupakan tegangan masukan yang bersumber dari tegangan keluaran generator yang telah disearahkan. V_{out} merupakan tegangan keluaran pembagi tegangan. Nilai referensi dari mikrokontroler adalah 5V. Sistem pengukuran dapat mengukur tegangan hingga 100V. Sehingga, nilai tegangan 100V harus direpresentasikan ke dalam tegangan 5V. Nilai R_2 ditentukan sebesar 5k ohm. Maka melalui persamaan (1), nilai R_1 diperoleh sebesar:

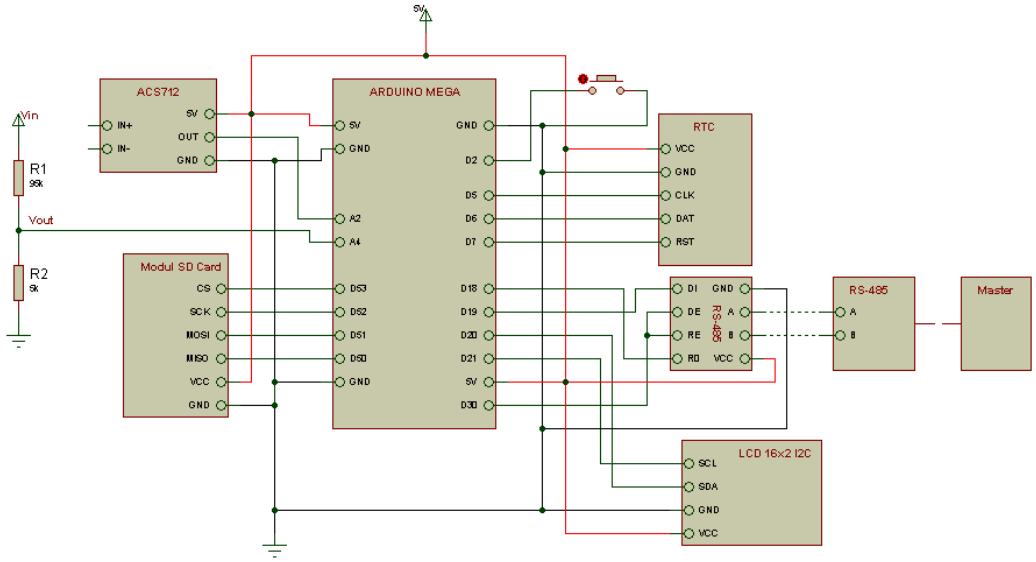
$$5V = \frac{5k}{R_1 + 5k} \times 100V$$
$$R_1 = 95k\ \Omega$$

Pada implementasi, nilai R_2 (5KΩ) menggunakan 2 buah resistor 10KΩ yang dihubung secara paralel. Resistor R_1 (95KΩ) menggunakan resistor 68K dan resistor 27KΩ disusun secara seri.

Setiap keluaran dari sensor kemudian dihubungkan ke port analog Arduino Mega seperti yang tertampil pada Gambar 3. Pengukuran arus dihubungkan pada port A2 dan pengukuran tegangan dihubungkan pada port A4. Mikrokontroler akan melakukan konversi ADC (*Analog to Digital Converter*) dari tiap masukan analog. Proses pengkonversian dilakukan dengan memprogram mikrokontroler Arduino Mega melalui aplikasi Arduino IDE. Arus dan tegangan terukur yang telah dikonversi menjadi data digital selanjutnya diproses untuk perhitungan nilai daya.

Perancangan perangkat lunak dimulai dengan melakukan inisialisasi perangkat. Sistem dimulai dengan kondisi RTC ON. Selanjutnya sistem akan siaga. Mikrokontroler dan perangkat pendukung seperti: serial, *push button*, LCD, memori, modul komunikasi dalam keadaan ON. Sistem pengukuran harus diberi masukan dengan menekan *push button* sekali untuk menyalakannya. Selanjutnya,

sistem akan mulai melakukan pembacaan arus dan tegangan oleh sensor secara urut bergantian. Data pembacaan kemudian diolah oleh mikrokontroler untuk proses kalkulasi daya. Data daya output merupakan hasil kalkulasi nilai pengukuran arus dikalikan dengan nilai pengukuran tegangan. Semua data pengukuran kemudian ditampilkan pada layar LCD dan serial monitor. Data pengukuran juga ditampilkan ke dalam jendela GUI pada komputer. Selain ditampilkan, sistem juga akan menyimpannya ke dalam kartu memori melalui modul memori. Data pengukuran juga akan dikirim menuju *master* setelah diberi kode permintaan data dari *master*. Sistem akan terus melakukan proses tersebut secara berurut hingga *push button* ditekan kembali.



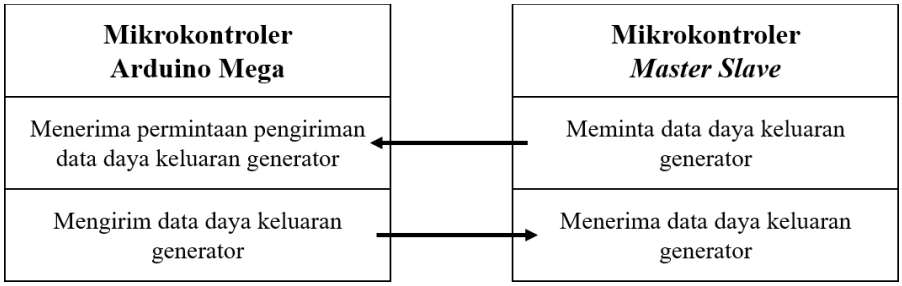
Gambar 3. Pengkabelan sistem pengukuran

Pembacaan arus dan tegangan dilakukan sebanyak 200 kali, dengan pengambilan data setiap 400us. Hasil pembacaan kemudian diambil nilai rata-ratanya. Proses pembacaan data sensor, hanya memerlukan waktu sekitar 80ms. Hasil pembacaan data arus dan tegangan digunakan untuk melakukan perhitungan daya. Perhitungan daya dilakukan dengan mengalikan nilai arus dan tegangan. Semua data ditampilkan ke LCD dan GUI setiap 1 detik. Proses konversi dari pembacaan arus dan tegangan dapat dilihat dari persamaan (2) dan (3) secara berurutan.

$$idc = \frac{\left({}^{(avg\times 5)}/_{1023}\right)-2.5}{0.185} \quad (2)$$

$$vdc = \left({}^{(avg\times 5)}/_{1023}\right)\times 20 \quad (3)$$

Perancangan komunikasi antara mikrokontroler Arduino Mega dengan *Master* dapat dilihat pada Gambar 4. dibawah. Pengiriman data daya output generator menuju *master* harus didahului dengan permintaan pengiriman data oleh *master*. Ketika Arduino Mega menerima permintaan dari *master*, Arduino Mega akan mengirimkan data daya output menuju *master*.



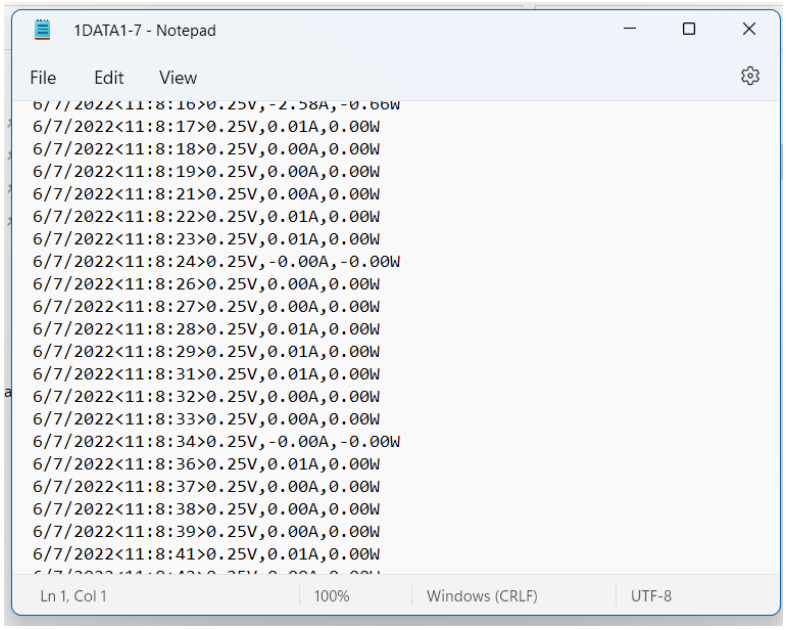
Gambar 4. Diagram komunikasi sistem dengan master

Permintaan untuk pengiriman data daya keluaran oleh *master* menggunakan kode #O$. Setelah mikrokontroler *slave* menerima kode, maka data siap dikirim menuju *master*. Data yang dikirim diberi format awalan dan akhiran. Awalan berupa tanda pagar (#) diikuti kode dengan huruf kecil dan akhiran berupa tanda dolar ($). Data yang dikirim adalah data pengukuran daya keluaran, dengan format hingga 2 digit di belakang koma. Contoh format paket data yang dikirim adalah “#o,26.03$”.

GUI digunakan untuk menampilkan data hasil pengukuran daya keluaran generator. Tampilan GUI dibuat dengan *tkinter* menggunakan aplikasi dan bahasa pemrograman Python. GUI menampilkan grafik pengukuran daya keluaran per detik dengan sumbu y adalah nilai daya keluaran dalam satuan watt dan sumbu x adalah waktu dengan satuan detik.

Pada sistem pengukuran, hasil pengukuran akan disimpan ke dalam SD *card* dalam format text .txt. Format .txt dapat dibuka dengan menggunakan *notepad* pada komputer. Tampilan penyimpanan pada SD *card* seperti pada Gambar 5. Pada *notepad* akan berisi tanggal, bulan, tahun, jam, menit, detik, kemudian diikuti data pengukuran mulai dari arus, tegangan, dan daya. Pencatatan data akan dilakukan tiap 1 detik. Data akan disimpan ke dalam *file* yang diberi nama “DataOut”. Data dalam *file* tersebut akan diformat seminggu sekali atau sesuai kebutuhan. Format datanya adalah:

DD/MM/YYYY< HH:MM:SS>XA,XV,XW



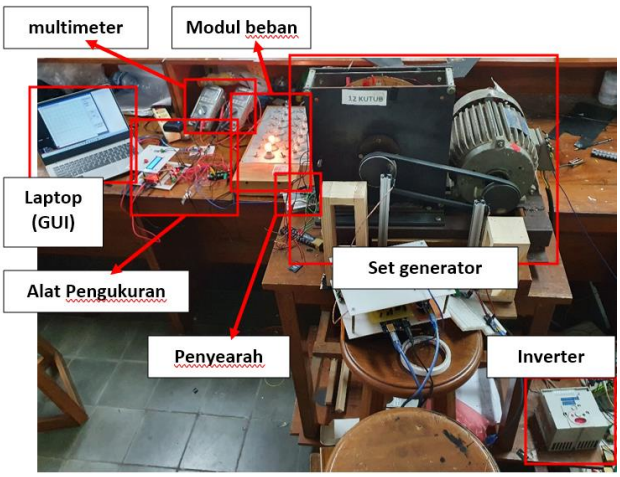
Gambar 5. Tampilan data yang disimpan pada notepad

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian berupa pengujian perangkat keras maupun perangkat lunak sistem. Pengujian perangkat keras berupa pengujian sensor arus dalam mendeteksi arus keluaran generator dan sensor tegangan dalam mendeteksi tegangan keluaran generator. Pengujian perangkat lunak berupa keberhasilan program GUI dalam menampilkan informasi terkait pengukuran daya keluaran generator serta pengujian terhadap komunikasi antara mikrokontroler *slave* dan *master* dalam pengiriman data pengukuran.

Bentuk fisik sistem

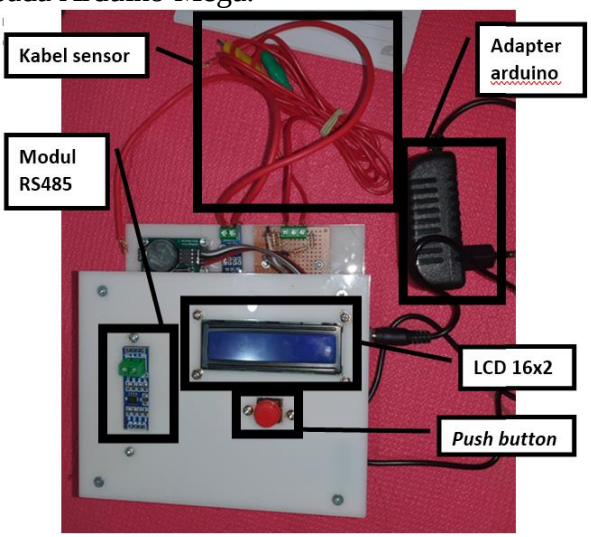
Sistem pengukuran daya keluaran generator secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 6. Sistem terdiri dari set generator magnet permanen putaran rendah, inverter, penyearah gelombang penuh 3 fasa, alat pengukuran, modul beban, multimeter, dan perangkat pc untuk GUI.



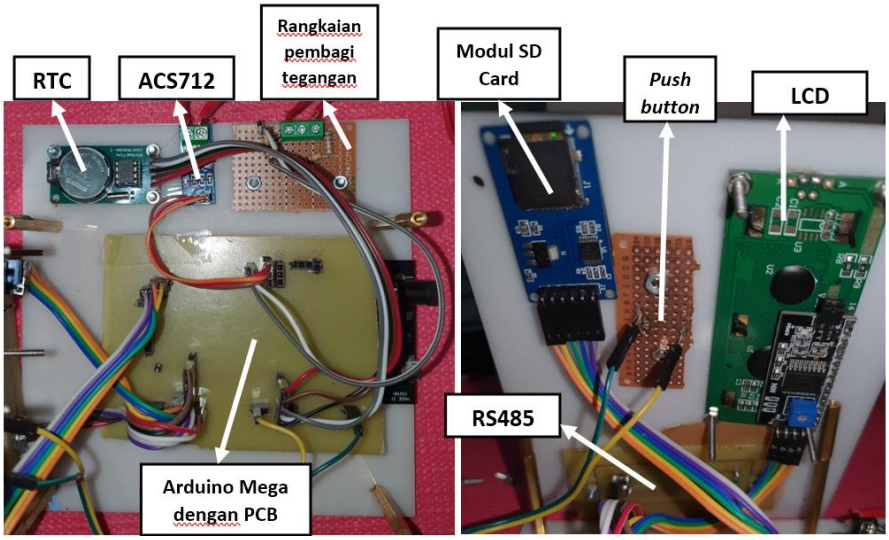
Gambar 6. Keseluruhan sistem pengukuran daya keluaran

Bentuk fisik alat pengukuran daya keluaran generator dapat dilihat pada Gambar 7. Alat pengukuran dikemas ke dalam kotak berbahan akrilik dengan sisi tegak yang terbuka. Kemasan ini bertujuan agar memudahkan dalam pengimplementasian sistem. Bagian atas kotak terdapat tombol *push button*, layar LCD, dan modul komunikasi RS485. Tombol *push button* berfungsi sebagai masukan untuk memulai dan menghentikan sistem pengukuran. Layar LCD untuk menampilkan nilai pengukuran (arus, tegangan, dan daya) dan modul RS485 untuk komunikasi data antara *slave* dan *master*.

Bagian dalam kotak dapat dilihat pada Gambar 8. Bagian dalam terdapat Arduino Mega sebagai mikrokontroler yang mengatur kerja sistem. Di atas Arduino telah dipasang papan PCB untuk memudahkan pengkabelan perangkat-perangkat pendukung dengan mikrokontroler. Terdapat rangkaian pembagi tegangan sebagai sensor tegangan dan modul ACS712 5A sebagai sensor arus yang dihubungkan langsung ke mikrokontroler. Keduanya juga dilengkapi kabel untuk menghubungkan ke generator. Terdapat modul RTC DS1302 sebagai pewaktuan pada sistem. Bagian atas kotak terdapat modul memori sebagai perangkat untuk menyimpan data pengukuran ke dalam kartu memori. Seluruh perangkat pada sistem terhubung langsung ke mikrokontroler melalui papan PCB. Sistem juga dilengkapi adapter 9V/2A sebagai catu daya mikrokontroler yang dihubungkan melalui port *jack* pada Arduino Mega.



Gambar 7. Bentuk fisik system



Gambar 8. Bagian dalam kotak

Gambar 9 merupakan bentuk fisik dari generator magnet permanen putaran rendah. Bagian sebelah kanan merupakan motor induksi dan sebelah kiri merupakan generator yang dipakai dalam pengujian. Pengoperasian generator dibantu dengan sebuah inverter seperti tampak pada Gambar 10. Pada inverter terdapat pengatur frekuensi yang dapat memengaruhi kecepatan putaran dari motor induksi. Pengatur tersebut dilengkapi dengan panel digital yang menampilkan indikator angka. Indikator angka pada inverter menunjukkan besar frekuensi sinusoidal motor induksi.



Gambar 9. Generator magnet permanen putaran rendah

Keluaran dari generator kemudian disearahkan dengan modul penyearah seperti tampak pada Gambar 11. Modul penyearah tersebut merupakan penyearah 3 fasa gelombang penuh. Keluaran yang telah disearahkan dihubungkan langsung ke modul beban seperti tampak pada Gambar 12.



Gambar 10. Inverter



Gambar 11. Penyearah gelombang penuh 3 fasa



Gambar 12. Modul beban

Pengujian keseluruhan sistem

Pengujian sistem dilakukan dengan mengoperasikan generator mulai dari frekuensi 3,0 hingga 13,0 yang tertampil pada indikator inverter dengan kenaikan 1 angka. Indikator angka tersebut merupakan besar frekuensi sinusoidal pada motor induksi. Pada variasi beban, yaitu mulai dari pengoperasian tanpa beban (L0) hingga beban menyala sebanyak 7 lampu (L7). Hasil pengukuran sistem dibandingkan dengan pengukuran oleh multimeter.

Pada hasil pengukuran tegangan, didapat rata-rata galat sebesar 6,55%. Hasil pengukuran tegangan dengan nilai di bawah 1V diperoleh nilai galat yang cukup tinggi yaitu sekitar 29% pada pengukuran 0,67V hingga 68% pada pengukuran 0,14V. Pada hasil pengukuran tegangan di atas 1V diperoleh nilai galat kurang dari 5% dan nilai galat semakin rendah saat pengukuran tegangan lebih dari 5V yaitu sekitar 1%.

Pada perancangan, sensor tegangan memiliki jangkauan pengukuran mulai dari 0V hingga 100V. Pengukuran tegangan oleh sensor tegangan ini memiliki

resolusi 0,1V per-bit sehingga setiap kenaikan satu bit mewakili 0,1V. Hal ini membuat ketelitian nilai pengukurannya tidak sampai satu angka di belakang koma. Hasil pengukuran tegangan oleh sensor dan multimeter memiliki beda nilai sekitar 0,2V. Oleh karena itu bila mengukur tegangan di bawah 1V akan mendapat galat yang cukup besar akibat beda nilai yang didapat sebesar 0,2V.

Pada hasil pengukuran arus, didapat rata-rata galat sebesar 2.79%. Nilai galat ini cukup kecil bila dibanding dengan galat yang didapat pada pengukuran tegangan. Pada pengujian tanpa beban, yaitu kondisi saat tidak ada arus yang mengalir menuju sensor, nilai yang terukur sebesar 0,01A. Oleh karena itu, bila dibandingkan dengan nilai pengukuran multimeter akan didapat nilai galat yang besar.

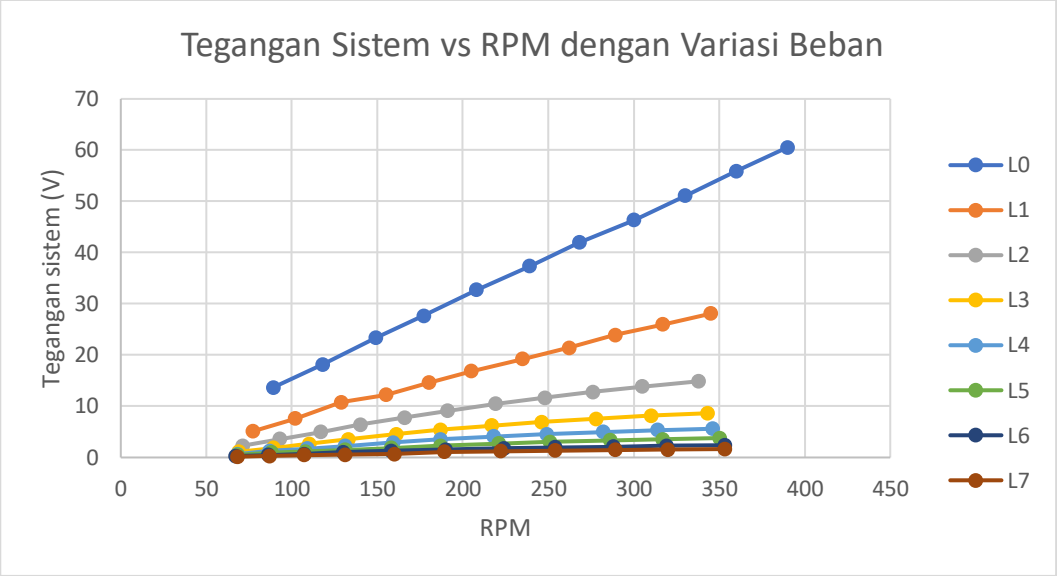
Pengukuran arus oleh sensor arus ini memiliki resolusi pembacaan sebesar 30mA per-bit. Pembacaan arus oleh sensor dapat menghasilkan ketelitian hingga satu angka di belakang koma. Beda nilai yang didapat antara hasil pengukuran arus oleh sensor dan multimeter sekitar 0,035A.

Pengukuran daya didapat dari program perkalian antara pengukuran tegangan dan nilai pengukuran arus yang terukur sensor. Konfigurasi rangkaian untuk pengukuran daya dengan menempatan sensor arus pada arus yang menuju beban kemudian diikuti penempatan sensor tegangan yang diparalelkan dengan beban. Pada konfigurasi ini, sensor arus akan mengukur arus yang melewati sensor tegangan dan beban. Hasil pengukuran daya dibandingkan dengan nilai perkalian dari hasil pengukuran arus dan tegangan yang terukur oleh multimeter. Metode pembanding ini dilakukan karena wattmeter atau alat ukur daya tidak tersedia pada saat melakukan penelitian ini. Dari perbandingan hasil pengukuran, didapat rata-rata galat sebesar 10,09%.

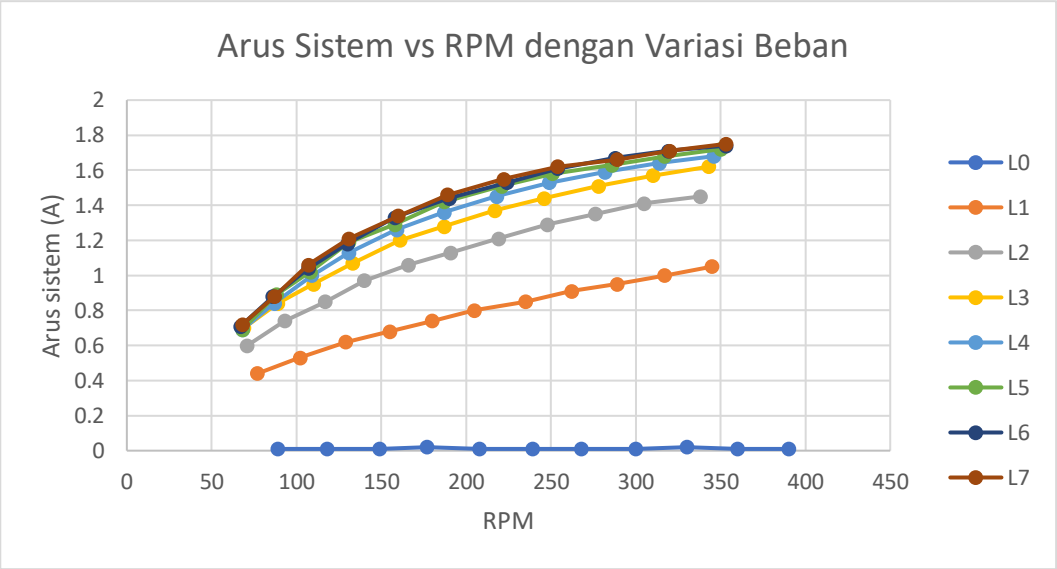
Hasil pengukuran disajikan ke dalam plot grafik untuk membandingkan hasil pengukuran dengan besar RPM untuk tiap variasi banyak beban. Grafik tersaji pada Gambar 13 - 15.

Hasil pengujian tegangan keluaran yang terukur oleh sistem tersaji dalam grafik pada Gambar 13. Tegangan keluaran tampak linear dengan putaran generator. Pada kondisi tanpa beban, diperoleh tegangan keluaran sekitar 15V pada putaran 100RPM dan memperoleh tegangan keluaran sekitar 55V pada putaran 350RPM. Tegangan semakin menurun ketika ada penambahan nilai beban.

Hasil pengujian arus keluaran yang terukur oleh sistem tersaji dalam grafik pada Gambar 14. Pada saat putaran sebesar 100RPM, arus keluaran yang diperoleh mencapai 1A. Pada putaran 300RPM, arus keluaran yang diperoleh mencapai 1,7A. Pertambahan arus sebanding dengan putaran generator dan juga penambahan pada nilai beban. Penambahan arus saat nilai beban semakin besar tidak terlalu besar dan hampir mendekati 0A.



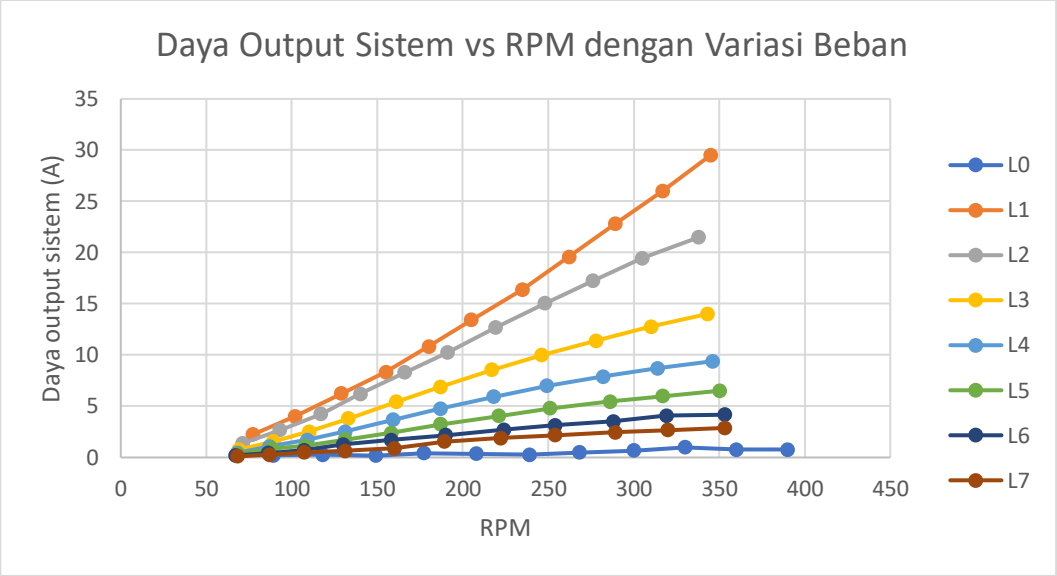
Gambar 13. Grafik tegangan sistem vs RPM dengan variasi beban



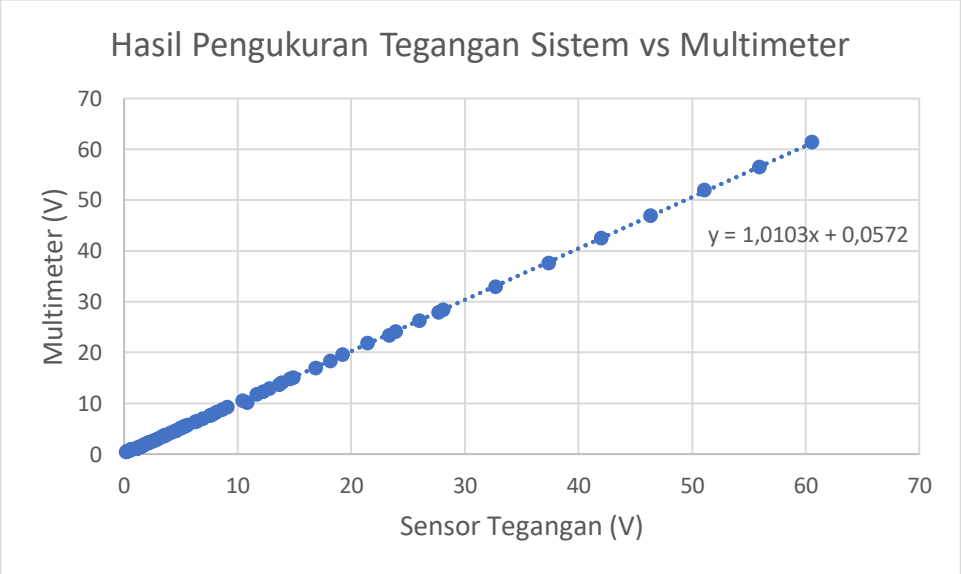
Gambar 14. Grafik arus sistem vs RPM dengan variasi beban

Hasil pengujian daya keluaran yang terukur oleh sistem tersaji dalam grafik pada Gambar 15. Hasil pengukuran daya keluaran diperoleh sekitar 4watt pada putaran 100RPM dan 24watt pada putaran 300RPM. Penambahan nilai beban mengakibatkan penurunan nilai daya keluaran yang diperoleh.

Seluruh hasil pengukuran sistem juga dibuat grafik perbandingan antara hasil pengukuran oleh sistem dengan hasil pengukuran dengan multimeter. Grafik pembanding dibuat untuk mencari galat gradien dan nilai *offset* yang diperoleh dari pengukuran. Grafik perbandingan terlihat pada Gambar 16 - 18.



Gambar 15. Grafik daya keluaran sistem vs RPM dengan variasi beban

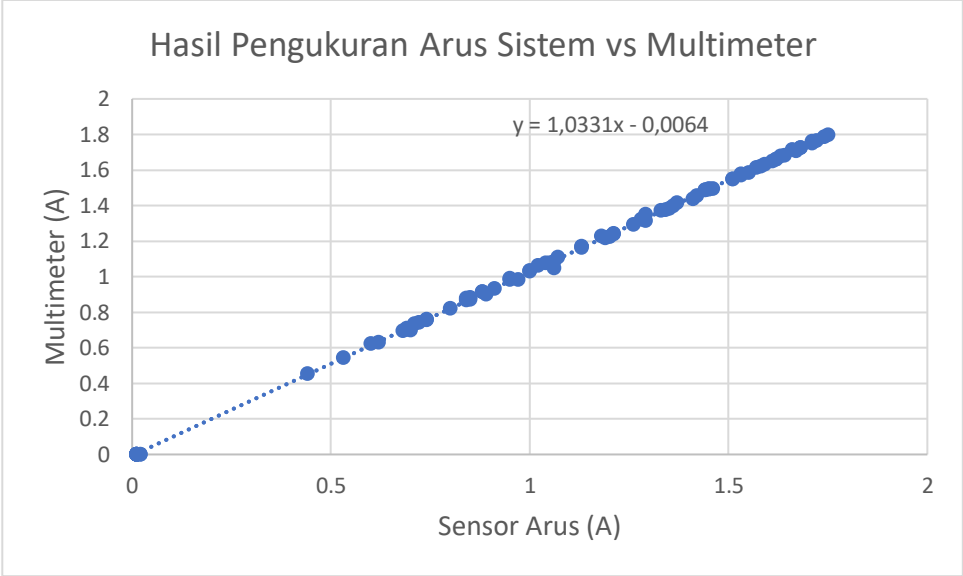


Gambar 16. Grafik perbandingan hasil pengukuran tegangan

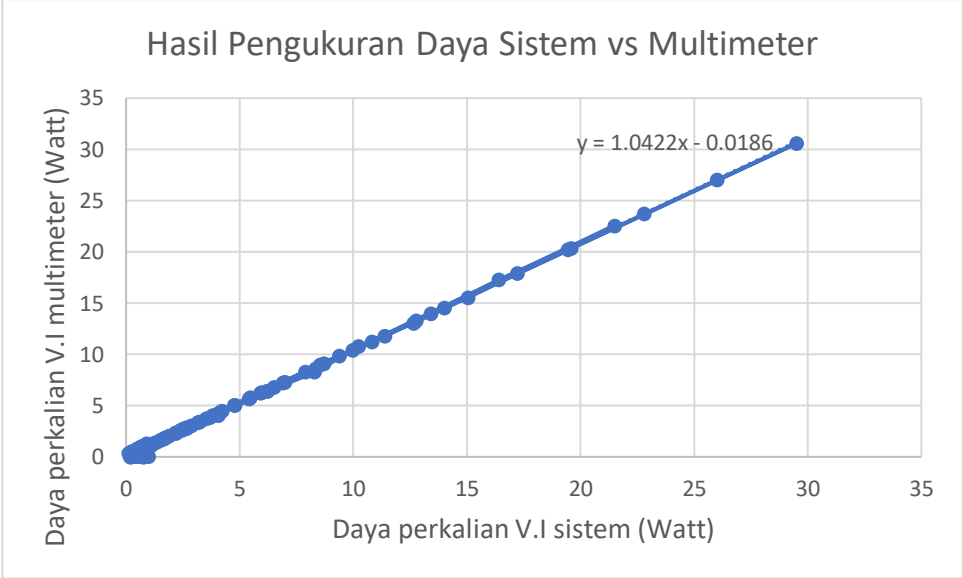
Galat gradien secara ideal sebesar 1 atau persamaan grafiknya adalah y=x dan nilai *offset* sebesar 0. Pada setiap grafik pembanding diperoleh persamaan sebagai berikut (Tabel 1):

Tabel 7. Persamaan grafik pengukuran sistem

Pengukuran	Persamaan
Tegangan	y = 1,0103x + 0,0572
Arus	y = 1,0331x - 0,0064
Daya	y = 1,0422x - 0,0186



Gambar 17. Grafik perbandingan hasil pengukuran arus

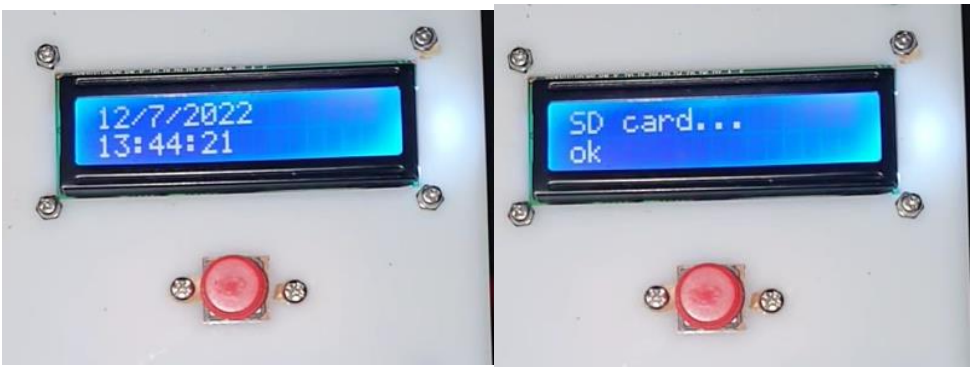


Gambar 18. Grafik perbandingan hasil pengukuran daya

Galat gradien didapat dengan menghitung nilai y dari persamaan yang didapat untuk setiap nilai x. Hasil perhitungan nilai y kemudian dicari beda nilai dengan nilai pada sumbu y. Proses perhitungan nilai galat gradien dikalkulasi menggunakan *excel*. Pada pengukuran tegangan diperoleh galat gradien sebesar 0,07 dengan *offset* +0,0572; pengukuran arus sebesar 0,007 dengan *offset* -0,0064; dan pengukuran daya sebesar 0,15 dengan *offset* -0,0186. Hasil dari ketiga grafik tampak linear.

Sistem dilengkapi LCD 16x2 sebagai penampil nilai pengukuran keluaran generator. Sistem juga ditambah dengan sebuah tombol *push button* yang digunakan untuk memulai dan menghentikan proses pengukuran yang dilakukan sistem. Dalam Gambar 19 ditunjukkan beberapa tampilan awal setelah sistem dihubungkan dengan catu daya. Layar LCD akan menampilkan waktu saat sistem

dinyalakan kemudian menampilkan inisialisasi kartu memori yang berhasil terpasang.



Gambar 19. Tampilan awal lcd setelah dinyalakan

LCD akan menampilkan tampilan seperti Gambar 20. Pada kondisi ini, sistem belum melakukan proses pengukuran. Untuk memulai proses pengukuran, *push button* ditekan sekali. Kemudian, layar akan berubah seperti terlihat pada Gambar 21. Begitupun saat menghentikan proses pengukuran, *push button* ditekan sekali lagi dan layar LCD akan kembali seperti Gambar 20.

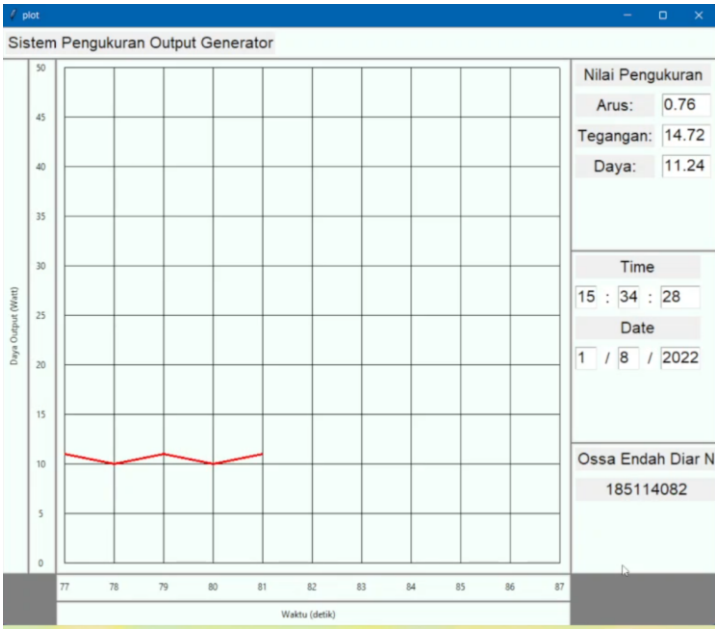


Gambar 20. Tampilan LCD sebelum push button ditekan



Gambar 21. Tampilan LCD saat proses pengukuran

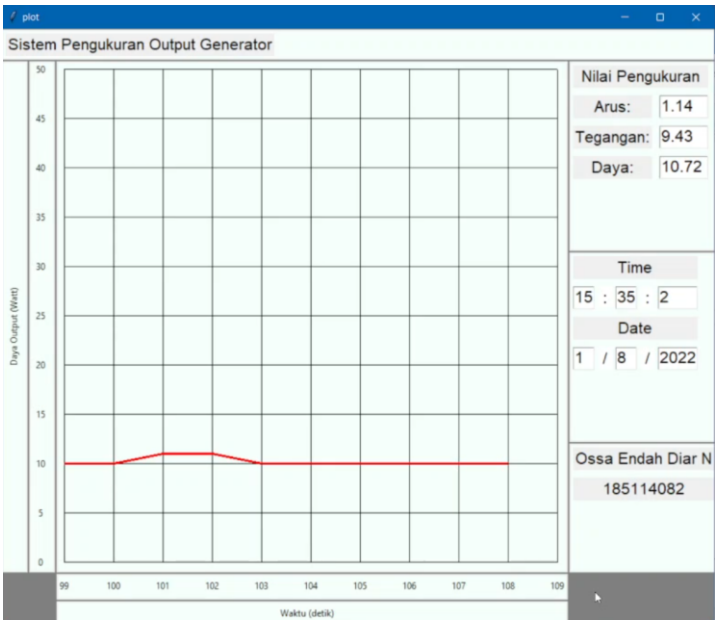
Pada pengujian GUI dilakukan perbandingan antara tampilan GUI dengan tampilan pada LCD. Hasil perbandingan kedua penampil tersebut dapat dilihat pada Gambar 22 - 24. Nilai pengukuran dan grafik yang ditampilkan pada GUI sudah sesuai dengan nilai pengukuran yang ditampilkan pada layar LCD.





(a) (b)

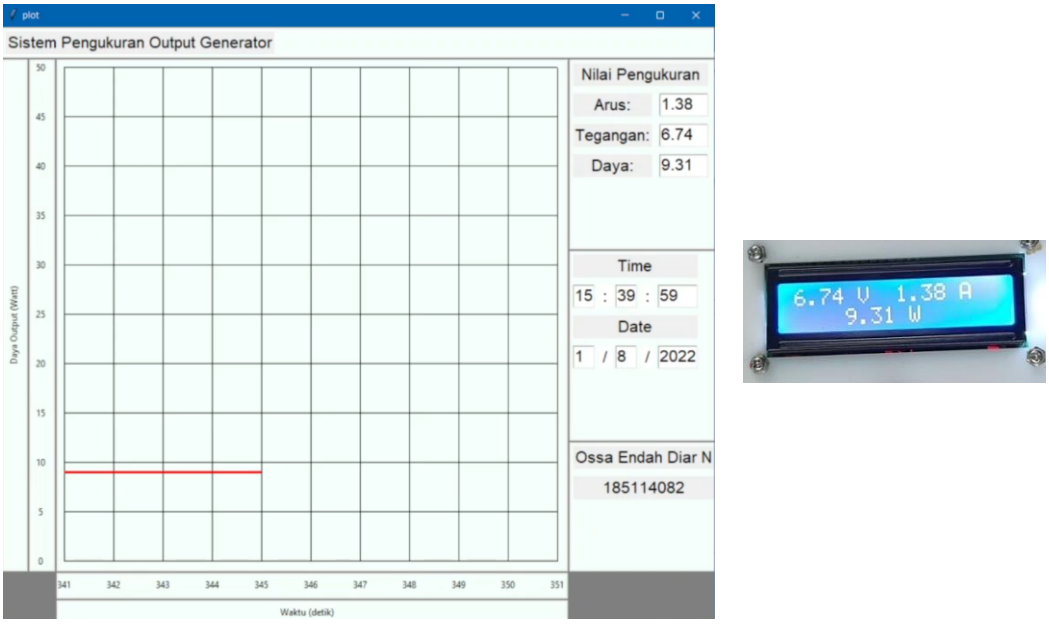
Gambar 22. Perbandingan tampilan GUI dan LCD (L=1 dan inverter=7)





(a) (b)

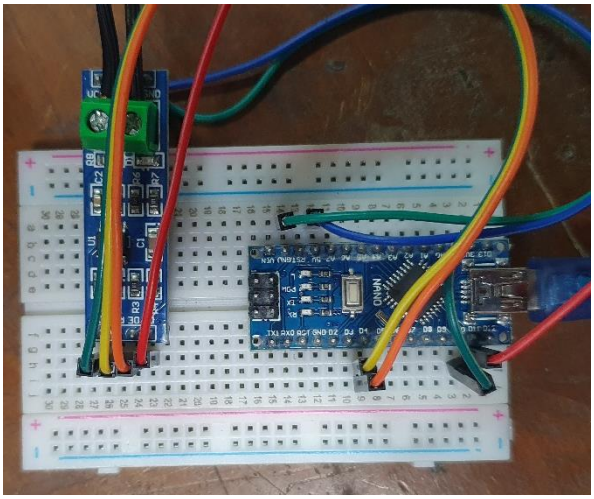
Gambar 23. Perbandingan tampilan GUI dan LCD (L=2 dan inverter=8)



(a) (b)

Gambar 24. Perbandingan tampilan GUI dan LCD (L=3 dan inverter=9)

Komunikasi antara *slave* dan *master* menggunakan komunikasi RS485. Modul RS485 miliki *slave* dan *master* saling dihubungkan sesuai dengan pin (pin A dan pin B). Pada pengujian ini, dibuat perangkat *dummy* yang bertindak sebagai *master*. Perangkat *dummy* berupa mikrokontroler Arduino Uno yang sudah terhubung dengan modul RS485. Perangkat *dummy* dapat dilihat pada Gambar 25.

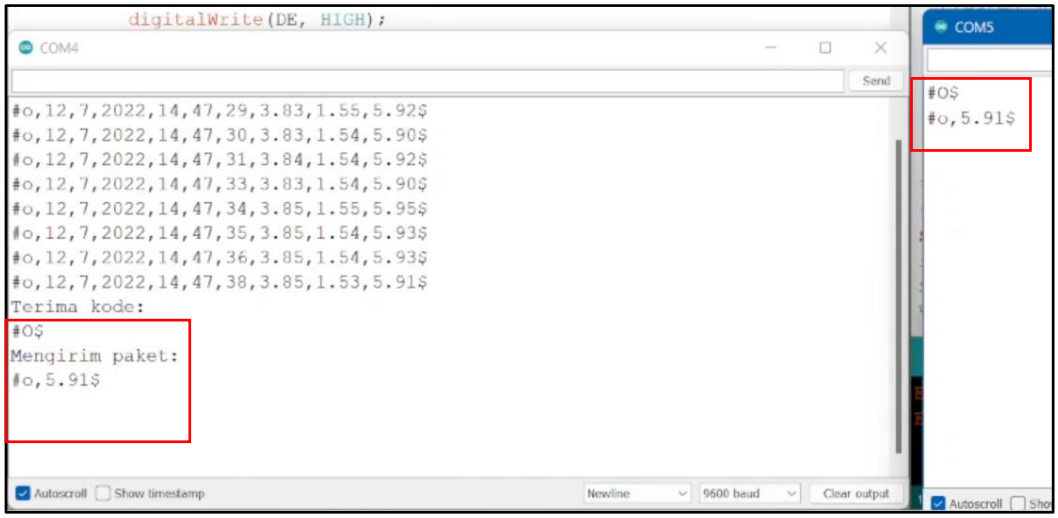


Gambar 25. Perangkat dummy master

Hasil pengujian komunikasi antara *slave* dan *master* dilakukan melalui satu perangkat komputer yang sama dengan menggunakan dua port yang berbeda. Port ‘COM5’ digunakan untuk perangkat *master*, sedangkan perangkat *slave* menggunakan port ‘COM4’. Pada layar komputer dibuka masing-masing program Arduino IDE kedua perangkat, kemudian juga menampilkan kedua serial monitor.

Pada Gambar 26, diketikkan kode #O$ pada serial monitor COM5 milik *master*. Beberapa saat kemudian *slave* menerima kode dan menampilkan kode tersebut ke serial monitor COM4 milik *slave*. Kode #O$ memenuhi kondisi,

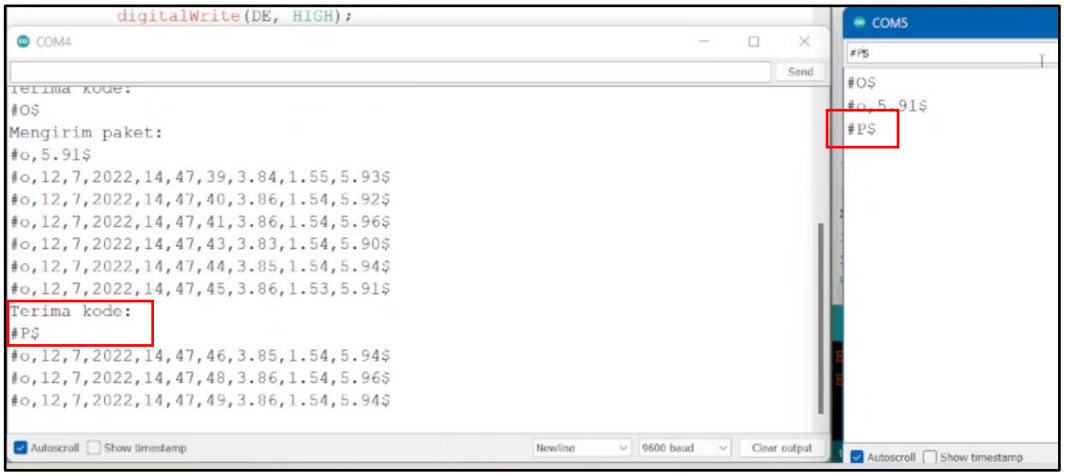
sehingga paket data pengukuran daya output dapat dikirim ke perangkat *master*. Paket data yang diterima master akan langsung ditampilkan ke serial monitor.



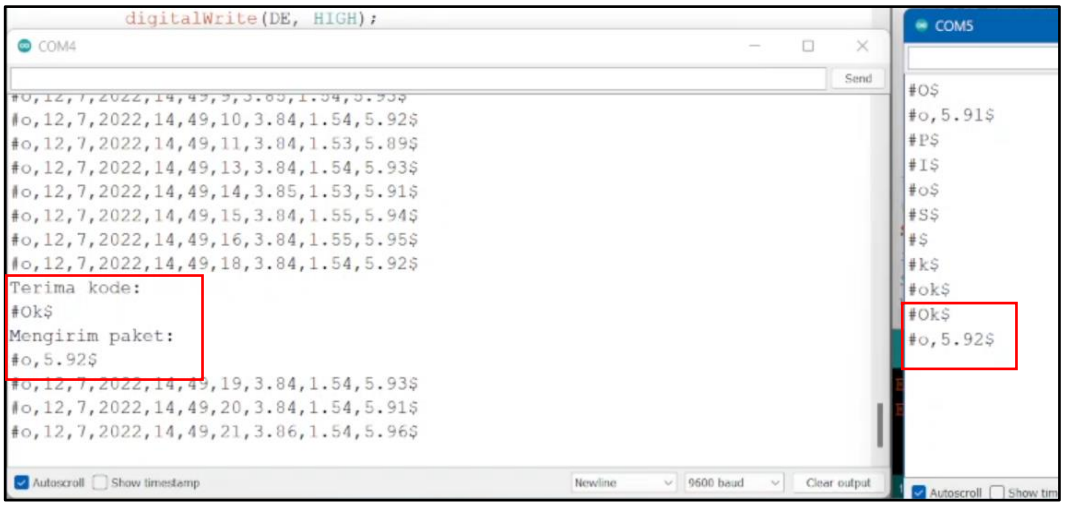
Gambar 26. Pengujian komunikasi RS485 slave dan master

Pada Gambar 27, diketikkan kode #P$ pada serial monitor COM5 milik *master*. Beberapa saat kemudian *slave* menerima kode dan menampilkannya ke serial monitor COM4 milik *slave*. Kode #P$ tidak memenuhi kondisi, sehingga paket data tidak dapat dikirim ke perangkat *master*.

Pada Gambar 28, diketikkan kode #Ok$ pada serial monitor COM5 milik *master*. Beberapa saat kemudian *slave* menerima kode dan menampilkannya ke serial monitor COM4 milik *slave*. Kode #Ok$ ternyata memenuhi kondisi, sehingga paket data dapat dikirim ke perangkat *master*. Hal ini dikarenakan pada program *slave* bagian identifikasi, pengecekan kondisi hanya melihat karakter kedua saja, yaitu huruf O kapital. Karakter setelahnya tidak dilakukan pengecekan. Sehingga apabila kondisi saat identifikasi terpenuhi, maka program pengiriman data tetap akan berjalan.



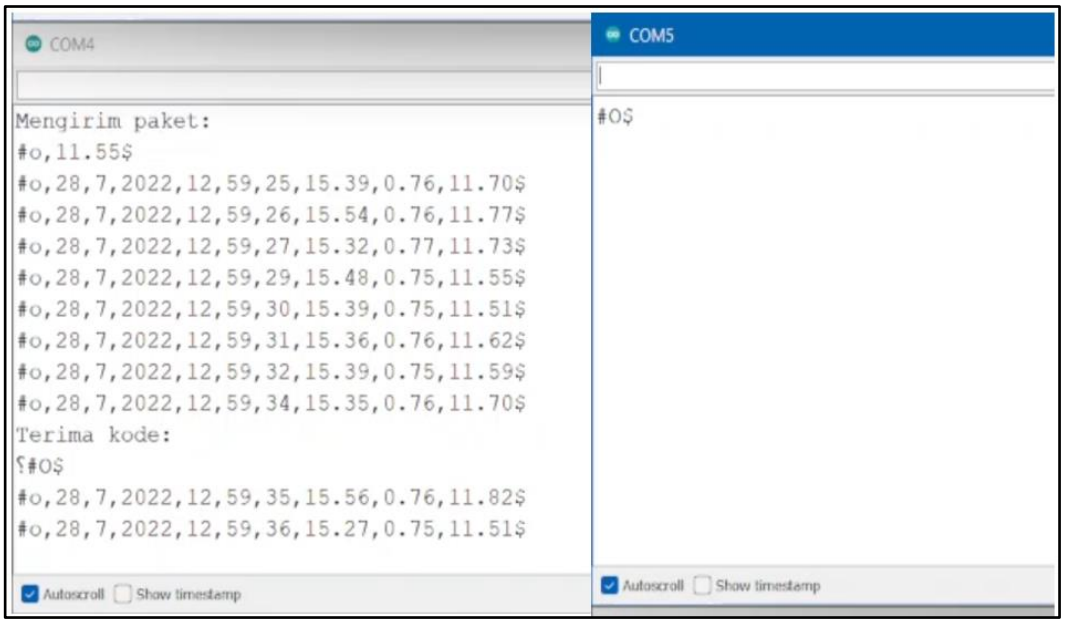
Gambar 27. Pengujian komunikasi RS485 slave dan master



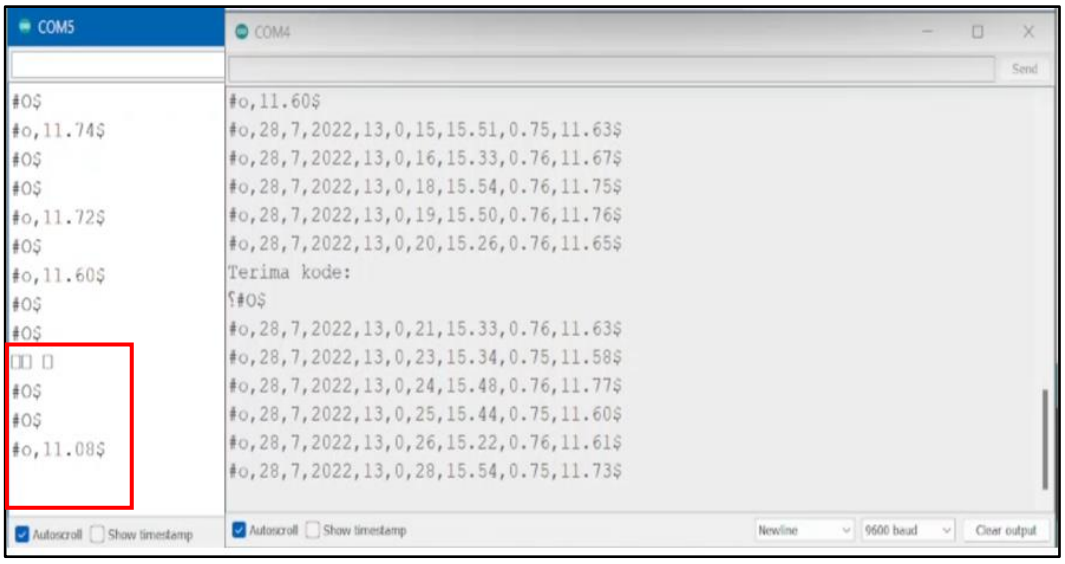
Gambar 28. Pengujian komunikasi RS485 slave dan master

Pada Gambar 29. *master* mengirimkan kode #O$. Kemudian *slave* menerima kode tersebut. Namun kode yang diterima oleh *slave* terdapat *noise* yang disimbolkan dengan tanda tanya terbalik (?). Adanya *noise* menyebabkan program *slave* tidak dapat mengidentifikasi kode yang diterima sehingga kode dianggap tidak sesuai dengan format dan data tidak dikirim ke master.

Pada Gambar 30 dilakukan pengujian saat kabel usb *slave* tidak dihubungkan dengan computer atau laptop. Kondisi ini ditandai dengan serial monitor pada COM4 tidak lagi menampilkan format pengukuran seperti sebelumnya. *Master* mengirimkan kode #O$ sesuai dengan kode *slave* yang benar. Pada pengujian ini, serial monitor *master* (COM5) menerima data *noise* yang disimbolkan dengan kotak-kotak. Kemudian kode dikirim ulang dan master tidak menerima data dari *slave*. Kode dikirim kembali untuk ketiga kalinya. Pada percobaan ini data pengukuran dari *slave* berhasil diterima oleh master dan tertampil pada serial monitor COM5.

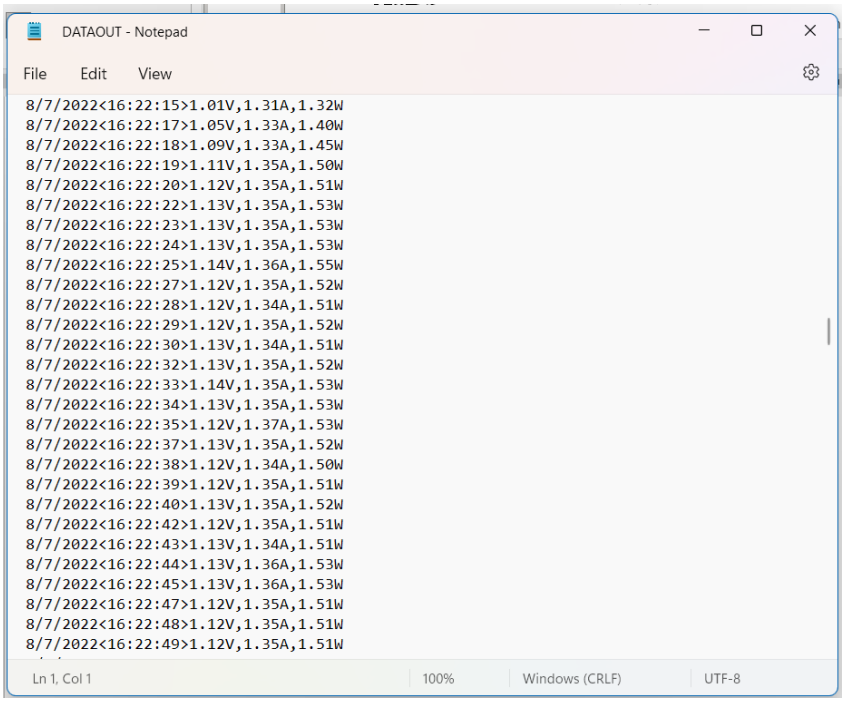


Gambar 29. Pengujian komunikasi RS485 slave dan master



Gambar 30. Pengujian komunikasi RS485 slave dan master

Selama pengujian sistem, data hasil pengukuran disimpan ke dalam kartu memori. Data akan terekam selama sistem menyala. Data hasil pengukuran yang tersimpan dapat diakses melalui komputer. Seluruh data hasil pengujian dicatat ke dalam sebuah file bertipe *text* (.txt) dengan nama ‘DATAOUT’ dan dapat dibuka dengan aplikasi *notepad* pada komputer. Pada Gambar 28 dapat dilihat bahwa data yang tersimpan secara berurutan adalah tanggal, jam, tegangan, arus, dan daya. Data terekam setiap 1 detik, dapat dilihat dari data waktu yang berubah detiknya. Selama pengujian, data yang terekam sebanyak lebih dari 20 ribu baris dengan ukuran file sebesar 803KB.



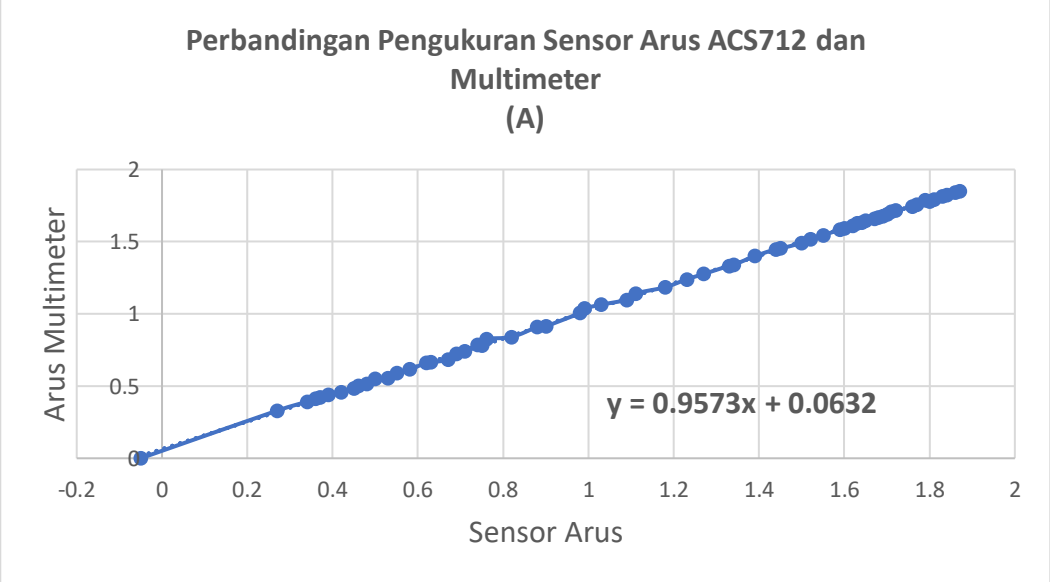
Gambar 31. Hasil penyimpanan data pada kartu memori

Kalibrasi sensor arus dan sensor tegangan

Pengujian sensor ACS712 sebagai sensor arus dilakukan dengan bantuan generator listrik yang digunakan pada penelitian, modul beban lampu, dan multimeter. Modul beban dilengkapi saklar pada masing-masing lampunya untuk mengatur nyala lampu. Multimeter digunakan untuk acuan nilai aktual pengukuran arus.

Tahap pertama dilakukan pengujian sesuai dengan program yang telah dirancang. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik pembacaan sensor arus ACS712. Keluaran generator dihubungkan ke modul beban. Bagian jalur positif diputus untuk menghubungkan sensor, sehingga arus akan melewati sensor ACS712 sebelum masuk menuju beban.

Generator dinyalakan dengan angka indikator pada inverter adalah 3,0 sampai 10,0. lampu dinyalakan sebanyak satu buah. Pengukuran dilakukan setiap kenaikan 1 angka pada indikator inverter untuk setiap 1 buah lampu yang menyala. Seluruh hasil pengukuran dari sensor dan multimeter dicatat ke dalam *excel*. Data diurutkan dari nilai terkecil, kemudian dibandingkan antara pengukuran sensor dengan multimeter ke dalam plot grafik. Dari grafik diambil persamaan linearnya. Grafik dapat dilihat pada Gambar 32. Proses kalibrasi ini diambil jangkauan arus mulai 0A hingga +1,87A.

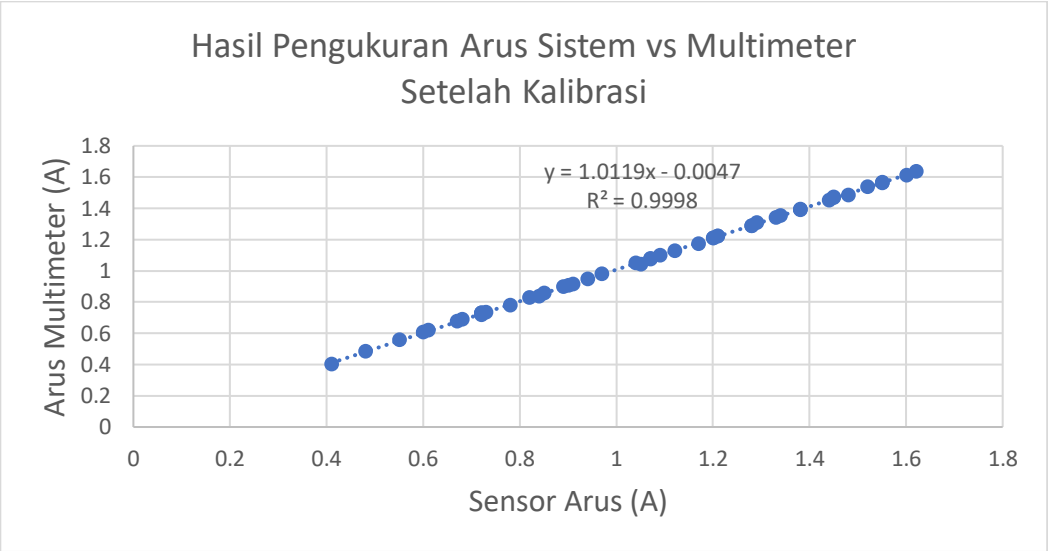


Gambar 32. Grafik kalibrasi sensor arus

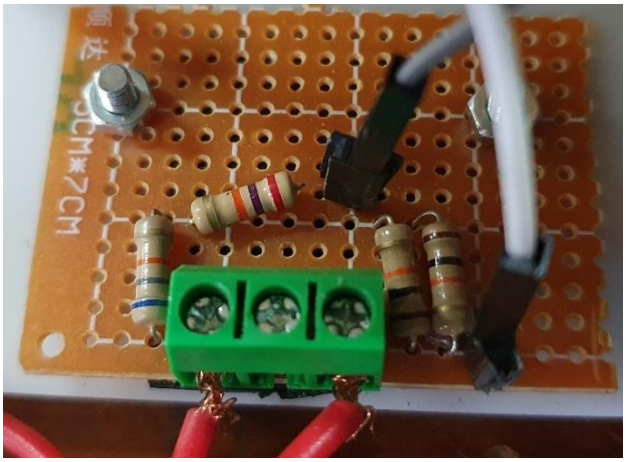
Persamaan linear yang didapat dari grafik, kemudian dituliskan ke dalam program pembacaan arus. Setelah itu, dilakukan pengujian ulang dengan metode yang sama seperti sebelumnya dengan mencatat RPM dari putaran generator. Dari pengujian ulang, hasil pengukuran arus keluaran generator oleh sensor ACS didapat rata-rata galat dibawah 1%. Pada pengujian ini, jangkauan pengukuran arus mulai dari 0A hingga +1,62A Hasil pengujian ditampilkan ke dalam grafik pada Gambar 33.

Rangkaian pembagi tegangan pada sistem diimplementasikan sebagai sensor tegangan. Rangkaian tegangan dibuat dengan 3 buah nilai resistor yang berbeda sesuai dengan perancangan awal. Resistornya adalah 10k ohm sebanyak 2 buah, 27k ohm sebanyak 1 buah, dan 68k ohm sebanyak 1 buah. Resistor 27k ohm dan

68k ohm disusun secara seri. Kedua resistor 10k ohm disusun secara pararlel kemudian diserikan dengan resistor sebelumnya. Rangkaian disusun pada papan PCB. Kemudian, diberi pin *female* untuk menghubungkan ke pin analog mikrokontroler. Implementasi rangkaian pembagi tegangan dapat dilihat pada Gambar 34.



Gambar 33. Grafik keluaran arus generator dengan variasi beban



Gambar 34. Implementasi rangkaian pembagi tegangan

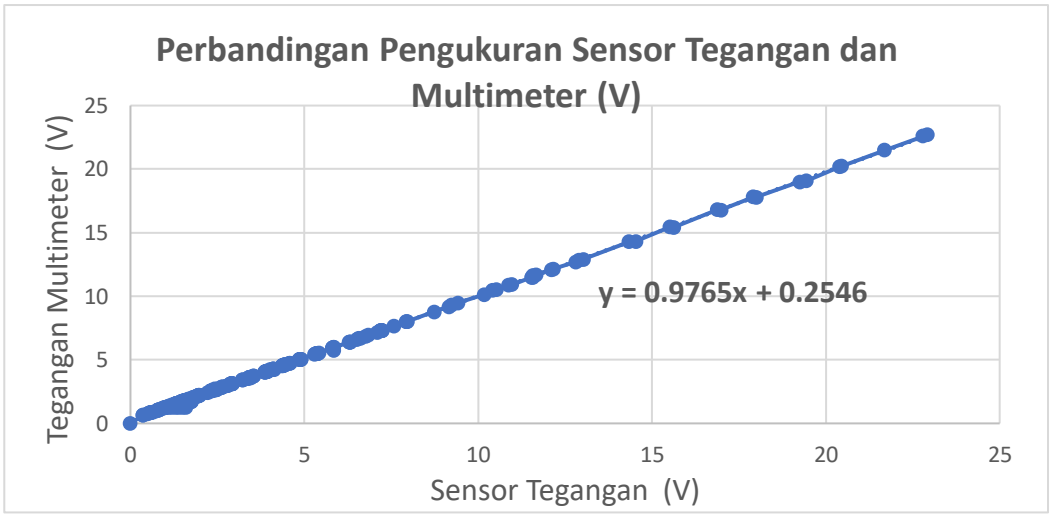
Seperti pengujian sensor arus sebelumnya, pengujian sensor tegangan dilakukan dengan bantuan generator listrik yang digunakan pada penelitian, modul beban lampu yang dilengkapi dengan saklar, dan multimeter sebagai acuan nilai aktual pengukuran tegangan.

Tahap pertama dilakukan pengujian sesuai dengan program yang telah dirancang. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik pembacaan sensor tegangan. Keluaran generator dihubungkan ke modul beban. Sensor tegangan dihubungkan secara paralel ke beban sesuai dengan kutubnya.

Pada pengujian ini, inverter generator juga diset mulai angka 3.0 hingga 10.0. Mula-mula beban lampu tidak dinyalakan satupun atau pengujian tanpa beban. Hasilnya dicatat untuk dibandingkan antara hasil pengukuran sensor dengan hasil

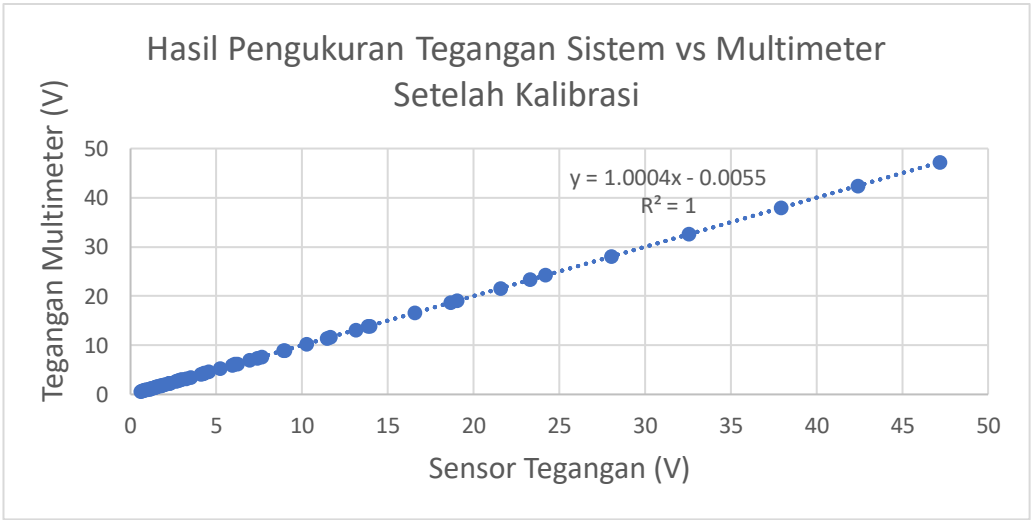
pengukuran multimeter. Kemudian, diulang kembali mulai 3.0 pada inverter dengan satu beban lampu yang menyala dan seterusnya. Seluruh hasil pengukuran dari sensor dan multimeter dicatat ke dalam *excel*. Data diurutkan dari nilai terkecil, kemudian dibandingkan antara pengukuran sensor dengan multimeter ke dalam plot grafik. Dari grafik diambil persamaan linearnya. Grafik dapat dilihat pada Gambar 35. Hasil kalibrasi ini didapat jangkauan nilai pengukuran mulai 0V hingga +22,8V.

Persamaan linear yang didapat dari grafik, kemudian dituliskan ke dalam program pembacaan tegangan. Setelah itu, dilakukan pengujian ulang dengan metode yang sama seperti sebelumnya dengan mencatat RPM dari putaran generator. Setelah dilakukan kalibrasi, nilai pengukuran tegangan yang tertampil adalah 0.26V saat tidak ada tegangan. Maka, dibuat penyesuaian program agar nilai yang tertampil adalah 0V. Hasil pengujian tertampil dalam tabel terlampir.



Gambar 35. Grafik kalibrasi sensor tegangan

Dari pengujian ulang, hasil pengukuran tegangan keluaran generator oleh rangkaian pembagi tegangan didapat rata-rata galat dibawah 1%. Hasil pengujian ditampilkan ke dalam grafik pada Gambar 36.



Gambar 36. Grafik keluaran tegangan generator dengan variasi beban

Kesimpulan

Keseluruhan sistem sudah dapat melakukan pengukuran daya keluaran generator dengan menggunakan sensor arus dan sensor tegangan. Hasil pengujian sensor arus didapat bahwa sensor mampu mengukur arus keluaran generator yang telah disearahkan dengan jangkauan yang didapat mulai 0A hingga 1.75A dengan rata-rata galat 2.79%. Sensor tegangan mampu mengukur tegangan dengan jangkauan 0V hingga 60,55V dengan rata-rata galat 6,55%. Pada pengukuran diperoleh daya keluaran generator dengan rata-rata galat sebesar 10,9%. Sistem dapat menampilkan plot grafik dari pengukuran daya keluaran generator secara visual melalui jendela GUI. Sistem telah berhasil melakukan komunikasi antara *slave* dan *master* dalam pengiriman data melalui RS485 dengan identifikasi kode.

Daftar Pustaka

Allegro. (2022, Februari 7). ACS712. Manchester, New Hampshire, USA: Allegro . Retrieved April 19, 2022, from https://www.allegromicro.com/

Dalimi. (2001). *Energy Outlook & Statistic.* Jakarta: Universitas Indonesia.

Hayt, W. H., & Durbin, J. E. (2005). *Rangkaian Listrik Jilid 1.* Jakarta: Erlangga.

Hidayat, S. (2017). *Perancangan Proteksi dan Monitoring Generator Sinkron Tiga Fase Berbasis Arduino Mega 2560.* Fakultas Teknik. Mataram: Universitas Mataram.

Iskandarianto, F. A. (2020). Rancang Bangun Sistem Monitoring Tegangan, Arus, dan Frekuensi Keluaran Generator 3 Fasa pada Modul Mini Power Plant Departemen Teknik Instrumentasi. *Jurnal AMORI, 1*(2), 9-14.

Ponto, H. (2018). *Dasar Teknik Listrik.* Yogyakarta: Deepublish.

PENGUKURAN KECEPATAN PUTARAN GENERATOR DAN MOTOR PENGGERAK DENGAN SENSOR *HALL-EFFECT*

Nadya Muflihasari[1], Tjendro[2], B.Wuri Harini[3], Martanto[4*]
[1,2,3,4]*Sanata Dharma University (Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta, Indonesia)*
**Email : (martanto@usd.ac.id)*

Abstrak

Putaran generator dipengaruhi oleh motor penggerak yang dihubungkan melalui *pulley* dan *belt* sehingga putaran generator dan motor penggerak akan sama sesuai dengan perbandingan diameter *pulley* yang digunakan. Adanya perbedaan putaran generator dan motor penggerak menyebabkan perbedaan daya keluaran yang dihasilkan dengan daya keluaran yang diinginkan. Oleh karena itu, diperlukan alat ukur untuk memantau kecepatan putaran generator dan motor penggerak. Pengukuran ini menggunakan 2 alat yang akan diletakkan pada generator dan motor penggerak. Kedua alat ukur ini saling berkomunikasi melalui komunikasi serial. Magnet akan ditempelkan pada puli generator dan puli motor penggerak. Sensor *hall-effect* akan mendeteksi ketika ada magnet yang melewatinya. Pengukuran kecepatan putaran generator dibandingkan dengan *tachometer* acuan memiliki nilai rata – rata *error* sebesar 0,24%. Pengukuran putaran motor penggerak dibandingkan dengan *tachometer* memiliki nilai rata – rata *error* sebesar 0,24%. Sistem komunikasi antar mikrokontroler berhasil semua tetapi terkadang komunikasi *delay*.

Kata kunci: *hall-effect*, pengukur putaran motor, kecepatan putar

MEASUREMENT OF GENERATOR AND MOTOR DRIVE SPEEDS USING HALL-EFFECT SENSOR

Nadya Muflihasari[1], Tjendro[2], B.Wuri Harini[3], Martanto[4*]
[1,2,3,4]*Sanata Dharma University (Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta, Indonesia)*
**Email : (martanto@usd.ac.id)*

Abstract

The rotation of the generator is influenced by the driving motor which is connected through the pulley and belt so that the rotation of the generator and the driving motor will be the same according to the ratio of the diameter of the pulley used. The difference between the rotation of the generator and the driving motor causes a difference in the output power produced and the desired output power. Therefore, a measuring instrument is needed to monitor the rotational speed of the generator and the driving motor. This measurement uses 2 tools that will be placed on the generator and the driving motor. These two measuring instruments communicate with each other via serial communication. Magnets will be attached to the generator pulley and the drive motor pulley. The hall-effect sensor will detect when a magnet

is passing through it. The measurement of the rotational speed of the generator compared to the reference tachometer has an average error value of 0.24%. The measurement of the rotation of the driving motor compared to the tachometer has an average error value of 0.24%. The communication system between the microcontrollers is successful, but sometimes communication delays.

Keywords: hall-effect, motor speed meter, rotational speed

Pendahuluan

Kecepatan putar generator merupakan salah satu penyebab besar kecilnya daya keluaran yang dihasilkan oleh generator. Adanya perbedaan putaran generator dan motor penggerak dapat menyebabkan perbedaan daya keluaran yang dihasilkan dengan daya keluaran yang diinginkan. Pemantauan kecepatan putaran generator dan motor penggerak dapat menghindari adanya perbedaan daya keluaran tersebut maka diperlukan alat ukur yang dapat memantau kecepatan putaran generator dan motor penggerak. Sensor *hall-effect* adalah sensor yang dirancang untuk merasakan adanya objek magnetis dengan perubahan posisinya (Muhlisin, F., 2017). Kelebihan dari sensor *hall-effect* yaitu dapat digunakan untuk mengukur kecepatan putaran secara non kontak sehingga alat dapat tahan lama dan juga tahan terhadap perubahan suhu. Oleh karena itu, penelitian ini akan menggunakan sensor *hall-effect* untuk mengukur kecepatan generator dan motor penggerak.

Sebelumnya telah dilakukan penelitian berkaitan dengan pengukuran kecepatan generator dengan sensor *hall-effect* seperti pada skripsi yang berjudul “*Rekondisi Turbin Generator Pada Mini Plant Boiler dengan Menggunakan Turbin Generator Ampere Model JFZ168*” (Muhlisin, F., 2017) dan penelitian yang berjudul “*Perancangan Instrumen Ukur Torsi Dan Kecepatan Motor DC Dengan Prinsip Nonkontak Berdasarkan Deteksi Medan Magnet*” (Idayanti et al, 2016). Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu pengukuran kecepatan putaran digunakan untuk mengukur kecepatan generator dan motor penggerak dan melihat apakah terjadi perbedaan putaran atau tidak. Pengukuran ini menggunakan 2 mikrokontroler yang akan diletakkan pada generator dan motor penggerak. Kedua alat ukur ini dapat saling berkomunikasi melalui komunikasi serial. Magnet akan ditempelkan pada poros generator dan poros motor penggerak. Ketika rotor berputar, poros juga akan berputar. Sensor *hall-effect* akan mendeteksi Ketika ada magnet yang melewatinya. Penelitian ini akan menghitung waktu yang diperlukan untuk magnet terdeteksi. Data hasil pengukuran rpm akan ditampilkan di LCD, disimpan pada SD-Card dan dimonitor melalui GUI. Penelitian ini bertujuan sebagai bahan referensi mengenai kecepatan putaran generator dan motor penggerak pada pengujian generator magnet permanen putaran rendah dan bahan referensi untuk mahasiswa dalam melakukan penelitian.

(Tachometer)

Tachometer merupakan alat yang dirancang untuk mengukur kecepatan putaran. *Tachometer* berasal dari bahasa Yunani yaitu taxoc, *tachos* yang berarti kecepatan dan *metron* yang berarti untuk mengukur (Enny, E., 2018). *Tachometer* terdiri atas beberapa macam salah satunya yaitu *tachometer* rotor bergigi.

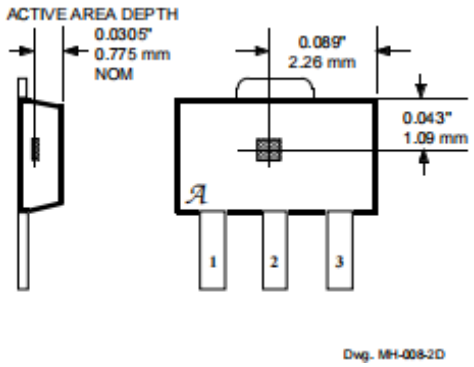
Tachometer rotor bergigi terdiri atas sensor stasioner dan roda besi yang berputar. *Tachometer* ini memiliki prinsip kerja yaitu ketika rotor berputar maka rotor bergigi akan diukur dan sensor akan mendeteksi setiap gerigi yang

melewatinya. Pada *tachometer* rotor bergigi, sensor yang digunakan dapat berupa *variable reluctance* sensor atau sensor *hall- effect.* Kelebihan dari *tachometer* ini yaitu data pulsa yang dihasilkan jernih berupa sinyal kotak (Killian, 2000). Oleh karena itu, penelitian ini akan dilakukan dengan prinsip *tachometer* rotor bergigi dengan sensor *hall-effect*. Tetapi ada perbedaan yaitu roda besi tempat untuk menempelkan magnet tidak berbentuk gerigi melainkan berbentuk roda rata yang berupa poros generator dan motor penggerak Pendeteksian medan magnet ini akan dilakukan dengan menggunakan sensor *hall-effect* tipe 3144.

(Sensor hall-effect)

Sensor *hall-effect* memiliki prinsip kerja yaitu ketika sebuah konduktor pembawa arus ditempatkan pada medan magnet maka akan dihasilkan tegangan yang tegak lurus terhadap arus dan medan magnet. Ketika medan magnet tegak lurus hadir, gaya Lorentz diberikan pada arus. Gaya Lorentz ini mengganggu jalannya arus distribusi sehingga menyebabkan perbedaan tegangan potensial (tegangan *Hall*) di keluaran. Elemen *hall* terbuat dari lembaran tipis berbahan konduktif dengan koneksi outputnya tegak lurus ke arah aliran arus.

Tipe dasar sensor *hall-effect* terbagi menjadi 2 yaitu bipolar dan unipolar. Sensor bipolar memiliki titik operasi maksimum positif (kutub selatan) dan titik pelepasan minimum negatif (kutub utara). Sensor unipolar memiliki titik operasi maksimum dan titik pelepasan minimum adalah positif (kutub selatan) (“Honeywell Inc”, n.d). Untuk merancang deteksi magnet didapat dari datasheet bahwa area aktif dari sensor dapat dilihat pada Gambar 1 (Allegro, 2002).



Gambar 1. Area aktif sensor

Penelitian ini menggunakan modul sensor *hall-effect*. Modul sensor *hall-effect* memiliki 2 data keluaran berupa analog dan digital. Modul sensor *hall-effect* memiliki 4 kaki yaitu VCC, *ground*, D0, A0. Pada penelitian ini, hanya menggunakan 3 kaki yaitu VCC, *ground* dan D0. Pin D0 digunakan sebagai input *interrupt* yang berfungsi untuk menghitung waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali putaran. Oleh karena itu, pin D0 dihubungkan dengan pin D2 dan D3 pada Mikrokontroler 1 yang merupakan pin *interrupt*.

(Generator magnet permanen)

Generator merupakan suatu sistem yang menghasilkan tenaga listrik dengan masukan tenaga mekanik (Marappung, M., 1979). Generator bekerja berdasarkan hukum Faraday yang menjelaskan bahwa adanya perubahan fluks magnetik pada suatu kumparan akan menimbulkan GGL induksi pada ujung – ujung kumparan tersebut. Perbedaan kecepatan putar medan magnet dan kecepatan rotor disebut *slip*

(Prasetijo, H., Ropiudin, & Dharmawan, B., 2012) Generator magnet permanen putaran rendah dibuat untuk masukan dari putaran rendah. Putaran rendah didapat dari pemanfaatan energi terbarukan seperti air, angin, termal matahari. Putaran dipengaruhi oleh banyaknya *pole* atau kutub. Semakin banyak *pole* maka semakin rendah putaran yang dihasilkan. Pada penelitian sebelumnya, magnet permanen yang digunakan berjumlah 12 kutub dan diletakkan di bagian rotor. Hubungan antara kecepatan, banyak kutub dan frekuensi dapat menggunakan persamaan (Prasetijo, H., Ropiudin, & Dharmawan, B.,2012):

$$f = \frac{p}{2} \times \frac{n}{60} \quad (1)$$

Keterangan :
n = *Kecepatan putar rotor (rpm)*
p = *Jumlah kutub rotor*
f = *Frekuensi tegangan (Hz)*

(Motor penggerak)

Istilah Motor penggerak yang digunakan merupakan motor induksi 3 fasa Prinsip kerja motor induksi yaitu bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik yang dihasilkan dari kumparan stator yang diinduksikan pada kumparan rotor. Perbedaan putaran relatif antara stator dan rotor disebut *slip*. Kecepatan medan putar stator dapat ditulis dengan persamaan (Evalina, N., H, Abdul.A., & Zulfikar, 2018):

$$Ns = \frac{120f}{p} \quad (2)$$

Keterangan :
Ns = *Kecepatan putaran stator (rpm)*
F = *Frekuensi (Hz)*
P = *Jumlah kutub*

(Poros)

Poros merupakan komponen mekanis yang berfungsi untuk mentransmisikan gerak berputar dan daya. Poros adalah satu kesatuan dari sembarang sistem mekanis dimana daya dari penggerak utama akan ditransmisikan ke bagian lain dari sistem (Mott, R.L., 2019).

(Pulley)

Pulley merupakan elemen mesin untuk mentransmisikan tenaga dari poros yang satu ke poros yang lain dengan menggunakan *belt*. Dibawah ini adalah perbandingan kecepatan pada *pulley*, dapat menggunakan persamaan (Sularso & Suga, K., 2004).

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{d_1}{d_2} \quad (3)$$

Keterangan :
N_1 = *Putaran pulley penggerak (rpm)*
N_2 = *Putaran pulley yang digerakkan (rpm)*
d_1 = *Diameter pulley penggerak (mm)*
d_2 = *Diameter pulley yang digerakkan (mm)*

(V-belt)

V-Belt adalah salah satu media yang digunakan untuk transmisi daya pada suatu mesin. Media ini berbentuk sebuah sabuk yang terbuat dari karet dan memiliki

penampang trapesium maupun persegi tergantung pada tipe, jenis dan kegunaannya. Beberapa hal yang mempengaruhi kemampuan *V-belt* dalam memindahkan tenaga yaitu kecepatan *V-belt*, tegangan *belt* terhadap *pulley*, gesekan antara *V-belt* dan *pulley*, sudut kontak antara *belt* dan *pulley* (Sularso & Suga, K., 2004). Ketika pemakaian besarnya tegangan *belt* pasti mengalami perubahan panjang antara sisi kendor dan sisi tegang. Proses menyamakan kembali perubahan panjang yang berbeda menimbulkan gerakan *relative* dari *belt* pada *pulley*. Gerakan ini dinamakan *slip* kemuluran. *Slip* kemuluran dapat ditentukan melalui persamaan (Siburian, J. D., 2019).

$$\%Slip = \frac{Selisih\ putaran}{n_T} \times 100\% \quad (4)$$

$$\%Slip = \frac{n_T - n_A}{n_T} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan :

n_T *= Kecepatan Teoritis (rpm)*

n_A *= Kecepatan Aktual (rpm)*

(Metode pengukuran frekuensi)

Metode ini merupakan metode untuk mencari rpm dengan mengetahui frekuensi pulsa terlebih dahulu. Pengukuran rpm dapat menggunakan persamaan (OPTO22, 2013).

$$RPM = \frac{(Frekuensi\ denyut\ dalam\ pulsa/detik) \times (60 detik/menit)}{Pulsa\ sensor/putaran} = \frac{Putaran}{menit} \quad (6)$$

$$RPM = \frac{Frekuensi \times 60}{PPR} \quad (7)$$

Keterangan :

PPR = Pulse Per Revolutions

Dalam penelitian ini, sensor yang digunakan adalah sensor yang mendeteksi ada tidaknya medan magnet. Oleh karena itu, magnet menjadi PPR. Banyaknya magnet berarti jumlah pulsa yang dideteksi sensor setiap 1 putaran semakin banyak. Metode ini akan berlaku baik ketika nilai putaran berlangsung secara cepat.

(Metode pengukuran periode)

Metode ini merupakan metode untuk mencari rpm dengan mengetahui periode terlebih dahulu. Periode adalah waktu yang dibutuhkan untuk satu kali putaran. Dimana periode merupakan waktu dari awal satu pulsa ke awal pulsa berikutnya. Pengukuran rpm dapat menggunakan persamaan (OPTO22, 2013).

$$RPM = \frac{60}{Periode\ Pulsa \times PPR} \quad (8)$$

Keterangan :

PPR = Pulse Per Revolutions

Dalam penelitian ini, sensor yang digunakan adalah sensor yang mendeteksi ada tidaknya medan magnet. Oleh karena itu, magnet menjadi PPR. Hubungan frekuensi dan periode dapat dilihat pada persamaan (OPTO22, 2013).

$$Frekuensi = \frac{1}{Periode} \quad (9)$$

(Mikrokontroler ATmega328)

Arduino nano terdiri atas Mikrokontroler ATmega328. Mikrokontroler ATmega328 mempunyai tegangan operasi 1,8 sampai 5,5V dengan kisaran suhu -40°C sampai 85°C. ATmega328 ini memiliki memori 32KB memori *flash*, 1KB EEPROM, 2KB SRAM. Selain itu, mikrokontroler ini juga mendukung komunikasi USART, SPI dan TWI/I2C. ATmega328 memiliki Timer/Counter 1 16-bit dan Timer/Counter 2 8-bit (Atmel, 2009).

(Arduino nano)

Arduino nano memiliki 14 pin digital yang berfungsi sebagai input atau output yang dapat dijalankan dengan menggunakan fungsi pinMode(), digitalWrite(), dan digitalRead(). Setiap pin memberi atau menerima arus maksimum 40mA dan mempunyai resistor pull-up internal sebesar 20-50kOhm. Beberapa pin digital pada Arduino nano ini memiliki fungsi khusus yaitu (Arduino, 2015),

1. Seri : 0 (RX) dan 1 (TX) Pin ini digunakan untuk menerima dan mengirimkan data serial TTL. Pin 0 (RX) digunakan untuk menerima dan pin 1 (TX) untuk mengirim. Pin ini terhubung ke pin yang sesuai dari chip Serial FTDI USB-to-TTL.
2. Interupsi Eksternal : 2 dan 3 Pin ini digunakan untuk memicu interupsi baik interupsi pada nilai rendah, tepi naik atau interupsi tepi turun atau interupsi ketika terjadi perubahan nilai.
3. PWM : 3, 5, 6, 9, 10, dan 11 Pin ini berfungsi untuk menyediakan output PWM 8-bit dengan fungsi analogWrite().
4. SPI : 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) Pin ini digunakan untuk mendukung komunikasi SPI.
5. LED : 13 Pin ini terhubung dengan built-in LED.

(Arduino Mega)

Arduino mega 2560 dapat diaktifkan melalui kabel USB yang mempunyai konektor berjenis A dan B yang dihubungkan dengan komputer. Selain cara itu, Arduino dapat aktif dengan catu daya eksternal (power jack). Berikut spesifikasi Arduino Mega 2560(Atmel, 2005).

Mikrokontroler	: ATmega 2560
Jumlah pin digital	: 54
Jumlah pin input analog	: 16
Jumlah pin PWM	: 15
Pin LED bawaan	: 13
Mendukung komunikasi	: UART, I2C, SPI
Tegangan operasi	: 5V
Tegangan masukan	: 7 – 12V
Tegangan maksimum	: 6 – 20V
Daya arus DC setiap pin I/O	: 20mA
Clock speed	: 16MHz
Memori	: 8KB SRAM, 256KB *flash*, 4KB EEPROM

(Komunikasi SPI)

Serial Peripheral Interface (SPI) merupakan protokol data serial sinkron untuk berkomunikasi jarak pendek dengan menggunakan satu atau lebih perangkat *peripheral* (Arduino, 2019a). Untuk menggunakan SPI diperlukan *library* #include <SPI.h>. Beberapa pin yang digunakan dalam komunikasi SPI yaitu,

1. MISO (*Master In Slave Out*) : merupakan jalur pengiriman data ke *master* yang dipakai oleh *slave*.
2. MOSI (*Master Out Slave In*) : merupakan jalur pengiriman data ke peripheral yang dipakai oleh *master*.
3. SCK (*Serial Clock*) : merupakan pulsa *clock* yang dihasilkan oleh *master* untuk sinkronisasi transmisi data.
4. (*Slave Select*) : merupakan pin untuk mengaktifkan atau menonaktifkan perangkat *slave*. Pin SS aktif rendah.

(Komunikasi UART)

Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART) merupakan komunikasi serial yang digunakan untuk komunikasi antar arduino, komputer atau perangkat lain. Komunikasi dapat dilakukan dengan menggunakan *library* SoftwareSerial pada Arduino IDE yang mendukung komunikasi serial pada pin digital (Arduino, 2019b).

(Komunikasi I2C)

Inter Integrated Circuit (I2C) merupakan protokol komunikasi serial antar IC. I2C terdiri atas SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*). Sistem I2C dapat dioperasikan sebagai *master* atau *slave*. *Master* merupakan perangkat yang memulai komunikasi pada I2C dan *slave* merupakan perangkat yang bertugas untuk merespon perintah yang diberikan *master* (Soares, N. N. V. D. F., 2017).

(RS-485)

Komunikasi RS-485 menggunakan MAX485 menghasilkan *transceivers* berdaya rendah. MAX485 dibuat untuk aplikasi *half-duplex* yang memiliki kecepatan mengirim dan menerima data hingga 2,5Mbps. Komunikasi ini dapat menjangkau hingga 4000 kaki. MAX485 mempunyai impedansi input penerima yaitu $12k\Omega$ standar. Pin RO dan DI dihubungkan pada pin serial yaitu pin TX2 dan RX2 (Maxim Integrated, 2014).

(LCD 16x2 dan modul I2C)

Liquid Cristal Display (LCD) merupakan komponen elektronika untuk menampilkan data yang dapat berupa karakter, huruf ataupun grafik (Nasution, A. C., Sudaryanto, S., & Arifin J., 2018). Disini LCD akan di hubungkan dengan mikrokontroler. Untuk menghemat jumlah pin maka digunakan modul I2C.

(RTC DS1302)

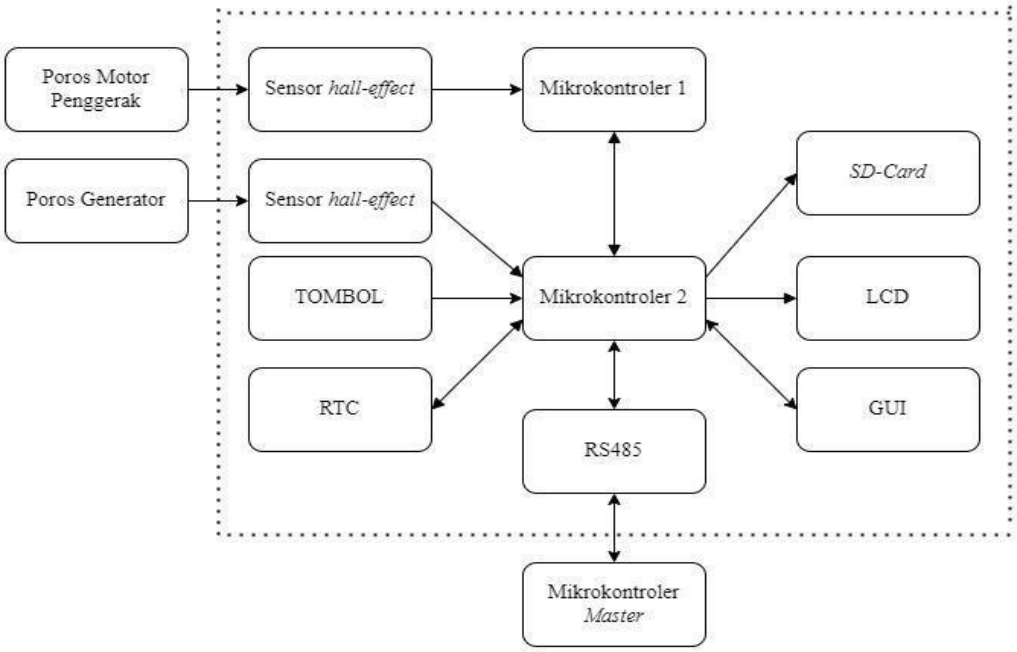
Modul *real-time clock (RTC)* DS1302 merupakan modul yang terdiri dari chip DS1302 yang dilengkapi dengan crystal 32 kHz dan cadangan baterai. DS1302 adalah chip pengatur waktu yang mengelola semua fungsi ketepatan waktu. Chip ini berisi jam/kalender *real-time* yang memberi informasi mengenai detik, menit, jam, hari, tanggal dan bulan serta tahun. Selain itu, chip ini juga berisi 31 byte RAM statis. RTC DS1302 dapat bekerja pada tegangan 5V dengan suhu operasional -40°C sampai +85°C (Maxim Integrated, 2015).

(Python)

Pada pengujian ini, python akan digunakan untuk membuat GUI dengan menggunakan *Library* tkinter. GUI digunakan sebagai *interface* untuk monitor datapengukuran. Python adalah bahasa pemrograman multiguna dan berfokus pada tingkat keterbacaan kode (Syahrudin, A. N. & Kurniawan, T., 2018).

Metode

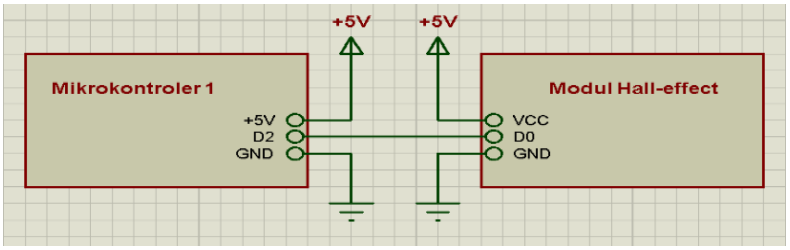
Pengukuran kecepatan putaran generator dan motor penggerak merupakan salah satu sistem dari beberapa pengukuran yang dilakukan dalam pengujian generator magnet permanen putaran rendah. Penelitian ini fokus pada pengukuran kecepatan putaran generator. Pada Gambar 1, ditunjukkan diagram blok sistem yang bekerja pada pengukuran kecepatan ini. Diagram ini terdiri atas komunikasi serial antar mikrokontroler. Bagian utama program ini terletak pada Mikrokontroler 1 dan Mikrokontroler 2 sedangkan Mikrokontroler *Master* merupakan tempat pengumpulan data yang tidak termasuk fokus pada penelitian ini. Mikrokontroler 1 menggunakan Arduino nano dan Mikrokontroler 2 menggunakan Arduino Mega2560. Pada Mikrokontroler 1, program akan berjalan ketika ada masukan dari Mikrokontroler 2 bahwa tombol telah ditekan. Setelah itu, Mikrokontroler 1 mendapat masukan dari modul *hall-effect* yang datanya akan diolah dan diberikan ke Mikrokontroler 2. Pada Mikrokontroler 1, modul *hall-effect* memberikan nilai pembacaan pengukuran kecepatan putaran motor penggerak. Pada Mikrokontroler 2, terjadi pengolahan data yang lebih kompleks yaitu terdapat masukan dari tombol, modul *hall-effect*, data kecepatan putaran dari Mikrokontroler 1 dan RTC sebagai sumber pewaktuan pengambilan data. Pada Mikrokontroler 2 ini, modul *hall-effect* memberikan hasil pembacaan pengukuran kecepatan putaran generator. Hasil pengolahan data dari Mikrokontroler 2 akan ditampilkan melalui LCD, disimpan di *SD-Card*, dan dikontrol melalui GUI serta diberikan ke Mikrokontroler Master melalui protokol komunikasi RS-485.



Gambar 1. Diagram blok sistem

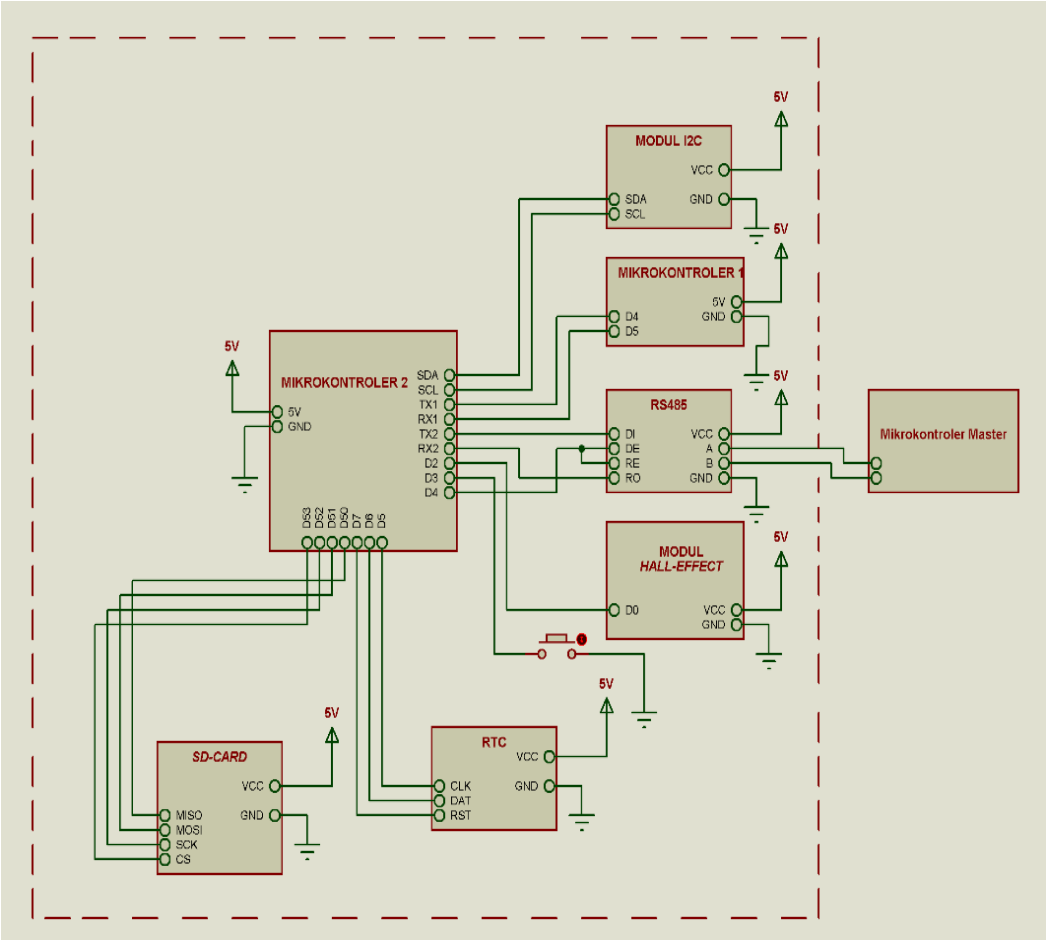
Pada penelitian ini terdapat perancangan perangkat keras yaitu pada mikrokontroler 1 dan mikrokontroler 2. Alat ini dirancang untuk mengukur kecepatan putaran dalam satuan *Revolutions Per Minute* (RPM). Disini modul *hall-effect* bertugas untuk memberi masukan ada tidaknya medan magnet di sekitar. Disini, modul *hall-effect* akan mengirim data berupa “0” ketika ada medan magnet dan “1” ketika tidak ada medan magnet. Mikrokontroler 1 akan menghitung waktu yang dibutuhkan untuk 1 kali putaran yaitu ketika medan magnet terdeteksi lalu

medan magnet tidak terdeteksi dan magnet terdeteksi kembali. Berikut rangkaian antara pin pada Mikrontroler 1 dan modul *hall-effect* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian mikrokontroler 1

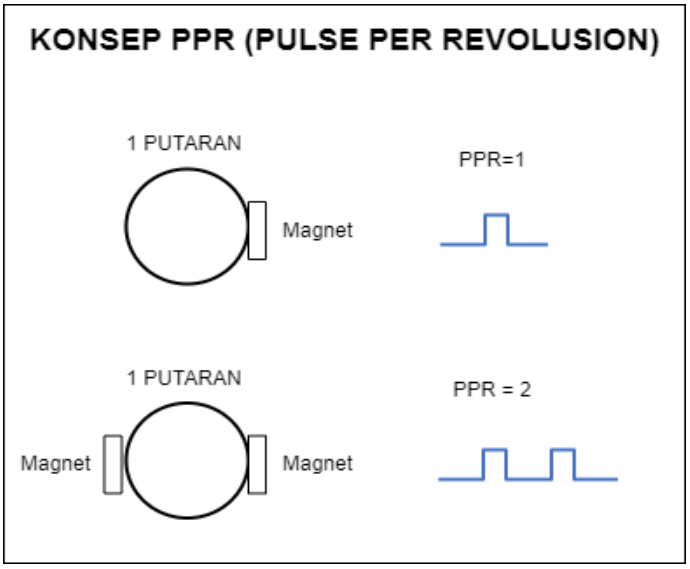
Pada mikrokontroler 2 terdiri dari bagian input dan output. Pada bagian input terdiri dari tombol, modul *hall-effect*, data kecepatan putaran dari Mikrokontroler 1 dan RTC. Kemudian, bagian output terdiri dari *SD-Card*, LCD, GUI dan protokol komunikasi RS485 untuk ke Mikrokontroler *Master*. Berikut rangkaian pada Mikrontroler 2 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian mikrokontroler 2

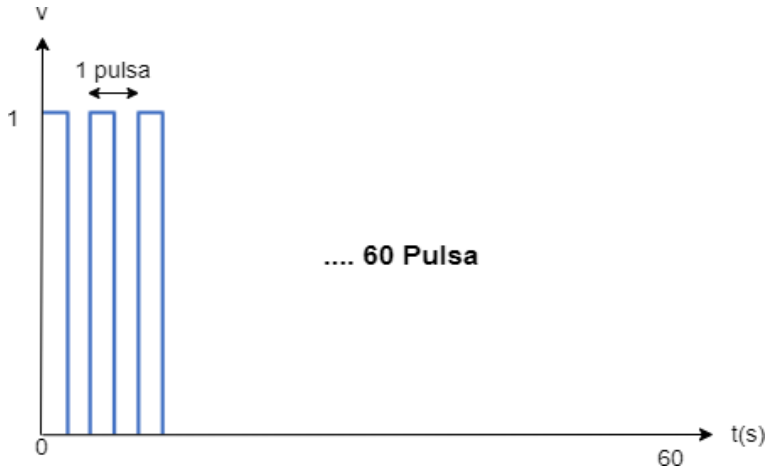
Pada penelitian ini dilakukan perhitungan putaran dengan memperhatikan PPR (*Pulse Per Revolutions*). Konsep PPR dapat dilihat pada Gambar 4. PPR merupakan banyaknya pulsa dalam satu putaran. Jumlah pulsa keluaran untuk satu putaran sama dengan jumlah magnet yang dipasang pada *pulley*. Penelitian ini

menggunakan 1 buah magnet yang diletakkan pada *pulley* generator dan *pulley* motor penggerak. Oleh karena itu, dalam satu putaran terdapat 1 PPR.



Gambar 4. Konsep PPR

Ada 2 metode perhitungan RPM yaitu metode pengukuran frekuensi dan metode pengukuran periode. Metode pengukuran frekuensi menggunakan persamaan 7. Jika dimisalkan dalam 1 menit ada 60 putaran seperti gambar 5.



Gambar 5. Metode pengukuran frekuensi

maka nilai rpm dengan menggunakan persamaan 6 didapat,

$$RPM = \frac{Banyak\ putaran}{1\ Menit}$$

$$RPM = \frac{60}{1} = 60rpm$$

Dengan menggunakan persamaan 9 didapat frekuensi,

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{60}{60} = 1Hz$$

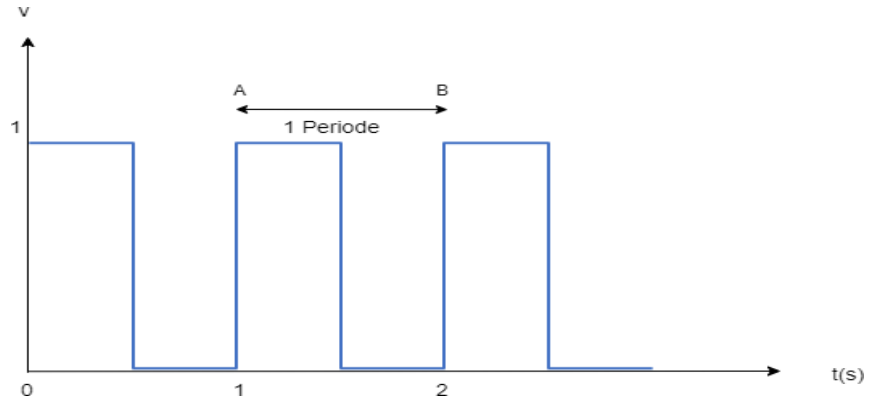
Dari hasil diatas didapat persamaan untuk menghitung rpm menurut metode pengukuran frekuensi yaitu persamaan 7.

$$RPM = \frac{f \times 60}{PPR}$$

$$RPM = \frac{1 \times 60}{1} = 60rpm$$

Jadi dalam penggunaan metode pengukuran frekuensi di perlukan waktu yang lama yaitu 1 menit atau 60 detik.

Periode merupakan waktu dari awal satu pulsa sebelumnya ke awal pulsa berikutnya. Metode pengukuran periode ini dilakukan dengan menghitung periode yang dibutuhkan untuk satu putaran. Pada Gambar 6, satu periode dapat dicari dengan menghitung awal pulsa waktu terbaru (B) dikurang dengan awal pulsa waktu sebelumnya (A).



Gambar 6. Metode pengukuran periode

Perhitungan periode pada Gambar 6 adalah sebagai berikut:

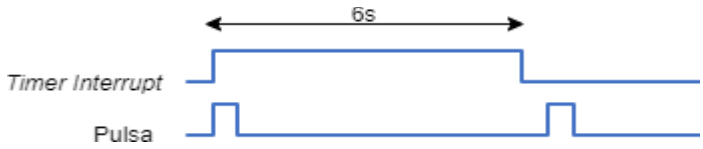
$$Periode = B - A$$

$$Periode = 2 - 1 = 1s$$

Selanjutnya, metode ini menggunakan persamaan 8 untuk mencari nilai rpm.

$$RPM = \frac{60}{1 \times 1} = 60rpm$$

Metode ini memiliki kekurangan dimana tidak ada batas waktu untuk menghentikan perhitungan jika tidak ada putaran dalam waktu lama. Dari beberapa metode pengukuran di atas, maka penelitian ini akan melakukan pengukuran putaran dengan menggunakan metode periode. Disini akan dibuat batas waktu 6s. Jika tidak ada putaran dalam waktu 6s maka akan dinyatakan nilai rpmnya nol. Untuk pewaktuan tersebut akan dilakukan dengan menggunakan *timer interrupt*. Berikut gambar ketika rpm bernilai nol dapat dilihat pada Gambar 7.



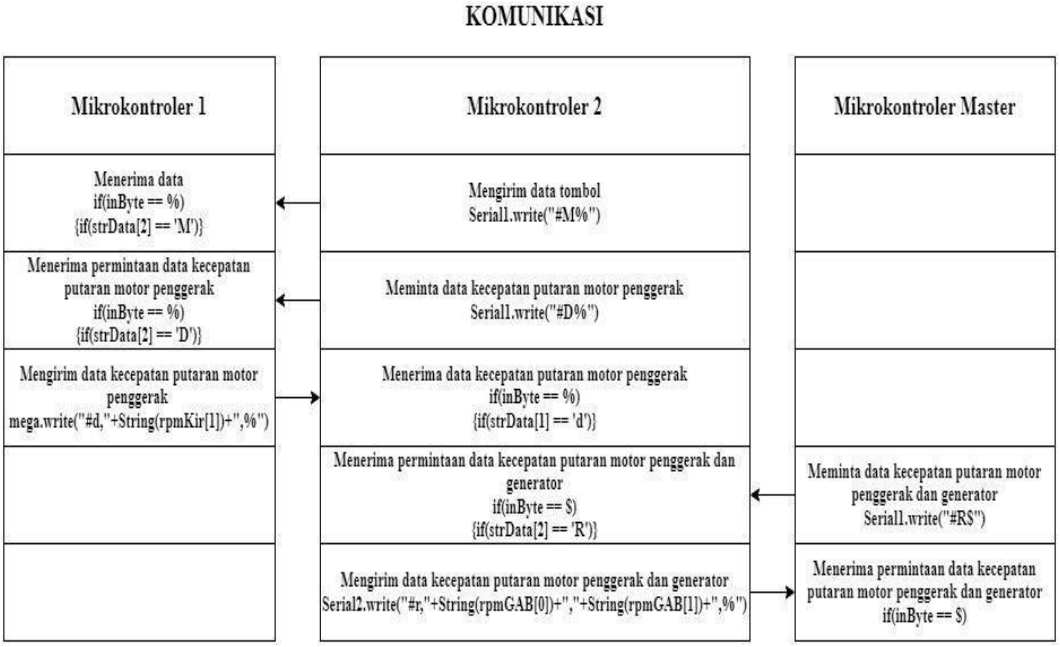
Gambar 7. Keadaan rpm nol

Dari Gambar 7 dapat diketahui bahwa nilai rpm terkecil yang dapat diukur berdasarkan persamaan 8.

$$RPM = \frac{60}{Periode\ Pulsa \times PPR} = \frac{60}{6 \times 1} = 10rpm$$

Pewaktuan ini akan dilakukan dengan fungsi *time microsecond*. Alat ukur yang dibuat akan dibandingkan dengan alat ukur teruji berupa *tachometer*.

Pada penelitian ini, terdapat komunikasi serial antar mikrokontroler yaitu Mikrokontroler 1 dengan Mikrokontroler 2, dan Mikrokontroler 2 dengan Mikrokontroler Master. Disini Mikrokontroler 1 dan Mikrokontroler 2 dapat menjadi transmitter atau *receiver*. Oleh karena itu, diperlukan sebuah tanda untuk membedakan bentuk datanya. Berikut ilustrasi mengenai perancangan komunikasi ini dapat dilihat pada Gambar 8.



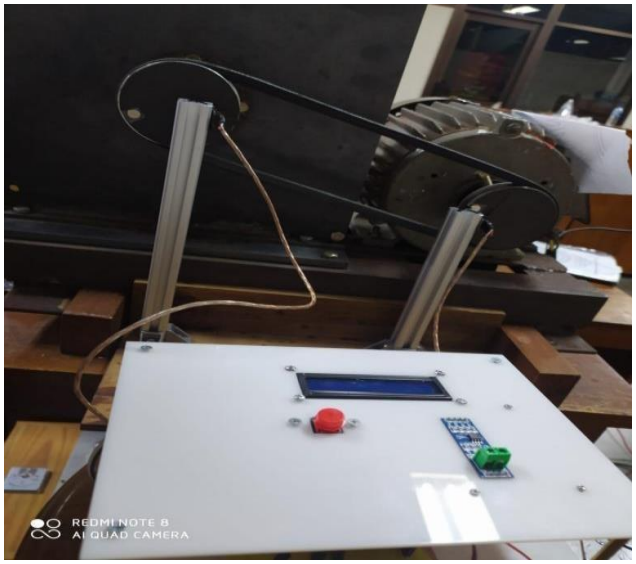
Gambar 8. Komunikasi sistem

Hasil dan Pembahasan

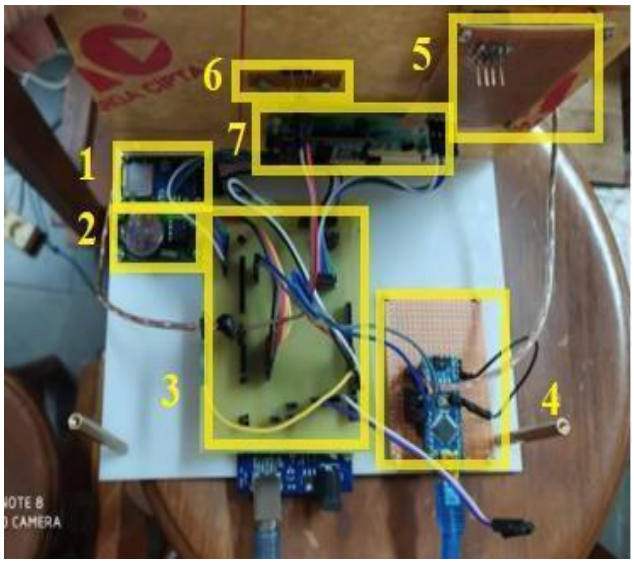
Pada penelitian ini, didapat hasil dan pembahasan yang dibagi menjadi beberapa bagian yaitu bentuk fisik alat, pengujian sistem, dan analisis pengujian serta tampilan output.

(Bentuk fisik alat)

Pengukuran ini memiliki bentuk fisik yaitu 2 tiang untuk mengukur putaran dan 1 kotak untuk meletakkan Arduino Mega 2560, Arduino nano, RTC, *SD-Card*, RS485, LCD dan tombol. Bentuk fisik dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9. Tampilan alat keseluruhan

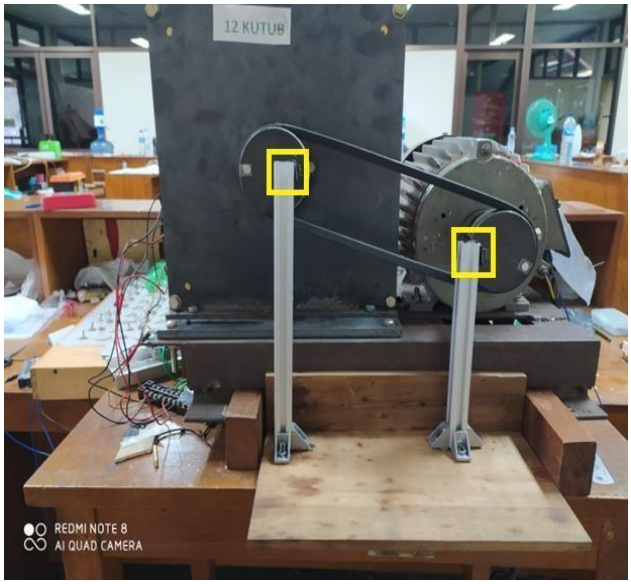


Gambar 10. Tampilan dalam alat

Pada Gambar 10 terdapat penomoran yang menunjukkan bagian apa yang terdapat didalam kotak. Keterangan gambar 10 sebagai berikut.

1. SD-Card
2. RTC
3. Arduino Mega 2560
4. Arduino Nano
5. RS485
6. Tombol On/Off
7. LCD

Pada masing–masing tiang pengukur terdapat modul *hall-effect* dan posisi modul terhadap magnet dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Letak modul terhadap magnet

(Pengujian sistem)

Pada bagian ini akan dilakukan pengujian pada sistem yang terdiri atas beberapa bagian yaitu jarak modul dan kalibrasi pembacaan data kecepatan putaran modul terhadap *tachometer*. Jarak antara modul dan medan magnet mempengaruhi pembacaan modul *hall-effect.* Pada penelitian ini, magnet yang digunakan adalah magnet *neodymium* berbentuk lingkaran dengan ketebalan magnet sebesar 2 mm. Ada 2 ukuran magnet yang akan diuji yaitu magnet dengan diameter 5 mm dan magnet dengan diameter 8 mm. Magnet akan diuji dengan beberapa variasi jarak. Hasil variasi jarak modul dapat dilihat pada *Table* 1.

Table 1. Jarak antara modul dan magnet

Jarak (cm)	Magnet 5 x 2 mm	Magnet 8 x 2 mm
0.4	Terbaca	Terbaca
0.6	Terbaca	Terbaca
0.8	Tidak terbaca	Kadang terbaca
1	Tidak terbaca	Tidak terbaca

Dari hasil tabel diatas, peneliti menggunakan magnet 8 x 2 mm dengan mengaplikasikan jarak antara sensor dan magnet yaitu 0,4 cm. Hal ini dikarenakan bahwa semakin dekat jarak modul dan magnet maka lebih baik.

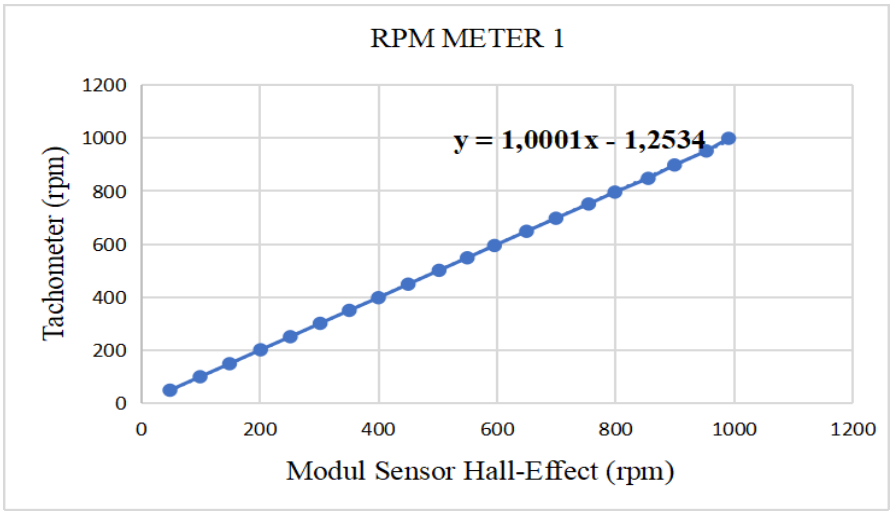
Pada penelitian ini dilakukan kalibrasi pembacaan modul tanpa beban terhadap alat terukur berupa *tachometer*. Kalibrasi ini dilakukan untuk mendapat selisih terkecil antara pembacaan modul dan *tachometer*.

1. RPM Meter 1 Pada Motor Penggerak

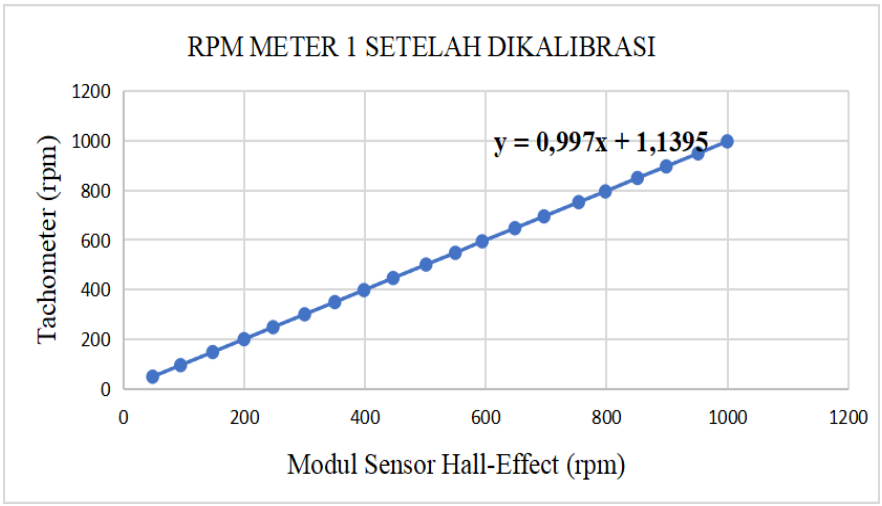
RPM Meter 1 merupakan pembacaan data putaran pada motor penggerak. Pada bagian ini akan dikalibrasi RPM Meter 1 terhadap *tachometer*. Kalibrasi ini dilakukan dengan mengambil data putaran motor penggerak oleh RPM Meter 1 dan *tachometer*. Kemudian akan didapat persamaan garis seperti pada Gambar 12. Dari pengambilan data tersebut didapat nilai rata – rata *error* sebesar 0.36%.

Setelah didapat persamaan garis, persamaan tersebut akan dimasukkan kedalam program dan dilakukan pengambilan data kembali. Dari pengambilan data

ini, didapat persamaan garis yang offsetnya lebih kecil dari persamaan garis sebelumnya. Data RPM Meter 1 setelah kalibrasi dapat dilihat dalam grafik pada Gambar 13. Dari pengambilan data tersebut didapat nilai rata – rata *error* sebesar 0,24%.



Gambar 12. Persamaan rpm meter 1 sebelum kalibrasi



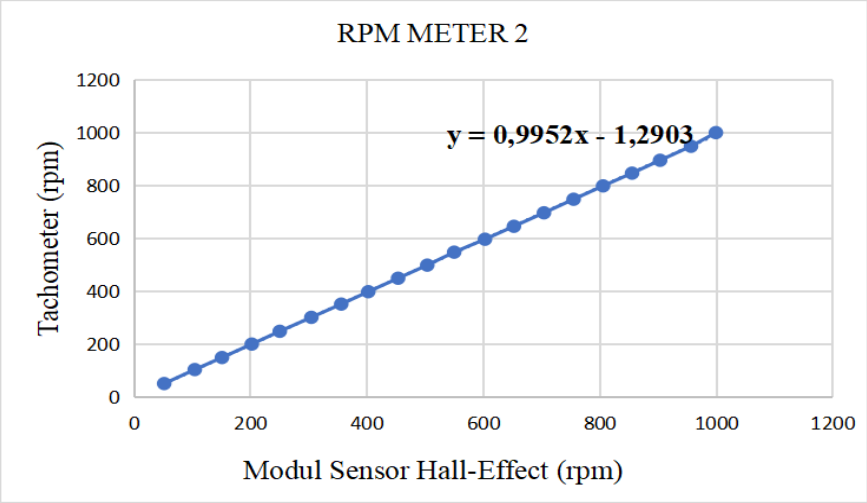
Gambar 13. Persamaan rpm meter 1 setelah dikalibrasi

2. RPM Meter 1 Pada Motor Penggerak

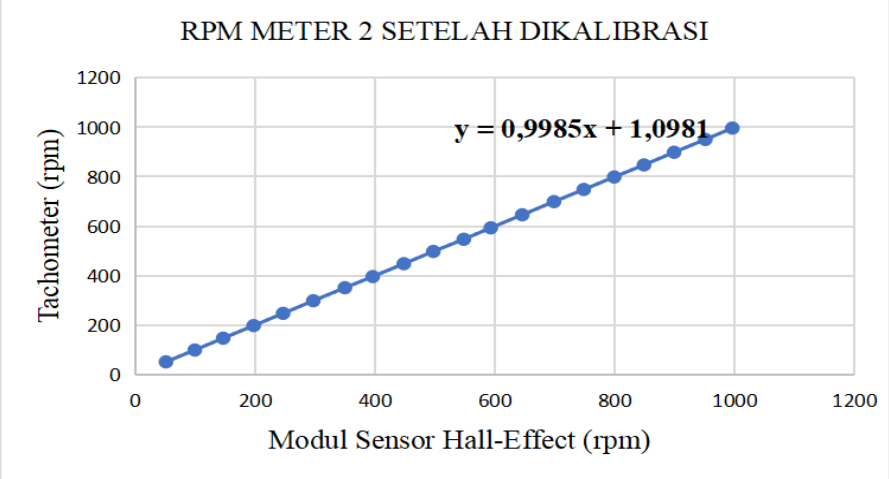
RPM Meter 2 merupakan pembacaan data putaran pada generator. Pada bagian ini akan dikalibrasi RPM Meter 2 terhadap *tachometer* yang dapat dilihat dalam grafik pada Gambar 14. Kalibrasi ini dilakukan dengan mengambil data putaran generator oleh RPM Meter 2 dan *tachometer*. Kemudian akan didapat persamaan garis seperti pada Gambar 14. Dari pengambilan data tersebut didapat nilai rata – rata *error* sebesar 0,86%.

Setelah didapat persamaan garis, persamaan tersebut akan dimasukkan kedalam program dan dilakukan pengambilan data kembali. Dari pengambilan data ini, didapat persamaan garis yang offsetnya lebih kecil dari persamaan garis sebelumnya. Data RPM Meter 2 setelah kalibrasi dapat dilihat dalam grafik pada

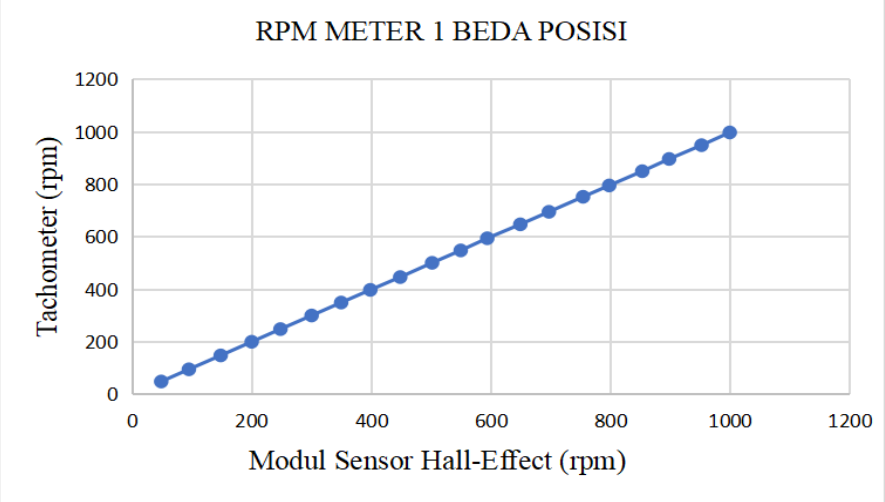
Gambar 15. Dari pengambilan data tersebut didapat nilai rata – rata *error* sebesar 0,24%.



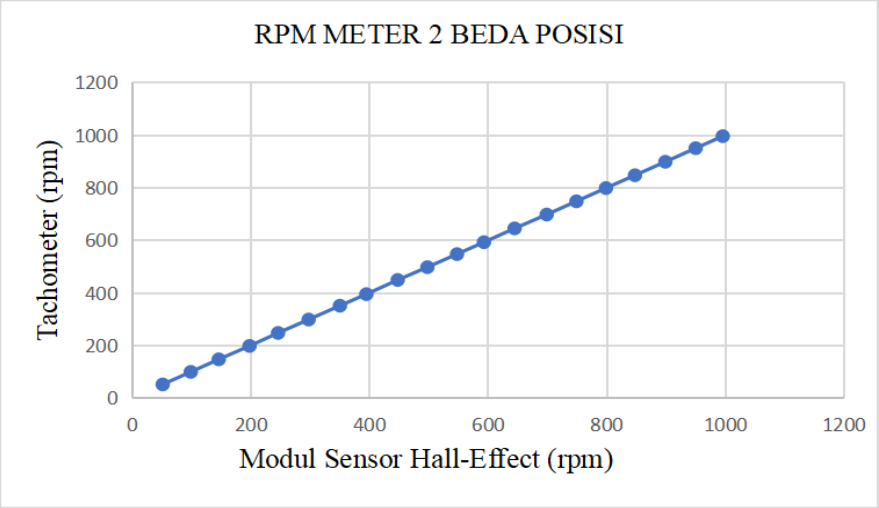
Gambar 14. Persamaan rpm meter 2 sebelum kalibrasi



Gambar 15. Persamaan rpm meter 2 setelah dikalibrasi



Gambar 16. Pengukuran rpm meter 1 beda posisi



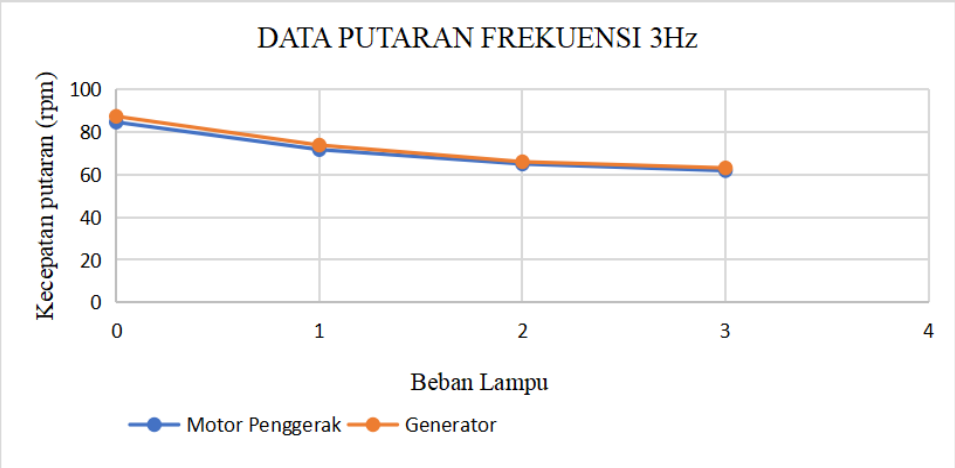
Gambar 17. Pengukuran rpm meter 2 beda posisi

3. Perhitungan RPM Meter 1 dan RPM Meter 2 dengan Beda Posisi

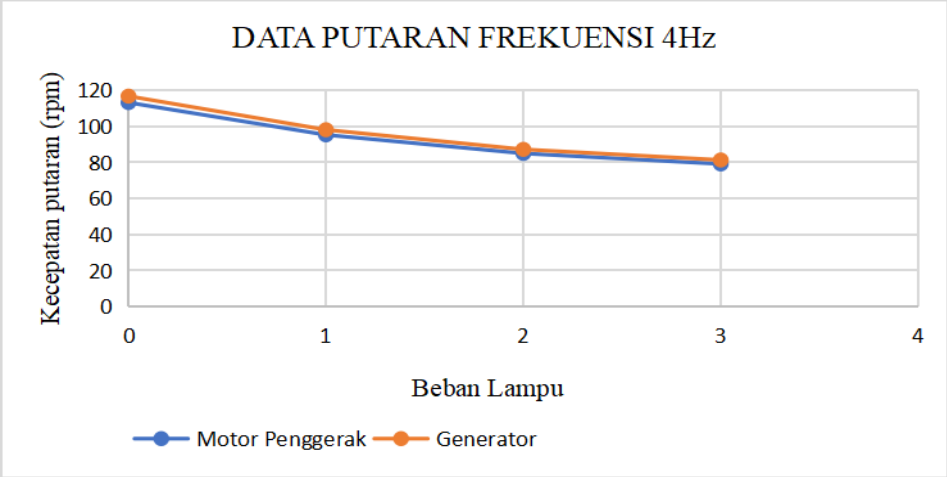
Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran untuk memastikan bahwa nilai pada RPM Meter 1 dan RPM Meter 2 sesuai dengan pembacaan *tachometer*. Berikut gambar posisi RPM Meter 1 dan RPM Meter 2 dapat dilihat pada Gambar 16 dan Gambar 17. Pengukuran RPM Meter 1 beda posisi ini memiliki rata – rata *error* 0,33%. Pengukuran RPM Meter 2 beda posisi ini memiliki rata – rata *error* 0,34%.

4. Perbandingan RPM Meter 1 dan RPM Meter 2

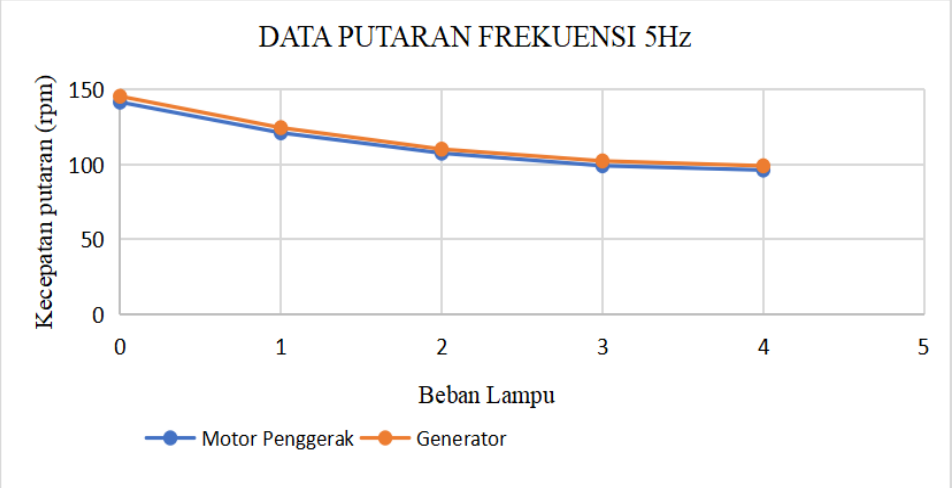
Pada penelitian ini, dilakukan pengukuran putaran dengan variasi frekuensi masukan dan beban. Frekuensi masukan berupa 3, 4 dan 5. Lalu, untuk bebannya di buat dari tanpa beban sampai lampu mati disetiap frekuensinya. Berikut data putaran dengan variasi beban dapat dilihat pada Gambar 18, Gambar 19 dan Gambar 20.



Gambar 18. Data putaran dengan frekuensi 3Hz



Gambar 19. Data putaran dengan frekuensi 4Hz



Gambar 20. Data putaran dengan frekuensi 5Hz

(Analisis pengujian)

Presentase *error* pembacaan modul terhadap *tachometer* setelah kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 13 dan Gambar 15. Pada Gambar 13 didapat data *error* antara RPM Meter 1 dan *tachometer* dimana nilai rata – rata *error* sebesar 0,24%. Pada Gambar 15 didapat data *error* antara RPM Meter 2 dan *tachometer* dimana nilai rata – rata *error* sebesar 0,24%.

Data kecepatan putaran dengan beban dapat dilihat pada Gambar 18, Gambar 19 dan Gambar 20. Pada keadaan ada beban lampu ataupun tanpa beban lampu, ada perbedaan RPM Meter 1 dan RPM Meter 2. Hal ini disebabkan karena perbedaan ukuran *pulley*. Berikut ukuran diameter *pulley* masing – masing yaitu sebagai berikut.

Diameter luar *pulley* motor penggerak = 75 mm
Diameter dalam *pulley* motor penggerak = 59 mm
Diameter luar *pulley* generator = 75 mm
Diameter dalam *pulley* generator = 53 mm

Menurut persamaan 3 didapat perbandingan kecepatan pada *pulley* adalah sebagai berikut:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{d_1}{d_2}$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{59}{53}$$

$$N_2 = 1.11N_1$$

Keterangan :
d_1 = Diameter pulley motor penggerak (mm)
d_2 = Diameter pulley generator (mm)
N_1 = RPM Meter 1 pada motor penggerak (rpm)
N_2 = RPM Meter 2 pada generator (rpm)

Dari persamaan diatas didapat bahwa RPM Meter 1 dan RPM Meter 2 tidak akan sama. RPM Meter 2 lebih besar 1,11 kali dari RPM Meter 1. Ketika pemakaian, besarnya tegangan *belt* pasti mengalami perubahan panjang antara sisi kendor dan sisi tegang. Untuk mengetahui ada *slip* kemuluran atau tidak antara RPM Meter 1 dan RPM Meter 2, perhitungan *slip* kemuluran dihitung dengan persamaan 5. Berikut salah satu perhitungan *slip* kemuluran yaitu sebagai berikut:

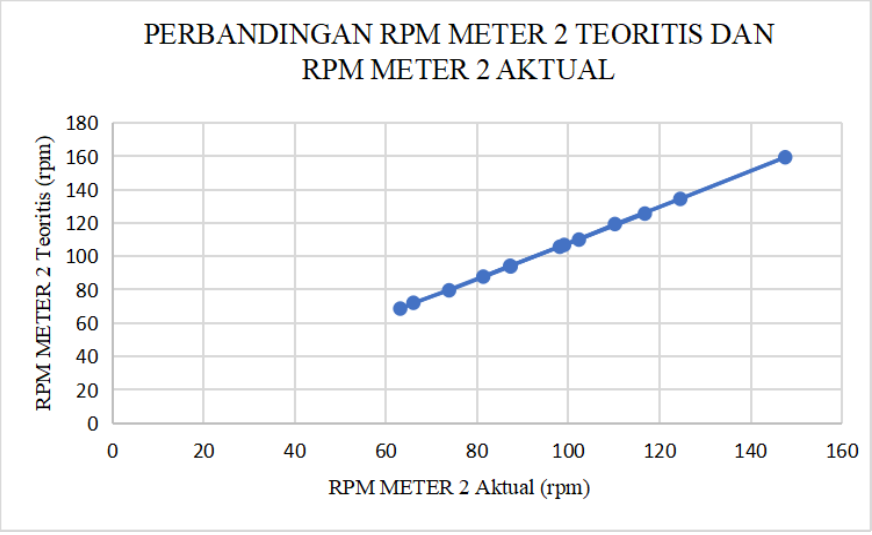
$$\%Slip = \frac{n_T - n_A}{n_T} \times 100\%$$

$$\%Slip = \frac{93.93 - 87.35}{93.93} \times 100\%$$

$$\%Slip = 7.005 \text{ dibulatkan menjadi}$$

$$\%Slip = 7.01$$

Kecepatan teoritis adalah hasil kecepatan dari perhitungan persamaan 3 sedangkan kecepatan aktual adalah hasil kecepatan dari modul. Berikut perbandingan data putaran dengan beban RPM Meter 2 dengan persamaan 3 dapat dilihat pada grafik dalam gambar 21. Dari data tersebut didapat rata – rata *slip* kemuluran sebesar 7,45%.



Gambar 21. Perbandingan rpm meter 2 teoritis dan rpm meter 2 aktual

(Tampilan Output)

Pada penelitian ini, ada beberapa tampilan output berupa tampilan LCD, tampilan SD-Card, tampilan RTC, tampilan GUI dan tampilan komunikasi.

1. Tampilan LCD

Pada penelitian ini ada beberapa tampilan pada LCD. Berikut tampilan pada LCD dapat dilihat pada Gambar 22, Gambar 23 dan Gambar 24. Gambar 25 merupakan tampilan salah satu data pada Gambar 20.



Gambar 22. Tampilan identitas



Gambar 23. Tampilan judul pengukuran



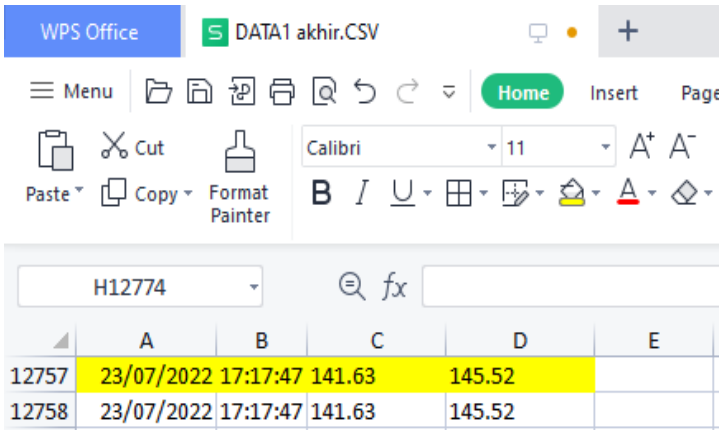
Gambar 24. Tampilan off



Gambar 25. Tampilan rpm

2. Tampilan *SD-Card*

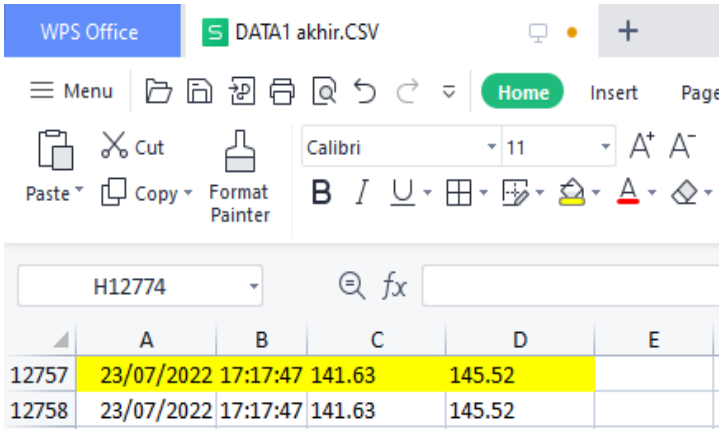
Pada penelitian ini data hasil pengukuran kecepatan putaran akan disimpan didalam *SD-Card* dengan tipe data CSV. Berikut data hasil pengukuran putaran yang disimpan di *SD-Card* dapat dilihat pada Gambar 26. Gambar 26 merupakan tampilan salah satu data pada Gambar 20.



Gambar 26. Tampilan data

3. Tampilan RTC

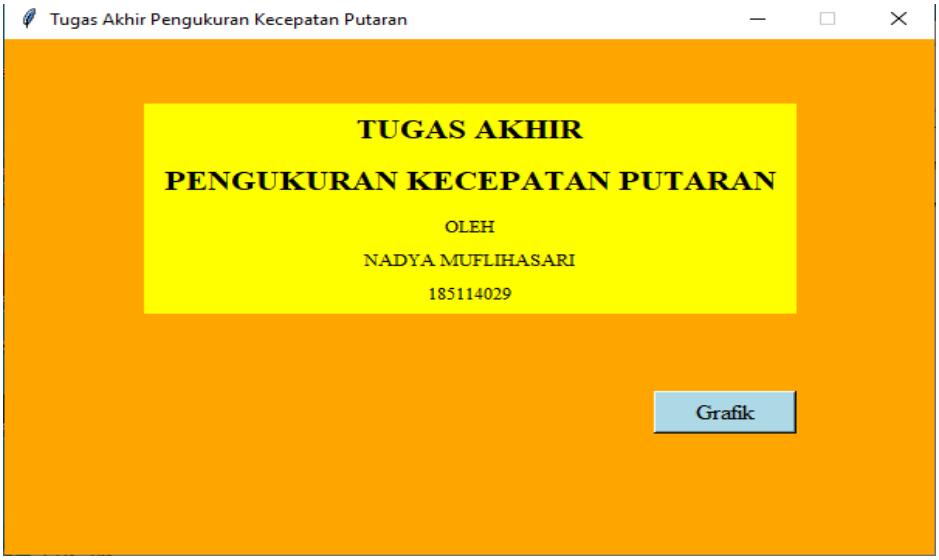
Pada penelitian ini, RTC digunakan sebagai pewaktuan yang datanya akan disimpan di *SD-Card*. Berikut tampilan RTC pada *SD-Card* dapat dilihat pada Gambar 27. Gambar 27 merupakan tampilan salah satu data pada Gambar 20.



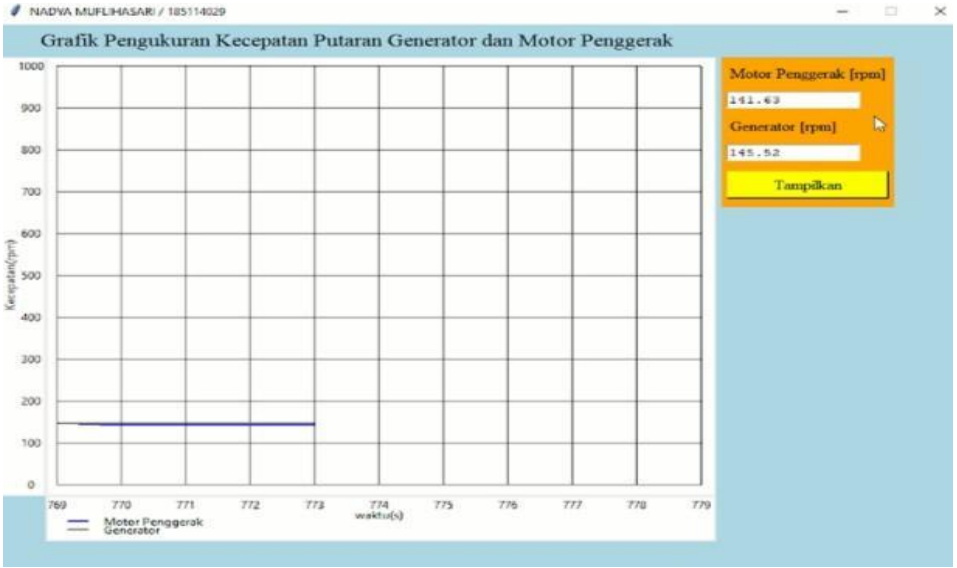
Gambar 27. Tampilan RTC

4. Tampilan GUI

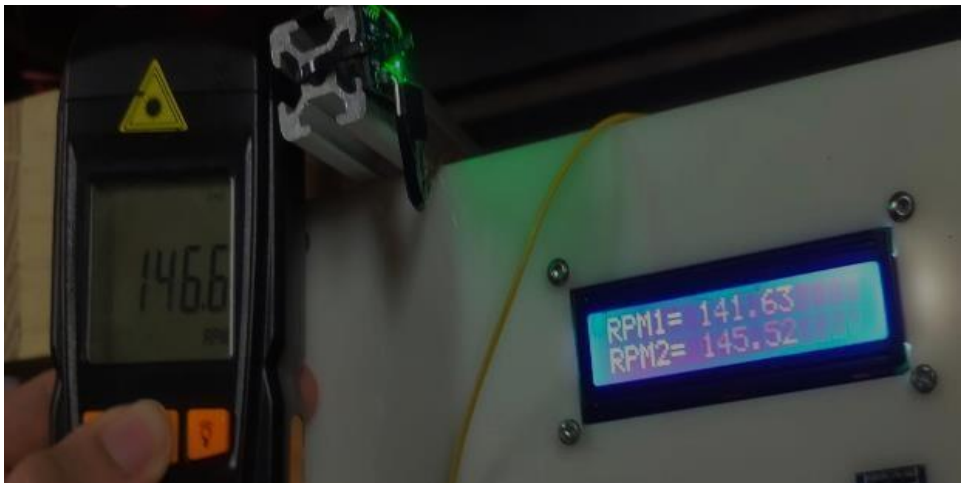
Pada penelitian ini, GUI digunakan sebagai monitor data RPM Meter 1 dan RPM Meter 2. Berikut tampilan GUI dapat dilihat pada Gambar 28, dan Gambar 29. Gambar 28 merupakan tampilan awal ketika program python dijalankan. Pada bagian ini, program yang ditampilkan berupa judul tugas akhir, identitas peneliti dan tombol grafik. Ketika tombol grafik ditekan maka akan tampil program seperti Gambar 29. Lalu, ketika tombol tampilkan ditekan maka akan tampil hasil pengukuran kecepatan putaran motor penggerak dan generator dalam bentuk grafik dan hasil pengukuran berupa angka juga ditampilkan di samping grafik. Gambar 29 merupakan tampilan salah satu data pada Gambar 20. Pengukuran juga dilakukan dengan *tachometer* dan Arduino. Berikut tampilan data pada LCD dan *tachometer* dapat dilihat pada Gambar 30.



Gambar 28. Tampilan identitas GUI



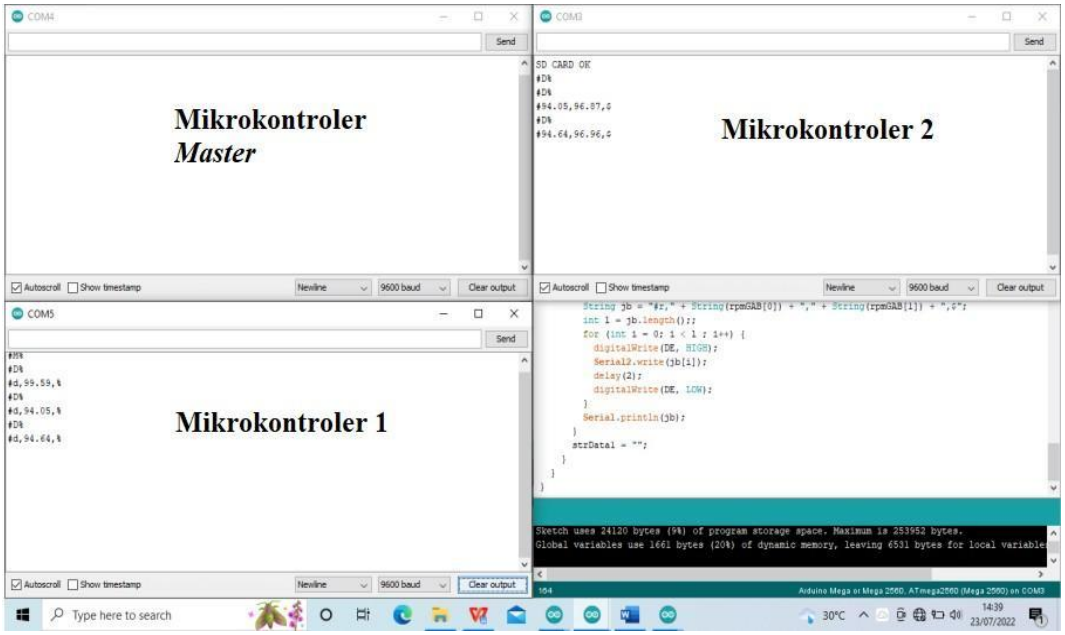
Gambar 29. Tampilan grafik GUI



Gambar 30. Tampilan LCD dan *tachometer*

5. Tampilan Komunikasi

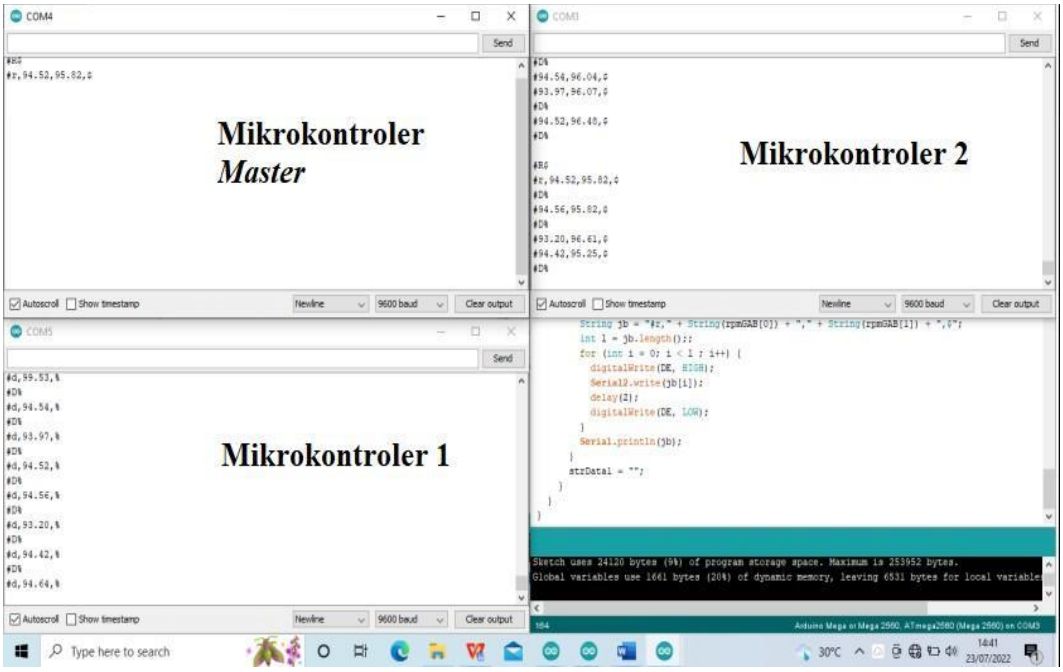
Pada penelitian ini, ada komunikasi antara Mikrokontroler 1, Mikrokontroler 2 dan Mikrokontroler master. Berikut bentuk komunikasi yang terjadi antara 3 mikrokontroler tersebut dapat dilihat pada Gambar 31, Gambar 32 dan Gambar 33. Gambar 31 menampilkan komunikasi Mikrokontroler 1 dan Mikrokontroler 2. Komunikasi ini dilakukan dengan komunikasi serial.



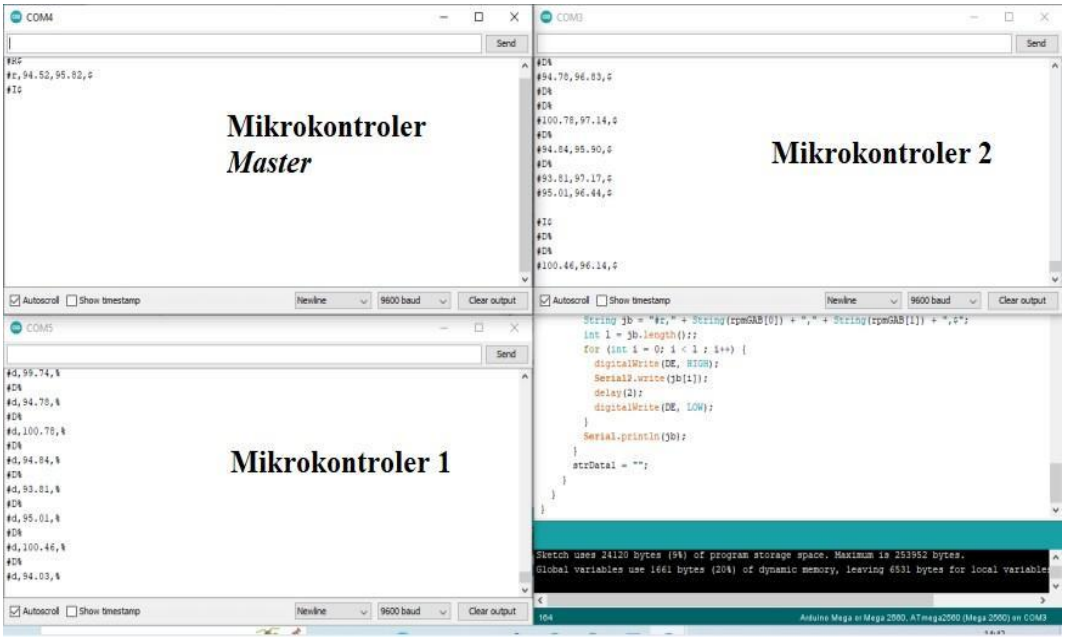
Gambar 31. Komunikasi data mikrokontroler 1 dan mikrokontroler 2

Pada Gambar 32, ditampilkan komunikasi Mikrokontroler *Master* dan Mikrokontroler 2. Komunikasi Mikrokontroler *Master* dan Mikrokontroler 2 menggunakan RS-485. Pada penelitian ini, Mikrokontroler *Master* berupa program *dummy*. Program ini akan meminta data dengan cara menuliskan kode pada serial monitor Arduino IDE. Kemudian Mikrokontroler 2 akan memberikan data RPM Meter 1 dan RPM Meter 2 jika kode yang ditulis berupa “#R$”. Kode itu telah disepakati sebagai kode pemanggilan data putaran. Mikrokontroler 2 memberikan data dalam bentuk kode juga berupa ‘“#r,”+String(rpmGAB[0])+”,”+String(rpmGAB[1])+”,$”’. Pada program Mikrokontroler 2, rpmGAB[0] merupakan RPM Meter 1 dan rpmGAB[1] merupakan RPM Meter 2.

Mikrokontroler *Master* merupakan program yang bertugas mengumpulkan data semua pengukuran pada pengujian generator magnet permanen putaran rendah. Oleh karena itu, ada beberapa bentuk kode untuk meminta data. Beberapa kode tersebut yaitu “#R$” untuk meminta data putaran, “#I$” untuk meminta data daya input, “#O$” untuk meminta data daya output dan “#S$” untuk meminta data suhu. Pada Gambar 33, ditampilkan program ketika Mikrokontroler *Master* meminta data daya input dengan kode “#I$”. Ketika Mikrokontroler *Master* meminta data selain data pengukuran putaran maka Mikrokontroler 2 hanya menerima permintaan itu tanpa memberikan data.



Gambar 32. Komunikasi mikrokontroler *master*



Gambar 33. Komunikasi mikrokontroler *master* memanggil data lain

Kesimpulan

Pengukuran kecepatan putaran motor penggerak dan generator pada generator magnet permanen putaran rendah didapat kesimpulan bahwa pengukuran putaran motor penggerak dibandingkan dengan alat terukur berupa *tachometer* memiliki nilai rata – rata *error* sebesar 0,24%. Selain itu, pengukuran putaran generator dibandingkan dengan alat terukur berupa *tachometer* memiliki nilai rata – rata *error* sebesar 0,24% serta sistem komunikasi antar mikrokontroler berhasil semua tetapi terkadang komunikasi *delay*.

Daftar Pustaka

Allegro. (2002). Datasheet 3141 3144 THRU.Worcester, Massachusetts, USA: Allegro.

Arduino. (2015). Datasheet Arduino Nano.

Arduino. (2019a). Library SPI. Retrieved Januari 12, 2022, from https://www.arduino.cc/en/reference/SPI.

Arduino. (2019b). Serial. Retrieved Januari 12, 2022, from https://www-arduino-cc.

Atmel. (2005). Datasheet ATMega 2560. San Jose, USA: Atmel.

Atmel. (2009). Datasheet ATmega48PA/88PA/168PA/328P. San Jose, USA: Atmel.

Enny, E. (2018). Tachometer Laser, Pemakaian Dan Perawatannya. *METANA*, *13*(1), 7 12. Retrieved Maret 18, 2021, from https://doi.org/10.14710/metana.v13i1.12578.

Evalina, N., H, Abdul.A., & Zulfikar (2018). *Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Induksi 3 Fasa Menggunakan Programmable Logic Controller*. JET (Journal of Electrical Technology).

Honeywell Inc. (n.d). *Micro Switch Sensing and Control, Hall Effect Sensing And Application*. Illinois. Retrieved April 15, 2022, from www.honeywell.com/sensing.

Idayanti, N., Dedi, D., Sudrajat, N., Suyatman, S., Hilda, N., & Hawa, A. (2016). Perancangan Instrumen Ukur Torsi Dan Kecepatan Pada Motor DC Dengan Prinsip Nonkontak Berdasarkan Deteksi Medan Magnet. Retrieved August 29, 2021, from http://dx.doi.org/10.14203/instrumentasi.v40i2.141.

Marappung, M. (1979). *Teori Soal Penyelesaian Teknik Tenaga Listrik*. Bandung: Armico.

Maxim Integrated. (2014). Datasheet MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487 Low- Power, Slew-Rate, Limited RS-485/RS-422 Transceivers. San Jose, USA: Maxim Integrated.

Maxim Integrated. (2015). Datasheet DS1302. Sunnyvale: Maxim Integrated.

Kilian. 2000. *Modern Control Tecnology: Components And Systems*. New York.

Mott, R.L. (2009). *Elemen-Elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis*. Yogyakarta: ANDI.

Muhlisin, F. (2017). *Rekondisi Turbin Generator Pada Mini Plant Boiler Dengan Menggunakan Turbin Generator Ampere Model JFZ168*. Fakultas Vokasi. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Nasution, A. C., Sudaryanto, S., & Arifin J. (2018). *Rancang Bangun Alat Pendeteksi Gempa Bumi dengan Ayunan Bandul Berbasis Mikrokontroller ATmega328*. JET (Journal of Electrical Technology).

OPTO22. (2013). *RPM Measurement Techniques*. Temecula.

Prasetijo, H., Ropiudin, & Dharmawan, B. (2012). Generator Magnet Permanen Sebagai Pembangkit Listrik Putaran Rendah. Dinamika Rekayasa.

Siburian, J. D. (2019). *Analisa Slip Transmisi Pulley dan V-Belt Pada Beban Tertentu dengan Menggunakan Motor Berdaya Seperempat HP*. Fakultas Teknik. Riau: Universitas Islam Riau.

Soares, N. N. V. D. F. (2017). *Modul Komunikasi Serial Pada Model Simulator Boiler Berbasis Mikrokontroler ATmega16*. Fakultas Sains dan Teknologi. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.

Sularso & Suga, K. (2004). *Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita.

Syahrudin, A. N. & Kurniawan, T.(2018). *Input dan Output Pada Bahasa Pemrograman Python*. Jurnal Dasar Pemrograman Python STMIK.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PENINGKATAN KUALITAS *HIGH-UTILITY ITEMSET* MENGGUNAKAN PENDEKATAN *SWARM INTELLIGENCE* PADA KASUS ANALISIS KERANJANG BELANJA

Ridowati Gunawan [1,*]
[1]*Program Studi Informatika, Universitas Sanata Dharma*
**Email : rido@usd.ac.id*

Abstrak

Terdapat perubahan paradigma dalam pencarian pola pada keranjang belanja, awalnya hanya memperhatikan *itemset* yang sering muncul secara bersamaan, sekarang tidak sekedar *itemset* yang sering muncul tetapi juga memperhatikan nilai *utility* dari *itemset*, yang dikenal sebagai *high-utility itemset.* Kuantitas dan bobot setiap item menjadi faktor utama untuk mendapatkan *high-utillity itemset*. Akan tetapi ruang pencarian *high-utility itemset* sangatlah luas oleh karenanya diperlukan berbagai teknik untuk mendapatkan *high-utility itemset* agar hasil yang diperoleh mendapatkan hasil yang optimum. Penggabungan metode pencarian *high utility itemset* dan *swarm intelligence* digunakan untuk meningkatkan kualitas dari *high-utility itemset.* Pendekatan *swarm intelligence* yang digunakan adalah *particle swarm optimization* yang memiliki empat parameter utama yaitu populasi awal, *inertia weight, coefficient acceleration* dan *velocity clamping.* Pengukuran kualitas *high-utility itemset* yang ditinjau dari jumlah itemset, total itemset, *running time* dan penggunaan memori. Hasil percobaan yang dilakukan terhadap *dataset* keranjang belanja diperoleh bahwa *total utility* mengalami peningkatan dan faktor yang paling mempengaruhi kualitas pencarian *high-utility itemset* menggunakan pendekatan *swarm intelligence* adalah *inertia weight.* Selain itu penggunaan pencarian tanpa memasukan nilai *minimum utility* meningkatkan kualitas *high utility itemset* ditinjau dari total *utility* yang diperoleh, yaitu mengalami peningkatan sebanyak 70%.

Kata kunci: *high-utility itemset, interestingness,* keranjang belanja, *minimum utility, swarm intelligence.*

IMPROVING THE QUALITY OF HIGH-UTILITY ITEMSETS USING SWARM INTELLIGENCE APPROACH IN THE CASE OF MARKET BASKET ANALYSIS

Ridowati Gunawan [1,*]
[1]*Informatic Study Program, Sanata Dharma University, Indonesia*
**Email : rido@usd.ac.id*

Abstract

There is a paradigm shift in searching for patterns in market basket, initially only paying attention to itemsets that often appear simultaneously, now not only itemsets that often appear but also paying attention to the utility value of the itemsets, known

as high-utility itemsets. The quantity and weight of each item are the main factors to get the high-utility itemset. However, the search space for the high-utility itemset is very wide. Therefore, various techniques are needed to obtain the high-utility itemset so that the results obtained are optimal. The combination of the high-utility itemset and swarm intelligence methods is used to improve the quality of the high-utility itemset. The swarm intelligence approach used is particle swarm optimization which has four main parameters, namely initial population, inertia weight, coefficient acceleration and velocity clamping. Measuring the quality of the high-utility itemset in terms of the number of itemset, total utility, running time, and memory usage. The results of the experiments conducted on market basket dataset showed that the total utility had increased and the factor that most affected the search quality of the high-utility itemset using the swarm intelligence approach was inertia weight. In addition, the use of search without entering the minimum utility value can also improve the quality of high utility itemset, which has increased by 70%.

Keywords: high-utility itemset, interestingness, market basket, minimum utility, swarm intelligence.

Pendahuluan

Analisis terhadap keranjang belanja banyak dilakukan terutama untuk memperoleh pengetahuan tentang kecenderungan belanja dari pelanggan. Pola yang menarik, pola yang tidak terduga dalam keranjang belanja sangatlah penting untuk diperoleh, karena dapat membantu pengambil keputusan untuk menentukan strategi selanjutnya.

Salah satu analisis keranjang belanja adalah mendapatkan asosiasi antar *item*. Pencarian aturan asosiasi diawali proses pencarian *frequent itemset* yaitu *item-item* yang sering muncul secara bersama-sama (Agrawal et al., 1993). Sebuah *itemset* dikatakan *frequent* jika memiliki nilai *support* yang lebih besar dari *minimum support* (min_sup) yang ditetapkan oleh pengguna. *Support* merupakan jumlah transaksi yang terjadi, dimana transaksi merupakan *subset* dari *itemset.* Pencarian *frequent itemset* yang mempertimbangkan jumlah kejadian *itemset* dalam transaksi, yang sering terjadi menjadi *itemset* yang *frequent.*

Pada kasus keranjang belanja, pencarian *itemset* yang menarik tidak hanya mempertimbangkan jumlah kejadian. Nilai kuantitas dan bobot merupakan faktor yang harus dipertimbangkan pula. Bobot dalam hal ini dapat dianalogikan sebagai profit. Pola yang inginkan diperoleh tentunya yang memiliki nilai *profit* yang tinggi dan sekaligus kerap terjadi (*frequent*). Teknik pencarian *itemset* yang mempertimbangkan nilai kuantitas dan nilai dikenal dengan nama *high-utility itemset mining* (HUIM) (Fournier-Viger et al., 2014; Zida et al., 2015). Pencarian tidak lagi berdasarkan nilai *support* tetapi menggunakan pengukuran *utility*. *Itemset* dikatakan memiliki *high-utility* jika memiliki nilai *utility* lebih besar dari nilai *minimum utility* yang ditetapkan oleh penggunanya. *Utility* item merupakan perkalian antara nilai *internal utility* (kuantitas item dalam transaksi) dengan *external utility* (bobot/profit setiap item). Penggunaan kuantitas dan bobot membawa dampak signifikan bagi pengambil keputusan (Y. Liu et al., 2005a), misalnya untuk mengetahui produk yang memberikan kontribusi pada pendapatan

perusahaan dan melihat kecenderungan pelanggan dalam membeli produk (Mai et al., 2017).

Teknik pencarian *high-utility itemset* tidak dapat didekati seperti pada pencarian *frequent itemset*. Pencarian pola yang sering muncul atau *frequent itemset mining* menggunakan *downward closure property* (Agrawal & Srikant, 1994), yang memastikan bahwa subset dari *frequent itemset* adalah *frequent itemset*. Akan tetapi pada *high-utility itemset*, jika sebuah *itemset* memiliki *high utility* maka subset dari *itemset* tersebut belum tentu *high-utility itemset* (Y. Liu et al., 2005b).

Pencarian *high utility itemset* dapat dikelompokan menjadi dua pendekatan yaitu menggunakan konsep pemrograman tradisional dan pendekatan kecerdasan komputasional. Pada umumnya pendekatan tradisional menggunakan algoritma deterministik dan dilakukan berdasarkan pada pencarian *frequent itemset*, seperti Apriori, Eclat dan FP-Growth. Teknik pencarian *high-utility itemset* pendekatan Apriori memiliki ruang pencarian yang sangat besar (Yao et al., 2004a). Penggunaan *two phase algorithm* dilakukan untuk mempercepat proses pencarian melalui konsep *transaction-weighted utilization mining*, hanya kombinasi *itemset* yang memiliki *high transaction weighted utilization* yang ditambahkan sebagai kandidat dalam pencarian *high-utility itemset.* Model ini mempertahankan properti *transaction-weighted downward closure (twdc)* (Y. Liu et al., 2005b). Pendekatan FP-Growth yang dikemukan oleh Han et al. (2000) diterapkan pula dalam pencarian *high-utiity itemset* (Erwin et al., 2007; C.-W. Lin et al., 2011; Tseng et al., 2010). Pendekatan menggunakan struktur list dan tanpa pembentukan kandidat *itemset* memperlihatkan hasil yang lebih baik dibandingkan penelitian sebelumnya (M. Liu & Qu, 2012). Zhang et al. (2018) dalam studi empirisnya menyimpulkan bahwa pemilihan algoritma *high-utility itemset* yang tepat ditentukan dari kepadatan dan panjang *dataset*. Kepadatan merupakan perbandingan rata-rata jumlah *item* dalam keseluruhan transaksi dengan jumlah *item* yang berbeda. Sedangkan panjang *item* merupakan jumlah *item* yang berbeda pada keseluruhan transaksi.

Pendekatan kedua untuk mendapatkan *high-utility itemset* adalah menggunakan paradigma dari kecerdasan komputasional. Menurut Engelbrecht (2007), terdapat lima paradigma kecerdasan komputasional yaitu *artificial neural network (ANN), evolutionary computational (EC), swarm intelligence (SI), artificial immune system (AIS)* dan *fuzzy system (FS).* Tidak semua paradigma sudah dimanfaatkan untuk mendapatkan *high-utility itemset*. Penggunaan algoritma genetika (yang merupakan bagian dari EC) dan SI saja yang telah dicoba untuk mendapatkan *high-utility itemset.*

Kannimuthu & Premalatha (2013) mengusulkan penggunaan algoritma genetika dan fungsi *fitness* yang digunakan adalah nilai *utility* (Yao et al., 2004b). Hasil penelitian menunjukan bahwa waktu eksekusi dan penggunaan memori lebih baik dibandingkan dengan pencarian *high utility itemset* tanpa algoritma genetika. Selain menggunakan nilai *minimum utility* sebagai parameter untuk menyeleksi *itemset* yang menggunakan property `twdc`, juga menggunakan konsep *top-K utility itemset* dari populasi hasil proses evolusi sehingga tidak membutuhkan nilai *minimum utility.*

J. C.-W. Lin et al. (2015) melakukan pencarian *high-utility itemset* menggunakan salah satu pendekatan *swarm intelligence* yaitu *particle swarm*

optimization (PSO). Initial partikel menggunakan *roulette* dan penentuan *velocity* dilakukan secara random. Sementara fungsi yang digunankan unutk melakukan *update velocity* adalah *sigmoid.* menggunakan Tahap awal *itemset* dikodekan secara random. *Itemset* dalam pencarian menggunakan PSO dianalogikan sebagai *particle.* Pengkodean yang diusulkan menggunakan *binary particle swarm optimization (BPSO)*. Hasil evaluasi menunjukan pendekatan menggunakan PSO lebih cepat dibandingkan dengan penggunaan algoritma genetika. Walaupun telah berhasil lebih cepat, parameter untuk BPSO masih menggunakan pengukuran standar yang umum digunakan, yaitu populasi awal dibuat random, *inertia weight* menggunakan padahal pencarian untuk *high-utility itemset* memiliki kekhususan yaitu masukannya berupa rangkaian *itemset* bukan merupakan suatu formula.

Perbaikan algoritma BPSO dilakukan hanya pada proses pengkodean partikel saja yang semula menggunakan *roulette* diubah menjadi menggunakan *OR/NOR tree* (J. C. W. Lin et al., 2017). Nilai dari empat parameter utama dari algoritma BPSO yaitu populasi awal, *inertia weight*, koefisien percepatan dan *velocity clamping* tidak dibahas pada penelitian tersebut. Nilai parameter menggunakan nilai *default* yang digunakan pada algoritma BPSO.

Performa dari PSO dapat ditingkat melalui posisi awal *particle* (populasi awal) (Richards & Ventura, 2004) dan inisialisasi awal merupakan agar algoritma dapat segera mendapatkan nilai optimum (Kazimipour et al., 2014). *Inertia weight*, koefisien percepatan dan *velocity clamping* merupakan parameter yang mempengaruhi proses pembaharuan *velocity*. *Velocity clamping* juga dapat digunakan untuk meningkatkan unjuk kerja algoritma dari BPSO (Alhussein & Haider, 2015).

Pencarian *high utility itemset* tanpa menentukan batas *utility* menggunakan pendekatan BPSO memberikan hasil yang lebih baik ditinjau dari kecepatan, penggunaan memori maupun kualitas *itemset* yang diperoleh dibandingkan dengan yang menggunakan masukan dari pengguna.. Pengukuran kualitas *itemset* diusulkan tidak hanya menggunakan *utility* tetapi juga menggunakan *utility lift, utility confidence* (Gunawan et al., 2020).

Penelitian menggunakan pendekatan *swarm intelligence* pada umumnya diaplikasikan pada data publik yang umum digunakan untuk menguji algoritma *firequent itemset mining* (http://fimi.ua.ac.be/data). Sehingga pembentukan nilai *utility* dilakukan dengan cara dibangkitkan secara random. Tidak menunjukan kondisi yang sesungguhnya.

Penelitian ini akan menerapkan algoritma pencarian *high utility itemset* menggunakan pendekatan *swarm intelligence* yaitu PSO pada data yang diperoleh dari transaksi keranjang belanja. Nilai *utility* atau nilai profit merupakan nilai yang sesungguhnya. Selain menggunakan data sesungguhnya, penelitian ini mencoba untuk mencari, dari keempat parameter PSO, parameter apa yang paling mempengaruhi kinerja algoritma PSO sehingga mampu untuk meningkatkan kualitas dari *high-utility itemset* yang diperoleh untuk kasus pada keranjang belanja. Analisis *high-utility itemset* ditinjau dari banyaknya *itemset* yang diperoleh, total *utility* dari *itemset* yang diperoleh, kecepatan akses, memori yang digunakan. Nilai *minimal utility* tidak ditetapkan oleh pengguna tetapi menggunakan algoritma yang diusulkan oleh (Gunawan et al., 2020). Sebagai pembanding usulan parameter akan dibandingkan dengan algoritma BPSO menggunakan parameter standar dari J. C. W. Lin et al. (2017).

Pada bagian selanjutnya akan dibahas tentang metode penelitian yang digunakan, hasil dan pembahasan dan diakhiri dengan penutup yang berisi kesimpulan dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutannya.

Metode Penelitian

Pada bagian ini dijelaskan tentang gambaran umum penelitian, Langkah-langkah penelitian serta bahan penelitian.

Gambaran Umum Penelitian

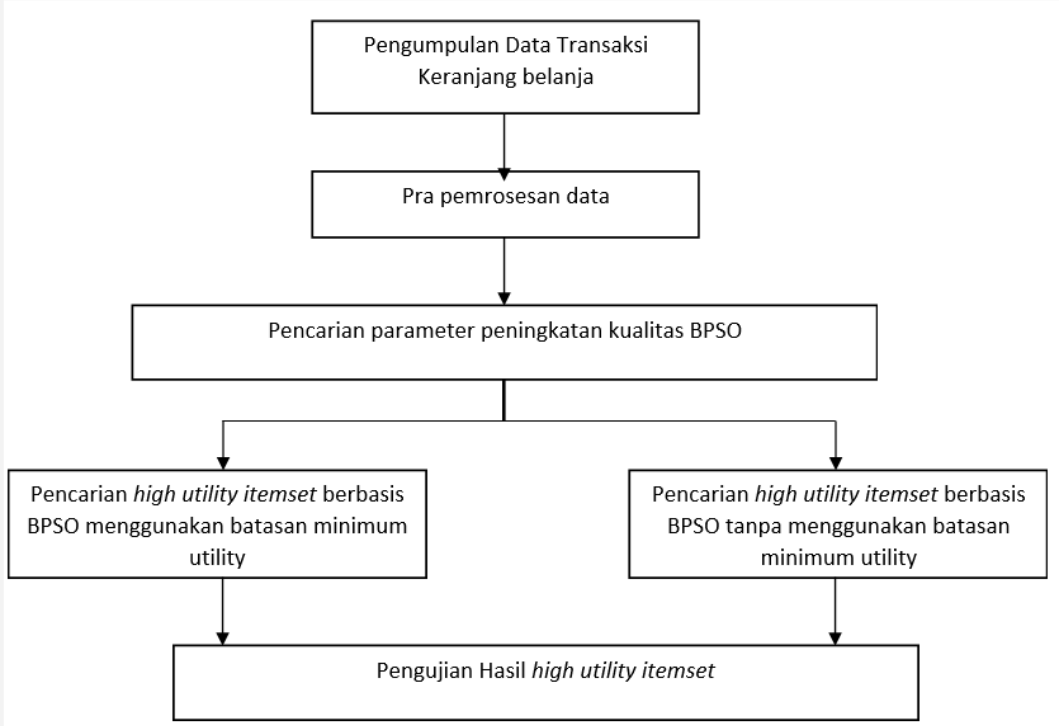
Sistem mengolah data transaksi dari keranjang belanja, dalam setiap transaksi berisi informasi item-item dan juga profit dari setiap *item.* Selanjutnya data akan diolah untuk mendapatkan *high utility itemset* menggunakan pendekatan *swarm intelligence.* Pendekatan *swarm intelligence* yang digunakan adalah *particle swarm optimization*. Pada proses pencarian ini terlebih dahulu akan dilakukan percobaan parameter apa yang paling optimum untuk mendapatkan *high utility itemset.*

Setelah proses mendapatkan *high-utility itemset*, langkah selanjutnya adalah melakukan proses pengujian terhadap model yang dibangun, ditinjau dari jumlah *itemset* yang diperoleh, total *utility* yang diperoleh, waktu eksekusi dan memori yang digunakan.

Secara garis besar penelitian ini mengembangkan model untuk mendapatkan konfigurasi *BPSO* yang tepat untuk mendapatkan *high-utility itemset* dengan menggunakan parameter seleksi yaitu *minimum utility* dan tanpa menggunakan parameter seleksi.

Langkah Penelitian

Langkah penelitian untuk mendapatkan *high utility itemset* menggunakan pendekatan *swarm intelligence* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Langkah Penelitian

Langkah penelitian sebagai berikut:

1. Pengumpulan data transaksi keranjang belanja. Transaksi keranjang belanja yang digunakan adalah transaksi penjualan pada bulan Januari 2022. Transaksi penjualan yang dikumpulkan dalam bentuk tabel transaksi yang terdiri dari tabel penjualan, detail Penjualan, master barang.
2. Pra pemrosesan data. Prapemrosesan data penjualan dibagi dua proses utama yaitu proses menggabungkan data penjualan dan detail penjualan untuk mendapatkan informasi transaksi yang berisi data barang beserta jumlah barang yang dijual dan proses untuk mendapatkan nilai profit barang. Data tabel penjualan dan detail Penjualan diubah bentuk ke dalam list. Setiap transaksi memiliki TID dan itemset dan informasi jumlah barang. Proses mendapatkan nilai profit dari setiap barang diperoleh dari pengurangan harga jual dengan harga beli. Untuk mengurangi waktu komputasi dilakukan proses pengubahan kode barang menjadi angka yang berurutan mulai dari angka 1.
3. Pencarian parameter peningkatan kualitas BPSO. Sebelum melakukan proses pencarian *high-utility itemset* terlebih dahulu ditentukan parameter-parameter yang mempengaruhi proses pencariannya. Karena proses pencarian menggunakan pendekatan BPSO. maka nilai parameter akan mengikuti parameter dari BPSO. Paramater yang harus ditentukan adalah populasi awal, *inertia weight, coefficient acceleration*, dan *velocity clamping.*
    a. Populasi awal dapat menggunakan *zero vector, frequent itemset* atau sejumlah transaksi yang memiliki total utility tertinggi.
    b. *Inertia weight* yang dapat mempengaruhi adalah *Increasing Inertia Weight* (J. Liu et al., 2016), *adaptive inertia weight* (Nickabadi et al., 2011). *Constant inertia weight with probabilistic velocity* (Tasgetiren & Liang, 2004), *constriction factor* (Clerc, 1999), dan bernilai *static* tidak dipengaruhi oleh perubahan *velocity* biasanya ditetapkan 0.9.
    c. *Coefficient acceleration*. Koefisien percepatan terdiri dari dua yaitu faktor individu dan faktor sosial. Keduanya akan ditetapkan sama yaitu 2.
    d. *Velocity clamping*. Metode *velocity clamping* agar tidak terjadi *overfitting.* Metode ini menetapkan batas kecepatan maksimal dari partikel atau *velocity maximum*, yang digabungkan fungsi *piece-wise linear* (Tasgetiren & Liang, 2004).
4. Pencarian *high-utility itemset* berbasis BPSO dengan batasan *minimum utility*. Nilai batas *minimum utility* ditetapkan dalam ukuran persentase terhadap total utility dalam transaksi. Ditetapkan nilainya dari 0,1 % sampai dengan 5%.
5. Pencarian *high-utility itemset* berbasis BPSO tanpa batasan *minimum utility*. Pada bagian ini akan menggunakan hasil parameter terbaik pada tahapan sebelumnya dan menggunakan alur berpikir seperti yang telah dikemukakan oleh (Gunawan et al., 2020).

6. Pengujian hasil *high-utility itemset.* Hasil ditinjau dari waktu eksekusi, memori yang dibutuhkan serta jumlah *itemset dan total utility* yang diperoleh. Skenario pengujian yang dilakukan adalah :
    a. Membandingkan pencarian *high utility itemset* menggunakan parameter BPSO standar dengan *high utility itemset* menggunakan parameter yang telah diperbaharui menggunakan batas minimum *utility*.
    b. Membandingkan pencarian *high utility itemset* menggunakan parameter BPSO yang telah diperbahuri dengan menggunakan *minimum utility* dan tanpa *minimum utility.*

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Transaksi dari keranjang belanja yang diperoleh dari transaksi sesungguhnya dari perusahaan ritel. Data diperoleh dari transaksi selama bulan Januari 2022.
2. Pustaka program *third-party* yang tersedia yait SPMF: Java Open-Source Pattern Mining Library (Fournier-Viger et al., 2016).
3. Pengolah data menggunakan *database management system MySQL* menggunakan IDE SQLYog.
4. Implementasi algoritma menggunakan Bahasa pemrograman Java (versi Jdk 1.8.0_72) dan mengguanakan IDE Netbeans 8.2
5. Spesifikasi peralatan adalah PC dengan AMD Ryzen 7 2700 Eight-Core Processor, 16 GB RAM menggunakan 64 bit Windows 10.

Hasil dan Pembahasan

Bagian ini akan dibahas hasil implementasi dari langkah-langkah penelitian serta hasil yang diperoleh selama penelitian.

Hasil Pengumpulan Data

Data terdiri dari tiga buah tabel yaitu tabel Penjualan, detail Penjualan dan master barang. Keterangan tentang ketiga tabel beserta jumlah data dapat dilihat pada Tabel 1.

Table 1. Karakteristik Kumpulan Data

Nama Tabel	Keterangan	Jumlah Record
Penjualan	Berisi informasi header penjualan yaitu noFaktur, tglFaktur, kodePelanggan, totalPenjualan	1.898
Detail Penjualan	Berisi informasi detail penjualan terdiri dari noFaktur,kodebarang,namabarang, quantity, satuan, hargasatuan, hpperbarang,	7.461
Master Barang	Berisi informasi detail tentang barang yang terdiri dari field kodebarnag, namabarang, kategori, ukuran, harga beli, harga jual	4.071

Contoh tabel detail penjualan yang merupakan hasil relasi antara tabel detail penjulaan dan master barang dilihat pada Tabel 2. Pada tabel 2 terdiri dari lima buah transaksi, masing-masing transaksi merekam beberapa barang yang berbeda-beda. Sebagai contoh, transaksi ke-4 merekam 2 jenis barang.

Table 2. Contoh Data Detail Penjualan

TID	No Faktur	Kode Barang	Nama Barang	Quantity	Satuan	Harga Satuan	Hppperbarang
1	SG1220103001	PBS15KGDS	PALMIA BOS 15 KG	2	CRT	534700	456798
2	SG1220103002	JAVADARK5	OH JAVA DARK 5 KG	3	ZAK	400000	319905
	SG1220103002	INKOPPASLT	IN KOPYOR PASTA 1LT	5	PCS	125000	76182
3	SG1220103003	DIBKRSTARBR	BAKERSTAR BIRU 25 KG	4	ZAK	195000	162000
4	SG1220103004	INREDVELVET	IN POINT CAFE DRINKING PWD RED VELVET 1 KG	3	KG	70000	34545
	SG1220103004	GRENTEMIX	IN CHATRAMUE BRAND GREEN TEA MIX 200 GR	5	PCS	62500	4230
5	SG1220103005	GMKCCFL4X5	GMK CHOCO FILLING-4X5KG	5	CRT	694000	539427
	SG1220103005	MZMTXX25	MAIZENA MATAHARI 25 KG	1	ZAK	340000	245000
	SG1220103005	AGNCRTR1KG	CREAM OF TAR TAR 1KG/10	3	CRT	545000	44909
	SG1220103005	PKPSTRWHIT	COLATTA PASTRY COMP. WHITE 12X1KG	4	CRT	516000	417960

Hasil Prapemrosesan Data

Tahapan ini digunakan untuk mendapatkan data yang siap untuk diproses, karena data yang dikumpulkan terdiri dari beberapa tabel maka proses yang dilakukan adalah menggabungkan ketiga tabel. Tahapan pertama adalah menggabungkan data penjualan dengan data detail penjualan, hasil seperti pada Tabel 2. Kemudian ditambahkan dua kolom baru yaitu *index kode* yang merupakan index dari kodebarang agar lebih cepat dalam melakukan proses serta kolom *utility* yang merupakan profit yang diperoleh dari kolom hargasatuan dikurangkan dengan hppperbarang. Selanjutnya setiap transaksi dibuat dalam satu buah transaksi yang berisi informasi nofaktur, list kode (kumpulan index kode dari setiap faktur) dan utility yang juga berupa list utility yang bersesuain dengan list kode. Hasil dari lima transaksi pada Tabel 2 dapat dilihat pada Tabel 3. Pada transaksi ke-4 yang terdiri

dari 2 buah barang pada kolom indexkode menjadi 365 dan 558, pada kolom utility berisi 55937 merupakan utility dari 365 dan 44373 merupakan utility dari 558.

Table 3. Faktur Utility

No Faktur	IndexKode	Utility
SG1220103001	764	79890
SG1220103002	628 484	84109 48818
SG1220103003	180	52673
SG1220103004	365 558	55937 44373
SG1220103005	781 37 725 300	90300 293646 164314 96740

Selanjutnya data disimpan dalam format csv dengan format setiap baris adalah <indexkode>:<total utility>:<utility>. Kelima data pada Tabel 3, diubah menjadi format seperti pada Tabel 4, daftar transaksi.

Table 4. Daftar Transaksi

Transaksi <kode>:<totalutility>:<utility>
764:79890:79890
628 484:132927:84109 48818
180:52673:52673
365 558:100310:55937 44373
781 37 725 300:645000:90300 293646 164314 96740

Pencarian Parameter BPSO

Untuk mendapatkan parameter terbaik BPSO dilakukan percobaan kombinasi dari keempat parameter utama dari BPSO, yaitu melakukan kombinasi populasi awal dan *inertia weight.* Sementara untuk nilai *coefficient acceleration* ditetapkan 2 dan nilai *velocity clamping* dibuat beberapa variasi nilai. Konfigurasi terbaik yang diperoleh adalah penggunaan *inertia weight* menggunakan *adaptive inertia weight* dan *constriction factor,* sementara untuk populasi awal tidak banyak mempengaruhi hasil performa algoritma BPSO (Gunawan et al., 2022).

Berdasarkan hasil tersebut, maka untuk proses pencarian *high utility itemset* berbasis *swarm intelligence* ini menggunakan konfigurasi parameter BPSO sebagai berikut:

1. Populasi awal menggunakan kumpulan dari *frequent itemset*, diambil 20 itemset yang memiliki nilai *support* tertinggi.
2. *Inertia weight* menggunakan rumusan *adaptive inertia weight.* Untuk berbagai kasus menunjukan kinerja yang baik juga pada pencarian *high utility itemset* berbasis PSO (Nickabadi et al., 2011) dan terbukti juga dalam beberapa percobaan cukup baik untuk BPSO.
3. *Coefficient acceleration* menggunakan faktor individu c1 dan faktor sosial c2 yang sama yaitu 2.
4. *Velocity clamping* selalu diterapkan bersamaan dengan *piece-wise linear* dan nilai batas yang diterapkan adalah [-4, 4]. Batas kecepatan maksimum partikel adalah 4 (Vmax= 4) dan batas kecepatan minimum adalah -4 (Vmin=-4).

Algoritma untuk memdapatkan parameter terbaik menggunakan modifikasi dari algoritma standar yang diusulkan oleh J. C. W. Lin et al. (2017)

Hasil Pencarian High Utility Itemset Menggunakan Parameter Terbaik

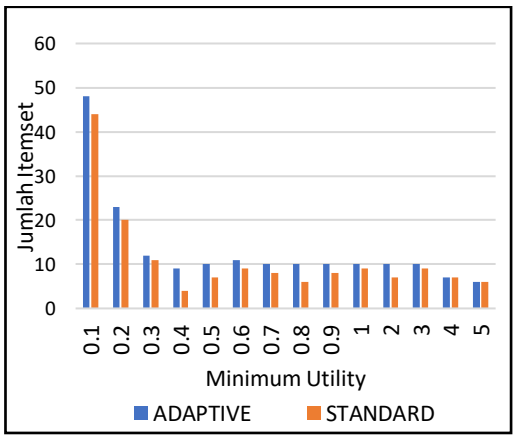
Proses pencarian *high utility itemset* berbasis BPSO terdiri dari 4 proses utama yaitu (1) prapemrosesan untuk menyimpan informasi item-item beserta *utility* dari setiap *item* serta total utility dari setiap transaksi, (2) pengkodean partikel yaitu mengkodekan partikel dengan nilai biner 0 atau 1, (3) evaluasi fungsi *fitness*, fungsi *fitness* yang digunakan adalah nilai *utility* dan (4) proses perubahan partikel, pada bagian ini akan menggunakan fungsi Sigmoid dengan fungsi *inertia weight* menggunakan *adaptive inertia weight.*

Tabel perbandingan parameter BPSO standar dengan parameter BPSO yang diusulkan dapat dilihat pada Tabel 5.

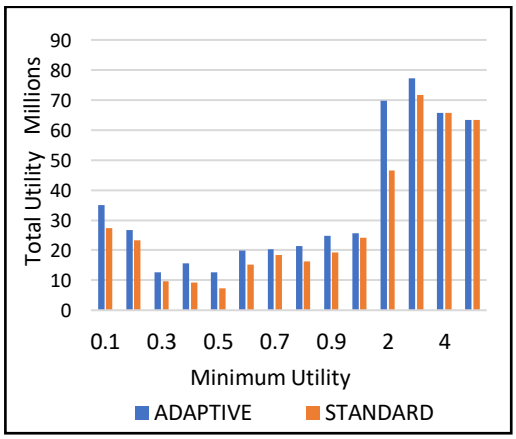
Tabel 5. Karakteristik Perbandingan Parameter BPSO

Parameter	BPSO Adaptive (Usulan)	BPSO Standard (J. C. W. Lin et al., 2017)
Populasi awal	Frequent Itemset	Vector 0
Inertia weight	Adaptive Inertia Weight Wmax=0.2; Wmin=1	Static inertia weight =0.9
Coefficient Accelaration	C1 = 2; C2 = 2	C1 = 2; C2=2
Velocity Clamping	Menggunakan *piece-wise linear* Vmin = -4 Vmax= 4	Tidak menggunakan *piece-wise linear* Vmin = -2 Vmax = 2

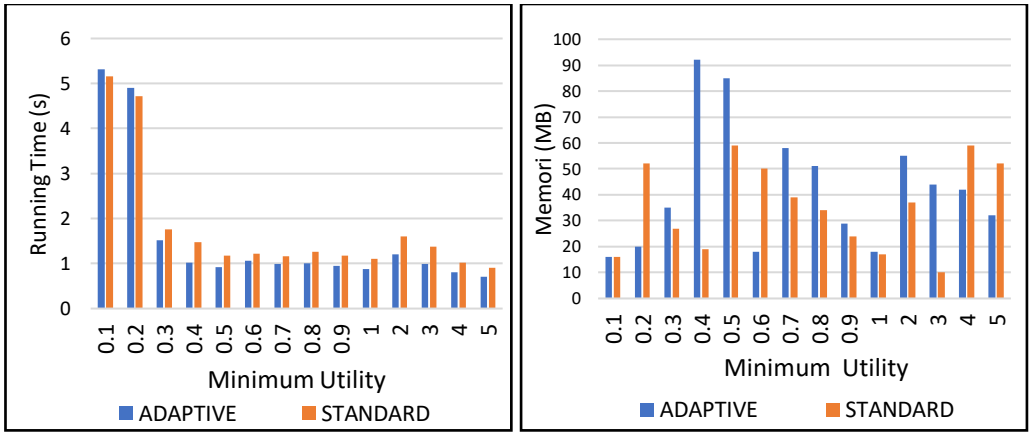
Gambar 2 merupakan tabel hasil perbandingan pencarian *high utility itemset* menggunakan parameter *standard* dan parameter *adaptive* untuk berbagai nilai *minimum utility*. Jumlah populasi yang digunakan adalah 20 dan jumlah iterasi 1000. Setiap nilai *minimum utility* akan dilakukan percobaan sebanyak 3 kali dan hasil setiap pengukuran akan diambil rata-rata. Baris pertama adalah grafik perbandingan jumlah *itemset* yang diperoleh (a) dan total *utility* (b) , baris kedua perbandingan *runtime* (c) dan terakhir penggunaan memori (d)



(a)



(b)



(c) (d)

Gambar 2. Perbandingan jumlah *itemset*, total *utility* (baris pertama), *running time* dan penggunaan memori (baris kedua) dari metode BPSO-*standard* dan BPSO-*adaptive* terhadap berbagai nilai *minimum utility*

Jumlah item dan total *utility* BPSO-*adaptive* lebih banyak dibandingkan BPSO-*standard*. *Running time* BPSO-*adaptive* lebih cepat, akan tetapi untuk penggunaan memori tidak dapat disimpulkan. Penggunaan memori secara rata-rata BPSO-*adaptive* membutuhkan memori lebih banyak. Secara umum penggunaan *adaptive inertia* sebagai parameter BPSO lebih baik dibandingkan yang menggunakan *static inertia.*

```
1. #ITEM: 72 #UTIL: 491640
2. #ITEM: 119 #UTIL: 1954044
3. #ITEM: 917 #UTIL: 395507
4. #ITEM: 97 #UTIL: 456952
5. #ITEM: 359 #UTIL: 393016
6. #ITEM: 858 #UTIL: 6593100
7. #ITEM: 684 #UTIL: 1311408
8. #ITEM: 361 #UTIL: 710792
9. #ITEM: 45 97 262 #UTIL: 394296
10. #ITEM: 180 #UTIL: 684749
11. #ITEM: 97 262 #UTIL: 393356
12. #ITEM: 74 #UTIL: 446395
13. #ITEM: 680 #UTIL: 2034215
--------------------------
Total Utility :16259470
MinUtility : 383165
InitialUtililty: 0.003
Total time ~ 1518 ms
Memory ~ 35.4677734375 MB
High-utility itemsets count : 13
=========================================
```

Gambar 3. Hasil *High Utility Itemset* Adaptive dengan *Minimum Utility 0.3%*

Contoh hasil program untuk *minimum utility = 0.2 %* menggunakan *adaptive* terlihat pada Gambar 3. Contoh hasil baris ke-9 *itemset* yang diperoleh adalah *item* 45, 97, 262 dan total *utility* adalah 394296 rupiah. Item 45, 97, 262 berturut-turut

adalah PASTA VANILLA (25 ML), INDIAN BLACK BROWN RAISIN 10KG LOS,INDIAN BLACK BROWN RAISIN 10KG LOS.

Hasil Pencarian High Utility Itemset Tanpa Minimum Utility

Pencarian *high utility itemset* dengan menetapkan nilai *minimum utility* sangatlah menyulitkan bagi pengguna. Pengguna tidak mengetahui dengan pasti berapa nilai yang tepat *minimum utility* yang digunakan. Oleh karena usulan pemanfaatan algoritma pencarian *high utility itemset* sangatlah bermanfaat. Penggunaa hanya perlu memberikan masukan kepada sistem berapa *high utility itemset* yang diinginkan. Jika penggunaa hanya ingin meninjau 100 *high utility itemset* maka sistem akan dapat memberikan hasil sebanyak 100 *high utility itemset* yang telah diurutkan berdasarkan total *utility* nya.

Pencarian tanpa penentuan nilai *minimum utility* dilakukan karena algoritma berbasis *swarm intelligence* selalu mencari nilai optimum sesuai fungsi *fitness* nya sehingga tidak perlu batasan nilai *utility*. Pembatasan pencarian hanya cukup dari banyaknya iterasi yang dikehendaki. Makin banyak iterasi yang dilakukan maka akan semakin membutuhkan waktu yang lama. Performa algoritma ini dilihat dari jumlah *itemset* yang diperoleh dan total utility yang diperoleh untuk sejumlah *k itemset* yang diinginkan.

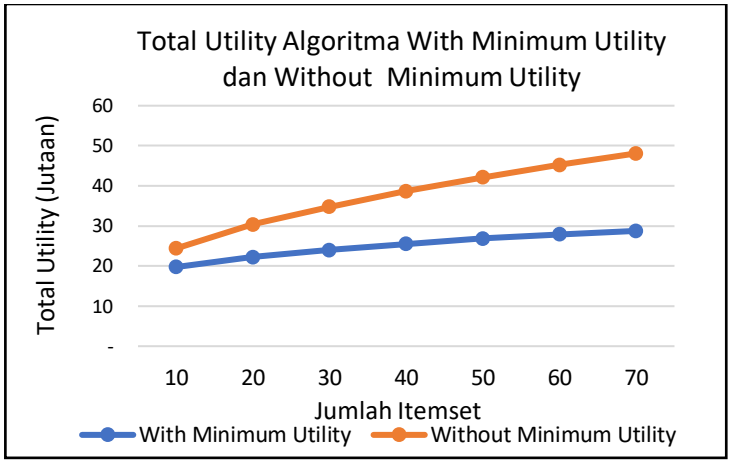
Untuk melihat performa algoritma yang digunakan, dilakukan percobaan untuk mendapatkan *high utility itemset* menggunakan ukuran populasi 10, 20 dan 30 dan jumlah iterasi sebanyak 1000 dan 2000 menggunakan konfigurasi BPSO-adaptive. Hasil percobaan untuk konfigurasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil BPSO Adaptive Tanpa Minimum Utillity

Jumlah Iterasi	Ukuran Populasi	Jumlah Item	Total Utility (100)	Waktu (s)	Memory (MB)
1000	10	478	51053712	7	24
	20	628	56592506	14	43
	30	688	58298646	22	26
2000	10	576	52091566	14	21
	20	650	52920074	28	33
	30	744	55140590	42	26

Hasil percobaan memperlihatkan bahwa semakin besar jumlah iterasi maka jumlah item dan total *utility* untuk 100 *itemset* menghasilkan hasil yang lebih baik. Kecepatan waktu semakin tinggi sedangkan memori tidak dapat disimpulkan. Hal yang sama terjadi Ketika jumlah ukuran populasi ditingkatkan.

Selanjutnya hasil perbandingan antara pencarian *high utility itemset* menggunakan masukan *minimum utility* dan tanpa menggunakan *minimum utility*. Keduanya akan menggunakan pendekatan BPSO adaptive sebagai pendekatan yang lebih baik dari pendekatan BPSO standard. Jumlah total *utility* untuk 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 *itemset* akan dihitung. Untuk BPSO adaptive agar dapat menghasilkan jumlah *itemset* lebih dari 100 menggunakan nilai *minimum utility = 0,05%*. Ukuran populasi = 20 dan banyaknya iterasi adalah 1000. Hasil percobaan berupa grafik perbandingan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan Total Utility Algoritma BPSO with Minimum Utility dan BPSO without Minimum Utility

Hasil percobaan memperlihatkan bahwa penggunaan algoritma BPSO *adaptive* tanpa batasan *minimum utility* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan menggunakan *minimum utility*. Rata-rata peningkatan total *utility* yang diperoleh sebesar 70%.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terbukti bahwa *inertia weight* merupakan parameter utama dalam peningkatan kinerja pencarian *high utility itemset* berbasis *swarm intelligence*. Kombinasi parameter BPSO terbaik adalah populasi awal menggunakan *frequent itemset*, *inertia weight* menggunakan *adaptive inertia weight*, nilai *coefficient acceleration* menggunakan nilai 2 dan *velocity clamping* menggunakan *piece-wise*. Terjadi peningkatan performa hasil pencarian *high utility itemset* menggunakan BPSO *adaptive* ketika tanpa memasukan nilai minimum utility ditinjau dari total *utility* yang diperoleh yaitu sebesar 70%.

Saran

Untuk pengembangan selanjutnya, pencarian *high utility itemset* menggunakan pendekatan *swarm intelligence* dapat menggunakan algoritma lain selain *particle swarm optimization* seperti *ant colony*, *bat*, *fish* dan lainnya.

Daftar Pustaka

Agrawal, R., Imieliński, T., & Swami, A. (1993). Mining association rules between sets of items in large databases. *ACM SIGMOD Record*, *22*(2), 207–216. https://doi.org/10.1145/170036.170072

Agrawal, R., & Srikant, R. (1994). Fast algorithms for mining association rules. *Proceedings of the 20th International Conference on Very Large Data Bases*, *1215*, 487–499. https://doi.org/10.1.1.40.6757

Alhussein, M., & Haider, S. I. (2015). Improved Particle Swarm Optimization Based on Velocity Clamping and Particle Penalization. *2015 3rd International*

Conference on Artificial Intelligence, Modelling and Simulation (AIMS), 61-64. https://doi.org/10.1109/AIMS.2015.20

Clerc, M. (1999). The swarm and the queen: Towards a deterministic and adaptive particle swarm optimization. *Proceedings of the 1999 Congress on Evolutionary Computation, CEC 1999*, *3*, 1951–1957.

Engelbrecht, A. P. (2007). *Computational Intelligence: An Introduction* (Second). John Wiley & Sons, Ltd. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25964-2_2

Erwin, A., Gopalan, R. P., & Achuthan, N. R. (2007). CTU-Mine: An Efficient High Utility Itemset Mining Algorithm Using the Pattern Growth Approach. *7th IEEE International Conference on Computer and Information Technology (CIT 2007)*, 71–76. https://doi.org/10.1109/CIT.2007.120

Fournier-Viger, P., Lin, C. ., Gomaris, A., Gueniche, T., Soltani, A., Deng, Z., & Lam, H. T. (2016). SPMF: a Java Open-Source Pattern Mining Library Version 2. *Proc. 19th European Conference on Principles of Data Mining and Knowledge Discovery (PKDD 2016*, 36–40. http://www.philippe-fournier-viger.com/spmf/

Fournier-Viger, P., Wu, C. W., Zida, S., & Tseng, V. S. (2014). FHM: Faster high-utility itemset mining using estimated utility co-occurrence pruning. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *8502 LNAI*(June), 83–92. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08326-1_9

Gunawan, R., Winarko, E., & Pulungan, R. (2020). A BPSO-based method for high-utility itemset mining without minimum utility threshold. *Knowledge-Based Systems*, *190*. https://doi.org/10.1016/j.knosys.2019.105164

Gunawan, R., Winarko, E., & Pulungan, R. (2022). Performance comparison of inertia weight and acceleration coefficients of BPSO in the context of high-utility itemset mining. *Evolutionary Intelligence*, *0123456789*. https://doi.org/10.1007/s12065-022-00707-0

Han, J., Jian, P., & Yin, Y. (2000). Mining frequent patterns without candidate generation. *SIGMOD ’00 Proceedings of the 2000 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*, *1*, 1–12.

Kannimuthu, S., & Premalatha, K. (2013). Discovery of high utility itemsets using genetic algorithm. *International Journal of Engineering and Technology*, *5*(6), 4866–4880. https://doi.org/10.1080/08839514.2014.891839

Kazimipour, B., Li, X., & Qin, A. K. (2014). A review of population initialization techniques for evolutionary algorithms. *2014 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*, 2585–2592. https://doi.org/10.1109/CEC.2014.6900618

Lin, C.-W., Hong, T.-P., & Lu, W.-H. (2011). An effective tree structure for mining high utility itemsets. *Expert Systems with Applications*, *38*(6), 7419–7424.

Lin, J. C.-W., Yang, L., Fournier-Viger, P., Frnda, J., Sevcik, L., & Voznak, M. (2015). An Evolutionary Algorithm to Mine High-Utility Itemsets. *Advances in Electrical and Electronic Engineering*, *13*(4), 392–398.

Lin, J. C. W., Yang, L., Fournier-Viger, P., Hong, T. P., & Voznak, M. (2017). A binary PSO approach to mine high-utility itemsets. *Soft Computing*, *21*(17), 5103–5121. https://doi.org/10.1007/s00500-016-2106-1

Liu, J., Mei, Y., & Li, X. (2016). An analysis of the inertia weight parameter for binary particle swarm optimization. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, *20*(5), 666–681. https://doi.org/10.1109/TEVC.2015.2503422

Liu, M., & Qu, J. (2012). Mining High Utility Itemsets without Candidate Generation Categories and Subject Descriptors. *Proceedings of the 21st ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM)*, 55–64.

Liu, Y., Liao, W., & Choudhary, A. (2005a). A fast high utility itemsets mining algorithm. *Proceedings of the 1st International Workshop on Utility-Based Data Mining - UBDM ’05*, 90–99. https://doi.org/10.1145/1089827.1089839

Liu, Y., Liao, W., & Choudhary, A. (2005b). A two-phase algorithm for fast discovery of high utility itemsets. *Proceeding PAKDD’05 Proceedings of the 9th Pacific-Asia Conference on Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*, 689–695. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1007/11430919_79

Mai, T., Vo, B., & Nguyen, L. T. T. (2017). A lattice-based approach for mining high utility association rules. *Information Sciences*, *399*, 81–97. https://doi.org/10.1016/j.ins.2017.02.058

Nickabadi, A., Ebadzadeh, M. M., & Safabakhsh, R. (2011). A novel particle swarm optimization algorithm with adaptive inertia weight. *Applied Soft Computing Journal*, *11*(4), 3658–3670. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2011.01.037

Richards, M., & Ventura, D. (2004). Choosing a starting configuration for particle swarm optimization. *2004 IEEE International Joint Conference on Neural Networks (IEEE Cat.No.04CH37541)*, *3*, 2309–2312. https://doi.org/10.1109/IJCNN.2004.1380986

Tasgetiren, M. F., & Liang, Y.-C. (2004). A Binary Particle Swarm Optimization Algorithm for Lot Sizing Problem. *Journal of Economic and Social Research*, *5*(2), 1–20. http://jesr.journal.fatih.edu.tr/jesr.tasgetiren-liang.pdf

Tseng, V., Wu, C., Shie, B., & Yu, P. (2010). {UP-Growth}: an efficient algorithm for high utility itemset mining. *Proceedings of the ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 253–262.

Yao, H., Hamilton, H. J., & Butz, C. J. (2004a). A Foundational Approach to Mining Itemset Utilities from Databases. *Proceedings of the 2004 SIAM International Conference on Data Mining*, 482–486. https://doi.org/10.1137/1.9781611972740.51

Yao, H., Hamilton, H. J., & Butz, C. J. (2004b). A Foundational Approach to Mining Itemset Utilities from Databases. *Proceedings of the 2004 Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM) International Conference on Data Mining*, 482–486.

Zhang, C., Almpanidis, G., Wang, W., & Liu, C. (2018). An empirical evaluation of high utility itemset mining algorithms. *Expert Systems with Applications*, *101*, 91–115.

Zida, S., Fournier-Viger, P., Lin, J. C. W., Wu, C. W., & Tseng, V. S. (2015). EFIM: A highly efficient algorithm for high-utility itemset mining. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, *9413*, 530–546. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27060-9_44

PERBANDINGAN PEMBACAAN DATA LAPORAN PENGGUNA LMS BELAJAR MENGGUNAKAN VISUALISASI GOOGLE ANALYTICS DAN GOOGLE DATA STUDIO

Stephanus Christiono Eka Putra
Biro Administrasi Perencanaan dan Sistem Informasi, Universitas Sanata Dharma
**Email : chris@mail.usd.ac.id*

Abstrak

Setiap situs web dapat diintregrasikan dengan *tools* analitik data seperti Google Analytics untuk memudahkan pemilik situs melakukan analisa statistik pengunjung yang mengakses situsnya, termasuk *Learning Management System* (LMS). Namun, fakta yang terjadi banyak pemilik situs kesulitan membaca data yang ditampilkan oleh Google Analytics. Solusi lain yang dapat diberikan untuk membaca laporan data statistik situs adalah dengan memanfaatkan *tools* Google Data Studio. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kemudahan pembacaan statistik pengguna LMS yang berasal dari visualisasi Google Analytics dan Google Data Studio. Parameter yang dibandingkan meliputi pengguna aktif berdasarkan dimensi bulan, kategori perangkat, wilayah pengguna dan *browser* yang digunakan oleh pengguna situs LMS Belajar di Universitas Sanata Dharma pada rentang waktu tertentu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif, dimana peneliti berperan sebagai instrument kunci dan melukiskan suatu keadaan secara objektif berdasarkan fakta-fakta yang tampak. Berdasarkan hasil penelitian ini disimpulkan bahwa pembacaan data statistik menggunakan visualisasi Google Data Studio lebih mudah, sederhana dan fleksibel dibandingkan Google Analytics. Data yang diberikan bersifat *realtime* sehingga laporan yang diperoleh lebih menarik dan mudah dipahami oleh pengguna lain di luar administrator situs LMS, seperti rektorat maupun kepala pusat atau biro yang membutuhkan data.

Kata kunci: analisis web, Google Analytics, Google Data Studio, *learning management system*, lms, moodle

COMPARISON OF READING LMS USER REPORT DATA USING GOOGLE ANALYTIC AND GOOGLE DATA STUDIO VISUALIZATION

Stephanus Christiono Eka Putra
Biro Administrasi Perencanaan dan Sistem Informasi, Universitas Sanata Dharma
**Email : chris@mail.usd.ac.id*

Abstract

Each website can be integrated with data analytics tools such as Google Analytics to make it easier for site owners to perform statistical analysis of visitors who access their sites, including Learning Management System (LMS). However, the fact is that many site owners have difficulty reading the data displayed by Google

Analytics. Another solution that can be given to read site statistical data reports is to use Google Data Studio tools. This study aims to compare the ease of reading LMS user statistics derived from the visualization of Google Analytics and Google Data Studio. The parameters compared include active users based on the dimensions of the month, device category, user area and browser used by users of the Learning LMS site at Sanata Dharma University in a certain time range. The method used in this study is a qualitative descriptive method, where the researcher acts as a key instrument and describes a situation objectively based on visible facts. Based on the results of this study, it is concluded that reading statistical data using Google Data Studio visualization is easier, simpler and more flexible than Google Analytics. The data provided is real-time so that the reports obtained are more interesting and easily understood by other users outside the LMS site administrator, such as the rector or head of the center or bureau who need data.

Keywords: Google Analytics, Google Data Studio, learning management system, lms, moodle, web analysis

Pendahuluan

Pembelajaran jarak jauh telah menjadi bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam dunia pendidikan di Indonesia, bahkan jauh sebelum pandemi COVID-19. Hal tersebut sudah dipandang sebagai salah satu solusi yang ditawarkan oleh pemerintah Indonesia sejak tahun 2003, dimana pembelajaran jarak jauh menjadi bagian dalam UU Nomor 20 Tahun 2003 tentang sistem pendidikan nasional.

Pandemi COVID-19 justru membuat proses pembelajaran jarak jauh menjadi salah satu hal yang harus dilakukan di seluruh tingkatan pendidikan, mulai dari pendidikan dasar, menengah, hingga pendidikan tinggi. Berbagai perubahan, adaptasi dan inovasi harus dilakukan untuk menjamin proses pembelajaran tetap berjalan dengan baik.

Learning Management System (LMS) menjadi salah satu *platform* yang banyak digunakan oleh penyelenggara pendidikan seperti Perguruan Tinggi untuk mendukung dan mengelola pembelajaran dalam jaringan (daring) agar proses belajar mengajar tetap dapat berjalan optimal (Mahnegar, 2012). Salah satu LMS yang paling populer dan banyak dipilih oleh perguruan tinggi di Indonesia untuk mendukung pembelajaran jarak jauh adalah Moodle. LMS Moodle digunakan oleh Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan RI dalam menjalankan program Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) dan Sistem Pembelajaran Daring Indonesia (SPADA Indonesia). Penggunaan LMS Moodle ini juga diimplementasikan di Universitas Sanata Dharma melalui LMS Belajar yang dapat diakses pada alamat url www.belajar.usd.ac.id.

Selain digunakan untuk proses belajar mengajar secara daring, beberapa pihak membutuhkan laporan statistik data yang dimiliki oleh LMS yang digunakan untuk tujuan monitoring, evaluasi bahkan untuk pelengkap data akreditasi. Untuk dapat memperoleh data statistik situs LMS yang digunakan, administrator situs LMS biasanya memanfaatkan *tools* dari Google yang bernama Google Analytics.

Google Analytics merupakan perangkat lunak gratis yang disediakan oleh Google untuk melihat statistik sebuah situs, mulai dari berapa banyak pengunjung, darimana pengunjung itu berasal, perangkat dan browser yang digunakan hingga perilaku lain dari pengunjung situs (Hendriadi & Dedih, 2014). Perangkat ini

memberikan kemudahan dalam akses data statistik sebuah situs dan dapat menampilkan data yang cukup lengkap. Meskipun demikian, Google Analytics memiliki keterbatasan bagi pembaca, terutama orang awam yang ingin membaca data secara langsung. Beberapa kelemahan dari Google Analytics antara lain diperlukan akses khusus (*login*) untuk dapat melihat data statistik yang diperlukan, serta tampilannya cukup rumit untuk diterjemahkan tanpa adanya pengetahuan dan pengalaman dalam pengelolaan situs website. Selain itu data yang divisualisasikan juga tidak menampilkan data detail yang sebenarnya, namun lebih kepada ringkasan data yang umumnya berdasarkan pembulatan nilai. Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis mencari alternatif *tools* lain yang dapat digunakan untuk memudahkan pembacaan data yang diberikan oleh Google Analytics, salah satunya adalah Google Data Studio.

Google Data Studio merupakan *tools* gratis berbasis *cloud* dari Google yang dirancang untuk mengubah data dari beberapa sumber data seperti Google Analytics, Spreadsheet Excel, MySQL menjadi laporan yang menarik, informatif, mudah dibaca, mudah dibagikan dan visualisasinya dapat dibuat sesuai dengan keinginan penggunanya (Fernando, 2018). Dalam melakukan pembacaan laporan statistik sebuah situs, visualisasi data yang menarik dan mudah dipahami menjadi hal yang cukup penting. Buku *Big Data Visualization* mengatakan jika visualisasi data memainkan peran penting karena visualisasi data telah memasuki era baru (Miller, 2017). Grafik yang bagus dan tampilan yang menarik bukan hanya menjadi tuntutan, integrasi dengan sumber data, kemudahan berbagi informasi saat ini juga menjadi tuntutan untuk visualisasi data.

Banyak contoh visualisasi data menggunakan Google Data Studio yang sudah dirancang dan diimplementasikan seperti perancangan dashboard visualisasi dan web apps sebagai input data pada PT. Pulau-Pulau Media (Altanny, P., 2021), Perancangan dashboard untuk visualisasi harga dan pasokan beras di Pasar Induk Beras Cipinang (Sugiarto dkk, 2021), Pemanfaatan google data studio untuk visualisasi e-rapor siswa SMAN 2 Balikpapan (Dedy Sugiarto et al., 2021) dan Optimalisasi Dashboard pada sistem penilaian ujian mahasiswa sebagai media informasi perguruan Tinggi (Rahardja dkk, 2017).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan kemudahan pembacaan data statistik pengguna LMS yang berasal dari visualisasi data Google. Analytics dan Google Data Studio, sehingga dapat dimanfaatkan untuk mempercepat waktu analisa data. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif. Penelitian dengan metode deskriptif kualitatif merupakan penelitian yang berlandaskan filsafat *postpositivisme* yang biasa digunakan untuk meneliti kondisi objek yang alamiah, dimana peneliti berperan sebagai instrumen kunci dan melakukan melukiskan suatu keadaan secara objektif atau berdasarkan fakta-fakta yang tampak (Sugiyono, 2013). Parameter yang akan dibandingkan meliputi pengguna aktif berdasarkan dimensi waktu, kategori perangkat, wilayah pengguna dan browser yang digunakan oleh pengguna situs LMS Belajar di Universitas Sanata Dharma sesuai rentang waktu tertentu.

Metode

Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif, dimana fenomena yang terjadi dijelaskan berdasarkan fakta yang tampak pada proses pembacaan data statistik situs LMS belajar melalui *platform* Google Analytics.

1. **Penentuan batasan masalah**

   Batasan masalah yang akan digunakan adalah parameter pengguna aktif berdasakan dimensi waktu, kategori perangkat, cakupan wilayah pengguna dan browser yang digunakan.

2. **Penentuan rentang waktu pengambilan data**

   Rentang waktu yang dipilih dalam penelitian ini adalah mulai tanggal 1 Februari 2021 hingga 31 Juli 2021, atau dalam rentang waktu 1 semester genap Tahun Ajaran 2020/2021.

3. **Proses integrasi LMS belajar dengan Google Analytic**

   Untuk melakukan integrasi antara Google Analytics dan LMS Belajar penulis melakukan langkah berikut:

   a) Mendaftar ke Google Analytics menggunakan akun google.
   b) Menyiapkan property akun seperti nama situs/nama aplikasi dan alamat url situs.
   c) Mengambil data *tracking ID* untuk kemudian ditempelkan pada meta tag situs yang akan dianalisis.
   d) Menambahkan *script tag meta* yang diberikan Google Analytics dan ditempelkan di antara kode <*head*> dan </*head*> yang ada di LMS Belajar.
   e) Menunggu beberapa saat hingga data statistik LMS muncul di dashboard Google Analytics.

4. **Desain visualisasi Google Data Studio sesuai parameter yang sudah ditentukan.**

   Desain visualisasi Google Data Studio dilakukan menggunakan akun google yang sama dengan yang digunakan saat mendaftar Google Analytics. Hal ini dilakukan agar proses pembacaan data yang divisualisasikan pada Google Data Studio berasal dari satu sumber yang sama. Secara umum, proses pembuatan desain visualisasi laporan statistik pengguna LMS di Google Data Studio dilakukan dengan mengambil data yang berasal dari Google Analytics LMS Belajar, kemudian menentukan dimensi dan metrik data yang akan divisualisasikan dan diakhiri dengan melakukan kustomisasi tampilan visualisasi data yang ada agar proses pembacaan data menjadi lebih mudah.

Tabel 1. Dimensi dan Metrik Data yang Divisualisasikan

Dimensi	Metrik
Bulan	Pengguna Aktif
Wilayah	Pengguna Aktif
Perangkat	Pengguna Aktif
Browser	Pengguna Aktif

5. **Analisa dan perbandingan visualisasi data**

   Proses analisa dan perbandingan visualisasi data antara Google Analytics dan Google Data Studio dilakukan dengan menentukan perbedaan mendasar yang tampak. Setelah itu dilakukan perbandingan visualisasi laporan data berdasarkan dimensi bulan, wilayah, perangkat dan *browser*.

Hasil dan Pembahasan

Learning Management System (LMS)

Learning Management System atau disingkat LMS menurut Ellis (2009) adalah aplikasi perangkat lunak yang mengotomatisasi administrasi, pelacakan, dan pelaporan acara pelatihan. Lebih lanjut Ellis juga mengatakan bahwa LMS yang kuat harus dapat melakukan beberapa hal seperti mampu mengotomatisasi administrasi, dapat menggunakan layanan mandiri, mampu memberikan konten pembelajaran dengan cepat, mampu mengkonsolidasikan inisiatif pelatihan pada platform berbasis web yang dapat diskalakan, mendukung portabilitas dan mampu mempersonalisasi konten serta memungkinkan penggunaan kembali pengetahuan. Singkatnya *Learning Management System* (LMS) merupakan suatu aplikasi atau *software* yang digunakan untuk mengelola pembelajaran online yang meliputi beberapa aspek yaitu materi, penempatan, pengelolaan, dan penilaian (Mahnegar, 2012)

Berdasarkan beberapa pandangan dan pendapat tentang LMS di atas, maka dapat disimpulkan bahwa secara umum LMS merupakan suatu perangkat lunak yang memiliki fitur-fitur dalam proses pembelajaran. Dengan menggunakan LMS pengajar dapat mengelola kelas sesuai dengan kebutuhan kegiatan belajar mengajar yang akan dilakukannya bersama siswa didiknya. Beberapa contoh LMS yang sering digunakan oleh perguruan tinggi di Indonesia adalah Moodle, Google Classroom, Schoology, Edmodo, EdLink.

Moodle

Menurut Susan Smith dan William Rice dalam bukunya yang berjudul *Moodle 3 E-Learning Course Development Fourth Edition* (2018), Moodle adalah akronim untuk *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* yang merupakan *Learning Management System* (LMS) *open source* gratis yang memungkinkan kita untuk menciptakan pengalaman belajar *online* yang kuat, fleksibel, dan menarik. Moodle bisa diunduh secara gratis dari *www.moodle.org*. Moodle merupakan aplikasi berbasis web (*web-based*) yang memungkinkan setiap aktivitas pembelajaran seperti akses materi, diskusi, tanya jawab, hingga evaluasi dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan browser. Sebagai sebuah LMS, Moodle memiliki banyak fitur. Berdasarkan situs resminya, beberapa fitur umum moodle meliputi *File Management*, *Personalized Dashboard*, *Progress Tracking*, *Inline Feedback*, dan *Multimedia Integration*.

Purnajaya (2021) mengungkapkan tiga manfaat pembelajaran daring dengan menggunakan Moodle, yaitu memungkinkan interaksi pembelajaran terjadi dari mana saja dan kapan saja, menjangkau peserta dalam ruang lingkup yang luas, dan memfasilitasi peningkatan dan penyimpanan materi pembelajaran. Banyaknya fitur dan manfaat yang diberikan Moodle telah membuat LMS yang diciptakan oleh Martin Dougiamas dari Universitas Teknologi Curtin, Australia selalu masuk ke dalam top 20 LMS yang paling banyak digunakan di dunia.

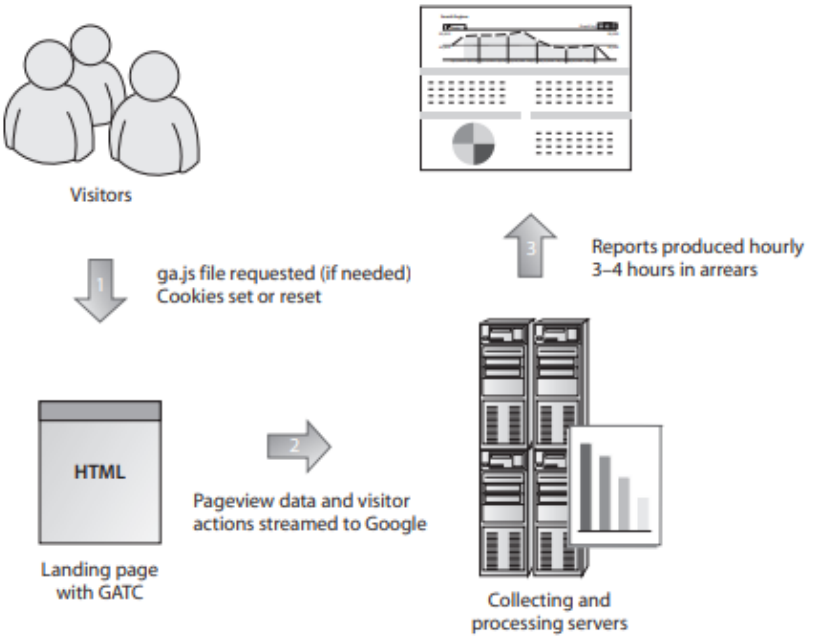
Google Analytics

Google Analytics merupakan layanan gratis dari Google yang diluncurkan pada 11 November 2005 dan dapat diakses melalui alamat *google.com/analytics/*. Layanan ini menyajikan informasi yang berhubungan dengan data statistik pengunjung suatu situs web. Dengan menggunakan Google Analytics seseorang dapat membuat *report* tentang *traffic* website/blog dalam jangka waktu harian, mingguan, atau bulanan. Sama seperti perangkat lunak pengumpul data analisis web lainnya, Google Analytics mengumpulkan data dengan cara memainkan *cookie* yang dimiliki oleh sebuah situs web dan merupakan aplikasi tag halaman yang menggunakan *cookie* pihak pertama. Dengan metode ini, semua pengumpulan data, pemrosesan, pemeliharaan, dan peningkatan program dikelola oleh Google (Clifton, 2012).

Sebagai aplikasi tag halaman, pengguna perlu menyalin tag meta yang diberikan oleh Google Analytics dan ditempelkan di antara kode <*head*> dan </*head*> situs untuk dapat memperoleh data analytics. Setelah berhasil ditempelkan, sistem akan memerlukan waktu hingga 3 hari untuk memverifikasi situs. Jika lolos verifikasi, maka Google Analytics akan menampilkan data statistik pengunjung situs secara otomatis.

Secara lebih lanjut, Clifton menjelaskan tiga langkah cara kerja Google Analytics.

1. Pengunjung mengakses situs, sistem akan melakukan proses terhadap *Google Analytics Tracking Code* (GATC) yang akan mengambil data seperti informasi tempat, laman url, ID unik, resolusi layar, perangkat yang digunakan, *browser* dari *cache browser* pengunjung.
2. GATC akan mengirimkan data ke server pengumpulan data Google.
3. Google memproses data yang dikumpulkan dan memperbaharui data Google Analytics kita setiap jam. Namun terkadang karena data yang diberikan besar, laporan biasanya ditampilkan dalam 3-4 jam.



Gambar 1. Skema cara kerja Google Analytics (Clifton, 2012)

Google Analytics menyediakan berbagai fitur yang bisa diakses melalui menu sidebar untuk kepentingan pemilik web dalam memantau kegiatan di situsnya antara lain:

1. **Laporan *Real-Time***
   Laporan ini berisi tentang jumlah pengunjung secara *real time*. Laporan dibagi lagi menjadi beberapa sesi seperti dari mana asal pengunjung, perangkat yang digunakan, peramban/*browser* yang digunakan, serta kata kunci yang digunakan pengunjung.
2. **Audiens**
   Menu audiens menunjukkan tren pengunjung dari waktu ke waktu, termasuk rasio antara pengunjung baru dengan pengunjung lama yang kembali.
3. **Akuisisi**
   Akuisisi secara umum menunjukkan dari mana saluran pengunjung berasal. Google Analytics akan membagi menjadi beberapa kategori saluran seperti Penelusuran Organik, *Direct, Social Media*, ataupun Referal.
4. **Perilaku (*Behaviour*)**
   Menu ini menunjukkan rata-rata performa situs seperti tayangan halaman dan rata-rata waktu yang dihabiskan pengunjung di situs.

Google Analytics sangat membantu pemilik situs untuk mendapatkan data pengunjung situsnya dengan mudah, namun tidak semua pemilik situs dapat memahami cara membaca dan mengatur dimensi maupun metrics Google Analytics. Hal ini merupakan salah satu kelemahan yang dimiliki Google Analytics, yaitu tampilan laporan yang cukup kompleks untuk dipahami oleh orang awam yang belum memiliki pengalaman dalam pengelolaan sebuah situs website.

Google Data Studio

Google Data Studio adalah produk visualisasi data kolaboratif gratis, terintegrasi erat dengan komponen lain dari portofolio Google seperti Google Analytics 360 Suite, Google AdWords, DoubleClick Campaign Manager, Google BigQuery, Google Spreadsheet, dan banyak lagi. Produk ini memanfaatkan layanan Google Cloud Storage (GCS), autentikasi akun Google, fungsionalitas Google Docs, dan menawarkan kemampuan keamanan serta fasilitas berbagi yang canggih. (Fernando, 2018). Layanan Google ini diluncurkan pada Mei 2016 sebagai bagian dari Analytics 360 Suite berbayar. Namun pada bulan Agustus 2016, Google membuat layanan ini menjadi gratis bagi publik. Tujuan dari Google Data Studio adalah untuk membantu pengguna dalam membuat laporan yang dinamis, lebih menarik secara tampilan namun tetap terbubung dengan berbagai sumber data milik Google.

Keunggulan dari Google Data Studio adalah kemampuannya untuk memberikan visualiasasi laporan yang menarik dan mudah dipahami oleh penggunanya dalam bentuk *chart* dan grafik serta tabel. Kelebihan dari Google Data Studio selain dalam hal visualisasi laporan adalah terintegrasi dengan Google Platform, berbasis Cloud, Gratis dan memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan beberapa sumber data ke dalam satu laporan dan memungkinkan pembaruan laporan secara dinamis.

Berbeda dengan Google Analytics yang membutuhkan akses login bagi yang ingin melihat laporan yang dibagikan, Google Data Studio justru hanya membutuhkan link berbagi untuk dapat memberikan laporan kepada pengguna publik. Selain itu, saat membagikan file Data Studio dengan pengguna lain yang bertindak sebagai tim, maka data laporan dapat dikerjakan secara bersama-sama secara *real time*.

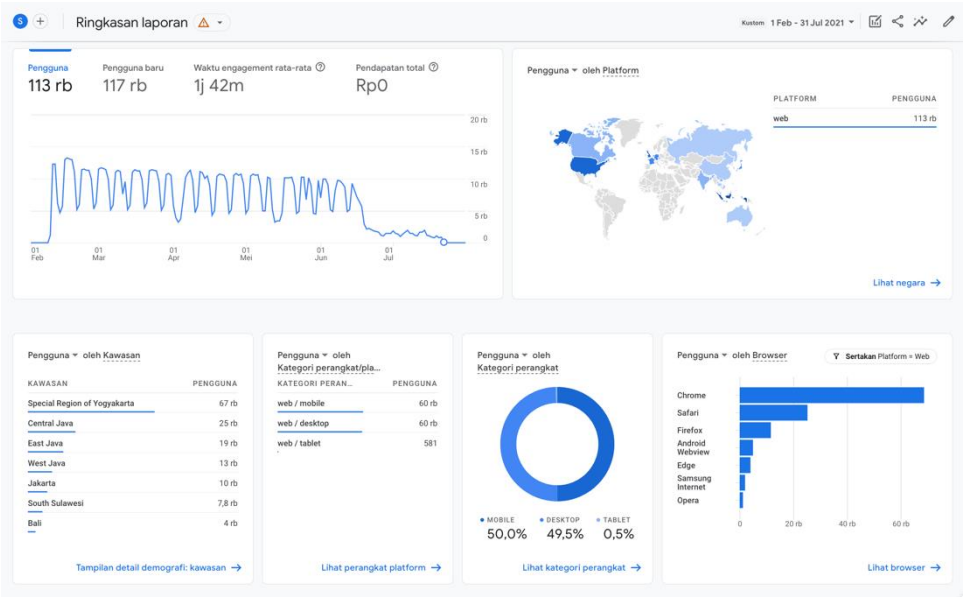
LMS Belajar

Learning Management System (LMS) Belajar merupakan LMS yang digunakan oleh Universitas Sanata Dharma untuk memfasilitasi proses pembelajaran jarak jauh antara Dosen dan Mahasiswa. LMS Belajar dikembangkan oleh tim yang dikoordinir oleh Pusat Pengembangan dan Inovasi Pembelajaran (PPIP) dengan memanfaatkan *platform* Moodle yang bersifat gratis dan *open source*. Secara umum LMS Belajar merupakan perkembangan dari LMS Sanata Dharma sebelumnya yang bernama ExelSa (*Experential Learning of Sanata Dharma*).

Sebagaimana yang dituliskan pada pengantar buku panduan LMS belajar untuk dosen, LMS Belajar hadir di tahun 2019 guna memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih bermakna bagi generasi jaman ini. LMS Belajar sendiri dapat diakses di alamat url https://belajar.usd.ac.id. Selama masa pandemi COVID-19, penggunaan LMS Belajar bersifat wajib dalam pembelajaran daring yang dilakukan di Universitas Sanata Dharma. Hal itu diatur dalam Panduan Pembelajaran Daring Universitas Sanata Dharma Edisi 1, 2020.

Perbandingan Umum Laporan Data Google Analytics Dan Google Data Studio LMS Belajar

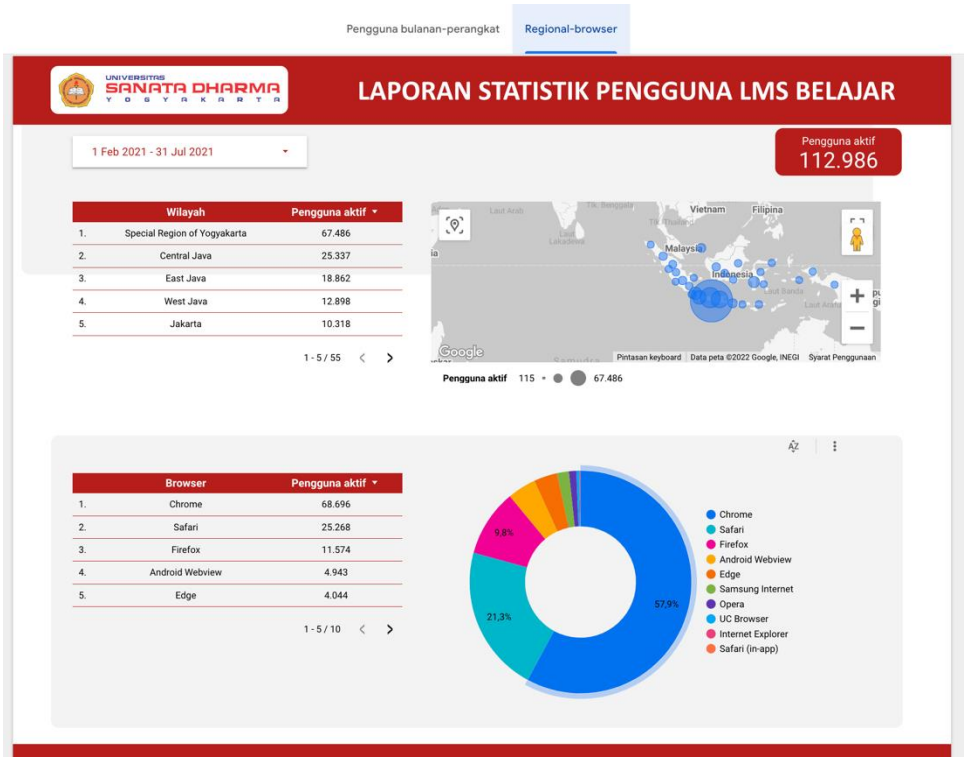
LMS Belajar yang telah terintegrasi dengan Google Analytics akan menampilkan data laporan yang bisa dibaca dan digunakan oleh pengelola situs untuk keperluan monitoring hingga evaluasi terhadap berapa banyak pengunjung, darimana pengunjung itu berasal, perangkat dan browser yang digunakan hingga perilaku lain dari pengunjung situs LMS.



Gambar 2. Visualisasi laporan data pengguna Google Analytics pengguna LMS Belajar



Gambar 3. Visualisasi laporan data pengguna Google Data Studio pengguna LMS Belajar halaman 1 (pengguna bulanan – perangkat)



Gambar 4. Visualisasi laporan data pengguna Google Data Studio pengguna LMS Belajar halaman 2 (regional – browser)

Secara umum, penulis menemukan beberapa perbedaan utama yang tampak saat menggunakan Google Analytics dan Google Data Studio (tabel 2).

Tabel 2. Perbandingan Umum Google Analytics dan Google Data Studio

No	Komponen yang dibandingkan	Google Analytics	Google Data Studio
1	Visualisasi tampilan	Kompleks	Sederhana
2	Kustomisasi kartu tampilan	Dibatasi 16 kartu	Tidak ada batasan
3	Penulisan informasi data ringkasan jumlah pengguna	Angka dibulatkan	Angka ditampilkan detail
4	Pembuatan diagram laporan	Sudah ditentukan sesuai kartu yang ada	Dapat dipilih sesuai keinginan
5	Visualisasi data ringkasan laporan	Ditampilkan dalam 1 halaman	Dapat ditampilkan dalam beberapa halaman sesuai kebutuhan
6	Cara melihat laporan	Harus login	Tanpa perlu login

Perbandingan Visualisasi Laporan Data Pengguna Aktif Google Analytics dan Google Data Studio

Visualisasi laporan data pengguna aktif yang akan dibandingkan terdiri dari empat dimensi yaitu dimensi waktu (bulan), wilayah, perangkat dan browser. Rentang waktu yang digunakan mulai tanggal 1 Februari 2021 – 31 Juli 2021.

1. **Visualisasi laporan data Google Analytics dan Google Data Studio berdasarkan dimensi waktu**



Gambar 5. Visualisasi Google Analytics pengguna LMS Belajar berdasarkan dimensi waktu



Gambar 6. Visualisasi Google Data Studio pengguna LMS Belajar berdasarkan dimensi waktu

Berdasarkan tampilan visualisasi data pengguna LMS Belajar yang tampak pada gambar 5 dan gambar 6, penulis menemukan tiga hal mendasar yang cukup membedakan antara laporan data statistik pengguna yang ditampilkan oleh Google Analytics (gambar 5) dan Google Data Studio (gambar 6). Dari sisi visualisasi data, Google Analytics menampilkan data berupa *line chart* yang tidak secara jelas menampilkan data jumlah pengguna per bulan sedangkan Google Data Studio dapat menampilkan data setiap bulan berupa tabel dan grafik *bar chart.*

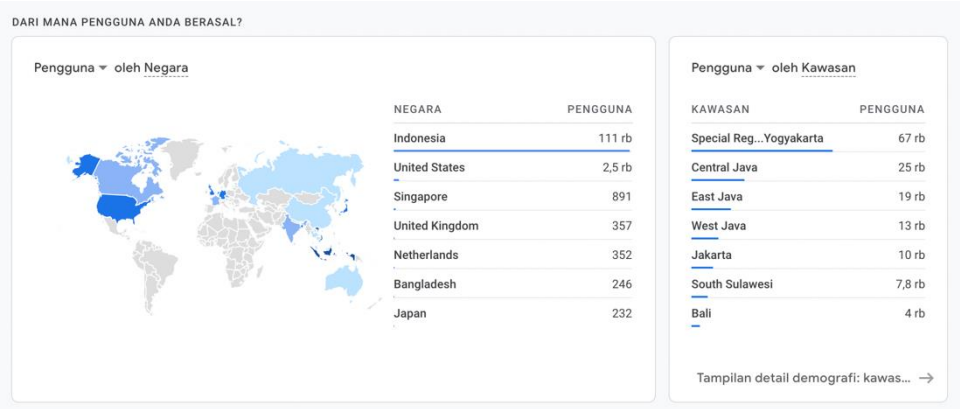
Dari sisi data total pengguna yang ditampilkan, Google Analytics menampilkan total pengguna aktif yang mengakses LMS Belajar sebanyak 113.000 *user*. Data tersebut merupakan hasil pembulatan dari 112.987 yang merupakan data detail total pengguna aktif LMS Belajar selama periode bulan 1 Februari – 31 Juli 2021. Dari sisi informasi data lain yang muncul pada visualisasi laporan, Google

Analytics menampilkan informasi yang tidak perlu diketahui oleh user umum seperti informasi total pengguna baru, total waktu engagement rata-rata dan pendapatan total. Sedangkan Google Data Studio tidak ada informasi lain selain data total pengguna aktif.

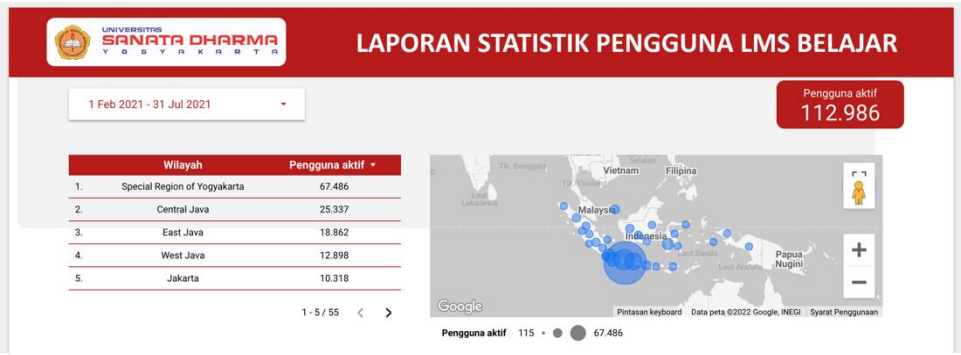
Tabel 3. Perbandingan Visualisasi Laporan Data Google Analytics dan Google Data Studio Berdasarkan Dimensi Waktu

No	Komponen yang dibandingkan	Google Analytics	Google Data Studio
1	Visualisasi data	Line Chart	Tabel dan Bar Chart
2	Data total pengguna yang ditampilan	113 rb	112.987
3	Informasi data lain yang muncul	Pengguna baru, waktu engagement rata-rata, pendapatan total	Tidak ada

2. Visualisasi laporan data Google Analytics dan Google Data Studio berdasarkan dimensi wilayah



Gambar 7. Google Analytics pengguna LMS Belajar Bbrdasarkan dimensi wilayah



Gambar 8. Visualisasi Google Data Studio pengguna LMS Belajar berdasarkan dimensi wilayah

Gambar 7 dan gambar 8 merupakan tampilan visualisasi data pengguna LMS Belajar berdasarkan dimensi wilayah. Dari tampilan tersebut terlihat ada sedikit perbedaan yang muncul antara visualisasi data menggunakan Google Analytics dan Google Data Studio.

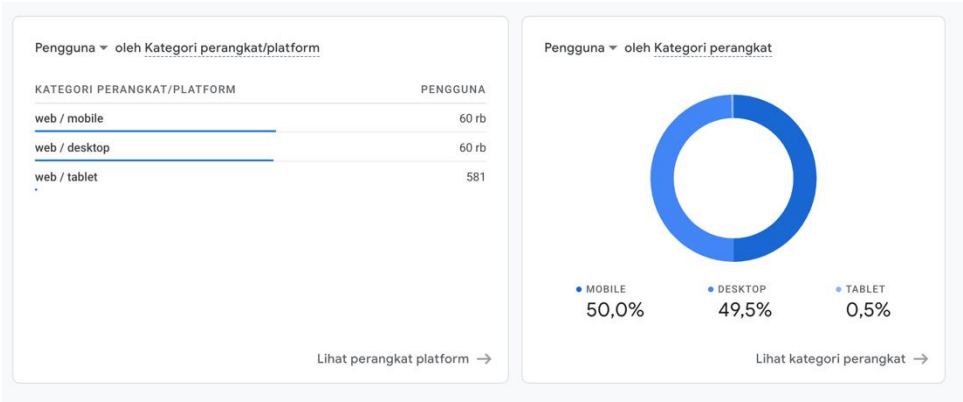
Dari sisi visualisasi data, Google Analytics menampilkan data berupa peta wilayah (*world*) secara penuh lengkap dengan data jumlah pengguna berdasarkan negara yang paling banyak mengakses situs LMS belajar. Selain itu, terdapat juga tambahan informasi tabel pengguna berdasarkan kawasan/regional di negara Indonesia. Sedangkan Google Data Studio hanya menampilkan tabel pengguna aktif LMS Belajar berdasarkan wilayah lengkap dengan peta regional saja.

Dari sisi data total pengguna yang ditampilkan, Google Analytics menampilkan ringkasan data pengguna. Sedangkan Google Data Studio menampilkan data pengguna dengan angka yang detail (bukan berdasarkan pembulatan nilai)

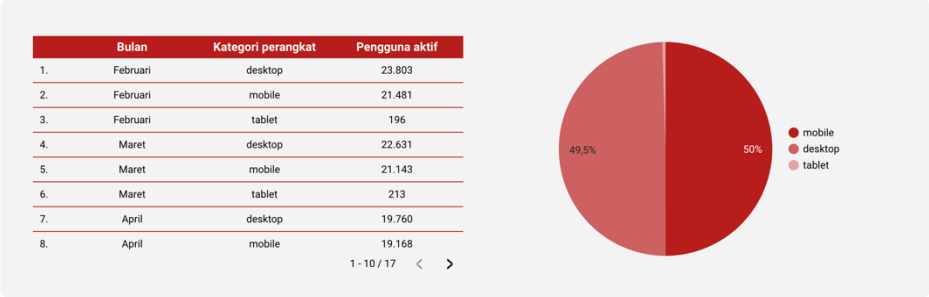
Tabel 4. Perbandingan Visualisasi Laporan Data Google Analytics dan Google Data Studio Berdasarkan Dimensi Wilayah

No	Komponen yang dibandingkan	Google Analytics	Google Data Studio
1	Visualisasi data	Peta dunia, tabel negara dan kawasan	Peta regional, tabel kasawan
2	Data total pengguna yang ditampilan	Data hasil pembulatan	Data real dan detail
3	Informasi data lain yang muncul	Menampilkan detail demografi: kawasan dari pengguna	Memunculkan pengguna aktif wilayah paling sedikit dan paling banyak

3. Visualisasi laporan data Google Analytics dan Google Data Studio berdasarkan dimensi perangkat



Gambar 9. Visualisasi Google Analytics pengguna LMS Belajar berdasarkan dimensi perangkat



Gambar 10. Visualisasi Google Data Studio pengguna LMS Belajar berdasarkan dimensi perangkat

Berdasarkan tampilan visualisasi pengguna LMS belajar menurut dimensi perangkat yang tampak pada gambar 9 dan gambar 10, penulis menemukan beberapa perbedaan yang muncul. Data laporan pengguna LMS Belajar hasil visualisasi Google Analytics memunculkan tabel data pengguna berdasarkan kategori perangkat/platform yang digunakan dan diberikan grafik berupa diagram donat, sedangkan pada data laporan pengguna LMS Belajar hasil visualisasi Google Data Studio menampilkan informasi data kategori perangkat per bulan dan grafik berupa diagram lingkaran.

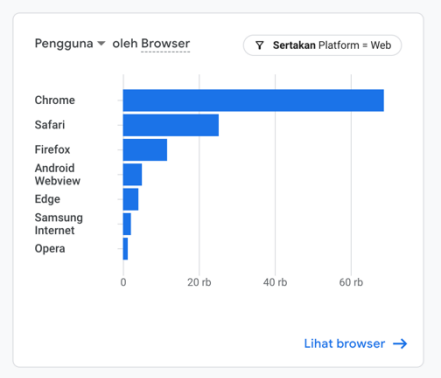
Perbedaan lain yang tampak adalah adanya pembulatan angka yang ditampilkan oleh laporan Google Analytics, sedangkan pada laporan Google Data Studio, data pengguna ditampilkan secara detail tanpa ada pembulatan nilai. Informasi yang muncul pada laporan Google Data Analytics berupa detail perangkat platform pengguna dan detail kategori perangkat pengguna. Sedangkan pada Google Data Studio tidak ada informasi lain yang dimunculkan.

Tabel 5. Perbandingan Visualisasi Laporan Data Google Analytics dan Google Data Studio Berdasarkan Dimensi Wilayah

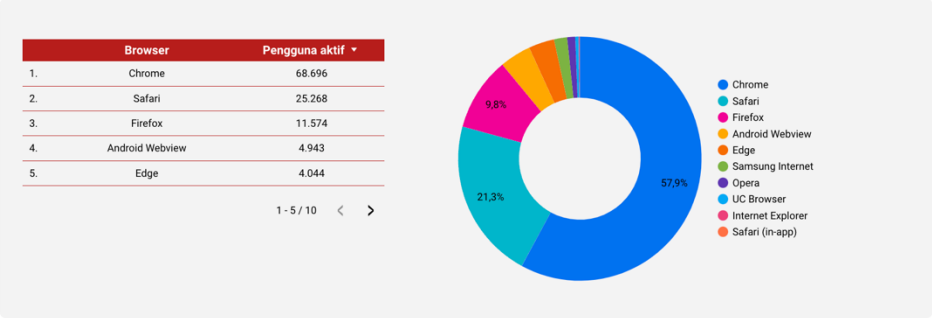
No	Komponen yang dibandingkan	Google Analytics	Google Data Studio

1	Visualisasi data	Kategori perangkat/ platform, diagram donat untuk kategori perangkat	Kategori perangkat per bulan, diagram lingkaran
2	Data total pengguna yang ditampilan	Data hasil pembulatan	Data real dan detail per bulan per perangkat
3	Informasi data lain yang muncul	Menampilkan detail perangkat platform dan kategori perangkat	Tidak memunculkan informasi lain

4. Visualisasi laporan data Google Analytics dan Google Data Studio berdasarkan dimensi browser



Gambar 11. Visualisasi Google Analytics pengguna LMS Belajar berdasarkan dimensi browser



Gambar 12. Visualisasi Google Data Studio pengguna LMS Belajar berdasarkan dimensi browser

Kategori browser dipilih oleh penulis untuk membandingkan laporan statistik pengguna aktif LMS Belajar karena kategori ini akan dapat membantu admin LMS memberikan informasi browser terbaik untuk mengakses LMS Belajar. Hal ini menjadi penting karena karakteristik dan teknologi browser berbeda-beda. Berikut tampilan laporan data statistik pengguna aktif LMS Belajar yang diberikan Google Analytics dan Google Data Studio berdasarkan kategori browser.

Gambar 11 menampilkan laporan statistik pengguna aktif LMS Belajar berdasarkan kategori *browser* dari Google Analytics. Data yang muncul merupakan data pengguna yang tergabung dalam ringkasan teknologi dan tampil dalam bentuk diagram batang (*bar chart*). Dari tampilan grafik yang diberikan Google Analytics

tidak ada data details jumlah pengguna. Hal ini kadang cukup menyulitkan pengelola situs ketika membutuhkan data detail terkait dengan jumlah pengguna.

Gambar 12 merupakan tampilan laporan statistik pengguna aktif LMS Belajar berdasarkan kategori *browser* dari Google Data Studio. Berbeda dengan tampilan yang diberikan Google Analytics, data dari Google Data Studio menampilkan informasi pengguna aktif dalam bentuk tabel dan diagram donat dengan warna yang bervariasi, tidak monokrom seperti tampilan Google Analytics. Informasi dari diagram donat lebih lengkap karena menampilkan persentase pengguna berdasarkan tabel kategori browser.

Tabel 6. Perbandingan Visualisasi Google Analytics dan Google Data Studio s

No	Komponen yang dibandingkan	Google Analytics	Google Data Studio
1	Visualisasi data	Diagram batang	Tabel dan diagram donat
2	Data total pengguna yang ditampilan	Data hasil pembulatan	Data real dan detail
3	Informasi data lain yang muncul	Menampilkan detail browser	Tidak memunculkan informasi lain

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini disimpulkan bahwa pembacaan data statistik pengguna LMS menggunakan visualisasi Google Data Studio jauh lebih mudah, sederhana dan fleksibel daripada Google Analytics. Selain itu data yang diberikan oleh visualisasi Google Data Studio lebih detail karena dapat menampilkan nilai data yang lengkap dibandingkan dengan laporan Google Analytics yang hanya memberikan nilai pembulatan dari data yang ada.

Daftar Pustaka

Altanny, P. (2021). *Perancangan Dashboard Visualisasi dan Web Apps sebagai Input Data pada PT Pulau-Pulau Media*. Universitas Multimedia Nusantara.

Bradley, V. M. (2021). Learning Management System (LMS) Use with Online Instruction. *International Journal of Technology in Education*, *4*(1), 68–92. https://doi.org/10.46328/ijte.36

Büchner, A. (2016). *Moodle 3 Administration*. Birmingham: Packt Publishing.

Chen, C., Härdle, W., & Unwin, A. (2008). Handbook of Data Visualization. *Handbook of Data Visualization*. https://doi.org/10.1007/978-3-540-33037-0

Clifton, B. (2012). *Advanced web metrics with Google Analytics 3rd Edition*. California: Sybex Inc.

Dedy Sugiarto, Is Mardianto, Muhammad Najih, Daniel Adrian, & Dimas Adi Pratama. (2021). Pemanfaatan Google Data Studio Untuk Visualisasi E-Rapor Siswa Sman 2 Balikpapan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat ITK (PIKAT)*, *2*(2), 87–94. https://doi.org/10.35718/pikat.v2i2.619

Ellis, R. K. (2009). *Field Guide to Learning Management Systems*. ASTD: Learning Circuits.

Fernando, D. (2018). *SNARTISI Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Informasi Visualisasi Data Menggunakan Google Data Studio: Vol. VOL. 1*. https://e-jurnal.lppmunsera.org/index.php/snartisi/article/view/808

Fitriani, Y. (2020). Analisa Pemanfaatan Learning Management System (Lms) Sebagai Media Pembelajaran Online Selama Pandemi Covid-19. *JISICOM (Journal of Information System, Informatics and Computing)*, *4*(2), 1–8. https://doi.org/10.52362/jisicom.v4i2.312

Hayat, N. H., Afrizal, S. vany, & Haryono, H. (2021). Penerapan Media Pembelajaran Daring Melalui Spada Dalam Meningkatkan Kompetensi Kognitif Mahasiswa (Studi Kasus di Pembelajaran Mata Kuliah Sosiologi Hukum dan Sosiologi Maritim). *Hermeneutika : Jurnal Hermeneutika*, *7*(1). https://doi.org/10.30870/hermeneutika.v7i1.10802

Hendriadi, A. A., & Dedih, D. (2014). Analisis Web Menggunakan Google Analytic Untuk Menyajikan Laporan Data Situs Dalam Proses Optimasi. *Majalah Ilmiah SOLUSI*, *1*(04), 7–19. https://doi.org/10.35706/solusi.v1i04.64

Hurst, L. (2020). *Hands on with Google Data Studio : a data citizen’s survival guide*. New York: Wiley

Kemendikbud, & Tohir, M. (2020). *Merdeka Belajar: Kampus Merdeka*. https://doi.org/10.31219/osf.io/sv8wq

Kemp Grant, & Gerry White. (2020). *Google data studio recipes tools to make your data actionable*. New York: Apress Publishing

Mahnegar, F. (2012). Learning Management System. *International Journal of Business and Social Science*, *3*(12).

Miller, J. D. (2017). *Big data visualization : learn effective tools and techniques to separate big data into manageable and logical components for efficient data visualization*. Birmingham: Packt Publishing.

Nash, S. S., & William Rice. (2018). *Moodle 3 E-Learning Course Development : Create highly engaging and interactive e-learning courses with Moodle 3, 4th Edition.* Birmingham: Packt Publishing.

Nugroho, A. (2012). Pengembangan Model Pembelajaran Jarak Jauh Berbasis Web. *Jurnal Transformatika*, *9*(2), 72–78. https://doi.org/10.26623/transformatika.v9i2.60

Purnajaya, A. R., & Yodi. (2021). *Panduan Penggunaan LMS Moodle 3.10 Untuk Mahasiswa*. Bandung: CV. Media Sains Indonesia.

Pusat Pengembangan dan Inovasi Pembelajaran. (2019). *Buku Panduan Untuk Dosen (belajar.usd.ac.id)*.

Saputri, T. A., Muharni, S., Perdana, A., & Sulistiyanto, S. (2021). Pemanfaatan Google Data Studio Untuk Visualisasi Data Bagi Kepala Gudang UD Salim Abadi. *Ilmu Komputer Untuk Masyarakat*, *2*(2), 67–72. https://doi.org/10.33096/ilkomas.v2i2.1067

Sugiarto, D., Is Mardianto, Muhammad Najih, Daniel Adrian, & Dimas Adi Pratama. (2021). Perancangan Dashboard Untuk Visualisasi Harga Dan Pasokan Beras Di Pasar Induk Beras Cipinang. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 12–19. https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2021.31.1.12

Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta

Universitas Sanata Dharma. (2020). *Panduan Pembelajaran Daring Universitas Sanata Dharma Edisi 1* (1st ed.).

Wahyuni, Y., & Sadiah, H. T. (2020). *Pengembangan Sistem Pembelajaran Daring (SPADA) Pada Mata Kuliah Pengantar Teknologi Informasi (PTI)*.

Waisberg, D. (2015). *Google Analytics integrations*. New York: Wiley

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PERBANDINGAN *PREPROCESSING* DENGAN BAHASA INDONESIA DAN INGGRIS DALAM ANALISIS SENTIMEN TERKAIT KULIAH DARING MENGGUNAKAN *MULTINOMIAL NAÏVE BAYES*

Bayu Restu Adji[1], J.B. Budi Darmawan[2]
[12]Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
Jl.Paingan, Krodan, Maguwoharjo, Kecamatan Depok, Sleman,
Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia 55281
E-mail : bayurestua@gmail.com[1], b.darmawan@usd.ac.id[2]

Abstrak

Pandemi virus corona yang semakin menyebar pada tahun 2020 membuat pelaksanaan perkuliahan dilakukan secara daring untuk mencegah penyebaran virus corona. Pelaksanaan kuliah yang dilaksanakan secara daring menimbulkan berbagai opini dari masyarakat dan para pelajar. Banyaknya opini terkait kuliah daring dapat dilakukan analisis sentimen untuk mengetahui opini apa yang banyak disampaikan masyarakat. Data yang digunakan sebanyak 4.014 dataset dengan kata kunci "kuliah daring". Dataset tersebut kemudian diberikan label menggunakan *textblob* dengan kelas positif, negatif, dan netral. Data akan diolah terlebih dahulu melalui proses *preprocessing*, dalam proses *preprocessing* akan digunakan dua skenario. Pada skenario pertama proses *preprocessing* akan dilakukan dengan menggunakan *stopword removal* dan *stemming* bahasa Indonesia. Pada skenario kedua data akan ditranslate terlebih dahulu kedalam bahasa Inggris lalu dilakukan proses *stopword removal* dan *stemming* menggunakan bahasa Inggris. Data kemudian akan diberikan bobot untuk setiap kata dan dilakukan klasifikasi menggunakan *Multinomial Naïve Bayes*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa proses *preprocessing* menggunakan bahasa Inggris mendapatkan hasil akurasi lebih tinggi dalam melakukan analisis sentimen sebesar 76.47% dibandingkan dengan proses *preprocessing* menggunakan bahasa Indonesia sebesar 63.86% .

Kata Kunci : analisis sentimen, kuliah daring ,*multinomial naïve bayes, preprocessing.*

Abstract

The corona virus pandemic that is increasingly spreading in 2020 has made lectures conducted online to prevent the spread of the corona virus. The implementation of lectures carried out online has generated various opinions from the public and students. The number of opinions related to online lectures can be done by sentiment analysis to find out what opinions are conveyed by the public. The data used are 4,014 datasets with the keyword "online lectures". The dataset is then labeled using a textblob with positive, negative, and neutral classes. The data will be processed first through the preprocessing process, in the preprocessing process two scenarios will be used. In the first scenario, the preprocessing process will be carried out using stopword removal and stemming in Indonesian. In the

second scenario, the data will be first translated into English and then the stopword removal and stemming process will be carried out using English. The data will then be given a weight for each word and classified using Multinomial Naïve Bayes. The results of this study indicate that the preprocessing process using English gets a higher accuracy result in conducting sentiment analysis by 76.47% compared to the preprocessing process using Indonesian at 63.86%.

Keywords *: sentiment analysis, online learning, multinomial naive bayes, preprocessing.*

Pendahuluan

Coronavirus Diseases-19 atau yang lebih dikenal dengan covid-19 adalah virus yang menyerang organ pernapasan manusia dengan gejala demam, sesak napas, batuk, dan infeksi saluran pernapasan. Covid-19 pertama kali di temukan di Wuhun pada akhir tahun 2019 dan menyebar ke berbagai negara dengan cepat. Penyebaran covid-19 dapat terjadi dengan cepat melalui kontak fisik saat berbicara, batuk atau bersin. Penyebaran yang semakin meluas membuat badan kesehatan dunia menetapakan darurat kesehatan masyarakat yang meresahkan masyarakat pada tanggal 30 Januari 2020 (Astini, Sari, 2020).

Covid-19 membawa dampak yang besar bagi berbagai sektor, salah satunya pada sektor Pendidikan. Pada sektor pendidikan Pemerintah Republik Indonesia berupaya mengurangi dampak penyebaran dengan mengeluarkan berbagai kebijakan seperti kebijakan yang dikeluarkan Nadiem Makarim selaku Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia menyatakan dalam rangka pencegahan pencegahan covid-19 perguruan tinggi yang terletak pada daerah yang sudah terdampak covid-19 wajib memberlakukan pembelajaran secara daring (Kemdikbud, 2020). Langkah mengurangi dampak penyebaran covid-19 di sektor pendidikan dipertegas kembali oleh Mentri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia dengan mengeluarkan Nomor 4 Tahun 2020 tentang pelaksanaan pendidikan di sekolah dan perguruan tinggi selama masa darurat covid-19 akan dilakukan secara daring (Dewi, 2020).

Menanggapi kebijakan yang dikeluarkan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan banyak masyarakat yang memberi banyak komentar maupun opini terkait perkuliahan yang dilakukan secara daring. Masyarakat pada umumnya menyampaikan komentar maunpun opini meraka di media sosial seperti Twitter . Tanggapan masyarakat terkait perkuliahan daring dapat dijadikan sebagai instrumen dalam mengukur tingkat kepuasan masyarakat mengenai kuliah daring dengan membagi ke dalam tiga kelas yaitu kelas positif, negatif, dan netral. Komentar dan opini masyarakat terkait kuliah daring dapat di jadikan alat ukur dalam pengambilan keputusan kebijakan kedepannya dan evaluasi bagi pemerintah terkait pelaksanaan kuliah daring.

Pengukuran tingkat kepuasan masyarakat terkait perkuliahan daring dapat dilakukan dengan metode analisis sentimen dengan menggunakan algoritma *machine learning*, seperti *Naïve Bayes, Random Forest, Support Vector Machine(SVM)* (Arsi et al., 2021). Pada penelitian ini akan digunakan algoritma *Multinomial Naïve Bayes* untuk melakukan pengukuran pada analisis sentimen

karena algoritma tersebut memiliki kelebihan dalam proses klasifikasi yaitu bisa dilakukan dengan dengan data latih yang sedikit (Harun & Ananda, 2021). Penelitian analisis sentimen menggunakan algoritma *Naïve Bayes* sudah pernah dilakukan sebelumnya seperti yang dilakukan oleh Sudiantoro dkk. dengan judul “Analisis Sentimen Twitter Menggunakan *Text Mining* Dengan Algoritma *Naïve Bayes Classifier*” yang mendapatkan hasil akurasi sebesar 84% (Sudiantoro et al., 2018). Penelitian lain terkait analisis sentiment menggunakan *Naïve Bayes Classifier* juga pernah dilakukan oleh Ni Putu Gita Naraswati dkk. Dengan judul “Analisis Sentimen Publik dari Twitter Tentang Kebijakan Penanganan Covid-19 di Indonesia dengan *Naïve Bayes Classifier*” yang mendapatkan hasil akurasi sebesar 83,74% (Naraswati et al., 2021).

Penelitan yang sudah pernah dilakukan terkait analisis sentimen menggunakan *Naïve Bayes* terbukti mendapatkan hasil yang baik. Sebelum dilakukan proses klasifikasi perlu dilakukan proses *preprocessing* agar data yang digunakan sesuai dengan kriteria data yang dibutuhkan (Kulsumarwati et al., 2021). Proses preprocessing dapat dimaksimalkan dengan melakukan proses *stopword removal* dan *stemming* menggunakan bahasa Indonesia ataupun bahasa Inggris .

Dalam penelitan ini, peneliti tertarik untuk membandingkan proses *preprocessing stopword removal* dan *stemming* menggunakan bahasa Indonesia dan menggunakan bahasa Inggris dalam analisis sentimen terkait kuliah daring menggunakan *Multinomial Naïve Bayes*.

Metode

Penelitian ini menerapkan algoritma *Multinomial Naïve Bayes* untuk melakukan pengukuran pada analisis sentimen terkait perkuliahan daring selama masa pandemi covid-19. Tahap-tahap penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Tahap-tahap analisis sentimen pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1) Pengumpulan data

   Proses pengumpulan data dilakukan dengan cara *crawling* data menggunakan bahasa pemrograman *python*. Proses *crawling* data dilakukan melalui *Application Programming Integration* (API) Twitter dengan menggunakan kata kunci “kuliah daring” dan “belajar online”.

2) Preprocessing

   Proses preprocessing yang akan dilakukan terdiri dari *case folding, clean text, tokenizing, normalization, stop word removal, dan stemming*. *Case folding* dilakukan untuk mengubah kata pada data menjadi *lowercase. Clean text* merupakan proses penghapusan karakter yang tidak penting seperti angka, *hastag, hyperlink*, dan tanda baca. *Tokenizing* dilakukan untuk memecah kalimat menjadi kata yang disebut token. *Normalization* merupakan proses mengubah kata yang tidak baku menjadi kata yang baku. *stopword removal* dilakukan untuk menghapus kata yang dianggap kurang penting dan memiliki informasi yang rendah. *Stemming* dilakukan untuk mengubah kata menjadi kata dasar. Pada proses preprocessing akan dilakukan dengan dua skenario. Skenario pertama akan dilakukan

menggunakan *stopword removal* dan *stemming* menggunakan bahasa Indonesia. Sedangkan pada skenario kedua akan dilakukan menggunakan *stopword removal* dan *stemming* menggunakan bahasa Inggris.

3) Pelabelan data

Pelabelan data akan dilakukan secara otomatis menggunakan *textblob*. *Textblob* akan melakukan penghitungan nilai polaritas dan subjektivas pada setiap *tweet*. Semakin tinggi nilai subjektivitas pada *tweet* yang diperoleh maka *tweet* tersebut bisa dikategorikan sebagai opini. Sedangkan semakin tinggi nilai polaritas yang diperoleh pada *tweet* maka menandakan sebuah emosi yang positif (Baita et al., 2021). Nilai polaritas yang diperoleh akan dikategorikan ke dalam 3 kelas, yaitu positif, negatif, dan netral. Pelabelan menggunakan *textblob* saat ini hanya dapat dilakukan menggunakan bahasa inggris sehingga sebelum masuk ke tahap pelabelan data sudah dilakukan *translate* terlebih dahulu dari bahasa Indonesia ke bahasa Inggris.

4) Pembobotan kata

Pembobotan kata dilakukan untuk mengubah kata pada dataset menjadi angka. Proses pembobotan akan menghitung bobot pada setiap kata berdasarkan frekuensi kemunculan kata atau *term* dalam dokumen menggunakan *TF-IDF* (Baita et al., 2021). Untuk menghitung *TF-IDF* dapat menggunakan persamaan (1).

$$w_{i,j} = tf_{i,j} \times \log\left(\frac{N+1}{df_{i+1}}\right) + 1 \quad \text{.....(1)}$$

Keterangan :

$tf_{i,j}$: Jumlah kata-*i* pada dokumen ke-*j*
N : Jumlah keseluruhan dokumen
df_i : Jumlah dokumen yang mengandung kata ke-*i*

5) Multinomial Naïve Bayes

Proses klasifikasi akan dilakukan menggunakan algoritma *Multinomial Naïve Bayes*. Algoritma *Naïve Bayes* banyak digunakan untuk pemprosesan *data mining* karena penggunaannya yang mudah dan waktu pemprosesan yang cepat. Algortima *Multinomial Naïve Bayes* hanya akan menghitung probabilitas dari setiap kata yang muncul dalam suatu dokumen. Untuk menghitung *posterior probability* dapat menggunakan persamaan (2) (Farisi et al., 2019).

$$P(c|d) \propto \prod_{1 \le k \le nd} P(t_k|c) \quad \text{..... (2)}$$

Keterangan :

$P(c|d)$: Probabilitas suatu dokumen yang termasuk dalam kelas c
$P(c)$: Probabilitas prior pada kelas c
$P(t_k|c)$: Probabilitas kata t_k dengan di ketahui kelas c

Nilai probabilitas kelas c dapat dituliskan dengan persamaan (3).

$$P(C) = \frac{N_C}{N} \quad \text{..... (3)}$$

Keterangan :

N_c : Jumlah kelas c pada keseluruhan dokumen

N : Jumlah total dokumen

Untuk menghitung nilai probabilitas dalam kelas c (*likehood probability*) dapat digunakan persmaan (4).

$$P(t_k|c) = \frac{T_{tc}}{\sum_{t' \in v} T_{ct''}} \quad \text{.....(4)}$$

T_{tc} :Jumlah kemunculan kata t dalam dokumen yang masuk kedalam kelas c

$\sum_{t' \in v} T_{ct'}{}'$:Jumlah keseluruhan untuk kemunculan semua kata yang masuk kedalam kelas c

Untuk menghitung nilai probabilitas kata ke-n dapat menggunakan teknik *Laplace Smoothing*. Laplace smoothing digunakan untuk mengantisipasi jika probabilitas kata dalam kelas *likehood probability* bernilai 0 dan menyebabkan *posterior probability* bernilai 0. Sehingga akan dilakukan penambahan angka 1 pada *numerator* dan jumlah kosakata *denominator*. *Laplace smoothing* dapat di tuliskan pada persamaan (5).

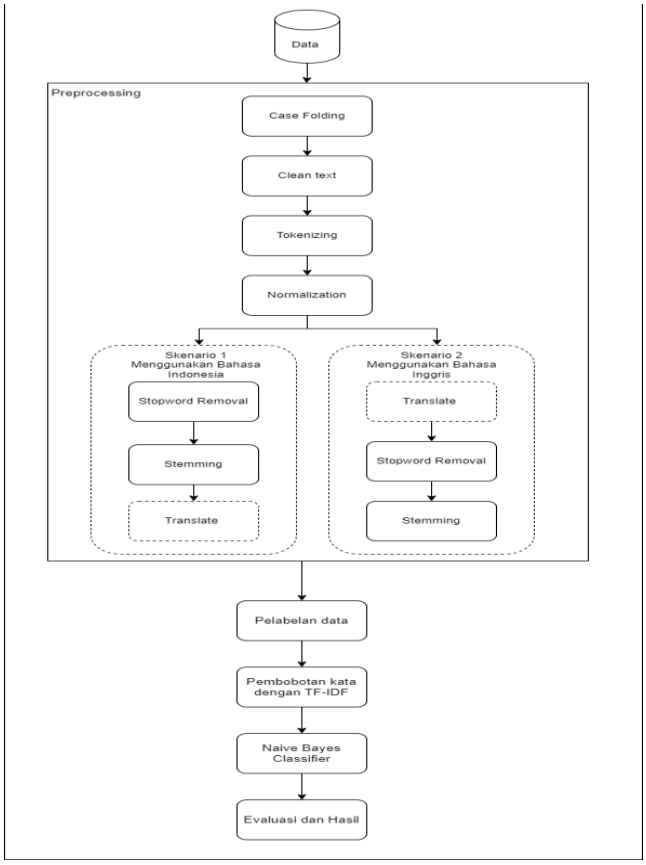
$$P(t|c) = \frac{T_{ct}+1}{\left(\sum_{t' \in v} T_{ct''}\right)+B'} \quad \text{.....(5)}$$

Keterangan :

B' : Total kata pada keseluruhan kelas

6) Evaluasi dan hasil

Pada tahap ini akan dilakukan evaluasi hasil percobaan, membandingkan dan menganalisa terhadap kinerja prepeocessing. Pada penelitian ini evaluasi akan dilakukan dengan *confusion matrix*. *Confusion matrix* akan menghitung nilai *accuracy, precison, recall,* dan *f1-score*.



Gambar 1. Tahap-tahap analisis sentimen

Pada penelitian ini skenario penelitian akan dilakukan dengan 2 proses *preprocessing*. Skenario pertama dilakukan dengan *stopword removal* dan *stemming* berbahasa Indonesia, proses *stopword removal* dilakukan menggunakan *library nltk* dari *python* dan untuk *stemming* menggunakan *library sastrawi* dari *python*. Pada skenario kedua akan dilakukan *translate* data terlebih dahulu kemudian dilakukan proses *stopword removal* dan *stemming* menggunakan bahasa Inggris, proses *stopword removal* dan *stemming* akan dilakukan menggunakan *library nltk* dari *python*.

Hasil dan Pembahasan

Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan kata kunci “belajar online” menghasilkan data sebanyak 1.328 data sedangkan kata kunci “kuliah daring menghasil data sebanyak 2.686 data. Data tersebut kemudian akan di gabungkan sehingga total data yang digunakan sebanyak 4.014 data. Contoh hasil data yang telah dilakukan *crawling* dan digabungkan dapat dilihat pada Gambar 2.

	location	screen_name	text
0	NaN	winner1000dolar	@missufe Morning. Aku mau cerita dikit makji. ...
1	NaN	VRT_Lectures	Desain Arsitektur 5 kelas A: Ujian Tengah Seme...
2	Pekanbaru	youthe4	Segelas kopi menemani kuliah daring pagi ini.....
3	Indonesia	tanyakanrl	Kalian kalau ditanyain pihak kampus mau kulia...
4	NaN	peopletho	"Abis uts 19 masih daring yaa soalnya udah nge...
...	...	...	...
4009	NaN	iridabilita	frustrasi bgt aku sm ni orang. kalo di situasi...
4010	Yogyakarta, Indonesia	kuliah_fbeuajy	#INFO Matakuliah yang diampu Ibu Anggreni pada...
4011	Mamuju Utara	rutanpasangkayu	WBP an. Zulfikar Rutan Pasangkayu melanjutkan ...
4012	NaN	natannataa	Kenapa kalo ada hari libur kejepit,(ex minggu ...
4013	NaN	piiiaja	Yang gue harapkan untuk masa sma dan kuliah gu...

4014 rows × 3 columns

Gambar 2. Hasil data *crawling*

Preprocessing

Pada tahap ini data yang telah dikumpulkan akan melalui beberapa proses pembersihan data agar data yang akan diolah sesuai dengan kriteria. Selain pembersihan data terdapat juga proses penghapusan duplikat sebanyak 444 data sehingga data yang tersisa sebanyak 3.570 data. Proses *preprocessing* akan dibagi menjadi 2 skenario yaitu pada skenario pertama menggunakan bahasa Indonesia dan pada skenario kedua menggunakan bahasa Inggris. Contoh hasil proses *preprocessing* menggunakan skenario 1 dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Contoh *preprocessing* skenario 1

Tahap Preprocessing	Hasil
Dataset	@collegemenfess Kapan kuliah offline 😭 dah buluk nih daring mulu :’(
Case Folding	@collegemenfess kapan kuliah offline 😭 dah buluk nih daring mulu :’(
Clean Text	kapan kuliah offline dah buluk nih daring mulu
Tokenizing	kapan, kuliah, offline, dah, buluk, nih, daring, mulu
Normalization	kapan, kuliah, offline, **sudah**, **jelek**, **ini**, daring, **melulu**
Stopword Removal	~~kapan~~, kuliah, offline, sudah, jelek, ~~ini~~, daring, melulu
Stemming	kuliah, offline, sudah, jelek, daring, melulu
Translate	college, offline, already, ugly, online, only

Contoh hasil proses *preprocessing* menggunakan skenario 2 dapat di lihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Contoh *preprocessing* skenario 2

Tahap Preprocessing	Hasil
Dataset	@collegemenfess Kapan kuliah offline 😭 dah buluk nih daring mulu :’(
Case Folding	@collegemenfess kapan kuliah offline 😭 dah buluk nih daring mulu :’(
Clean Text	kapan kuliah offline dah buluk nih daring mulu
Tokenizing	kapan, kuliah, offline, dah, buluk, nih, daring, mulu
Normalization	kapan, kuliah, offline, **sudah**, **jelek**, **ini**, daring, **melulu**

Translate	when, college, offline, already, ugly, this, online, just
Stopword Removal	~~when~~, college, offline, already, ugly, ~~this~~, online, ~~just~~
Stemming	colleg, offlin, already, ugly, onlin

Pelabelan data

Pada tahap ini data yang telah melalui proses *preprocessing* dan diterjemahkan akan dilakukan pelabelan menggunakan *textblob*. Proses pelabelan dilakukan dengan menghitung nilai polaritas kata pada setiap dokumen dan mengkategorikan data tersebut ke dalam kelas positif, negatif, dan netral. Hasil pelabelan skenario 1 dan skenario 2 dapat di lihat pada Tabel 3.

Table 3. Hasil pelabelan *textblob*

Skenario	Positif	Negatif	Netral
1	1.188	650	1.732
2	1.144	472	1.954

Pembobotan kata

Proses pembobotan kata dimulai dengan menghitung *term* pada setiap dokumen dan dilanjutkan dengan menghitung bobot setiap *term* menggunakan *TF-IDF*. Pembobotan kata akan dilakukan menggunakan *library sklearn.feature_extraction.text* dengan modul *TfidfVectorizer* dari *python*.

Hasil Klasifikasi Multinomial Naïve Bayes

Pada tahapan ini dilakukan proses klasifikasi sentimen mengunakan *Multinomial Naïve Bayes* terkait pelaksanaan kuliah daring selama masa pandemi covid-19. Sebelum masuk ke proses klasifikasi, kata yang telah di beri bobot menggunakan *TF-IDF* akan dilakukan *splitting data* sebesar 80% data *training* dan 20% data *testing*. Proses klasifikasi dilakukan menggunakan *library sklearn.naive_bayes* dengan modul *MultinomialNB* dari *python*. Setelah dilakukan akan dilakukan proses klasifikasi kemudian dilakukan evaluasi pengujian menggunakan *confusion matrix*. Hasil pengujian menggunakan *confusion matrix* pada algoritma *Multinomial Naïve Bayes* dapat di lihat pada Tabel 4.

Table 4. Hasil pengujian confusion matrix

Skenario	Akurasi	Rata-rata Precison	Rata-rata Recall	Rata-rata F1-Score	Runtime
1	63.86 %	61.52 %	62.60 %	61.67 %	0.214 s
2	76.47 %	70.51 %	71.45 %	70.74 %	0.193 s

Percobaan menggunakan skenario 2 menghasilkan rata-rata akurasi yang lebih tinggi dari skenario 1 sebesar 76.47%. Nilai rata-rata *precision* dari skenario 2 sebesar 70.51%. Nilai rata-rata *recall* dari skenario 2 sebesar 71.45%. Nilai rata-rata *F1-score* dari skenario 2 sebesar 70.74%. Waktu yang digunakan untuk proses klasifikasi dari skenario 2 sebesar 0.193 s.

Kesimpulan

Pada penelitian analisis sentimen digunakan dataset dari Twitter dengan kata kunci “belajar online” dan “kuliah daring” yang terjadi selama pandemi covid-19 sebanyak 4.014 data. Penelitian klasifikasi sentimen ini menggunakan algoritma *Multinomial Naïve Bayes* dengan proses *preprocessing* menggunakan bahasa Indonesia dan bahasa Inggris. Berdasarkan pengujian analisis sentimen diperoleh hasil proses *preprocessing* menggunakan bahasa Indonesia mendapatkan hasil akurasi sebesar 63.86% sedangkan proses *preprocessing* menggunakan bahasa Inggris mendapatkan hasil akurasi sebesar 76.47%.

Daftar Pustaka

Arsi, P., Wahyudi, R., & Waluyo, R. (2021). Optimasi SVM Berbasis PSO pada Analisis Sentimen Wacana Pindah Ibu Kota Indonesia. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, *5*(2), 231–237. https://doi.org/10.29207/resti.v5i2.2698

Astini, Sari, N. K. (2020). Pemanfaatan Teknologi Informasi dalam Pembelajaran Tingkat Sekolah Dasar pada Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Lembaga Penjaminan Mutu STKIP Agama Hindu Amlapura*, *11*(2), 13–25.

Baita, A., Pristyanto, Y., & Cahyono, N. (2021). Analisis Sentimen Mengenai Vaksin Sinovac Menggunakan Algoritma Support Vector Machine (SVM) dan K-Nearest Neighbor (KNN). *Information System Journal (INFOS)*, *4*(2), 42–46. https://jurnal.amikom.ac.id/index.php/infos/article/view/687

Dewi, W. A. F. (2020). Dampak COVID-19 terhadap Implementasi Pembelajaran Daring di Sekolah Dasar. *Edukatif : Jurnal Ilmu Pendidikan*, *2*(1), 55–61. https://doi.org/10.31004/edukatif.v2i1.89

Farisi, A. A., Sibaroni, Y., & Faraby, S. Al. (2019). Sentiment analysis on hotel reviews using Multinomial Naïve Bayes classifier. *Journal of Physics: Conference Series*, *1192*(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1192/1/012024

Harun, A., & Ananda, D. P. (2021). Analysis of Public Opinion Sentiment About Covid-19 Vaccination in Indonesia Using Naïve Bayes and Decission Tree Analisa Sentimen Opini Publik Tentang Vaksinasi Covid-19 di Indonesia Menggunakan Naïve Bayes dan Decission Tree. *Indonesia Journal of Machine Learning and Computer Science*, *1*(April), 58–63.

Kemdikbud, pengelola web. (2020). *SE Mendikbud: Pembelajaran secara Daring dan Bekerja dari Rumah untuk Mencegah Penyebaran Covid-19*. https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2020/03/se-mendikbud-pembelajaran-secara-daring-dan-bekerja-dari-rumah-untuk-mencegah-penyebaran-covid19

Kulsumarwati, A., Purnamasari, I., & Darmawan, B. A. (2021). Penerapan SVM dan Information Gain Pada Analisis Sentimen Pelaksanaan Pilkada Saat Pandemi. *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer*, *7*(2), 101–109. https://doi.org/10.37012/jtik.v7i2.641

Mala Olhang, M. M., Achmadi, S., & Wibisono, F. . A. (2020). Analisis Sentimen Pengguna Twitter Terhadap Covid-19 Di Indonesia Menggunakan Metode Naive Bayes Classifier (Nbc). *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, *4*(2), 214–221. https://doi.org/10.36040/jati.v4i2.2695

Naraswati, N. P. G., Nooraeni, R., Rosmilda, D. C., Desinta, D., Khairi, F., &

Damaiyanti, R. (2021). Analisis Sentimen Publik dari Twitter Tentang Kebijakan Penanganan Covid-19 di Indonesia dengan Naive Bayes Classification. *Sistemasi*, *10*(1), 222. https://doi.org/10.32520/stmsi.v10i1.1179

Putra, T. W., & Triayudi, A. (2022). *Analisis Sentimen Pembelajaran Daring menggunakan Metode Naïve Bayes , KNN , dan Decision Tree*. *6*(1).

Sudiantoro, A. V., Zuliarso, E., Studi, P., Informatika, T., Informasi, F. T., Stikubank, U., & Mining, T. (2018). Analisis Sentimen Twitter Menggunakan Text Mining Dengan Algoritma Naive Bayes Classifier. *Dinamika Informatika*, *10*(2), 398–401.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PERBANDINGAN UNJUK KERJA TCP TAHOE, RENO, NEW RENO DAN SACK PADA JARINGAN KABEL

Agung Hernawan[1],
[1] *Universitas Sanata Dharma Yogyakarta*
**Email : agung.h@usd.ac.id*

Abstrak

Pada jaringan TCP/IP, TCP memberikan layanan yang bersifat *reliable delivery*, ada jaminan paket yang dikirim dan sampai tujuan. Hal ini dilakukan dengan mekanisme tanda terima berupa ACK. TCP mempunyai pengendalian kemacetan untuk mengurangi resiko paket terlambat ataupun hilang. Ada beberapa cara TCP mengendalikan kemacetan, antara lain dengan memperhatikan ada tidaknya paket yang hilang. TCP Tahoe adalah salah satu algoritma yang diterapkan dengan cara ini. TCP Tahoe dipandang mempunyai beberapa kekurangan dan diperbaiki pada TCP Reno, yang kemudian diperbaiki lagi pada TCP New Reno. Perbaikan juga dilakukan oleh TCP Sack dengan memodifikasi ACK pada sisi penerima. Melalui simulasi dengan simulator ns-2 diperoleh hasil adanya peningkatan unjuk kerja TCP Reno / New Reno dan Sack dibanding TCP Tahoe, pada kondisi tertentu.

Kata kunci: TCP, Tahoe, Reno, New Reno, Sack, ns-2 Simulator

PERFORMANCE COMPARISON TCP TAHOE, RENO, NEW RENO AND SACK ON WIRED NETWORK

Agung Hernawan[1],
[1] *Sanata Dharma University, Yogyakarta*
**Email : agung.h@usd.ac.id*

Abstract

TCP provides reliable delivery services. TCP guarantees packets received by destination. TCP uses a network congestion-avoidance algorithm that involves various aspects, such as delay and packet loss. There are several variations of the algorithm implemented in TCP, for example TCP Tahoe, Reno and New Reno. TCP Reno dan New Reno improves TCP Tahoe to make it more efficient. Improvements are made by TCP Sack by modifying the ACK on the received side. By simulation, the results show that there is indeed an increase in the performance of TCP Reno / New Reno and Sack compared to TCP Tahoe, under certain conditions. By simulation with the ns-2 simulator, TCP Reno / New Reno and Sack showed increased performance compared to TCP Tahoe, under certain conditions.

Keyword: TCP, Tahoe, Reno, New Reno, Sack, ns-2 Simulator

Pendahuluan

Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) merupakan tulang punggung jaringan Internet. Pada TCP/IP terdapat beberapa lapisan yang masing-masing mempunyai tugas yang berbeda. Lapisan *Physical* mempunyai tugas untuk mengubah data digital menjadi bentuk gelombang sehingga bisa ditransmisikan. Lapisan *Data Link* bertugas untuk mengatur perpindahan data dalam sebuah *link*. Lapisan *Network* bertanggung jawab untuk memindahkan data antar jaringan. Lapisan *Transport* bertanggung jawab untuk memindahkan data dari satu aplikasi ke aplikasi, baik itu aplikasinya dalam sebuah komputer, antar komputer dalam satu jaringan, ataupun antar jaringan. Data yang panjang akan dipotong-potong dalam ukuran tertentu menjadi satuan paket.

Pada ketiga lapisan - *Physical, Data Link* dan *Network* - tidak ada jaminan bahwa paket yang dikirimkan akan sampai ke tujuan. Oleh karena itu pada lapisan Transport, terdapat sebuah protokol TCP yang menjamin data sampai di tujuan. Pada prinsipnya TCP memberikan jaminan paket sampai ditujuan dengan cara mengirimkan *Acknowledgement* (ACK) untuk setiap paket yang diterima. Jika sampai batas waktu tertentu pengirim tidak mendapatkan ACK sebuah paket, maka diasumsikan paket tersebut hilang. Pengirim bisa mengirimkan ulang paket tersebut. Untuk itu, pengirim akan menyimpan salinan setiap paket yang dikirim dan belum di-ACK (Forouzan, 2010).

Selain dengan mekanisme ACK, TCP juga mempunyai mekanisme pengendalian kemacetan/*Congestion Control*. Kemacetan perlu dikendalikan, karena kemacetan dapat menyebabkan kehilangan paket (Forouzan, 2010). Kemacetan terjadi ketika sebuah *link* dipakai secara bersamaan oleh beberapa node mengirimkan paket, lihat gambar 2.

TCP mengendalikan kemacetan dengan cara ketika terjadi kemacetan, maka pengirim akan mengurangi laju pengiriman data. Masalahnya pengirim tidak tahu secara pasti ada tidaknya jalur yang menyebabkan kemacetan antara pengirim dan penerima. Pengirim hanya bisa mengetahui gejala kemacetan dengan cara melihat ACK yang diterima. Jika ada beberapa paket yang tidak di ACK, diasumsikan ada paket hilang yang diakibatkan oleh kemacetan. Disamping itu, kemacetan dapat dilihat pula waktu tempuh antara paket dikirim dan ACK yang diterima. Waktu tempuhnya konstan, diasumsikan lalu lintas data lancar, tetapi jika waktu tempuhnya bervariasi dan cenderung membesar, berarti ada kemacetan.

Pada TCP terdapat beberapa algoritma yang dikembangkan untuk pengendalian kemacetan. Ada algoritma berbasis paket hilang ada pula algoritma berbasis variasi waktu tempuh. Pada TCP Tahoe pengendalian kemacetan mendasarkan pada paket yang hilang (Jacobson 1988). Algoritma pada TCP Tahoe dicoba diperbaiki oleh TCP Reno (Jacobson 1990) dan New Reno (Hoe 1996, Clarc 1996 dan Floyd 1995).

Pengendalian kemacetan sebagaimana didefinisikan pada dokumen RFC 5681, terdiri dari fase: *slow start, congestion avoidance, fast retransmit,* dan *fast recovery*. Pada fase *slow start* dan *congestion avoidance* perlu ditambahkan variabel *cwnd dan rwnd*, yaitu suatu nilai yang membatasi jumlah paket yang boleh dikirimkan sebelum di ACK diterima. Variabel *cwnd* ditentukan oleh pengirim, sedangkan *rwnd* ditentukan oleh penerima. Akan diambil nilai yang lebih kecil untuk menentukan seberapa banyak paket yang boleh dikirimkan.

Variabel *ssthreshold* digunakan untuk menentukan algoritma yang dipakai, apakah algoritma *slow start* atau *congestion avoidance*. Fase *slow start* dipakai ketika pada awal pengiriman atau ketika sehabis terjadi kemacetan yang parah. Pada fase ini TCP akan secara hati-hati mencoba mengukur kapasitas jaringan secara hati-hati mulai mengirimkan paket dalam jumlah (*cwnd*) yang kecil. Penentuan nilai *cwnd* melibatkan variabel ukuran paket (MSS). Selama masih lancar, ditandai semua paket mendapatkan ACK, maka jumlah pengiriman (*cwnd*) akan ditingkatkan dua kali lipat. Fase *slow start* akan dilakukan selama *cwnd* < *ssthresh*. Nilai *ssthresh* biasanya diset sebesar mungkin sesuai dengan kemampuan jaringan.

Pada fase *congestion avoidance, cwnd* akan dinaikkan secara perlahan-lahan, yaitu satu setiap kali ada ACK, yang menandakan paket telah terkirim dengan sukses. Namun jika sampai waktu yang ditentukan (*time-out*) pengirim tidak mendapatkan ACK, maka paket dianggap hilang. Jika ini terjadi, maka pengirim akan mengirimkan ulang paket yang hilang tadi (*retransmit*). TCP kembali mulai dari fase *slow start*. dimana nilai *cwnd* akan kembali nilai awal yang kecil, yaitu satu. Nilai *sstresh* juga diturunkan menjadi setengah dari nilai *cwnd* ketika terjadi *time-out*.

Penerima akan mengirimkan *duplicate ACK*, ketika paket yang diterima tidak berurutan. Dari sudut pandang pengirim, ketika menerima *duplicate ACK*, berarti ada masalah di jaringan. Ada kemungkinan satu paket yang jatuh dijalan, sehingga paket-paket berikutnya yang sampai memicu *duplicate ACK*. Atau bisa juga paket yang diterima tidak terurut karena mungkin melalui *link* yang berbeda, hal yang sangat jarang terjadi. TCP harus segera menerapkan fase *fast retransmit* untuk menggantikan paket yang hilang.

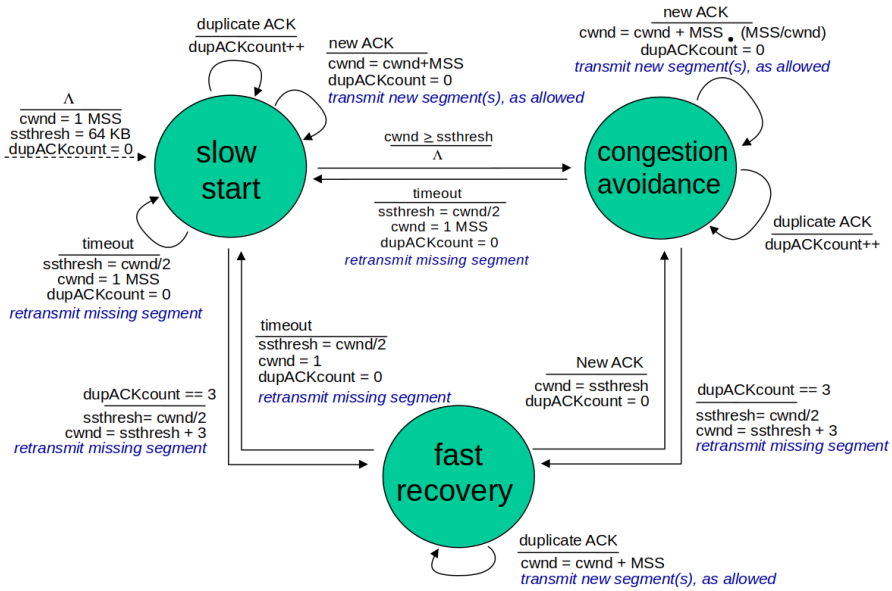
Pada TCP Reno, ketika pengirim memperoleh 3 *duplicate ACK*, maka akan dikerjakan fase *fast recovery* sampai *duplicate ACK* tidak muncul lagi. Fase *fast recovery* tidak dimulai dari *slow start*. Alasan tidak dimulai dari *slow start*, karena *duplicate ACK* tidak harus dimaknai paket yang hilang, tetapi mungkin saja paket melewati jalur yang berbeda. Atau bisa juga diasumsikan dengan adanya *duplicate ACK*, berarti kemacetan tidak parah sebab masih ada paket yang diterima meskipun tidak terurut. Kemacetan dianggap parah jika *duplicate ACK* yang diterima melebihi nilai tertentu (misalnya 3) atau terjadi *time-out*. Sama dengan ketika terjadi *time-ou*t, pada *fast recovery* nilai *sstresh* akan menjadi setengah dari *cwnd*. Fase *fast recovery* akan masuk ke fase *congestion avoidance* dengan nilai awal *cwnd* sama dengan *sstresh*.

Ini perbaikan algoritma TCP Reno / New Reno terhadap algoritma TCP Tahoe. TCP New Reno memperbaiki TCP Reno dalam hal mendeteksi adanya beberapa paket yang hilang. Seperti halnya pada TCP Reno, New Reno akan masuk ke fase *fast recovery* setelah *fase restransmit* ketika menerima duplicate ACK. Namun TCP New Reno tidak akan keluar dari fase *fast recovery* sampai semua data yang ada ketika masuk fase *fast recovery* di ACK (Floyd 1999). Jadi New Reno akan memperbaiki masalah penurunan nilai *cwnd* berulang kali.

TCP Sack (*Selective* ACK) merupakan turunan dari TCP Reno. Perbedaannya adalah ACK tidak dilakukan secara kumulatif, tetapi secara selective ACK. Jadi perbaikan dilakukan pada sisi penerima yang mengirimkan ACK. Dengan demikian pengirim akan dapat memperkirakan seberapa banyak data yang tidak pas. Hal ini

memungkinkan pengirim untuk mengirimkan ulang beberapa paket dalam satu RTT. Beberapa varian TCP telah mengimplementasikan Sack (Mathis 1996)

Fase-fase pengendalian kemacetan pada TCP jika digambarkan dalam *state diagram* dapat dilihat pada gambar 1 (Kurose, 2021)

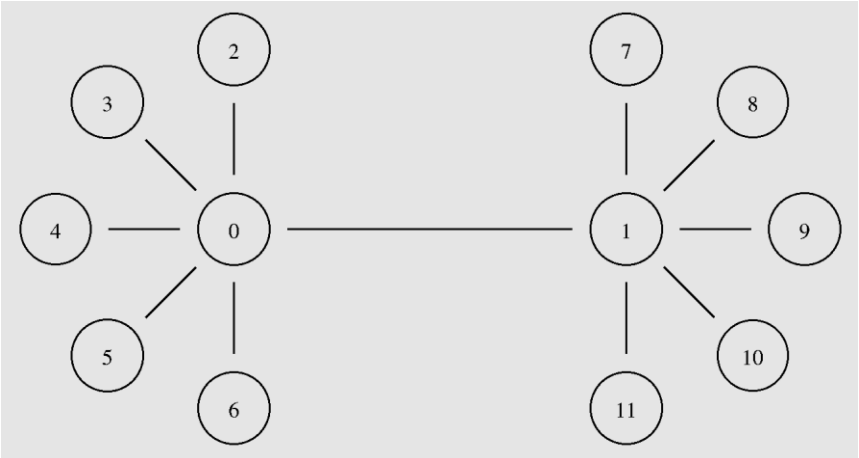


Gambar 1. State diagram TCP Tahoe dan Reno/New Reno

Metode

ns-2 adalah sebuah *discrete event simulator* yang ditujukan untuk penelitian. ns-2 menyediakan sarana substansial untuk mensimulasikan layanan TCP baik pada jaringan kabel maupun nirkabel. Melalui ns-2 dapat disimulasikan jaringan TCP/IP dengan berbagai model seperti Tahoe, Reno, New Reno, SACK dan beberapa model yang lain (NS2 Documentation 2014)

Memanfaatkan simulator NS akan dibuat simulasi dengan topologi sebagai berikut :



Gambar 2. Topologi percobaan dengan simulator ns-2

Link antara node N0-N1 dengan *bandwidth* 10Mbps *delay* 40ms; *link* node dengan N2, N3, N4, N5, N6 dan node N1 dengan N7, N8, N9, N10, n11 dengan

bandwidth 100mps *delay* 10ms. Trafik TCP Tahoe akan mengalir dari N3 ke N8, TCP Reno N4 ke N9, TCP New Reno N5 ke N10 dan TCP Sack N6 ke N11. Sementara trafik UDP akan mengalir pada N2 ke N7. Diharap dengan topologi ini akan terjadi kemacetan karena kapasitas *link* N0 ke N1 yang kecil padahal *link* dipakai secara bersama-sama untuk seluruh trafik baik TCP maupun UDP

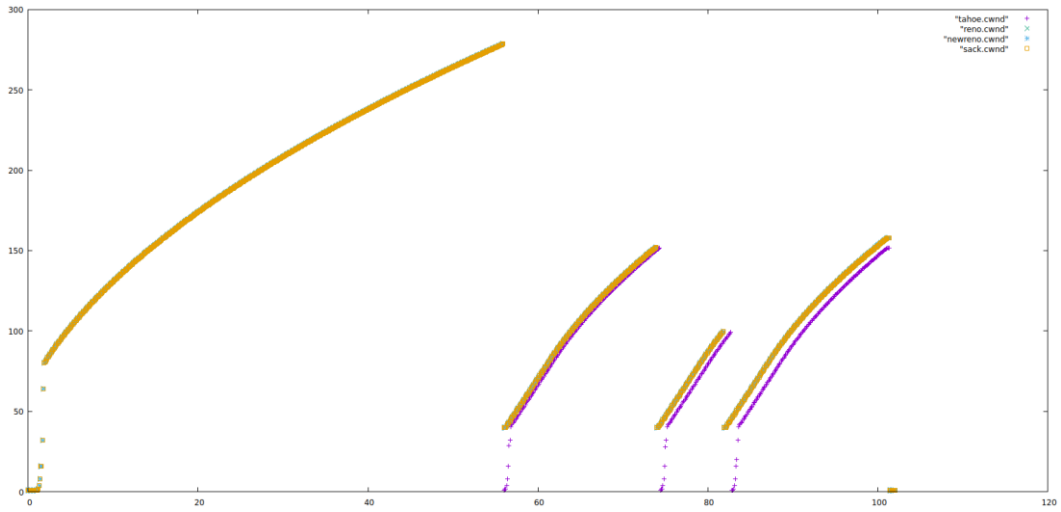
Pada trafik TCP akan dimonitor untuk setiap paket yang dikirimkan beberapa *congestion windows*, kumulatif ACK, kumulatif *retransmit* untuk setiap paket yang dikirimkan. Waktu simulasi 102 detik, dimana TCP akan dialirkan pada detik ke 1 dan berhenti pada detik ke 101, jadi TCP akan mengalir selama 100 detik. Trafik UDP yang berfungsi untuk membangkitkan kemacetan akan berjalan sebelum TCP mengalir yaitu detik ke 0.5 dan berakhir setelah TCP selesai yaitu detik ke 101.5. Besaran paket MSS diset 1460 Byte, sebagaimana nilai *default* MTU pada umumnya pada ethernet.

Adanya gangguan, baik dari UDP ataupun TCP yang lain, akan menimbulkan antrian pada N0. Adanya antrian akan menunjukkan tingkat kemacetan. Adanya paket dalam antrian menyebabkan tambahan waktu pemrosesan agar paket keluar dari antrian. Bahkan bila jumlah paket yang harus antri lebih banyak dari kapasitas antrain yang ditentukan ditentukan (diset dengan nilai 160), akan menyebabkan paket drop. Paket drop akan memicu *duplicate* ACK dan atau kondisi *time-out*.

Hasil dan Pembahasan

Skenario 1. TCP mengalir tanpa gangguan.

Pada percobaan pertama dilakukan dengan kondisi masing-masing TCP berjalan sendirian tanpa gangguan. dapat dilihat *congestion windows* pada masing-masing TCP sebagai berikut:

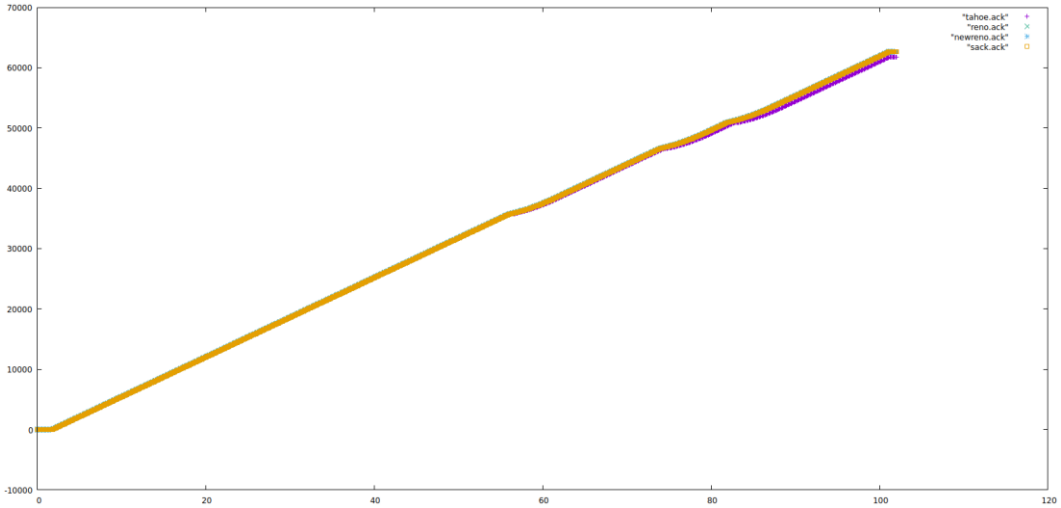


Gambar 3. Grafik *cwnd* TCP Tahoe, Reno, New Reno, Sack tanpa trafik pengganggu

Dapat dilihat bahwa *congestion windows* hanya pada TCP Tahoe yang berbeda. Pada TCP Tahoe terlihat ketika mengalami kondisi *time-out* maka akan masuk ke fase *slow start* dan *cwnd* akan mulai dari 1, sementara TCP yang lain

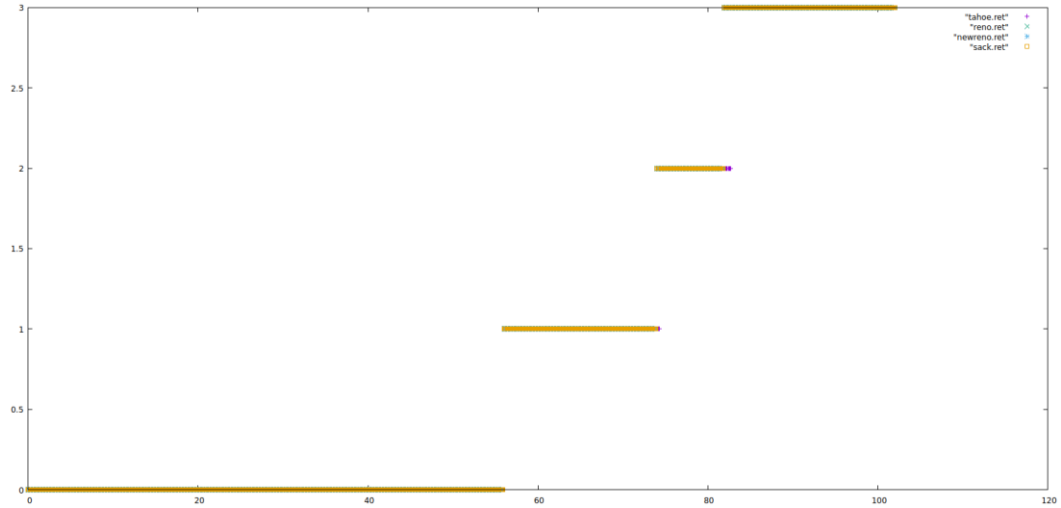
akan masuk ke fase *congestion avoidance* dengan nilai ½ dari nilai *sstresh*. Nilai *ssthresh* pada diberi nilai awal 80.

Grafik kumulatif ACK setiap paket pada masing-masing TCP dapat dilihat pada gambar 4. ACK menunjukkan jumlah paket yang sukses terkirim, jika dikalikan dengan MSS berarti sama dengan berapa byte data yang sukses dikirim (*goodput*). Dapat dilihat tanpa gangguan sama sekali masing-masing TCP mempunyai unjuk kerja yang seimbang.



Gambar 4. Grafik kumulatif ACK TCP Tahoe, Reno, New Reno, Sack tanpa trafik pengganggu

Hal tersebut di atas dikonfirmasi dengan data kumulatif *retransmit* yang grafiknya dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 5. Grafik retransmit TCP Tahoe, Reno, New Reno, Sack tanpa trafik pengganggu

Skenario 2. Ada gangguan dari UDP

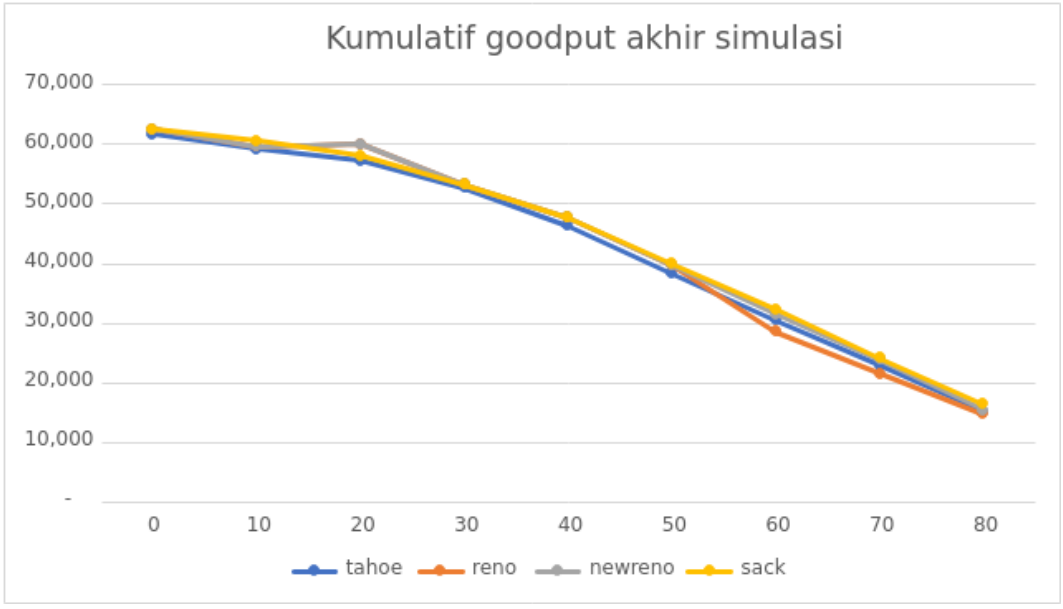
Pada skenario 2, masing-masing TCP akan diberi gangguan dengan trafik UDP. Besarnya gangguan mulai dari 10%, 20%, 30%, dan seterusnya sampai 80%

kapasitas *link*. Kumulatif ACK pada akhir simulasi masing-masing TCP pada skenario 2 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Kumulatif *goodput* TCP Tahoe, Reno, New Reno dan Sack dengan trafik pengganggu mulai 10% sampai dengan 80% kapasitas *link* pada akhir simulasi

TCP	**Trafik CBR (dalam % kapasitas)**								
	0	**10**	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	**70**	**80**
Tahoe	61,709	59,170	57,279	52,655	46,345	38,227	30,440	22,885	15,113
Reno	62,615	59,701	60,000	53,299	47,658	39,681	28,543	21,509	14,681
Newreno	62,615	59,701	60,000	53,299	47,658	39,681	31,529	23,849	15,413
Sack	62,609	60,632	58,134	53,229	47,650	39,965	32,316	24,122	16,296

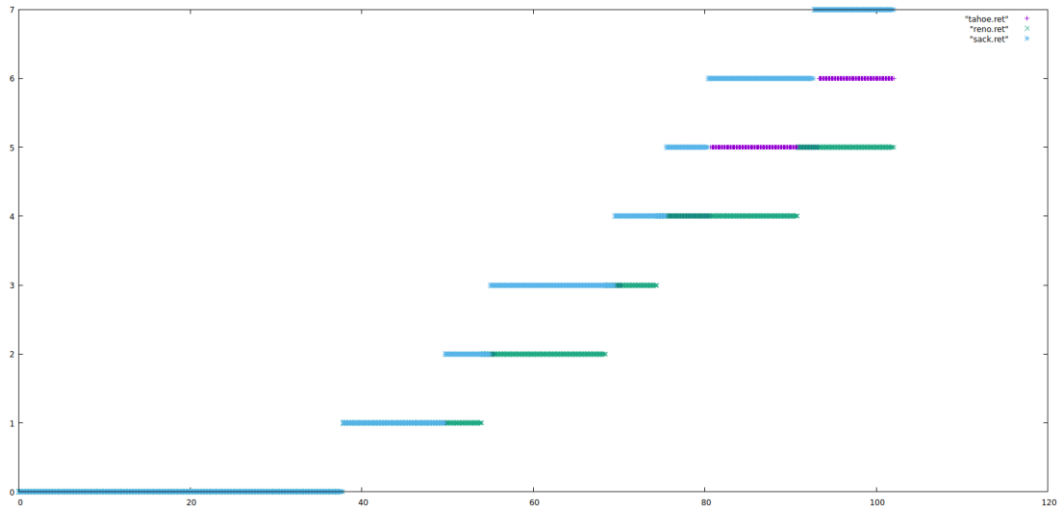
Jika disajikan dalam bentuk grafik menjadi :



Gambar 6. Grafik dari Tabel 1

Dapat dilihat secara unjuk kerja, yaitu jumlah byte yang sukses terkirim relatif sama. Secara umum untuk semua tingkat gangguan TCP Sack paling unggul dibanding semua TCP. Sementara TCP Tahoe bersifat lebih moderat. Pada tingkat gangguan tertentu, misalnya 20% TCP Reno (atau New Reno) lebih unggul

dibanding dengan yang lain. Hal ini bisa dikonfirmasi dari data kumulatif *retransmit* berikut ini.



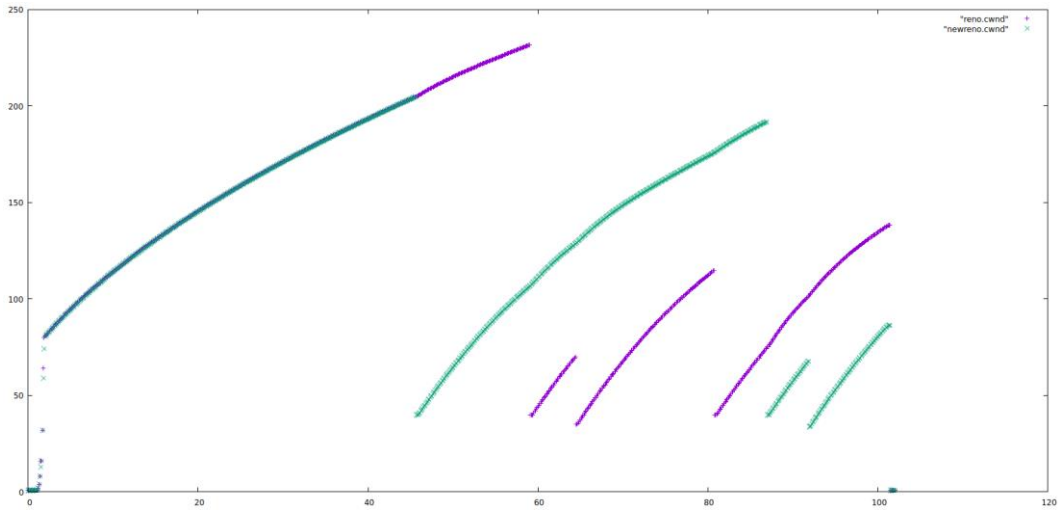
Gambar 7. Grafik *retransmit* TCP Tahoe, Reno, New Reno, SACK tanpa trafik pengganggu

Pada Reno (atau New Reno) sampai akhir jumlahnya lebih hanya 5, sementara pada Tahoe sebesar dan Sack sebesar 7. Pada Reno (atau New Reno) retransmit dimulai sedikit lebih lambat dibanding dengan Tahoe dan Sack.

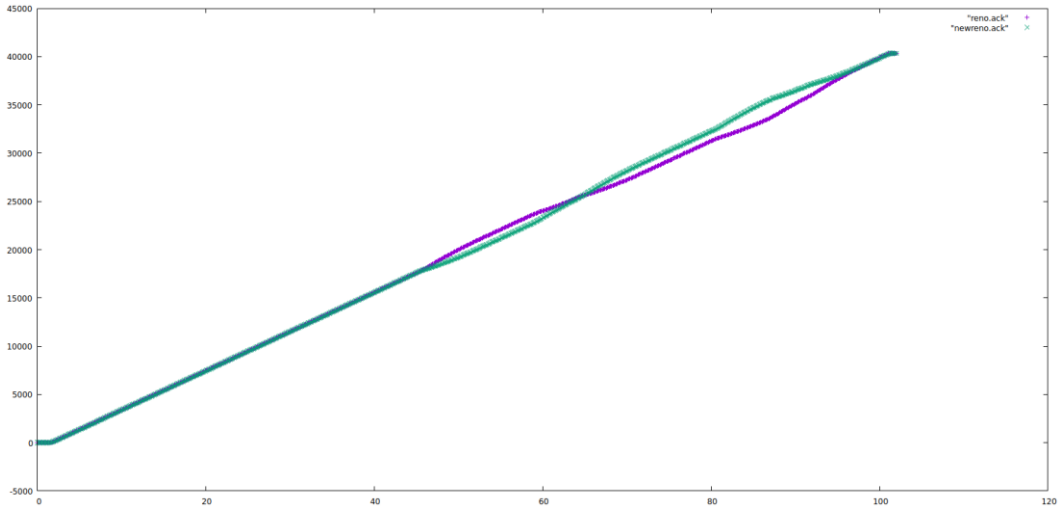
Kondisi sebaliknya terjadi pada pada tingkat gangguan 60% (dan 70%), TCP Sack (dan Tahoe) lebih unggul dibanding dengan Reno. Temuan ini coba dilihat lebih detail lagi pada skenario-skenario selanjutnya.

Skenario 3. Reno vs New Reno

Pertama kita jalankan TCP Reno dan New Reno secara bersamaan tanpa gangguan. Meskipun grafik *cwnd*-nya berbeda (gambar 8) tetapi secara kumulatif ACK pada awal dan akhir simulasi sama, artinya kedua TCP ini seimbang. Hal ini dapat dikonfirmasi dengan grafik kumulatif ACK (gambar 9)

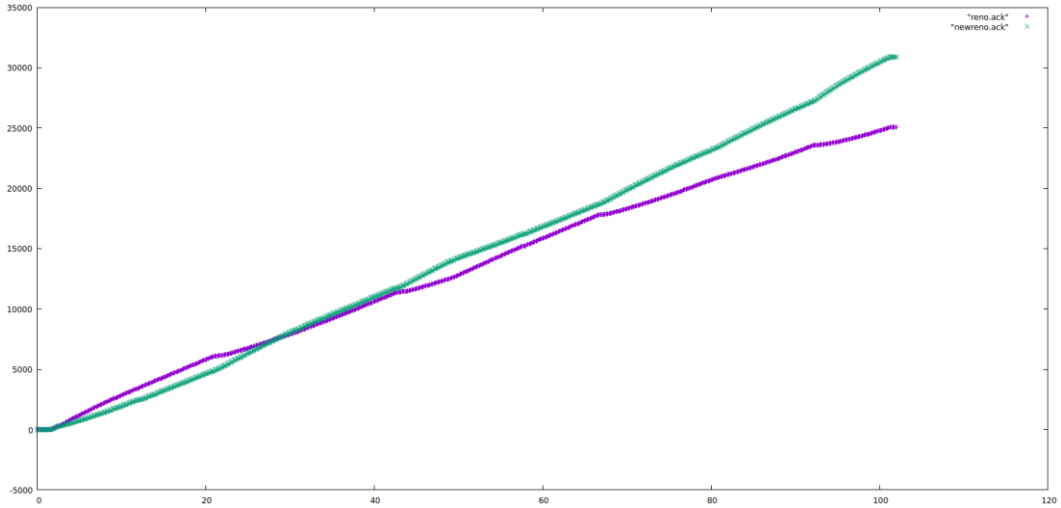


Gambar 8. Grafik *cwnd* TCP Reno VS New Reno tanpa gangguan



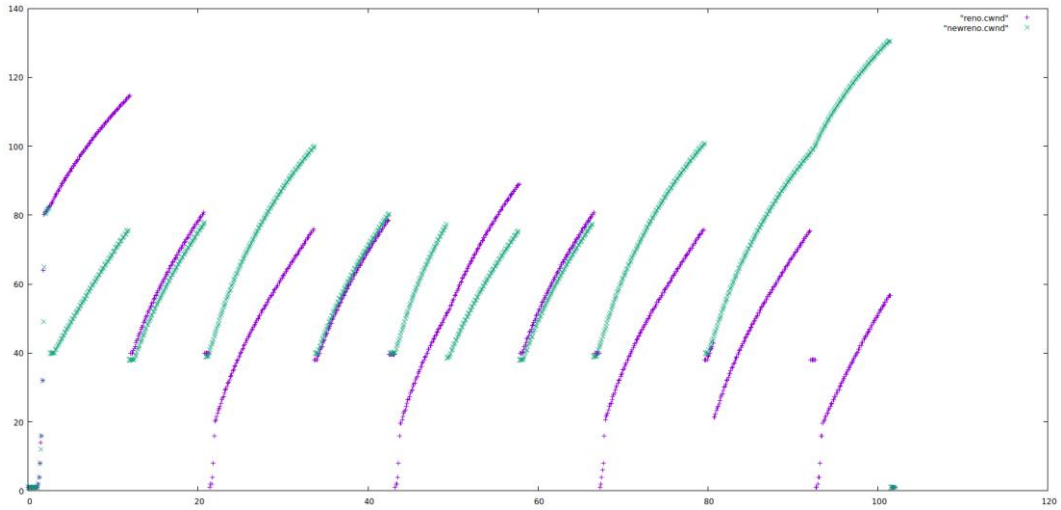
Gambar 9. Grafik kumulatif ACK TCP Reno VS New Reno tanpa gangguan

Namun kondisi berbeda ketika diberi gangguan 30%, yaitu setengah dari skenario 2, karena pada skenario 3 ini mengalir 2 trafik TCP. Secara kumulatif ACK New Reno lebih unggul. Ini terbukti dari grafik berikut



Gambar 10. Grafik kumulatif ACK TCP Reno VS New Reno dengan trafik gangguan 30%

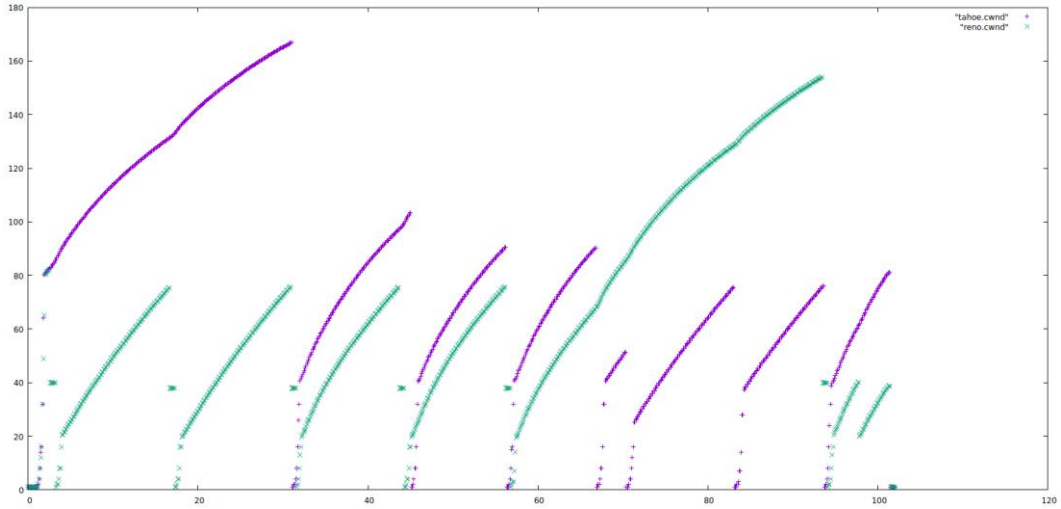
Hal ini terjadi karena TCP Reno terlampau cepat keluar dari *fast recovery* dan masuk ke fase *slow start*. Hal ini diperbaiki oleh TCP New Reno, ini terlihat pada grafik *cwnd* berikut



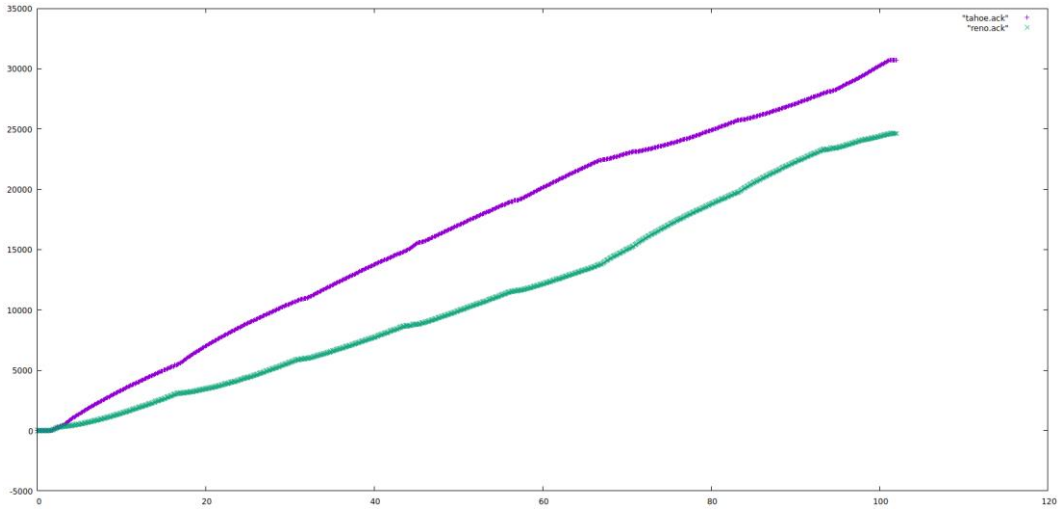
Gambar 11. Grafik *cwnd* TCP Reno VS New Reno dengan trafik gangguan 30%

Skenario 4. Tahoe vs Reno

Ketika TCP Tahoe vs Reno dengan dipertemukan dengan tingkat gangguan 30%, memperlihatkan gejala yang sama dengan ketika TCP Reno vs New Reno. Dalam hal ini TCP Reno terlampau cepat dari fase *fast recovery* dan masuk ke fase *slow start*, sehingga menyebabkan unjuk kerjanya menurun. Hal ini dapat dilihat pada grafik kumulatif ACK dan grafik *cwnd* berikut ini.



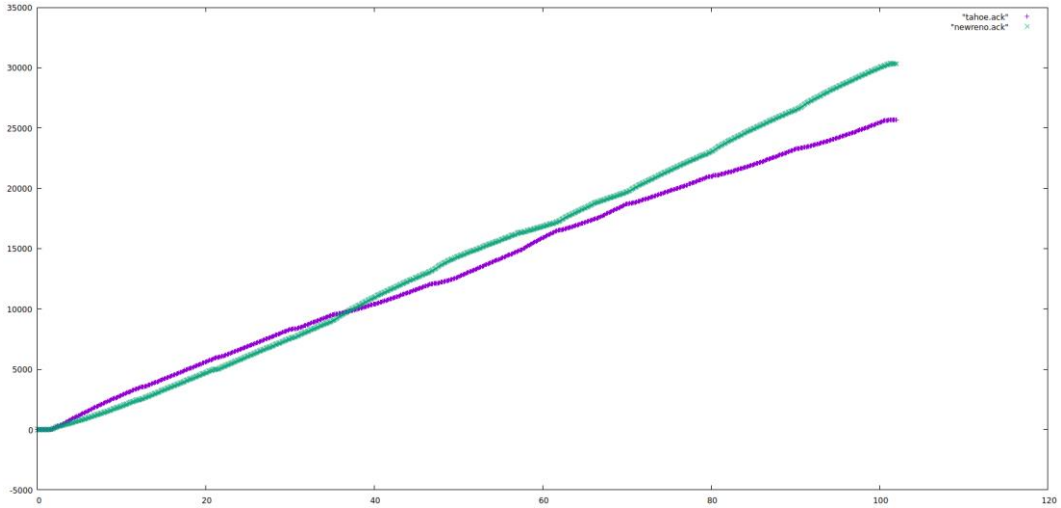
Gambar 12. Grafik *cwnd* TCP Tahoe VS Reno dengan trafik gangguan 30%



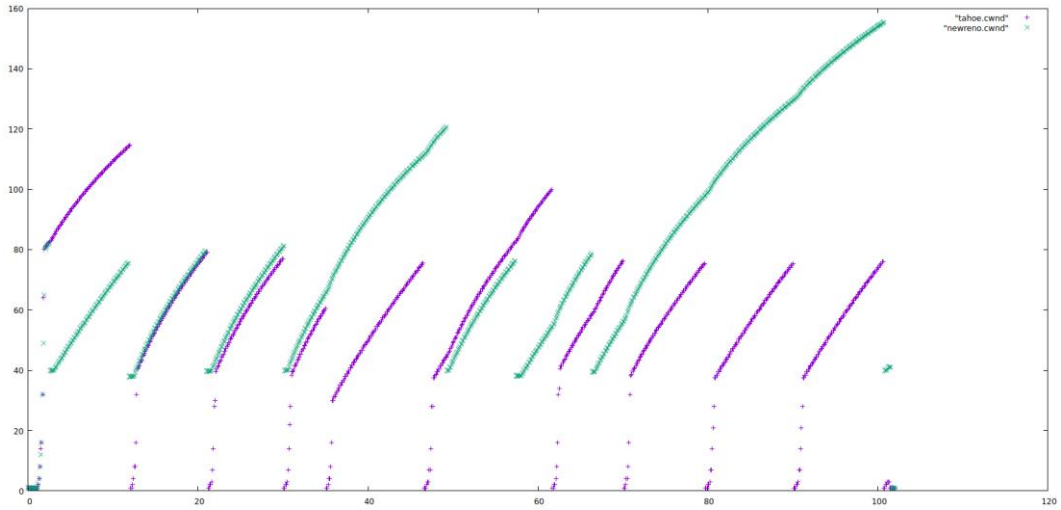
Gambar 13. Grafik kumulatif ACK TCP Tahoe VS Reno dengan trafik gangguan 30%

Skenario 5. Tahoe vs New Reno

Kelemahan dari New Reno yang terlampau cepat keluar dari fase *fast recovery* ini diperbaiki oleh TCP New Reno. Hal ini dapat diuji memodifikasi skenario 5, namun yang dipertemukan adalah TCP Tahoe vs New Reno dengan tingkat gangguan 30%. Terlihat TCP New Reno mempunyai performansi yang lebih baik. Hal ini dibuktikan dengan grafik kumulatif ACK dan grafik *cwnd* berikut ini



Gambar 14. Grafik kumulatif ACK TCP Tahoe VS New Reno dengan trafik gangguan 30%



Gambar 15. Grafik *cwnd* TCP Tahoe VS New Reno dengan trafik gangguan 30%

Kesimpulan

Perbaikan algoritma TCP Congestion controll oleh TCP Reno dengan menambahkan fase *fast retransmit* yang diikuti *fast recovery* terhadap TCP Tahoe, memang terbukti. Namun pada kondisi tertentu yaitu kondisi dimana trafik padat, hal ini justru merugikan karena TCP Reno terlampau cepat keluar dari *fast recovery* dan masuk ke fase *slow start*. TCP New Reno memperbaiki algoritma TCP Reno dengan mempertahankan agar tidak cepat keluar dari fase *fast recovery* dan terbukti menghasilkan unjuk kerja yang lebih baik. Perbaikan yang algoritma TCP Tahoe yang dilakukan oleh TCP Sack, menunjukkan hasil yang lebih baik dibanding dengan TCP Reno / New Reno, namun untuk itu harus ada perubahan mekanisme ACK yang dilakukan di sisi penerima.

Daftar Pustaka

Allman M., Paxson V., Blanton E. (2009), TCP Congestion Control, ietf.org

Behrouz A. Forouzan, TCP/IP Protocol Suite Fourth Edition (2010), The McGraw-Hill Companies, Inc.

Clark D.D and Hoe J. (1995), Start-up Dynamics TCP's Congestion Control and Avoidance Schemes Technical Report, Internet End-toEnd Research Group.

Floyd S. (1996), Simulator Test Technical Report, www-nrg,ee,lbl.gov/papers/issues_sa.ps

Floyd W, Henderson T (1999), The New-Reno Modification to TCP’s Fast Recovery Algorithm” RFC 2582

Kurose James & Ross Keiht (2021), Computer Networking: A Top Down Approach 8ed, Addison-Wesley

Hoe J. (1996), Improving the Start-up Behavior of a Congestion Control Scheme for TCP, SIGCOMM Symposium on Communication Architecture and Protocols

Jacobson V. (1988), Congestion Avoidance and Control, SIGCOMM Symposium on Communications Architectures and Protocols, pages 314-329, ftp.ee.lbl.gov/papers/congavoid.ps

Jacobson V. (1990), Modified TCP Congestion Control and Avoidance Algorithms Technical Report, ftp.ee.lbl.gov/email/vanj.90apr30.txt

Mathis Matthew and Mahdavi (1996), Forward Acknowledgement: Refining TCP congestion Control, Symposium on Communication Architecture and Protocols

Mathis Matthew, Mahdavi Jamshid, Floyd Sally and Romanov Allyn (1996), TCP Selective Acknowledgment Options, Internet Working Progress

NS2 Editor (2014), NS2 Documentation, www.isi.edu/nsnam/ns/

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

RANCANGAN DAN TANTANGAN PEMBELAJARAN MATEMATIKA TINGKAT SMA DALAM MEMPERSIAPKAN PEMBELAJARAN BERBASIS LITERASI DAN NUMERASI

Anung Wicaksono[1], Nor Annisa[2]
[1]*SMAK St Louis 1 Surabaya, Jawa Timur*
[2]*MA Darrussalam Boarding School, Samarinda, Kalimantan Timur*
Email : anungwicaksono10@gmail.com and nisatonjing@gmail.com

Abstrak
Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan persiapan dan tantangan Guru matematika SMA dalam pembelajaran berbasis literasi dan numerasi. Subjek dalam penelitian ini adalah sepuluh guru matematika di empat SMA yang berbeda. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah wawancara tidak terstruktur yang telah divalidasi. Hasil penelitian didapatkan dari kesimpulan wawancara. Hasil penelitian ini adalah dalam persiapan guru memberikan siswa sebuah kasus untuk dipecahkan dan mempersiapkan seberapa dalam konsep matematika yang akan diberikan kepada siswa, dan tantangannya adalah waktu belajar di sekolah menengah, kedalam konsep matematika dan siswa kurang motivasi ketika bertemu dengan banyak bacaan, dan juga guru berharap orang tua siswa memahami bagaimana perubahan Pendidikan dalam pembelajaran matematika secara dua arah

Kata kunci: Literasi, Numerasi, Wawancara tidak terstruktur

Pendahuluan

Fenomena pandemi *COVID-19* yang melanda memaksa pendidik untuk menggunakan teknologi. Proses pembelajaran menggunakan teknologi dalam pembelajaran online membuat guru dan siswa beradaptasi dan membuat terobosan-terobosan. Pemberlakuan pembelajaran daring yang tiba-tiba menyebabkan adanya ketidaksiapan guru dan siswa terhadap pembelejaran sehingga menimbulkan permasalahan.

Menilik fakta yang terjadi di Indonesia terkait dengan kemampuan literasi dan numerasi siswa yang masih rendah dan kondisi ini semakin parah dengan masa pandemic *COVID-19*, yang menghimbau siswa belajar dari rumah (Feriyanto: 2022) [1]. Sehingga memaksa guru yang berakibat ketidaksiapan dalam inovasi teknologi pembelajaran terutama pelajaran matematika.

Menteri Pendidikan Kebudayaan Ristekdikti menetapkan beberapa kebijakan pembelajaran sebagai upaya dalam mensiasati pandemi *COVID-19* yang juga melanda dunia pendidikan. Salah satunya yaitu kebijakan merdeka belajar yang merupakan tindakan nyata dari Kemendikbudristek dalam menguatkan literasi dan numerasi siswa. Strategi penguatan literasi dan numerasi untuk mengembangkan ekosistem sekolah sebagai tempat pembelajaran dengan salah satunya

pengembangan lingkungan kaya teks dan menekankan penalaran dan proses pemodelan pemecahan masalah (Dewayani: 2021) [2].

Salah satu aspek penting dalam pendidikan yang harus dimiliki siswa yaitu kemampuan literasi dan numerasi. Beberapa penelitian menjelaskan tentang rancangan dan tantangan pembelajaran matematika dalam mempersiapkan pembelajaran yang berbasis literasi dan numerasi. Penelitian Kencanawaty et al [3]., 2020 menyatakan bahwa tantangan guru mata pelajaran matematika adalah bagaimana memberikan pelajaran yang menarik, efektif, dan efisien dengan keadaan saat ini yang menggunakan pembelajaran jarak jauh. Strategi yang digunakan oleh guru dengan mengaitkan pembelajaran matematika dengan kehidupan sehari-hari sehingga siswa merasakan keberadaan dan manfaat matematika secara langsung dan menambah semangat dan motivasi belajar siswa.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Feriyanto [1] adalah strategi peningkatan literasi dan numerasi dapat dilakukan melalui kerjasama antar pemerintah pusat mauun daerah, sekolah, guru, kepala sekolah, siswa bahkan orang tua. Strategi yang dilakukan oleh pemerintah melalui program-program seperti gerakan literasi numerasi sekolah, asesmen kompetensi minimum, kampus mengajar dan lain sebagainya. Sedangkan strategi oleh sekolah melalui program komprehensif dan menyediakan sarana prasarana yang mendukung pengembangan keterampilan literasi dan numerasi serta kerjasama dengan guru terkait implementasi pembelajaran berbasis literasi dan numerasi. Strategi yang dialkukan oleh orang tua yaitu mendampingi dan memfasilitasi guru dan peserta didik serta melakukan pengawasan dan pengarahan dalam penggunaan media yang digunakan siswa.

Apakah guru tingkat SMA sudah mempersiapkan atau membuat rancangan tentang pembelajaran matematika berabsis literasi dan numerasi. Apakah guru sudah mengetahui tantangan yang terjadi ketika melakasanakan rancangan pembelajaran matematika berbasis literasi dan numerasi. Apakah guru sudah mempunyai solusi terhadap tantangan yang diperkirakan dalam pembelajaran matematika berbasis literasi dan numerasi. Dengan demikian perlu dilaksanakan riset terkait dengan rancangan dan tantangan pembelajaran dalam mempersiapkan pembelajaran berbasis literasi dan numerasi.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengetahui persiapan guru matematika tingkat SMA dalam pembelajaran matematika berbasis literasi dan numerasi dan (2) mengetahui tantangan guru matematika tingkat SMA dalam melaksanakan rancangan pembelajaran matematika berbasis literasi dan numerasi.

Berdasarkan pemaparan diatas, penelitian ini akan mengkaji rancangan dan tantangan pembelajaran matematika tingkat SMA dalam mempersiapkan pembelajaran berbasis literasi dan numerasi.

Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif kualitatif. Subjek penelitiannya guru matematika pada jenjang Sekolah

Menengah Atas. Objek penelitiannya adalah persiapan dan tantang guru matematika dalam menghadapi Pembelajaran berbasis literasi dan numerasi.

Metode pengumpulan data menggunakan dokumentasi dan wawancara. Instrumen pengumpulan data berdasarkan wawancara. Menurut Nursapia Harapan dalam [4] *interview* secara tak terstruktur(terbuka) merupakan *interview* di mana peneliti hanya terfokus pada pusat-pusat permasalahan tanpa diikat format-format tertentu. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan teknik analisis data menurut Miles dan Huberman (dalam Sugiyono, 2017) [5] yaitu redukti data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan atau verifikasi.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Dari proses wawancara yang sudah dilakukan maka didapat hasil seperti pada paparan di bawah ini:

Pertanyaan Pertama:

Apa persiapaan yang Bapak/Ibu lakukan sebelum memulai pembelajaran matematika?

Jawaban Narasumber 1

- Pertama harus mempelajari materinya lebih dahulu
- Yang kedua tentunya harus belajar mencari info sebanyak mungkin yang terjadi pada kehidupan sehari-hari
- Mencari kira-kira mana yang pas, atau mana yang cocok yang bisa dipakai dalam sebuah pembelajaran

Jawaban Narasumber 2

- Saya persiapkan dengan baik, dengan membuka Kembali rpp, pointpointnya apa, saya persiapkan materi dan strategi apa supaya anak dapat memahami dengan baik, pendahuluannya bagaimana, mempersiapkan latihannya bagaimana sebagai umpan balik, baru saya mengajar

Jawaban Narasumber 3

- Menyiapkan perangkat pembelajaran atau rpp mulai dari materinya terus modul ajarnya sampai pada assasmentnya mau seperti apa

Jawaban Narasumber 4

- Harus menyiapkan diri sebaik mungkin, kondisi prima baik psi dan pisik, menyiapkan buku ajar dan mau bahas materi apa sudah dipersiapan kemudian peralatan yang akan digunakan

Jawaban Narasumber 5

- Saya biasanya membuat rpp, lalu bikin materi bisa berupa ppt atau media pembelajaran lainnya, jika tidak langsung menulis tanpa media

Jawaban Narasumber 6

Pasti tanyakan terlebih dahulu materi prasyaratnya, bisa dengan pretest dan menanyakan materi-materinya sebelumnya apakah anak-anak masih ingat, biasanya dalam bentuk soal ataupun lisan.

Jawaban Narasumber 7

- Pertama saya persiapkan RPP, yang kedua mempersiapkan alatnya misal materi trigonometri siapkan penggaris, mempelajari materinya juga agar bisa saya jelaskan ke masalah yang nyata

Jawaban Narasumber 8

- Pertama saya harus belajar, kedua saya harus memastikan semua siswa punya buku paketnya masing-masing, ketiga materi yang diajarkan biasa melalui PPT.

Jawaban Narasumber 9

- Pertama perangkat pembelajaran dipersiapkan dan kedua media-media yang mendukung.

Jawaban Narasumber 10

- Yang saya siapkan membuat rancangan pembelajaran dahulu kemudian, mempersiapkan materi dapat dari tanya jawab anak-anak

Pertanyaan Kedua:

Metode apa yang Bapak/Ibu gunakan ketika melaksanakan pembelajaran matematika?

Jawaban Narasumber 1

- Yang selama ini saya pakai adalah metode ceramah artinya menjelaskan sebuah materi siswa mendengarkan, mencoba kasus persoalan dan menyelesaikan

Jawaban Narasumber 2

- Saya sesuaikan dengan strategi apa, tujuan instruksionalnya apa, pendekatannya apa, bisa dengan tanya tawab, dapat juga dengan problem solving, pendekatan terbimbing atau penemuan terbimbing tergantung dari suasana kelas, yang saya sering lakukan seperti metode inquiri dan

penugasan serta proyek kolaborasi karena matematika tidak dapat hidup sendiri

Jawaban Narasumber 3

- Metode yang biasa saya gunakan, karena matematika abstrak perlu ada ceramah penjelasan kemudian diskusi mengerjakan soal dan dilanjutkan seperti soal-soal applikatif yang berhubungan dengan kehidupan, lalu mempresentasikan lalu mengaris bawahi

Jawaban Narasumber 4

- Metode yang saya gunakan tergantung kelas dan materi, misalnya pada kelas IPA saya bisa menggunakan sci dan disco learning, jika IPS model gaya ceramah dan contoh soal dan Latihan-latihan soal

Jawaban Narasumber 5

- Macem-macem bisa pembelajaran teman sejawat, ceramah, diskusi berkelompok

Jawaban Narasumber 6

- Metode ceramah, tanya jawab, berikan contoh soal kemudian mengerjakan contoh soal, kelompok kerja.

Jawaban Narasumber 7

- Untuk saat ini karena ditahun ini sudah memulai kurikulum merdeka atau saya mengajar di kelas yang mengambil kurikulum merdeka, karena ditahun sebelumnya saya menggajar menggunakan kurikulum 2013 ditahun lalu saya menggunakan metode ceramah, tahun ini saya bisa mengubah konsep pembelajarannya mengajar dengan konsep merdeka, bisa juga dengan metode saintifik, dengan anak-anak melakukan kegiatan mengerjakan LK.

Jawaban Narasumber 8

- Saya menyesuaikan materi untuk metode yang diajarkan, anggaplah tadi materi trigonometri saya menggunakan metode yang konkret dulu misal saya perlihatkan segiti untuk sisi miring, sisi samping dan sisi depan. Saya menggambarkan lalu mengarahkan ke yang simbol-simbol. Biasanya saya ceramah dulu, bertanya kepada anak-anak, bertanya ke anak-anak dan mereka yang menjawab.

Jawaban Narasumber 9

- Memberikan pengantar materi, membuat kelompok dan memberikan soal yang berbeda-beda tiap kelompok dan dibimbing.

Jawaban Narasumber 10

- Metode pembelajarannya berdasarkan model pembelajaran yaitu PBL, project-based learning, inkuiri, discover learning.

Pertanyaan Ketiga:

Apa tolok ukur atau acuan yang Bapa/Ibu gunakan untuk mengetahui bahwa siswa tersebut sudah memahami materi matematika yang disampaikan pada pembelajaran matematika?

Jawaban Narasumber 1

- Pertama saya bertanya secara lisan, jawabannya menyambung secara logika matematika, sebaliknya jika tidak ada yang ditangkap jadi salah
- Kedua penilaian harian adalah essay, sehingga dapat melihat alur pembelajaran secara utuh, tanpa adanya loncatan logika

Jawaban Narasumber 2

- Tes afermativ, satu soal dikerjakan Bersama-sama, Latihan singkat saya cek berapa yang betul dan berapa yang kurang jika kurang dari 70% saya lihat kekurangannya bagaimana

Jawaban Narasumber 3

- Latihan soal, ada penilaian yaitu penilaian tulis Sebagian besar dalam bentuk uraian, supaya memahami alur berpikir siswa
- Melakukan remedial jika ada siswa yang kurang sehingga terpantau perkembangannya

Jawaban Narasumber 4

- Pertama akan ada tes tetapi dimulai dulu dengan tanya jawab dengan sukarela, kemudian menunjuk anak untuk maju mengerjakan
- Kedua tes Bersama untuk kelompok di waktu yang Bersama

Jawaban Narasumber 5

- Kalua saya cenderungnya bukan nilai, jika anaknya bisa maju kedepan maka materinya sampai jika tidak maka kurang

Jawaban Narasumber 6

- Saat saya bertanya apakah ada yang ditanyakan, jika siswa tidak ada pertanyaan berarti salah satu tolak ukur, dan harus dibuktikan dengan latihan soal-soal, penilaian 80 persen tuntas.

Jawaban Narasumber 7

- Biasanya saya mengadakan evaluasi diakhir bab, jadi itu sebagai tolak ukur saya, selain itu juga melihat kemampuan siswa di kelas, dari respon mereka, cara tanggap mereka.

Jawaban Narasumber 8

- Tolak ukurnya adalah soal, bisa menjawab assesementnya seperti, tapi kalau menunggu ulangan agak lama, jadi tanya-tanya kasih soal seperti ini bisa menyelesaikan masalah itu sudah bisa, dan mengubah perilaku mereka contoh anak menyebutkan nomor hp menggunakan kosong bukan nol, Lebih dilihat pada perilaku untuk dikatakan sudah mampu dan memahami materi yang bapak ajarkan.

Jawaban Narasumber 9

- Tolak ukurnya bisa mengerjakan soal yang diberikan oleh guru dari penjelasan materi yang sudah diajarkan.

Jawaban Narasumber 10

- Tolak ukurnya biasanya setelah melakukan pembelajaran yaitu refleksi kita melihat bagaimana pemahaman siswa dari yang telah diajarkan dan memberikan instrument assessment yang menjadi tolak ukur apakah kompetensi sudah dicapai.

Pertanyaan Keempat:

Apakah Bapak/Ibu sudah mengetahui mengenai literasi dan numerasi pada pembelajaran matematika?

Jawaban Narasumber 1

- Belum

Jawaban Narasumber 2

- Yang saya tahu, berbasis literasi bahwa anak diharapkan untuk memahami sebuah materi atau mengerjakan Latihan anak harus membaca untuk mencari data
- Numerasi ya tentu banyak menggunakan hitungan-hitungan yang sifatnya sederhana, dapat juga hitungan yang agak dalam menggunakan alat hitung

Jawaban Narasumber 3

- Latihan soal, ada penilaian yaitu penilaian tulis Sebagian besar dalam bentuk uraian, supaya memahami alur berpikir siswa
- Melakukan remedial jika ada siswa yang kurang sehingga terpantau perkembangannya

Jawaban Narasumber 4

- Itu berarti ada suatu bacaan berdasarkan data, dimana disana memuat numerasi, data berbentuk diagram dan sebagainya

Jawaban Narasumber 5

- Kalua saya baru mulai soal-soal seperti akm sebelumnya tidak pernah, baru membuat 1 tahun yang lalu, lebih kecerita singkat

Jawaban Narasumber 6

- Jika numerasi menyelesaikan soal dalam bentuk matematika, literasi adalah terapan Bahasa Indonesia kemudian dibawa ke ranah matematika

Jawaban Narasumber 7

- Untuk saat ini pembelajaran yang berbasis literasi dan numerasi tahun lalu ujian anak-anak sudah menggunakan soal berbentuk Assesment jadi diharapakn semua guru disemua bidang menggunakan soal yang berbasis literasi dan numerasi. Dari saya sendiri kurang begitu baik memahami literasi sehingga pada saat pemberian soal lebih banyak memberikan soal numerasi. Literasi kemampuan anak dalam memahami bacaan atau teks yang panjang bisa mengidentifikasi bacaan, menulisakan poin-poin yang dimaksud, menceritakan kembali hasil dari bacaan tersebut. Numerasi lebih banyak ke perhitungan dan analisis. Harus banyak belajar lagi, karena matematika sebelumnya lebih banyak dinumerasi perhitungannya, sementara pada literasinya jarang digunakan jadi untuk saat ini saya masih belajar literasi dan numerasi.

Jawaban Narasumber 8

- Kebanyakan siswa SMA disini berasal dari pedalaman, SMP menggunakan simbol-simbol katakanlah 2 sabun ditambah 3 sampo jarang digunakan di SMP, kalau di SMA menggunakan seperti, 2x+5y sekian di sini SMA susah. Kita harus bisa memecahkan masalah untuk bisa pembelajaran yang berbasis literasi dan numerasi.

Jawaban Narasumber 9

- Literasi dan numerasi sebatas mempelajari soal-soal berbentuk AKM.

Jawaban Narasumber 10

- Literasi dan numerasi adalah pembelajaran tentang pengetahuan dan kecakapan. Bagaimana menggunakan angka dan simbol untuk mengidentifikasi yang terkait dengan matematika dasar sehingga mengolah pola pikir siswa bagaimana untuk memecahkan masalh, kemudian menganalisis informasi tentang grafik, diagram, dan sebagainya.

Pertanyaan Kelima:

Bagaimana rancangan Bapak/Ibu dalam mempersiapkan pembelajaran matematika berbasis literasi dan numerasi?

Jawaban Narasumber 1

- Tentunya saya harus siap dengan segala materi karena pembelajaran berbasis literasi artinya anak membaca sesuatu mencari informasi, mencari logika matematika, pemodelan dan berikutnya tantangan menyelesaikan model tersebut, sehingga pada pembelajaran seperti ini pembelajaran tidak kaku, artinya saya jumpa apa tergantung dari penyelesaian berdasarkan apa yang kita hadapi dilapangan, tidak by system
- Metodenya jelas metode siswa sebagai central, berbasis kompetensi dari siswa, artinya siswa sebagai subjek pembelajaran

Jawaban Narasumber 2

- Selama ini belum banyak menggunakan literasi, saya mencoba mengambil sebuah kasus dari internet atau dari koran, misalnya mengenai pertumbuhan ekonomi saya minta mereka menganalisis, naik atau turun, bagaimana dugaanmu pertumbuhan untuk kedepannya bagaimana
- Sedangkan jika numerasi, saya gunakan data yang tertampil kemudian menyelesaikan dengan hitungan matematis

Jawaban Narasumber 3

- Dari pengalaman yang lalu, harus diapplikasikan pada kehidupan sehari-hari seperti halnya soal-soal akm, harus digali lagi konsep matematika pada kehiduapan sehari-hari
- Mencari metode-metode baru dengan diawali oleh kasus-kasus kemudian di implementasikan pada bab tersebut dapat dengan alat peraga

Jawaban Narasumber 4

- Yang pasti lebih banyak memahami contoh-contoh kasus kontektual yang berhubungan dengan matematika, misalnya perubahan iklim dan kaitannya dengan matematika dan persoalannya
- Jika dikelas memberikan suatu persoalan yang akan dibuktikan dan dipecahkan

Jawaban Narasumber 5

- Jika saya lebih cenderung ke soal lebih kontektual, kasus singkat pertanyaan soal dan jawaban

Jawaban Narasumber 6

- Merancang projek, dan praktisnya, setelah anak memahami konsep teorinya kemudian dibawa ke masalah sehari-hari

Jawaban Narasumber 7

- Rancangannya dalam bentuk soal-soal dalam aktivitasnya banyak kegiatan anak-anak membaca terlebih dahulu, memahami poin-poin dari materi, kalau dinumerasi bagaimana anak-anak melakukan aktivitas mengerjakan lembar kerja siswa. Untuk mengajarkannya di kelas, selain kegiatan awal apersepi dan sebagainya kegiatan inti anak-anak, untuk kegiatan literasi saya buat kelompok-kelompok kecil lalu mereka diberi bahan bacaan atau bahan literasi untuk mereka baca kemudian mereka diskusikan satu sama lain kemudian selanjutnya mereka bisa sampaikan hasil diskusi pada setiap kelompoknya. Hasil diskusinya bisa ditanggapi oleh teman kelompok-kelompok lain apakah diskusi mereka punya beda pendapat dengan teman-teman lain.

Jawaban Narasumber 8

- Simbol dulu baru ke permasalahan baru disajiakn ke dalam bentuk permasalahan. Kemudian mereka membaca, mengamati, setelah itu mereka menyelesaikan metode yang simbol-simbol tadi, ujian semesternya menggunakan yang berbasis literasi dan numerasi contoh soal benar salah atau menjodohkan seperti bentuk soal AKM.

Jawaban Narasumber 9

- Menerapkannya rancangan sama seperti pembelajaran pada umumnya memberikan pengantar materi, membuat kelompok dan memberikan soal yang berbeda-beda tiap kelompok dan dibimbing.

Jawaban Narasumber 10

- Rancangan saya yang pertama adalah membudayakan literasi, bukan hanya membaca tetapi kemampuan siswa untuk memahami apa yang dibaca dan kemudian memahami konsep dari yang dibaca tersebut. Kedua melatih daya nalar siswa melalui model pembelajaran inovatif. Ketiga menggali berbagai stimulus yang diperlukan untuk menunjang proses berpikir siswa, dimana stimulus ini dapat berupa gambar, video, ataupun rekaman suara. Keempat menyiapkan instrument assessment yang mendukung upaya pencapaian kompetensi lietasi dan numerasi. Terakhir setelah pembelajaran ada remedial dan pengayaan.

Pertanyaan Keenam:

Jika rancangan Bapak/Ibu dijalankan, bagaimana menurut Bapak/Ibu tantangan yang terjadi terhadap rancangan pembelajaran matematika berbasi literasi dan numerasi?

Jawaban Narasumber 1

- Yang pertama tentu system Pendidikan yang tidak holistic, artinya cara pembelajaran di sma harus sama dengan pembelajaran di kuliah. Artinya jika sma berbasis kompetensi kuliah juga seperti itu
- Yang kedua adalah pemahaman ke orang tua masalah kurikulum baru harus diperhatikan karena Pendidikan tidak hanya disekolah tapi juga dirumah, apa yang berubah di sekolah juga harus dimengerti oleh orang tua, jangan sampai layanan yang berbasis kompetensi tapi orang tua berbasis materi
-

Jawaban Narasumber 2

- Tidak semua siswa senang dengan literasi dan membaca, siswa tahu matematika sedikit bacaan
- Saya mendapat permasalahan tetapi tidak dapat menyelesaikan, maka mendiskusikan perlu untuk menyelesaikan
- Kuraguan pada tingkatan ilmu pengetahuan matematika

Jawaban Narasumber 3

- Dari diri saya sendiri harus banyak belajar untuk IT atau teknologi, kekurangan dari siswa dan guru untuk belajar tentang update ilmu

Jawaban Narasumber 4

- Tantangannya, karena model literasi dan numerasi masih baru, anak masih kurang terbiasa dalam menghadapi soal, keterbatasan waktu dengan materi yang banyak

Jawaban Narasumber 5

- Motivasi anak, karena begitu anak membaca soal dan mengetahui soal Panjang motivasi jadi berkurang

Jawaban Narasumber 6

- Jika rancangan tersebut diterapkan maka tantangan yang pertama adalah dalam hal matematika adalah mengkaitkan konsep dari literasi dan numerasi, konsep dasar matematika kesulitan dibawa ke literasi dan numerasi

Jawaban Narasumber 7

- Tantangan terbesarnya, salah satu masalah yang dimiliki anak-anak sekarang ini malas membaca, anak-anak sekarang ini bisa dibilang krisis literasi sangat malas membaca bahkan untuk hal-hal lain. Anak-anak sekarang ini menyukai hal bersifat visual.

Jawaban Narasumber 8

- Tantangan biasanya saya alami kelengkapan peralatannya kurang mendukung disini dan kemampuan siswa itu tidak sama dan berbeda-beda.

Jawaban Narasumber 9

- Tantangannya pasti berat untuk siswa karena siswa harus mandiri dalam pembelajaran dan guru harus memikirkan penyampaian pembelajaran yang menarik supaya siswa mudah mengerti dalam mempersiapkan pembelajarannya.

Jawaban Narasumber 10

- Tantangannya tentunya terhadap siswa otomatis masih agak susah memahami apalagi disuruh membaca tentang literasi kemampuan membaca, memahami dan menganalisis, memahami konsep masih menjadi kendala untuk siswa. Kedua kemampaun siswa untuk mengidentifikasi soal yang berbasis literasi dan numerasi baisanya masih menjadi kendala.

Pertanyaan Ketujuh:

Apa solusi yang sesuai dengan tantangan dalam menghadapi pembelajaran matematika berbasis literasi dan numerasi yang Bapak/Ibu rancang?

Jawaban Narasumber 1

- Ketika rancangan itu mau dijalankan saya harus memperbanyak pengetahuan lebih-lebih pembelajaran berbasis literasi dan numerasi, harus mencari peluang-peluang yang mungkin untuk memecah kebuntuan dari suatu yang baru
- Banyak membaca, banyak bertanya, banyak seminar dan webminar, saya membutuhkan testimoni yang real menjalankan
- Menyamakan pemahaman orang tua dengan sekolah, orang tua harus dihadikan ke sekolah diajak komunikasi dan dilibatkan lebih aktif seperti, jika ada pembelajaran penguasaha kita hadirkan orang tua yang sudah menjadi pengusaha sebagai bagian dari penelitian supaya lebih deket

Jawaban Narasumber 2

- Saya harus banyak membaca dan literasi kemudian mencari info dan narasumber atau buku-buku yang mendukung hal tersebut
- Mendiskusikan ide-ide yang dipunyai sehingga mengarah ke penyelesaian masalah

Jawaban Narasumber 3

- Bersama-sama untuk koordinasi dan Kerjasama dengan satu rumpun dan separalel sama-sama merencanakan serta melaksanakan, supaya satu suara dalam mengajar

Jawaban Narasumber 4

- Memberikan permasalah tentang literasi, membiasakan peserta didik dalam menyelesaikan

- Mengumpulkan anak-anak yang tertarik guna membuat kelas pengajaran baru

Jawaban Narasumber 5

- Mulai dari kelompok dahulu, mungkin jika ada temennya ada stimulus untuk mengerjakan.

Jawaban Narasumber 6

- Belajar dan mencari narasumber lain, mencari soal-soal yang berkaitan dengan literasi dan numerasi

Jawaban Narasumber 7

- Jadi selain literasinya dalam bentuk tulisan bisa kita membuatnya dalam bentuk video. Karena video termasuk literasi dengan adanya penyampaian dan berbentuk visual.

Jawaban Narasumber 8

- Saya mengalihkan ke bentuk yang lebih sederhana yang sering terjadi dikeseharian mereka di pondok pesantren sini, anggaplah saya memberikan masalah nyata kemudian dirubah ke simbol matematika untuk dapat mereka selesaikan.

Jawaban Narasumber 9

- Bisa membuat permainan kecil contoh uno, kasih tempelan soal atau kartu lain sebagai jawaban agar siswa tertarik dulu dengan matematika.

Jawaban Narasumber 10

- Tentunya harus ada persiapan, pengetahuan tentang literasi dan numerasi kita harus tahu, apa tujuannya dan bagaimana penerapannya kesiswa. Kedua kemampuan kita mengidentifikasi soal yang berbasis literasi dan numerasi. Ketiga saya harus tau kompetesi apa yang dipakai dan dibutuhkan siswa untuk menarik perhatian dalam proses pembelajaran.

Dari paparan wawancara terhadap narasumber maka didapatkan bahwa:

Rancangan pembelajaran matematika berbasis literasi dan numerasi yang digagas oleh narasumber berupa;

1. Rancangan pembelajaran matematika dalam bentuk soal-soal dalam aktivitasnya anak-anak untuk dapat membaca terlebih dahulu, memahami poin-poin dari materi. Untuk mengajarkannya di kelas, selain kegiatan awal apersepi dan sebagainya kegiatan inti anak-anak, untuk kegiatan literasi akan dibentuk kelompok-kelompok kecil lalu mereka diberi bahan bacaan atau bahan literasi

untuk mereka baca kemudian mereka diskusikan satu sama lain kemudian mereka bisa sampaikan hasil diskusi pada setiap kelompok kelas.

2. Memberikan simbol dulu baru disajiakn ke dalam bentuk permasalahan. Kemudian mereka membaca, mengamati, setelah itu mereka menyelesaikan metode dengan simbol-simbol yang telah diketahui, ujian semester menggunakan yang berbasis literasi dan numerasi contoh soal benar salah atau menjodohkan seperti bentuk soal AKM.
3. Menerapkannya rancangan sama seperti pembelajaran pada umumnya memberikan pengantar materi, membuat kelompok dan memberikan soal yang berbeda-beda tiap kelompok dan dibimbing oleh guru.
4. Membudayakan literasi, bukan hanya membaca tetapi kemampuan siswa untuk memahami apa yang dibaca dan kemudian memahami konsep dari yang dibaca tersebut. Melatih daya nalar siswa melalui model pembelajaran inovatif. Menggali berbagai stimulus yang diperlukan untuk menunjang proses berpikir siswa, dimana stimulus ini dapat berupa gambar, video, ataupun rekaman suara. Menyiapkan instrument assessment yang mendukung upaya pencapaian kompetensi lietasi dan numerasi. Setelah pembelajaran ada remedial dan pengayaan.
5. Memberikan informasi mengenai literasi dan numerasi dalam pembelajaran matematika kepada siswa. Menggunakan metode belajar siswa sebagai central dari kegiatan belajar mengajar dengan pembelajaran berbasis kasus dan tidak kaku, serta melibatkan orangtua untuk komunikasi aktif dengan perubahan yang terjadi.

Tantangan pembelajaran matematika berbasis literasi dan numerasi yang dipikirkan oleh narasumber berupa;

1. Tantangan terbesarnya, salah satu masalah yang dimiliki anak-anak sekarang ini malas membaca, anak-anak sekarang ini bisa dibilang krisis literasi sangat malas membaca bahkan untuk hal-hal lain. Anak-anak sekarang ini menyukai hal bersifat visual.
2. Tantangan kelengkapan peralatannya kurang mendukung dan kemampuan siswa itu tidak sama dan berbeda-beda.
3. Tantangannya metode literasi dan numerasi ini pasti berat untuk siswa karena siswa harus mandiri dalam pembelajaran dan guru harus memikirkan penyampaian pembelajaran yang menarik supaya siswa mudah mengerti dalam mempersiapkan pembelajarannya.
4. Tantangannya tentunya terhadap adalah kemampaun siswa untuk mengidentifikasi soal yang berbasis literasi dan numerasi masih menjadi kendala otomatis masih agak susah memahami apalagi jika disuruh membaca tentang literasi kemampuan membaca, memahami dan menganalisis, memahami konsep masih menjadi kendala untuk siswa.

5. Tantangan dalam menyamakan pemahaman orangtua dengan sekolah.
6. Tidak semua siswa menyukai matematika
7. Keraguan guru terhadap ilmu matematika yang digunakan ditingkat SMA.
8. Keterbatasan waktu penyampaian materi.

Solusi pembelajaran matematika berbasis literasi dan numerasi yang dipikirkan oleh narasumber berupa

1. Selain literasi dalam bentuk tulisan bisa kita membuatnya dalam bentuk video. Karena video termasuk literasi dengan adanya penyampaian dan berbentuk visual.
2. Mengalihkan ke bentuk yang lebih sederhana yang sering terjadi dikeseharian mereka di pondok pesantren sini, anggaplah diberikan masalah nyata kemudian dirubah ke simbol matematika untuk dapat mereka selesaikan.
3. Membuat permainan kecil contoh uno, berikan tempelan soal atau kartu lain sebagai jawaban agar siswa tertarik dulu dengan matematika.
4. Harus ada persiapan, pengetahuan tentang literasi dan numerasi kita harus tahu, apa tujuannya dan bagaimana penerapannya kesiswa. Kedua kemampuan kita mengidentifikasi soal yang berbasis literasi dan numerasi. Ketiga saya harus tau kompetesi apa yang dipakai dan dibutuhkan siswa untuk menarik perhatian dalam proses pembelajaran.
5. Orangtua harus dihadirkan ke sekolah dan dilibatkan lebih aktif.
6. Mencari narasumber atau buku-buku pendukung.
7. Berkoordinasi dan bekerjasama dengan satu rumpun mata pelajaran agar satu suara dalam mengajar.
8. Memulai pembelajaran berkelompok dan bekolaborasi.

Kesimpulan

Dari hasil wawancara dengan sepuluh guru Matematika tingkat SMA maka dapat disimpulkan bahwa

Rancangan guru dalam mempersiapkan pembelajaran berbasis literasi dan numerasi yaitu memberikan informasi literasi dan numerasi, rancangan dalam bentuk soal-soal yang dibuat berdasarkan literasi dan numreasi yang aktivitasnya banyak kegiatan anak-anak membaca terlebih dahulu, memahami poin-poin dari materi, kemudian dinumerasi bagaimana anak-anak melakukan aktivitas mengerjakan lembar kerja siswa

Tantangan yang akan dihadapi oleh guru yaitu harus menyamakan pemahaman orangtua dengan sekolah terkait pembelajaran, tidak semua siswa menyukai pembelajaran matematika, dan siswa harus mandiri dalam pembelajaran dan guru harus memikirkan penyampaian pembelajaran yang menarik supaya siswa mudah mengerti dalam mempersiapkan pembelajarannya.

Solusi dari guru untuk menghadapi tantangan pembelajaran matematika yang berbasis literasi dan numerasi yaitu Orangtua harus dihadirkan ke sekolah dan dilibatkan lebih aktif, Berkoordinasi dan bekerjasama dengan satu rumpun mata pelajaran agar satu suara dalam mengajar, selain literasinya dalam bentuk tulisan bisa kita membuatnya dalam bentuk video. Karena video termasuk literasi dengan adanya penyampaian dan berbentuk visual.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya dapat mengamati implementasi dari kegiatan pembelajaran matematika berbasis literasi dan numerasi pada tingkat SMA dan Sederajat,

Daftar Pustaka

[1]. Feriyanto Feriyanto. *Strategi Penguatan Literasi Numerasi Matematika Bagi Peserta Didik Pada Kurikulum Merdeka Belajar*. Journal Gammath, Volume (07) Nomor (02), September 2022

[2]. S Dewayani *et al., Panduan Penguatan Literasi dan Numerasi di Sekolah.* Jakarta: Direktorat Jendral Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2021.

[3]. Kencanawaty, Gita *et al. Tantangan dan Strategi Pembelajaran Matematika di Masa Adaptasi Kebiasaan Baru (AKB) dampak dari Covid-19*. Jakarta: Seminar Nasional dan Diskusi Panel Pendidikan Matematik Universitas Indraprasta PGRI. 2020

[4]. Harahap, Nursapia. *Penelitian Kualitatif.* Medan: Wal ashri Publishing.2020.

[5]. Sugiyono, *Metode Penelitian*. Bandung: Alfabeta.2017

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PROJECT-BASED LEARNING MODULE FOR 4th GRADE ELEMENTARY SCHOOL STUDENT BASED ON VARK LEARNING STYLE

Ignatia Esti Sumarah[1], Rusmawan[2], Cipta Gilang Kencana[3], Kristophorus Divinanto Adi Yudono[4], Chrisnutajati Waninghiyu[4], Agata Mustika Kusuma Dewi[5]

[1,2,4,5]*Universitas Sanata Dharma (Mrican Tromol Pos 29-Yogyakarta 51324)*
[3]*Santa Angela (Jl.Merdeka no.24-Bandung 40117)*
[4]*Unika Widya Mandala Surabaya Kampus Kota Madiun (Jl. Manggis No.15-17, Kejuron, Kec. Taman, Kota Madiun, Jawa Timur 63131)*
**Email: isumarah@gmail.com*

Abstract

This research is motivated by the urgency of teachers to facilitate the learning process based on students' learning styles. The purpose is to develop a project-based learning model for 4th grade elementary school students with a VARK (Visual, Auditory, Read/write, and Kinaesthetic) learning style. The research conducted was a development research with the ADDIE model. The objects were 4th grade elementary school students, 25 students from St. Angela Bandung and 21 students from SDN Selang, Gunung Kidul Regency. Data were collected using a VARK questionnaire consisting of 16 multiple choice questions, to determine students' learning styles; and then were analysed by descriptive analysis. The results of the study showed that there were various student learning styles that need to be facilitated with project-based learning modules. The product developed was entitled "Project-Based Learning Module for 4th Grade Elementary School Students Based on VARK Learning Style". After validating by 3 experts, the module value was 3.4 which meant worth to be tested after revision. The limited trial was carried out by a 4th grade teacher at St. Angela's Elementary School, and showed that the module was effective to facilitate students with a VARK learning style.

Keywords: learning style, module, project-based learning

Introduction

Education is a process of knowledge transfer and character formation through a learning process between educators and students (Ambarini et al., 2013). The process must be able to facilitate the development of students' left and right brain abilities. If this balance is created, students' learning motivation will be formed because they understand the importance of education for life. Therefore, schools need to facilitate the learning process of students who have different abilities, to develop their intelligence. According to Howard Gardner (Phillips, 2010), every individual from birth has multiple intelligences. There are eight multiple intelligences, namely linguistic, mathematical or logical, spatial, kinesthetic, musical, interpersonal, intrapersonal, and naturalist. In addition, it is known that each student has varying intelligence, for example there are types who have the ability to count quickly, other students have accurate spatial-visual abilities and

enjoy participating in adventurous activities such as scouts, there are students who have multi-talents combined with some of the eight intelligences. Gardner also emphasized that teachers need to detect the intelligence of students who show certain characteristics and facilitate the learning process, in order to help the development of their intelligence.

One way for teachers to be able to detect the type of student intelligence is to understand their learning style. Learning style is a process of acquiring new knowledge and skills (Widharyanto, 2017). One of the learning style models developed to facilitate the development of students' intelligence is VARK which was created by Neil D. Fleming. Before VARK was created, Fleming had discovered the VAK learning style in 1987. The learning style of the VAK model consists of 3 styles, namely Visual (V), Aural (A), and Kinesthetic (K), while the VARK has an update in the form of differentiation of modality V. This visual modality is divided into a new modality called read/write (R), with the consideration that the preference for modality V with R "is not always found in a group of people with a similar learning style" (Widharyanto, 2017). The emergence of the read/write modality as a complement to the VAK learning style has added a new term to the Fleming learning style known as the VARK learning style or learning style which consists of four modalities including visual, aural, read/write and kinesthetic (Fleming & Bonwell, 2019). The VARK learning style has characteristics in each of its modalities. The selection of the VARK learning model in the study was based on the suitability of this model with the characteristics of learning activities in elementary schools involving four elements of the learning style model. The VARK learning style has characteristics in each of its modalities. The selection of the VARK learning model in the study was based on the suitability of the VARK model with the characteristics of learning activities in elementary schools, which involved four elements of the VARK learning style model.

Researchers are interested in Kristophorus Divinanto Adi Yudono's research, entitled "Learning Activities Based on the Diversity of Each Student's Learning Styles", based on Fleming's ideas. The VARK questionnaire was prepared by emphasizing the four VARK letters that represent each learning style, namely V for visual, A for aural, R read/write, and K for kinesthetic (Robertson et al, 2011). Each alphabet represents a learning style that has its own character in the application of learning activities (Divinanto, 2021). VARK questionnaires were distributed to 21 3rd grade students of private elementary schools in Purworejo Regency, Central Java, on 12 and 13 March 2021. The result was10 students had learning style V, 5 students had learning style A and K, and 1 student had learning style R. The data obtained motivates researchers to conduct further research.

The researcher then collaborated with Divinanto to distribute VARK instruments to 4th grade elementary school students, namely 25 for St. Angela Elementary School students in Bandung and 21 for State Elementary School students in Gunung Kidul Regency. As a result, at St. Angela Elementary School: 58% of students had a learning style of V, 23% A, 15% R and 4% K. Meanwhile at Selang State Elementary School: 37% A, 31% V, 16% R and 16% K. From the results of interviews with 4th grade teachers at St. Angela's Elementary School, the researchers obtained information that the teacher was willing to work together in making learning modules to facilitate students, the majority of whom had learning styles V and A. The aimed was to assist students in gaining knowledge by

experiential learning; learn through experiences that were in accordance with the learning style.

In applying learning with an experiential learning model, teachers do need to understand students' learning styles (Sugiyanto, 2012). Variations in presenting materials and assignments that are adapted to learning styles can motivate students in learning. This idea is in line with the results of a study by Zagoto, et al. (2019) entitled "Individual differences from their learning styles and their implications in learning", which explains the importance of teachers carrying out a learning process that is in accordance with student learning styles. Video media and picture books are known to help students who have a V learning style to absorb the subject matter easily. To help students who have an A learning style, teachers can invite them to read the lesson materials in a voiced manner. Teachers facilitate students who have an R learning style by letting them take notes or tell stories during the learning process. The teacher invites students to learn by exploring the environment, making it easier for them with the K learning style to understand the teaching material. Based on this research, it is known that teachers must be able to design learning activities that suit with various student learning styles. As described above, there are several dimensions of learning styles that can be used as a basis by teachers in making variations in their teaching. One of the routes is to include Visual, Aural, Read/write, and Kinesthetic modalities. Therefore, teachers need to use learning models to be able to enter VARK modalities during the learning process (Arends, 2013).

Researchers then chose a project-based learning model (PjBL) to apply thematic learning that suits students' learning styles. This is because the learning model can increase student creativity to get a learning experience that matches their competencies (Rusman, 2016). In addition, the results of Kusuma's research (2018) on "Application of the PjBL model assisted by audiovisual media to improve science learning outcomes", recommend that project-based learning with audiovisual media can be an alternative to apply thematic learning models innovatively. The research of Handayani, et al. (2021) entitled "Application of Project based learning model assisted by learning videos to increase creativity of artwork in 2nd grade students of SDN 2 Sungapan", underlines the importance of teachers using the PjBL model in online learning to improve student artwork. The research of Dani, et al. (2021) "Development of integrated thematic teaching materials based on life skills with Project based learning in elementary schools", proves that the development of thematic teaching materials based on the “Project Based Learning” learning model has been effectively implemented because it is able to increase learning activities that have an impact on good learning outcomes.

From some of these studies know that project-based learning can facilitate students to collect information to produce something (product). The products it produces will be useful for their own lives or for others, as well as remain related to the basic competencies (KD) taught by teachers (Kosasih, 2014). During the learning process, students are given the opportunity to work independently and produce valuable and realistic work; which can improve learning achievement. Therefore, researchers were inspired to conduct development research to create a product in the form of "Project-based learning modules for 4th grade elementary school students with the VARK model."

Modules are teaching materials that are arranged systematically in simple language so that students understand, so that with the guidance of teachers they can learn independently (Abidin, 2017). According to the Directorate General of PMPTK (2008), modules are printed teaching materials designed for students to learn independently. Modules are also learning media so that students can learn independently, because the module has been equipped with instructions for students to do themselves. The content of the module is a set of teaching materials that are presented systematically so that its users can learn independently or without a facilitator. The characteristics of the module are: 1) contains guidelines so that students are able to learn alone or not depending on other parties, 2) the material in the module consists of learning from a unit of competence or sub-competence, 3) modules adapted to the development of technology, 4) each instruction and description of information contained in the module uses simple language that makes it easier for students to do the tasks in the module. Research by Siska & Kristiawan (2021) "Development of learning modules on the learning outcomes of aqidah subjects in elementary schools", explains that learning modules in comic format as a learning medium have an influence that builds students' understanding to live and practice Islamic teachings. Based on these ideas it can be concluded that the module contains a guide, so that students can learn on their own. The module that the researcher developed is related to the application of the PjBL model which facilitates the majority of students for 4th grade elementary school students, who have a VARK learning style.

"Project-based learning module for 4th grade elementary school students with the VARK model" that the researcher developed consists of 4 parts. **Part 1** on "VARK learning styles", contains an explanation of VARK as one of the learning style models created by Neil D. Fleming. **Part 2** on "The PjBL model", briefly describes the peculiarities of the PjBL model that facilitate students to create products as a result of the learning experience. **Part 3** on "Application of PjBL, creating comics about force and motion", describes the application of the PjBL model in science thematic learning of force and movements associated with student activities such as cycling, jogging, and skipping from PJOK (physical education or PE). Furthermore, to facilitate 4th grade students of Santa Angela Elementary School, the majority of whom had a V learning style, then for learning IPA (natural science), PJOK and Indonesian were associated with SBdP material on comic making, as one of the 3-dimensional works. **Part 4** on "Application of PjBL: Project to create stories to maintain soil natural resources", contains an explanation of the application of the PjBL model for science thematic learning on efforts to balance and preserve natural resources in their environment. As for the natural resources in the environment are air, water, plants and soil. One way to conserve the natural resources of the soil is to make eco enzymes. How to make eco enzymes is explained in the form of an audio-visual story entitled "Flushing eco enzymes to fertilize earthworms and plants" (Indonesian material). The audio-visual story was created to facilitate the A and V learning styles that students predominantly have at SDN Selang.

Method

This research was a type of research and development or commonly referred to as Research and Development (R&D) with the ADDIE model (Tung, 2017)

which contains five steps, namely Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation. R&D is a research process to develop a new product or improve an existing product, which accountable. In this context, the product developed was in the form of a "project-based learning module for 4th grade elementary school students with the VARK model", to continue previous research conducted by Divinanto.

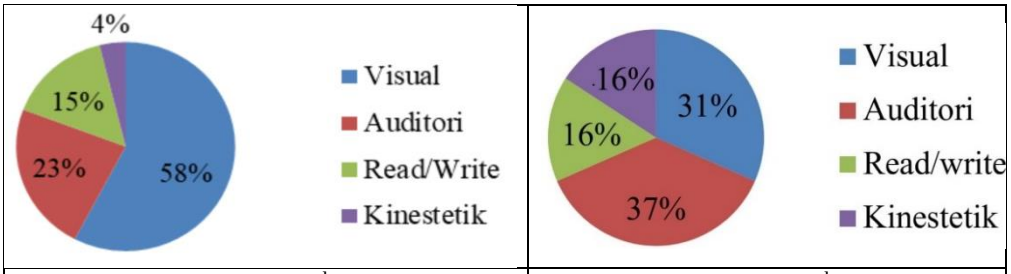
Analyze

At this stage, researchers distributed the modified "VARK Instrument for elementary school students" to 4th grade students, 25 students of Santa Angela Bandung Elementary School and 21 students of SDN Selang, Gunung Kidul Regency. The instrument consists of 16 multiple-choice questions to find out the student's learning style. The contents of the VARK instrument distributed to students can be seen in Figure 1.

The result was, at Santa Angela Elementary School: students had a learning style of 58% V, 23% A, 15% R and 4% K; while in SDN Selang: 37% A, 31% V, 16% R and 16% K, as shows in Figure 2.



Figure 1. VARK Instruments



Learning style of 4th grade of St. Angela Elementary School	Learning style of 4th grade of Selang Elementary School

Figure 2. Student’s Learning style

From the results of the instrument, it can be concluded that, the majority of students in the two schools had learning styles V and A. As for the interview results, it was known that, teachers need examples of applying project-based learning

models to create comics or stories related to the subject matter. The purpose is that it can be used as a learning medium to help students who have R and K learning styles.

Design

At this stage the researcher compiles a grid of module creations, as listed in Table 1.

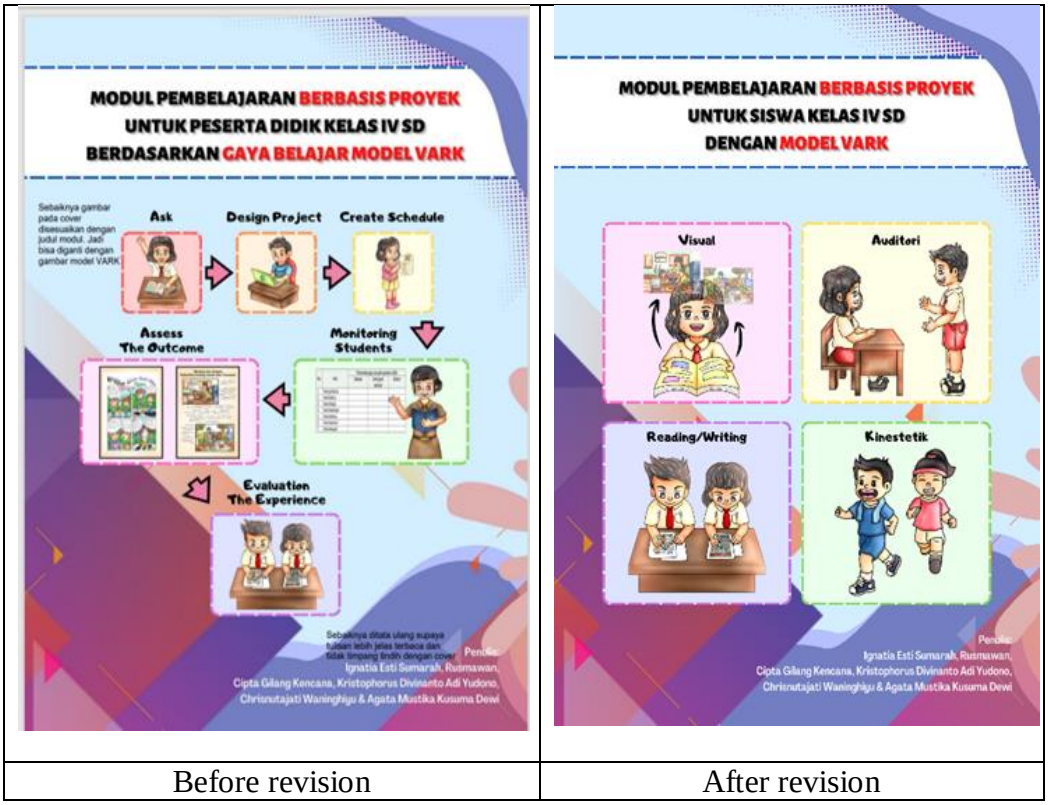
Table 1. Module Content Outline

No	Bagian dalam Buku	Deskripsi
1.	Cover	Memuat judul, penulis dan ilustrasi gambar yang mendeskripsikan enam langkah PjBL.
2.	Kata pengantar Editor	Berisi latar belakang penulisan modul dan ucapan terimakasih kepada beberapa pihak yang telah membantu penyusunan modul.
3.	Isi	Modul memuat empat bagian, yaitu: **Bagian 1** “Gaya belajar VARK” (ditulis Kristophorus Divinanto Adi). **Bagian 2** “Model PjBL” (ditulis Rusmawan&Ignatia Esti Sumarah) **Bagian 3** “Penerapan PjBL1: Proyek membuat komik tentang gaya dan gerak” (ditulis Cipta Gilang Kencana). **Bagian 4** tentang “Penerapan PjBL 2: Proyek membuat cerita untuk memelihara sumber daya alam tanah” (ditulis Ignatia Esti Sumarah, Chrisnutajati Waninghiyu, Agata Mustika Kusuma Dewi).
4	Kepustakaan	Memuat beberapa kepustakaan yang mendukung isi modul.
5	Biodata singkat penulis	Memuat biodata penulis modul

Development

Based on these grids, a "Project-based learning module for 4th grade elementary school students with the VARK model" was developed. The module was validated by three validators and scored 3.3 from the lecturer and the Elementary School Principal, while 3.6 from the 4th grade Elementary School teacher. So the average value of the module is 3.4 (value range 1-4), meaning "good" so it is worth testing after revision. One of the validators suggested that the image on the module cover should be related to the VARK model, so after revision the results could be seen in Figure 3.

After the module was validated and revised, it was then submitted to undergo an editing process so that it could be issued by the issuer electronically, as well as to obtain an IPR certificate.



Before revision	After revision

Figure 3. Module Cover Before and After Revision

Implementation

The module trial was carried out on a limited basis by research members, as well as 4th grade teachers at SD St. Angela Bandung. The content of the piloted module is Part 3 of the module on "Application of PjBL: creating comics about force and motion." The meeting was held online (May 2022), because it was still a pandemic period which was attended by 25 students.

Because the results of the questionnaire showed: 58% (15 students) had a learning style V, 23% (6 students) A, 15% (4 students) R and 4% (1 student) K, the research members tried to create a comic project, while teaching the theme “8 Regions Where I Live “ sub-theme “Proud of the Area Where I Live”. The thematic learning of IPA, PJOK, and SBdP KD taken is an emergency KD, which is intended for teachers during the Covid-19 pandemic (2021-2022 school year period).

The KD IPA that was the focus of learning is 3.4 connecting force with motion in events in the surrounding environment and 4.4 presenting the results of experiments on the relationship between force and motion. Force is a pull or impulse that causes an object to move, move places and even change shape (Mayer and Rogers, 2013). Based on the teacher's book published by the Ministry of Education and Culture of the Republic of Indonesia (Subekti, 2016), the concept of force learned in class IV is touch force (contact style) and non-touch force (non-contact force). The touch force consists of muscle force, friction force, pulling force, and push force. The touchless force consists of gravitational force, electric force, and magnetic force. Motion is the change in the position of an object from the initial position to the final position.

The KD PJOK used in this learning is 4.5, practicing variations and combinations of various dominant motion patterns (resting, hanging, balance, moving/locomotor, repulsion, spin, swing, drifting, and landing) in floor gymnastics activities. The focus of PJOK learning facilitates students who had a K learning style to be able to understand material about force and motion.

The KD SBdP used in this lesson is 3.1 knowing how to create an image with three-dimensional coloring and 4.1 making an image using a three-dimensional coloring technique. In this context the intended three-dimensional image was comic. This activity aimed to facilitate students who had learning styles V, R and A.

The thematic learning was carried out using the PjBL model which consists of 6 steps. In the first week, teachers hold online meetings (because it was still a pandemic) to implement steps 1 to 3 of the PjBL model.

Step 1 ask, the teacher asked whether students liked conventional car play games or those using remote control? Also asked what kind of sports did students like? Furthermore, the teacher explored students' knowledge related to conventional car games and remote control cars, as well as jogging and riding bicycles; with electric force, magnetic force, muscle force, friction force and gravitational force.

Step 2 design project, the teacher invited students to do fun activities related to games as well as certain sports (to facilitate students who had a K learning style) and explained the force and movements contained in it (to facilitate students who had an A learning style). Furthermore, they were asked to write down their experiences in a storyline (to facilitate students who had R and V learning styles). As for students who had a V learning style, then they were asked to make the storyline in the form of comics. According to Muhira (2020), comics are a form of artwork using motionless images arranged in such a way in several panels, thus forming a story. Previously, the teacher gave an example of a comic that she had made as shown in Figure 4.

Step 3, create schedule, the teacher gave a one-week project creation worksheet on games or sports related to style and motion, as listed in Table 2.

Step 4, monitoring students and progress of projects was carried out by teachers to check the progress of the student activity process through WA chat.

In the following week, the teacher again conducted an online meeting to apply steps 5 and 6 of the PjBL model. Step 5 assessing the outcome, the teacher asked questions about the play or sports activities the students had done at home. The activity of playing or sports was related to any force. Furthermore, students who had the ability V were asked to present their comics. Figure 5 shows one example of a comic work of a student who had a V learning style.



Figure 4. Sample of Comic Made by Teachers

Table 2. Project Preparation Schedule

No.	Hari	Keterangan
1.	Hari pertama	Siswa memilih aktivitas permainan atau olah raga → berkaitan dengan materi PJOK dan UNTUK MEMFASILITASI SISWA YANG MEMILIKI GAYA BELAJAR K.
2.	Hari kedua	Siswa dapat menjelasakan gaya yang berpengaruh dalam aktivitas permainan dan kegiatan olah raga (berkaitan dengan materi IPA)
3.	Hari ketiga	Siswa menuliskan dialog tentang gaya yang berpengaruh dalam suatu permainan dan kegiatan olah raga menjadi suatu alur cerita → UNTUK MEMFASILITASI SISWA YANG MEMILIKI GAYA BELAJAR A dan R
4.	Hari keempat	
5.	Hari kelima	Siswa membuat alur cerita dan sketsa komik menggunakan pensil dan kertas A4 → UNTUK MEMFASILITASI SISWA YANG MEMILIKI GAYA BELAJAR V
6.	Hari keenam	Siswa mewarnai komik dengan pewarnaan tiga dimensi → UNTUK MEMFASILITASI SISWA YANG MEMILIKI GAYA BELAJAR V
7.	Hari ketujuh	Siswa mempresentasikan dan mengumpulkan hasil pekerjaannya

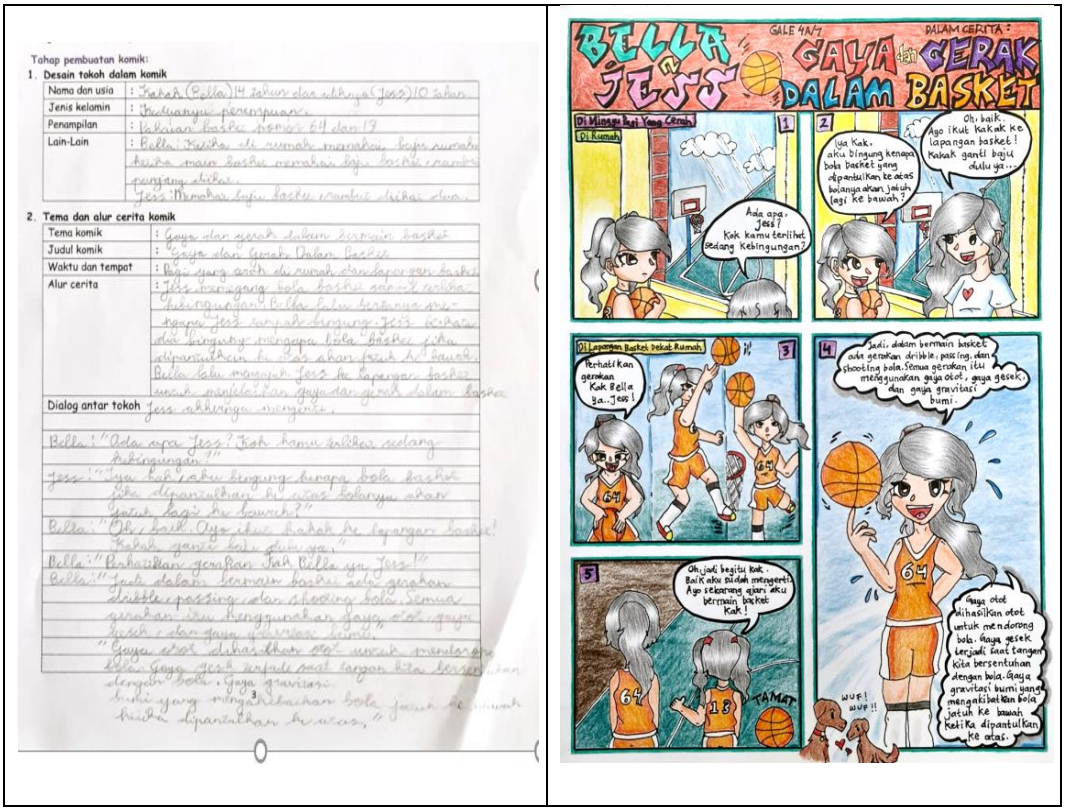


Figure 5. Sample of Student-made Comic

Furthermore, in step 6, evaluation of the experience, the teacher invited students to reflect on the learning process they had done. The majority of students answered that they become aware of the benefits of theories about force and motion in relation to gaming and sports activities.

Evaluation

Teachers provided assessments relating to VARK learning styles for each student as below:

a. SBdP assessment results from 58% (15 students) who had a V learning style, as listed in Table 3.
b. Assessment results of Indonesian for students who had a learning style of A 23% (6 students) and and 15% R (4 students), as listed in Table 4.
c. PJOK assessment results from 4% (1 student) who had a K learning style, as listed in Table 5.
d. The results of the IPA assessment for all students (25 persons), as listed in Table 6.

Table 3. SBdP Assessment Results for Students with V Learning Style

Aspek	Baik Sekali (4)	Baik (3)	Cukup (2)	Perlu Bimbingan (1)
Menuliskan gaya yang berpengaruh dalam permainan atau olahraga menjadi alur cerita untuk komik.	5 siswa	10 siswa		
Membuat komik berwarna tentang gaya yang berpengaruh dalam permainan atau olahraga.	8 siswa	7 siswa		

Table 4. Indonesian Assessment Results for Students with A and R Learning Styles

Aspek	Baik Sekali (4)	Baik (3)	Cukup (2)	Perlu Bimbingan (1)
Keterampilan penulisan dialog cerita tentang gaya yang berpengaruh dalam permainan atau olahraga menggunakan bahasa Indonesia yang efisien dan menarik	5 siswa	5 siswa		
Keterampilan dalam menyusun alur cerita secara runtut.	4 siswa	6 siswa		

Table 5. PJOK Assessment Results for Students with K Learning Style

Aspek	Baik Sekali (4)	Baik (3)	Cukup (2)	Perlu Bimbingan (1)
Menjelaskan praktik kebugaran jasmani sesuai dengan gerakan yang sudah diajarkan	-	1 siswa		
Menjelaskan gaya yang terdapat dalam salah satu gerakan praktik kebugaran jasmani(seperti sit-up, front jump, skipping, lari bolak-balik, kelenturan).	1 siswa	-		

Table 6. IPA Assessment Results for All Students

Aspek	Baik Sekali (4)	Baik (3)	Cukup (2)	Perlu Bimbingan (1)
Menjelaskan gaya yang berpengaruh dalam aktivitas permainan yang dilakukan.	10 siswa	10 siswa	5 siswa	
Menganalisis macam-macam gaya yang terapat dalam tiga kegiatan olah raga.	9 siswa	11 siswa	4 siswa	

From these data, it was known that:

a. Students who had a V learning style with the category of "very good" create comics about influential force in games or sports were 7 students.
b. Students who had A and R learning styles that could write story dialogues about influential force in games or sports with the category of "very good" were 5 students.
c. Students who had a K learning style that could practice physical fitness with the category of "very good" was 1 student.
d. Students who had a VARK learning style that can understand the subject matter of IPA, about force and motion with a grade of "very good" were 10 students.

Discussion

Pedagogic ability is the ability of teachers to understand the characteristics of students (Permendiknas No. 16 of 2007). Understanding the learning style of each student is one of the forms of implementation of pedagogic competence. Learning style is the method used by a person in learning new knowledge in a learning environment (Schunk, 2012). A teacher needs to organize learning activities that can support a variety of learning styles. Learning that only uses one learning style, can affect learning outcomes, motivation, and student participation (Widharyanto, 2017). One of the learning style models is Flemming's VARK model, which categorizes students based on four learning styles namely V, A, R and K.

The teacher's understanding of each student's learning style can be useful for the continuity and for designing learning activities. Then choosing and even creating media that support the student learning process. This activity can create more pleasant learning atmosphere for students. Based on the data of student’s learning style at St. Angela Elementary School and Selang Elementary School, teachers will be able to create more learning innovation.

Researchers chose project-based learning models (PjBL) to apply VARK-based learning. PjBL is innovative student-centered learning and establishes teachers as motivators and facilitators, while students are given the opportunity to work autonomously constructing their learning (Trianto, 2014). The model is a learning model that uses projects or assignments to all students to be done individually. In this study, projects or activities given to students related to KD IPA, PJOK and SBDP that students can learn according to their learning style. The steps of the activities in the module can be carried out by students inside or outside of class hours to make it easier for them to get an interesting and meaningful learning experience, because it suits their different learning styles. Students can work on their projects individually by utilizing experience or main subject matter (IPA material on force and motion), which is associated with other information (PJOK material on playing and exercising activities, and SBDP making drawings in the form of comics). Learning assessment is carried out from the planning activities, the activity process, to the results, covering cognitive, psychomotor, and affection aspects of students. Mulyasa (2014) explained that PjBL is a learning model that aims to focus students on investigating and understanding complex problems. The problems in this study are closely related to students' daily lives. The accommodation of the VARK learning style in PjBL, presumably also corresponds to one of the characteristics of PjBL as stated by Hosnan (2014), namely that students are responsible for finding and managing the information they collect themselves.

Conclusion

Each student has a different learning style that serves to optimize learning activities. This learning style needs to be facilitated with project-based learning modules. The module developed’s entitled "Project-Based Learning Modules for 4th Grade Elementary School Students Based on VARK Learning Style". The module was validated by 3 experts, who resulted in a score of 3.3 from the lecturer and the Elementary School Principal, and 3.6 from the 4th grade teacher. The average value of the module is 3.4 (value range 1-4), which means "good", so it is worth testing after the module is revised. The results of a limited trial conducted by a 4th grade teacher at St. Angela Elementary School on a project-based learning module that had been developed, had shown its effectiveness to facilitate students who have a VARK learning style. The implication results from this study showed that schools can implement modules like this in order to facilitate students' learning styles.

References

Abidin, Z., Walida SE. (2017). Pengembangan e-modul interaktif berbasis CASE (creative, active, systematic, effective) sebagai alternatif media pembelajaran geometri transformasi untuk mendukung kemandirian belajar dan kompetensi mahasiswa. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Aplikasinya*. Surabaya: Departemen matematika fakultas sains dan teknologi Universitas Surabaya. Hlm.197-202.

Ambarini, N., Alvi R. & Joko A. (2013). Penerapan pembelajaran aktif card sort disertai mind mapping untuk meningkatkan minat belajar siswa dalam pembelajaran biologi siswa kelas VII-E SMP Negeri 5 Surakarta. *BIO-PEDAGOGI 2, 1*, 77-87.

Arends, RI. (2013). *Belajar untuk mengajar (learning to teach) 1, edisi 9.* Jakarta: Salemba Humanika.

Dani, NR., Farida, F., Fitria, Y. (2021). Pengembangan bahan ajar tematik terpadu berbasis life skill dengan Project based learning di sekolah dasar. *Jurnal Basicedu*, 5, 5, 3431-344. https://jbasic.org/index.php/basicedu

Ditjen PMPTK. (2008). *Penulisan modul.* Jakarta: Depdiknas

Divinanto, KAY. (2021). Kegiatan belajar berdasarkan keberagaman gaya belajar setiap peserta didik”. researchgate.net/publication/ 355149186

Fleming & Bonwell. (2019). *How do i learn best? A learner’s guide to improved learning.* USA: Missouri.

Handayani, AS., Sudaryanto., Dian. (2021). Penerapan model pembelajaran project based learning berbantuan video pembelajaran untuk meningkatkan kreativitas karya seni pada siswa kelas II SDN 2 Sungapan. *Prosiding Pendidikan Profesi Guru Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Ahmad Dahlan*. 1293-1303.

Hosnan, M. (2014). *Pendekatan saintifik dan kontekstual dalam pembelajaran abad 21*. Bogor: Ghalia Indonesia.

Kosasih, E. (2014). *Strategi belajar dan pembelajaran implementasi kurikulum 2013*. Bandung: Yrama Widya

Kusuma, IGAJ, Dkk. (2018, 1 April). Penerapan model PjBL berbantuan media audiovisual untuk meningkatkan hasil belajar IPA. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru 1, 1* , 29-38. https://doi.org/10.23887/jippg.v1i1.14263

Mayer, L dan Rogers, S (2013). *Newton and me (arbordale collection) paperback – picture book.* United States: Arbordale Publishing.

Muhira, R., Marlini, M. (2020. Pembuatan komik layanan perpustakaan kabupaten tanah datar. *Jurnal Ilmu Informasi Perpustakaan dan Kearsipan*, 8, 2, 67-71. https://doi.org/10.24036/8163-0934

Mulyasa. (*2014*). *Pengembangan dan implementasi kurikul*um *2013*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

Permendiknas No. 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru.

Phillips, H. (2010). Multiple intelligences: theory and application. *Perspectives in Learning: A Journal of the College of Education & Health Professions Columbus State University, 11, 1,* 3-11. https://csuepress.columbusstate.edu/pil/vol11/iss1/4/

Robertson, Linda., Tanie Smellie., Philipa Wilson., Lisa Cox. (2011). Learning style and fieldwork education: Students' perspectives. *New Zealand Journal of Occupational Therapy*. 58, 01, 36-40.

Rusman. (2016). *Model-model pembelajaran*. Jakarta: Grafindo.

Schunk, Dale H. (2012). *Learning theories an educational perspective sixth edition*. Boston: Pearson

Siska, J & Kristiawan, M. (2021). Pengembangan modul pembelajaran terhadap hasil belajar mata pelajaran aqidah di sekolah dasar. *Jurnal Basicedu, 5, 6,* 5035-5042. DOI: https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i6.1570

Subekti, et al. (2016). *Tema 8 daerah tempat tinggalku buku tematik terpadu kurikulum 2013: Buku Guru SD/MI Kelas 4*. Jakarta: Pusat Kurikulum dan Perbukuan Kemendikbud.

Sugiyanto. (2013, Januari). Pengaruh gaya belajar experiential learning dalam peningkatan prestasi akademik dan penerapannya dalam pembelajaran. Paradigma, 15, *journal.uny.ac.id*, 43-64.

Trianto. (2010). *Mengembangkan model pembelajaran tematik*. Jakarta: Prestasi Pustakarya

Tung, KY. (2017). *Desain instruksional*. Yogyakarta: Penerbit andi offset

Widharyanto, (2017). Gaya belajar model VARK dan implementasinya di dalam pembelajaran keterampilan berbahasa Indonesia. *Proceeding ICELA.*

Zagoto, MM., Yarni, N, Dakhi, O. (2019). Perbedaan individu dari gaya belajarnya serta implikasinya dalam pembelajaran. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran, 2, 2,* 259-265. https://doi.org/10.31004/jrpp.v2i2.481

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PROSES BERPIKIR LATERAL SISWA DALAM MATEMATIKA DITINJAU BERDASARKAN PRESTASI BELAJAR MATEMATIKA

Kala Pandu [1], St. Suwarsono[2]

[2]*Universitas Sanata Dharma, Jl. Paingan, Krodan, Maguwoharjo, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta – Indonesia 55281*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses berpikir lateral siswa ditinjau berdasarkan prestasi belajar matematika. Subjek penelitian ini sebanyak tiga siswa SMA Negeri 1 Alor Barat Daya dengan masing-masing tingkat prestasi belajar matematika tinggi, sedang dan rendah. Pengumpulan data dilakukan dengan tes prestasi belajar matematika, tes berpikir lateral dan wawancara. Analisis data menggunakan teknik analisis data kualitatif yaitu: reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses berpikir lateral siswa dengan prestasi belajar matematika tinggi sudah terpenuhi berdasarkan indikator berpikir lateral. Dengan kata lain semakin baik prestasi belajar matematika maka semakin baik kemampuan berpikir lateral siswa. Proses berpikir lateral siswa dengan prestasi belajar matematika sedang sebagian sudah terpenuhi berdasarkan indikator berpikir lateral. Jika prestasi belajar matematika sedang maka kemampuan berpikir lateral yang sedang juga. Proses berpikir lateral siswa dengan prestasi belajar matematika rendah belum terpenuhi indikator berpikir lateral siswa. Semakin rendah prestasi belajar matematika maka semakin rendah kemampuan berpikir lateral siswa.

Kata kunci: berpikir lateral matematika; prestasi belajar matematika

STUDENTS' LATERAL THINKING PROCESS IN MATHEMATICS REVIEW BASED ON MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT

Kala Pandu[1], St. Suwarsono[2]

[2]*Sanata Dharma University, Jl. Paingan, Krodan, Maguwoharjo, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta – Indonesia 55281*

Abstract

This study aims to determine the lateral thinking process of students in terms of learning achievement in mathematics. The subjects of this study were three students of Senior High School of Alor Barat Daya with each level of high, medium and low mathematics learning achievement. Data were collected by means of mathematics learning achievement tests, lateral thinking tests and interviews. Data analysis used qualitative data analysis techniques, namely: data reduction, data presentation, and drawing conclusions. The results showed that the lateral thinking process of students with high mathematics learning achievement had been fulfilled based on lateral thinking indicators. In other words, the better the mathematics learning achievement, the better the students' lateral thinking ability. The lateral thinking process of students with moderate learning achievement in

mathematics has been partially fulfilled based on indicators of lateral thinking. If the mathematics learning achievement is moderate than the lateral thinking ability is also moderate. The lateral thinking process of students with low mathematics learning achievement has not met the indicators of students' lateral thinking. The lower the mathematics learning achievement, the lower the students' lateral thinking ability.

Keywords: *lateral thinking in mathematics,* mathematics learning achievement.

Pendahuluan

Pendidikan menjadi salah satu sektor penting dalam pembangunan di setiap negara. Pendidikan merupakan salah satu faktor yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan seseorang, keluarga masyarakat dan bangsa. Negara berkembang seperti Indonesia, sangat dipengaruhi oleh perkembangan dunia pendidikan. Kesuksesan dalam pembangunan tidak hanya dipengaruhi oleh kemampuan dibidang ekonomi, tetapi juga kualitas sumber daya manusia yang menjalankan proses pembangunan tersebut. Pendidikan bertujuan untuk mencerdaskan kehidupan bangsa, serta dapat mencapai peningkatan kehidupan ke arah yang lebih baik dan berkualitas.

Matematika mempunyai peranan yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Hampir semua ilmu membutuhkan matematika sebagai alat bantu, terutama ilmu-ilmu eksak. Suherman (2011) menjelaskan bahwa pelajaran matematika mempunyai tiga fungsi, yaitu: 1) sebagai media dalam memahami dan untuk menyampaikan informasi, seperti penggunaan tabel-tabel atau model-model matematika; 2) sebagai upaya pembentukan cara berpikir dalam memahami suatu pengertian; dan 3) sebagai ilmu pengetahuan, yaitu untuk mencari suatu kebenaran dan dalam mengembangkan penemuan-penemuan tersebut berdasarkan cara yang sesuai. Sejalan dengan pernyataan tersebut, Tim Puspendik juga menyatakan bahwa matematika membekali siswa untuk mempunyai kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, kritis dan kreatif serta kemampuan bekerja sama. Oleh sebab itu, matematika menjadi salah satu pelajaran yang penting yang harus dikuasi oleh setiap siswa (Hari, 2012).

Menurut Rosmayanthi dkk. (2021) Dalam mempelajari matematika ada beberapa aspek yang perlu di diperhatikan, salah satunya aspek berpikir siswa. Beberapa kemampuan berpikir yang harus dimiliki oleh siswa agar dapat menyelesaikan setiap problem yang diberikan secara efektif dan efisien. Kegiatan berpikir siswa akan terjadi apabila siswa sudah harus menyadari bahwa objek atau materi tertentu tidak sederhana, siswa harus mengenal objek tersebut, membandingkan apa yang dilihatnya, dan selalu menganalisis objek tersebut dari berbagai sudut pandang yang berbeda (Wantika, 2019). Ciri-ciri yang utama dari berpikir adalah adanya abstraksi. Abstraksi dalam hal ini berarti anggapan lepasnya kualitas atau relasi dari benda-benda, kejadian-kejadian, dan situasi-situasi yang mula-mula dihadapi sebagai kenyataan. Dengan demikian dalam arti luas kita dapat mengatakan bahwa berpikir adalah bergaul dengan abstraksi-abstraksi (U.S, 2012). Pembelajaran matematika hanya terlihat sebagai suatu kegiatan yang monoton dan prosedural, yaitu guru menerangkan materi, memberikan contoh, menugaskan siswa untuk mengerjakan soal latihan, mengecek jawaban siswa secara sepintas, kemudian membahas pemecahan soal yang kemudian dicontohi oleh siswa Ngilawajan (2013). Proses berpikir siswa yang merupakan aspek esensial dari pembelajaran seolah-olah diabaikan. Padahal menurut Yulaelawati (dalam

Kusmayadi dkk., 2012) salah satu peran guru dalam pembelajaran matematika adalah membantu siswa mengungkapkan proses yang berjalan dalam pikirannya ketika menyelesaikan masalah matematika. Menurut Kholis (2015) dalam melakukan aktivitas, manusia memang memiliki saraf tersendiri dalam melakukan tindakan, namun ada beberapa aktivitas manusia pula yang dipengaruhi oleh sistem pikiran manusia.

Menurut Nurjanah dkk. (2019) Proses berpikir setiap peserta didik itu berbeda-beda. Dalam proses pembelajaran matematika, proses berpikir sangat diperlukan untuk memahami setiap konsep matematika yang dipelajai serta mampu menggunakan konsep tersebut dengan tepat. Hal ini perlu diketahui oleh seorang pendidik untuk mengetahui proses berpikir setiap peserta didik dalam menyelesaikan masalah. Wardhani dkk. (2016) menyatakan bahwa proses berpikir merupakan aktivitas mental yang dilakukan peserta didik yang dimulai dari penerimaan, pengolahan, penyimpanan dan pengambilan Kembali suatu informasi dalam rangka mengambil suatu keputusan saat memecahkan masalah. Merujuk pada beberapa pendapat tersebut, proses berpikir dalam penelitian ini adalah suatu proses penerimaan dan pengolahan informasi, memahami dan juga mengidentifikasi suatu permasalahan dengan cara menggabungkan konsep-konsep, menggabungkan pengalaman yang telah diterima sebelumnya dengan pengalaman baru dimulai dengan membuat pengertian, pendapat hingga penarikan kesimpulan sehingga didapatkan hasil berpikir yang sesuai dan tepat sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

Salah satu berperan penting keberhasilan matematika siswa adalah kemampuan berpikir. Hal ini dikarenakan matematika dan kemampuan berpikir adalah dua hal yang tidak dapat dipisahkan. Siswa menggunakan kemampuan berpikirnya untuk memahami pengetahuan dan memecahkan masalah matematika Selanjutnya menurut Amalia (2013) salah satu penyebab rendahnya kemampuan matematika siswa khususnya pada hasil pembelajaran atau prestasi adalah terbatasnya kemampuan berpikir matematika tingkat tinggi yang dimiliki para siswa. Pengembangan berpikir matematika tingkat tinggi memerlukan perhatian yang lebih karena selama ini umumnya pembelajaran matematika masih berfokus pada berpikir matematika tingkat rendah yang bersifat prosedural (Wendayani dkk., 2019). Salah satu berpikir matematika tingkat tinggi yang diperlukan oleh peserta didik saat ini adalah berpikir lateral karena dengan berpikir lateral seorang bisa memandag dan menyelesaikan masalah dari berbagai sudut pandang yang berbeda dan melatih pemikiran seseorang menuju berpikir kreatif. Cara berpikir tersebut dapat dikembangkan melalui belajar matematika, salah satu kemampuan berpikir yang belum dikuasai oleh siswa pada umumnya adalah kemampuan berpikir lateral. Cara berpikir lateral lebih fokus dalam menggunakan berbagai fakta yang ada, menentukan hasil akhir yang diinginkan, dan secara kreatif mencari alternatif pemecahan masalah dari berbagai sudut pandang untuk mendukung hasil akhir yang akan dicapai.

Beberapa ahli serta peneliti telah mendefinisikan tentang berpikir lateral. Sebagai orang pertama kali yang menemukan berpikir lateral, De Bono (1970) menyatakan bahwa *lateral thinking is concerned with the generation of new ideas. There is a curious notion that new ideas have to do with technical invention*. Dari pernyataannya kita dapat menerjemahkan bahwa berpikir lateral adalah suatu cara yang berkaitan dengan generasi ide baru, ada gagasan baru yang harus dimiliki dan

dilakukan dalam menemukan suatu penyelesaian. Lebih lanjut De Bono membagi pemikiran menjadi dua yakni secara lateral dan vertikal. Menurutnya berpikir lateral berbeda dengan berpikir vertikal yang menjadi tipe berpikir tradisional. Berpikir vertikal melihat suatu solusi berdasarkan sudut pandang kewajaran atau melalui pemikiran biasa dan umum, sedangkan berpikir lateral memiliki peran dalam melepaskan diri dari konsepsi gagasan lama. Dapat dikatakan bahwa berpikir vertikal mempunyai sifat yang selektif sedangkan berpikir lateral bersifat generatif.

Tabel 1. Perbedaan berpikir vertikal dan lateral

No	Berpikir Vertikal	Berpikir Lateral
1	Bersifat selektif (didasarkan pada kebenaran)	Bersifat generatif (lebih menekankan kepada kekayaan ragam)
2	Bergerak sesuai arah untuk menuju kearah pemecahan masalah	Bergerak untuk mengembangkan arah
3	Bersifat analitis	Bersifat *provocative* (bersifat provokatif)
4	Bergerak secara berurutan (selangkah demi selangkah)	Dapat membuat lompatan dalam berpikir
5	Harus tepat pada setiap langkah	Tidak harus benar dalam setiap langkah, artinya mengedepankan kreativitas dan kebebasan berpikir
6	Menggunakan kaidah negatif, agar dapat menutup jalur jalan tertentu	Membenarkan seseorang untuk mencoba suatu jalan yang paling tidak mungkin
7	Memusatkan perhatian dan mengesampingkan sesuatu yang tidak relevan	Menyambut baik semua kemungkinan dan pengaruh luar
8	Mengikuti jalur yang paling tepat	Menjelajahi jalur yang paling tidak tepat
9	Proses yang terbatas	Proses berpikir yang serba mungkin

Sumber: (De Bono, 1992)

Menurut Pahlevi (2018) berpikir lateral merupakan upaya memecahkan masalah melalui pendekatan langsung dan pendekatan kreatif, dengan menggunakan penalaran yang tidak segera jelas dan melibatkan ide-ide yang mungkin tidak diperoleh dengan hanya menggunakan tradisioanal atau langkah-langkah logika. Berpikir lateral didefinisakan sebagai pola berpikir untuk mencari solusi dari sebuah permasalahan, melalui asosiasi yang dipaksakan dilakukan membuat kita berenti menggunakan pola otomatis, untuk kemudian memiliki berbagai alternatif alur piker saja, sehingga secara kreatif mencari jalur-jalur lainnya (Hidayanto 2013). Menurut Green (2010) Berpikir lateral adalah suatu cara untuk menjadi kreatif melalui sudut pandang berbeda terhadap suatu masalah. Berpikir lateral menuntut seorang siswa untuk kreatif dalam menemukan hal yang baru dan original terhadap pemecahan masalah. Sedangkan menurut Putrian & Kurniasari (2022) berpikir lateral merupakan pola berpikir dalam mencari cara penyelesaian masalah yang menggunakan tangapan yang variasi dan baru serta tidak kaku sehingga dapat dimungkinkan dalam mendorong munculnya cara dari pemecahan masalah. Hal ini sejalan dengan pendapat Puspaningtyas (2019) bahwa berpikir lateral merupakan berpikir diluar kebiasaan dan mencari beberapa alternatif dalam menyelesaikan masalah.

Menurut Leonard (2013) berpikir lateral mengubah cara dari tradisional, dan bekerja untuk persepsi-persepsi baru pada objek yang sama. Mampu berpikir lateral, artinya mampu melihat masalah tidak dengan perspektif biasanya sehingga

mencari solusi pun di luar kebiasaan, mampu mengembangkan cara-cara baru. Berdasarkan pendapat-pendapat tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa berpikir lateral adalah cara berpikir yang mencari alternatif pemecahan masalah dari berbagai sudut pandang yang baru dan tidak kaku serta paling mungkin untuk mendukung hasil akhir suatu masalah. Proses berpikir lateral dalam memecahkan masalah matematika pada penelitian ini mengacu pada proses berpikir siswa yang menjadi subjek penelitian dalam memandang permasalahan dari sudut pandang yang berbeda dengan mencari sebanyak-banyaknya alternatif penyelesaian berbeda-beda. Namun saat ini berpikir lateral peserta didik masih kurang dilatih di sekolah-sekolah bahkan sampai pada kelas persiapan ujian juga belum banyak ditemukan berpikir lateral pada peserta didik (Pandu, 2022), hal ini sependapat dengan hasil penelitian yang dilakukan Rosmayanthi dkk., (2021) bahwa perhatian guru dalam mengembangkan kemampuan berpikir lateral peserta didik disekolah masih sangat kurang.

Untuk mengukur proses berpikir lateral perlu adanya suatu acuan yang digunakan oleh peneliti, dalam penelitian ini peneliti menggunakan beberapa indikator sebagai acuan untuk mengukur berpikir lateral peserta didik. Edward de Bono membagi empat aspek berpikir lateral diantaranya mengenali ide dominan dari masalah, mencari cara-cara yang berbeda dalam memandang permasalahan, keluwesan cara berpikir dan menggunakan ide-ide acak. Berdasarkan aspek-aspek tersebut kemudian dibuat indikator berpikir lateral oleh beberapa para peneliti terdahulu diantaranya Wantika (2019), Pratiwi & Widiyastuti (2018), serta Sloane, Nexunexia (dalam Syutaridho, 2012). Dari beberapa indikator yang telah ditulis oleh peneliti tersebut kemudian peneliti mengambil inti dari uraian tersebut dan dituangkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 2. Indikator Berpikir Lateral menjadi fokus penelitian

No	Aspek-aspek Lateral	Indikator Berpikir Lateral
1	Mengenali ide dominan dari masalah yang sedang dialami	Mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui pada soal. Ciri – cirinya: menyatakan apa yang diketahui dan ditanyakan pada soal. Menyelesaikan permasalahan dengan lebih dari satu cara
2	Mencari cara-cara lain alternatif dalam memandang permasalahan	Ciri-cirinya: dapat menggunakan lebih dari satu cara penyelesaian Menyelesaikan permasalahan dengan cara yang tidak umum
3	Melonggarkan kendali cara yang berpikir kaku.	Ciri-cirinya: Dapat menyelesaikan masalah dengan cara yang tidak umum Memilih untuk menggunakan cara penyelesaian yang tidak umum Dapat memberikan alasan mengapa memilih menggunakan cara penyelesaian yang tidak umum. Menggunakan langkah-langkah penyelesaian berbeda untuk menemukan jawaban yang benar.

4	Menggunakan ide-ide acak untuk membangkitkan ide-ide baru.	Ciri-cirinya: Dapat memberikan penjelasan mengenai cara memperoleh ide dalam menyusun langkah penyelesaian yang tidak umum. Dapat memberikan penjelasan secara rinci mengenai langkah penyelesaian tidak umum yang telah digunakan.

Permasalahan yang ditemukan di SMA Negeri 1 Alor Barat Daya melalui wawancara kepada guru matematika pada masa observasi di sekolah mengatakan bahwa rendahnya hasil belajar siswa dalam pembelajaran matematika, ini dapat dilihat dari nilai-nilai siswa dalam mengerjakan soal-soal yang diberikan, sehingga diindikasikan bahwa selama ini proses pembelajaran belum optimal. Selain hasil belajar yang rendah, kurangnya aktivitas siswa dalam proses pembelajaran juga menjadi permasalahan yang harus dipecahkan. Berdasarkan hasil wawancara penulis dengan guru matematika di SMA Negeri ABAD kebanyakan siswa hanya terfokus kepada contoh soal yang diberikan guru tanpa mencari solusi pemecahan lainya. Siswa juga tidak memedulikan langkah-langkah proses penyelesaian dalam mengerjakan soal yang mereka tahu hanya jika jawabanya benar, maka benar juga langkah-langkah pekerjaan mereka. Hal ini dapat dilihat dari hasil siswa dalam menyelesaikan soal di mana dalam menyelesaikan soal tergambar pemahaman untuk berpikir lateral siswa akan materi matematika. ketika diberikan soal latihan terdapat banyak siswa yang tidak mencoba untuk mengerjakan sendiri namun memilih untuk bergabung dan melihat jawab teman yang dianggap bisa dalam kelas. Dalam menyelesaikan soal yang diberikan lebih banyak fokus kerja sesuai dengan contoh soal yang diberikan tanpa berpikir terbuka untuk cari cara lain. Banyak peserta didik yang belum bisa menyelesaikan soal dengan lebih dari satu cara yang berbeda. Selain itu peserta didik pun tidak dapat menemukan ide atau cara penyelesaian yang tidak umum digunakan atau berdasarkan originalitas hasil pemikirannya sendiri. Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai proses berpikir lateral peserta didik. Hal ini menjadi masalah ketika soal yang diberikan lebih abstrak, siswa akan kewalahan dalam menjawab karena tidak sama persis dengan contoh soal yang telah dikerjakan. Ini juga menjadi faktor kemampuan berpikir lateral tidak ada pada siswa tersebut sehingga perolehan hasil belar atau prestasi belajar tidak semuanya memuaskan.

Prestasi belajar merupakan tolak ukur yang utama untuk mengeahui keberhasilan belajar seseorang. Akan tetapi banyak sekali dijumpai siswa yang masih memiliki nilai rendah, terutama pada mata pelajaran matematika begitupun dengan prestasi belajar matematika yang dicapai siswa masih banyak dibawah standar yang diterapkan (Aisyah & Sofyan, 2014). Menurut Pandu (2021) prestasi belajar merupakan hasil atau output peserta didik setelah melakukan aktivitas belajarnya yang dinyatakan dalam bentuk nilai angka maupun huruf. Sejalan dengan pendapat tersebut Ghufron & Risnawita (2012) menyatakan prestasi belajar adalah hasil yang diperoleh siswa sebagai peserta didik setelah melakukan aktivitasi belajarnya yang dinyatakan dalam bentuk nilai atau angka. Prestasi belajar adalah bentuk nyata usaha maksimal pencapaian siswa yang ditandai dengan adanya indikator perubahan positif tingkah laku siswa yang dipengaruhi oleh factor internal dan factor eksternal. Berdasarkan jenisnya prestasi siswa dibedakan menjadi tiga

jenis ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik dan untuk mengukurnya digunakan tes (Achdiyat & Lestari, 2016). Prestasi belajar matematika dapat dimaknai sebagai hasil yang dicapai siswa selama proses berlangsungnya pembelajaran matematika dalam kurun waktu tertentu, yang umumnya ditandai dengan pemberian nilai (Retnowati, 2017). Untuk dapat mengetahui hasil belajar matematika maka perlu digunakan alat ukur yang disebut tes prestasi belajar matematika. Tes prestasi belajar dirancang untuk mengukur pembelajaran yang telah berlangsung setelah sesorang mengalami proses pembelajaran (Johnson & Christensen, 2014). Berdasarkan beberapa definisi tersebut dapat diartikan bahwa prestasi belajar matematika adalah kemampuan siswa yang berupa penguasaan pengetahuan, sikap keterampilan dan merupakan taraf keberhasilan siswa yang diukur dengan hasil evaluasi suatu proses belajar matematika yang diambil melalui tes hasil belajar.

Menurut Leonard (2013) terdapat pengaruh kemampuan berpikir lateral terhadap prestasi belajar, yang diartikan semakin baik kemampuan berpikir lateral pelajar, maka semakin baik prestasi belajar evaluasinya. Melatih berpikir lateral dalam pembelajaran matematika dilakukan dengan selalu memberi kebebasan berpikir pada siswa, sehingga siswa dapat menganalisa dari berbagai sudut pandang. Keterampilan berpikir tidak dapat diperoleh siswa begitu saja tanpa diupayakan oleh guru

Dalam penelitian yang dilakukan Kii dkk. (2019) disimpulkan bahwa kemampuan berpikir lateral siswa dalam menyelesaikan soal matematika dibedakan dari kategori tinggi, sedang dan rendah. Siswa dengan kategori tinggi menunjukkan kemampuan berpikir lateral yang baik, dan memenuhi semua aspek dan indikator berpikir lateral. Siswa dengan kategori sedang menunjukkan kemampuan berpikir lateral hanya memenuhi sebagian aspek dan indikator berpikir lateral. Siswa dengan kategori rendah belum menunjukkan kemampuan berpikir lateral dalam memecahkan masalah karena belum mampu mengusai indikator berpikir lateral. Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan diatas, perlu adanya penelitian mengenai proses berpikir lateral siswa dalam matematika ditinjau berdasarkan prestasi belajar matematika. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui proses berpikir lateral siswa ditinjau berdasarkan prestasi belajar matematika yang terjadi selama aktivitas pembelajaran berlangsung.

Metode

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kualitatif. Penelitian kualitatif adalah penelitian yang bermaksud untuk memahami fenomena tentang apa yang dialami oleh subjek penelitian seperti perilaku, persepsi, motivasi, Tindakan. Secara holistik dan dengan cara deskripsi dalam bentuk kata-kata dan bahasa, pada suatu konteks khusus yang alamiah dan dengan menggunakan berbagai metode ilmiah. Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri Alor Barat Daya Kabupaten Alor Prov. NTT. Subjek dalam penelitian ini yakni siswa/I kelas XII MIA SMA Negeri Alor Barat Daya, pemilihan subjek dalam penelitian ini diambil dari bantuan guru mata pelajaran matematika di kelas tersebut, bantuannya berupa guru menentukan subjek berdasarkan keaktifan dalam satu semester yang telah berjalan, proses siswa dalam menemukan jawaban, serta hasil prestasi yang didapatkan dari ujian semester berupa nilai pengetahuan matematika wajib dan daftar nilai keterampilan matematika wajib. Beberapa siswa yang diambil kemudian guru menjelaskan ada tingkatan dalam prestasi belajar matematika yang diperoleh mulai dari prestasi

belajar matematika tinggi, sedang dan rendah. Beberapa pemilihan subjek tersebut terdapat 6 orang siswa yang direkomendasikan oleh guru untuk dijadikan subjek. Selanjutnya untuk pendukung data tersebut peneliti melakukan tes prestasi belajar matematika dengan mengacu pada materi yang sedang dipelajari selama 1 semester di kelas XII semester 1 Kurikulum 2013. Peneliti membuat soal sebanyak 20 nomor dalam bentuk pilihan ganda, kemudian dari jawaban siswa tersebut peneliti mengambil siswa kemampuan matematika tinggi, sedang dan rendah diberikan masalah yang berkaitan dengan berpikir lateral.

Dalam penelitian ini, yang menjadi instrumen atau alat penelitian adalah instrumen utama yakni peneliti sendiri sedangkan instrumen lainya adalah (1) tes kemampuan matematika untuk mengetahui prestasi belajar matematika. (2) lembar soal tes kemampuan berpikir lateral (3) pedoman wawancara, untuk mengetahui kemampuan berpikir lateral siswa dalam pemecahan masalah matematika. Beberapa tes yang diberikan sudah di validasi oleh validator kemudian mendapatkan kelayakan untuk digunakan. Setelah soal tersebut diberikan dan mendapatkan jawaban dari siswa kemudian jawaban tersebut di buat kategori kemampuan prestasi belajar matematika berdasarkan kriteria pengelompokan kemampuan matematika siswa.

Tabel 3. Kriteria Pengelompokan Kemampuan Matematika

No	Nilai	Kategori
1	$x \geq 80$	Tinggi
2	$55 \leq x < 80$	Sedang
3	$x < 55$	Rendah

Sumber : Solaikhah dkk. (2013)

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes prestasi belajar matematika, tes berpikir lateral dan wawancara. Peneliti menggunakan Teknik analisis data sesuai dengan langkah-langkah Miles dan Huberman (Sugiyono, 2018)**.** Adapun cara analisis data dari hasil tes berpikir lateral serta wawancara berupa data kualitatif yang dilakukan dalam penelitian ini adalah reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan satu soal tes berpikir lateral untuk mengetahui proses berpikir lateral berdasarkan indikator berpikir lateral.

Hasil dan Pembahasan

Berikut adalah daftar inisial dan jumlah benar pada saat mengikuti tes prestasi belajar matematika yang akan dilakukan tes berpikir lateral dan wawancara.

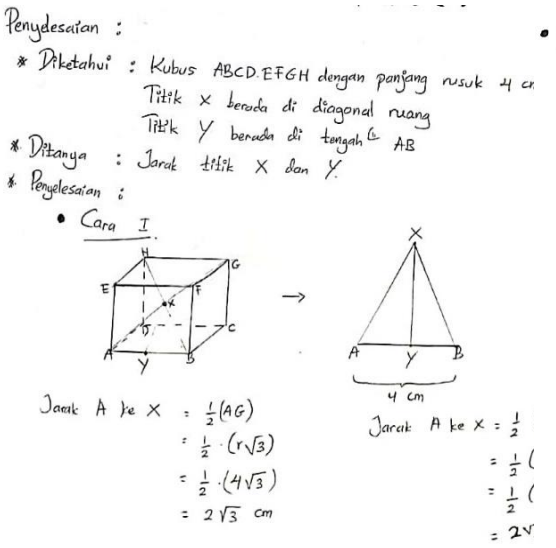
Tabel 4. Daftar Inisial Subjek dengan perwakilan kemampuan prestasi belajar matematika

No	**Inisial**	**Jumlah Benar**	**Nilai**	**Subjek**
1	**V M**	16	80	Spt
2	**H W T**	14	70	Sps
3	**N G L**	7	35	Spr

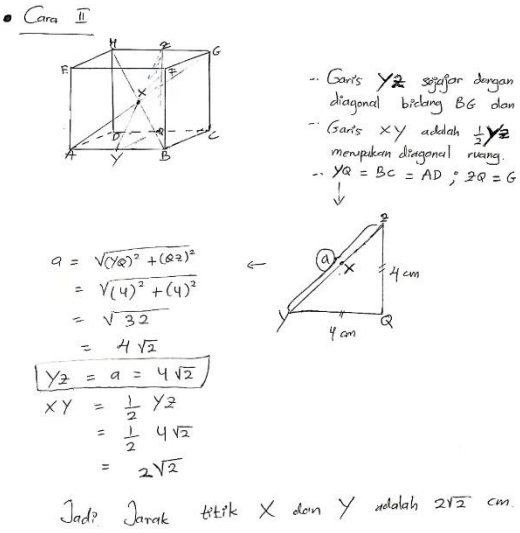
Berdasarkan data yang telah diperoleh dari tes prestasi belajar matematika diatas maka peneliti melanjutkan proses penelitian untuk mencari tahu proses berpikir lateral dengan memberikan tes berpikir lateral yang telah divalidasi sebelumnya.

Proses Berpikir Lateral Siswa dengan Prestasi belajar matematika tinggi (Subjek Spt).

Subjek Spt menulis unsur-unsur yang diketahui, subjek menulis apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan pada lembar jawaban. Subjek Spt juga menyelesaikan permasalahan yang diberikan dengan menggunakan 3 cara berbeda. Berikut lembar jawaban subjek spt.



Gambar 1. Jawaban pertama Subjek Spt



Gambar 2. Jawaban kedua Subjek Spt

Jawaban pertama dan kedua subjek Spt menunjukkan bahwa subjek Spt telah menuliskan dua cara berbeda dalam menyelesaian soal pertama. Kedua cara ini juga menghasilkan jawaban yang sama dan benar. Menurut penilaian peneliti, cara pertama termasuk ke dalam cara penyelesaian umum dan cara kedua tidak umum.

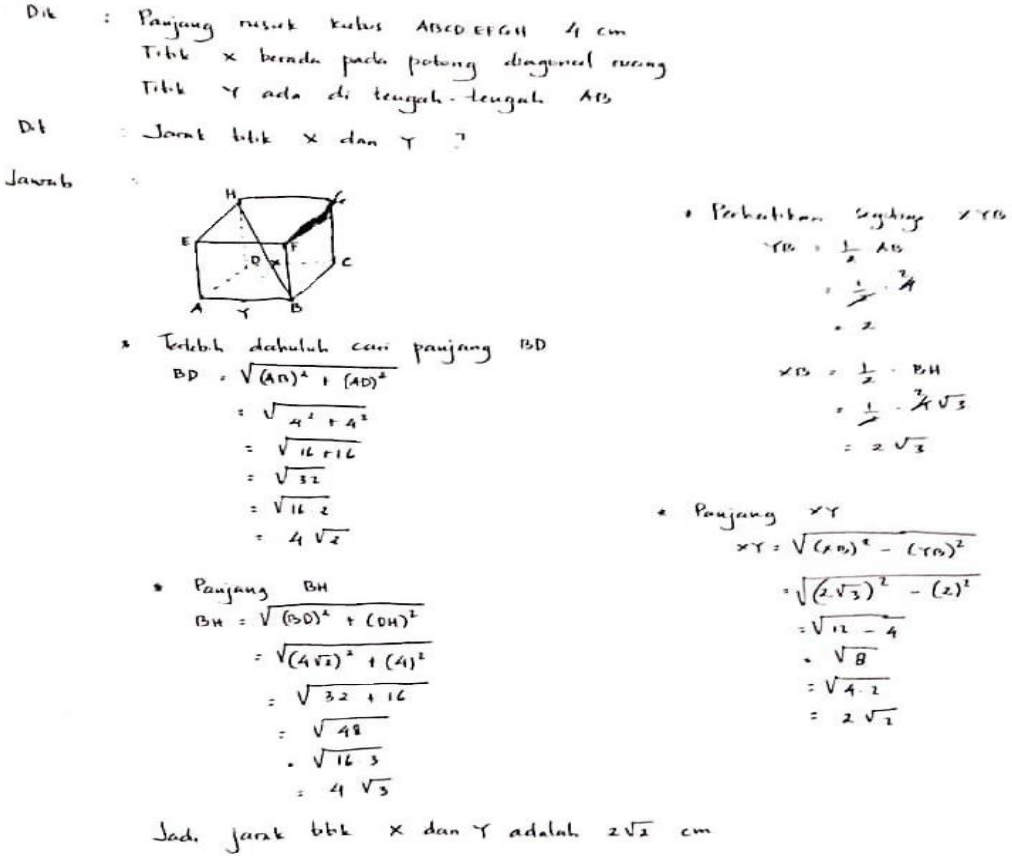
Petikan wawancara di atas menunjukkan bahwa subjek Spt mampu menyelesaikan permasalahan pertama dengan dua cara berbeda. Cara pertama subjek melakukan dengan mencari jarak A ke X, jarak B ke X karena ABX membentuk sebuah segitiga dan Y berada ditengah segitiga tersebut sehingga subjek menghitung jarak X dan Y berdasarkan jarang A ke X dan B ke X yang telah diperoleh. Sedangkan cara kedua subjek menghubungkan garis dari x menuju tengah-tengah GH membentuk titik Z kemudian subjek mencari jarak YZ, selanjutnya subjek menjelaskan jika X dan Y berada pada garis YZ maka panjang XY adalah $\frac{1}{2}$ dari jarak YZ dan diperoleh hasil akhirnya. Dari penjelasan subjek Spt juga terdapat hasil akhir yang sama yakni $2\sqrt{2}$.

Berdasarkan analisis hasil pekerjaan pada lembar jawaban dan wawancara subjek Spt di atas, dapat disimpulkan bahwa subjek Spt sudah mampu menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan cara berbeda. Subjek menuliskan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan pada soal, dan tetap dapat menyebutkan yang diketahui dan ditanyakan pada soal tersebut secara lisan. Yang diketahui pada soal yaitu panjang rusuk kubus $4\ cm$, X berada pada titik potong diagonal ruang kubus, Y berada pada tengah-tengah AB, dan yang ditanyakan adalah jarak antar titik X dan Y. Menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan dua cara berbeda. Cara pertama dilakukan dengan menghubungkan diagonal ruang BH, AG dan menentukan titik garis putus-putus, sehingga

membentuk segitiga ABX dengan garis tengah segitiga XY. Setelah mengetahui jarak AX dan BX, selanjutnya menentukan jarak A ke X, B ke X dan terakhir menentukan jarak X dan Y. Sedangkan cara kedua menyelesaikan masalah dengan menghubungkan garis dari titik potong diagonal ruang ke tengah titik H dan G membentuk titik Z. Kemudian mengeluarkan segitiga YQZ. Mencari jarak YZ, mencari jarak YQ. Setelah mendapat jarak YZ,dan terakhir jarak XY merupakan setengah dari jarak YZ maka diperoleh jarak XY tersebut. Dapat menyelesaikan permasalahan dengan cara yang tidak umum dan lebih memilih untuk menggunakan cara penyelesaian yang tidak umum ini karena relatif lebih singkat serta tidak terlalu banyak menggunakan perhitungan matematika. Mendapatkan ide dalam menyelesaikan permasalahan secara spontan dengan mencoba-mencoba. Ide yang muncul berupa hubungan antar garis yang dapat digunakan untuk membuat segitiga. Memberikan penjelasan secara rinci mengenai langkah penyelesaian tidak umum yang telah digunakan.

Proses Berpikir Lateral Siswa dengan Prestasi belajar matematika sedang (Subjek Sps).

Lembar jawaban menunjukkan bahwa subjek Sps telah menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan. Pada hasil pekerjaan siswa tersebut dilihat bahwa subjek Sps menyelesaikan masalah pertama dengan satu cara.



Gambar 3. Jawaban Subjek Sps pada masalah yang diberikan.

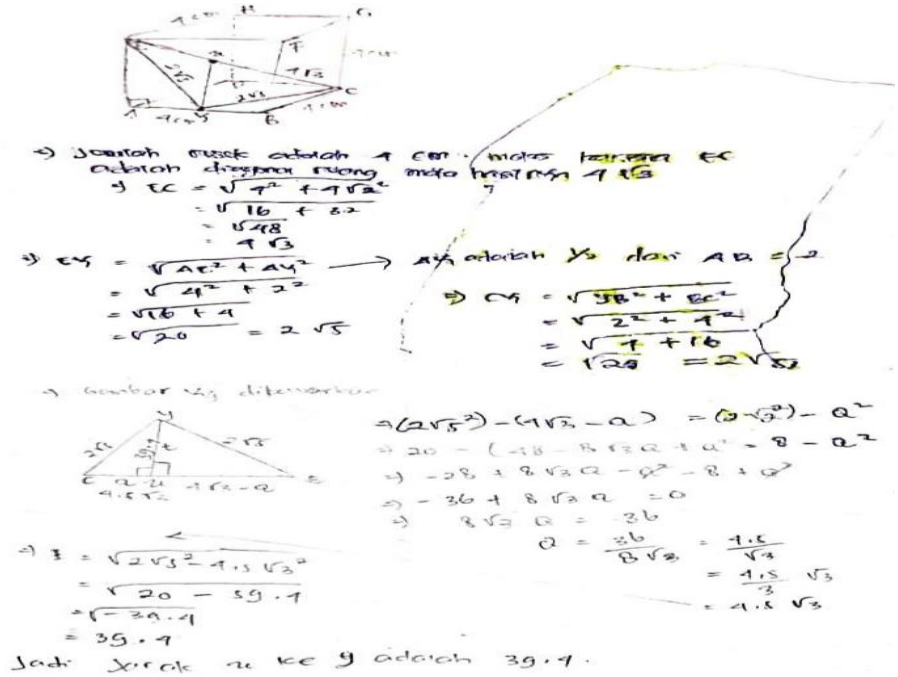
Pada gambar 3 di atas terlihat bahwa subjek Sps membuat gambar kubus $ABCD.EFGH$ dari informasi yang di terima. Subjek Sps mencari jarak BD dengan

menggunakan teorema pythagoras dari segitiga ABD dan menemukan BD adalah $4\sqrt{2}$, selanjutnya subjek Sps mencari panjang BH dengan menggunakan teorema pythagoras dari segitiga BDH dan menemukan panjang BH adalah $4\sqrt{3}$, kemudian dari titik potong diagonal ruang (X) dibuat garis potong putus-putus menuju titik tengah antara A dan B (Y) diambil segitiga YBX untuk mencari nilai YB dan XB. Karena Y berada diantara A dan B maka untuk mencari jarak YB subjek menentukan dengan $\frac{1}{2} \times jarak\ AB = \frac{1}{2} \times 4 = 2$, maka jarak $YB = 2\ cm$. Subjek mencari jarak XB dengan cara $\frac{1}{2} \times jarak\ BH = \frac{1}{2} \times 4\sqrt{3} = 2\sqrt{3}$, maka jarak $XB = 2\sqrt{3}$, langkah terakhir subjek mencari jarak X dan Y dengan menggunakan teorema pythagoras dan diperoleh jarak X dan Y adalah $2\sqrt{2}$. Subjek juga menyimpulkan inti dari permasalahan dengan menjawab jarak X dan $Y = 2\sqrt{2}\ cm$. Untuk mendukung identifikasi hasil pekerjaan masalah pertama subjek Sps, peneliti melakukan wawancara bersama subjek Sps.

Dari petikan wawancara di atas, terlihat bahwa subjek Sps dalam menyelesaikan masalah dapat membuat garis bantu putus-putus untuk menjadi alternatif agar lebih mudah dalam mengerjakan masalah tersebut. Masalah pertama yang diberikan ternyata dikerjakan dengan menggunakan satu cara. Pada cara tersebut subjek menyelesaikan dengan mencari panjang BD, panjang BH, YB, XB dan diperoleh hasil akhir XY. Subjek menyelesaikan masalah tersebut dengan bantuan garis putus-putus yang dibuat dari x ke y. Subjek juga menjelaskan bahwa jika masalah berkaitan dengan jarak maka subjek menerapkan ide tersebut untuk mencari solusi. Subjek juga terlihat cukup memahami dengan hasil pekerjaan yang ditulis dalam lembar jawabannya, hal ini terlihat dari cara subjek menjelaskan dalam wawancara bersama peneliti yang menunjukkan subjek memberikan alasan sesuai penyelesaian cara tersebut. Selain itu hasil jawaban juga menunjukkan bahwa subjek Sps dapat memberikan jawaban yang benar.

Berdasarkan lembar jawaban subjek Sps dan wawancara di atas, dapat disimpulkan bahwa subjek sps menuliskan dan menyebutkan apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan pada soal. Yang diketahui pada soal yaitu panjang rusuk kubus $4\ cm$, titik X berada pada titik potong diagonal ruang kubus, dan titik Y berada di tengah-tengah AB, sedangkan yang ditanyakan adalah jarak antar titik X dan Y. Menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan satu cara. Cara yang dilakukan dengan menggambar kubus, membuat garis putus-putus untuk meletakan posisi x dan y yang diperoleh dari soal, membuat garis diagonal BH, mencari panjang BD, mencari panjang BH. Mengeluarkan garis X,Y, dan B membentuk segitiga XYB, mencari jarak YB, XB dan XY dengan menggunakan rumus pythagoras. Dapat menyelesaikan permasalahan dengan cara yang umum dan lebih memilih untuk menggunakan cara penyelesaian yang umum ini karena hanya mengetahui cara tersebut atau belum mengetahui cara lain untuk menyelesaikan masalah ini. Mendapatkan ide dalam menyelesaikan permasalahan berdasarkan pengalaman di luar bangku sekolah. Ide yang muncul berupa dengan bantuan garis putus-putus yang dibuat dari x ke y yang membentuk segitiga XYB untuk kemudian diperlukan dalam mencari jarak X dan Y. memberikan alasan sesuai penyelesaian cara tersebut

Proses Berpikir Lateral Siswa dengan Prestasi belajar matematika rendah (Subjek Spr).



Gambar 4. Jawaban Subjek Spr pada masalah yang diberikan.

Berdasarkan lembar jawaban subjek Spr terlihat bahwa subjek tidak dapat menuliskan unsur-unsur yang diketahui atau ide pokok yang dihadapi, subjek tidak dapat menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan. Namun pada lembar jawaban subjek terlihat bahwa subjek dapat menuliskan panjang rusuk kubus serta letak titik y dan titik x pada gambar kubus yang digambarkan pada lembar jawaban tersebut. Pada gambar 4 terlihat bahwa subjek dapat menyelesaikan masalah pertama dengan menggunakan satu cara dan memperoleh hasil akhir yang salah. Pada cara ini subjek terlebih dahulu menggambar kubus beserta diagonal ruang CE dan letak titik x dan letak titik y pada kubus tersebut berdasarkan informasi soal. Subjek melakukan penyelesaian dimulai dengan menghitung panjang diagonal ruang CE dan mendapatkan hasil $4\sqrt{3}$, Subjek mencari jarak EY dari panjang AC dan panjang AY dalam rumus pythagoras dengan memanfaatkan rusuk kubus yang diketahui, sehingga mendapatkan hasil akhir yakni panjang $EY = 2\sqrt{5}$. Selanjutnya subjek mencari jarak CY dengan menggunakan rumus pythagoras dari jarak YB dan BC dan mendapatkan hasil $2\sqrt{5}$. Selanjutnya subjek mengeluarkan titik CYE membentuk segitiga dengan jarak masing-masing yang telah dicari sebelumnya, pada segitiga CYE terdapat titik x yang berada pada titik potong diagonal ruang CE atau alas pada segitiga tersebut. Kemudian subjek mencari jarak CX dengan memisalkan Q, sedangkan untuk jarak EX subjek memisalkan $4\sqrt{3} - Q$. Subjek menggunakan sebuah persamaan untuk mencari nilai Q untuk mengatahui jarak EX dan CX dan memperoleh hasil akhirnya $Q = 4{,}5\sqrt{3}$. Dari nilai Q yang merupakan jarak CX maka subjek menggunakan rumus pythagoras untuk mencari t atau garis tinggi pada segitiga tersebut, dengan menggunakan jarak CY dan CX yang tekah diperoleh maka subjek mendapatkan nilai t yang merupakan jarak XY adalah 39,4.

Cara ini menghasilkan jawaban yang salah serta subjek Spr hanya menuliskan satu cara dalam menyelesaikan permasalahan pertama. Untuk mendukung identifikasi hasil pekerjaan masalah pertama subjek Spr, peneliti melakukan wawancara bersama subjek Spr.

Pada petikan wawancara di atas menunjukkan bahwa subjek Spr cukup memahami masalah yang diberikan, subjek mampu menjelaskan alur penyelesaian menggunakan cara tersebut. Pada cara ini subjek menjelaskan untuk mencari jarak XY maka subjek terlebih dahulu mencari jarak CE, CY dan EY setelah mencari jarak masing-masing subjek mengeluarkan segitiga CEY untuk mencari jarak XC yang dimisalkan dengan nilai Q yang akan digunakan dalam mencari jarak XY.Subjek menjelaskan bahwa subjek hanya mengetahui cara ini, dan menurut subjek mungkin masih ada cara lain yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut yang belum subjek pahami. Berdasarkan lembar jawaban dan wawancara di atas dapat disimpulkan bahwa subjek Spr Tidak dapat menuliskan apa yang diketahui dan ditanyakan. Namun dapat menyebutkan apa yang diketahui dan ditanyakan pada soal. Yang diketahui pada soal yakni panjang rusuk kubus $= 4\ cm$, letak titik x berada pada titik potong diagonal ruang, letak titik y berada diantara AB. sedangkan yang ditanyakan yakni jarak XY . Menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan satu cara dan salah. Cara yang dilakukan dengan mencari jarak Ce, CY dan EY, kemudian mengeluarkan menjadi segitiga CEY. Selanjutnya mencari jarak CX yang merupakan 1/2 dari CE dengan memisalkan Q, dari jarak CX, CY yang telah diperoleh selanjutnya mencari XY yang merupakan garis tinggi segitiga tersebut dengan menerapkan rumus pythagoras. Dapat menyelesaikan permasalahan dengan satu cara yang umum dan lebih memilih untuk menggunakan cara penyelesaian yang umum ini karena belum mengetahui cara lain untuk menyelesaikan masalah pertama. Mendapatkan ide dalam menyelesaikan masalah pertama dari membaca soal lebih dari sekali sehingga mengaitkan dengan informasi yang pernah diterima pada saat pembelajaran di kelas. Ide yang muncul berupa titik yang dihubungkan membentuk segitiga, kemudian dari segitiga tersebut mencari jarak XY. Memberikan penjelasan cukup baik mengenai langkah-langkah penyelesaian masalah pertama yang salah, serta dapat memperbaiki dengan bantuan peneliti.

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang dikemukakan, maka dapat disimpulkan bahwa proses berpikir lateral siswa ditinjau dari prestasi belajar matematika.

Proses berpikir lateral siswa dengan prestasi belajar matematika tinggi sudah terpenuhi berdasarkan indikator berpikir lateral, proses berpikir lateral siswa dengan prestasi belajar matematika sedang sebagian sudah terpenuhi berdasarkan indikator berpikir lateral, proses berpikir lateral siswa dengan prestasi belajar matematika rendah belum terpenuhi indikator berpikir lateral siswa.

Referensi

Achdiyat, M., & Lestari, K. D. (2016). Prestasi Belajar Matematika Ditinjau dari Kepercayaan Diri dan Keaktifan Siswa di Kelas. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, *6*(1), 50–61. https://doi.org/10.30998/formatif.v6i1.752

Aisyah, E. S., & Sofyan, D. (2014). Perbandingan Prestasi Belajar Matematika Siswa Antara Yang Mendapatkan Model Active Learning Tipe Giving Question And Getting Answer Dengan Konvensional. *Jurnal Pendidikan Matematika*, *3*(1), 11–24.

Amalia, R. (2013). Penerapan Model Pembelajaran Pembuktian Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Matematis Tingkat Tinggi Siswa SMA. *Universitas Pendidikan Indonesia*.

De Bono, E. (1970). Lateral Thinking: A Textbook of Creativity. In *Penguin Books* (Vol. 3, Issue 416).

De Bono, E. (1992). Serious Creativity: Using the Power of Lateral Thinking to Create New Ideas. In *Organizational Dynamics*.

Green Andy. (2010). *Creativity In Public Relations*.

Hidayanto, A. (2013). Berpikir System : Pola Berpikir Untuk Pemahaman Yang Lebih Baik. In *Universitas Indonesia. Retrieved from* (Issue October 2013). https://www.researchgate.net/publication/302412744

Johnson, B., & Christensen, L. (2014). *Educational Research: Quantitative, Qualitative, and Mixed Approaches (5rd ed.)*. CA: SAGE.

Kholis, N. (2015). Mengurangi Kekerasan Terhadap Anak Berbasis Pendekatan Pendidikan Multikultural. *Al-Tahrir: Jurnal Pemikiran Islam*, *14*(2), 427. https://doi.org/10.21154/al-tahrir.v14i2.165

Kii, E. D., Muzaki, A., & Wahyudi, E. (2019). ANALISIS KEMAMPUAN BERPIKIR LATERAL SISWA KELAS XI TKJ SMKN 1 TAMBOLAKA DALAM MENYELESAIKAN SOAL MATRIKS. *Jurnal Penelitian Pendidikan Matematika Sumba*, *1*(1), 57–62.

Kusmayadi, T. A., Sujadi, I., & Muhtarom, M. (2012). Proses Berpikir Siswa Kelas Ix Sekolah Menengah Pertama Yang Berkemampuan Matematika Tinggi Dalam Memecahkan Masalah Matematika. *Journal of Mathematics and Mathematics Education*, *2*(1), 60–71. https://doi.org/10.20961/jmme.v2i1.9948

Leonard, L. (2013). Peran Kemampuan Berpikir Lateral Dan Positif Terhadap Prestasi Belajar Evaluasi Pendidikan. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, *5*(1), 54–63. https://doi.org/10.21831/cp.v5i1.1259

National Council Of Teachers Of Mathematics. (2000). Principles and Standards for School Mathematics. *School Science and Mathematics*. https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2001.tb17957.x

Ngilawajan, D. A. (2013). Proses Berpikir Siswa Sma Dalam Field Independent Dan Field Dependent. *Pedagogia*, *2*(1), 71–83.

Nurjanah, S., Hidayanto, E., & Rahardjo, S. (2019). Proses Berpikir Siswa Berkecerdasan Matematis Logis Dalam Menyelesaikan Masalah Matematis “Ill Structured Problems.” *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, *4*(11), 1441. https://doi.org/10.17977/jptpp.v4i11.12977

Pahlevi, A. S. (2018). Lateral Thinking De Bono dalam Perancangan Desain. *Journal of Art, Design, Art Education And Culture Studies (JADECS)*, *3*(1), 45–51.

Pandu, Y. K. (2021). Pengaruh Sikap Ilmiah Terhadap Prestasi Belajar Matematika Siswa SMP Negeri 5 Kota Kupang. *Jurnal Pendidikan Matematika Universitas Lampung*, *9*(2), 70–84. http://dx.doi.org/10.23960/mtk/v9i2.pp70-84

Pandu, Y.K, (2022). Proses dan Kemampuan Berpikir Lateral Siswa dalam Matematika ditinjau Berdasarkan Prestasi Belajar Matematika dan Perbedaan Gender Pada Siswa Kelas XII MIA SMA Negeri Alor Barat Daya. [Tesis Tidak diterbitkan] Universitas Sanata Dharma.

Pratiwi, Y., & Widiyastuti, E. (2018). Deskripsi Berpikir Lateral Siswa SMA Dalam Memecahkan Masalah Matematis. *Prosiding Semadik 2018*, *April*, 454–460.

Puspaningtyas, N. D. (2019). PROSES BERPIKIR LATERAL SISWA SD DALAM MENYELESAIKAN MASALAH MATEMATIKA OPEN-ENDED DITINJAU DARI PERBEDAAN GAYA BELAJAR. *Majamath*, *2*(2), 80–86. https://doi.org/10.36815/majamath.v2i2.373

Putrian, A. A., & Kurniasari, I. (2022). Kemampuan Berpikir Lateral Siswa Smp Dalam Memecahkan Masalah Matematika Open-Ended Ditinjau Dari Gaya Belajar Sensing Dan Intuition. *MATHEdunesa*, *11*(2), 513–524. https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v11n2.p513-524

Retnowati, E. (2017). Efektivitas Strategi Pengelompokan Berpasangan Dalam Pembelajaran Matematika Model Core. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, *36*(1), 13–23. https://doi.org/10.21831/cp.v35i1.12628

Rosmayanthi, D., Ratnaningsih, N., & Supratman. (2021). Analisis Proses Berpikir Lateral Peserta Didik Dalam Menyelesaikan Soal Open Ended Ditinjau Dari Gaya Berpikir Acak Konkret Dan Acak Abstrak. *AdMathEdu*, *11*(2), 103–120. https://doi.org/10.12928/admathedu.v11i2.21989

Setiadi, Hari, M. dkk. (2012). Kemampuan Matematika Siswa SMP Indonesia Menurut Benchmark Internasional TIMSS 2011. *Puspendik*.

Solaikhah, Afifah, D. S. N., & Suroto. (2013). Identifikasi Kemampuan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal. *Jurnal Pendidikan Matematika STKIP PGRI Sidoarjo*, *1*(1), 97–106.

Sugiyono. (2018). Metode Peneiltian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. In *Alfabeta Bandung*.

Suherman, E. dkk. (2011). Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer. *Bandung: PT Remaja Rosdakarya*.

Syutaridho. (2012). Berpikir Lateral Dalam Matematika. *Aksioma: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, *1*(1), 22–29.

U.S, S. (2012). Peran Berpikir Kreatif Dalam Proses Pembelajaran Matematika. *Jurnal Formatif*, *2*(3), 248–262. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30998/formatif.v2i3.107

Wantika, R. R. (2019). Kemampuan Berpikir Lateral Siswa SMP pada Pemecahan Masalah Geometri. *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, *2*, 932–937.

Wardhani, W. A., Subanji, & Dwiyana. (2016). Proses Berpikir Siswa Berdasarkan Kerangka Kerja Mason. *Jurnal Pendidikan - Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, *1*(3), 297–313. https://doi.org/10.19/jp.v1i3.6152

Wendayani, Ratnaningsih, N., & Muhtadi, D. (2019). Implementasi Model Pembelajaran Osborn Untuk Menggali Kemampuan Berpikir Lateral Matematik Ditinjau Dari Gaya Belajar Peserta Didik. *Journal of Authentic Research on Mathemtics Education*, *1*(2), 112–123.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PROTOTIPE SMART HOME MENGGUNAKAN VOICE CONTROL DAN BLYNK

Yoel Aldo Moga[1], Augustinus Bayu Primawan[2]
[1]Department of Electrical Engineering University of Sanata Dharma Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta
Telp. (0274) 883037, 883968 Fax. (0274) 886529
[2]Department of Electrical Engineering University of Sanata Dharma Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta, Indonesia Telp. (0274) 883037, 883968 Fax. (0274) 886529
**Email : yoelmoga918@gamil.com*

Abstrak
Kemajuan teknologi di masa sekarang ini berkembang dengan sangat cepat, sehingga banyak perusahaan-perusahaan besar berlomba-lomba untuk menciptakan teknologi yang dapat memudahkan aktifitas manusia (Nur Afiyat, 2021). Salah satunya adalah perangkat-perangkat elektronik yang hemat energi seperti Lampu hemat energi, Air Conditioner (AC) hemat energi, Television (TV) hemat energi, dan masih banyak lagi. Namun pada penerapan nya, kerap terdapat kasus di mana pengguna sering kelupaan mematikan perangkat-perangkat tersebut ketika sedang bepergian. Hal ini tentu saja akan tetap menjadi pemborosan energi walaupun sudah memakai perangkat-perangkat tersebut. Perancangan yang dibuat adalah sistem prototipe smart home menggunakan voice control dan Blynk. Perancangan ini dibuat untuk memudahkan aktivitas manusia dalam melakukan pengendalian dan pemantauan alat elektronik di rumah. Pengendalian dan pemantauan menggunakan NodeMCU esp32 dengan Blynk sebagai server dan database nya. Hasil pengujian sistem prototipe smart home menggunakan voice control dan Blynk menghasilkan nilai delay di setiap pengendaliannya yang berada di tingkat kurang memuaskan. Nilai rata-rata delay yang dihasilkan berada di kisaran 1,4 detik hingga 3,8 detik, hasil ini berada pada indeks sangat buruk menurut standarisasi delay TIPHON. Hasil pengujian sistem pembacaan sensor tegangan dapat mengukur dengan baik dan juga pada bagian fungsional kalimat perintah suara dapat bekerja dengan baik.

Kata Kunci: NodeMCU, Blynk, Voice Control, Internet of Things.

SMART HOME PROTOTYPE USING VOICE CONTROL AND BLYNK

Yoel Aldo Moga[1], Augustinus Bayu Primawan[2]
[1]Department of Electrical Engineering University of Sanata Dharma Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta, Telp. (0274) 883037, 883968 Fax. (0274) 886529
[2]Department of Electrical Engineering University of Sanata Dharma Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta, Indonesia Telp. (0274) 883037, 883968 Fax. (0274) 886529
**Email : yoelmoga918@gamil.com*

Abstract
Advances in technology today are developing very quickly, so many large companies are competing to create technology that can facilitate human activities

(Nur Afiyat, 2021). One of them is energy-efficient electronic devices such as energy-saving lamps, energy-efficient Air Conditioners (AC), energy-efficient Television (TV), and many more. However, in its application, there are often cases where users often forget to turn off these devices while traveling. This of course will still be a waste of energy even though you have used these devices. The design made is a smart home prototype system using voice control and Blynk. This design is made to facilitate human activities in controlling and monitoring electronic devices at home. Control and monitoring using NodeMCU esp32 with Blynk as the server and database. The results of testing the smart home prototype system using voice control and Blynk resulted in a delay value in each control which was at an unsatisfactory level. The average value of the resulting delay is in the range of 1.4 seconds to 3.8 seconds, this result is in a very bad index according to the TIPHON delay standard. The test results of the voltage sensor reading system can measure well and also the functional part of the voice command sentence can work well.

Keywords: NodeMCU, Blynk, Voice Control, Internet of Things.

Pendahuluan

Kemajuan teknologi pada masa sekarang ini berkembang dengan sangat cepat, sehingga banyak perusahaan-perusahaan besar berlomba-lomba untuk menciptakan teknologi yang dapat memudahkan aktivitas manusia (Nur Afiyat, 2021). Salah satunya adalah perangkat-perangkat elektronik yang hemat energi seperti Lampu hemat energi, Air Conditioner (AC) hemat energi, Television (TV) hemat energi, dan masih banyak lagi. Namun pada penerapan nya, kerap terdapat kasus di mana pengguna sering kelupaan mematikan perangkat-perangkat tersebut ketika sedang bepergian. Hal ini tentu saja akan tetap menjadi pemborosan energi walaupun sudah memakai perangkat-perangkat tersebut.

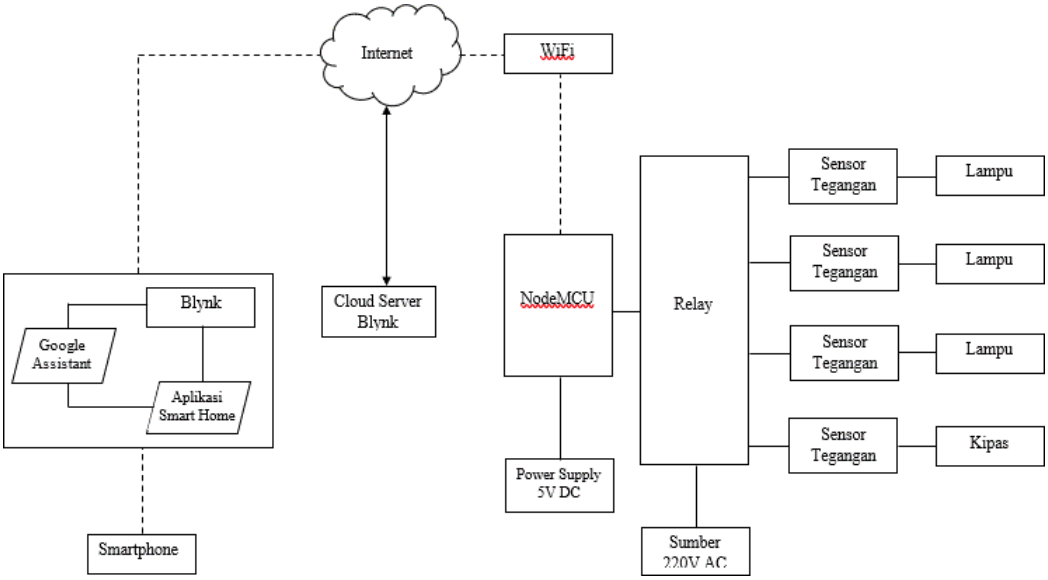
Ada beberapa solusi yang dapat diambil dari masalah tersebut, salah satunya adalah teknologi pengendali jarak jauh yang cukup efektif untuk membantu pengguna dalam mengendalikan perangkat-perangkat elektronik bila lupa dimatikan saat bepergian. Dalam hal ini sudah banyak penelitian yang mengangkat topik tentang pengontrolan jarak jauh, seperti pada penelitian (Reski Damayanti, 2020) Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengontrolan alat-alat elektronik dari jarak jauh dengan NodeMCU sebagai mikrokontroler nya dan menggunakan rancangan aplikasi dari Mit App Inventor sebagai sarana pengendali nya. Selanjutnya ada penelitian (Florantina Cherli I. L. Herin, 2019) Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengembangan pada aspek pengontrolan perangkat elektronik jarak jauh dengan menggunakan perintah suara sebagai masukannya. Selanjutnya ada penelitian (Abdul Halim Mukti Nasution, 2019) Pada penelitian ini bertujuan untuk mengendalikan perangkat elektronik dari jarak jauh menggunakan aplikasi Blynk pada perangkat Android yang berbasis IoT.

Dari beberapa penelitian yang sudah dilakukan terdapat kelebihan dan kekurangan masing-masing. Salah satu kelebihannya adalah penggunaan Google Assistant dan Blynk yang sudah sangat familier di kalangan masyarakat luas. Penggunaan Google Assistant juga sangat memudahkan orang-orang ketika ingin melakukan pengontrolan, karena hampir di semua Smartphone Android sudah memiliki Goggle Assistant. Adanya Blynk dapat melengkapi kekurangan Google Assistant dengan menyediakan pilihan untuk melakukan pengontrolan perangkat

elektronik secara bersamaan, yang mana hal ini tidak bisa dilakukan bila menggunakan Google Assistant karena harus memasukkan datanya satu per satu. Dari segi kekurangannya, penelitian-penelitian tersebut hanya memfokuskan pada pengontrolan, sehingga bila ada pengguna yang kelupaan mematikan perangkat elektronik di rumahnya saat bepergian tidak akan sadar bila masih ada perangkat elektronik di rumahnya yang masih menyala. Pada penelitian ini penulis ingin mengembangkan penelitian-penelitian sebelumnya dengan menambahkan fitur pemantau dalam skema prototipe yang sudah diteliti sebelumnya. Sensor Tegangan zmpt101b ditambahkan sebagai pemantau kondisi on/off pada beban.

Metode

Pemodelan Sistem

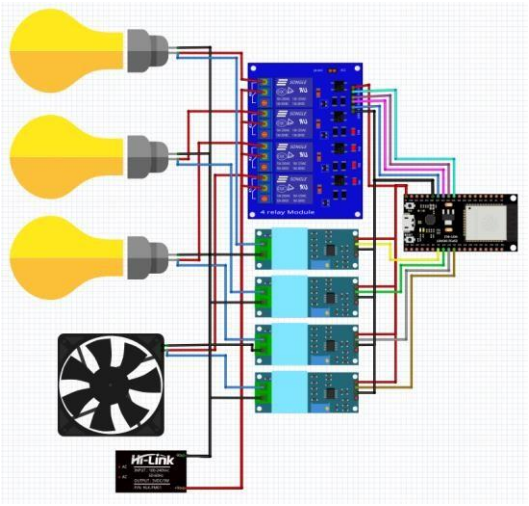


Gambar 1 Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 1 menunjukkan diagram blok sistem yang mana data akan mulai diolah pada smartphone pengguna yang sudah terhubung dengan Blynk, aplikasi Smart Home, dan Google Assistant. Masukkan berupa perintah akan dikirim ke NodeMCU ESP32 lewat jaringan internet. Pada tahap ini, NodeMCU ESP32 akan mengeksekusi perintah tersebut dengan menggunakan relay yang sudah terhubung dengan beban. Sensor tegangan berfungsi untuk memantau kondisi on/off pada beban.

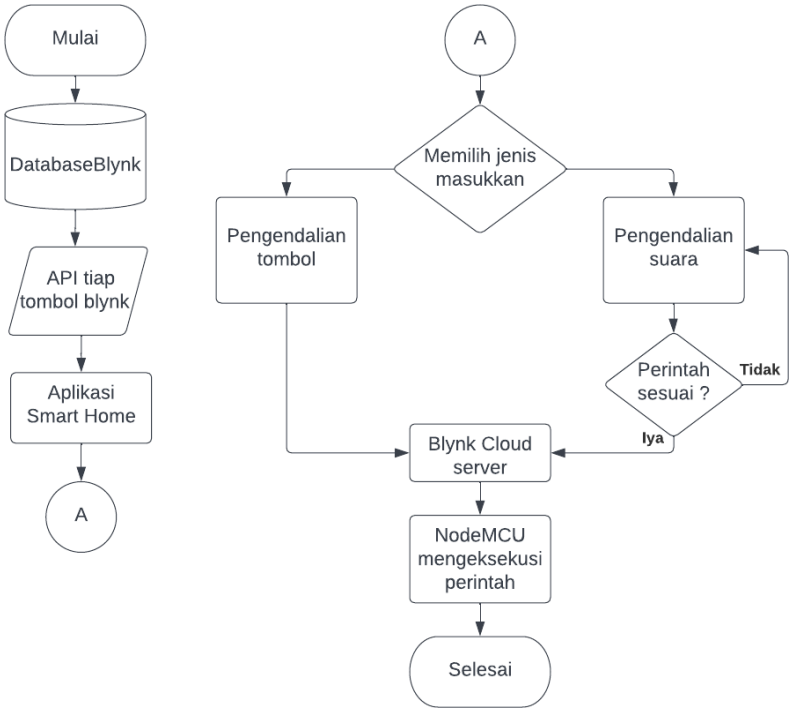
Rancangan wiring NodeMCU

NodeMCU esp32 dihubungkan ke komponen-komponen pengendali dan pemantau. Pada bagian pengendalian, NodeMCU esp32 dihubungkan dengan relay 4-module, dimana relay kemudian dihubungkan dengan output (lampu). Pada sistem pemantauan, NodeMCU esp32 dihubungkan dengan sensor tegangan zmpt101b, dimana sensor kemudian dihubungkan dengan output (lampu).



Gambar 3 Rangkain wiring NodeMCU

Rancangan perangkat lunak

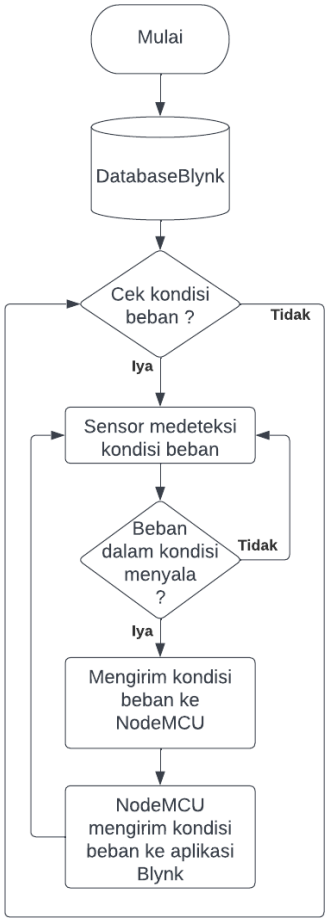


Gambar 4 Diagram alir sistem pengendalian

Pada perancangan sistem prototipe ini Blynk digunakan sebagai database sistem, di mana program utama akan dibuat pada Blynk. Sedangkan untuk aplikasi yang didesain pada Kodular hanya akan mengambil API dari masing-masing tombol yang sudah dibuat terlebih dahulu di Blynk.

Sedangkan untuk sistem pemantau masih tetap menggunakan aplikasi Blynk dengan desain tampilan yang lebih difokuskan untuk sistem pemantauan

tanpa adanya tombol atau fitur pengendalian lagi di dalamnya. Untuk lebih jelasnya lagi dapat diliat pada gambar 5.



Gambar 5 Diagram alir sistem pemantau

Sistem pengendalian tombol maupun suara yang dibuat di dalam aplikasi Smart Home, masing-masing memiliki cara kerja yang hampir sama, yaitu mengambil data dari setiap tombol di database Blynk yang sudah di program sebelumnya. Data tersebut akan dikirimkan melalui API tiap tombol Blynk menuju masing-masing sistem pengendalian. Pada sistem pengendalian tombol, data dari Blynk dimasukkan ke delapan (8) tombol yang sudah didesain menggunakan Kodular untuk menyalakan dan mematikan perangkat. Pada sistem pengendalian suara, data dari Blynk dimasukkan ke database aplikasi berupa kalimat-kalimat perintah yang akan aktif bila dipanggil melalui fitur speech recognition. Untuk lebih jelasnya, dapat diliat pada gambar 4 dan gambar 5.

Metode Analisis Data

Pada tahap analisis sistem ini dilakukan uji coba dengan membandingkan waktu yang dibutuhkan sistem untuk mengirim perintah dan menerima perintah menggunakan database Blynk dan program pada Arduino IDE. Pengujian dilakukan dengan memberikan perintah terhadap masing–masing perangkat elektronik yang ada pada prototipe sistem ini. Pengujian penggunaan pengendalian

tombol maupun suara dilakukan pada masing-masing perangkat elektronik sebanyak sepuluh (10) kali percobaan pada jarak 3 meter, 9 meter, dan 15 meter. Pada bagian Google Assistant dilakukan juga pengujian terhadap kalimat perintah yang sudah di atur sebelumnya dengan mencoba masing-masing kalimat perintah.

Pada bagian pemantau dilakukan pengujian dengan cara yang sama seperti pada pengujian pengendalian. Data yang diambil adalah delay dari pembacaan hingga pengiriman data sensor. Pengujian dilakukan sebanyak sepuluh (10) kali pada jarak 3 meter, 9 meter, dan 15 meter. Setelah itu semua data hasil pengujian pada masing-masing perangkat tersebut akan di cara nilai rata-rata nya. Data rata-rata nilai delay yang didapat akan di bandingkan dengan standarisasi nilai delay versi TIPHON untuk mengetahui baik-buruknya delay yang dihasilkan prototipe sistem.

Hasil dan Pembahasan

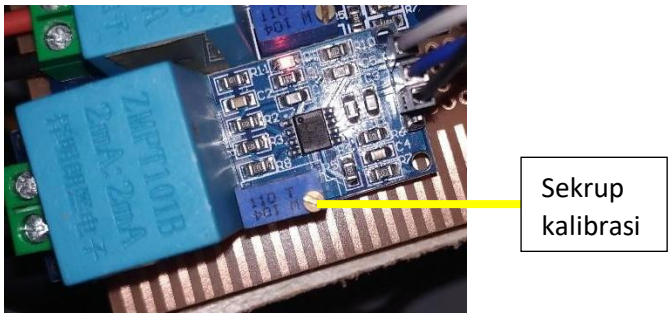
Pengujian Sensor Tegangan ZMPT101B

Pengujian terhadap sensor disini bertujuan untuk menguji ketepatan pembacaan sensor. Sensor yang digunakan adalah sensor tegangan zmpt101b. Kalibrasi dilakukan dengan dua (2) cara, yaitu dengan membuat program di dalam Arduino IDE dan mengatur sekrup yang ada pada sensor.

```
emon1.voltage(34, 170.26, 1.7);
emon2.voltage(35, 180.26, 1.7);
emon3.voltage(32, 180.26, 1.7);
emon4.voltage(33, 180.26, 1.7);
```

Gambar 6 Program kalibrasi sensor

Pada gambar 6 merupakan program untuk kalibrasi sensor agar pengukuran sesuai dengan yang ditampilkan pada multimeter. Program untuk membaca hasil sensor menggunakan library dari emon.lib. Angka pertama yang berada di dalam kurung adalah input pin yang digunakan, angka yang kedua adalah nilai kalibrasi dari library emon.lib yang dapat disesuaikan penggunaannya dan angka yang ketiga adalah *phase shift.*



Gambar 7 Sekrup kalibrasi manual pada sensor

Pada gambar 7 merupakan sekrup yang digunakan untuk menyesuaikan hasil pembacaan data sensor secara manual. Cara penggunaannya adalah dengan memutar sekrup searah jarum jam untuk menaikkan hasil data pembacaan dan ke arah sebaliknya untuk menurunkan hasil data pembacaan.

Kalibrasi sensor dilakukan dengan membandingkan nilai yang keluar dari output program di serial monitor Arduino IDE dan hasil yang ditampilkan pada multimeter. Pengujian dilakukan sebanyak (3) pada masing-masing sensor dan mendapatkan hasil seperti pada tabel 1.

Pada pengujian ini dilakukan pembandingan nilai yang didapat dari pembacaan sensor tegangan dengan nilai yang didapat dari pembacaan multimeter menggunakan rumus persentase galat. Berikut merupakan rumus dan contoh yang digunakan untuk mendapatkan nilai galat pada pengujian ini.

$$\frac{|nilai\ perkiraan - nilai\ tepat|}{|nilai\ tepat|} x100 = error\% \quad \text{(i)}$$

$$\frac{|223 - 223{,}08|}{|223{,}08|} x100 = 0{,}03\ \% \quad \text{(ii)}$$

Tabel 1 Nilai rata-rata dan galat karakteristik sensor

No	Sensor	Percobaan ke-1	Percobaan ke-2	Percobaan ke-3	Rata-rata	Nilai Multimeter	Galat %
1.	Sensor kamar tidur utama	226,36 V	222,87 V	220,03 V	223,08 V	223 V	0,03 %
2.	Sensor kamar tidur tamu	219,45 V	222,14 V	217,06 V	219,55 V	223 V	1,57 %
3.	Sensor ruang tamu	224,34 V	222,88 V	222,55 V	223,25 V	224 V	0,33 %
4.	Sensor kipas angin	220,56 V	222,41 V	225,05 V	222,67 V	223 V	0,14 %

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik sensor, nilai yang ditampilkan pada serial monitor dan nilai yang ditampilkan pada multimeter tidak terlalu jauh berbeda, dengan persentase galat yang berada diantara 0,03% hingga 1,57%.

Pengujian Fungsional Kalimat Perintah

Pengujian dilakukan dengan mengucapkan kalimat-kalimat perintah yang sudah diatur sebelumnya pada block program Kodular. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui fungsi dari masing-masing kalimat perintah apakah dapat berjalan dengan baik atau tidak. Terdapat dua (2) variasi kalimat perintah yang dapat digunakan untuk menyalakan atau mematikan perangkat.

Pengujian kalimat perintah dilakukan sebanyak sepuluh (10) kali pada masing- masing variasi perintah. Berdasarkan pengujian tersebut didapat hasil sangat baik dan tidak terdapat kendala. Berikut merupakan data hasil pengujian kalimat-kalimat perintah suara :

Tabel 2 Hasil pengujian fungsional kalimat-kalimat perintah suara

Percobaan	Kamar tidur utama		Kamar tidur tamu		Ruang tamu		Kipas Angin	
	Var, 1	Var.2	Var.1	Var,2	Var.1	Var.2	Var.1	Var.2
1.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Pengujian terhadap fungsional kalimat perintah dicoba lagi menggunakan orang yang berbeda dengan dialek bahasa indonesia yang agak berbeda, hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dialek dalam pembacaan kalimat-kalimat perintah yang sudah diatur sebelumnya. Hasil yang didapat cukup baik, namun ada kendala pada pengucapan yang terlalu cepat. Pembacaan kalimat perintah menjadi tidak maksimal dan cenderung salah mengartikan perintah masukan dari pengguna ketika perintah masukan diucapkan dengan cepat. Berikut merupakan hasil dari percobaan kedua yang dilakukan dengan orang yang berbeda :

Tabel 3 Hasil pengujian fungsional kalimat-kalimat perintah suara dengan orang yang berbeda

Percobaan	Kamar tidur utama		Kamar tidur tamu		Ruang tamu		Kipas Angin	
	Var, 1	Var.2	Var.1	Var,2	Var.1	Var.2	Var.1	Var.2
1.	×	×	✓	×	✓	✓	✓	✓
2.	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓
3.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

7.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
9.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Pengujian delay pengendalian tombol pada aplikasi Smart Home

Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap delay yang dihasilkan sistem ketika menggunakan pengendalian tombol yang ada pada aplikasi Smart Home. Data yang diambil adalah waktu data diterima dan waktu data dikirim. Pengujian dilakukan sebanyak dua (2) kali, pada kondisi jaringan yang bagus dan pada kondisi jaringan yang jelek. Masing-masing pengujian dilakukan dalam sepuluh (10) kali percobaan pada tiga (3) jarak pengukuran, yaitu jarak 3 meter, 9 meter, dan 15 meter.

Tabel 4 Pengukuran delay pengendalian tombol pada jarak 3 meter (kondisi jaringan jelek)

No.	Waktu data dikirim	Waktu data diterima	Delay
1.	03:49:05	03:49:06	1 detik
2.	03:49:09	03:49:10	1 detik
3.	03:49:13	03:49:16	3 detik
4.	03:49:18	03:49:19	1 detik
5.	03:49:22	03:49:23	1 detik
6.	03:49:26	03:49:27	1 detik
7.	03:49:31	03:49:32	1 detik
8.	03:49:35	03:49:36	1 detik
9.	03:49:48	03:49:51	3 detik
10.	03:49:53	03:49:54	1 detik
Rata-rata *delay*			1,4 detik

Tabel 5 Pengukuran delay pengendalian tombol pada jarak 9 meter (kondisi jaringan jaringan jelek)

No.	Waktu data dikirim	Waktu data diterima	Delay
1.	04:00:41	04:00:42	1 detik
2.	04:00:42	04:00:45	3 detik
3.	04:00:46	04:00:47	1 detik
4.	04:00:49	04:00:50	1 detik
5.	04:00:52	04:00:54	2 detik
6.	04:00:55	04:00:57	2 detik
7.	04:00:59	04:01:00	1 detik
8.	04:01:02	04:01:03	1 detik
9.	04:01:06	04:01:07	1 detik
10.	04:01:09	04:01:11	2 detik
Rata-rata *delay*			1,5 detik

Tabel 6 Pengukuran delay pengendalian tombol pada jarak 15 meter (kondisi jaringan jelek)

No.	Waktu data dikirim	Waktu data diterima	Delay
1.	04:09:50	04:09:52	2 detik
2.	04:09:56	04:09:58	2 detik
3.	04:10:00	04:10:03	3 detik
4.	04:10:04	04:10:05	1 detik
5.	04:10:08	04:10:09	1 detik
6.	04:10:11	04:10:14	3 detik
7.	04:10:15	04:10:17	2 detik
8.	04:10:19	04:10:20	1 detik
9.	04:10:23	04:10:24	1 detik
10.	04:10:26	04:10:27	1 detik
Rata-rata *delay*			1,7 detik

Tabel 7 Pengukuran delay pengendalian tombol pada jarak 3 meter (kondisi jaringan bagus)

No.	Waktu data dikirim	Waktu data diterima	Delay
1.	10:11:08	10:11:09	1 detik
2.	10:11:14	10:11:15	1 detik
3.	10:11:18	10:11:19	1 detik
4.	10:11:22	10:11:23	1 detik
5.	10:11:27	10:11:28	1 detik
6.	10:11:32	10:11:33	1 detik
7.	10:11:36	10:11:37	1 detik
8.	10:11:40	10:11:41	1 detik
9.	10:11:45	10:11:46	1 detik
10.	10:11:48	10:11:49	1 detik
Rata-rata *delay*			1 detik

Tabel 8 Pengukuran delay pengendalian tombol pada jarak 9 meter (kondisi jaringan bagus)

No.	Waktu data dikirim	Waktu data diterima	Delay
1.	10:22:45	10:22:47	2 detik
2.	10:22:48	10:22:49	1 detik
3.	10:22:51	10:22:52	1 detik
4.	10:22:54	10:22:55	1 detik
5.	10:22:56	10:22:57	1 detik
6.	10:23:01	10:23:02	1 detik
7.	10:23:05	10:23:06	1 detik
8.	10:23:10	10:23:11	1 detik
9.	10:23:14	10:23:15	1 detik
10.	10:23:17	10:23:18	1 detik
Rata-rata *delay*			1,1 detik

Tabel 9 Pengukuran delay pengendalian tombol pada jarak 15 meter (kondisi jaringan bagus)

No.	Waktu data dikirim	Waktu data diterima	Delay
1.	10:38:12	10:38:13	1 detik
2.	10:38:15	10:38:17	2 detik
3.	10:38:20	10:38:21	1 detik
4.	10:38:24	10:38:25	1 detik
5.	10:38:28	10:38:30	2 detik
6.	10:38:34	10:38:36	2 detik
7.	10:38:37	10:38:38	1 detik
8.	10:38:40	10:38:41	1 detik
9.	10:38:44	10:38:45	1 detik
10.	10:38:48	10:38:49	1 detik
Rata-rata *delay*			1,3 detik

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 4.7 hingga tabel 4.9, didapatkan hasil yang kurang memuaskan, di mana nilai rata-rata delay yang di hasilkan adalah 1,3 detik hingga 1,7 detik. Hal ini terjadi karena dua (2) faktor utama, yang pertama adalah nilai yang didapat pada pengujian, hanya dapat menggunakan nilai pada Blynk yang di perbarui tiap 1 detik sedangkan menurut standarisasi delay pada tabel 2.6, nilai delay yang ideal berada dikisaran milidetik. Hal tersebut membuat pembandingan nilai delay yang dihasilkan dengan standarisasi delay cukup sulit untuk dilakukan. Faktor yang kedua adalah masalah pada jaringan yang digunakan untuk melakukan pengendalian pada sistem ini, di mana kecepatan Wi-Fi yang digunakan pada saat pengujian yang pertama ini bekisar diantara 3 mbps hingga 5 mbps.

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 4.10 hingga tabel 4.12, didapatkan hasil yang cukup memuaskan, di mana nilai rata-rata delay yang dihasilkan adalah 1 detik hingga 1,3 detik. Hal ini memang masih berada dalam indeks “sangat buruk” bila dibandingkan dengan standarisasi delay pada tabel 2.6, namun bila dilihat berdasarkan faktor pertama pada paragraf sebelumnya hal ini disebabkan oleh pembacaan data dari Blynk yang hanya dapat diperbaharui tiap 1 detik, walaupun delay yang dihasilkan berada dikisaran milidetik, pembacaannya akan selalu berada dikisaran 1 detik. Pada pengujian yang kedua ini, kecepatan Wi-Fi yang digunakan berkisar antara 11 mbps hingga 18 mbps.

Pengujian terhadap delay yang dihasilkan pada sistem pengendalian menggunakan tombol mendapatkan nilai rata-rata delay yang bervariasi, di mana untuk pengujian kedua mendapatkan nilai rata-rata delay yang lebih bagus dibandingkan pengujian pertama. Hal ini dapat terjadi karena faktor jaringan yang cukup mempengaruhi sistem pengendalian ini, di mana untuk pengujian kedua

dilakukan pada kecepatan jaringan Wi-Fi yang lebih baik dibandingkan pengujian pertama.

Pengujian delay pengendalian suara pada aplikasi Smart Home

Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap delay yang dihasilkan sistem ketika menggunakan pengendalian suara yang ada pada aplikasi Smart Home. Data yang diambil adalah waktu data diterima dan waktu data dikirim. Pengujian dilakukan sebanyak dua (2) kali, pada kondisi jaringan yang bagus dan pada kondisi jaringan yang jelek. Masing-masing pengujian dilakukan dalam sepuluh (10) kali percobaan pada tiga (3) jarak pengukuran, yaitu jarak 3 meter, 9 meter, dan 15 meter.

Tabel 10 Pengukuran delay pengendalian suara pada jarak 3 meter (kondisi jaringan jelek)

No.	Waktu data dikirim	Waktu data diterima	Delay
1.	23:26:23	23:26:27	4 detik
2.	23:26:32	23:26:35	3 detik
3.	23:26:41	23:26:45	4 detik
4.	23:26:54	23:26:58	4 detik
5.	23:27:15	23:27:18	3 detik
6.	23:27:24	23:27:27	3 detik
7.	23:27:34	23:27:38	4 detik
8.	23:27:43	23:27:47	4 detik
9.	23:27:55	23:27:59	4 detik
10.	23:28:07	23:28:11	4 detik
Rata-rata *delay*			3,7 detik

Tabel 11 Pengukuran delay pengendalian suara pada jarak 9 meter (kondisi jaringan jelek)

No.	Waktu data dikirim	Waktu data diterima	Delay
1.	23:31:25	23:31:29	4 detik
2.	23:31:43	23:31:46	3 detik
3.	23:32:00	23:32:04	4 detik
4.	23:32:13	23:32:17	4 detik
5.	23:32:26	23:32:30	4 detik
6.	23:32:35	23:32:38	3 detik
7.	23:32:44	23:32:48	4 detik
8.	23:32:54	23:32:58	4 detik

9.	23:33:07	23:33:11	4 detik
10.	23:33:18	23:33:22	4 detik
Rata-rata *delay*			3,8 detik

Tabel 12 Pengukuran delay pengendalian suara pada jarak 15 meter (kondisi jaringan jelek)

No.	Waktu data dikirim	Waktu data diterima	Delay
1.	00:14:03	00:14:07	4 detik
2.	00:14:14	00:14:18	4 detik
3.	00:14:23	00:14:26	3 detik
4.	00:14:30	00:14:34	4 detik
5.	00:14:39	00:14:42	3 detik
6.	00:14:47	00:14:51	4 detik
7.	00:14:56	00:15:00	4 detik
8.	00:15:04	00:15:08	4 detik
9.	00:15:19	00:15:22	3 detik
10.	00:15:25	00:15:29	4 detik
Rata-rata *delay*			3,7 detik

Tabel 13 Pengukuran delay pengendalian suara pada jarak 3 meter (kondisi jaringan bagus)

No.	Waktu data dikirim	Waktu data diterima	Delay
1.	19:40:22	19:40:23	1 detik
2.	19:40:29	19:40:30	1 detik
3.	19:40:36	19:40:37	1 detik
4.	19:40:41	19:40:42	1 detik
5.	19:40:49	19:40:50	1 detik
6.	19:40:55	19:40:56	1 detik
7.	19:41:03	19:41:05	2 detik
8.	19:41:09	19:41:10	1 detik
9.	19:41:16	19:41:17	1 detik
10.	19:41:22	19:41:23	1 detik
Rata-rata *delay*			1,1 detik

Tabel 14 Pengukuran delay pengendalian suara pada jarak 9 meter (kondisi jaringan bagus)

No.	Waktu data dikirim	Waktu data diterima	Delay
1.	19:55:12	19:55:13	1 detik
2.	19:55:18	19:55:19	1 detik
3.	19:55:26	19:55:27	1 detik
4.	19:55:31	19:55:32	1 detik
5.	19:55:36	19:55:37	1 detik
6.	19:55:47	19:55:48	1 detik
7.	19:55:51	19:55:52	1 detik
8.	19:55:59	19:56:00	1 detik
9.	19:56:07	19:56:08	1 detik
10.	19:56:14	19:56:15	1 detik
Rata-rata *delay*			1 detik

Tabel 15 Pengukuran delay pengendalian suara pada jarak 15 meter (kondisi jaringan bagus)

No.	Waktu data dikirim	Waktu data diterima	Delay
1.	20:12:18	20:12:20	2 detik
2.	20:12:25	20:12:27	2 detik
3.	20:12:30	20:12:32	2 detik
4.	20:12:39	20:12:40	1 detik
5.	20:12:45	20:12:47	2 detik
6.	20:12:51	20:12:52	1 detik
7.	20:12:58	20:12:59	1 detik
8.	20:13:06	20:13:07	1 detik
9.	20:13:13	20:13:16	3 detik
10.	20:13:20	20:13:21	1 detik
Rata-rata *delay*			1,6 detik

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 4.13 hingga tabel 4.15, didapatkan hasil yang kurang memuaskan, di mana nilai rata-rata delay yang dihasilkan adalah 3,7 detik hingga 3,8 detik. Hal ini terjadi karena dua (2) faktor utama, yang pertama adalah nilai yang didapat pada pengujian, hanya dapat menggunakan nilai pada Blynk yang diperbarui tiap 1 detik sedangkan menurut standarisasi delay pada tabel

2.6, nilai delay yang ideal berada dikisaran milidetik. Hal tersebut membuat pembandingan nilai delay yang dihasilkan dengan standarisasi delay cukup sulit untuk dilakukan. Faktor yang kedua adalah masalah pada jaringan yang digunakan untuk melakukan pengendalian pada sistem ini, di mana kecepatan Wi-Fi yang digunakan pada saat pengujian yang pertama ini bekisar diantara 1 mbps hingga 3 mbps.

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 4.16 hingga tabel 4.18, didapatkan hasil yang cukup memuaskan, di mana nilai rata-rata delay yang dihasilkan adalah 1 detik hingga 1,6 detik. Hal ini memang masih berada dalam indeks “sangat buruk” bila dibandingkan dengan standarisasi delay pada tabel 2.6, namun bila dilihat berdasarkan faktor pertama pada paragraf sebelumnya hal ini disebabkan oleh pembacaan data dari Blynk yang hanya dapat diperbaharui tiap 1 detik, walaupun delay yang dihasilkan berada dikisaran milidetik, pembacaannya akan selalu berada dikisaran 1 detik. Pada pengujian yang kedua ini, kecepatan Wi-Fi yang digunakan berkisar antara 10 mbps hingga 18 mbps.

Pengujian terhadap delay yang dihasilkan pada sistem pengendalian menggunakan tombol mendapatkan nilai rata-rata delay yang bervariasi, di mana untuk pengujian kedua mendapatkan nilai rata-rata delay yang lebih bagus dibandingkan pengujian pertama. Hal ini dapat terjadi karena faktor jaringan yang cukup mempengaruhi sistem pengendalian ini, di mana untuk pengujian kedua dilakukan pada kecepatan jaringan Wi-Fi yang lebih baik dibandingkan pengujian pertama.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan dan pengujian dapat disimpulkan bahwa sistem prototipe smart home menggunakan voice control dan Blynk dapat bekerja dengan baik. Sistem pengendalian menggunakan tombol maupun suara dapat berfungsi dengan baik apabila digunakan pada koneksi jaringan yang bagus. Pengukuran sensor empat (4) buah tegangan memiliki persentase galat yang cukup kecil, berkisar antara 0,03% hingga 1,57%. Pengujian fungsional kalimat perintah suara memiliki angka keberhasilan 100% pada percobaan pertama dan 95% pada percobaan kedua dengan orang yang berbeda. Sistem dapat mengirimkan kondisi beban ke database Blynk.

Daftar Pustaka

Abdul Halim Mukti Nasution, S. I. (2019). Pengontrolan Lampu Jarak Jauh Dengan NodeMCU Menggunakan Blynk. Jurnal TEKINKOM.

Agus Wagyana, R. (2019). Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan . *JURNAL ILMIAH SETRUM, Vol. 8, No. 1*.

ETSI. (2000). *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)*. France: European Telecommunications Standards Institute.

Florantina Cherli I. L. Herin, H. P. (2019). Voice Control Sebagai Pengendali Peralatan Elektronik Berbasis NodeMCU. Comasie Journal.

Google. (n.d.). Bantuan Asisten Google. Retrieved Februari 20, 2022, from https://support.google.com/assistant/answer/7172657?hl=id&co=GENIE.Platform%3DiOS&oco=0#zippy=%2Cperiksa-apakah-perangkat-anda-memiliki-spesifikasi-yang-dibutuhkan

Lestari, N. (2016). Implementasi Perangkat WIFI Sebagai Pengendali Robot Mobil Pemantau. JUSIKOM.

Mario, B. P. (2018). Rancang Bangun Sistem Proteksi dan Monitoring Penggunaan Daya Listrik . PRISMA FISIKA.

Muhamad Suryanto, F. A. (2021). Rancang Bangun Sistem Smartphone Berbasis Internet of Things Dengan NodeMCU dan Google Assistant di Smartphone Android. TESLA, Vol. 23.

NIAGAHOSTER. (n.d.). Panduan Lengkap dan Cara Mudah Menggunakan IFTTT. Retrieved Februari 22, 2022, from https://www.niagahoster.co.id/blog/cara-menggunakan-ifttt/

Nur Afiyat, M. H. (2021). Prototype Sistem Pengendalian Perangkat Elektronik Berbasis IoT (Internet of Things) Menggunakan Voice Control dan Blynk. JURNAL RESISTOR, Vol. 4 No. 1.

Rafiq hariri, M. A. (2019). Perancangan Aplikasi Blynk Untuk Monitoring dan Kendali Penyiraman Tanaman. JURNAL ELEKTRIKAL, Vol. 6, No. 1.

Reski Damayanti, A. M. (2020). Rancang Bangun Smart Home Berbasis Internet of Things. JOURNAL OF APPLIED SMART ELECTRICAL NETWORK AND SYSTEMS (JASENS).

Rita Dewi Risanty, L. A. (2009). Rancang Bangun Sistem Pengendalian Listrik Ruangan Dengan Menggunakan ATMEGA 328 dan SMS Gateway Sebagai Media Informasi. Jurnal Sistem Informasi, Vol. 7, No. 2.

Wikipedia Ensiklopedia Bebas. (2022, Januari 10). Google Assistant. Retrieved Februari 2, 2022, from https://id.wikipedia.org/wiki/Google_Assistant

http://e-conf.usd.ac.id/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

STUDI FENOMENOLOGI PEMBELAJARAN DARING SAAT PANDEMI COVID-19 PADA MAHASISWA DAN DOSEN PROGRAM STUDI PENDIDIKAN EKONOMI UNIVERSITAS SANATA DHARMA

Syukur Rahmat Gulo[1], Catharina Wigati Retno Astuti[2]
[1,2]Universitas Sanata Dharma
email: [1]syukur.rahmat04@gmail.com
2022

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) aksesibilitas pembelajaran daring; (2) fleksibilitas pembelajaran daring; (3) konektivitas pembelajaran daring; dan (4) interaksi pembelajaran daring pada Program Studi Pendidikan Ekonomi di Universitas Sanata Dharma saat pandemi Covid-19. Partisipan terdiri dari enam partisipan, yaitu n dua dosen dan empat mahasiswa yang terlibat aktivitas pembelajaran daring pada program studi Pendidikan Ekonomi di Universitas Sanata Dharma.

Pendekatan dalam penelitian ini adalah pendekatan fenomenologi yang pelaksanaannya berdasarkan pada usaha menelaah dan mendeskripsikan ciri-ciri intrinsik kejadian atau fenomena sebagaimana terjadi. Pengambilan data dalam penelitian ini menggunakan wawancara tidak terstruktur agar peneliti dapat menggali informasi secara mendalam dan hanya berupa garis-garis besar permasalahan.

Hasil penelitian ini menunjukkan: (1) aksesibilitas pembelajaran daring menggunakan ketersediaan fasilitas kampus, kuota data, wifi, perangkat teknologi informasi dan komunikasi, aplikasi berbasis web, dan dinilai mampu mendukung kegiatan pembelajaran; (2) fleksibilitas pembelajaran daring dilaksanakan dengan mengombinasikan keterampilan pemakaian teknologi informasi dan komunikasi, pemanfaatan berbagai macam aplikasi berbasis web, pengelolaan materi pembelajaran, dan mengalami kesulitan penyesuaian pada masa awal pembelajaran daring dimulai; (3) konektivitas pembelajaran daring memerlukan jaringan internet dan mendapat kendala saat aktivitas pembelajaran berlangsung karena jaringan yang terkadang kurang stabil; dan (4) interaksi pembelajaran daring memakai berbagai macam aplikasi berbasis web dan dianggap kurang memuaskan karena komunikasi tidak bisa dilakukan secara langsung, spontan, bertatap muka langsung, dan interaksi dibatasi oleh aplikasi yang digunakan.

Kata kunci: aksesibilitas, fenomenologi, fleksibilitas, interaksi, konektivitas, pembelajaran daring

STUDI FENOMENOLOGI PEMBELAJARAN DARING SAAT PANDEMI COVID-19 PADA MAHASISWA DAN DOSEN PROGRAM STUDI PENDIDIKAN EKONOMI UNIVERSITAS SANATA DHARMA

Syukur Rahmat Gulo[1], Catharina Wigati Retno Astuti[2]
[1,2]Universitas Sanata Dharma
email: [1]syukur.rahmat04@gmail.com
2022

Abstract

This study aims to uncover: (1) online learning accessibility; (2) online learning flexibility; (3) online learning connectivity; and (4) online learning interactions in the Economics Education study program at Sanata Dharma University during the Covid-19 pandemic. The research participants covered six people and consisted of two lecturers and four students involved in online learning activities in the Economics Education study program at Sanata Dharma University.

The approach in this study is a phenomenological approach implemented to describe the intrinsic characteristics of events or phenomena as they occur. The data collection technique was unstructured interviews so that researchers could explore information in depth and only outline the problems.

The results of this study indicated that: (1) the accessibility of online learning used the availability of campus facilities, data quotas, WiFi, information and communication technology devices, and web-based applications, and was considered as capable for supporting learning activities; (2) the flexibility of online learning combined skills in the use of information technology and communication, utilization of various kinds of web-based applications, management of learning materials, and difficulty adjusting in the early days of online learning; (3) the online learning connectivity required an internet network and encountered obstacles during learning activities because the network was unstable; and (4) the online learning interactions used various kinds of web-based applications and considered as unsatisfied because communication could not be done directly, spontaneously, face to face, and limited by the application used.

Keywords: accessibility, connectivity, flexibility, interaction, online learning, phenomenology

Pendahuluan

Badan Kesehatan Dunia atau WHO (World Health Organization) telah resmi menyatakan virus Covid-19 atau virus corona sebagai pandemi global, artinya virus ini sudah menyebar luas ke seluruh dunia. Istilah pandemi terdengar menakutkan, tetapi tidak ada hubungannya dengan tingkat keparahan penyakit, melainkan lebih mengarah pada penyebaran yang meluas. Secara umum, virus corona menyebabkan gejala ringan atau sedang, seperti demam, batuk, dan sebagian besar sembuh hanya dalam beberapa minggu. Pengecualian untuk orang yang berisiko tinggi dan memiliki kondisi medis tertentu (kelompok lanjut usia dan mereka yang memiliki kondisi kesehatan kronis, seperti penyakit jantung, tekanan darah tinggi dan diabetes), virus corona dapat menyebabkan masalah kesehatan yang serius.

Kemunculan Covid-19 telah membawa pengaruhnya terhadap berbagai aktivitas kehidupan individu, sosial, dan kegiatan-kegiatan pendidikan ikut merasakan dampak. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan telah menanggapi kebijakan belajar dari rumah, lewat pembelajaran daring dan dengan ditiadakannya Ujian Nasional tahun ajaran 2019-2020. Penerapan kebijakan *social distancing* kemudian menjadi dasar dilaksanakannya kegiatan belajar dari rumah. Saat awal-awal penerapan teknologi informasi dan komunikasi berlangsung, tidak jarang para pendidik dan peserta didik terkejut, termasuk orang tua bahkan masyarakat. Pembelajaran daring membawa perubahan dalam sistem pendidikan, materi yang akan diajarkan, pembelajaran yang dilakukan, dan kendala-kendala yang dijumpai baik oleh pendidik, peserta didik dan penyelanggara pendidikan. Pembelajaran daring dipilih guna mencegah penyebaran Covid-19 dan dinantikan sanggup menyelesaikan persoalan soal kemandirian belajar yang memberikan siswa mencari sumber materi atau pengetahuan lebih banyak di dunia internet, sehingga meningkatkan kreativitas serta dapat mengimplementasikan pengetahuan tersebut secara langsung (Darmalaksana, Hambali, Masrur, & Muhlas, 2020). Pembelajaran daring berlangsung sebagai pilihan alternatif dan masih berjalan dalam aktivitas pendidikan Indonesia pada tingkat Sekolah Dasar, Sekolah Menengah, bahkan sampai pada tingkat Perguruan Tinggi.

Meskipun pembelajaran daring menjadi sarana yang tepat di tengah peristiwa berlangsungnya pandemi, tetapi pembelajaran daring juga masih memiliki kelemahan. Belum lama diterapkan, sudah muncul keresahan yang disampaikan dari pendidik, peserta didik, bahkan orang tua. Beberapa kasus seperti, keluhan mengenai biaya kuota, keterampilan penggunaan teknologi dan internet yang masih kurang baik, masalah jaringan, kesulitan peserta didik memahami materi, dan lain-lain menjadi perbincangan yang hangat di kalangan publik. Hambatan ini juga dialami oleh pendidik yang dimana sebagian besar peserta didik ada yang tidak ikut serta pembelajaran daring dikarenakan tidak mempunyai kuota internet untuk mengakses pembelajaran, sehingga siswa tersebut telat dan tidak mendapati hasil belajar. Selain itu masih ada tentang fasilitas yang dimiliki peserta didik kurang mendukung seperti handphone dan perangkat teknologi lainnya untuk melakukan kegiatan pembelajaran (Solahudin, Amin, Sumpena, & Hilman, 2020).

Pembelajaran Daring

Menurut Moore, Dickson-Deane, & Galyen (2011), pembelajaran daring adalah pembelajaran yang menggunakan internet dengan aksesibilitas, fleksibilitas, konektivitas dan keterampilan untuk memunculkan berbagai jenis interaksi pembelajaran. Pembelajaran daring merupakan aktivitas belajar mengajar yang menyambungkan mahasiswa dengan dosen untuk melakukan interaksi pembelajaran menggunakan internet (Kuntarto, E. 2017). Selama pelaksanaan pembelajaran daring membutuhkan perangkat-perangkat *mobile* seperti *smartphone* atau ponsel android, laptop, komputer, tablet, dan iphone yang dapat digunakan untuk mengakses informasi kapan saja dan di mana saja (Gikas & Grant, 2013). Perguruan tinggi di era WFH (*Work from Home*) melaksanakan penguatan pembelajaran secara daring (Darmalaksana, 2020). Pembelajaran daring telah menjadi sesuatu yang harus dilaksanakan dalam dunia pendidikan sejak beberapa tahun terakhir (He, Xu, & Kruck, 2014). Pembelajaran daring dibutuhkan dalam pembelajaran di era revolusi industri 4.0 (Pangondian, R. A., Santosa, P. I., & Nugroho, E., 2019). MS. Sakshi & Dhull (2017) menambahkan bahwa manfaat

pembelajaran daring adalah mempermudah aksesibilitas, mendorong kreativitas, mengembangkan kemampuan kognitif, hemat biaya, mengembangkan penelitian peserta didik, meningkatkan keterampilan komputer dasar, meningkatkan pemerataan, mengurangi hambatan geografis dalam hal pendidikan.

Fenomenologi

Kata *fenomenologi* berasal dari bahasa Yunani *fenomenon*, mempunyai arti suatu yang tampak. Pada bahasa Indonesia, biasa digunakan istilah *gejala*. Jadi, penelitian fenomenologi merupakan garis naratif diri atau pengungkapan diri. Dengan kata lain, penelitian fenomenologi menggunakan cara pandang yang didasarkan pada apa yang peneliti lihat dan didapatkan dari fakta-fakta fenomena asli yang diteliti, bukan pada pandangan peneliti terhadap peristiwa dari fenomena tersebut. Peneliti menafsirkan fakta-fakta nyata, sebagaimana adanya tanpa memperhatikan idealismenya sendiri.

Tokoh yang mempopulerkan pendekatan fenomenologi adalah Edmund Husserl (1859-1938). Dia merupakan penggagas fenomenologi yang memiliki pendapat bahwa ada kebenaran untuk semua orang dan manusia mampu mencapainya. Menurut Husserl, fenomenologi berfokus untuk menemukan pemikiran yang benar bahwa seseorang harus kembali pada “benda-benda”. Bagi Husserl, fenomenologi adalah pengalaman subjektif atau suatu studi tentang kesadaran dari sudut pandang seseorang. Metode fenomenologi tidak melihat objek, melainkan peristiwa yang dialami partisipan (Rachman, 2013). Fenomenologi berfokus pada penggalian informasi tentang pengalaman (Putri dan Masykur, 2017) dan keunikan pengalaman hidup serta sifat dari fenomena tertentu untuk memahami struktur eksistensial, bertujuan untuk menggambarkan fenomena daripada menjelaskannya (Surdasyah, 2013).

Pada dasarnya, ada dua hal pokok yang menjadi sentral dalam penelitian fenomenologi. Hal tersebut di antaranya adalah sebagai berikut. Pertama, *textural description*, merupakan apa yang subjek penelitian alami dalam sebuah fenomena. Apa yang dialami adalah aspek objektif, data aktual, dan hal-hal yang terjadi secara empiris. Kedua, *structural description* adalah bagaimana subjek mengalami dan memaknai pengalamannya. Deskripsi ini mengandung aspek subjektif. Aspek ini menyangkut pendapat, penilaian, perasaan, harapan, dan reaksi subjektif lainnya dari subjek penelitian terkait dengan pengalamannya.

Peristiwa selama berlangsungnya aktivitas pembelajaran daring dan masalah-masalah yang timbul sebagai akibat dari penerapannya, menjadi penting untuk diketahui. Peneliti berusaha meneliti seperti apa dan bagaimana aktivitas pembelajaran daring berlangsung pada peristiwa luar biasa yang terjadi di masa pandemi Covid-19. Kajian fenomenologi model pembelajaran daring sudah pernah dilakukan oleh peneliti terdahulu. Kajian paling relevan yang mengkaji tentang pembelajaran daring dikaji oleh Pratama dan Mulyati (2020) dengan judul “Pembelajaran Daring dan Luring pada Masa Pandemi Covid-19” yang menghasilkan temuan bahwa terdapat beberapa masalah seperti kurangnya waktu belajar, kendala-kendala penggunaan teknologi seperti sinyal, dan materi-materi yang disampaikan tidak tuntas. Dalam kajian Pratama dan Mulyati berfokus pada eksplorasi pembelajaran daring dan pembelajaran luring pada tingkat sekolah menengah atas (SMA) yang dialami oleh guru (pendidik).

Oleh karena itu, peneliti dalam penelitian ini berusaha mengungkap pengalaman apa yang dialami oleh dosen dan mahasiswa di perguruan tinggi selama

pembelajaran daring berlangsung di tengah pandemi Covid-19, sebagai upaya untuk menghasilkan tindakan-tindakan lanjut dan pengetahuan baru dalam dunia pendidikan. Berdasarkan dari uraian yang sudah disampaikan sebelumnya, peneliti ingin melaksanakan penelitian dengan judul “Pembelajaran Daring Saat Pandemi Covid-19 (Studi Fenomenologi Pada Mahasiswa Dan Dosen Program St udi Pendidkan Ekonomi Universitas Sanata Dharma)”. Adapun studi fenomenologi dipilih, karena hendak mendeskripsikan hal-hal berikut, antara lain: (1) aksesibilitas pembelajaran daring pada program studi pendidikan ekonomi di Universitas Sanata Dharma, (2) fleksibilitas pembelajaran daring pada program studi pendidian ekonomi di Universitas Sanata Dharma, (3) konektivitas pembelajaran daring pada program studi pendidikan ekonomi di Universitas Sanata Dharma, dan (4) interaksi pembelajaran daring pada program studi pendidikan ekonomi di Universitas Sanata Dharma.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta dan waktu penelitian dimulai pada tanggal 13 Juni 2022. Pada penelitian ini, partisipan yang terlibat adalah dua orang dosen dan empat orang mahasiswa yang mengalami aktivitas pembelajaran daring. Pertama, dosen yang pernah terlibat aktivitas pembelajaran daring selama pandemi Covid-19. Kedua, mahasiswa yang pernah mengalami aktivitas pembelajaran daring selama pandemi Covid-19.

Data yang dipakai dalam penelitian ini diperoleh dari data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang didapat langsung dari responden atau obyek yang diteliti atau yang mempunyai hubungan dengan apa yang diteliti. Misalnya hasil observasi atau hasil wawancara, sedangkan data sekunder adalah data yang telah dikumpulkan dan dilaporkan terlebih dahulu oleh orang atau instansi di luar dari peneliti sendiri.

Untuk memperoleh data, baik primer maupun sekunder, peneliti menggunakan wawancara, pengamatan terlibat (*participant observation*), dan dokumentasi.

Jenis wawancara yang digunakan adalah wawancara tidak terstruktur. Wawancara tidak terstruktur adalah wawancara yang bebas di mana peneliti tidak menggunakan pedoman wawancara yang telah tersusun secara sistematis dan lengkap untuk pengumpulan datanya. Pedoman wawancara yang digunakan hanya berupa garis-garis besar permasalahan yang akan ditanyakan. Observasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi non- partisipan, di mana peneliti tidak terlibat dan hanya sebagai pengamat independen. Observasi dilakukan secara terstruktur dengan sistematis, tentang apa yang diamati, kapan dan di mana tempatnya. Dokumentasi digunakan oleh peneliti sebagai pelengkap dan pendukung dari penggunaan teknik observasi dan wawancara dalam penelitian kualitatif. Di dalam melakukan teknik dokumentasi, peneliti menyelidiki benda-benda tertulis seperti buku-buku, majalah, catatan dan sebagainya.

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan fenomenologi. Pendekatan ini dipilih karena bertujuan untuk mengetahui dan menjelaskan fenomena pengalaman seseorang sekaligus mendapatkan makna dari pengalaman seseorang tersebut.

Langkah-langkah analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan empat cara, yaitu, Pertama, pengumpulan data. Data dari hasil wawancara, observasi, dan dokumentasi dikumpulkan dengan lengkap. Kedua, reduksi data. Memilih hal-hal

yang pokok, memfokuskan pada hal-hal yang penting, dicari tema dan polanya (membuang yang tidak perlu). Ketiga, penyajian data. Dalam penelitian kualitatif, penyajian data bisa dilakukan dalam bentuk uraian singkat, bagan, hubungan antar katagori, *flowchart* dan sejenisnya. Penyajian data selanjutnya dilakukan dalam bentuk uraian atau laporan sesuai dengan data hasil penelitian yang diperoleh. Keempat, penarikan kesimpulan (*conclusion verivication*). Dalam penarikan kesimpulan peneliti meringkas hasil sesuai dengan fakta di lapangan dan tujuan penelitian. Sehingga makna-makna yang muncul sesuai dengan kebenarannya, kekokohannya dan kecocokannya.

Hasil dan Pembahasan

Berikut merupakan uraian tentang bagaimana fenomena pembelajaran daring terjadi dari pengalaman secara nyata sekaligus pemaknaan yang dialami oleh partisipan saat pandemi Covid-19 terkait dengan aksesibilitas, fleksibilitas, konektivitas, dan interaksi dalam pembelajaran daring.

Aksesibilitas Pembelajaran Daring

Semenjak daring berlangsung aksesibilitas dialami sebagai sesuatu yang terdiri dari ketersediaan fasilitas dimana meliputi perangkat-perangkat teknologi informasi dan komunikasi yang ada di kampus maupun dipenuhi secara pribadi atau personal. Aksesibilitas pembelajaran daring juga melibatkan penggunaan berbagai macam aplikasi berbasis internet dan alamat web. Hal tersebut terlaksana sedemikian rupa untuk tetap menjaga jalannya aktivitas belajar saat pandemi Covid-19 melanda. Perangkat-perangkat tekonologi informasi dan komunikasi yang digunakan pada umumnya seperti *handphone*, laptop, komputer, kuota, dan wifi. Pada aplikasi berbasis internet, terwujudnya aksesibilitas dalam pembelajaran daring mengandalkan *WhatsApp*, *Zoom*, *Google Teleconference*, *Google Classroom*, *Gmail*, *Youtube*, belajar.usd, *Kahoot*, *Mentimeter*, dan pengoptimalan aktivitas berselancar di internet yang memuat beragam alamat web untuk mencari referensi belajar atau materi pembelajaran.

Kemudian aksesibilitas dalam pembelajaran daring belum menjumpai kendala yang terlalu berarti. Di kalangan dosen dan mahasiswa secara subjektif menyampaikan bahwa aksesibilitas sudah berjalan dengan baik. Dengan adanya ketersediaan fasilitas yang terpenuhi pembelajaran daring dapat terlaksana sedemikian rupa, apalagi ditambah dengan kampus dan rumah dinyatakan sebagai tempat yang aman untuk aktivitas belajar selama pandemi Covid-19. Sehingga dapat dimengerti bila aksesibilitas pembelajaran daring telah terselenggara, berkontribusi, dan memberikan kesamaan kesempatan serta kemudahan bagi dosen dan mahasiswa.

Fleksibilitas Pembelajaran Daring

Fleksibilitas dalam pembelajaran daring diawali dengan beraneka ragam reaksi. Ada yang merasa kesulitan karena sebelumnya terbiasa dengan aktivitas belajar tatap muka langsung, merasa kaget, bingung, dan ada yang merasa senang karena berekspetasi kalau tidak perlu sibuk-sibuk menyiapkan diri untuk datang dengan rutinitas belajar di kampus. Dari pengalaman yang dirasakan, pihak dosen dan mahasiswa mengalami kesulitan hanya saat awal-awal daring. Dimana dosen dan mahasiswa sesegera mungkin harus beradaptasi dengan bentuk belajar yang dilakukan secara tidak tatap muka langsung. Tapi, hal tersebut tidak berlangsung dalam momentum yang lama. Dosen dan mahasiswa akhirnya selalu melakukan penyesuaian selama belajar daring dan akhirnya semakin nyaman.

Secara teknis, fleksibilitas dalam pembelajaran daring yang dilakukan oleh dosen berupa persiapan materi yang akan diajarkan kepada peserta kelas yang sudah di-*upload* pada LMS (web belajar usd). Kemudian, penyampaian materi belajar dengan menggunakan *Zoom* atau grup diskusi dari LMS atau *WA*, dan pemberian tugas bila diperlukan, yang dikombinasikan dengan berbagai bentuk format, baik tulisan, video, rekaman, gambar sesuai dengan keterampilan dan kesepakatan dengan mahasiswa. Sedangkan penyesuaian yang diterapkan oleh mahasiswa lebih kepada membangun sikap mandiri dalam belajar dan cenderung hanya mengikuti bagaimana selanjutnya alur aktivitas belajar berjalan. Fleksibilitas pembelajaran daring selalu dilakukan selama belajar daring, agar aktivitas belajar bisa terwujud dengan sedemikian baik.

Konektivitas Pembelajaran Daring

Secara keselurahan konektivitas dalam pembelajaran daring dialami relatif sama. Konektivitas sepenuhnya mengandalkan jaringan internet. Mulai dari penggunaan kuota, sampai pada penggunaan ketersediaan wifi. Jaringan internet menjadi elemen yang sangat penting dalam mendukung kegiatan pembelajaran daring. Permasalahan yang sering dijumpai adalah koneksi kadang kurang stabil. Sehingga ketika masuk mengakses pembelajaran daring khususnya via *Zoom*, audio pernah tidak terdengar dan kurang jelas saat pembelajaran berlangsung.

Wilayah konektivitas merupakan hal yang sering dicemaskan terutama bagi dosen, karena dapat mengganggu penyampaian materi belajar. Pihak dosen dan mahasiswa mencoba berbagai upaya untuk mengantisipasi koneksi yang kurang stabil tersebut. Contohnya dengan mempersiapkan cadangan kuota atau sambungan internet apabila perihal koneksi sedang bermasalah. Sedangkan bagi mereka yang menggunakan provider internet yang relatif murah, biasanya kembali bertanya ulang apabila ada yang tidak jelas karena sambungan terputus-putus.

Interaksi Pembelajaran Daring

Sejak pembelajaran daring berlangsung, interaksi selalu diselenggarakan dengan menggunakan media *online*. Harapannya, interaksi mampu dioptimalkan untuk membangun diskusi dalam rangka mengecek pemahaman belajar. Tapi, hal yang sering dialami adalah kencenderungan aktivitas interaksi yang pasif. Tidak bisa dipungkiri interaksi yang pasif ini disebabkan karena penggunaan media yang terbatas untuk menjangkau secara langsung aktivitas belajar.

Bagi dosen, interaksi pembelajaran daring tidak jarang membuat mereka khawatir, bahkan jenuh dan stres. Sebab tidak bisa mengamati secara langsung, apakah peserta kelas memang benar-benar mengerti materi apa yang telah disampaikan. Sedangkan di pihak mahasiswa interaksi ke dosen sebatas bertanya ulang jika ada yang tidak jelas mengenai pembelajaran. Dan kepada sesama teman, mahasiswa menjumpai respon yang cepat dan ada juga yang merespon lambat ketika ingin bertanya atau memvalidasi ulang materi belajar. Sehingga interaksi dalam pembelajaran daring kurang terselenggara dengan aktif.

Pembahasan

Partisipan pada penelitian ini melibatkan dua dosen dan empat mahasiswa. Keenam partisipan tersebut telah memberikan keterangan bagaimana secara objektif dan secara subjektif peristiwa pembelajaran daring selama berlangsung saat pandemi Covid-19 melanda. Keterangan-keterangan tersebut dibatasi pada aspek askesibilitas, fleksibilitas, konektivitas, interaksi dalam pembelajaran daring.

Pengalaman masing-masing partisipan mengenai aksesibilitas pembelajaran daring memuat beberapa hal yang relatif sama. Aksesibilitas pembelajaran daring meliputi adanya ketersediaan fasilitas kampus, kuota data, wifi, perangkat teknologi informasi dan komunikasi, apliaksi berbasis web. Aksesibilitas dirasa sudah tersedia dengan baik dan telah mendukung aktivitas belajar daring.

Selanjutnya, pengalaman partisipan terhadap fleksibilitas pembelajaran daring. *Partisipan 1* selama daring telah mempersiapkan materi belajar sebelum aktivitas belajar dimulai. Harapannya, teman-teman mahasiswa dapat melakukan diskusi sekaligus mengecek ulang secara mendalam pemahaman belajar. *Partisipan 2* mengingatkan untuk tetap memanfaatkan sebaik mungkin penggunaan teknologi. Terutama harus mengimbangi bagaimana keinginan belajar dan keterampilan belajar dari peserta kelas. Dan partisipan yang lain juga menambahkan fleksibilitas dalam pembelajaran daring akhirnya tidak terlalu menemui kendala berarti dan hanya kesulitan di masa awal-awal penerapan daring, karena belum terbiasa dengan aktivitas belajar tatap muka tak langsung.

Kemudian, konektivitas pembelajaran daring bagi partisipan relatif disampaikan sama. Kendala yang ditemui biasanya berkutat pada aktivitas koneksi sever yang kadang *down*, dan kurang stabil. Peristiwa yang diungkapkan tersebut ternyata memberikan dampak pada akivitas belajar seperti audio yang kurang jelas ketika *Zoom* kelas. Konektivitas merupakan bagian yang mengkhawatirkan, karena apabila jaringan terus menerus terganggu, maka penyampaian materi menjadi kurang baik.

Dan mengenai interaksi pembelajaran daring, setiap partisipan mengungkapkan bahwa selama proses belajar mengajar, interaksi dilakukan dengan berbagai aplikasi berbasis web, misal seperti WhatssApp dan Zoom. Interaksi tersebut berlangsung membawa berbagai macam respon. Bagi *Partisipan 1*, interaksi diharapkan mampu dilaksanakan dengan partisipasi penuh. Yang dimaksud dengan partisipasi penuh adalah ketika kegiatan belajar sedang berlangsung, baik dosen dan peserta kelas seharusnya bisa menyalakan kamera dan peserta kelas aktif memberikan tanggapan. Lalu. *Partisipan 2* pun ikut menyampaikan bagaimana perasaannya selama daring ketika di kelas. Pernah merasa jenuh, khawatir, bahkan stress karena tidak cukup tahu untuk mendeteksi apakah materi yang disampaikan bisa dimengerti atau tidak oleh peserta kelas. Berbeda ketika belajar tatap muka langsung, peserta kelas dapat diamati dan diawasi dari dekat atau langsung. *Partisipan 3* dan *Partisipan 5* memberikan tanggapan kalau interaksi selama daring menurutnya berjalan baik. dari dosen yang selalu menyapa lebih dulu dari *WhatsApp Group*, menanyakan *feedback* ketika kelas telah selesai, dan teman-teman yang cepat memberikan respon. *Partisipan 4* berharap lebih baik proses belajar sesegera mungkin dilaksanakan secara *offline*. *Partisipan 6* merasa ada jarak ketika melakukan interaksi di dalam kelas. Berbeda ketika belajar tatap muka langsung, yang bisa menyampaikan dengan cepat apa yang tidak dimengerti dan yang ingin ditanggapi. Dengan demikian peristiwa pembelajaran daring terkait aksesibilitas, fleksibilitas, konektivitas, dan interaksi yang disampaikan secara langsung oleh partisipan dapat dipahami sekaligus dimaknai.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil temuan dan pembahasan, peneliti menjawab tujuan dari penelitian ini, yaitu; Pertama, aksesibilitas pembelajaran daring menggunakan ketersediaan fasilitas kampus, kuota data, wifi, perangkat teknologi informasi dan komunikasi, dan dinilai mampu mendukung kegiatan pembelajaran. Kedua, fleksibilitas pembelajaran daring dilaksanakan dengan mengombinasikan keterampilan pemakaian teknologi informasi dan komunikasi, pemanfaatan berbagai macam aplikasi berbasis web, pengelolaan materi pembelajaran, dan mengalami kesulitan penyesuaian pada masa awal pembelajaran daring dimulai. Ketiga, konektivitas pembelajaran daring memerlukan jaringan internet dan mendapat kenadala saat aktivitas pembelajaran berlangsung karena jaringan yang terkadang kurang stabil. Keempat, interaksi pembelajaran daring memakai berbagai macam aplikasi berbasis web dan dianggap kurang memuaskan karena komunikasi tidak bisa dilakukan secara langsung, spontan, bertatap muka langsung, dan dibatasi oleh aplikasi yang digunakan.

Daftar Pustaka

Barnawi, J. D., & Djarot, J. (2018). Penelitian Fenomenologi Pendidikan.

Darmalaksana, W. (2020). WhatsApp Kuliah Mobile. *Fakultas Ushuluddin UIN Sunan Gunung Djati Bandung.*

Darmalaksana, W., Hambali, R., Masrur, A., & Muhlas, M. (2020). Analisis pembelajaran online masa wfh pandemic covid-19 sebagai tantangan pemimpin digital abad 21. *Karya Tulis Ilmiah (KTI) Masa Work from Home (WFH) Covid-19 UIN Sunan Gunung Djati Bandung*, 1-12.

Gikas, J., & Grant, M. M. (2013). Mobile computing devices in higher education: Student perspectives on learning with cellphones, smartphones & social media. *The Internet and Higher Education*, *19*, 18-26.

He, W., Xu, G., & Kruck, S. E. (2014). Online IS education for the 21st century. *Journal of Information Systems Education*, *25*(2), 101-106.

Kuntarto, E. (2017). Keefektifan model pembelajaran daring dalam perkuliahan bahasa Indonesia di perguruan tinggi. *Indonesian Language Education and Literature*, *3*(1), 99-110.

Mendikbud Terbitkan SE tentang Pelaksanaan Pendidikan dalam Masa Darurat Covid-19(2020). Retrieved on October 28, 2022, from **https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2020/03/mendikbud-terbitkan-se-tentang-pelaksanaan-pendidikan-dalam-masa-darurat-covid19.**

Moore, J. L., Dickson-Deane, C., & Galyen, K. (2011). e-Learning, online learning, and distance learning environments: Are they the same? *The Internet and higher education*, *14*(2), 129-135.

Pangondian R. A., Santoso P. I., Nugroho E (2019). Faktor-faktor yang mempengaruhi kesuksesan pembelajaran daring dalam revolusi industry 4.0. Jurnal Seminar nasional teknologi computer dan sains, 56-60

Pratama, R. E., & Mulyati, S. (2020). Pembelajaran Daring dan Luring pada Masa Pandemi Covid-19. *Gagasan Pendidikan Indonesia*, *1*(2), 49-59.

Putri, I. G., dan Masykur, A. M. (2017). Bertahan dalam Dilema (Studi Fenomenologis Menghadapi Stres Kerja pada Psikolog Klinis Wanita). Jurnal Empati, 6(1), 239-245.

Rachman, B. M. (2013). Fenomenologi Diri dan Konstruksi Sosial Mengenai Kebudayaan: Edmund Husserl dan Jejak-Jejaknya pada Maurice Merleau-Ponty dan Peter Berger. Ilmu Ushuluddin, 1(6), 493-514.

Sakshi, M. S., & Dhull, I. (2017). Education and Sustainable Development. *Editorial Board*, *6*(9), 167.

Solahudin, D., Amin, D. E. S., Sumpena, D., & Hilman, F. A. (2020). Analisis kepemimpinan di Indonesia dalam kerangka tanggap-darurat Covid-19. *Penulisan Karya Tulis Ilmiah UIN Sunan Gunung Djati Bandung di Masa Work from Home Tahun 2020*.

Sudarsyah, A. (2013). Kerangka Analisis Data Fenomenologi (Contoh Analisis Teks Sebuah Catatan Harian). Jurnal Penelitian Pendidikan, 13(1), 21-27.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

PENGEMBANGAN BUKU AKTIVITAS BERBASIS BERPIKIR KOMPUTASIONAL DENGAN TOPIK PELAJAR PANCASILA PADA ANAK USIA 9-12 TAHUN

Valerius Riko Hernawan [1], Christiyanti Aprinastuti [2], Kintan Limiansih[3].
[1,2,3]*Universitas Sanata Dharma, Jl. Affandi, Mrican, Caturtunggal, Depok, Sleman, DIY, Indonesia 55281.*
(valeriusrico@yahoo.co.id)

Abstrak
Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kurangnya referensi guru yang berupa buku aktivitas untuk melatih berpikir komputasional ke anak. Tujuan penelitian ini untuk 1) mengembangkan buku aktivitas berbasis berpikir komputasional dengan topik Pelajar Pancasila pada anak usia 9-12 tahun, 2) mengetahui rancangan aktivitas menurut indikator berpikir komputasional, dan 3) mengetahui kualitas buku aktivitas berbasis berpikir komputasional dengan topik Pelajar Pancasila pada anak usia 9-12 tahun. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan (*R&D*). Subjek penelitian ini adalah 31 anak yang dilibatkan untuk uji coba produk buku aktivitas. Hasil penelitian ini sebagai berikut, 1) Pengembangan buku aktivitas berbasis berpikir komputasional dengan topik Pelajar Pancasila usia 9-12 tahun menggunakan langkah-langkah *ADDIE*, meliputi *Analyze*, *Design*, *Develop*, *Implement*, dan *Evaluate*. 2) Kualitas rancangan aktivitas memenuhi empat pilar berpikir komputasional yaitu dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma. 3) Kualitas buku aktivitas berbasis berpikir komputasional dengan topik Pelajar Pancasila berdasarkan validasi oleh 2 ahli berpikir komputasional dan 1 guru dengan skala 1-4, secara keseluruhan "sangat baik" dengan skor 3.277 dengan rekomendasi "perlu revisi kecil". Hasil uji coba terbatas berdasarkan lembar refleksi siswa menyatakan 63% anak merasa senang, aktivitas pentas seni dianggap paling mudah oleh 32% anak, sedangkan 38% anak mengangap aktivitas paling sukar adalah menghias panggung. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa buku aktivitas memiliki kualitas sangat baik.

Kata kunci: berpikir komputasional, Pelajar Pancasila, buku aktivitas.

THE DEVELOPMENT OF AN ACTIVITY BOOK BASED ON COMPUTATIONAL THINKING WITH PELAJAR PANCASILA TOPIC FOR CHILDREN AGED 9-12 YEARS

Valerius Riko Hernawan[1], Christiyanti Aprinastuti[2], Kintan Limiansih[3].

[1] *Sanata Dharma University, Affandi St., Mrican, Caturtunggal, Depok, Sleman, Special Region of Yogyakarta, Indonesia 55281.*
[2] *Sanata Dharma University, Affandi St., Mrican, Caturtunggal, Depok, Sleman, Special Region of Yogyakarta, Indonesia 55281.*
[3] *Sanata Dharma University, Affandi St., Mrican, Caturtunggal, Depok, Sleman, Special Region of Yogyakarta, Indonesia 55281.*
(valeriusrico@yahoo.co.id)

Abstract

This research is motivated by lack of teacher’s references which consist the computational thinking practice activity book for children. The aims of the study was to discover 1) development an activity book based computational thinking to Pelajar Pancasila *topic for children aged 9-12 years, 2) recognized the plan design quality according to computational thinking indicator and 3) recognized the quality of an activity book based on computational thinking to* Pelajar Pancasila *topic for children aged 9-12 years. The research methodology used for this study is Research and Development (R&D). Subject of this research is thirty one students were involved in the activity book product trial. The result of the study are as follows, 1) development an activity book based on computational thinking to* Pelajar Pancasila *topic for children aged 9-12 years using ADDIE steps, including Analyze, Design, Develop, Implement, and Evaluate. 2) The quality plan activities design is fulfill the four cornerstone of computational thinking which is decomposing, pattern recognition, abstraction, and algorithms. 3) The quality of an activity book based on computational thinking to* Pelajar Pancasila *topic based on the result of validation by 2 computational thinking expert and 1 teacher with a scale of 1-4 the overall is “very good” with a score of 3.277 with a recommendation “need a tiny revision”. The result of the limited trial based on the reflection sheet showed that 63% children felt happy, art festival activity consider as the most easiest by 32% children, although 38% of children consider the most hardest activity is decorating stage. Thus, it can be concluded that the activity book has very good quality*.

Keywords: *computational thinking*, Pelajar Pancasila, *activity book*.

Introduction

The result of PISA test has proved that Indonesia is not have an ability to compete other countries. Student is not yet have an ability to do with effective a PISA type question (Rahmawati, 2016, p. 3). Three basic competencies that tested in PISA test is reading, mathematic, and science (Indonesia Ministry of Culture and Communications Berau of Communication and Public Service, 2016). Mathematic and science have commonality of problems about problem solving that need the value of critical and creative thinking to get a solution.

The problems of higher-order thinking and critical thinking types will be effective if solved using computational thinking. Mauliani (2020) examined the important role (CT) of Computational Thinking for the Indonesian nation. From this study, the following outputs were obtained: 1. CT has an important role in helping solve HOTS (High Order Thinking Skill) questions, 2. Two things that cannot be separated are CT and Critical Thinking. Critical Thinking is a basic ability that must be possessed in order to think computationally. 3. The success of the PISA test in Indonesia in the future can be an indicator of the progress of the Indonesian nation.

The character of children in Indonesia is degraded and a global cultural shift. On bankdata.kpai.go.id. (2021) explained that until May 18, 2021, the number of cases of children fluctuating from 2016-2020 as perpetrators of physical violence, psychic violence, sexual violence, sodom / pedophilia, murder, theft, traffic accidents, possession of sharp weapons, kidnapping, abortion and terrorism.

An activity book is a medium in the form of stories in which there are various cognitive activities for children. Wibowo (2020) examined the implementation of learning through activity books on early childhood literacy education. The implementation of the activity book is still adjusted to each child, such as for children who cannot read can be helped to read it.

Based on an interview that has been conducted on January 13, 2022 with a class V teacher at SD Kanisius Sengkan, it is known that the majority of teachers only know computational thinking but do not know in detail.

From these various exposures, researchers make the basis for further research. So that researchers offer solutions by developing computational thinking-based activity books by raising the topic of Pelajar Pancasila in children aged 9-12 years. Through the creation of this book, it is hoped that it will be able to provide literacy resources for students to learn computational thinking through the activities and character of Pancasila Students.

The formulation of the problem in this study is: 1) What are the stages of developing a computational thinking-based activity book with the topic of Pelajar Pancasila in children aged 9-12 years? 2) What is the quality of the activity design in the computational thinking-based activity book with the topic of Pelajar Pancasila in children aged 9-12 years? 3) What is the quality of the development of computational thinking-based activity books on the topic of Pelajar Pancasila in children aged 9-12 years?

Based on the formulation of the problem above, the objectives of this study are 1) Developing a computational thinking-based activity book with the topic of Pelajar Pancasila in children aged 9-12 years in accordance with good criteria. 2) Knowing the quality of activity designs in computational thinking-based activity books with the topic of Pelajar Pancasila in children aged 9-12 years. 3) Knowing the quality of computational thinking-based activity books with the topic of Pelajar Pancasila in children aged 9-12 years.

An activity book is a reading work that has a storyline and in it there are problems that must be worked on to be able to find answers and in the process understand how to solve them. Researchers classify into six characteristics or criteria as a benchmark for the development of computational thinking activity books on the topic of Pancasila Students for children aged 9-12 years, namely: 1) explaining the theory at the beginning of the book, 2) activities emphasized with

interesting images, 3) according to the variety of children's language, 4) depiction of characters providing examples of kindness, 5) according to the child's life situation, 6) evoking happy reactions, joy, sadness, and empathy.

Computational thinking is a problem-solving way of thinking using four pillars: decomposition, pattern recognition, abstraction, and algorithms in dealing with a problem. (Wing, 2006, p. 33) Computational thinking or CT (Computational thinking) is a basic skill for everyone even every child must learn this for the development of his analytical abilities. Various ways can be done to teach computational thinking, including: programming, bebras, and unplugged activities.

A Pancasila student is someone who knows, understands and behaves according to six characters: faith, piety to God, and noble character; global diversity; working together; creative; critical reasoning; as well as being independent in everyday life. Internalization of Pancasila student values is important to be instilled from an early age so that it can be continuously implemented in everyday life.

Based on two theories from Vygotsky and Piaget the character of children aged 9-12 can be explained. Vygotsky's theory of the zone of proximal development is the gap between the child who solves the problem independently and the child who solves the problem with the help of others. Vygotsky also stated that children who are currently still being helped in the future can do this independently. While Piaget categorizes the development of children at the age of 9-12 years into concrete operational stages and formal operational stages. The concrete operational stage explains that here the child has been able to do reasoning on real objects and interpersonal relationships (with friends or people around). While the formal operational stage of the child is able to think abstractly, mathematical calculations, think creatively, imagine the results of certain actions.

Method

The type of research used in this study is Research and Development (R&D). A scientific way to research, design, manufacture and test the validity of the products that have been produced is the meaning of research and development methods (Research and Development) or commonly written with the abbreviation R&D (Sugiono, 2015, p. 30)

The research design used in this study was ADDIE. Tung (2017, p. 59) explained that ADDIE is an instructional system design framework consisting of five stages, namely analysis, design, development, implementation, and evaluation.

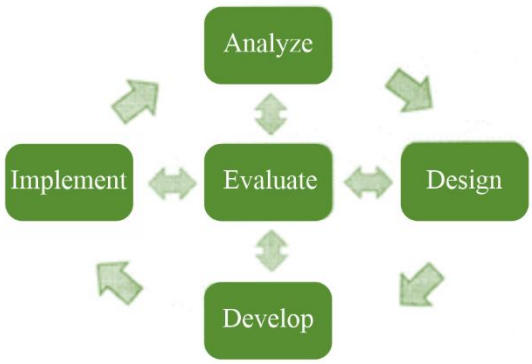


Figure 1. ADDIE stage phase chart
(Tung, 2017, p. 59)

The research setting is located at SD Kanisius Sengkan which is located at Jalan Kaliurang KM. 7, Joho, Kalurahan Condongcatur, Kepanewon Depok, Sleman Regency, Yogyakarta Special Region Province. The subjects of the study were children aged 9-12 years who were students of SD Kanisius Sengkan. The object of this study is the development of an activity book product based on basic computational thinking skills and six characters of Pancasila student profiles. The research was carried out for thirteen months starting from August 2021 to August 2022.

The research instruments used include interview instrument development matrices, needs analysis interview instruments, activity book validation development matrices, product validation instruments, and reflective sheets.

Data collection techniques used include interviews, and questionnaires. Interviews are used to conduct needs analysis, questionnaires are used for product validation and product evaluation. Interviews are explained as the activity of asking the source to obtain information. (Sugiyono, 2015, p. 231) gives an affirmation that if researchers want to conduct research to find problems and potentials that must be studied, interviews can be used. (Fadhallah, 2021) interviews are described as communication between two or more parties and can be done offline where one party acts as an interviewer and the other party acts as an interviewee and has a specific purpose, for example to collect or obtain information.

Table 1. Needs analysis interview instrument development matrix

Variable	Indicators	Item Number
Activity Book	The proximity of the activity book to the object of study	9, 10, 14
	Activity book implementation	11,
	Suggestion	12, 13
Computational Thinking	Introduction	2, 3
	Advanced level of understanding	4, 5
	Application	6, 7, 8
	Suggestion	9
Support	Supporting the research process	1, 15, 16

Tabel 2. Needs Analysis Interview Instruments

No.	Question
1.	What percentage of students do you think can read in school?
2.	Have you ever heard of computational thinking (CT)?
3.	What do you understand what is the meaning of CT?
4.	Have you ever attended a CT seminar?
5.	Have you ever intentionally or unintentionally taught CT to students?
6.	What do you teach?
7.	Have you ever heard of the term bebras challenge? Has the school ever taken a bebras competition/test? If ever, what is the impression of learners on the bebras challenge? If not, are schools interested in trying/participating in the bebras challenge? What do you think the bebras and CT challenges relate to?
8.	Do you teach CT with the media?
9.	What media do you think is suitable for practicing CT in students?
10.	Have you ever seen/ read an activity book?

11.	Is the activity book suitable and applicable for learners?
12.	What do you think is a good activity book suitable for students?
13.	What do you think is the appropriate topic for an activity book with a CT theme for students?
14.	How many activity book collections does the school have?
15.	Does the school have a computer lab?
16.	Do the majority of students already have their own gadgets?

A questionnaire or questionnaire is a collection of several written questions that are used to obtain information / data from the source directly. Ariyanti (2019, p. 53-57) provides an explanation of questionnaires or questionnaires as an instrument to measure certain aspects of education. Arifin (2012, p. 215) explained that questionnaires have similarities with interviews, except in the implementation section.

Table 3. Activity Book Validation Development Matrix

No.	Assessed Aspects	Indicators	Item Number
1	Book cover	Title	1, 2
		Image and color illustrations	3
		Typeface used	4
2	Content	Statement on computational thinking	5, 7, 8, 9, 10
		Staement about Pelajar Pancasila	11
		Illustrations and readings	6, 12
		Connectedness with children	13, 14, 15, 16, 17
3	Book Anatomy	Writing systematics	18, 19, 20
4	Bahasa	Linguistic standards	21, 22
		Effectiveness	23, 24

Table 4. Product Validation Instruments

No.	Pernyataan
1.	The title of the activity book describes the content of the reading.
2.	The title of the activity book interests students.
3.	The illustrations of the images and colors used are interesting and in accordance with the theme and topic raised.
4.	The typeface used on the book cover can interest students to read.
5.	The activity book provides an explanation of what computational thinking is and Pancasila Students.
6.	Illustrations of pictures and reading content in the activity book are appropriate for grade V elementary school students.
7.	The activities in the activity book (according to the theme) describe the pillars of computational thinking of decomposition, namely solving complex problems into several small, simpler parts.
8.	The activities in the activity book (according to the theme) describe the pillars of computational thinking pattern recognition, namely looking for pattern equations on one problem with another problem so that it will be faster in solving the problem.
9.	The activities in the activity book (according to the theme) describe the pillars of abstraction computational thinking, namely looking at problems, making

	generalizations and identifying them. In this way, we can see important information and ignore less relevant information.
10.	The activities in the activity book (according to the theme) describe the pillars of computational thinking algorithms, namely the stages where we have developed a system, made a list of clues, and steps to solve a problem effectively and efficiently.
11.	The activities in the activity book (according to the topic) describe 6 profiles of Pancasila Students such as: being devoted to God Almighty (Yang Maha Esa) and having a noble character, global diversity, mutual cooperation, independence, critical reasoning, creative.
12.	Illustrations of images and reading content in the activity book are interconnected.
13.	Activity books can be used by children independently.
14.	The activity book lists supporting examples and illustrations.
15.	Activity books can be used without the help of other media (stand aloneI).
16.	Activity books are easy to implement (user friendly).
17.	The activity book facilitates children to be actively involved in solving the problems presented (concrete operations).
18.	There are covers, prefaces, table of contents, author information, and reference lists.
19.	The activity book already comes with pages.
20.	The layout / systematics of writing is not too narrow, making it easier for students to read.
21.	Computational thinking activity books on the topic of Pancasila Students already use proper punctuation.
22.	The computational thinking activity book on the topic of Pancasila Students has paid attention to the proper use of PUEBI (General Guidelines for Spelling Indonesian).
23.	Computational thinking activity books on the topic of Pancasila Students already use language presentations that are easy to understand (not meaningful, straightforward, and clear).
24.	Computational thinking activity books on the topic of Pancasila Students already use effective sentences (no word repetition / no verbosity).

Table 5. Reflective Sheet

No.	**Question**
1.	How do you feel after completing the activity in the book "My new best friend"?
2.	What do you think of the "my new friend" activity book?
3.	Do you like this book? Why?
4.	Do you find it difficult to complete this activity? Why?
5.	Which activity do you think is the easiest?
6.	How do you complete the easiest activity?
7.	Which activity do you find the most difficult?
8.	Will you be able to complete the most difficult activity?
9.	If so, how do you complete the activity?
10.	If not, what do you think is causing the activity to be unworkable?

The data analysis techniques used are qualitative data analysis and quantitative data analysis. Calculating the total score on the validation sheet is a quantitative analysis while the conversion of scores into categories and the discussion of student reflective sheet data is a qualitative analysis.

Table 6. Formula for Calculating the Total Score

Formula: $\overline{x} = \frac{\sum x}{n}$	
Symbol	**Description**
$\overline{X}$	Averange score
$\sum X$	Number of score
n	The abundance of statements

Table 7. Conversion of Quantitative Data to Qualitative Data of Scale Four

Score Range	**Category**
3,25< x≤ 4,00	Excellent
2,50< x≤ 3,25	Good
1,75< x≤ 2,50	Quite
1,00≤ x≤ 1,75	Less

Findings and Discussion

Based on interviews analyzing needs, topics, and book concepts conducted with one class V teacher, researchers realized that there are still many schools that have not used activity books as a learning medium, especially those based on computational thinking. The class V teacher stated that the activity book is also suitable when given to upper class students. Activity books have many benefits so that they are both used as a learning medium for the lower and upper classes. The class V teacher also suggested that if the storybook raised a story that was close to the child, therefore the topic of Pancasila Students would be suitable. Through the topic of Pancasila Students in the activity book, students can learn the character and noble values of the nation. For this second type, the focus of the study is the literary works that have been translated into the English language.

The evaluation carried out at the analysis stage, namely through the results of the needs analysis based on interviews, researchers reconsider which data support it to the product design stage. Furthermore, the researcher also determined the product to be developed, namely in the form of a computational thinking activity book on the topic of Pelajar Pancasila for children aged 9-12 years.

This design stage has been designed steps for implementation, 1) the initial stage of conducting product and activity delivery, 2) Distribution of books, followed by work on activities with agreed time, 3) Recording what happened during the implementation process, 4) Distributing reflection sheets to each individual and conducting random interviews of several student samples, 5) giving awards to students.

Evaluation at the design stage is that the researcher makes improvements to several activities that do not meet the computational thinking aspect. In addition,

there are still activities that still do not reflect the topic of Pelajar Pancasila, so researchers improve to make it appropriate.

At this stage, a product prototype is developed as a solution to problems in the field. First, product development will be carried out. The second will be expert jugement. This validation will be carried out to get input as an improvement to the product prototype before it is implemented concretely.



Figure 2. Front and Back Activity Book Cover

The product is validated by 2 computational thinking expert lecturers and a class V teacher after the product is created. The purpose of validity is to obtain input related to readability, characteristics of activity books, and the extent of conformity with learning indicators based on educational theories so that they are suitable for use.

Table 8. Product Validation Resume

No	Validation	Score	Criterion	Description
1.	Validation by computational thinking material expert lecturers 1	3,041	Good	Needs revision
2.	Validation by computational thinking material expert lecturers 2	3,417	Excellent	Needs revision
3.	Product validation by grade V elementary school teachers	3,375	Excellent	No revision needed
Final average		3.277	Excellent	

Based on the validation results obtained, the researcher conducted an evaluation carried out at the development stage was to revise the activity book product in accordance with comments and suggestions for improvement by two expert lecturers of computational thinking and one teacher of grade V elementary school. Here is a description of the product revisions carried out by the researcher.

At the implement stage the product is tested in learning. After repairing the product according to the revisions provided by the expert, the product is ready to be tested. Researchers tested activity book products for 31 grade V students of SD Kanisius Sengkan aged 9-12 years who are located at Jalan Kaliurang KM (Kilometer) 7, Joho, Kalurahan Condongcatur, Kepanewon Depok, Sleman Regency, DIY Province (Yogyakarta Special Region). The product trial was held on April 23, 2022. The trial was carried out for 80 minutes, namely 07:20 – 08:40 WIB. Preparations are made within a few days by researchers before conducting

trials such as conducting permits, making reflective sheets, and printing activity books.

The feelings of the child after working on the activity in the book "My New Friend" are quite various. Feelings of pleasure dominated with a gain of 63%, followed by a feeling of confusion of 16% and then shock of 9%. The feeling of sadness gets the lowest gain of 0% or it can be called that no child chooses this. This shows that activity books are able to make a learning fun.

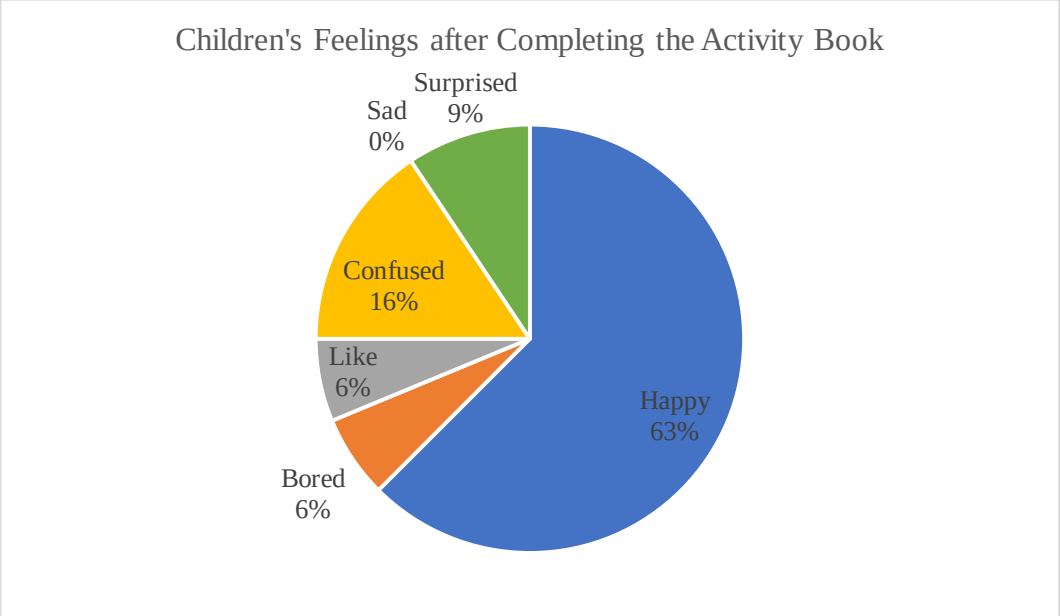


Figure 3. Children's Feelings after finishing the activity book

The most difficult activities varied according to the respondents. The most confusing activity and labeled as the most difficult activity was the stage decorating activity, stated by 38% of respondents. The next difficult activity was followed by deliberative activities and learning origami from Japan with 24% of respondents, then 14% sharing food, 10% art performances, 7% secret announcements and art performances and 0% helping parents.

There are various ways that children can complete these difficult activities. Although some activities were stated as difficult activities by respondents, they still worked on them in various ways: some re-examined their work by looking at robot costumes and matching characteristics, by collaborating with friends, asking the older brothers of Sanata Dharma. This shows that children have completed various activities and have indirectly used the pillars of computational thinking.

The fifth stage of this research is the stage where an evaluation of the implementation activities that have been carried out is carried out. This evaluation stage is to measure the extent to which the product developed is good enough to help children achieve learning goals. Two types of evaluation are carried out, formative evaluation and summative evaluation.

The Quality of Activity Design in the Computational Thinking-Based Activity Book with the Topic of Pancasila Students in Children Aged 9-12 Years is explained based on the four pillars of computational thinking.

Decomposition is noticeable in the cleaning activity of this class. On the illustration is depicted a child and some scattered garbage. It is proven that this

activity requires recording small information that exists first before being able to complete this class cleaning activity.

Pattern recognition is particularly noticeable in the cleaning activity of this class. In the story, it is explained that readers can pick up trash starting from the closest to the child's picture and then picking up other nearby garbage at the last garbage point taken. The acquired pattern takes from the closest. This shows that the cleaning activity of this class shows a pattern recognition indicator. Abstractions will appear as the reader understands pattern recognition in this class cleaning activity. When picking up trash readers should focus on picking up the closest trash first and leaving other garbage that is far away. This shows that the activity of cleaning the class shows an indicator of abstraction.

The thinking algorithm is very visible on the activity of cleaning this class. In completing the cleaning activity this class needs to be completed gradually. The first stage writes small known information such as garbage pictures and problems in this activity, the second stage recognizes the patterns obtained from taking from the closest, the third stage focuses on picking up the closest garbage first, and the fourth stage ticks on the answer area of the object collected in the eighth order.

The quality of computational thinking-based activity book products with the topic of Pancasila Students in children aged 9-12 years based on 6 activity book criteria that have been classified.

The quality of the computational thinking activity book product for the topic of Pelajar Pancasila in children aged 9-12 years can be known through the criteria for the activity book according to Singh (2017, p. 7), Gilang, Riama, and Nedina (2017, p. 163), as well as from the product validation scores that have been given by validators. The process of preparing the activity book by paying attention to several criteria for activity books according to Singh (2017, p. 7), as well as Gilang, Riama, and Nedina (2017, p. 163) which researchers then classified into six criteria. The following is a description of the six criteria for the activity book.

Contains an explanation of the theory at the beginning of the book. The activity book product compiled by the researcher contains an explanation of the theory at the beginning of the book. In the early part of the book, the theory of computational thinking and pancasila students is explained. Computational thinking theory briefly describes its meaning and pillars, just as the Pelajar Pancasila theory is briefly explained about the meaning and six characters of lifelong learners.

Activities are accentuated with interesting images. On each page in the content of the book is always illustrated. The activity book that the researcher developed has a story page as well as an illustration page. The story page is dominated by writing but also sometimes given an explanatory in the form of an image, while the illustration page is dominated by images, on the contrary, it is sometimes given an explanatory in the form of writing. Explanations using writing are emphasized with image illustrations to make it easier for children to understand them.

According to the variety of children's language. The variety of languages used in the activity book developed by the researcher is appropriate for children. When making revisions regarding the adjustment of sentence length to suit the age of the child, the variety of language used has also been adjusted. Although the variety of languages used uses a variety of children's languages, the ones used are also based on the KBBI (Big Dictionary Indonesian) and PUEBI (General Guidelines for Spelling Indonesian).

The depiction of characters provides an example of kindness. The portrayal of Nathan and Momota gives an example of kindness. As in the activity of "helping parents", the character provides assistance to a pair of grandparents. Another activity "sharing food" the character empathizes with his friend who does not bring food so that he has one initiative to share his food until followed by other friends.

According to the child's life situation. The story raised in this activity book is in accordance with the child's life. The activities raised adjust the context of a learner. The setting of the place that the researcher chose was home and school, more details include bedrooms, trips to school, classrooms, and school halls. The illustrations made are also adapted to the circumstances of the room and school in general, such as the presence of textbooks, trees along the way, tables, chairs, and blackboards. This shows that both activities, stories, and illustrations are in accordance with the child's life situation.

Evokes reactions of happy, joy, sadness and empathy. Based on the results of trials that have been carried out by researchers, the activity book that has been developed is able to evoke reactions to various emotions. Feelings of pleasure dominated with a gain of 63%, followed by a feeling of confusion of 16% and then shock of 9%. The feeling of sadness gets the lowest gain of 0% or it can be called that no child chooses this. This shows that activity books are able to make a learning fun.

The results of the score recapitulation obtained from the overall average score by three validators showed a score of 3,277. Those average scores fall into the category of excellent. Based on the categories obtained, the activity book product developed by the researcher can be said to be feasible to use with several revisions as suggested.

Conclusion

Based on the results of research and development of computational thinking-based activity book products with the topic of Pelajar Pancasila in children aged 9-12 years, the following conclusions were obtained:

The development of this activity book uses the ADDIE development model, which consists of five stages, namely: a. Analyze (analysis), the initial stage of analyzing the needs of the child, b. Design, the second stage of designing computational thinking-based activities on the topic of Pelajar Pancasila and making book designs and illustrations, c. Development, the third stage of developing activities according to computational thinking is then validated by experts, d. Implementation of the fourth stage, conducting trials of validated and revised products, e. Evaluation (evaluation) of the last stage, an evaluation of the results of formative and summative evaluation is carried out.

The quality of activity in the activity book "sahabat baruku" (my new friend) reveals the four pillars of computational thinking, namely decomposition, pattern recognition, abstraction, and algorithms. The quality of activity is based on computational thinking indicators according to Supiarmo & Susanti (2021, p. 6) namely: a. decomposition, activity in the form of identification and there is information known and asked from existing problems, b. activity has its own settlement pattern, c. there is a distractor in the activity, and d. the activity is solved by logical and systematic steps in finding a solution to its solution.

The quality of the activity book with the title "sahabat baruku" was obtained from the validation results and strengthened by the comments of children who had tested. There are three validators who assess the researcher's activity book. This activity book is included in the "very good" category with an average score of 3,277. The activity book developed by the researcher was declared suitable for use by making revisions according to the suggestions. The activity book product also includes six criteria for good activity books as a result of classification according to Singh (2017, p. 7) and Gilang, Riama, & Nedina (2017, p. 163) namely a. contains theoretical explanations at the beginning of the book, b. activities are emphasized with interesting images, c. according to the variety of children's language, d. depictions of characters provide examples of kindness, e. according to the child's life situation, and f. evoke a happy reaction, joy, sadness, and empathy.

Research and development of computational thinking-based activity book products on the topic of Pelajar Pancasila in children aged 9-12 years has several limitations, including

Researchers have not conducted a needs analysis of children aged 9-12 years directly, but only through a class V teacher, which has implications for needs analysis data that only appear on the surface and are less in-depth.

The trial was conducted only to grade V students with 17 books compared to 31 students. The impact of the lack of books compared to these respondents causes children not to have the opportunity to independently do activity books.

Based on the limitations of the study, there are several suggestions that are expected to make further research better. The researcher's advice for research and development of activity books is as follows: Needs analysis should be done not only to the class teacher but can do a needs analysis of students directly. The trial should be adjusted in the amount between the product comparison and the respondent 1:1.

References

Adelila, S., & Prawoto, A. (2018). Learning Activities of Students using Developed Innovative Pop-up Book. Analitika, 10(2), 111-117. Retrieved on June 10, 2022, from https://doi.org/10.31289/analitika.v10i2.2125

Adipta, H., Maryaeni, M., & Hasanah, M. (2016). Pemanfaatan buku cerita bergambar sebagai sumber bacaan siswa SD. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan, 1*(5), 989-992. Retrieved on February 25, 2022, from http://journal.um.ac.id/index.php/jptpp/article/view/6337

Akbar, G., Hidayat, S., & Wahab, T. (2016). Perancangan Buku Aktivitas Anak Tentang Pahlawan Kemerdekaan Nasional Bandung. *eProceedings of Art & Design, 3*(3). Retrieved on June 10, 2022, from https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/artdesign/article/view/4203

Ansori, M. (2020). Pemikiran Komputasi (Computational Thinking) dalam Pemecahan Masalah. Dirasah: *Jurnal Studi Ilmu Dan Manajemen Pendidikan Islam, 3*(1), 111-126. Retrieved on July 29, 2022, from https://ejournal.iaifa.ac.id/index.php/dirasah/article/view/119

Bebras.or.id. (2022). Apa itu bebras. Retrieved on July 13, 2022, from https://bebras.or.id/v3/apa-itu-bebras/

Calderon, A. C., Crick, T., & Tryfona, C. (2015). [ACM Press the 2015 British HCI Conference - Lincoln, Lincolnshire, United Kingdom (2015.07.13-

2015.07.17)] *Proceedings of the 2015 British HCI Conference* on - British HCI '15 - Developing computational thinking through pattern recognition in early years education, 259-260. Retrieved on February 26, 2022, from https://sci-hub.se/10.1145/2783446.2783600

Digitaltrends.com. (2018, 4 Mei). Who says print is dead? Nintendo turns its attention to kids’ activity books. Retrived on June 2, 2022 from https://www.digitaltrends.com/gaming/nintendo-childrens-activity-books-random-house/

Gilang, L., Rianna M.S., & Nedina S. (2017). Kesesuaian konteks dan ilustrasi pada buku bergambar untuk mendidik karakter anak usia dini. *Jurnal Pendidikan Karakter*, *7*(2). Retrieved on June 10, 2022, from https://doi.org/10.21831/jpk.v7i2.15799

Istianah, A., & Susanti, R. P. (2021). Pendidikan Pancasila Sebagai Upaya Membentuk Karakter Pelajar Pancasila. *Jurnal Gatranusantara*, *19*(2), 202-207. Retrieved on March 4, 2022 from http://publikasi.undana.ac.id/index.php/JG/article/view/g871

Kemendikbud.go.id. (2015). Visi dan Misi. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi – Republik Indonesia. Retrieved on March 4, 2022, from https://www.kemdikbud.go.id/main/tentang-kemdikbud/visi-dan-misi

Kemenkopmk.go.id. (2021). *Internalisasi Pancasila lewat Pembiasaan*. Kementrerian Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan Republik Indonesia. Retrieved on September 15, 2022, from https://www.kemenkopmk.go.id/internalisasi-pancasila-lewat-pembiasaan

Kpai.go.id. (2022, 24 Januari). Catatan Pelanggaran Hak Anak Tahun 2021 dan Proyeksi Pengawasan Penyelenggaraan Perlindungan anak Tahun 2022. Retrieved on July 28, 2022, from https://www.kpai.go.id/publikasi/catatan-pelanggaran-hak-anak-tahun-2021-dan-proyeksi-pengawasan-penyelenggaraan-perlindungan-anak-tahun-2022

Papert, S., & Mitchel R. (2020). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books, Inc. Retrieved on June 8, 2022, from https://books.google.co.id/books?id=1oPRDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=id#v=onepage&q&f=false

Piaget, J. & Inhelder, B.(1969). *Psikologi Anak*. (Miftahul Jannah, Terjemahan). Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Purnomo, E., & Pratiwi, D. R. (2021, September). Wujud Karakter Pelajar Pancasila dalam Dongeng Nusantara Bertutur. *In Seminar Nasional SAGA# 3* (Sastra, Pedagogik, dan Bahasa) (Vol. 3, No. 1, pp. 119-128). Retrived on March 4, 2022, from http://www.seminar.uad.ac.id/index.php/saga/article/view/6210

Purwani, R. (2020). Pengembangan Buku Cerita Bergambar Berbasis Karakter Untuk Pembelajaran Membaca Siswa SD Kelas IV. *Jurnal Pendidikan Bahasa Indonesia*, *8*(2), 180-194. Retrieved on July 30, 2022, from http://dx.doi.org/10.30659/j.8.2.180-194

Singh, R. (2017). The maze of a map. *Learning Curve*, (28), 7-10. Retrieved on June 5, 2022, from http://publications.azimpremjifoundation.org/1096/

Siregar, J. H., Anwar, C., & Sofia, I. P. (2021, November). Pelatihan Bebras Computational Thinking untuk Guru Penggerak. *In Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ* (Vol. 1, No. 1). Retrived on

March 5, 2022, from https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaskat/article/view/10651/6000

Sugiono. (2015). *Metode Penelitian & Pengembangan Research and Development*. Bandung: Alfabeta.

Supiarmo, M. G., & Susanti, E. (2021). Proses Berpikir Komputasional Siswa dalam Menyelesaikan Soal PISA Konten Change and Relationship Berdasarkan Self-Regulated Learning. *Numeracy, 8*(1), 58-72. Retrieved on February 25, 2022 from https://doi.org/10.46244/numeracy.v8i1.1378

Supiarmo, M. G., Mardhiyatirrahmah, L., & Turmudi, T. (2021). Pemberian Scaffolding untuk Memperbaiki Proses Berpikir Komputasional Siswa dalam Memecahkan Masalah Matematika. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika, 5*(1), 368-382. Retrived on February 26, 2022, from https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i1.51

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society The Development of Higher Psycological Processes*. United Stated of America: President and Fellows of Havard College.

Wardaya, M., Saidi, A. I., & Murwonugroho, W. (2020). Karakteristik Buku Anak yang Memorable dalam Membangun Karakter Anak. *Jurnal Seni & Reka Rancang*. Retrived on April 21, 2022, from https://dspace.uc.ac.id/handle/123456789/3489

Wibowo, D. V. (2020). Implementasi Pembelajaran Quantum Learning Melalui Buku Aktivitas Covid 19 Terhadap Literasi Anak Usia Dini. PAUDIA: *Jurnal Penelitian dalam Bidang Pendidikan Anak Usia Dini, 9*(2), 11-24. Retrived on March 18, 2022, from https://doi.org/10.26877/paudia.v9i2.6261

Wing, J. M. (2006). *Computational thinking*. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. Retrieved on February 25, 2022, from https://sci-hub.se/10.1145/1118178.1118215

Yadav, A., dkk. (2014). Computational thinking in Elementary and Secondary Teacher Education. *ACM Transaction on Computing Education, 14*(1), 1-16. Retrieved on February 25, 2022, from https://sci-hub.se/10.1145/2576872

Yuniarti, Y., & Sumarni, S. (2022). Peningkatan Kemampuan Membaca Permulaan Anak Usia 5-6 Tahun Melalui Media Busy Book di Taman Kanak-Kanak Islam Terpadu Al Karima. *Eksistensi, 3*(2). Retrieved on June 5, 2022, from http://dx.doi.org/10.29406/eksis.v3i2.3719

Yusuf, S. (2017). *Psikologi Perkembangan Anak & Remaja*. Bandung: Remaja Rosdakarya Offset

Yusup, F. (2018). Uji validitas dan reliabilitas instrumen penelitian kuantitatif. Tarbiyah: *Jurnal Ilmiah Kependidikan, 7*(1), 17-23. Retrieved on June 28, 2022, from http://dx.doi.org/10.18592/tarbiyah.v7i1.2100

Zahid, M. Z. (2020). Telaah kerangka kerja PISA 2021: era integrasi computational thinking dalam bidang matematika. In PRISMA, *Prosiding Seminar Nasional Matematika (Vol. 3*, pp. 706-713). Retrived on June 8, 2022, from https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/view/37991

Zuchron, D. (2021). *Tunas Pancasila*. Direktorat Sekolah Dasar. Direktorat Jenderal PAUD, Dikdas dan Dikmen Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

UJI KELAYAKAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MODEL *PROBLEM-BASED LEARNING* TERINTEGRASI *FLIPPED CLASSROOM* PADA MATERI ANIMALIA KELAS X SMA

Lilihan Sabdarum Putri[1], Puspita Ratna Susilawati[2*]
[1,2]Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Sanata Dharma, Indonesia
**Email: ratna.puspita38@gmail.com*

Abstrak
Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran model *problem-based learning* terintegrasi *flipped classroom* pada materi Animalia kelas X SMA dan untuk mengetahui kelayakan perangkat pembelajaran model *problem-based learning* terintegrasi *flipped classroom* pada materi Animalia kelas X SMA. Penelitian ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation*) digunakan sebagai acuan dan pelaksanaannya dibatasi sampai tahap ketiga yaitu *development* (pengembangan). Produk yang dikembangkan diuji kelayakannya oleh empat validator yang terdiri dari dua praktisi pembelajaran (guru) dan dua ahli yaitu ahli bidang pendidikan dan bidang keilmuan biologi. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah wawancara dengan instrumen berupa daftar pertanyaan wawancara analisis kebutuhan dan kuesioner dengan instrumen berupa kuesioner uji kelayakan produk. Produk penelitian dan pengembangan yang dihasilkan adalah perangkat pembelajaran berupa silabus, RPP dan lampiran RPP berupa materi. LKPD dan instrumen evaluasi yang dikemas dalam bentuk website. Hasil uji kelayakan produk menunjukkan bahwa silabus memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,71 dan RPP memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,83 dengan kriteria keduanya adalah "Sangat Baik". Produk tersebut dinyatakan layak digunakan sebagai perangkat pembelajaran dengan perbaikan.

Kata kunci: R&D, perangkat pembelajaran, *problem-based learning*, *flipped classroom*, materi animalia kelas X SMA

FEASIBILITY TEST OF LEARNING TOOLS BASED ON PROBLEM-BASED LEARNING INTEGRATED WITH FLIPPED CLASSROOM MODEL TO TEACH ANIMALIA MATERIAL FOR 10th GRADE STUDENTS

Lilihan Sabdarum Putri[1], Puspita Ratna Susilawati[2*]
[1,2]Biology Education Study Program, Sanata Dharma University, Indonesia
**Email: ratna.puspita38@gmail.com*

Abstract
This research aimed to develop and to comprehend the properness of the learning tools based on problem-based learning integrated with flipped classroom model on 10th animalia material. This research was a type of Research and Development (R&D). The ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation) was used as the research execution reference and its practice was limited to the third stage of development. The developed product was examined its feasibility by four validators consisting of two learning practitioners (teacher) and two experts including education experts and biology experts. The data collection technique used in this research were the interview with interview question list instrument of need analysis and questionnaire with questionnaire instrument of product feasibility test. The research and development products generated were the learning tools encompassing a syllabus, lessons plans and their attachments such as materials, student worksheets and evaluation instruments were packed in the form of a website. The result of the product feasibility test showed that the syllabus reached the average value of 3.71 and the lesson plans reached the average value of 3.83 with both criteria that were “Very Good”. The products were declared feasible to be used as learning tools by revising them.

Keywords: *R&D, learning tools, problem-based learning, flipped classroom, animalia material for 10th grade students*

Pendahuluan

Dunia sedang berada pada abad ke-21. Di tengah abad 21, seluruh aspek kehidupan ikut berubah. Salah satu aspek kehidupan yang terdampak perubahan adalah pendidikan. Pendidikan abad 21 menuntut peserta didik untuk memiliki keterampilan dalam hal seperti *collaboration, creativity, critical thinking, citizenship, character* dan *communication* (Tjahjani dkk., 2020). Setiap keterampilan tersebut diperlukan agar peserta didik siap menghadapi setiap tantangan yang akan ada di masa depan.

Pencapaian keterampilan abad 21 dapat didorong dengan pembelajaran berbasis *blended learning*. Sebelum pandemi COVID-19, pembelajaran berbasis *blended learning* sebenarnya sudah banyak diterapkan di Indonesia namun masih terbatas pada tingkat universitas. Salah satu yang menerapkannya adalah Universitas Kristen Duta Wacana (Pawestri, 2018). Saat situasi pandemi COVID-19, pembelajaran berbasis *blended learning* semakin marak diterapkan untuk pembelajaran di sekolah sebab beberapa ahli pendidikan menilai bahwa *blended*

learning dapat menjadi solusi pembelajaran saat tatanan normal baru (Fatimah, 2021). Akan tetapi, salah satu praktisi pendidikan dalam artikel Sarasa (2021) mengungkapkan bahwa *blended learning* sebenarnya tidak hanya dapat digunakan saat masa pandemi namun juga dapat menjadi landasan sekolah di masa depan karena *blended learning* dinilai dapat mengembangkan kreativitas yang identik dengan abad 21. Sehubungan dengan itu, konsep *blended learning* yang diperkenalkan berupa konsep pembelajaran kolaborasi antara Pembelajaran Tatap Muka (PTM) dan Pembelajaran Jarak Jauh (PJJ).

Penerapan *blended learning* dapat membawa dampak yang kurang baik apabila sekolah tidak memiliki persiapan yang matang. Berkaitan dengan permasalahan itu, wawancara analisis kebutuhan dilakukan terhadap guru dari 5 SMA di Kota Surakarta. Wawancara tersebut dilakukan untuk mengetahui permasalahan kegiatan pembelajaran dan potensi yang dapat digunakan sebagai dasar pengembangan.

Permasalahan kegiatan pembelajaran yang ditemukan dari hasil wawancara adalah terdapat beberapa materi yang dirasa sulit untuk dimengerti oleh peserta didik. Salah satu materi yang banyak dirasa sulit oleh peserta didik adalah materi animalia. Materi animalia dirasa sulit karena materi tersebut memiliki topik pembahasan yang banyak sehingga susah dipahami oleh peserta didik. Topik bahasan yang banyak dapat dilihat dari materi animalia yang menekankan peserta didik untuk belajar mengenai dunia hewan dengan berbagai filum dan ciri-cirinya seperti pada filum Porifera, Coelenterata, Platyhelminthes, Nemathelminthes, Annelida, Arthropoda, Mollusca, Echinodermata, Pisces, Amphibia, Reptilia, Aves dan Mamalia (Nurhayati dan Wijayanti, 2016). Selain topik bahasan yang banyak, keterbatasan waktu menjadi permasalahan saat guru memberikan materi mengenai animalia.

Permasalahan kegiatan pembelajaran lainnya dapat ditemukan dalam data wawancara. Permasalahan tersebut seperti rasa antusias peserta didik yang menurun serta sulitnya mengkondisikan peserta didik saat pembelajaran jarak jauh. Selain itu, permasalahan lainnya yang dapat ditemukan adalah guru mengalami kesulitan untuk menerapkan model dan metode pembelajaran yang sesuai dengan kurikulum 2013 saat pembelajaran tatap muka terbatas ketika pelonggaran kegiatan masyarakat diberlakukan sehingga beberapa guru menggunakan metode ceramah. Apabila dikaitkan dengan pembelajaran berbasis kurikulum 2013 yang berorientasi kepada peserta didik, permasalahan tersebut tentu perlu untuk ditindaklanjuti agar orientasi pembelajaran tidak kembali kepada penggunaan metode ceramah setelah pandemi berakhir.

Potensi pengembangan yang ditemukan dari hasil wawancara adalah model *discovery learning* dan *problem-based learning*. Data wawancara menjelaskan bahwa kedua model tersebut dianggap sesuai dengan kurikulum 2013. Meskipun terdapat dua potensi model pembelajaran, model *problem-based learning* lebih tepat untuk dipilih. Hal itu karena Lismaya (2019) dalam bukunya menjelaskan bahwa model *problem-based learning* memiliki keunggulan seperti dapat menuntut peserta didik untuk berpartisipasi aktif dalam membangun pengetahuannya sendiri melalui permasalahan yang diberikan oleh guru sehingga dapat mendorong peserta didik untuk lebih memahami konsep materi pembelajaran. Selain itu, data wawancara mengungkapkan bahwa kegiatan pembelajaran menggunakan *problem-based learning* dinilai efektif untuk mencapai tujuan pembelajaran selama ini. Oleh sebab itu, model *problem-based learning* menjadi dasar potensi penelitian.

Pengembangan metode atau model pembelajaran menjadi prioritas utama yang dibutuhkan guru dari 3 SMA dengan jumlah awal sebanyak 5 SMA untuk pembelajaran berbasis *blended learning*. Berdasarkan wawancara analisis kebutuhan dan kajian penelitian terdahulu, perangkat pembelajaran perlu untuk dikembangkan.

Perangkat pembelajaran merupakan komponen yang berisi panduan bagi guru dan peserta didik untuk melaksanakan kegiatan pembelajaran (Rasinus dkk, 2021). Isi Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 65 Tahun 2013 yang telah diperbarui dalam Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2016 menjelaskan bahwa perangkat pembelajaran sebagai panduan perencanaan pembelajaran tersusun atas dua komponen penting dalam bentuk silabus dan RPP. Lebih lanjut, kedua komponen tersebut disusun saling berhubungan.

Pengembangan perangkat dipilih karena potensi pengembangan yang dimiliki berupa potensi model *problem-based learning* dan pembelajaran *blended learning* sendiri sudah memiliki model yang beraneka ragam seperti *flipped classroom*, *online driver* dan *online lab school*. Kemudian apabila dikaitkan dengan penelitian yang telah ada, pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *problem-based learning* sudah pernah dilakukan oleh Fariroh dan Anggraito (2015) dengan hasil perangkat pembelajaran dinyatakan layak dan efektif digunakan untuk kegiatan pembelajaran sedangkan pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *flipped classroom* sudah pernah dilakukan oleh Saragih (2021) dengan hasil perangkat pembelajaran dinyatakan layak untuk kegiatan pembelajaran. Lalu dalam penelitian lainnya, Ramadhani dkk. (2019) telah mengkolaborasikan antara model *problem-based learning* dan salah satu model dari pembelajaran *blended learning* yaitu *flipped classroom* pada mata pelajaran matematika dan hasil kesimpulan penelitiannya menunjukkan bahwa kolaborasi kedua model tersebut dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik. Oleh sebab itu, peneliti ingin mengembangkan perangkat pembelajaran model *problem-based learning* terintegrasi *flipped classroom* pada materi animalia kelas X SMA.

Metode

Penelitian ini berjenis penelitian pengembangan (*Research and Development*) dengan menggunakan model ADDIE. Model ADDIE memiliki 5 tahapan yaitu: (1) *analysis* (analisis), (2) *design* (desain), (3) *development* (pengembangan), (4) *implementation* (implementasi), dan (5) *evaluation* (evaluasi). Pada penelitian ini, tahap penelitian hanya dibatasi sampai tahap ketiga dari model ADDIE yaitu tahap *development* (pengembangan).

Tahap analisis dilakukan dengan mencari informasi aktual di lapangan berupa permasalahan dan potensi pembelajaran. Tahap analisis dilaksanakan melalui wawancara analisis kebutuhan dengan guru mata pelajaran biologi pada tiga SMA negeri dan dua SMA swasta di Kota Surakarta yang dipilih dengan teknik *purposive sampling*. Tahap desain dilakukan dengan merancang produk yang dikembangkan berdasarkan hasil analisis terhadap wawancara analisis kebutuhan. Tahap desain dilakukan melalui kegiatan merancang perangkat pembelajaran dengan membuat rancangan produk silabus dan RPP serta membuat rancangan lembar validasi silabus dan RPP berupa kuesioner. Tahap pengembangan dilakukan dengan merealisasikan produk perangkat pembelajaran sesuai desain yang telah dirancang

dan disesuaikan dengan kebutuhan guru serta melakukan uji validasi produk. Uji validasi produk dilakukan oleh praktisi dan ahli yang terdiri dari ahli bidang pendidikan dan keilmuan biologi. Hasil validasi produk ditindaklanjuti dengan merevisi produk agar sesuai dengan kebutuhan guru untuk pembelajaran dan standar kurikulum yang berlaku dalam pendidikan.

Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data berupa wawancara analisis kebutuhan dan kuesioner validasi produk. Instrumen pengumpulan data wawancara analisis kebutuhan menggunakan panduan wawancara. Instrumen pengumpulan data validasi produk menggunakan kuesioner validasi produk.

Teknik analisis data menggunakan teknik analisis data kualitatif dan kuantitatif. Teknik analisis data kualitatif digunakan untuk menganalisis data hasil wawancara analisis kebutuhan. Teknik analisis data kuantitatif digunakan untuk menganalisis data perolehan skor validasi pada instrumen kuesioner dari validator untuk mengetahui kelayakan produk. Berikut ini merupakan langkah-langkah analisis data kuantitatif:

1. Menghitung hasil perolehan skor penilaian yang diperoleh dari validator.
2. Menentukan rerata hasil penilaian yang diperoleh dari setiap validator dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rata} - \text{Rata Hasil Penilaian} = \frac{\text{jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah pernyataan}}$$

3. Menentukan rerata validitas produk. Perangkat pembelajaran dikatakan layak digunakan apabila hasil penilaian rerata validitas tergolong pada kriteria baik atau sangat baik. Kriteria penilaian yang digunakan untuk mengetahui kelayakan produk dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Penilaian Data Validasi

Kategori	Skor
Sangat Baik	$3{,}25 \leq x \leq 4$
Baik	$2{,}5 \leq x \leq 3{,}24$
Kurang Baik	$1{,}75 \leq x \leq 2{,}4$
Sangat Kurang Baik	$1 \leq x \leq 1{,}74$

Sumber: Sugiyono (2015)

Hasil dan Pembahasan

Pengembangan perangkat pembelajaran model *problem-based learning* terintegrasi *flipped classroom* pada materi Animalia kelas X SMA dilakukan setelah melalui kegiatan analisis kebutuhan, mengembangkan produk dan memvalidasi produk. Berikut ini pengembangan produk yang dilakukan.

Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan diperoleh dengan kegiatan wawancara di 5 sekolah Kota Surakarta yaitu 3 sekolah negeri dan 2 sekolah swasta. Kegiatan wawancara analisis kebutuhan dilakukan dengan menanyakan beberapa ranah seperti profil guru, materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran, metode atau model pembelajaran, media pembelajaran, evaluasi pembelajaran, *blended learning* dan prioritas pengembangan produk yang dibutuhkan oleh guru. Setiap ranah tersebut ditanyakan untuk menganalisa permasalahan dan potensi sebagai dasar pengembangan produk.

Hasil rekapitulasi analisis kebutuhan mengungkapkan bahwa terdapat permasalahan pada ranah materi pembelajaran. Permasalahan tersebut dibuktikan dengan adanya temuan materi yang dirasa sulit oleh peserta didik. Materi tersebut antara lain seperti materi mengenai klasifikasi makhluk hidup, aliran energi, bakteri, protista, animalia, sistem tubuh dan metabolisme. Meskipun demikian, terdapat materi animalia yang banyak menjadi permasalahan dalam hasil wawancara analisis kebutuhan. Setiap guru dari masing-masing sekolah menjelaskan bahwa kebanyakan peserta didik merasa bahwa animalia identik dengan topik bahasan yang banyak sehingga perlu banyak menghafal materi dan ada pula yang menjelaskan bahwa peserta didik merasa kesulitan dengan materi animalia karena banyak nama-nama ilmiah dalam materi tersebut. Oleh sebab itu, permasalahan materi animalia perlu untuk ditindaklanjuti dalam penelitian ini.

Hasil penggalian informasi melalui wawancara analisis kebutuhan mengungkapkan bahwa terdapat solusi untuk mengatasi masalah penelitian. Solusi yang tampak berupa penggunaan model pembelajaran. Guru sudah menggunakan berbagai model untuk kegiatan pembelajaran. Model pembelajaran yang sering dipakai antara lain seperti model *discovery learning* dan *problem-based learning*. Melihat fakta tersebut, model *discovery learning* dan *problem-based learning* dapat menjadi potensi untuk dikembangkan sebagai solusi permasalahan penelitian.

Penelitian ini memilih untuk menindaklanjuti *problem-based learning* sebagai potensi model yang dapat digunakan. Model tersebut berpotensi untuk diterapkan dalam kegiatan pembelajaran karena memiliki keunggulan yang unik yaitu dapat melatih keterampilan untuk abad 21. Tjahjani dkk. (2020) menjelaskan bahwa keterampilan abad 21 terdiri dari *Collaboration*, *Creativity*, *Critical Thinking*, *Citizenship*, *Character* dan *Communication*. Apabila dikaitkan dengan model pembelajaran, *problem-based learning* dapat dikatakan mampu untuk memenuhi keterampilan abad 21 berupa *critical thinking* karena model tersebut menghendaki peserta didik untuk memecahkan masalah sehingga keterampilan *critical thinking* peserta didik dapat dibentuk dan ditingkatkan. Argumen tersebut sejalan dengan penjelasan dari Dewantara (2021) bahwa *problem-based learning* menjadi model yang sering direferensikan untuk pembelajaran abad 21.

Blended learning menjadi sistem pembelajaran yang dapat digunakan di masa depan sehingga berpotensi untuk dikembangkan. Pada bagian ranah pertanyaan prioritas pengembangan, hasil rekapitulasi analisis kebutuhan menunjukkan bahwa guru dari tiga sekolah membutuhkan metode atau model pembelajaran untuk dikembangkan sebagai prioritas utama guna menunjang kegiatan pembelajaran berbasis *blended learning*. Kebutuhan model untuk pembelajaran berbasis *blended learning* mendasari perlunya memilih salah satu model pembelajaran dalam *blended learning*. Salah satu model yang tepat untuk dipilih adalah *flipped classroom*. Hal itu karena penelitian mengenai kolaborasi antara model *problem-based learning* dan salah satu model dari pembelajaran *blended learning* yaitu *flipped classroom* sudah dilakukan oleh Ramadhani dkk. (2019) dan memperoleh kesimpulan bahwa kolaborasi kedua model tersebut dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik. Kemudian dengan melihat model sebagai kebutuhan dari prioritas pengembangan, penulis menyimpulkan untuk membuat produk pengembangan dari potensi model pembelajaran yang sudah ada guna dimodifikasi agar dapat mengatasi permasalahan pembelajaran dari lima sekolah dan agar dapat menunjang kegiatan pembelajaran *blended learning*.

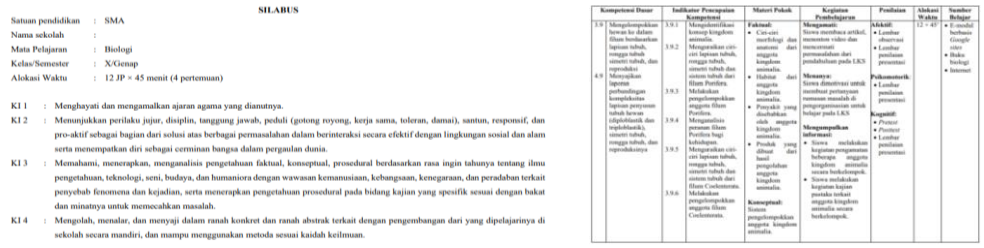
Hasil Pengembangan Produk Awal

Perangkat pembelajaran merupakan produk yang dikembangkan berdasarkan hasil analisis kebutuhan. Perangkat yang dikembangkan berupa silabus dan RPP beserta lampirannya. Pada awalnya, tahap desain dilakukan dengan menentukan capaian kompetensi dari materi animalia. Capaian kompetensi tersebut terdapat di dalam KD 3.9 dan KD 4.9 pada kelas X SMA kurikulum 2013 berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 37 Tahun 2018. Setelah menentukan capaian kompetensi, perangkat pembelajaran mulai dirancang. Deskripsi hasil pengembangan perangkat pembelajaran adalah sebagai berikut.

1. Silabus

Silabus disusun sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 65 Tahun 2013 tentang standar proses pendidikan dasar dan menengah. Komponen silabus memuat identitas sekolah, identitas mata pelajaran, kompetensi inti, kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, materi pokok, kegiatan pembelajaran, penilaian, alokasi waktu dan sumber belajar. Gambaran dari produk silabus dapat dilihat pada gambar 1.

Gambar 1. Tampilan Silabus



SILABUS

Satuan pendidikan : SMA
Nama sekolah :
Mata Pelajaran : Biologi
Kelas/Semester : X/Genap
Alokasi Waktu : 12 JP × 45 menit (4 pertemuan)

KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
KI 2 : Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif, dan pro-aktif sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
KI 3 : Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian Kompetensi	Materi Pokok	Kegiatan Pembelajaran	Penilaian	Alokasi Waktu	Sumber Belajar
3.9 Mengelompokkan hewan ke dalam filum berdasarkan lapisan tubuh, rongga tubuh, simetri tubuh, dan reproduksi 4.9 Menyajikan laporan perbandingan kompleksitas lapisan penyusun tubuh hewan (diploblastik dan triploblastik), simetri tubuh, rongga tubuh, dan reproduksinya	3.9.1 Mengidentifikasi konsep kingdom animalia. 3.9.2 Menganalisis ciri-ciri lapisan tubuh, rongga tubuh, simetri tubuh dan sistem tubuh dari filum Porifera. 3.9.3 Melakukan pengelompokkan anggota filum Porifera. 3.9.4 Menganalisis peranan filum Porifera bagi kehidupan. 3.9.5 Menganalisis ciri-ciri lapisan tubuh, rongga tubuh, simetri tubuh dan sistem tubuh dari filum Coelenterata. 3.9.6 Melakukan pengelompokkan anggota filum Coelenterata.	**Faktual:** • Ciri-ciri morfologi dan anatomi dari anggota kingdom animalia. • Habitat dari anggota kingdom animalia. • Penyakit yang disebabkan oleh anggota kingdom animalia. • Produk yang dibuat dari hasil pengolahan anggota kingdom animalia. **Konseptual:** Sistem pengelompokkan anggota kingdom animalia.	**Menganati:** Siswa membaca artikel, menonton video dan mencermati permasalahan dari pendahuluan pada LKS **Menanya:** Siswa diarahkan untuk membuat pertanyaan rumusan masalah di pengorganisasian untuk belajar pada LKS **Mengumpulkan informasi:** • Siswa melakukan kegiatan pengamatan beberapa anggota kingdom animalia secara berkelompok. • Siswa melakukan kegiatan kajian pustaka terkait anggota kingdom animalia secara berkelompok.	**Afektif:** • Lembar observasi • Lembar penilaian presentasi **Psikomotorik:** • Lembar penilaian presentasi **Kognitif:** • *Pretest* • *Postest* • Lembar penilaian presentasi	12 × 45'	• E-modul berbasis Google sites • Buku biologi • Internet

2. RPP

Komponen RPP disusun dengan merujuk komponen RPP yang dituliskan dalam Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 65 Tahun 2013 tentang standar proses pendidikan dasar dan menengah. RPP memuat komponen seperti identitas sekolah, identitas mata pelajaran, kelas/semester, materi pokok, alokasi waktu, kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, tujuan pembelajaran, materi pembelajaran, metode pembelajaran, media pembelajaran, sumber belajar, langkah-langkah pembelajaran dan penilaian. Gambaran RPP dapat dilihat pada gambar 2.

Gambar 2. Tampilan *Cover* RPP



RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN
(RPP)

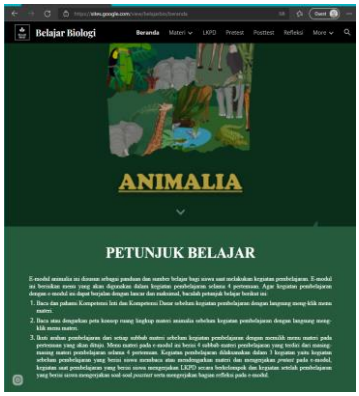
A. Identitas Sekolah
Satuan Pendidikan : SMA
Nama Sekolah :
Mata Pelajaran : Biologi
Kelas/Semester : X/Genap
Materi : Animalia
Alokasi Waktu : 12 JP × 45 menit (4 pertemuan)

B. Kompetensi Inti
KI 1 : Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
KI 2 : Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif, dan pro-aktif sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
KI 3 : Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
KI 4 : Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri dan mampu menggunakan metoda sesuai kaidah keilmuan.

3. Lampiran RPP

Rancangan RPP disertai dengan lampiran. Lampiran RPP yang dibuat berupa materi, LKPD dan instrumen evaluasi yang dikemas dalam *e-module* berbasis *google sites* yang dapat diakses pada https://sites.google.com/view/belajarbio/beranda. Gambaran produk lampiran RPP dapat dilihat pada gambar 3.

Gambar 3. Tampilan *e-module* berbasis *google sites*



Hasil Validasi Produk

Produk perangkat pembelajaran berupa silabus dan RPP yang sudah dikembangkan dalam penelitian divalidasi oleh validator. Validator berasal dari 2 ahli (dosen) dan 2 praktisi (guru). Kedua subjek validator tersebut memiliki tugas yang sama untuk memvalidasi silabus dan RPP. Meskipun terdapat 4 validator dengan tugas yang sama, validator praktisi memiliki perbedaan dengan validator ahli karena validator praktisi belum mengenal *flipped classroom* secara mendalam.

1. Hasil Validasi Silabus

Silabus divalidasi oleh 2 ahli yaitu validator 1 dan validator 2 serta 2 praktisi yaitu validator 3 dan validator 4. Validasi silabus dilakukan terhadap aspek penyajian silabus, isi silabus dan bahasa dengan total pernyataan sebanyak 7 butir. Rekapitulasi hasil validasi produk silabus dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Validasi Produk Silabus

Aspek yang dinilai	Hasil Perolehan Skor				Rerata Validitas
	Validator 1	Validator 2	Validator 3	Validator 4	

Penyajian silabus	10	11	12	10	
Isi silabus	10	11	12	12	
Bahasa	4	4	4	4	
Jumlah skor	24	26	28	26	
Rerata skor	3,43	3,71	4	3,71	3,71
Kriteria	Sangat baik	Sangat baik	Sangat baik	Sangat baik	Sangat baik

Berdasarkan tabel 1 tentang rekapitulasi hasil validasi produk silabus, hasil validasi menunjukkan bahwa produk perangkat pembelajaran berupa silabus memiliki nilai rerata validitas sebesar 3,71 dan termasuk ke dalam kategori “sangat baik”. Validator 3 memberikan nilai sempurna terhadap setiap aspek dalam silabus karena silabus yang dibuat telah sesuai dengan setiap kriteria yang terdapat dalam rubrik validasi. Penyajian silabus yang dibuat dinilai oleh validator 3 telah sesuai dengan prinsip penyajian silabus seperti prinsip ilmiah, sistematis, memadai, fleksibel, menyeluruh, aktual dan kontekstual, konsisten serta relevan atau sesuai dengan prinsip yang disebutkan oleh Suko (2020). Selain itu, isi komponen silabus yang dinilai telah sesuai dengan komponen silabus dalam Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2016, penulisan kompetensi dalam silabus yang telah sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 37 Tahun 2018 dan tata bahasa dalam silabus yang juga sesuai dengan kaidah PUEBI.

Hasil validasi mengungkapkan hal lain terkait tanggapan produk dari validator. Validator 3 menyatakan bahwa silabus dapat digunakan tanpa revisi sedangkan validator 1, 2 dan validator 4 menyatakan bahwa silabus dapat digunakan dengan revisi sesuai komentar/saran perbaikan. Adapun komentar/saran perbaikan mengenai silabus dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Komentar dan Saran Perbaikan RPP

Aspek yang dinilai	Validator 1	Validator 2	Validator 4
Penyajian silabus	-	*Flipped Classroom* sangat spesifik dengan fleksibilitas waktu, sumber belajar dan/atau narasumber belajar. Hal ini belum nampak pada kegiatan 5M.	Penyajian silabus masih perlu diperbaiki sistematikanya
Isi silabus	a. Indikator 3.9.1 tidak begitu jelas. b. Indikator pada KD 4 bisa disesuaikan lagi.	a. Pencirian filum tidaklah seragam. Perlu secara spesifik ciri khasnya ditentukan oleh	-

	c. Penilaian untuk KD 4 bisa ditambahkan sesuai dengan kegiatan yang dilakukan peserta didik.	pilihan sifat yang tersedia di KD. b. Kata “mendengarkan” pada kegiatan mengamati sebaiknya diarahkan pada observasi visual yang kekinian untuk setiap filum.	
Bahasa	-	-	-

2. Hasil Validasi RPP

Validasi RPP dilakukan oleh 2 ahli yaitu validator 1 dan validator 2 serta 2 praktisi yaitu validator 3 dan validator 4. Aspek yang dinilai dalam validasi RPP adalah penyajian RPP, isi RPP, lampiran RPP, bahasa dan aspek tentang perangkat pembelajaran menjawab permasalahan penelitian dengan seluruh pernyataan sebanyak 16 butir. Rekapitulasi hasil validasi produk RPP dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Validasi Produk RPP

Aspek yang dinilai	Hasil Perolehan Skor				Rerata Validitas
	Validator 1	Validator 2	Validator 3	Validator 4	
Penyajian RPP	6	8	8	8	
Isi RPP	33	34	36	36	
Lampiran RPP	7	8	8	8	
Bahasa	3	4	4	4	
Perangkat pembelajaran menjawab permasalahan penelitian	6	8	8	8	
Jumlah skor	55	62	64	64	
Rerata skor	3,44	3,88	4	4	3,83
Kriteria	Sangat baik	Sangat baik	Sangat baik	Sangat baik	Sangat baik

Berdasarkan tabel 3 tentang rekapitulasi hasil validasi RPP, hasil validasi menunjukkan bahwa RPP memperoleh nilai rerata validitas sebesar 3,83 dan termasuk ke dalam kategori “sangat baik”. Nilai sempurna terhadap RPP diperoleh dari validator 3 dan validator 4. Hal itu karena setiap komponen RPP telah sesuai dengan setiap kriteria yang terdapat dalam rubrik validasi RPP. Kesesuaiannya dapat dilihat dari penyajian RPP yang dinilai telah sesuai dengan prinsip penyajian RPP, isi RPP yang sesuai dengan Peraturan Menteri

Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2016, penulisan kompetensi pada isi RPP yang sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 37 Tahun 2018, langkah-langkah kegiatan pembelajaran yang sesuai dengan model pembelajaran dan bahasa dalam RPP yang sesuai kaidah PUEBI.

Beberapa validator memberikan tanggapan terhadap produk RPP yang dikembangkan. Validator 3 dan validator 4 menyatakan bahwa RPP dapat digunakan tanpa revisi sedangkan validator 1 dan validator 2 menyatakan bahwa RPP dapat digunakan dengan revisi sesuai komentar/saran perbaikan. Komentar/saran perbaikan mengenai RPP dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Komentar dan Saran Perbaikan RPP

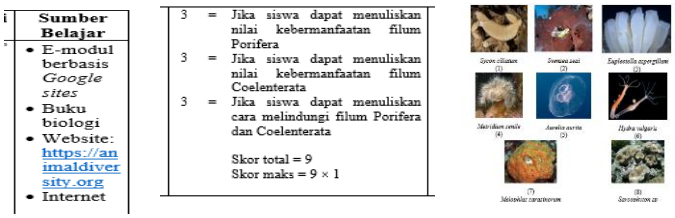
Aspek yang dinilai	Validator 1	Validator 2
Penyajian RPP	a. Kegiatan *pra-class* tidak harus selalu membaca materi, bisa divariasikan dengan membaca artikel, menonton video, dll b. *Pretest* dimasukkan dalam kegiatan *in-class*.	-
Isi RPP	a. Rumusan tujuan pembelajaran terutama *condition* dibuat lebih spesifik. b. Berikan kata kunci pada bagian rubrik penilaian. c. Perbaiki rubrik penilaian. d. Tambahkan soal *pretest*.	a. Pemilihan gambar untuk pengamatan ciri-ciri filum sebaiknya lebih selektif menunjukkan ciri dan sifatnya. Bisa jadi 1 spesies wakil 1 filum ada beberapa gambar. b. Rubrik penilaian afektif khususnya poin tanggung jawab perlu dirumuskan lebih praktis dan dapat terukur.
Lampiran RPP	-	-
Bahasa	Perbaiki penulisan/kalimat di bagian penilaian.	-

Perangkat pembelajaran menjawab permasalahan penelitian	-	-

Revisi Produk

Perangkat pembelajaran berupa silabus dan RPP yang sudah divalidasi kemudian direvisi. Revisi dilakukan berdasarkan komentar/saran perbaikan dari validator. Beberapa tampilan hasil revisi produk dapat dilihat pada gambar 4.

Gambar 4. Tampilan hasil revisi produk



Kajian Produk Akhir

Penelitian dan pengembangan yang dilakukan menghasilkan produk akhir perangkat pembelajaran berupa silabus dan RPP beserta lampirannya yaitu materi, LKPD dan instrumen evaluasi yang dikemas dalam *e-module* berbasis *google sites*. Perangkat pembelajaran ini dikembangkan dari hasil analisis kebutuhan dan telah divalidasi serta direvisi berdasarkan komentar/saran perbaikan. Penilaian validasi terhadap silabus dilakukan pada aspek penyajian silabus, isi silabus dan bahasa sedangkan penilaian validasi terhadap RPP dilakukan pada aspek penyajian RPP, isi RPP, lampiran RPP, bahasa dan aspek tentang perangkat pembelajaran menjawab permasalahan penelitian.

Perbaikan pada perangkat pembelajaran berupa silabus diberikan pada aspek penyajian silabus dan isi silabus. Penyajian silabus diberikan tanggapan kurang sistematis terlebih pada bagian komponen penilaian. Salah satu prinsip pengembangan silabus yang dijelaskan Suko (2020) adalah prinsip sistematis. Perbaikan komponen penilaian dilakukan dengan mengurutkan kegiatan penilaian yang dilakukan dari awal kegiatan pembelajaran hingga akhir kegiatan pembelajaran. Komentar lain diberikan pada fleksibilitas sumber belajar dan waktu dalam kegiatan pembelajaran. Fleksibilitas sumber belajar dilakukan revisi dalam silabus sedangkan fleksibilitas waktu dilakukan revisi namun revisi dilakukan secara langsung terhadap RPP pada bagian kegiatan pembelajaran. Fleksibilitas waktu yang disarankan sesuai dengan pernyataan Patendean dan Indrajit (2021) dalam bukunya yaitu bahwa *flipped classroom* memiliki prinsip yang fleksibel.

Perbaikan pada isi silabus didasarkan pada beberapa tanggapan validator. Penulisan indikator diberi saran agar dibuat lebih spesifik dengan memperhatikan setiap ciri khas dari filum. Saran tersebut sesuai dengan pernyataan Jayanti (2021) yaitu bahwa animalia memiliki karakteristik yang identik dengan istilah-istilah pada setiap sub-babnya atau yang menandakan bahwa anggota animalia memiliki ciri yang berbeda antara satu yang lainnya sehingga setiap anggota animalia memiliki ciri khasnya tersendiri. Melihat fakta tersebut, perbaikan terhadap ciri khas filum yang digunakan dalam merumuskan indikator pencapaian kompetensi dalam silabus menjadi sangat diperlukan. Tanggapan lain diberikan kepada penulisan sintaks kegiatan mengamati pada silabus karena kata “mendengarkan” pada sintaks dinilai kurang mengarahkan peserta didik pada observasi yang

kekinian. Sehubungan dengan itu, tanggapan tersebut ditindaklanjuti dengan merevisi bagian mengamati pada kegiatan pembelajaran menjadi membaca artikel, menonton video dan mencermati permasalahan. Perbaikan lain pada isi silabus juga dilakukan terhadap penulisan indikator pencapaian kompetensi dengan memperjelas penulisan pada indikator pencapaian kompetensi bagian 3.9.1.

Perbaikan pada isi silabus yang tidak dilaksanakan adalah perbaikan terhadap penambahan penilaian untuk KD 4 atau ranah psikomotorik. Hal itu dikarenakan peneliti beranggapan bahwa apabila penilaian untuk KD 4 ditambahkan maka akan membuat tambahan penilaian menjadi tumpang tindih dengan penilaian yang sudah dirancang sebelumnya sehingga dapat membuat pembelajaran berjalan tidak efektif. Penilaian presentasi yang dibuat juga telah memiliki kesesuaian untuk mencapai kompetensi pada KD 4. Hal itu karena capaian kompetensi materi animalia pada KD 4 yang dijelaskan dalam Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 37 Tahun 2018 adalah agar peserta didik dapat menyajikan laporan perbandingan kompleksitas tubuh hewan. Maka daripada itu, peneliti beranggapan bahwa penilaian yang dirancang sudah mampu untuk mencapai capaian kompetensi tersebut karena penilaian presentasi yang telah dibuat sebenarnya telah masuk ke dalam penilaian untuk ranah psikomotorik. Argumen tersebut sejalan dengan argumen dari Widodo (2021) yang menjelaskan bahwa presentasi termasuk ke dalam salah satu penilaian psikomotorik sehingga penilaian presentasi yang dibuat telah sesuai. Oleh karena itu, perbaikan terhadap penilaian untuk KD 4 tidak dilakukan.

Perubahan pada RPP diberikan pada aspek penyajian RPP, isi RPP dan bahasa. Apabila dilihat secara keseluruhan, komentar/saran validator diberikan pada bagian tujuan pembelajaran, langkah-langkah kegiatan pembelajaran dan penilaian serta lampiran RPP berupa LKPD. Tujuan pembelajaran sudah diperbaiki dengan memberikan perbaikan pada *condition* di bagian 3.9.1. Langkah-langkah kegiatan pembelajaran diperbaiki sesuai komentar/saran perbaikan dari validator untuk memasukkan *pretest* di bagian *in-class*. Bagian penilaian juga diperbaiki sesuai komentar/saran perbaikan dari validator.

Revisi lampiran RPP terhadap gambar untuk pengamatan dalam LKPD dilakukan sesuai dengan komentar/saran perbaikan dari validator. Meskipun demikian, ada tambahan perbaikan yang dilakukan oleh peneliti terhadap gambar pengamatan pada LKPD pertemuan 1. Hal itu karena peneliti menyadari bahwa anggota Porifera tidak dapat dibedakan dari ciri-ciri yang tampak. Argumen tersebut sesuai dengan penjelasan dari Haris dan Jompa (2021) bahwa Porifera terdiri dari tiga kelas dengan setiap kelas memiliki bahan penyusun tubuh yang berbeda-beda. Oleh sebab itu, peneliti memberikan tambahan perbaikan untuk memberi nama ilmiah terhadap gambar pengamatan pada pertemuan 1.

Perbaikan yang tidak dilakukan oleh peneliti adalah perbaikan terhadap kegiatan *pra-class*. Hal itu dikarenakan kegiatan *pra-class* sebenarnya sudah mengakomodasi hal yang disarankan oleh validator. Kondisi tersebut dapat dilihat pada bagian materi pada *e-module* dimana setiap pertemuan kegiatan pembelajaran tidak hanya meminta peserta didik untuk membaca materi namun juga menonton video materi pembelajaran, membaca artikel dan menonton video lain yang berkaitan dengan materi.

Produk perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan dapat mengatasi permasalahan penelitian. Perolehan hasil validasi RPP pada aspek perangkat

pembelajaran menjawab permasalahan penelitian mengungkapkan bahwa ketiga validator memberikan nilai sempurna atau nilai maksimal pada aspek ini. Nilai sempurna diperoleh karena hasil pengembangan perangkat pembelajaran dianggap dapat mengatasi permasalahan materi animalia seperti mengatasi permasalahan cakupan materi yang luas, mengatasi permasalahan topik animalia yang sering mengandung istilah-istilah yang sulit dipahami dan mengatasi permasalahan keterbatasan waktu yang terjadi saat penyampaian materi animalia. Selain itu, nilai sempurna diperoleh karena perangkat pembelajaran dapat menjawab permasalahan dalam pembelajaran seperti perangkat pembelajaran yang dikembangkan dapat membuat kegiatan pembelajaran berorientasi kepada peserta didik dan dapat mengakomodasi integrasi model yang memiliki nilai kecocokan untuk diterapkan dalam kegiatan pembelajaran berbasis *blended learning*. Oleh sebab itu, perangkat pembelajaran yang dikembangkan dapat dikatakan mampu mengatasi permasalahan yang diangkat dalam penelitian.

Hasil validasi menjelaskan bahwa perangkat pembelajaran model *problem-based learning* terintegrasi *flipped classroom* pada materi animalia kelas X SMA dinilai layak untuk digunakan/diujicobakan dengan revisi sesuai komentar/saran perbaikan. Setiap komentar/saran perbaikan terhadap perangkat pembelajaran telah dilakukan sehingga membuat produk yang dikembangkan berpotensi untuk diterapkan guru dalam kegiatan pembelajaran saat materi animalia diberikan. Selain itu, guru sebenarnya memiliki kesempatan lain untuk mengembangkan produk serupa dengan yang telah dilakukan pada penelitian ini. Kesempatan tersebut seperti kesempatan mengembangkan perangkat pembelajaran dengan integrasi model yang serupa untuk materi pembelajaran lainnya. Hal itu karena kegiatan pembelajaran menggunakan *problem-based learning* dan *flipped classroom* yang mana keduanya memiliki keunggulannya apabila diterapkan dalam kegiatan pembelajaran. Lismaya (2019) menjelaskan bahwa *problem-based learning* dapat mengembangkan keterampilan yang sesuai dengan abad 21 yaitu berpikir kritis dan kreatif sedangkan Bergman dan Sams (2012) mengungkapkan bahwa perkembangan peserta didik sesuai eranya dapat didorong dengan penerapan *flipped classroom*. Kedua keunggulan tersebut menunjukkan bahwa *problem-based learning* dan *flipped classroom* akan membantu peserta didik untuk berkembang dan berubah sesuai era sekarang yaitu abad 21. Apabila dikaitkan dengan belajar dan pembelajaran, perkembangan dan perubahan yang akan terbentuk telah sesuai dengan prinsip belajar dan pembelajaran dari Hurit dkk. (2021) karena kegiatan pembelajaran dengan integrasi model *problem-based learning* dengan *flipped classroom* akan mengubah perilaku individu ke arah yang lebih baik. Hal tersebut menandakan bahwa perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan memiliki kesempatan untuk dikembangkan dan diterapkan guru dalam kegiatan pembelajaran lain selain dari materi animalia yang menjadi topik pada penelitian ini. Dengan demikian, perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan memberikan manfaat bagi guru dan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran.

Keterbatasan Pengembangan

Kendala atau keterbatasan pengembangan produk yang dihadapi oleh peneliti dalam mengembangkan perangkat pembelajaran model *problem-based learning* terintegrasi *flipped classroom* pada materi animalia kelas X SMA adalah sebagai berikut.

1. Peneliti hanya membuat kegiatan penilaian psikomotorik dengan melakukan kegiatan presentasi hasil diskusi LKPD. Agar kegiatan dapat berjalan dengan menarik dan memotivasi siswa, kegiatan penilaian psikomotorik tidak hanya berisi presentasi hasil diskusi LKPD.
2. Peneliti belum membuat video materi pembelajaran yang interaktif karena peneliti hanya membuat video materi pembelajaran yang hanya berisi penjelasan materi. Agar dapat memotivasi peserta didik, video materi pembelajaran tidak hanya berisi penjelasan materi pembelajaran namun juga berisi animasi yang menarik minat peserta didik untuk belajar.
3. Peneliti hanya menggunakan media pembelajaran *online* berbasis *google sites* yang berisi kompilasi dari *google document, google form, YouTube* dan *wordwall* dalam melaksanakan pembelajaran. Agar media pembelajaran lebih bervariasi, media yang digunakan untuk mendukung pelaksanaan *blended learning* tidak hanya media *online* tetapi juga media *offline*.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan, kesimpulan yang diambil adalah produk perangkat pembelajaran model *problem-based learning* terintegrasi *flipped classroom* pada materi animalia kelas X SMA layak untuk digunakan. Produk hasil penelitian dan pengembangan adalah silabus dan RPP beserta lampirannya yaitu materi, LKPD, dan instrumen evaluasi yang dibuat melalui tahap analisis, desain dan pengembangan. Hasil uji kelayakan menunjukkan bahwa silabus memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,71 dan RPP memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,83. Kedua hasil uji kelayakan tergolong kriteria “Sangat Baik” sehingga layak digunakan di dalam kegiatan pembelajaran dengan revisi sesuai komentar/saran perbaikan.

Daftar Pustaka

Bergmann, J., dan Sams, A. 2012. *Flip your classroom*: *Reach every student in every class every day*. Amerika Serikat: *International Society for Technology in Education.*

Dewantara, I. P. M. 2021. *ICT & pendekatan heutagogi dalam pembelajaran abad ke-21*. Sleman: Deepublish.

Fariroh, A., dan Anggraito, Y. U. 2015. Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis *problem-based learning* pada materi virus kelas X SMA. *Unnes Journal of Biology Education, 4*(2): 149-155.

Fatimah, N. 2021. *Hybrid/blended learning, menjawab tantangan tatanan normal baru*. LPMP Provinsi DKI Jakarta. Diakses dari https://lpmpdki.kemdikbud.go.id/hybrid-blended-learning-menjawab-tantangan-tatanan-normal-baru/ pada 14 Oktober 2021

Haris, A., dan Jompa, J. 2021. *Spons*. Yogyakarta: Lily Publisher.

Hurit, R. U., Ahmala, M, Tahrim, T., Suwarno., Chasanah, U., Rispatiningsih, D. M., Putri, R., Satria R., Isbir, M., dan Jannah, R. 2021. *Belajar dan pembelajaran.* Bandung: Media Sains Indonesia.

Jayanti, D. N. D. 2021. Profil miskonsepsi siswa SMA pada materi kingdom animalia menggunakan *four-tier multiple choice diagnostic test*. *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu), 10*(3): 479-489.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2013. *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 65 Tahun 2013 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Kemendikbud.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2016. *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2016 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Kemendikbud.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2018. *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2018 tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 24 Tahun 2016 tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran Pada Kurikulum 2013 Pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah*. Jakarta: Kemendikbud.

Lismaya, L. 2019. *Berpikir kritis & PBL (Problem-based Learning)*. Surabaya: Media Sahabat Cendekia.

Nurhayati, N., dan Wijayanti, R. 2016. *Buku guru biologi untuk SMA/MA kelas X*. Bandung: Yrama Widya.

Patendean, Y. R., dan Indrajit, R. E. 2021. *Flipped classroom: Membuat siswa berpikir kritis, kreatif, mandiri dan mampu berkolaborasi dalam pembelajaran yang responsif*. Yogyakarta: ANDI.

Pawestri, N. 2018, 23 Oktober. *UKDW kembangkan metode blended learning*. TribunJogja. Diakses dari https://jogja.tribunnews.com/2018/10/23/ukdw-kembangkan-metode-blended-learning pada 14 Oktober 2021.

Ramadhani, R., Umam, R., Abdurrahman A., dan Syazali, M. 2019. *The effect of flipped-problem-based learning model integrated with lms-google classroom for senior high school students*. *Journal for the Education of Gifted Young*, *7*(2): 137-158.

Rasinus., Widyastuti, A., Permadi, Y. A., Sudono, E. P., Ramadhani, R., Hidayat, T., Purba, S. R. F., Karwanto., Purba, P. B., Purba, B., Sesfao, M., Chamidah, D., dan Purba, D. S. 2021. *Dasar-dasar kependidikan*. Medan: Yayasan Kita Menulis.

Saragih, B. R. 2021. Pengembangan perangkat model pembelajaran virtual berbasis *flipped classroom* pada materi sistem koordinasi manusia kelas XI. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.

Sarasa, A. B. 2021, 22 Agustus. *Kebutuhan sosial-kognitif siswa, blended learning jadi landasan sekolah masa depan*. Sindonews. Diakses dari https://edukasi.sindonews.com/read/518242/212/kebutuhan-sosial-kognitif-siswa-blended-learning-jadi-landasan-sekolah-masa-depan1629608899?showpage=all pada 14 Oktober 2021.

Sugiyono. 2015. *Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Suko. 2020. *Menjadi calon guru*. Surabaya: Scopindo Media Pustaka.

Tjahjani, L., Andahara, C. Evert, C., dan Maynanda, I. 2020. *Inovasi menghadapi revolusi industri 4.0 & masyarakat 5.0*. Ponorogo: Uwais Inspirasi Indonesia.

Widodo, H. 2021. *Evaluasi pendidikan.* Yogyakarta: UAD Press.

http://e-conf.usd.ac.id/index.php/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

UJI KELAYAKAN VIDEO PEMBELAJARAN BERBASIS ANIMASI PADA MATERI PROSES METABOLISME KELAS XII

Fitri Kusumawati[1], Hendra Michael Aquan[2]
[1]Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Sanata Dharma, Jl. Paingan, Krodan, Maguwoharjo, Kabupaten Sleman, DIY 552181 Indonesia
Email: kusumafitri25@gmail.com

Abstrak
Biologi merupakan mata pelajaran yang memiliki banyak objek pembelajaran yang umumnya kontekstual dan dekat dengan kehidupan siswa. Namun, ada beberapa materi biologi yang abstrak dan sulit diajarkan oleh guru. Misalnya materi tentang proses metabolisme kelas XII. Kesulitan ini dirasakan oleh 5 guru biologi SMA yang menjadi responden dalam penelitian ini. Mereka menyarankan agar pembelajaran materi metabolisme sebaiknya menggunakan media audio visual. Dapat membantu siswa memahami materi dengan baik. Solusi yang ditawarkan adalah dengan mengembangkan media pembelajaran berbasis video animasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan video pembelajaran animasi di kelas XII untuk materi metabolisme. Penelitian ini menggunakan model ADDIE. Penelitian dilakukan hingga tahap desain. Validasi dilakukan oleh ahli media dan bahan untuk menilai kelayakan produk. Validasi aspek materi mendapat skor 3,5 dan skor aspek materi 3,6. Kedua skor tersebut menyatakan bahwa media yang dikembangkan berada pada kategori sangat baik. Keputusannya, media pembelajaran dapat digunakan untuk tahap implementasi secara terbatas berdasarkan perbaikan dari validator.
Kata kunci: ADDIE, Materi metabolisme, RnD, Video animasi biologi, Video pembelajaran animasi.

FEASIBILITY TEST OF ANIMATION-BASED LEARNING VIDEO ON METABOLISM PROCESS MATERIALS IN CLASS XII

Fitri Kusumawati[1], Hendra Michael Aquan[2]
[1]Biology Education Study Program, FKIP Universitas Sanata Dharma, Jl. Paingan, Krodan, Maguwoharjo, Sleman Dristict, DIY 552181 Indonesia
Email: kusumafitri25@gmail.com

Abstract
Biology is a subject that has many learning objects that are generally contextual and close to students' lives. However, there are some biological materials that are abstract and difficult for teachers to teach. For example, the material about the metabolic processes of class XII. This difficulty was felt by 5 high school biology teachers who were respondents in this study. They suggest that learning about metabolism material should use audio-visual media. Can help students understand

the material well. The solution offered is to develop animated video-based learning media. The purpose of this study was to determine the feasibility of animated learning videos in class XII for metabolic materials. This study uses the ADDIE model. The research was carried out up to the design stage. Validation is carried out by media and materials experts to assess the feasibility of the product. Validation of the material aspect got a score of 3.5, and the score of the material aspect was 3.6. Both scores state that the media developed is in the very good category. The decision, learning media can be used for the implementation phase on a limited basis based on improvements from the validator.

Keywords: ADDIE, Animated learning video, Biology animation video, Metabolism material, RnD

Pendahuluan

Saat pandemi guru pada tingkat satuan menengah atas mengalami permasalahan ketika mengajar karena keterbatasan media pembelajaran saat daring. Pembelajaran jarak jauh saat pandemi melalui *whatsApp group*, *google classroom*, dan *google meet*. Model pembelajaran yang digunakan *discovery learning* dan *problem based* learning. Namun, implementasi langkah pembelajaran dengan model tersebut tidak tercapai keseluruhan karena keterbatasan waktu. Media pembelajaran yang digunakan berbasis IT dan cetak. Media berbasis IT yang digunakan guru adalah membuat video kemudian dikirim ke peserta didik atau mengambil video dari *YouTube*. Video pembelajaran yang dibagikan peserta didik berupa video penjelasan menggunakan rekaman *power point* dan rekaman papan tulis. Konten video pembelajaran tersebut dianggap peserta didik membosankan. Media berbasis IT lainnya adalah PPT, dan *e – modul*. Media pembelajaran tidak berbasis IT adalah buku paket yang dipinjam dari perpustakaan dan LKPD.

Hasil wawancara dengan guru biologi di lima SMA, tiga guru SMA mengatakan bahwa materi proses metabolisme kelas XII sulit diajarkan dan dipahami peserta didik. Materi metabolisme sulit dipahami peserta didik karena .konsep dasarnya adalah biokimia. Biokimia yaitu perpaduan reaksi kimia yang terjadi dalam tubuh makhluk hidup (Adjie, 2020). Peserta didik kurang memahami konsep dasarnya sehingga kurang memahami konsep keseluruhannya. Selain itu, peserta didik kurang termotivasi dengan media pembelajaran yang monoton. Maka menjadi persoalan bagi guru untuk memperbarui media pembelajaran yang dapat memudahkan proses metabolisme kepada peserta didik. Menurut Yusuf et al. (2017) lebih baik media pembelajaran untuk menyampaikan materi bersifat abstrak menggunakan video animasi. Hal ini sejalan dengan penelitian Yusuf et al. (2017) menyatakan bahwa video instruksional berbasis animasi dapat meningkatkan pemahaman peserta didik.

Video animasi merupakan salah satu media pembelajaran yang dapat digunakan untuk menyampaikan materi berupa kumpulan karakter bergerak menjadi animasi (Suheri, 2006). Animasi dapat meningkatkan pemahaman peserta didik. Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Nurmaningsih dkk. (2013), hasil penelitian yang dilakukan pengembangan animasi biologi untuk meningkatkan hasil dan pemahaman siswa.

Menurut Darojah (2011), animasi merupakan audio visual yang menampilkan gambar berurutan pada frame dan diproyeksikan secara mekanis sehingga hidup pada layar. Penjelasan melalui animasi, peserta didik mampu mengimajinasikan materi dari animasi. Hal ini sejalan dengan pengembangan media animasi oleh Hasanah & Nulhakim (2015), hasil dari penelitian pengembangan media teruji baik untuk diaplikasikan pada materi bersifat abstrak. Video animasi berisi penjelasan materi membuat peserta didik lebih antusias untuk belajar. Terutama materi proses metabolisme konsep dasar berupa reaksi kimia.

Sartika dkk (2020), mengatakan bahwa video pembelajaran dirancang sistematis menyesuaikan dengan kurikulum yang berlaku baik dari konsep maupun teori aplikasi pengetahuan sehingga memungkinkan peserta didik mencermati materi pelajaran dengan mudah, menarik dan meningkatkan pemahaman. Menurut Riyana (2007), video pembelajaran terdapat karakteristik yang harus termuat dalam video pembelajaran yaitu kejelasan isi, berdiri sendiri, bersahabat dalam pemakaian, representasi isi, visualisasi media dan menggunakan resolusi tinggi.

Animasi merupakan berbagai kumpulan gambar yang disusun secara berurutan yang ditampilkan dengan kecepatan sehingga menjadi rangkaian gambar bergerak (Hidayatullah dkk, 2011). Animasi merupakan sebuah seni dalam mempelajari suatu objek yang menjadi dasar pemahaman suatu karakter terlihat nyata (Yudhanto, 2017). Berdasarkan dua pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa animasi merupakan sekumpulan gambar yang dirangkai menjadi gambar bergerak sehingga menghasilkan pemahaman karakter terlihat nyata.

Hasil penelitian Dzihthauli & Sulistiowati (2012), menunjukan pengembangan media video animasi layak dan efektif digunakan pada kegiatan pembelajaran. Hasil penelitian Yusuf et al. (2017), menunjukan pengembangan media pembelajaran video animasi instruksional dapat digunakan dengan mudah sebagai media pembelajaran materi proses metabolisme. Hasil penelitian Satra et all, (2016) pengembangan media pembelajaran interaktif pada materi listrik statis kelas IX SMP layak dijadikan sebagai media pembelajaran dan dapat digunakan dalam pembelajaran. Tujuan dari penelitian yang dilakukan untuk mengetahui pengembangan video pembelajaran berbasis animasi sebagai media pembelajaran materi proses metabolisme kelas XII dan menguji kelayakannya.

Metode

Langkah penelitian dan pengembangan pendidikan model ADDIE adalah proses yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dan menguji keefektifan produk tersebut (Branch, 2009). Pengembangan model ADDIE memuat langkah prosedural dan sistematis untuk mendapatkan produk yang dirancang sesuai dengan standar kelayakan. Model ADDIE terdapat 5 langkah pelaksanaannya meliputi Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation.

Analisis (Analysis)

Penelitian dimulai dengan mempelajari literatur terkait, analisis kebutuhan, dan kerangka kerja persiapan. Studi pendahuluan bertujuan untuk menemukan informasi aktual di lapangan dengan tujuan untuk mengetahui permasalahan. Peneliti menganalisis kebutuhan pada 5 sekolah di Sleman jenjang pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA). Lima sekolah antara lain SMA A, SMA Negeri 1 Tempel, SMA Negeri 2 Sleman, SMA Negeri 1 Pakem dan SMA Kolombo Yogyakarta. Analisis kebutuhan mengkaji permasalahan pembelajaran, metode

mengajar, media belajar, buku ajar, modul, sistem evaluasi, hasil pembelajaran dan persiapan blended learning selama proses belajar daring atau pembelajaran jarak jauh. Pada tahap ini peneliti merekap hasil analisis wawancara (data wawancara) dari 5 sekolah. Berdasarkan analisis data wawancara menganalisis persamaan dan perbedaan permasalahan pembelajaran kemudian membuat alternatif solusi untuk mengerucutkan permasalahan yang akan dikembangkan. Setelah menemukan permasalahan yang mendasar dari 5 sekolah peneliti menentukan produk yang akan dikembangkan berdasarkan studi literatur penelitian sebelumnya yang relevan.

Desain (Design)

Tahap ini peneliti membuat desain produk yang akan dikembangkan sesuai dengan hasil analisis kebutuhan dan acuan studi literatur yang telah diputuskan. Rancangan produk berupa pemilihan karakter, tulisan, suara latar dan narasi untuk penjelasan materi. Penataan layout setiap scene yang ditampilkan. Memperhitungkan durasi waktu setiap scene untuk meminimalisir durasi terlalu lama. Selain itu, pada tahap desain memperhatikan pemilihan warna, ukuran font, dan pemilihan bahasa. Hal tersebut bertujuan produk yang dikembangkan dapat berfungsi sebagai media pembelajaran dapat mentransfer informasi dengan mudah dipahami. Video animasi dikembangkan dengan menggunakan aplikasi adobe photoshop dan adobe after effect. Peneliti mempelajari terlebih dahulu tools terdapat pada adobe photoshop untuk membuat karakter.

Berikut ini merupakan uraian langkah – langkah tahap desain.

1. Penentuan Materi

Materi dalam video pembelajaran animasi adalah enzim, anabolisme, dan katabolisme. Video pembelajaran dibagi menjadi beberapa bagian yaitu video pembelajaran enzim, respirasi aerob yang terbagi menjadi bagian glikolisis, dekarboksilasi oksidatif, siklus krebs, dan transpor elektron. Sub materi anabolisme terdiri dari fotosintesis dan kemosintesis. Maka keseluruhan materi metabolisme dibagi 8 video pembelajaran.

Setelah menentukan materi yang akan dibuat video pembelajaran, selanjutnya peneliti menyusun tujuan pembelajaran, indikator pembelajaran dan perangkat pembelajaran. Perangkat pembelajaran meliputi silabus dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP). Penyusunan silabus dan RPP sebagai dasar pengembangan skenario ketika menggunakan video pembelajaran.

a. RPP disusun dengan mencakup beberapa bagian yaitu:
b. Identitas RPP
c. Kompetensi Inti
d. Kompetensi Dasar
e. Tujuan Pembelajaran
f. Materi Pembelajaran
g. Pendekatan, Model dan Metode Pembelajaran
h. Alat dan Media Pembelajaran
i. Sumber Belajar
j. Skenario Pembelajaran disertai keterangan jumlah pertemuan dan cakupan materi
k. Penilaian
l. Lampiran terdiri dari (Kisi – kisi, LKPD, kunci jawaban, rubrik penilaian ranah kognitif, afektif dan psikomotorik).

RPP dirancang menggunakan model *discovery learning.* Secara garis besar berisikan kegiatan penyajian materi, diskusi dalam kelompok dan evaluasi. RPP lengkap dapat dilihat pada lampiran halaman 93. Penyajian materi setiap pertemuan dengan melihat penjelasan materi pada video pembelajaran animasi baik menggunakan handphone maupun laptop secara individu maupun kelompok. Kemudian melakukan kegiatan berdasarkan LKPD yang dapat dikerjakan dalam kelompok.

Penilaian dalam penggunaan video pembelajaran adalah aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik. Penilaian psikomotorik dinilai hasil mengerjakan soal dan praktikum. Penilaian psikomotorik dinilai dari kegiatan praktikum dan laporan praktikum. Penilaian praktikum dinilai saat persiapan praktikum, proses praktikum dan sikap kerja. Aspek afektif dinilai keaktifan peserta didik, kerjasama, dan sikap tanggung jawab ketika bekerja dalam kelompok.

2. Penentuan desain *(design)* dan membuat karakter menggunakan *adobe photoshop*

Penentuan desain meliputi pemilihan karakter, warna karakter, warna teks, warna background dan jenis font teks. Karakter animasi ditentukan berdasarkan sumber referensi mengenai materi metabolisme pada buku paket biologi, e – modul, dan artikel supaya ilustrasi ilmiah metabolisme sesuai. Warna karakter ilustrasi gambar diberi warna yang variasi supaya menarik perhatian dan membedakan antara karakter satu dan lainnya pada satu frame yang terdapat lebih dari satu karakter. Warna teks pada animasi dipilih dengan warna abu – abu muda supaya tidak kontras dengan background yang berwarna biru tua. Warna background berwarna biru tua supaya peserta didik ketika menyimak penjelasan tidak pedih di mata dan nyaman.

3. Membuat narasi dan merekam suara

Selanjutnya peneliti membuat skrip narasi materi metabolisme untuk mempermudah narator saat merekam suara. Narasi diketik pada microsoft word. Setelah narasi seluruh video sudah dibuat, langkah selanjutnya peneliti merekam suara berdasarkan narasi yang sudah dibuat. Rekaman suara menggunakan handphone yang penggunaannya sederhana. Pengambilan suara dipastikan dalam kondisi hening supaya tidak ada suara lain yang ikut masuk ke dalam rekaman suara. Suara lain yang masuk dalam rekaman dapat mengganggu fokus video.

4. Menggerakan karakter menjadi animasi menggunakan adobe after effect

Tahap berikutnya adalah mengolah desain menjadi animasi menggunakan software adobe after effect. Secara umum cara kerja adobe after effect adalah membuat efek gerak pada objek diam, baik teks maupun gambar. Desain dan ilustrasi yang sudah dibuat disusun dan diberikan efek gerakan sehingga menjadi animasi.

5. Input suara

Setelah menyusun adegan animasi sesuai dengan skrip, selanjutnya adalah memberikan audio.s Rekaman suara skrip yang sudah ada dimasukkan sesuai dengan adegan pada video animasi, lalu dimasukkan juga background music supaya lebih menarik dan tidak membosankan.

6. Render animasi

Setelah input suara adalah rendering animasi yang telah disusun menjadi sebuah video dengan kualitas resolusi 720. Rasio tinggi dan lebar layar video pembelajaran dikembangkan peneliti adalah 16 : 9.

7. Unggah video ke *YouTube*

Video animasi yang sudah jadi kemudian diunggah ke YouTube untuk memudahkan peserta didik ketika mengakses video pembelajaran. Ketika mengunggah video subtitle/ sub judul diperbaiki jika tidak sesuai dengan narasi. Pengaturan publikasi video pembelajaran dapat dilihat oleh umum.

Pengembangan (Development)

Tahap pengembangan merupakan tahap peneliti mulai membuat media pembelajaran video animasi yang sudah didesain. Pengembangan diawali dengan membuat karakter animasi menggunakan aplikasi adobe photoshop. Merekam suara untuk menjelaskan materi proses metabolisme. Jika karakter dan suara narator sudah sedia maka tahap berikutnya adalah menggerakan karakter. Setelah itu karakter animasi yang sudah menjadi video animasi yang utuh. Berikutnya suara narator disesuaikan dengan kecepatan transisi animasi. Video animasi terdapat 5 bagian meliputi enzim, anabolisme dibagi menjadi 2 bagian yaitu respirasi aerob dan respirasi anaerob. Katabolisme terbagi menjadi dua bagian yaitu reaksi gelap dan reaksi terang. Masing – masing video diupload ke YouTube. Setelah materi diupload ke YouTube, video animasi masing – masing di cek kembali untuk membenarkan subtitle yang terdapat kata tidak sesuai dengan narator.

Produk yang sudah jadi berikutnya peneliti melakukan validasi untuk menguji validitas media video animasi dengan ahli media dan ahli materi. Selain itu validasi dengan praktisi yaitu guru biologi SMA. Validasi data untuk mengetahui kelayakan media dan kepraktisan untuk memahami materi proses metabolisme berdasarkan kompetensi dasar. Validasi dilakukan dengan penilaian menggunakan lembar validasi yang berisi soal pertanyaan dengan penilaian skala 1 – 4 dilengkapi dengan kisi – kisi rubrik penskoran validasi. Hasil validasi akan digunakan untuk mengolah data dan analisis data. Selain itu validator diminta kesediaannya untuk memberikan komentar dan saran untuk perbaikan media pembelajaran video animasi.

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan kedua jenis analisis yaitu kualitatif dan kuantitatif. Data hasil wawancara kebutuhan analisis menggunakan kuesioner pertanyaan berupa kualitatif. Analisis data kualitatif pada penelitian adalah merangkum jawaban wawancara dengan lima guru biologi ditabulasi berdasarkan perangkat pembelajaran, materi pembelajaran, kondisi pembelajaran dan media pembelajaran. Masing – masing aspek dicari perbedaan dan persamaan jawaban. Persamaan jawaban yang mendesak dan dianggap sulit oleh guru diangkat peneliti sebagai dasar penelitian. Hasil tabulasi data analisis kebutuhan dapat dilihat pada tabel 4.1.

Setelah mengetahui hasil analisis kebutuhan peneliti melakukan pengembangan produk. Hasil pengembangan produk divalidasi oleh guru dan ahli media maupun materi. Penilaian tersebut dihasilkan dari lembar validasi aspek media dan materi dalam bentuk data kuantitatif. Masing – masing angket lembar validasi baik aspek media maupun aspek materi dijumlah kemudia dirata – rata. Hasil rata – rata masing

– masing angket dijumlah dan dirata – rata sehingga memperoleh angka penilaian produk dari aspek materi dan media untuk memperoleh penilaian gabungan. Angket data kuantitatif diperoleh dari total skor rata - rata penilaian validator kemudian total skor tersebut akan dirata – rata dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Rata – rata} = \sum XN$$

$\sum X$ = Total skor

N= Jumlah pertanyaan kuesioner

Kemudian untuk penilaian skor angket gabungan aspek materi dan media dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Rata – rata} = \sum X1+X2N$$

X_1 = Rerata Skor Aspek Materi

X_2 = Rerata Skor Aspek Media

N= Jumlah aspek validasi

Hasil perhitungan kemudian digunakan dalam penentuan kelayakan media berdasarkan kriteria kelayakan dan keefektifan produk menggunakan skala likert menurut Sugiyono (2016) dengan ketentuan sebagai berikut:

Tabel 1.Skala likert

Interval Skor	Kategori
$3,25 < x \leq 4$	Sangat Baik (SB)
$2,50 < x \leq 3,25$	Baik (B)
$1,75 < x \leq 2,50$	Kurang Baik (KB)
$1 < x \leq 1,75$	Sangat Kurang Baik

Komentar dan masukan validator dianalisis dengan merekap berdasarkan masing – masing validator. Rekapitulasi masing – masing validator ditabulasi untuk mendapatkan kesamaan masukan dan komentar antara validator. Hal ini untuk mempermudah peneliti merevisi produk. Setelah masukan dan dan komentar validator sudah direkap peneliti merevisi produk.

Hasil dan Pembahasan

Analisis Kebutuhan

Hasil analisis kebutuhan sebagian besar permasalahan merujuk pada video pembelajaran berbasis animasi yang dapat menunjang pemahaman peserta didik mengenai materi yang abstrak. Perlu adanya video pembelajaran yang mampu meningkatkan pemahaman siswa dan motivasi peserta didik untuk mempelajari materi ketika pembelajaran jarak jauh maupun tatap muka secara langsung. Sebagian besar guru menggunakan media pembelajaran untuk jarak jauh melalui whatsapp group, *google classroom, zoom* dan *google meet*. Sehingga keterbatasan waktu tidak dapat menjelaskan materi yang abstrak memerlukan penjelasan yang detail untuk memahamkan konsep.

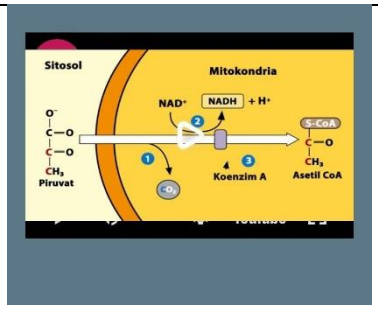
Media pembelajaran video animasi memiliki desain menarik daripada membaca buku sehingga meningkatkan kemauan belajar peserta didik. Audio dan visual dalam animasi mempermudah pemahaman materi terlebih pada materi

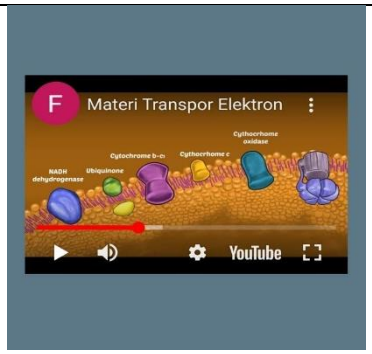
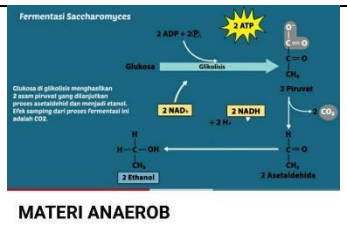
metabolisme terdapat konsep dasar reaksi kimia yang abstrak. Meskipun terdapat berbagai media pembelajaran dalam bentuk buku atau modul, namun berbagai materi abstrak tetap menjadi kendala peserta didik untuk memahami konsep secara keseluruhan. Sehingga pendidik perlu mengembangkan media pembelajaran yang berbasis video animasi untuk meningkatkan pemahaman peserta didik terutama ketika pembelajaran jarak jauh. Oleh karena itu, guru antusias dalam pengembangan media pembelajaran dalam bentuk video animasi. Guru berharap media pembelajaran animasi dapat meningkatkan pemahaman peserta didik dan mempermudah pembelajaran biologi yang abstrak pada proses metabolisme.

Pengembangan Produk Awal

Setelah melakukan analisis kebutuhan peneliti melakukan pengembangan produk awal. Pengembangan produk awal dimulai dengan merancang jenis video animasi dan isi dari video animasi. Jenis video animasi yang dikembangkan adalah video instruksional. Video animasi berisi rangkaian karakter untuk menggambarkan ilustrasi proses metabolisme. Video animasi jenis instruksional disebut juga dengan video tutorial karena memuat informasi langkah – langkah memahami materi. Video yang memuat informasi tentang pembelajaran, maka video animasi tergolong dalam video pembelajaran.

Tabel 2. Hasil Pengembangan Produk

No.	Judul Video	Tampilan Video Pembelajaran	Durasi	Link
1.	Enzim		10.02 menit	https://youtu.be/o1aboDjYIqw
2.	Glikolisis		14.02 menit	https://youtu.be/nt5UwgCqShA
3.	Dekarbosilasi Oksidatif		1.30 menit	https://youtu.be/VxzGDMBQbBQ

4.	Siklus Krebs		07.03 menit	https://youtu.be/JSfnuyfUv4A
5.	Transport Elektron		10.03 menit	https://youtu.be/J5oqDGpL7IA
6.	Anaerob	 MATERI ANAEROB	3.30 menit	https://youtu.be/eMGnKlATRO4
7.	Fotosintesis		2.08 menit	https://youtu.be/ifpNka5nTJc
8.	Kemosintesis		3.09 menit	https://youtu.be/HONxzVCGeHc

Validasi Produk

1. Validasi Media

Validasi produk video pembelajaran berbasis animasi aspek media berkaitan dengan tampilan animasi dan audio atau suara narator. Validasi media dilakukan oleh 2 guru biologi pengampu yaitu validator 1 dan 2 dari SMA A dan B, serta 1

dosen ahli media yaitu validator 3. Berdasarkan hasil penilaian tiga validator video pembelajaran animasi sudah baik untuk dijadikan media pembelajaran bagi peserta didik yang kurang antusias belajar menggunakan buku. Tampilan gambar disertai penjelasan membangkitkan motivasi peserta didik dibandingkan dengan membaca buku yang sulit dipahami. Hasil validasi dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

2. Validasi Materi

Validasi produk video pembelajaran berbasis animasi berkaitan dengan kesesuaian video pembelajaran materi proses metabolisme dengan kompetensi dasar. Kesesuaian materi tersaji melalui media pembelajaran video animasi yang dikemas dengan menarik dan mudah dipahami. Terdapat 3 validator materi yaitu 2 guru biologi yaitu validator 1 dari SMA A), validator 2 dari SMA B dan dosen sebagai ahli materi yaitu validator 4. Validasi media oleh 2 guru biologi dan validator 4 sebagai ahli media. Secara keseluruhan isi materi pada materi video animasi sudah sesuai dengan kompetensi dasar 3.2. proses metabolisme dan konsep materi mudah dipahami. Penjelasan menggunakan bahasa baku dan efektif. Hasil validasi aspek materi dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Validasi Ahli Media

Validator	Rata – rata Skor	Kategori
Validator 1	3, 4	Sangat Baik
Validator 2	3,8	Sangat Baik
Validator 4	3,5	Sangat Baik
Rerata skor	3,5	Sangat Baik

Tabel 4. Tabel Saran Validator Ahli Media

No.	Validator	Aspek	Saran Validator
1.	Validator I	Suara Narator	Pengucapan artikulasi, intonasi dan penekanan kurang tepat.
		Tampilan Animasi	Perlu diperbanyak karakter animasi.
2.	Validator II	Suara Narator	Bagian enzim terdapat penjelasan yang terjeda
3.	Validator III	Suara Narator	• Video enzim saat menjelaskan karakteristik enzim volumenya mulai mengecil daripada menit awalnya. Volume musik latar diperkecil dan volume narator dinaikan. • Video glikolisis: setelah menit 5an, ada penurunan volume suara.
		Ketepatan Materi	• Video Fotosintesis: Disebutkan bahwa reaksi gelap terjadi di malam hari, tolong dicek lagi bahwa reaksi gelap tidak terjadi di malam hari di semua jenis tanaman meskipun di

			tanaman CAM. Tanaman CAM hanya menyerap CO2 nya di malam hari, tetapi fotosintesis tetap berlangsung ketika ada cahaya matahari. • Video kemosintesis: cek lagi reaksi kimia nitrifikasi, seharusnya dihasilkan $2HNO_3$ kalau $3HNO_3$ jumlah atom N, H, O ruas kanan dan kiri menjadi tidak sama.

Tabel 5.Validasi Ahli Materi

Validator	Rata – rata Skor	Kategori
Validator 1	3,8	Sangat Baik
Validator 2	3,8	Sangat Baik
Validator 4	3,1	Baik

Tabel 6.Saran Validator Ahli Materi

No.	Validator	Aspek	Saran Validator
1.	Validator 1	Ketapatan Materi	Perlu perbaikan penjelasan struktur glukosa mengandung 6 atom karbohidrat diganti mengandung unsur 6 atom karbon.
		Artikulasi Narator	Pembacaan ase’ diganti ase.
2.	Validator 2	Tampilan Animasi	Diperbanyak gambar animasi dan narator menjelaskan dengan singkat.
3.	Validator 4	Ketepatan Materi	• Miskonsepsi struktur enzim antara kofaktor, koenzim dan gugus prostetik; denaturasi enzim pada suhu rendah; amonia disebut sebagai asam ammonia. • Perlu diperhatikan dalam menyebutkan kata, istilah atau rumus kimia karena kesalahan dalam menyebutkan berpotensi menimbulkan miskonsepsi, misal senyawa asetaldehida menjadi senyawa asetildehida; NH_3 menjadi NaH_3; CO_2 disebut karbon; akseptor elektron terakhir menjadi transpor elektron. • Pemilihan kata istilah perlu diperhatikan karena berpotensi menimbulkan kesalahan pemahaman siswa, misal antara inhibitor dan inhibisi; antara isomer, isomerase, isomerisasi; antara karbon, karbo dan karbohidrat; antara atom, senyawa dan gugus fungsional. • Review di akhir video 2 sudah baik tetapi sebaiknya tidak hanya review produk saja tetapi substrat dan produk. Materi

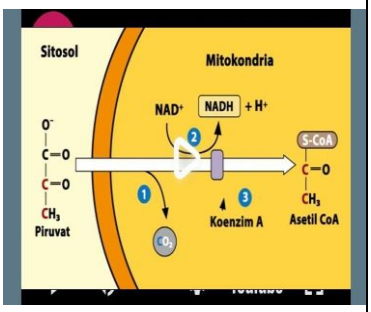
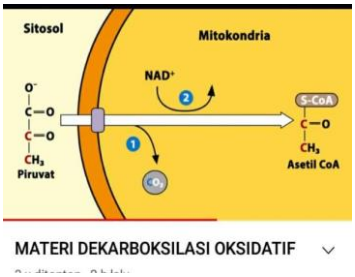
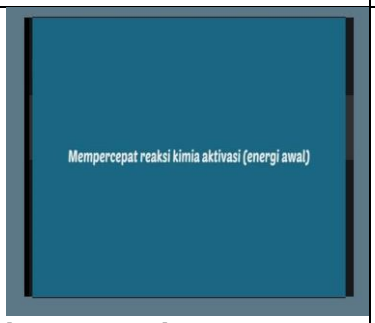
			metabolisme menekankan pada substrat, produk dan enzim.
		Tampilan Animasi	• Pemilihan gambar perlu diperhatikan karena berpotensi menimbulkan salah pemahaman siswa, misal protein terakhir menjadi pembawa piruvat. • Pemilihan ilustrasi dan contoh perlu diperhatikan penjelasannya/ detailnya, misal ilustrasi mendorong mobil untuk energi aktivasi; pepsin sebagai contoh enzim. • Pemilihan gambar perlu diperhatikan misal gambar kecocokan induksi. • Pada materi struktur ditampilkan dengan gambar dan penjelasannya secara lisan sebaiknya disertai dengan tanda yang menunjuk pada bagian yang sedang dijelaskan (misal dengan tanda panah atau lingkaran).

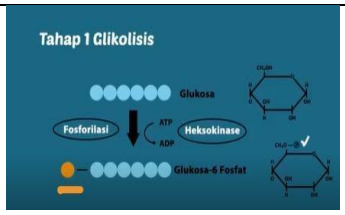
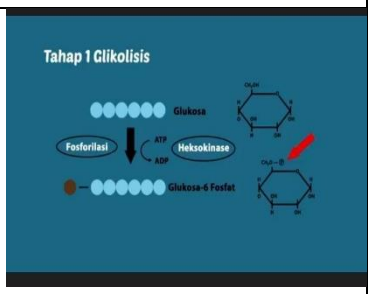
Revisi Produk

Validasi mendapatkan hasil pengukuran kelayakan video pembelajaran animasi. Selain itu tahap validasi terdapat komentar dan saran dari validator sebagai acuan merevisi media. Revisi produk berdasarkan komentar dan saran perbaikan dari seluruh validator baik dari aspek materi maupun media. Komentar dan saran perbaikan dari validator serta hasil validasi produk terdapat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 7.Revisi

Saran dan Komentar Validator	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
Suara narator lebih kecil dari pada suara musik latar penjelasan enzim menit ke lima (00.05)	https://youtu.be/xIunjjcM8Ic Sebelum direvisi video pembelajaran berjudul enzim terdapat penurunan suara pada menit ke 00.05. Pada menit kelima tersebut terdapat perbedaan suara antara sebelum dan sesudah menit ke 00.05 hingga tidak terdengar penjelasan narator atau suara narator sangat lembut.	https://youtu.be/o1aboDjYIqw Setelah direvisi penurunan suara pada menit ke 00.05 diganti dengan rekaman ulang dengan volume narator yang lebih keras dan jelas.
Suara narator sangat kecil pada penjelasan glikolisis	https://youtu.be/h1mObcv_ZlE Suara narator tidak terdengar pada penjelasan glikolisis di menit ke 05.00.	https://youtu.be/nt5UwgCqShA Suara narator pada penjelasan glikolisis di menit

menit ke (05.00)		kelima diperbaiki dengan rekaman ulang yang lebih keras.
Artikulasi isomerase pada materi glikolisis menit ke	https://youtu.be/h1mObcv_ZlE Artikulasi penyebutan isomerase narator menggunakan kata se’.	https://youtu.be/nt5UwgCqShA Rekaman ulang artikulasi e’ diganti dengan e. Sehingga penyebutan isomerase sesuai dengan kalimat artikulasi kata ilmiah yang tepat.
Ilustrasi karakter protein transport tidak tepat	 Gambar pintu transport gambar mitokondria ketika video diputar dapat berjalan masuk seiring dengan perubahan piruvat menjadi asetil Co – A.	 Gambar pintu transport elektron tidak pada mitokondria ketika diputar videonya tidak bergerak masuk sepanjang perubahan piruvat menjadi asetil Co – A.
Ilustrasi animasi kecocokan induksi tidak tepat	 https://youtu.be/xIunjjcM8Ic Sisi aktif enzim tempat untuk memasuki substrat sangat lebar.	 Sisi aktif enzim tempat untuk memasuki substrat diganti lebih kecil untuk mendetailkan penjelasan sisi aktif enzim menyesuaikan dengan substrat ketika masuk.
Penambahan karakter ilustrasi contoh dari aktivasi energy	 https://youtu.be/xIunjjcM8Ic	 Ilustrasi gambar karakter setelah revisi diberi karakter contoh dari reaksi kimia aktivasi

	Ilustrasi gambar video contoh dari reaksi kimia aktivasi sebelum direvisi hanya sebuah teks.	
Penambahan karakter penunjuk struktur senyawa tahap glikolisis	 Sebelum direvisi petunjuk gambar perubahan struktur senyawa sebuah centang (ceklist)	 Setelah direvisi penunjuk perubahan struktur senyawa diganti dengan anak panah untuk mempermudah memahami bagian struktur yang mengalami perubahan atom
Revisi ketepatan konsep materi enzim menit ke (03.27) meliputi struktur enzim, dan karakteristis enzim.	 https://youtu.be/xIunjjcM8Ic Karakteristik enzim salah konsep materi dan salah nama istilah. Kesalahan salah istilah apoenzim disebut protein. Salah konsep materi holoenzim terdiri dari apoenzim dan gugus prostetik. Gugus prostetik terdiri dari koenzim (zat organik) dan kofaktor (zat anorganik).	 Karakteristik enzim setelah direvisi nama istilah apoenzim adalah gugus protein. Holoenzim tersusun dari gugus protein adalah gugus non protein. Gugus protein terdiri dari kofaktor organik dan kofaktor anorganik. Kofaktor organik terdiri dari koenzim dan gugus prostetik.
Konsep materi tidak tepat pada video respirasi anaerob menit ke (03.02)	https://youtu.be/rki6WG0ojW8 Pernyataan materi oleh narator tidak tepat tubuh terasa capek ketika reaksi asam laktat	https://youtu.be/eMGnKlATRO4 Pernyataan narator diperbaiki dengan merekam ulang di menit ke 03.02 menjadi tubuh merasakan capek dan sakit disebabkan penimbunan asam laktat di otot
Konsep materi tidak tepat video fotosintesis	https://youtu.be/xym9MoIuQ5c Sebelum direvisi terdapat pernyataan klorofil pada bagian daun di menit ke 00.32	https://youtu.be/ifpNka5nTJc Setelah direvisi pernyataan narator diubah menjadi klorofil terdapat pada kloroplas, kloroplas

menit ke (00.32)		terdapat pada bagian tumbuhan berwarna hijau salah satunya daun
Ketepatan penggunaan istilah materi glikolisis menit ke (1.42) terdapat pernyataan “glukosa atau intra membran sel”, pernyataan karbo diganti karbon, isomerase diganti isomer.	https://youtu.be/h1mObcv_ZlE Terdapat pernyataan tidak tepat yaitu glukosa atau membran sel. Pernyataan karbo dan isomerase.	https://youtu.be/nt5UwgCqShA Setelah direvisi pernyataan intra membran sel dipotong. Pernyataan karbo diganti karbon dan isomerase diganti dengan isomer.
Ketepatan penggunaan istilah materi siklus krebs menit ke (04.41)	https://youtu.be/6JSqxKAoMzog Kesalahan penggunaan kata pelepasan atom air, pembentukan ATP dari GTP, senyawa fumarat melepaskan atom hidrogen.	https://youtu.be/JSfnuyfUv4A Kata “pelepasan atom air” diganti menjadi pelepasan senyawa air, pembentukan ATP dari GTP tahap kelima siklus krebs, pernyataan senyawa fumarat melepaskan atom hidrogen diganti fumarat melepaskan gugus hidroksil.
Penggunaan kata istilah materi transpor elektron menit ke (02.19) tidak tepat pada pernyataan “ubiquinone pembawa protein diganti ubiquinone pembawa elektron, pernyataan oksigen sebagai elektron terakhir diganti oksigen sebagai	https://youtu.be/_P_TgMLJXwk Penggunaan kata istilah tidak tepat pada pernyataan ubiquinone pembawa protein, dan pernyataan oksigen sebagai elektron terakhir.	https://youtu.be/J5oqDGpL7IA Pernyataan “ubiquinone pembawa protein diganti ubiquinone pembawa elektron, pernyataan oksigen sebagai elektron terakhir diganti oksigen sebagai akseptor terakhir.

akseptor terakhir.		
Penggunaan kata istilah tidak tepat pada materi fotosintesis menit ke (00.32) terdapat pernyataan senyawa CO_2 merupakan karbon diganti karbondioksida.	https://youtu.be/xym9MoIuQ5c Pernyataan senyawa CO2 merupakan karbon	https://youtu.be/ifpNka5nTJc Setelah direvisi pernyataan senyawa CO2 merupakan karbon diganti karbondioksida.
Kesalahan konsep bagian video kemosintesis hasil reaksi kimia	https://youtu.be/YCNorov2cyM Reaksi kimia pada siklus nitrogen senyawa 3 HNO3	https://youtu.be/HONxzVCGeHc Senyawa 3 HNO3 diganti 2 HNO3
Materi kemosintesis (02.24) terdapat kesalahan penyebutan kata istilah senyawa kimia.	https://youtu.be/YCNorov2cyM Senyawa kimia NH3 asam amonia	https://youtu.be/HONxzVCGeHc Senyawa kimia NH3 asam amonia diganti ammonia
Materi kemosintesis (02.51) terdapat kesalahan penulisan senyawa kimia	https://youtu.be/YCNorov2cyM Senyawa NaH3 tidak tepat	https://youtu.be/HONxzVCGeHc Setelah direvisi senyawa NaH3 diganti dengan NH3
Ketepatan penggunaan bahasa bagian video enzim menit ke (06.47)	https://youtu.be/xIunjjcM8Ic Pernyataan memiliki pH dan pernyataan sitosol terdapat senyawa glukosa.	https://youtu.be/nt5UwgCqShA Setelah direvisi pernyataan memiliki pH diganti bekerja pada pH, “tahap glikolisis pada sitosol terdapat senyawa glukosa” kata terdapat diganti melibatkan.
Penggunaan bahasa materi	https://youtu.be/8B0nDcLqqYc	https://youtu.be/VxzGDMBQbBQ

dekarboksilasi oksidatif menit ke (00.25) tidak tepat.	Pernyataan dekarboksilasi oksidatif terdapat dua asam piruvat.	Pernyataan dekarboksilasi oksidatif terdapat dua asam piruvat diganti melibatkan 2 asam piruvat.
Penggunaan bahasa tidak tepat bagian video materi siklus krebs menit ke (07.01) terdapat pernyataan 1 asetil Co – A dihasilkan 3 NADH diganti 1 asetil Co – A menghasilkan 3 NADH.	https://youtu.be/6JSqxKAoMzo Terdapat pernyataan 1 asetil Co – A dihasilkan 3 NADH	https://youtu.be/JSfnuyfUv4A Pernyataan 1 asetil Co – A dihasilkan 3 NADH diganti 1 asetil Co – A menghasilkan 3 NADH.

Pembahasan

Produk yang telah direvisi oleh peneliti menjadi produk final sebagai media pembelajaran materi proses metabolisme. Perubahan produk setelah direvisi diantaranya tampilan dan suara. Hal ini karena karakter animasi yang dibuat peneliti belum tepat. Selain itu, narasi penjelasan yang disampaikan peneliti juga tidak tepat. Berikut ini merupakan produk akhir yang sudah direvisi.

Tabel 8.Produk Akhir Video Pembelajaran

No	Sub Materi	Sub Materi	Durasi Video	Link Video
1.	Enzim	Enzim	10.02 menit	https://youtu.be/o1aboDjYIqw
2.	Glikolisis	Katabolisme	14.02 menit	https://youtu.be/nt5UwgCqShA
3.	Dekarboksilasi oksidatif	Katabolisme	01.30 menit	https://youtu.be/VxzGDMBQbBQ
4.	Siklus krebs	Katabolisme	07.36 menit	https://youtu.be/JSfnuyfUv4A
5.	Transport Elektron	Katabolisme	10.03 menit	https://youtu.be/J5oqDGpL7IA
6.	Respirasi Anaerob	Katabolisme	03.30 menit	https://youtu.be/eMGnKlATRO4

7.	Fotosintesis	Anabolisme	02.58 menit	https://youtu.be/ifpNka5nTJc
8.	Kemosintesis	Anabolisme	03.09 menit	https://youtu.be/HONxzVCGeHc

Komentar dan saran masukan dari validator sebagai dasar peneliti merevisi produk. Berikut ini penjelasan aspek yang dikomentar dan diberi saran oleh validator mengenai video pembelajaran animasi.

1. Suara

Komentar dan masukan dari validator mengenai suara (audio) meliputi suara narator, suara musik, intonasi dan artikulasi. Penjelasan materi bagian enzim menit kelima volume suara narator lebih kecil dibandingkan dengan suara musik latar. Sehingga volume suara musik latar harus diatur ulang menjadi lebih kecil dibandingkan dengan suara narator. Hal tersebut dapat mengganggu pengguna video animasi ketika mendengarkan penjelasan materi. Penjelasan glikolisis menit kelima suara narator volume mengalami penurunan. Sehingga perlu rekaman ulang menambah volume suara bagian tersebut menyesuaikan volume sebelum dan sesudah pada bagian menit tersebut. Volume suara tidak stabil membuat pengguna terganggu harus menambah volume dan kemudian menurunkan kembali. Penyebab volume suara narator tidak stabil karena merekam suara di waktu yang berbeda. Selain itu terdapat artikulasi kurang sesuai pada pengucapan kata istilah isomerase pengucapan se pada i – so – me – ra – se adalah se’.

Audio sangat mempengaruhi kualitas video pembelajaran. Kejelasan suara narator pada video pembelajaran sangat penting karena berkaitan dengan kenyamanan pengguna untuk memahami pembelajaran. Video pembelajaran berbasis animasi didominasi video dan audio. Maka audio merupakan aspek utama yang harus diperhatikan dalam pengembangan video pembelajaran. Menurut Romadhona dkk (2014), media audio visual yaitu jenis media yang selain mengandung unsur suara gambar yang bisa dilihat, misalnya rekaman video, berbagai ukuran film. Media audio visual akan menjadikan penyajian bahan ajar kepada siswa semakin lengkap dan optimal.

2. Tampilan Animasi

Komentar dan saran dari validator tampilan animasi perlu diperbaiki adalah karakter transport membran. Ilustrasi animasi dalam video pembelajaran protein transport pembawa piruvat bergerak maju menuju mitokondria. Komentar dari validator perbaikan karakter protein transport tersebut diilustrasikan sebagai pintu masuk yang terletak di membran mitokondria dan protein transport tersebut tidak ikut bergerak masuk ke dalam mitokondria. Ilustrasi visual pada video pembelajaran animasi sangat penting sebagai media pendukung utama untuk menerima informasi. Jika ilustrasi visual pada video animasi tidak sesuai dengan dapat menimbulkan kesalahan konsep pemahaman materi. Pernyataan tersebut didukung oleh pendapat Sartika dkk (2022), mengemukakan bahwa video pembelajaran dirancang sistematis menyesuaikan dengan kurikulum yang berlaku baik dari konsep maupun teori aplikasi pengetahuan sehingga peserta didik

mencermati materi lebih menarik dan meningkatkan pemahaman. Maka video pembelajaran berbasis animasi diperbaiki dengan menyesuaikan materi yang tepat.

Animasi teori kecocokan induksi ilustrasi gerakan tidak sesuai dengan pernyataan narator. Narator menyatakan bahwa pada teori kecocokan induksi terdapat penyesuaian antara enzim dengan ukuran substrat. Gerakan animasi teori kecocokan induksi pada video yang dikembangkan peneliti tidak menunjukkan ada penyesuaian antara enzim dengan ukuran substrat seperti yang dijelaskan oleh narator. Sehingga karakter animasi teori kecocokan induksi perlu diganti dengan gerakan yang sama dengan narasi. Audio dengan visual pada video pembelajaran harus sesuai. Apabila animasi tidak sama dengan narasi (suara *narrator)* menimbulkan pertanyaan kebenaran antara audio dan video. Kebingungan tersebut dapat menyebabkan menurunkan pemahaman peserta didik. Hal ini sesuai pernyataan Riyana (2007) menyatakan bahwa, video pembelajaran memiliki karakteristik yang representasi isi, yaitu materi harus disimulasikan atau didemonstrasikan dengan jelas supaya mempermudah peserta didik memahami materi.

Penjelasan karakteristik enzim sebagai aktivasi energi dalam video dengan contoh ilustrasi seseorang yang mendorong mobil dengan jumlah orang banyak dan sedikit. Contoh ilustrasi dalam video animasi yang dikembangkan peneliti hanya bentuk teks pada frame. Informasi kurang tersampaikan jika karakter visual hanya berupa teks tidak disertai karakter yang mengilustrasikan penjelasan narator. Lebih mudah dipahami jika disertai ilustrasi dalam bentuk gambar/ karakter mobil yang didorong oleh orang banyak dan sedikit. Penambahan karakter dapat meningkatkan pemahaman dan meningkatkan motivasi. Pernyataan tersebut didukung oleh Ramdani (2021) menyatakan bahwa manfaat animasi digunakan sebagai media pembelajaran menampilkan objek yang memuat gagasan/ pikiran, menjelaskan konsep yang sulit dan menarik perhatian dengan adanya pergerakan dan suara. Roh utama pengembangan video pembelajaran berbasis animasi adalah karakter yang dapat mendukung pemahaman materi.

Komentar validator berikutnya bagian penjelasan glikolisis perlu ditambah tanda pada struktur senyawa yang dijelaskan narator. Tahap glikolisis merupakan serangkaian reaksi biokimia oksidasi glukosa menjadi piruvat. Penjelasan tahap glikolisis dijelaskan secara bertahap mencakup rumus senyawa, struktur senyawa, enzim, dan hasil produk. Tahap glikolisis dijelaskan dengan bagan struktur secara bertahap. Pada video pembelajaran yang dikembangkan peneliti bagan struktur glikolisis dijelaskan bertahap dengan animasi dan audio. Perubahan struktur senyawa setiap tahap jika tidak disertai petunjuk bagian struktur senyawa yang berubah maka peserta didik kesulitan memahami konsep reaksi biokimia yang dijelaskan. Gerakan animasi membantu memahamkan materi yang perlu dijelaskan detail. Pernyataan tersebut didukung oleh Ramdani (2021) menyatakan bahwa, animasi digunakan sebagai media pembelajaran memiliki manfaat menjelaskan konsep abstrak menjadi konkrit. Maka pada video pembelajaran yang menjelaskan materi bersifat abstrak perlu penjelasan visual yang detail untuk memudahkan peserta didik memahami.

3. Ketepatan Materi

Komentar dan saran dari validator ketepatan konsep materi perlu diperbaiki penjelasan struktur enzim antara kofaktor, koenzim, dan gugus prostetik. Video animasi dijelaskan bahwa enzim (holoenzim tersusun dari kumpulan protein (apoenzim) yang akan diaktifkan oleh gugus prostetik yang terdiri dari koenzim (zat organik) dan kofaktor (zat anorganik). Berdasarkan masukan dari validator struktur enzim yang tepat adalah holoenzim tersusun dari protein (apoenzim) dan gugus non – protein (kofaktor). Kofaktor digolongkan menjadi 2 yaitu kofaktor organik dan kofaktor anorganik. Kofaktor anorganik dapat digolongkan menjadi dua yaitu kofaktor organik yang terikat kuat dengan apoenzim (gugus prostetik), kofaktor organik yang terikat tidak permanen (koenzim).

Pernyataan narator mengenai karakteristik enzim pada suhu rendah akan mengalami denaturasi tidak tepat. Berdasarkan masukan dari validator enzim mengalami denaturasi pada suhu yang lebih tinggi daripada batas toleransi suhu aktif enzim. Kinerja enzim pada suhu rendah tidak mengalami kerusakan tetapi mengalami inaktif. Enzim memiliki pH berbeda tergantung tempat yang menghasilkan enzim. Pernyataan tersebut tidak tepat karena tempat enzim dihasilkan dan tempat enzim bekerja belum tentu sama. Enzim bekerja sangat bergantung pada pH tempat enzim bekerja.

Kesalahan konsep materi pada video pembelajaran harus dibenarkan karena dapat menimbulkan kesalahan konsep pemahaman peserta didik. Apabila isi materi dari video pembelajaran tidak tepat nilai kegunaan dari video pembelajaran tidak maksimal. Terutama pada materi sains yang bersifat pasti harus sesuai dengan teori dan konsep yang benar pada buku atau sumber referensi yang benar. Sartika (2022) menyatakan bahwa, video pembelajaran dirancang sistematis menyesuaikan dengan kurikulum yang berlaku baik dari konsep maupun teori aplikasi pengetahuan untuk sehingga peserta didik mencermati materi pelajaran dengan mudah, menarik dan meningkatkan pemahaman.

Komentar dan masukan validator mengenai ketepatan materi selanjutnya penggunaan kata istilah pada proses metabolisme. Narator menyatakan bahwa glukosa atau intra membran sel. Pernyataan tersebut tidak tepat karena sitosol tidak bersinonim dengan intramembran seluler. Maka pernyataan narator intra membran seluler dihilangkan atau dipotong.

Pernyataan glukosa memiliki jumlah 6 karbohidrat. Pernyataan yang tepat glukosa adalah senyawa karbohidrat memiliki 6 atom karbon. Narator menyebutkan atom karbon harus diganti dengan kata karbon. Kalimat pernyataan narator isomerase memiliki rumus senyawa yang sama kurang tepat harus diganti dengan kata isomer karena isomerase merupakan enzim.

Video pembelajaran animasi materi siklus krebs terdapat pernyataan “pelepasan atom air”. Pernyataan tersebut tidak tepat karena air merupakan senyawa bukan atom. Kemudian pada tahap kelima siklus krebs pembentukan ATP berasal dari GTP yang mentransfer GDP. Pernyataan senyawa fumarat melepaskan atom hidrogen dan atom hidroksil. Pernyataan tersebut tidak tepat karena hidroksil adalah gugus fungsional. Maka lebih tepat disebut gugus hidroksil, bukan atom hidroksil.

Video pembelajaran animasi bagian transpor elektron terdapat pernyataan *ubiquinone* membawa protein kurang tepat. Pernyataan yang tepat *ubiquinone*

adalah pembawa elektron. Masukan dari validator pernyataan yang tepat adalah ubiquinone pembawa elektron. Pernyataan oksigen sebagai elektron terakhir tidak tepat. Berdasarkan masukan dari validator pernyataan yang tepat adalah oksigen sebagai akseptor terakhir. Pernyataan pada video respirasi anaerob tubuh terasa capek dan sakit ketika mengalami reaksi asam laktat. Pernyataan ini kurang tepat karena rasa capek dan sakit disebabkan penimbunan asam laktat di otot bukan karena reaksi asam laktat.

Video animasi penjelasan fotosintesis terdapat pernyataan klorofil terdapat pada bagian daun. Pernyataan tersebut kurang tepat karena bagian tumbuhan selain daun tampak berwarna hijau mengandung klorofil. Contohnya pada bagian batang muda mengandung klorofil yang berperan membantu tumbuhan melakukan fotosintesis. Berdasarkan masukan validator pernyataan yang tepat adalah pada kloroplas terdapat. Kloroplas terdapat pada bagian tumbuhan berwarna hijau, salah satunya pada daun. Kemudian pada pernyataan senyawa CO_2 merupakan karbon. Hal tersebut tidak tepat karena CO_2 merupakan karbon dioksida.

Hasil reaksi nitrifikasi 3 HNO_3 tidak tepat karena jumlah atom N, H dan O ruas kanan dan kiri tidak sama, maka hasil reaksi nitrifikasi yang tepat adalah 2 HNO_3. Kemudian disebutkan bakteri senyawa NH_3 dengan nama asam amonia. Penyebutan nama senyawa tersebut kurang tepat. Karena NH_3 bersifat basa sehingga penyebutan yang tepat adalah senyawa amonia. Dituliskan senyawa amonia dengan rumus senyawa 2 NaH_3. Penulisan rumus senyawa tersebut tidak tepat, penulisan senyawa amonia yang tepat adalah NH_3.

Ketepatan istilah pada penjelasan materi harus diperhatikan karena terdapat beberapa kata istilah pada biologi yang mirip namun memiliki makna yang berbeda. Kata istilah tidak tepat dapat menimbulkan penafsiran yang salah menurut teori atau materi yang tepat. Menurut Riyana (2007) video pembelajaran terdapat karakteristik kejelasan pesan. Pesan dalam video pembelajaran mengandung informasi dan pesan lebih bermakna. Informasi dan pesan dapat diterima secara utuh dan tersimpan dalam memori peserta didik.

4. Penggunaan Bahasa

Komentar dan masukan dari validator video animasi materi enzim terdapat pernyataan “enzim memiliki pH”. Kata memiliki tidak tepat karena pada dasarnya enzim tidak memiliki pH. pH pada enzim berpengaruh mempercepat aktivitas enzim mengkatalis suatu reaksi. Maka lebih tepat jika kalimat pernyataan diubah menjadi “enzim bekerja pada pH”.

Kata yang tidak tepat pada pernyataan narator video penjelasan glikolisis yaitu “tahap glikolisis pada sitosol terdapat senyawa glukosa”. Kata terdapat diubah dengan kata melibatkan karena senyawa glukosa merupakan substrat yang digunakan dalam proses glikolisis. Kata terdapat menjelaskan sitosol memiliki glukosa tetapi tidak menunjukan peran dari senyawa glukosa.

Penjelasan dekarboksilasi oksidatif pada menit ke 0.25 narator menyatakan “proses dekarboksilasi oksidatif terdapat dua asam piruvat untuk dijadikan asetil koenzim A”. Kata terdapat tidak tepat karena kata terdapat mengindikasikan 2 asam piruvat berada di tempat berlangsungnya dekarboksilasi oksidatif yaitu matriks mitokondria. Akan tetapi asam piruvat yang digunakan pada tahap dekarboksilasi oksidatif yang berasal dari tahap glikolisis. Maka lebih tepat jika kata terdapat

diganti dengan kata melibatkan sehingga menjadi kalimat yang berbunyi “Proses dekarboksilasi oksidatif melibatkan 2 asam piruvat”. Komentar dan masukan dari validator pada video materi siklus krebs terdapat pernyataan 1 asetil Co – A dihasilkan 3 NADH. Saran perbaikan dari validator kata dihasilkan dengan menghasilkan.

Penyampaian narasi dalam video pembelajaran menggunakan bahasa lisan yang perlu diperhatikan pemilihan kata. Apabila kata yang diucapkan tidak tepat dapat menimbulkan kesalahan makna bagi pendengar. Kesalahan makna menyebabkan materi yang tepat tidak tersampaikan hingga kesalahan konsep materi. Menurut Sanjaya (2009) dalam bahasa lisan perlu memperhatikan tata bahasa, kosa kata dan lafal pengucapan. Penggunaan kata yang tepat dalam penjelasan materi akan tersampaikan dengan benar.

Revisi berdasarkan komentar dan masukan validator dapat meningkatkan fungsi video pembelajaran berbasis animasi sebagai media pembelajaran. Video pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman dan motivasi peserta didik dengan bantuan tampilan yang menarik dan motivasi peserta didik. Khairani (2019) menyatakan video pembelajaran jika dirancang dengan baik, media tersebut berperan efektif untuk menyampaikan informasi dan pengetahuan peserta didik. Menurut Pakpahan (2020) fungsi media pembelajaran adalah menumbuhkan motivasi peserta didik, penguasaan materi lebih memungkinkan bahan pengajaran dapat diakses secara berulang dan metode belajar lebih bervariasi tidak hanya dalam bentuk tulisan.

Peserta didik dapat mengakses video pembelajaran dengan mudah, efektif, dan nyaman. Media pembelajaran yang mendukung belajar dapat meningkatkan kemampuan kognitif peserta didik untuk mempersiapkan diri dalam mengelola pengetahuan. Menurut Jean Piaget dalam Hapudin (2011) belajar adalah proses pengolahan informasi untuk membangun pengetahuan secara mandiri. Pentingnya pendidik untuk mempersiapkan media pembelajaran berbasis multimedia yang efektif menggunakan teknologi bersifat edukatif. Menurut Istiyanti (2011), pembelajaran dengan media multimedia dapat diartikan bahwa aplikasi multimedia yang digunakan dalam proses pembelajaran untuk menyampaikan pesan (pengetahuan, keterampilan dan sikap) dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan kemauan belajar yang sesuai dengan tujuan pembelajaran.

Video pembelajaran berbasis animasi dikembangkan peneliti mendukung kegiatan pembelajaran *discovery learning* tahap pengumpulan data. Tahap pengumpulan data guru menuntun peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang relevan sebagai sarana untuk menjawab pertanyaan dari hipotesis yang dirumuskan. Informasi yang dikumpulkan berupa data melalui studi literatur, membaca referensi yang relevan dan melakukan uji coba. Melalui penjelasan video pembelajaran animasi proses metabolisme membedakan pengetahuan materi metabolisme dengan permasalahan yang dihadapi secara langsung.

Keterbatasan Pengembangan

1. Video pembelajaran tidak dapat interaksi langsung dengan siswa.
2. Video pembelajaran hanya digunakan dalam pemahaman konsep materi, tidak dapat digunakan pada materi bersifat eksperimen.
3. Pengaturan *subtitle* di *YouTube* tidak dapat diatur untuk menulis subskrip rumus kimia.

4. Penunjuk video pada perubahan struktur senyawa bagian glikolisis tidak ada, sehingga harus dijelaskan secara lisan.

Kesimpulan

1. Pengembangan video pembelajaran berbasis animasi menggunakan *software adobe photoshop* untuk membuat karakter dan *adobe after effect* untuk menggerakan karakter. Tahap meliputi penentuan karakter, membuat narasi, merekam suara, input suara, render video dan mengunggah (upload) di YouTube. Video pembelajaran terdapat 3 bagian sub materi yang dijelaskan meliputi enzim, katabolisme, dan katabolisme. Dua sub bab materi dibagi menjadi beberapa bagian video. Dua sub bab tersebut katabolisme dan anabolisme. Katabolisme terdiri dari respirasi aerob dan anaerob. Respirasi anaerob terdiri dari tahap glikolisis, dekarboksilasi oksidatif, siklus krebs dan transport elektron. Proses anaerob terdiri dari fermentasi alkohol dan asam laktat. Anabolisme terdiri dari proses fotosintesis dan kemosintesis.
2. Hasil validator pengembangan video pembelajaran berbasis animasi layak digunakan dengan rerata skor validasi 3,5 aspek media dan 3,6 aspek materi. Hasil skor rerata gabungan adalah 3,5 termasuk kategori sangat baik dengan revisi masukan dan catatan dari validator.

Daftar Pustaka

Adjie, G. B. (2020). Pistiengembngan E- Modul Interaktif Berbasis Web pada Materi Proses Metabolisme Kelas XII, Skripsi FKIP, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.

Branch, R. M. (2009). Instructional Design The ADDIE Approach. London: Springer Science Business & Media.

Dzihthauli & Susilowati.(2012). Pengembangan Media Video Animasi pada Materi Lapisan Bumi Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) bagi Siswa Kelas VII DI SMP Negeri 1 Surabaya. *Jurnal Pengembangan* Video Pembelajaran, 1 (1), 2 – 5.

Hapudin, M. S. (2021). *Teori Belajar dan Pembelajaran.* Jakarta: Kencana.

Hasan, M., Milawati., Darodjat., Harahap, T. K., Tahrim, T. Anwari, A. M., Masdiana., Indra, I. M.(2021). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Tahta Media Group.

Hidayatullah, P., Akbar, M. A & Rahim, Z. (2011). *Animasi Pendidikan Menggunakan Flash*. Bandung: Informatika.

Khairani, M., Sutisna & Suyanto, S. (2019). Studi - Meta Analisis Pengaruh Video Pembelajaran Terhadap Hasil Pembelajaran Peserta Didik. *Jurnal Biolukus*, 2 (1), 164.

Pembelajaran pada Pendidikan Dasar dan Menengah. Peraturan Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 103 Tahun 2014 (2014). https://pgsd.uad.ac.id/wp-content/uploads/lampiran-permendikbud-no 103-tahun-2014.pdf

Nurmaningsih, S., Jamaludin, D. J. (2013). Peningkatan Media Animasi Biologi dan Efektivitasnya terhadap Peningkatan Minat serta Hasil Belajar

Siswa SMA Negeri 7 Mataram. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 1 (1), 8 – 9.

Panggabean, S., Widyastuti, A., Damayanti, W. K., Nurtanto, M., Subakti, H., Kholifah, N., Chamidah, D., Sianipar, L. K., Ardiana, D. P. Y., Purba, F. J., Cecep. H. (2021). *Konsep dan Strategi Pembelajaran*. Medan : Yayan Kita Menulis.

Ramdani, P.(2021). *Media Pembelajaran Animasi*. Sukabumi: Farha Pustaka.

Riyana, C. (2007). *Pedoman Pengembangan Media Video*. Jakarta: P3AI UPI.

Romadhona, W., Djahrir, Y., Barlian, I. (2014). Pengaruh Media Audio Visual Berbasis Animasi terhadap Motivasi Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Ekonomi di SMA Negeri 6 Palembang. *Jurnal Profit*, 1 (2), 3.

Sakdiah, H. (2022). *Video Animasi sebagai Media Pembelajaran Virtual di Masa Pandemi Covid 19*. Bandung: Media Sains Indonesia.

Sanjaya, W. 2015. *Sistem Pembelajaran.* Jakarta: Kencana.

Sartika, F., Desriwita, E., Ritona, M. 2020. Sartika Humanika, *Jurnal Kajian Ilmiah Mata Kuliah Umum*, 2 (2), 119.

Satra, O. A., Ahzan, S., Fuaddunazmi, M. 2016. Development of Learning.

Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitaitif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Media Using Adobe After Effect in Dynamics Electricity Subject Matter. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 4 (1), 34 - 36.

Suheri, A. 2006. *Animasi Multimedia Pembelajaran*. Jakarta: Elec Media Kompitundo.

Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah. Peraturan Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2016 (2016). http://repositori.kemdikbud.go.id/4790/2/Permendikbud_Tahun2016_Nomor 22_Lampiran.pdf.

Pakpahan, A. F., Ardiana, D. P. Y., Mawati, A. T., Wagiu, E. B., Simarmata, J., Mansyur, M. Z., Lli, A., Purba, Bonaraja., Chamidah, D. Kaunang, F. J., Jamaludin., Iskandar, A. 2020. *Pengembangan Media Pembelajaran*. Medan: Yayasan Kita Menulis.

Yusuf, M. M., Amin, M., Nugrahaningsih. 2017. Developing of Instructional Media – Based Animation Video Video on Enzyme and Metabolism Material in Senior High School. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 3 (3), 255.

http://e-conf.usd.ac.id/USDB
Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

VISUALIZATION OF A ROTATING MAGNETIC FIELD ON AC MOTOR USING GEOGEBRA

Djoko Untoro Suwarno[1*]
[1]*Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta 55282, Indonesia*
**Email : joko_unt@usd.ac.id*

Abstract

In studying how an AC motor works, students often have difficulty understanding it because the AC motor rotates quite fast and there is no visible magnetic field driving it. This study aims to visualize the rotating magnetic field on an AC motor using GeoGebra. GeoGebra is an application for mathematical calculations and mathematical visualization. The visualizations include visualization of rotating magnetic fields for split-phase AC motors and 3-phase AC induction motors. The direction of the rotor is determined by the magnetic field vector that rotates in the stator coil section. The results were obtained in the form of Construction on GeoGebra to display the resultant vector of the coil and indicate the direction of the rotor. The motion of the rotor can be seen step by step and the movement can be slowed down or accelerated using the slider. The direction of rotation can be changed by changing the order of excitation in the coil.

Keywords: GeoGebra, Rotating Magnetic Field, Split Phase AC Motor, Three Phase Motor, Visualization

VISUALISASI MEDAN MAGNET BERPUTAR PADA MOTOR AC MENGGUNAKAN GEOGEBRA

Djoko Untoro Suwarno[1*]
[1]*Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta 55282, Indonesia*
**Email : joko_unt@usd.ac.id*

Abstrak

Dalam mempelajari cara kerja motor AC, mahasiswa sering mengalami kesulitan karena motor AC berputar cukup cepat dan tidak terlihat medan magnet penggerakkanya. Penelitian ini bertujuan untuk menvisualisasikan medan magnet berputar pada motor AC menggunakan GeoGebra. GeoGebra merupakan aplikasi untuk perhitungan matematika dan visualisasi matematika. Visualisasi yang dilakukan antara lain visualisasi medan magnet berputar untuk motor AC fase terpisah atau 2 fase dan motor AC induksi 3 fase. Arah rotor ditentukan oleh vektor medan magnet yang berputar pada bagian kumparan stator. Hasil yang diperoleh berupa Konstruksi pada GeoGebra untuk menampilkan vektor resultan dari kumparan dan menunjukkan arah rotor. Gerakan rotor dapat dilihat langkah demi

langkah dan gerakan dapat diperlambat maupun dipercepat menggunakan slider. Arah putar dapat diganti dengan mengganti urutan eksitasi pada kumparan.

Kata kunci : GeoGebra, Medan Magnet Berputar, Motor AC fase terbelah, Motor tiga fase, Visualisasi

Pendahuluan

Motor elektrik merupakan produk teknologi yang banyak dipakai dalam rumah tangga maupun maupun di industri. Motor elektrik terdiri dari bagian mekanik dan bagian elektronik yang saling berhubungan. Cara kerja dan aplikasi motor elektrik dipelajari juga di program studi Teknik Elektro. Arus elektrik diubah menjadi medan magnet, medan magnet ini akan mempengaruhi bagian yang bergerak pada motor yaitu rotor. Mahasiswa sering mengalami kesulitan dalam mempelajari medan magnet yang terjadi dan berputar disekitar rotor dikarenakan medan magnet tidak terlihat secara langsung dan perubahan yang terjadi terlalu cepat untuk dilihat secara langsung oleh mata manusia. Xiaofang (2001) memodelkan Medan magnet yang berputar menggunakan komputer untuk keperluan pengajaran. Melalui simulasi pada pengajaran berdampak pada siswa menjadi lebih cepat memahami materi tentang putaran rotor akibat adanya putaran medan magnet di sekitar rotor. Fardanesh (1992) menggunakan metode grafik beranimasi untuk menggambarkan putaran medan magnet pada motor elektrik. Ku (2016) memberikan formula untuk menunjukkan interaksi antar kutub magnet pada medan magnet yang tidak seragam. Yong (2017) menvisualisasikan medan magnet yang berputar pada transmiter sinkron dan modulasi fase, hasil yang diperoleh simulasi mempermudah dalam pemahaman pembelajaran cara kerja motor elektrik. Osorno (2001) melakukan simulasi medan magnet berputar menggunakan software MATLAB. Simulasi medan magnet berputar dilakukan menggunakan software solidwork dan EMwork, namun software tersebut cukup komplek dan berbayar. Hal ini tidak memungkinkan dilakukan oleh mahasiswa dengan kemampuan yang terbatas. Untuk itu peneliti memilih menggunakan Geogebra yang bersifat open source dan tersedia di Internet dengan tanpa biaya pembelian software.

Pada makalah ini akan dijabarkan tentang visualisasi dan simulasi medan magnet yang berputar menggunakan GeoGebra. GeoGebra merupakan aplikasi untuk pembelajaran matematika dan menvisualisasikan persoalan matematis. Melalui GeoGebra diharapkan siswa dapat mengkonstruksi kembali tahap tahap simulasi secara mandiri. Simulasi yang akan dilakukan berupa medan magnet yang berputar untuk sumber AC 1 fase dan dilakukan pemisahan fase agar menjadi sumber AC 2 fase. Animasi yang lain berupa medan magnet yang berputar untuk sumber 3 fase. Sumber tegangan AC yang masuk ke koil akan menghasilkan medan magnet dan divisualisasikan dalam bentuk vektor. Vektor yang dihasilkan dari tiap tiap fase akan membentuk vektor hasil resultan. Arah vektor resultan ini akan menentukan arah rotor. Hasil dari perhitungan vektor dibandingkan dengan buku acuan tentang motor elektrik.

Sumber tegangan AC

Sumber tegangan AC 1 fase berupa fungsi sinus ditunjukkan dengan persamaan 1 berikut

$$F(t) = A\,sin\,(\omega\,t) \quad (1)$$

Dengan A merupakan Amplitudo maksimum [volt]

ω merupakan frekuensi $\omega = 2\,\pi\,f$

Sumber tegangan AC 2 fase dan 3 fase

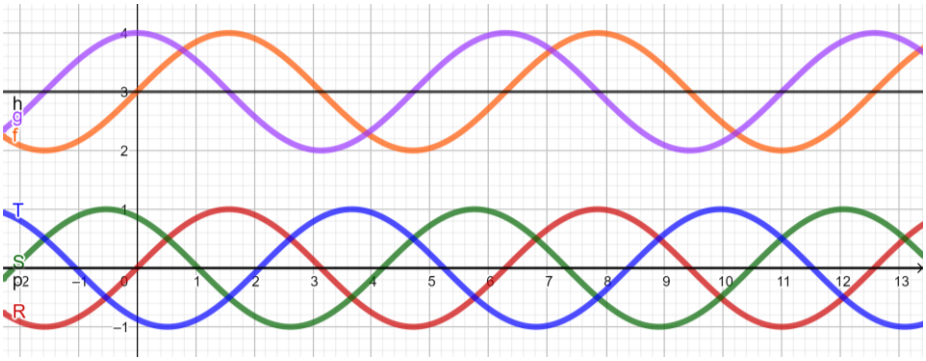
Sumber tegangan 2 fase terdiri dari dua buah sumber tegangan dengan amplitudo yang sama, namun terjadi selisih fase 90°. Sumber tegangan tiga fase terdiri dari sumber tegangan dengan berbedaan fase 120°. Persamaan untuk sumber tegangan 3 fase ditunjukkan pada persamaan 2,3,4 berikut ini.

$$R(t) = sin\,(2\pi f\,t) \quad (2)$$

$$S(t) = sin\,(2\pi f\,t + 120°) \quad (3)$$

$$T(t) = sin\,(2\pi f\,t + 240°) \quad (4)$$

Visualisasi sumber tegangan 2 fase dan sumber tegangan 3 fase ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 11. Visualisasi sumber tegangan 2 fase dan sumber tegangan 3 fase

Sumber tegangan dalam bentuk vektor

Sumber tegangan AC dapat direpresentasikan dalam bentuk fungsi domain waktu f(t) dan dapat pula direpresentasikan dalam bentuk vektor seperti ditunjukkan pada persamaan 5 sampai persamaan 7 berikut ini.

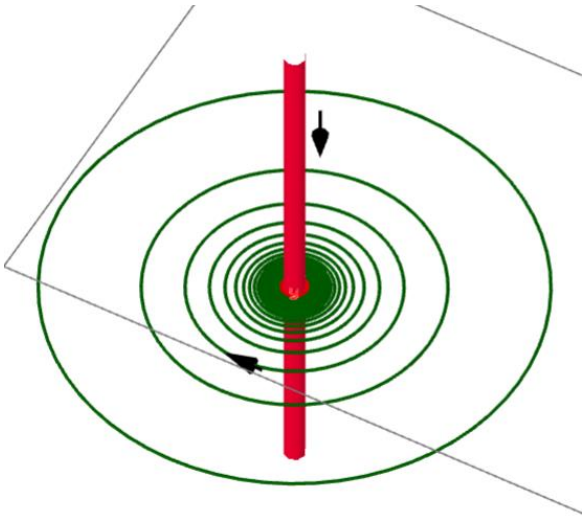
$$R(\theta) = A\,e^{j\theta} \quad (5)$$

$$S(\theta) = A\,e^{j(\theta+120°)} \quad (6)$$

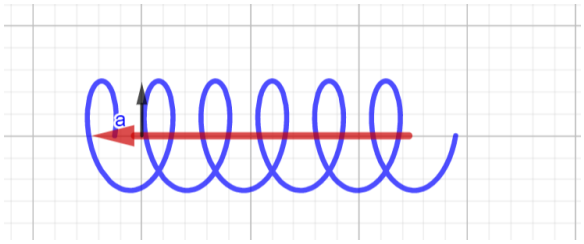
$$T(\theta) = A\,e^{j(\theta+240°)} \quad (7)$$

Medan magnet di sekitar kawat berarus

Menurut hukum Ampere kawat yang diberi arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang mengelilingi kawat tersebut seperti ditunjukkan pada gambar 2 berikut. Arah arus dan arah medan magnet yang terjadi mengikuti kaidah tangan kanan. Arah arus pada kawat yang dialiri listrik ditunjukkan pada arah ibu jari, sedangkan arah medan magnet yang melingkar ditunjukkan pada arah jari yang melingkar. Saat arah arus dari atas ke bawah, medan magnet berputar dengan arah CW (*ClockWise*) .



Gambar 12. Medan magnet disekitar kawat lurus berarus listrik



Gambar 13. Medan magnet pada kumparan berarus listrik

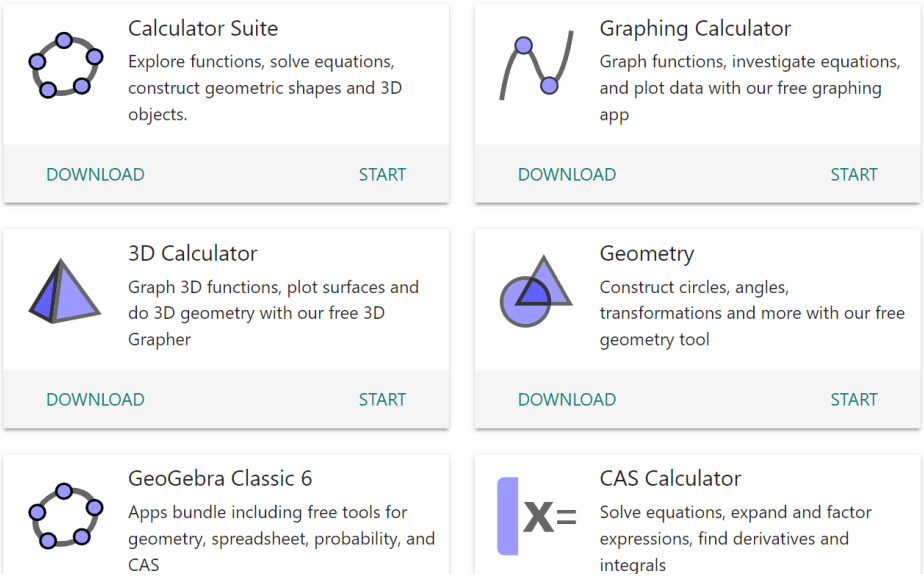
Pada gambar 3 ditunjukkan kumparan yang dibuat melingkar atau dalam bentuk solenoid. Arah medan magnet yang terjadi sebagai berikut kepala panah sebagai kutub utara magnet sedangkan ekor panah sebagai kutub selatan magnet. Bila arus yang melewati kumparan berupa arus bolak balik maka medan magnet yang terjadi sesuai dengan arah arus pada kumparan mengikuti kaidah tangan kanan. Arah arus ditunjukkan pada arah jari yang melingkar sedangkan kutub utara magnet ditunjukkan pada arah ibu jari. Medan magnet yang terjadi merupakan fungsi cacah putaran kumparan seperti ditunjukkan pada persamaan 8 berikut.

$$B = \mu\, n\, I \tag{8}$$

Dengan μ merupakan inti kumparan, untuk menambah intensitas medan magnet kumparan bisa diberi inti berupa ferrrit dengan $\mu_r = 200$
Variable n berupa kerapatan putaran $n = N/L$
Variabel N berupa cacah putaran kumparan
Variabel L berupa panjang kumparan [m]
Variabel I berupa arus listrik [A]

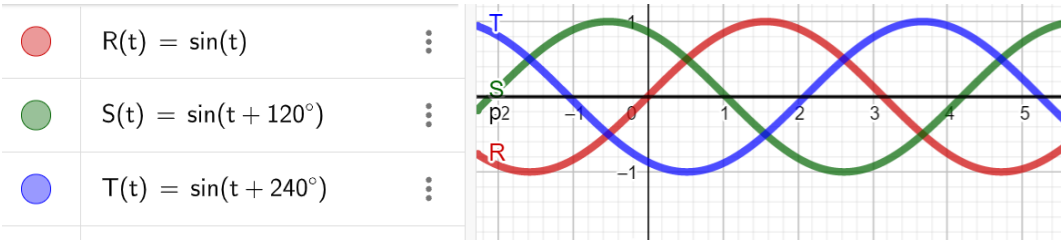
Metode

Simulasi dan visualisasi dilakukan dengan menggunakan aplikasi GeoGebra. Aplikasi Geogebra yang digunakan yaitu GeoGebra Classic 6 seperti terlihat pada gambar 4 berikut ini.



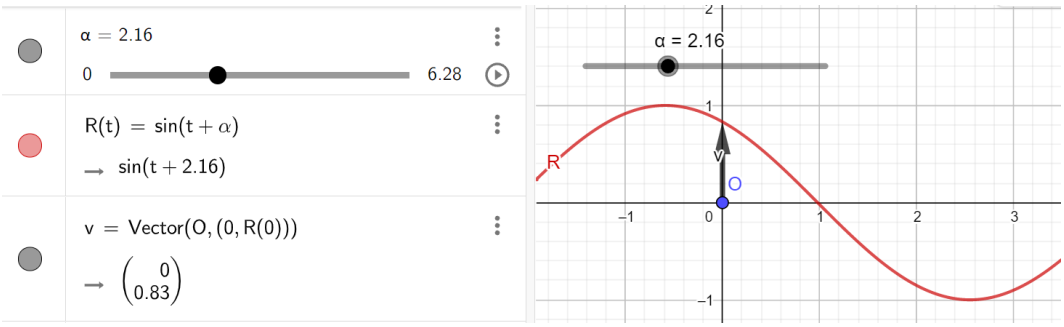
Gambar 14. Halaman unduh aplikasi GeoGebra

Visualisasi pada GeoGebra dilakukan dengan membuat protokol konstruksi atau urutan untuk mengkonstruksi aplet yang diinginkan. Protokol konstruksi untuk membuat visualisasi sumber tegangan 3 fase ditunjukkan pada Gambar 5 berikut ini.



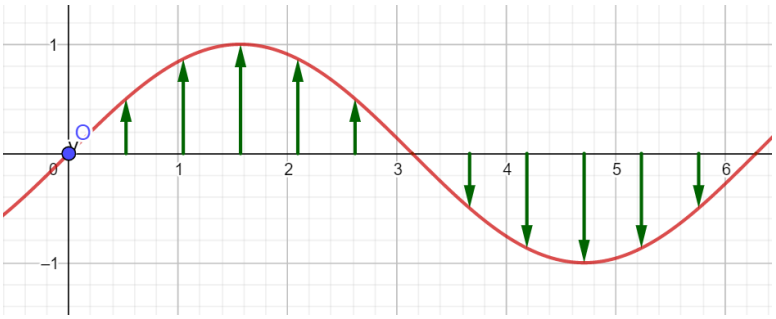
Gambar 15. Protokol Konstruksi untuk visualisasi sumber tegangan 3 fase

Sumber tegangan bisa direpresentasi sebagai vektor dengan variabel tegangan yang berubah. Untuk sumber 1 fase Amplitudo sebagai fungsi sinus sedangkan arah pada posisi yang sama (misal arah tegak) seperti ditunjukkan pada gambar 6. Animasi atau pergerakan gelombang sinus pada GeoGebra, menggunakan fasilitas slider yaitu variabel yang dapat berubah nilainya mulai dari nilai min sampai nilai max dengan kenaikan tertentu serta arah yang bisa dipilih (osilasi, naik, turun, sekali saja). Dengan menambahkan nilai sudut pada fungsi sinus maka nilai fungsi sinus menjadi berubah (bergerak).



Gambar 16. sumber tegangan sebagai vektor

Arah vektor saat tegangan positif ditunjukkan pada vektor dengan arah ke atas, sedangkan tegangan bernilai negatif ditunjukkan sebagai vektor dengan arah ke bawah seperti ditunjukkan pada gambar 7. Besarnya vektor tergantung pada nilai fungsi sinus terhadap waktu, $v(t) = A\ sin\ (t)$.

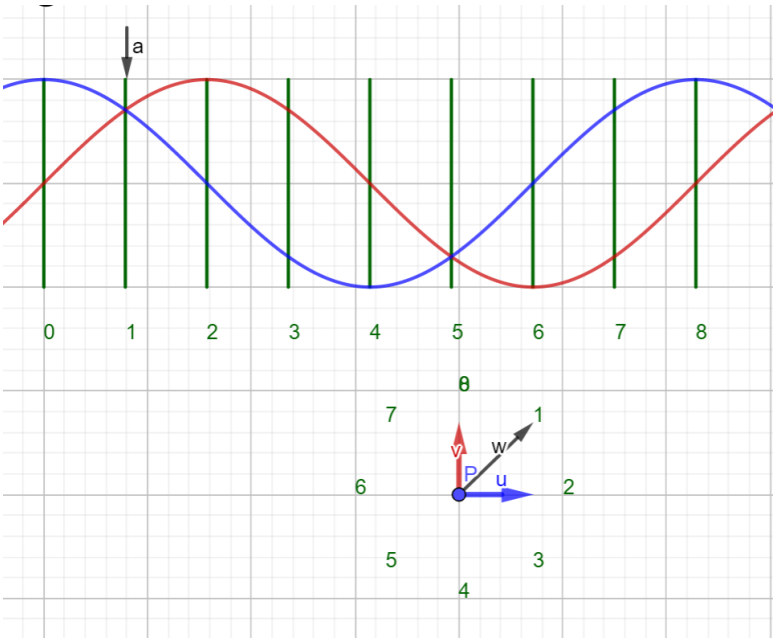


Gambar 17. vektor tegangan AC

Medan magnet yang terjadi merupakan fungsi arus seperti yang ditunjukkan pada persamaan 8, maka arah panah juga menunjukkan medan magnet yang terjadi.

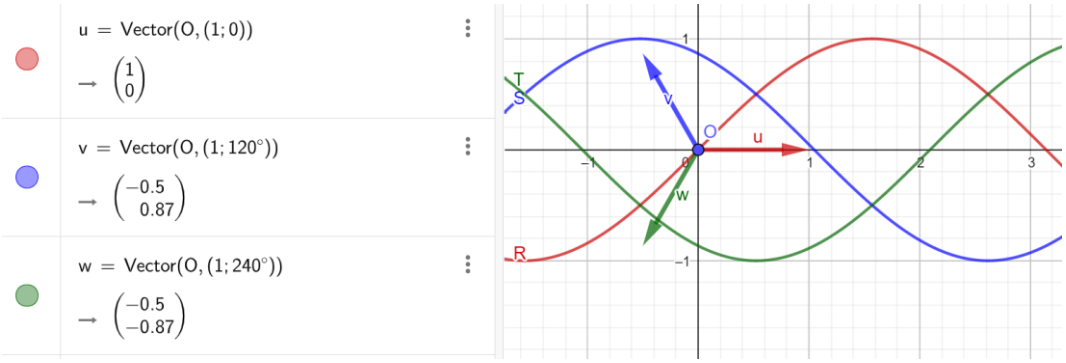
Hasil dan Pembahasan

Visualisasi medan magnet berputar untuk motor 2 fase ditunjukkan pada gambar 8. Sumber tegangan dua fase diperoleh dari fase terbelah. Terdapat dua buah kumparan yaitu kumparan utama dan kumparan bantu. Kumparan utama langsung berhubungan dengan sumber tegangan, sedangkan kumparan bantu diberi kapasitor yang terhubung seri sebelum masuk ke sumber tegangan. Kumparan yang disambung dengan kapasitor secara seri akan menyebabkan terjadinya pergeseran fase dengan kumparan utama. Fase pada kumparan bantu mendahului terhadap kumparan utama. Saat tegangan bergerak maka menyebabkan vektor magnet yang terjadi akan mengalami putaran. Untuk kumparan utama berada pada posisi jam 3, jam 9 dan kumparan bantu pada posisi jam 12 , jam 6 medan magnet yang terjadi akan mengalami putaran dengan arah searah putaran jarum jam (CW). Posisi kumparan utama pada arah mendatar dan posisi kumparan bantu pada arah tegak. Besarnya medan magnet yang terjadi sesuai dengan fungsi sinus. Arah medan magnet terjadi sesuai tanda dari nilai fungsi sinus.



Gambar 18. Arah medan magnet pada motor 2 fase

Visualisasi sumber tegangan AC 3 fase dalam bentuk vektor yang berputar ditunjukkan pada gambar 9. Sudut fase antar sumber tegangan AC 3 fase sebesar 120 derajat. Amplitudo vektor digambarkan ternormalisasi menjadi 1 satuan saja. Fase R pada posisi, 0° fase S pada posisi 120° sedangkan fase T pada posisi 240°.

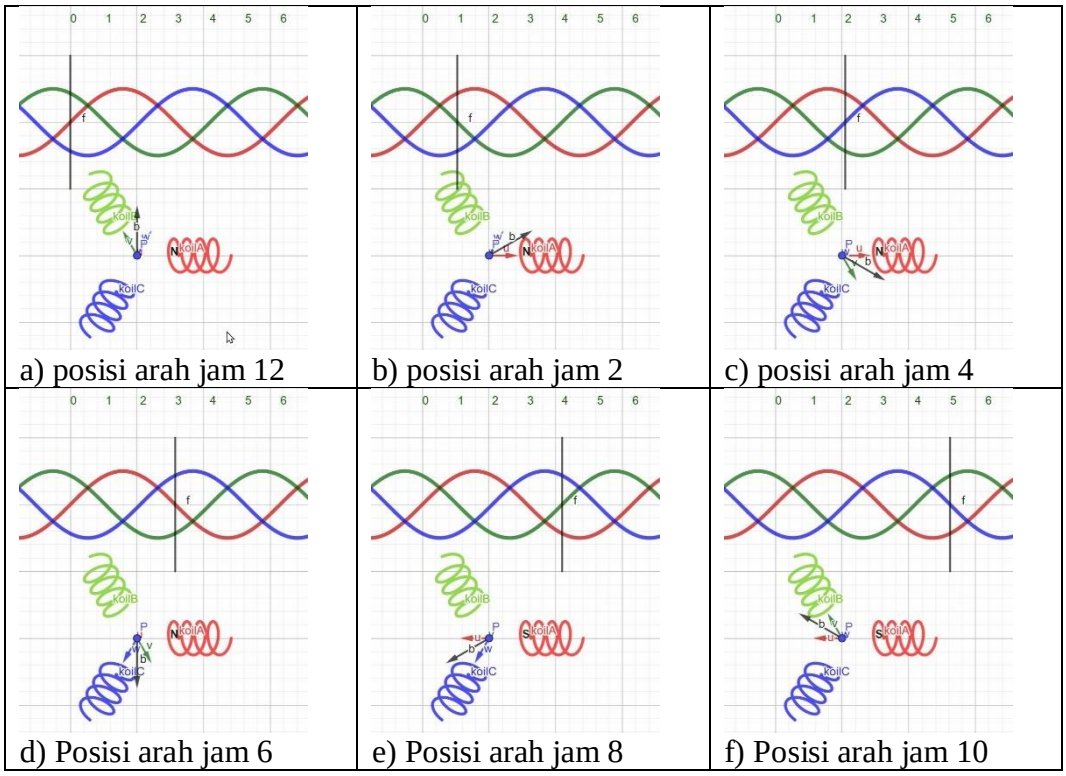


Gambar 19. Sumber tegangan AC 3 fase dalam bentuk vektor dengan sudut antar fase 120 derajat

Hasil simulasi medan magnet berputar untuk motor 3 fase ditunjukkan pada gambar 10 berikut. Terdapat tiga buah arah vektor magnet dengan magnitudo sesuai dengan sumber tegangan tiga fase. Dengan urutan fase R-S-T akan mengakibatkan medan magnet yang terjadi berputar dengan arah CW. Untuk membalik putaran medan magnet dilakukan dengan membalik dua buah fase seperti terlihat pada tabel 1

Tabel 8. Urutan fase dan Arah putar medan magnet

Arah putar CW	Arah putar CCW
R – S – T	R - T – S
T – R – S	T - S – R
S – T – R	S - R - T



Gambar 20. Arah vektor mada medan magnet yang berputar

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil yaitu simulasi medan magnet berputar bisa dilakukan menggunakan GeoGebra. Simulasi dilakukan setahap demi setahap menggunakan GeoGebra. Simulasi arah putar medan magnet untuk sumber tegangan 2 fase dan sumber tegangan 3 fase untuk kumparan yang berpasangan, untuk cacah kumparan lebih dari 2 tidak dilakukan.

Daftar Pustaka

Bo, M., Xiaofang, L., Xiqiang, C., Jianhua, Z., & Yingli, L. (2001, August). Computer modeling of rotating magnetic fields for teaching purpose. In ICEMS'2001. Proceedings of the Fifth International Conference on Electrical Machines and Systems (IEEE Cat. No. 01EX501) (Vol. 1, pp. 475-477). IEEE.

Fardanesh, B. (1992). Computer aided instruction of rotating electric machines via animated graphics. IEEE transactions on power systems, 7(4), 1579-1583.

Ku, J. G., Liu, X. Y., Chen, H. H., Deng, R. D., & Yan, Q. X. (2016). Interaction between two magnetic dipoles in a uniform magnetic field. AIP Advances, 6(2), 025004.

Yong, L., Meng, Z., Qian, W., Jing, S., Fei, L., & Liuyang, R. (2017, August). Design and realization of a novel visual educating device for rotating magnetic fields. In 2017 20th International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS) (pp. 1-6). IEEE.

Osorno, B. (2001, June). Innovative (New Teaching Technique) Computer Simulation Of Rotating Magnetic Fields In Three Phase Induction Motors Using Matlab Animation. In 2001 Annual Conference (pp. 6-588).

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL SANATA DHARMA BERBAGI

"PENGEMBANGAN, PENERAPAN DAN PENDIDIKAN 'SAINS DAN TEKNOLOGI' PASCA PANDEMI"

Seminar Nasional Sanata Dharma Berbagi dengan tema ""Pengembangan, Penerapan, dan Pendidikan 'Sains dan Teknologi' Pasca Pandemi" menghadirkan empat pembicara utama yakni Dr. Rosa Delima, S.Kom., M.Kom. (topik: MODEL OTOMATIS UNTUK ANALISIS, SPESIFIKASI, DAN VALIDASI KEBUTUHAN PERANGKAT LUNAK), Dr. L. N. Harnaningrum, S.Si., M.T. (topik: MODEL PENYIMPANAN DATA KREDENSIAL DI SMARTPHONE UNTUK MENDUKUNG TRANSAKSI MOBILE YANG AMAN), Dr. Iwan Binanto, S.Si., MCs. (topik: MODEL PENGENALAN SENYAWA KIMIA PADA LUARAN LIQUID CHROMATOGRAPY MASS SPECTROMETRY (LCMS) TANAMAN KELADI TIKUS), dan Dr. Ridowati Gunawan, S.Kom., M.T. (topik: PENINGKATAN KUALITAS HIGH-UTILITY ITEMSET MENGGUNAKAN PENDEKATAN SWARM INTELLIGENCE PADA KASUS ANALISIS KERANJANG BELANJA).

SANATA DHARMA UNIVERSITY PRESS
Jl. Affandi, (Gejayan) Mrican, Yogyakarta 55281
Phone: (0274)513301; Ext.51513
Web: *sdupress.usd.ac.id*; E-mail: *publisher@usd.ac.id*

appti

ISBN 978-623-6103-96-8 (PDF)
9 786236 103968
Pendidikan, Sains & Teknologi