ISSN: 2580-6726 (cetak)
ISSN : 2598-2133 (online)

MATH EDUCA Journal

Vol 10, No 2 (2026)

Table of Contents

Articles

SUMEREP: A BANYUMASAN CULTURE-BASED ETHNOMATHEMATICS GAME TO ENHANCE JUNIOR HIGH SCHOOL STUDENTS' MATHEMATICAL LITERACY
Fitria Zana Kumala, Retchelle P. Sangco, Irma Dwi Tantri, Zahrotul Muna
PDF 125-146

QUALITATIVE STUDY: LEARNING DIFFICULTIES OF STUDENTS EXHIBITING INDICATORS OF DYSCALCULIA IN SOLVING CONTEXTUAL MATHEMATICS PROBLEMS
Dika Oktaviani, Kamid Kamid, Jefri Marzal
PDF 147-168

TRENDS AND MAPPING OF TPACK STUDIES IN MATHEMATICS EDUCATION: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS
Fita Rahmadhanni, Fitria Sulistyowati, Istiqomah Istiqomah, Krida Singgih Kuncoro, Mohamad Basri Nadzeri
PDF 169-192

CHARACTERIZATIONS OF DERIVATIONS INDUCED BY ENDOMORPHISMS OF BM-ALGEBRAS
Elsi Fitria, Sri Gemawati, Musraini M, Rivdya Eliza, Abdus Samad
PDF 193-205

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF AN EXPERIENTIAL LEARNING-BASED TEACHING MODULE ASSISTED BY GIMKIT TO ENHANCE STUDENTS' MATHEMATICAL MODELING COMPETENCY
Nindi Dian Wahdini, Dewa Putu Wiadnyana Putra
PDF 206-227

THE EFFECTS AND INTERACTION OF GENDER AND LEARNING STYLES ON TENTH-GRADE STUDENTS' MATHEMATICAL REPRESENTATION ABILITY
Rozi Fitriza, Amania Khairul, Amalina Amalina
PDF 228-240

STABILITY ANALYSIS AND ADAPTIVE SLIDING MODE CONTROL OF A STOCHASTIC NIPAH SEIR MODEL
Dewi Dian Suhika, Nela Wiadnyana Rizka
PDF 241-265

UIN IMAM BONJOL PADANG

Math Educa Journal 10 (2) (2026): 206-227

MATH EDUCA

Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika

Website: http://ejournal.uinib.ac.id/jurnal/index.php/matheducа

Email: mej.uinibpadang@gmail.com

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF AN EXPERIENTIAL LEARNING-BASED TEACHING MODULE ASSISTED BY GIMKIT TO ENHANCE STUDENTS' MATHEMATICAL MODELING COMPETENCY

PENGEMBANGAN DAN EVALUASI MODUL AJAR BERBASIS *EXPERIENTIAL LEARNING* BERBANTUAN GIMKIT UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMODELAN MATEMATIS SISWA

[1]Nindi Dian Wahdini, [2]Dewa Putu Wiadnyana Putra*

[1,2]Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sanata Dharma, Indonesia

E-mail: [1]dewa@usd.ac.id (corresponding author)

Received: August 2026; Accepted: September 2026; Published: October 2026

Abstract

This study aimed to develop a mathematics teaching module based on Kolb's Experiential Learning cycle integrated with the Gimkit gamification platform to improve students' mathematical modeling ability on quadratic functions. This research and development study employed the ADDIE model and involved 25 tenth-grade students of the Metal Engineering B class at SMK Negeri 5 Yogyakarta. The module's quality was evaluated using expert validation sheets, teacher and student practicality questionnaires, a learning implementation observation sheet, and a mathematical modeling ability test, covering the aspects of validity, practicality, and effectiveness. The study used a one-group pretest-posttest design without a control group to evaluate the effectiveness of the developed learning module. The results showed that the module was categorized as very valid, with an average expert validation score of 87.50%. The module was also categorized as very practical, indicated by a student response of 88.67%, a teacher response of 95.00%, and a learning implementation score of 94.79%. In terms of effectiveness, the average pre-test score of 43.22 increased to 99.33 in the post-test, with a normalized gain (N-Gain) of 0.99 in the high category, and all students achieved the high N-Gain category. These findings indicate that the developed module is valid, practical, and effective for improving students' mathematical modeling ability, particularly in the aspects of understanding, simplifying, mathematizing, working mathematically, and interpreting contextual problems.

Keywords: Teaching Module, Experiential Learning, Gimkit, Mathematical Modeling Competency, Quadratic Function.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul ajar matematika berbasis siklus *Experiential Learning Kolb* yang diintegrasikan dengan platform gamifikasi Gimkit untuk meningkatkan kemampuan pemodelan matematis siswa pada materi fungsi kuadrat. Penelitian pengembangan ini menggunakan model ADDIE dengan subjek penelitian 25 peserta didik kelas X Logam B SMK Negeri 5 Yogyakarta. Kualitas modul ajar

*Corresponding author.

© 2026. Author.

p-ISSN: 2580-6726

e-ISSN: 2598-2133

dinilai menggunakan lembar validasi ahli, angket kepraktisan guru dan peserta didik, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, serta tes kemampuan pemodelan matematis, yang mencakup aspek validitas, kepraktisan, dan efektivitas. Penelitian ini menggunakan desain *one-group pretest-postest* untuk menguji keefektivan modul ajar yang telah dikembangkan. Hasil penelitian menunjukkan modul ajar berada pada kategori sangat valid dengan rata-rata persentase validasi ahli sebesar 87,50%. Modul ajar juga dinyatakan sangat praktis, ditunjukkan oleh respon peserta didik sebesar 88,67%, respon guru sebesar 95,00%, dan keterlaksanaan pembelajaran sebesar 94,79%. Dari segi efektivitas, rata-rata nilai *pre-test* sebesar 43,22 meningkat menjadi 99,33 pada *post-test*, dengan *N-Gain* sebesar 0,99 pada kategori tinggi, serta seluruh peserta didik mencapai kategori *N-Gain* tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa modul ajar yang dikembangkan valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan pemodelan matematis siswa, khususnya pada aspek memahami masalah, menyederhanakan masalah, matematisasi, bekerja matematis, dan interpretasi terhadap masalah kontekstual.

Kata kunci: Modul Ajar, *Experiential Learning*, Gimkit, Kemampuan Pemodelan Matematis, Fungsi Kuadrat.

PENDAHULUAN

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran fundamental yang berperan penting dalam membentuk kemampuan berpikir logis, analitis, sistematis, dan kritis peserta didik (Husnaidah et al., 2024). Salah satu kompetensi esensial yang perlu dikembangkan dalam pembelajaran matematika adalah kemampuan pemodelan matematis, yaitu keterampilan menerjemahkan permasalahan dunia nyata ke dalam bentuk model matematika, menyelesaikannya secara simbolik, kemudian menafsirkan hasilnya kembali ke dalam konteks awal. Kemampuan ini mencakup proses mengidentifikasi variabel penting, menyusun asumsi dan keterkaitan antar variabel, membentuk persamaan atau fungsi, melakukan manipulasi matematis, serta menafsirkan solusi sesuai konteks persoalan (Apriliana et al., 2021; Fithriyah et al., 2019; Maulani et al., 2022).

Kenyataan di lapangan menunjukkan kemampuan pemodelan matematis siswa masih belum berkembang optimal. Berdasarkan pengalaman peneliti selama observasi awal di SMK Negeri 5 Yogyakarta, siswa cukup mampu menyelesaikan soal rutin bersifat prosedural, tetapi mengalami kesulitan ketika dihadapkan pada soal cerita yang menuntut penerjemahan situasi kontekstual ke dalam model matematika. Sebagai gambaran, pada materi barisan geometri, sebagian siswa keliru menerjemahkan informasi persentase penurunan nilai suatu barang menjadi rasio geometri yang tepat, misalnya langsung menuliskan rasio berdasarkan angka persentase penurunan tanpa mempertimbangkan bahwa nilai yang tersisa merupakan komplemen dari persentase tersebut. Sebagian siswa bahkan tidak memberikan jawaban sama sekali pada tahap penyusunan model matematika, meskipun mampu menjawab dengan baik pada soal prosedural. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kesulitan yang dialami bukan terletak pada keterampilan berhitung, melainkan pada tahap memahami situasi masalah (*understanding*) dan menerjemahkannya ke struktur matematis yang tepat (*simplifying dan mathematising*) (Blum & Leiß, 2007). Hasil wawancara dengan guru matematika menguatkan temuan ini. Guru melaporkan bahwa siswa sering kebingungan menentukan informasi yang diketahui dan ditanyakan serta mengubah situasi kontekstual menjadi model matematika. Siswa cenderung

kesulitan menghubungkan konsep matematika dengan konteks nyata karena terbiasa menerima pembelajaran yang bersifat mekanistik (Febriani et al., 2024; Thohari et al., 2024).

Kesenjangan tersebut menunjukkan adanya jarak antara tuntutan kurikulum dan realitas pembelajaran di kelas. Standar kompetensi lulusan mengharapkan siswa mampu mengaitkan konsep matematika dengan fenomena sehari-hari melalui kegiatan pemodelan dan pemecahan masalah kontekstual (Husnaidah et al., 2024). Hal ini tidak didukung dengan standar proses yang mumpuni. Proses pembelajaran di kelas masih didominasi ceramah, contoh soal rutin, dan latihan berulang, sehingga siswa cenderung pasif dan jarang mendapat kesempatan mengonstruksi pengetahuannya sendiri dari pengalaman konkret.

Salah satu pendekatan pembelajaran yang sejalan dengan kebutuhan tersebut adalah *experiential learning*, yaitu pendekatan yang menempatkan pengalaman nyata sebagai dasar pembentukan konsep. *Experiential learning* terdiri atas empat tahap yang berkesinambungan, yaitu *concrete experience* (mengalami secara langsung), *reflective observation* (merefleksikan), *abstract conceptualization* (membangun konsep), dan *active experimentation* (menerapkan kembali) (D. A. Kolb, 1984). Keempat tahap ini secara inheren mengarahkan siswa dari pengalaman langsung menuju abstraksi matematika, sebuah alur yang selaras dengan siklus pemodelan matematis (Blum & Leiß, 2007). Pengembangan kompetensi pemodelan matematis memerlukan dukungan lingkungan pembelajaran yang memberikan ruang untuk kemandirian siswa, bimbingan guru, maupun situasi kontekstual yang memungkinkan siswa untuk melatih metakognisi (Lindl et al., 2025). *Experiential learning* berpotensi menjadi kerangka pedagogis untuk memfasilitasi kemampuan pemodelan matematis siswa.

Pemanfaatan teknologi digital mempunyai peran yang strategis dalam mendukung pengembangan kompetensi pemodelan matematis. Teknologi dapat mendukung proses matematisasi, pengerjaan matematis, serta validasi meskipun sangat tergantung pada desain pembelajaran dan cara teknologi tersebut digunakan (Riemer & Greefrath, 2026). Gimkit, yaitu platform kuis interaktif berbasis permainan yang memungkinkan siswa berlatih soal sambil memperoleh poin secara kompetitif, sehingga suasana belajar menjadi lebih menyenangkan tanpa mengurangi muatan latihan pemodelan matematis. Gamifikasi digital berbasis masalah bermanfaat untuk memberikan pengalaman yang lebih menyenangkan sehingga berdampak pada pembangunan koneksi antara realistas siswa dengan konsep-konsep matematis (Alt, 2023).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan *experiential learning* maupun pemanfaatan Gimkit masing-masing memberi kontribusi positif terhadap motivasi dan hasil belajar siswa. Pengembangan e-modul berbasis *experiential learning* terbukti sangat valid dan praktis serta

meningkatkan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa (Adiastuty et al., 2025), sementara pemanfaatan Gimkit sebagai sarana gamifikasi terbukti meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan hasil belajar siswa (Misbahuddin et al., 2025). *Experiential Learning* memberikan kerangka pengalaman belajar dapat diperoleh melalui pengalaman kongkret, refleksi, pembentukan konsep, dan penerapan. Aktivitas pada Gimkit dapat mendukung setiap aktivitas pembelajaran sehingga menjadi lebih interaktif, partisipatif, dan menarik. Integrasi keduanya diharapkan dapat menciptakan pengalaman belajar yang tidak hanya menarik dan partisipatif, tetapi juga mendorong siswa menghubungkan situasi kontekstual dengan representasi matematis, menyusun model, serta menafsirkan dan mengevaluasi hasil pemodelan.

Kedua pendekatan tersebut umumnya dikaji secara terpisah dan belum banyak diintegrasikan dalam satu produk bahan ajar yang secara khusus menyasar peningkatan kemampuan pemodelan matematis siswa SMK. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan modul ajar matematika berbasis *experiential learning* berbantuan Gimkit pada materi fungsi kuadrat, sekaligus mengetahui proses pengembangan, kelayakan (validitas dan kepraktisan), dan efektivitasnya dalam meningkatkan kemampuan pemodelan matematis siswa kelas X SMK.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian dan pengembangan (*Research and Development*/R&D), yaitu metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu sekaligus menguji keefektifannya (Sugiyono, 2017). Penelitian pengembangan dilaksanakan secara terstruktur melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan produk, uji coba, hingga evaluasi, sehingga produk yang dihasilkan telah melalui proses uji kelayakan dan diharapkan memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif sesuai standar yang telah ditentukan (Waruwu, 2024). Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*), yang dipilih karena bersifat sistematis, fleksibel, dan iteratif sehingga memungkinkan revisi berkelanjutan berdasarkan umpan balik pada setiap tahap pengembangan (Branch, 2009).

Waktu, Lokasi, dan Subjek Penelitian

Penelitian dilaksanakan di SMK Negeri 5 Yogyakarta pada tahun ajaran 2025/2026, dengan rangkaian kegiatan mulai dari analisis kebutuhan hingga evaluasi produk dilaksanakan sepanjang bulan September 2025 hingga Juni 2026. Subjek penelitian ini adalah 25 peserta didik kelas X Logam B SMK Negeri 5 Yogyakarta yang pada tahun ajaran tersebut sedang mempelajari materi fungsi kuadrat.

Pemilihan subjek didasarkan pada relevansi pembelajaran matematika di SMK dengan pengembangan kemampuan pemodelan matematis, khususnya dalam menghubungkan konsep matematika dengan permasalahan kontekstual dan situasi yang berkaitan dengan bidang keahlian.

Prosedur Penelitian

Prosedur pengembangan modul ajar mengikuti lima tahap model ADDIE. Pada tahap *Analyze*, peneliti melakukan analisis kebutuhan pendidik, kebutuhan dan kebijakan sekolah, kebutuhan peserta didik, serta analisis materi melalui wawancara dan angket kebutuhan awal. Pada tahap *Design*, peneliti menetapkan tujuan pembelajaran mengacu pada Capaian Pembelajaran Fase E Kurikulum Merdeka, merancang alur pembelajaran berdasarkan empat tahap *experiential learning* Kolb, serta memetakan integrasi aktivitas Gimkit dan instrumen penelitian. Pada tahap *Development,* peneliti menyusun modul ajar beserta perangkat pendukung berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), media presentasi, dan soal kuis Gimkit, kemudian memvalidasi produk kepada ahli materi dan ahli media hingga diperoleh *prototype* yang layak diuji cobakan.

Pada tahap *Implementation*, modul ajar yang telah dinyatakan valid diujicobakan secara terbatas pada peserta didik kelas X Logam B, didahului dengan pemberian *pre-test* dan diakhiri dengan *post-test* serta pengisian angket kepraktisan oleh guru dan peserta didik. Pada tahap *Evaluation*, peneliti menganalisis validitas, kepraktisan, dan efektivitas modul ajar berdasarkan seluruh data yang terkumpul sebagai dasar penyempurnaan produk akhir.

Intrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Instrumen yang digunakan meliputi angket kebutuhan awal, pedoman wawancara guru dan wakil kepala sekolah, lembar validasi ahli materi dan ahli media, angket kepraktisan guru dan peserta didik, lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, serta tes kemampuan pemodelan matematis berupa soal cerita pada *pre-test* dan *post-test*. Instrumen angket kebutuhan awal peserta didik digunakan untuk memperoleh gambaran kondisi dan kebutuhan belajar sebelum modul ajar dikembangkan. Adapun aspek-aspek yang diukur dalam angket ini meliputi (1) sikap dan persepsi terhadap matematika, (2) pengalaman belajar dan penggunaan media, (3) pemahaman dan kesulitan dalam soal cerita, dan (4) harapan dan kebutuhan dalam belajar soal cerita.

Selain angket peserta didik, dilakukan pula wawancara terhadap guru mata pelajaran dan wakil kepala sekolah bidang kurikulum untuk memperoleh gambaran kebutuhan dari sudut pandang pendidik dan kebijakan sekolah. Pedoman wawancara guru mata pelajaran digunakan untuk menggali pandangan guru mengenai pembelajaran matematika yang telah berlangsung selama ini, dengan aspek yang digali

meliputi (1) gambaran umum pembelajaran matematika, (2) pengalaman dan tantangan dalam mengerjakan soal cerita, (3) strategi, media, dan teknologi pembelajaran matematika, (4) dukungan dan kebijakan sekolah, (5) harapan terhadap pengembangan pembelajaran, dan (6) implementasi Capaian Pembelajaran (CP) dan pengelolaan kurikulum.

Pedoman wawancara wakil kepala sekolah bidang kurikulum digunakan untuk memperoleh gambaran kebijakan dan dukungan sekolah terhadap inovasi pembelajaran. Adapun aspek yang digali meliputi (1) visi sekolah dalam peningkatan mutu pembelajaran matematika, (2) kebijakan inovasi dan program literasi numerasi, (3) implementasi kurikulum dan monitoring pembelajaran, dan (4) dukungan fasilitas, teknologi, dan pengembangan guru.

Kevalidan modul ajar dinilai menggunakan lembar validasi ahli materi dan ahli media dengan kisi-kisi berikut.

Tabel 1. Kisi-kisi Instrumen Validitas

Aspek	Indikator
Kesesuaian Isi	Kesesuaian tujuan pembelajaran, alur kegiatan, dan aktivitas Experiential Learning (termasuk Concrete Experience berbantuan Gimkit) dengan Capaian Pembelajaran dan karakteristik peserta didik SMK.
Kelayakan Bahasa	Kejelasan bahasa, konsistensi istilah matematika, dan struktur kalimat dalam modul ajar.
Kelayakan Penyajian	Keruntutan penyajian materi, keterpaduan komponen modul (materi, LKPD, PPT, Gimkit), dan kejelasan petunjuk kegiatan.
Kelayakan Media	Kesesuaian LKPD, PPT, dan Gimkit dalam mendukung tahapan Experiential Learning dan proses pemodelan matematis.

Seluruh aspek untuk validasi modul ajar dituangkan ke dalam 32 butir pernyataan yang akan dinilai oleh validator. Penilaian menggunakan kriteria 1 – 4, dengan gradasi kualitas, yaitu 1 untuk sangat kurang, 2 untuk kurang, 3 untuk baik, dan 4 untuk sangat baik.

Kepraktisan modul ajar dinilai melalui angket respon guru dan peserta didik setelah pembelajaran menggunakan modul ajar dilaksanakan. Angket kepraktisan guru digunakan untuk mengetahui kemudahan penggunaan modul ajar bagi guru dalam melaksanakan pembelajaran, sedangkan angket kepraktisan peserta didik digunakan untuk mengetahui respon peserta didik terhadap kemenarikan, kemudahan, dan dukungan modul ajar terhadap pemahaman mereka. Kisi-kisi kedua instrumen tersebut disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Kisi-kisi Instrumen Kepraktisan Guru

Aspek	Indikator
Kemudahan Penggunaan Modul	Modul mudah dipahami dan petunjuk penggunaan jelas bagi guru.
Keterlaksanaan Pembelajaran	Alur kegiatan dan alokasi waktu 3 JP sesuai diterapkan di kelas SMK.
Keterlaksanaan Media	LKPD, PPT, dan Gimkit mudah dioperasikan tanpa kendala berarti.
Dukungan terhadap Pembelajaran	Modul membantu guru mengajar fungsi kuadrat dan meningkatkan keterlibatan peserta didik.

Tabel 3. Kisi-kisi Instrumen Kepraktisan Peserta Didik

Aspek	Indikator
Kemenarikan Pembelajaran	Peserta didik merasa pembelajaran menarik dan lebih semangat dengan Gimkit.
Kemudahan Penggunaan Media	LKPD mudah dipahami dan Gimkit dapat diakses tanpa kesulitan.
Dukungan terhadap Pemahaman	Pembelajaran experiential membantu peserta didik memahami konteks masalah.
Motivasi dan Keterlibatan	Peserta didik aktif berdiskusi dan ingin mencoba kembali kegiatan pembelajaran.

Keterlaksanaan pembelajaran selama implementasi modul ajar diamati menggunakan lembar observasi yang diisi oleh observer sepanjang proses pembelajaran berlangsung. Lembar observasi ini digunakan untuk mengetahui sejauh mana tahapan *Concrete Experience*, *Reflective Observation*, *Abstract Conceptualization*, dan *Active Experimentation* terlaksana sesuai rancangan modul ajar, serta untuk melihat kejelasan instruksi, kesiapan media, manajemen kelas, dan efektivitas waktu pembelajaran. Kisi-kisi instrumen observasi keterlaksanaan pembelajaran disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kisi-kisi Instrumen Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

Aspek	Indikator
Keterlaksanaan Pembelajaran	Guru dan peserta didik melaksanakan seluruh tahapan Concrete Experience, Reflective Observation, Abstract Conceptualization, dan Active Experimentation sesuai modul ajar.
Kejelasan Bahasa dan Instruksi	Instruksi guru serta informasi pada LKPD dan Gimkit mudah dipahami tanpa kebingungan berarti.
Kesiapan Media dan Sumber Belajar	Modul ajar, LKPD, dan Gimkit dapat digunakan tanpa hambatan teknis.
Manajemen Kelas	Guru mampu memantau aktivitas siswa dan menjaga ketertiban selama pembelajaran.
Efektivitas Waktu	Setiap tahap pembelajaran berlangsung sesuai alokasi waktu yang

	direncanakan.
Kesesuaian dengan Tujuan Pembelajaran	Aktivitas pembelajaran mendukung pencapaian kemampuan pemodelan matematis dan pemahaman konsep fungsi kuadrat.

Tes kemampuan pemodelan matematis disusun berdasarkan lima aspek, yaitu memahami masalah, menyederhanakan masalah, matematisasi, bekerja matematis, dan interpretasi, yang diadaptasi dari siklus pemodelan Blum dan Leiß (2007), sejalan dengan indikator pemodelan yang digunakan dalam penelitian lain (Khusna & Ulfah, 2021). Kisi-kisi tes tersebut, yang digunakan pada *pre-test* dan *post-test*, disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kisi-kisi Tes Kemampuan Pemodelan Matematis

Aspek	Indikator
Memahami Masalah	Mengidentifikasi informasi yang diketahui dan ditanyakan dari masalah kontekstual.
Menyederhanakan Masalah	Menentukan variabel yang relevan serta hubungan antarvariabel yang terlibat dalam permasalahan.
Matematisasi	Menyusun model matematika berupa fungsi kuadrat yang sesuai dengan konteks masalah.
Bekerja Matematis	Menggunakan model fungsi kuadrat untuk memperoleh solusi permasalahan.
Interpretasi	Menafsirkan dan menyimpulkan hasil penyelesaian dalam konteks permasalahan nyata.

Soal tes kemampuan pemodelan matematis disusun berbasis masalah yang menekankan pemodelan matematis untuk menyelesaikannya. Soal disusun sebanyak 2 buah, dengan tahapan-tahapan pemodelan matematis dalam setiap penyelesaiannya. Peneliti menggunakan rubrik holistik sebagai pedoman penyekoran soal dengan kriteria 0 – 4. Kriteria 0 jika tidak memberikan jawaban, 1 jika jawaban yang diberikan sebagian besar salah, 2 jika jawaban sebagian salah, 3 jika jawaban sudah sebagian besar benar, dan 4 jawaban benar dan tepat.

Teknik Analisis Data

Data validitas dan kepraktisan dianalisis dengan menghitung persentase skor yang diperoleh dibandingkan skor maksimal (128), kemudian dikonversikan ke kategori tingkat kevalidan dan kepraktisan produk pada Tabel 6.

Tabel 6. Kategori Tingkat Kevalidan dan Kepraktisan Produk

Persentase	Kategori
$0\% \leq x \leq 50\%$	Sangat Kurang
$50\% < x \leq 70\%$	Kurang
$70\% < x \leq 85\%$	Baik
$85\% < x \leq 100\%$	Sangat Baik

Kategori tersebut selanjutnya diinterpretasikan sesuai dengan jenis data yang diukur. Untuk data validitas, kategori tersebut diterjemahkan menjadi sangat kurang valid, kurang valid, valid, dan sangat valid. Modul ajar dinyatakan valid apabila hasil validasi berada pada kategori valid atau sangat valid (Zakyanto & Wintarti, 2022), yaitu lebih dari 70%. Validasi dilakukan oleh dua orang ahli, yaitu akademisi dan praktisi. Skor yang diperoleh dari masing-masing validator kemudian ditentukan rata-ratanya sehingga memperoleh skor validasi akhir. Analog untuk kepraktisan, yaitu pada kategori praktis atau sangat praktif dengan interval lebih dari 70%.

Data keterlaksanaan pembelajaran dianalisis dengan membandingkan jumlah aspek yang terlaksana terhadap jumlah aspek yang diamati, kemudian dikonversikan ke dalam kategori pada Tabel 7.

Tabel 7. Kategori Keterlaksanaan Pembelajaran

Persentase Keterlaksanaan	Kategori
$80\% < x \leq 100\%$	Sangat Baik
$60\% < x \leq 80\%$	Baik
$40\% < x \leq 60\%$	Cukup
$20\% < x \leq 40\%$	Kurang
$0\% \leq x \leq 20\%$	Sangat Kurang

Data efektivitas dianalisis melalui peningkatan skor *pre-test* ke *post-test* menggunakan rumus N-Gain ternormalisasi, kemudian dikonversikan ke dalam kategori pada Tabel 8.

Tabel 8. Kategori N-Gain

Nilai *N-Gain*	Kategori
g < 0,30	Rendah
0,30 ≤ g < 0,70	Sedang
g ≥ 0,70	Tinggi

Modul ajar dinyatakan efektif apabila rata-rata *N-Gain* berada pada kategori sedang atau tinggi.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil penelitian disajikan berdasarkan lima tahap pengembangan model ADDIE serta tiga aspek kualitas produk, yaitu validitas, kepraktisan, dan efektivitas modul ajar dalam meningkatkan kemampuan pemodelan matematis peserta didik.

Tahap *Analysis* (Analisis)

Analisis kebutuhan pendidik dilakukan melalui wawancara dengan guru matematika kelas X SMK Negeri 5 Yogyakarta. Guru menyampaikan bahwa pembelajaran selama ini masih banyak dilakukan melalui ceramah dan latihan soal rutin, dengan media yang terbatas pada papan tulis, buku teks, dan PowerPoint sederhana, bukan karena penolakan terhadap teknologi melainkan karena keterbatasan waktu untuk menyiapkan media yang lebih variatif. Guru juga melaporkan bahwa peserta didik cenderung mampu menyelesaikan soal prosedural, tetapi mengalami kesulitan ketika soal disajikan dalam bentuk cerita, terutama pada proses mengubah situasi kontekstual menjadi model matematika. Hasil wawancara dengan Wakil Kepala Sekolah Bidang Kurikulum menunjukkan bahwa sekolah secara eksplisit mendukung pengembangan bahan ajar inovatif berbasis teknologi sebagai bagian dari implementasi Kurikulum Merdeka, yang menghendaki pembelajaran lebih berpusat pada peserta didik dan kontekstual (Husnaidah et al., 2024).

Analisis kebutuhan peserta didik dilakukan melalui angket yang disebarkan kepada 25 peserta didik kelas X Logam B, terdiri atas 15 pernyataan berskala Likert 1–4 yang mencakup empat aspek. Hasil analisis angket disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Analisis Angket Kebutuhan Awal Peserta Didik

Aspek	Persentase	Kategori
Sikap dan Pengalaman Belajar Matematika	57,50%	Rendah
Penggunaan Media dalam Pembelajaran	65,00%	Rendah
Kemampuan Mengerjakan Soal Cerita	65,17%	Rendah
Kebutuhan terhadap Pembelajaran yang Mendukung Soal Cerita	86,00%	Sangat Perlu

Aspek kemampuan mengerjakan soal cerita pada Tabel 9 menunjukkan kemampuan siswa tergolong rendah. Berdasarkan analisis hasil pretest 25 siswa, diperoleh bahwa kesulitan terbesar terletak pada proses mengubah narasi soal menjadi model matematika (44% peserta didik) dan memahami kalimat soal yang panjang (36% peserta didik). Dua kesulitan ini adalah kesulitan yang paling dominan muncul. Sebaliknya, kebutuhan peserta didik terhadap pembelajaran yang lebih menyenangkan dan berbasis permainan sangat tinggi, dengan 48% peserta didik secara eksplisit menginginkan pembelajaran berbasis game atau kuis interaktif. Kesenjangan antara rendahnya

kemampuan pemodelan matematis dan tingginya aspirasi terhadap pembelajaran berbasis permainan inilah yang menjadi urgensi utama pengembangan modul ajar.

Analisis materi dilakukan dengan menelaah Capaian Pembelajaran (CP) Fase E Kurikulum Merdeka. Dari beberapa materi yang memungkinkan untuk dikembangkan dalam waktu penelitian, yaitu fungsi kuadrat dan sistem persamaan linear tiga variabel, fungsi kuadrat dipilih karena memiliki karakteristik yang lebih kaya akan konteks nyata, seperti hubungan harga dan keuntungan, sehingga peserta didik dapat diajak mengamati situasi, mengenali pola, dan menyusun model matematika secara bertahap alih-alih langsung diberikan rumus. Berdasarkan keseluruhan hasil analisis kebutuhan pendidik, kebijakan sekolah, kebutuhan peserta didik, dan materi, disintesis tiga kebutuhan pokok yang menjadi landasan pengembangan produk, yaitu: (1) pembelajaran yang melibatkan peserta didik secara aktif melalui pengalaman langsung yang otentik; (2) media pembelajaran berbasis teknologi yang interaktif dan mudah dioperasikan tanpa menambah beban teknis guru; serta (3) rancangan yang melatih kemampuan pemodelan matematis secara bertahap, mulai dari memahami situasi nyata hingga menafsirkan hasil.

Tahap *Design* (Perancangan)

Pada tahap *Design*, peneliti menetapkan empat tujuan pembelajaran mengacu pada Capaian Pembelajaran Fase E Kurikulum Merdeka, yaitu peserta didik mampu (1) mengidentifikasi informasi penting dalam masalah kontekstual, (2) menentukan variabel yang relevan, (3) membentuk model matematika berupa fungsi kuadrat dari masalah kontekstual, dan (4) menggunakan model tersebut untuk menyelesaikan masalah. Selanjutnya, alur pembelajaran dirancang berdasarkan empat tahap *experiential learning* Kolb, yang masing-masing dikaitkan secara eksplisit dengan indikator pemodelan matematis (Blum & Leiß, 2007) sebagaimana disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Rancangan Alur Pembelajaran Berbasis *Experiential Learning*

Tahap *Experiential Learning*	Rancangan Kegiatan Pembelajaran	Kaitan dengan Pemodelan Matematis
Concrete Experience	Peserta didik mengikuti simulasi lelang lukisan sebagai pengalaman awal sebelum mempelajari bentuk formal fungsi kuadrat.	Peserta didik memahami masalah kontekstual dan mengenali besaran penting dalam situasi nyata.
Reflective Observation	Peserta didik merefleksikan hasil simulasi melalui pertanyaan dalam LKPD dan diskusi kelompok.	Peserta didik menyederhanakan masalah dengan mengidentifikasi informasi penting, seperti harga dan jumlah pembeli.
Abstract	Peserta didik menentukan variabel,	Peserta didik membentuk model

Conceptualization	menyusun hubungan antarbesaran, dan membentuk model keuntungan dalam bentuk fungsi kuadrat.	matematika dan menyelesaikannya melalui perhitungan.
Active Experimentation	Peserta didik mengerjakan soal pemodelan fungsi kuadrat melalui Gimkit sebagai penerapan pada situasi baru.	Peserta didik menerapkan model, menafsirkan hasil, dan memvalidasi jawaban.

Pada tahap ini juga dirancang tiga komponen utama modul ajar, yaitu informasi umum (identitas dan karakteristik pembelajaran), rencana pembelajaran (tujuan, pemahaman bermakna, pertanyaan pemantik, dan langkah pembelajaran), serta lampiran (LKPD, soal *pre-test* dan *post-test*, rubrik penilaian, dan petunjuk penggunaan Gimkit). LKPD dirancang mengikuti alur experiential learning, dimulai dari kegiatan mengamati data hasil simulasi, menentukan variabel, menyusun hubungan antarvariabel, hingga menggunakan model yang diperoleh untuk menafsirkan hasil sesuai konteks masalah. Media presentasi disusun menggunakan Canva untuk menampilkan alur kegiatan, konteks simulasi, dan instruksi penggunaan Gimkit, sedangkan soal-soal Gimkit dirancang berbentuk pilihan ganda berdasarkan indikator pemodelan matematis dengan konteks yang dekat dengan kehidupan sehari-hari peserta didik. Selain komponen modul, pada tahap ini juga dirancang instrumen validitas, kepraktisan, dan efektivitas yang digunakan pada tahap berikutnya.

Tahap *Development* (Pengembangan)

Pada tahap *Development*, seluruh rancangan direalisasikan menjadi produk yang siap digunakan, yaitu modul ajar inti sebagai panduan guru (Gambar 1), Lembar Kerja Peserta Didik atau LKPD sebagai panduan belajar peserta didik (Gambar 2), media presentasi berbantuan Canva (Gambar 3), serta soal kuis pada platform Gimkit (Gambar 4). Modul ajar memuat kegiatan pendahuluan (5 menit) berupa apersepsi dan penyampaian tujuan pembelajaran, kegiatan inti (80 menit) yang mengikuti alur CE-RO-AC-AE, serta kegiatan penutup (5 menit) berupa refleksi dan penyimpulan. Soal-soal Gimkit disusun berdasarkan indikator pemodelan matematis dengan bentuk pilihan ganda agar sesuai dengan karakteristik kuis interaktif, dilengkapi petunjuk teknis penggunaan bagi guru maupun peserta didik.

MODUL AJAR

MODUL AJAR FASE E – KELAS X UNIT ALJABAR DAN FUNGSI SUB UNIT FUNGSI KUADRAT (Bentuk umum)

BAGIAN I : IDENTITAS DAN INFORMASI MODUL AJAR

Kode modul ajar	
Nama penyusun	Nindi Dian Wahdini
Institusi	Universitas Sanata Dharma
Tahun penyusunan	2026
Semester	2
Jenjang sekolah	SMK
Fase/ kelas	E/X
Alokasi waktu	2x 45 menit
Elemen	Fungsi Kuadrat
Capaian Pembelajaran	Di akhir fase E, peserta didik dapat menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan sistem pertidaksamaan linear dua variabel; **menyelesaikan masalah yang berkaitan** dengan persamaan dan **fungsi kuadrat** (termasuk akar imajiner), serta persamaan eksponensial (berbasis/ bilangan pokok sama) dan fungsi eksponen.
Kata kunci	Fungsi kuadrat, pemodelan matematis, masalah kontekstual, keuntungan maksimum, lelang, experiential learning.
Kompetensi awal	Peserta didik telah memahami persamaan kuadrat dan diskriminan
Profil pelajar pancasila	1. Berpikir Kritis Peserta didik mampu menganalisis informasi dari masalah kontekstual, mengidentifikasi variabel yang relevan, serta menyusun model matematika untuk menyelesaikan masalah.

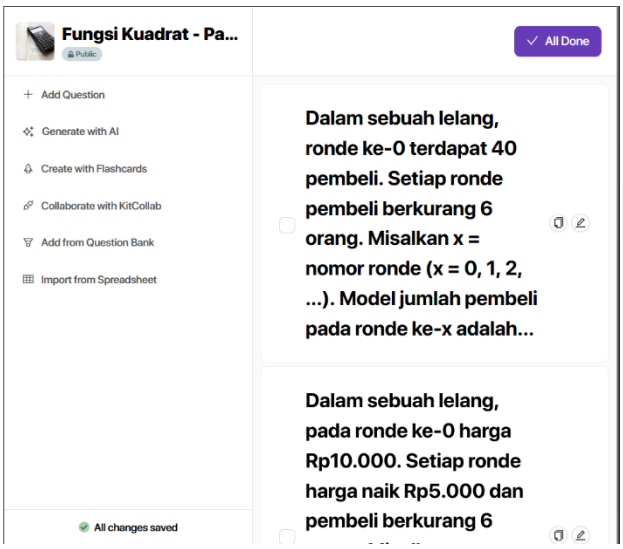
Gambar 1. Tampilan Modul Ajar Berbasis *Experiential Learning* Berbantuan Gimkit



Gambar 2. Tampilan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)



Gambar 3. Tampilan Media Presentasi Pembelajaran



Gambar 4. Tampilan Soal Kuis pada Platform Gimkit

Produk yang telah dikembangkan selanjutnya divalidasi oleh dua validator ahli untuk mengetahui kelayakannya sebelum diujicobakan. Validator pertama adalah akademisi dengan keahlian pembelajaran matematika. Validator kedua adalah praktisi yang sudah banyak pengalaman dalam mengimplementasikan pembelajaran inovatif di dalam kelas. Dengan profil kedua ahli ini, peneliti mendapatkan evaluasi dan juga saran yang mendukung peningkatan kualitas produk yang dikembangkan. Berdasarkan masukan validator, dilakukan tiga revisi utama, yaitu (1) perumusan tujuan pembelajaran menggunakan kerangka ABCD (*Audience, Behavior, Condition, Degree*) agar lebih spesifik dan terukur, (2) penambahan aturan simulasi lelang secara rinci pada bagian kegiatan Concrete Experience, dan (3) penambahan petunjuk teknis penggunaan Gimkit bagi guru maupun peserta didik. Hasil validasi setelah revisi disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Validasi Ahli Materi dan Media terhadap Modul Ajar

Aspek Penilaian	Validator 1 (%)	Validator 2 (%)	Rata-rata (%)	Kriteria
Kelayakan Isi	93,33	80,00	86,67	Sangat Baik
Kelayakan Bahasa	91,67	100,00	95,84	Sangat Baik
Kelayakan Penyajian	85,00	95,00	90,00	Sangat Baik
Kelayakan Media	86,11	83,33	84,72	Baik
Rata-rata Keseluruhan	89,84	85,16	87,50	Sangat Baik

Berdasarkan hasil validasi oleh dua orang ahli, informasi pada Tabel 11 menunjukkan bahwa modul ajar memperoleh rata-rata keseluruhan sebesar 87,50% dengan kategori sangat baik atau valid. Aspek kelayakan bahasa dan kelayakan isi memperoleh penilaian tertinggi dari kedua validator, menunjukkan bahwa materi fungsi kuadrat dan bahasa yang digunakan dalam modul telah sesuai dengan Capaian Pembelajaran Fase E Kurikulum Merdeka serta mudah dipahami oleh guru maupun

peserta didik. Hasil ini mengindikasikan bahwa modul ajar layak digunakan dalam pembelajaran tanpa revisi besar.

Tahap *Implementation* (Implementasi)

Pada tahap *Implementation*, modul ajar yang telah dinyatakan valid diujicobakan pada 25 peserta didik kelas X Logam B. Uji coba direncanakan berlangsung 2 × 45 menit, tetapi karena kendala kegiatan tadarus dan keterlambatan peserta didik, waktu efektif pada pertemuan pertama hanya sekitar 50 menit sehingga pembelajaran dilanjutkan pada pertemuan berikutnya. Pada kegiatan pendahuluan, guru melakukan apersepsi tentang persamaan kuadrat dan menyampaikan tujuan pembelajaran. Pada kegiatan inti, peserta didik mengikuti simulasi lelang lukisan dengan lima ronde penawaran harga (Rp100.000 hingga Rp300.000), merefleksikan hasil simulasi melalui LKPD dan diskusi kelompok, membangun model keuntungan dalam bentuk fungsi kuadrat melalui pertanyaan pemantik, kemudian mengerjakan kuis Gimkit secara mandiri untuk menerapkan model pada konteks soal yang baru. Suasana kelas menjadi lebih bersemangat ketika papan peringkat Gimkit ditampilkan secara *real-time*. Pada kegiatan penutup, guru dan peserta didik menyimpulkan bahwa fungsi kuadrat dapat digunakan untuk memodelkan berbagai masalah dalam kehidupan sehari-hari. *Pre-test* dilaksanakan sebelum pembelajaran dan *post-test* setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai, diikuti pengisian angket kepraktisan oleh guru dan peserta didik.

Tahap *Evaluation* (Evaluasi)

Pada tahap *Evaluation*, peneliti menganalisis kepraktisan dan efektivitas modul ajar berdasarkan seluruh data yang terkumpul selama implementasi. Hasil kepraktisan dan keterlaksanaan pembelajaran disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Kepraktisan dan Keterlaksanaan Pembelajaran

Sumber Data	Persentase (%)	Kategori
Respon Guru	95,00	Sangat Praktis
Respon Peserta Didik	88,67	Sangat Praktis
Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran	94,79	Sangat Baik

Kepraktisan modul ajar dari sudut pandang guru memperoleh persentase 95,00% dengan kategori sangat praktis, dengan aspek dukungan terhadap pembelajaran mencapai 100,00% dan aspek kemudahan penggunaan modul serta keterlaksanaan media masing-masing mencapai 95,83%. Aspek keterlaksanaan pembelajaran memperoleh persentase sedikit lebih rendah (91,67%) karena alokasi waktu pada tahap pembentukan konsep dan transisi ke sesi Gimkit cukup padat. Dari sudut pandang peserta didik, kepraktisan modul mencapai 88,67% dengan kategori sangat praktis, ditopang oleh aspek dukungan terhadap pemahaman (90,00%), motivasi dan keterlibatan (89,83%), kemudahan penggunaan

media (87,50%), serta kemenarikan pembelajaran (87,33%). Keterlaksanaan pembelajaran mencapai 94,79% dengan kategori sangat baik, meskipun aspek efektivitas waktu memperoleh persentase terendah (75,00%) karena kendala eksternal berupa kegiatan tadarus dan keterlambatan peserta didik. Efektivitas modul ajar diukur melalui capaian setiap indikator kemampuan pemodelan matematis pada *pre-test* dan *post-test*, sebagaimana disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Capaian *Pre-test* dan *Post-test* Berdasarkan Indikator Kemampuan Pemodelan Matematis

Indikator Kemampuan Pemodelan Matematis	Capaian Pre-test (%)	Capaian Post-test (%)	Peningkatan
Memahami masalah	53	99	46
Menyederhanakan masalah	29	98	69
Matematisasi/membentuk model matematika	33	100	67
Bekerja matematis	66	100	34
Interpretasi	23	98	75

Berdasarkan Tabel 13, seluruh indikator kemampuan pemodelan matematis mengalami peningkatan setelah pembelajaran. Peningkatan terbesar terjadi pada indikator interpretasi (dari 23 % menjadi 98 %), disusul indikator menyederhanakan masalah (dari 29 % menjadi 98 %) dan matematisasi (dari 33 % menjadi 100 %), yaitu ketiga indikator yang sebelumnya menjadi titik lemah utama peserta didik. Data *pre-test*, *post-test*, dan N-Gain secara keseluruhan disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil *Pre-test, Post-test*, dan *N-Gain* Kemampuan Pemodelan Matematis

Data	Nilai
Rata-rata *Pre-test*	43,22
Rata-rata *Post-test*	99,33
N-Gain Rata-rata	0,99 (Tinggi)
Peserta Didik Kategori *N-Gain* Tinggi	100%

Rata-rata nilai *pre-test* peserta didik sebesar 43,22 meningkat menjadi 99,33 pada *post-test*, dengan N-Gain rata-rata sebesar 0,99 pada kategori tinggi, dan seluruh peserta didik (100%) mencapai kategori N-Gain tinggi. Sebelum pembelajaran, nilai peserta didik tersebar pada rentang 0–80 tanpa satu pun mencapai kategori 81–100. Setelah pembelajaran, seluruh peserta didik bergeser ke kategori tertinggi (81–100), dengan 24 dari 25 peserta didik memperoleh nilai sempurna. Pergeseran distribusi nilai yang merata ini menunjukkan bahwa modul ajar berhasil menjembatani kesenjangan antara pengetahuan awal peserta didik dan kompetensi yang ditargetkan.

Pembahasan

Proses pengembangan modul ajar dalam penelitian ini mengikuti alur ADDIE yang sistematis dan iteratif, sehingga setiap keputusan desain dapat dipertanggungjawabkan secara prosedural. Hal ini sejalan dengan pandangan dalam penelitian lain bahwa model ADDIE memungkinkan pengembang mengidentifikasi kebutuhan secara akurat sebelum merancang dan memproduksi produk pembelajaran, sehingga produk yang dihasilkan lebih kontekstual dan relevan dengan kondisi lapangan (Cahyadi, 2019). Kesenjangan yang ditemukan pada tahap *Analysis*, yaitu rendahnya kemampuan pemodelan matematis peserta didik yang berdampingan dengan tingginya aspirasi terhadap pembelajaran berbasis permainan, secara langsung diterjemahkan pada tahap *Design* menjadi dua keputusan desain utama: simulasi lelang lukisan sebagai konteks *Concrete Experience* yang otentik, dan kuis Gimkit sebagai sarana *Active Experimentation* yang menyenangkan sekaligus melatih pemodelan matematis.

Tingginya validitas modul ajar tidak terlepas dari cara tahap *Design* dan *Development* dilaksanakan. Aspek kelayakan isi memperoleh nilai tertinggi karena pada tahap analisis materi, pemilihan fungsi kuadrat tidak dilakukan secara acak, melainkan melalui pertimbangan berlapis: materi ini selaras dengan CP Fase E, memiliki potensi kontekstual tinggi, dan cakupannya dipetakan bertahap mengikuti siklus pemodelan matematika (Blum & Leiß, 2007). Aspek kelayakan bahasa memperoleh nilai sempurna karena sejak tahap pengembangan, instruksi dalam modul ajar ditulis dengan orientasi pada guru sebagai pengguna langsung: langkah-langkah simulasi dituliskan berurutan dan bernomor, serta petunjuk teknis Gimkit dijabarkan mulai dari cara mengakses tautan hingga cara membacakan aturan kuis. Validator juga menilai bahwa alur CE-RO-AC-AE terlaksana secara eksplisit dan koheren, sebuah penilaian yang dapat dicapai karena setiap tahap experiential learning diartikulasikan ke dalam komponen modul yang konkret dan terukur, bukan sekadar label prosedural. Kesesuaian ini sejalan dengan pandangan bahwa suatu produk pengembangan dikatakan valid apabila didasarkan pada pengetahuan mutakhir (*content validity*) dan seluruh komponennya saling berkonsistensi (*construct validity*) (Nieveen, 1999).

Tingginya kepraktisan modul ajar dari sudut pandang guru (95,00%), khususnya pada aspek dukungan terhadap pembelajaran yang mencapai nilai sempurna (100,00%), berakar dari prinsip desain yang diterapkan sejak tahap *Development*, yaitu menghadirkan seluruh kebutuhan guru di dalam modul tanpa perlu menyiapkan bahan tambahan dari luar: instruksi simulasi lelang ditulis lengkap dengan aturan permainan, petunjuk teknis Gimkit disertakan dari cara mengakses tautan hingga membacakan aturan kuis, dan LKPD disiapkan dalam format siap pakai. Aspek keterlaksanaan pembelajaran memperoleh persentase sedikit lebih rendah (91,67%) karena alokasi waktu pada tahap Abstract Conceptualization cukup padat, sebuah konsekuensi dari kedalaman tahap tersebut yang memang

dirancang untuk memandu peserta didik membangun model secara induktif melalui beberapa bagian LKPD, bukan sekadar menerima penjelasan guru.

Kepraktisan modul ajar dari sudut pandang peserta didik (88,67%) tertinggi pada aspek dukungan terhadap pemahaman (90,00%). Capaian ini dapat terjadi karena simulasi lelang lukisan dirancang bukan sekadar kegiatan pembuka yang menarik, melainkan pengalaman belajar yang secara terencana menghasilkan data nyata berupa tabel harga dan jumlah pembeli, yang kemudian menjadi bahan analisis pada seluruh tahap berikutnya. Dengan demikian, ketika peserta didik menghadapi soal cerita pada LKPD dan Gimkit, mereka tidak menghadapi konteks asing, melainkan situasi yang telah mereka alami sendiri. Kolb menjelaskan mekanisme ini melalui konsep *anchor experience*, yaitu pengalaman konkret yang berfungsi sebagai jangkar kognitif yang mempermudah peserta didik mengasimilasi konsep abstrak (A. Y. Kolb & Kolb, 2017). Aspek motivasi dan keterlibatan (89,83%) turut diperkuat oleh mekanisme gamifikasi Gimkit berupa poin dan papan peringkat real-time, yang membuat peserta didik tidak sekadar bermain, tetapi berlatih pemodelan matematis dalam balutan kompetisi yang menyenangkan, sejalan dengan temuan bahwa media pembelajaran interaktif pada materi fungsi kuadrat dapat meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa dibandingkan pembelajaran konvensional (Ermilia et al., 2024).

Efektivitas modul ajar yang ditunjukkan oleh *N-Gain* rata-rata 0,99 pada kategori tinggi bukan terjadi secara kebetulan, melainkan konsekuensi dari desain pembelajaran yang sejak tahap *Analysis* diarahkan untuk mengatasi hambatan spesifik yang telah teridentifikasi. Peningkatan terbesar pada indikator interpretasi (dari 23,00% menjadi 98,00%) menunjukkan keberhasilan modul ajar mengatasi kecenderungan umum peserta didik yang berhenti begitu nilai numerik diperoleh tanpa menafsirkan maknanya, sebuah kelemahan yang banyak dilaporkan dalam penelitian pemodelan matematis (Blum & Leiß, 2007). LKPD secara konsisten dirancang untuk menuntut peserta didik memaknai hasil perhitungan, misalnya menyimpulkan pada harga berapa keuntungan penjual menjadi maksimum, sehingga interpretasi dilatihkan sebagai bagian alami dari penyelesaian masalah. Permaslaah kongret yang dialami siswa menjadi hal potensial untuk mengembangkan kemampuan pemodelan matematis. Hal ini sejalan dengan temuan bahwa desain aktivitas pembelajaran seperti pengalaman langsung, menggunakan foto, atau representasi dengan model 3D sangat mempengaruhi kemampuan pemodelan matematis siswa (Jablonski, 2023; Spooner, 2024). Hal serupa berlaku pada soal Gimkit yang tidak hanya menuntut perhitungan, tetapi juga meminta peserta didik menyimpulkan pilihan harga optimal. Peningkatan besar juga terjadi pada indikator menyederhanakan masalah dan matematisasi, dua aspek yang sebelumnya menjadi titik lemah utama peserta didik, sejalan dengan rancangan LKPD yang memandu peserta didik menentukan variabel dan menyusun model secara bertahap dari data hasil

simulasi, bukan langsung diberikan rumus. Dengan demikian, integrasi *experiential learning* dan Gimkit yang selama ini banyak dikaji secara terpisah (Febriani et al., 2024; Fithriyah et al., 2019) terbukti saling melengkapi dalam satu produk modul ajar yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan pemodelan matematis peserta didik SMK.

Penelitian ini hanya melibatkan 25 siswa yang berasal dari satu kelas saja. Penelitian ini tidak melibatkan subyek sebagai kelompok kontrol sehingga hasil yang diperoleh tidak dapat diatributkan secara eksklusif pada aktivitas experiential learning yang diintegrasikan dengan Gimkit. Faktor-faktor seperti aktivitas pembelajaran, peran guru, dan juga karakteristik siswa dapat memberikan kontribusi berkaitan dengan hasil yang diperoleh.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa siswa yang mengalami kesulitan matematika berat dan menunjukkan karakteristik yang relevan dengan diskalkulia memiliki pola kesulitan yang kompleks dan heterogen. Berdasarkan hasil analisis tes, observasi, dan wawancara, kesulitan belajar matematika ditemukan pada tiga aspek utama, yaitu konseptual, prosedural, dan strategis. Kesulitan konseptual ditunjukkan oleh keterbatasan siswa dalam memahami makna bilangan dan pecahan, termasuk dalam membandingkan dan merepresentasikan pecahan. Kesulitan prosedural terlihat dari ketidakmampuan siswa dalam menerapkan aturan dan langkah operasi hitung secara konsisten, khususnya pada operasi hitung campuran. Sementara itu, kesulitan strategis tampak pada keterbatasan siswa dalam memahami situasi masalah, membangun model matematika, menentukan strategi penyelesaian, dan menyelesaikan masalah kontekstual.

Selama proses pengerjaan tes, beberapa siswa juga menunjukkan perilaku seperti ragu-ragu, berhenti sebelum menyelesaikan soal, dan kurang yakin terhadap jawabannya. Temuan tersebut diperlakukan sebagai karakteristik perilaku yang menyertai proses pengerjaan dan tidak disimpulkan sebagai kecemasan matematika karena aspek tersebut tidak diukur menggunakan instrumen khusus. Dengan demikian, penelitian ini mencapai tujuan untuk mendeskripsikan pola kesulitan belajar matematika pada siswa yang menunjukkan karakteristik relevan dengan diskalkulia berdasarkan data tes, observasi, dan wawancara. Hasil penelitian tidak dimaksudkan untuk menetapkan diagnosis diskalkulia, melainkan untuk mengidentifikasi karakteristik kesulitan matematika yang relevan sebagai dasar pemahaman terhadap kebutuhan belajar siswa.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut. Pertama, bagi guru matematika, saran diturunkan dari tiga profil kesulitan yang ditemukan. Untuk kesulitan konseptual, guru dapat menggunakan representasi visual seperti model luas atau garis bilangan serta meminta siswa menjelaskan alasan perbandingan pecahan. Untuk kesulitan prosedural, guru dapat menerapkan pembelajaran eksplisit dan bertahap tentang urutan operasi dan operasi bilangan bulat. Untuk kesulitan strategis, guru dapat memberikan *scaffolding* dalam memodelkan masalah kontekstual, misalnya dengan meminta siswa menuliskan apa yang diketahui, apa yang ditanyakan, dan operasi yang dipilih. Guru juga perlu menggunakan asesmen diagnostik secara berkala untuk mengidentifikasi kesulitan belajar sejak dini. Kedua, bagi sekolah, diharapkan menyediakan program pembelajaran remedial serta pelatihan bagi guru dalam menangani siswa dengan kesulitan belajar matematika, dan menyiapkan jalur rujukan kepada tenaga ahli apabila diperlukan diagnosis diskalkulia. Ketiga, bagi peneliti selanjutnya, disarankan menggunakan instrumen skrining yang tervalidasi sebelum menyimpulkan adanya indikasi diskalkulia, merancang dan menguji efektivitas intervensi yang sesuai dengan profil kesulitan siswa, serta memperluas penelitian pada jenjang yang berbeda atau dengan jumlah subjek yang lebih besar.

REFERENSI

Adiastuty, N., Prayitno, A. T., & Nurmalasari. (2025). Pengembangan E-Modul Berbasis Experiential Learning ditinjau dari Gaya Belajar untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, *6*(3), 3343–3354. https://doi.org/10.54373/imeij.v6i3.3116

Alt, D. (2023). Assessing the Benefits of Gamification in Mathematics for Student Gameful Experience and Gaming Motivation. *Computers & Education*, *200*, 104806. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104806

Apriliana, M., Lusiama, & Jumroh. (2021). Kemampuan Pemodelan Matematika melalui Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Indonesia (PMRI) di SMK Yayasan Bakti Prabumulih. *Arithmetic: Academic Journal of Math*, *3*(1), 1–12. https://doi.org/10.29240/ja.v3i1.2689

Blum, W., & Leiß, D. (2007). Mathematical Modelling: Education, Engineering, and Economics - ICTMA 12. In *Mathematical Modelling: Education, Engineering, and Economics* (pp. 222–231). Elsevier.

Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer International Publishing.

Cahyadi, R. A. H. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis ADDIE Model. *Halaqa: Islamic Education Journal*, *3*(1), 35–43. https://doi.org/10.21070/halaqa.v3i1.2124

Ermilia, R., Fitriana, L., & Riyanti, V. (2024). GeoGebra dalam Pembelajaran Fungsi Kuadrat dan Pengaruhnya terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, *13*(4), 1237–1251. https://doi.org/10.24127/ajpm.v13i4.9685

Febriani, D. S. A., Arifin, S. A. N., Sopiyaturrohmah, S., & Resmania. (2024). Systematic Literature Review: Kemampuan Pemodelan Matematika Siswa SMA/MA. *Jurnal Theorems*, *8*(2), 407–421. https://doi.org/10.31949/th.v8i2.8014

Fithriyah, K., Arif, M., & Ningsih, P. R. (2019). Pengaruh Model Experiential Learning terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Ilmiah Edutic: Pendidikan Dan Informatika*, *6*(1), 39–45.

Husnaidah, M., Hrp, M. S., & Sofiyah, K. (2024). Konsep Dasar Matematika sebagai Fondasi Berpikir Logis. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin Terpadu*, *8*(12).

Jablonski, S. (2023). Is it All about the Setting? — A Comparison of Mathematical Modelling with Real Objects and their Representation. *Educational Studies in Mathematics*, *113*(2), 307–330. https://doi.org/10.1007/s10649-023-10215-2

Khusna, H., & Ulfah, S. (2021). Kemampuan Pemodelan Matematis dalam Menyelesaikan Soal Matematika Kontekstual. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, *10*(1), 153–164. https://doi.org/10.31980/mosharafa.v10i1.649

Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2017). *The Experiential Educator: Principles and Practices of Experiential Learning*. EBLS Press.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice-Hall.

Lindl, A., Durandt, R., & Blum, W. (2025). Fostering Mathematical Modelling Competency in Different Learning Environments and Educational Contexts – an Exploratory Comparative Analysis of Four Intervention Studies. *ZDM – Mathematics Education*, *57*(2), 351–364. https://doi.org/10.1007/s11858-025-01680-5

Maulani, V. A., Muslim, S. R., & Apiati, V. (2022). Analisis Kemampuan Pemodelan Matematika Ditinjau dari Gaya Berpikir Gregorc. *Jurnal Kongruen*, *1*(3), 266–271. https://jurnal.unsil.ac.id/index.php/kongruen

Misbahuddin, M., Sufyadi, S., & Rini, S. (2025). Pemanfaatan Gimkit sebagai Sarana Gamification untuk Meningkatkan Minat Siswa dalam Pembelajaran. *JIIP: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, *8*(8), 9610–9615. https://doi.org/10.54371/jiip.v8i8.9025

Nieveen, N. (1999). Prototyping to Reach Product Quality. In *Design Approaches and Tools in Education and Training* (pp. 125–135). Kluwer Academic Publishers.

Riemer, P., & Greefrath, G. (2026). Developing Students' Modelling Competency Through Digital Tools: A Systematic Review of Current Research. *Digital Experiences in Mathematics Education*. https://doi.org/10.1007/s40751-026-00201-7

Spooner, K. (2024). What does Mathematical Modelling Have to Offer Mathematics Education? Insights from Students' Perspectives on Mathematical Modelling. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *55*(3), 615–627. https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.2009052

Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Thohari, F. L., Ratnaningsih, N., & Rahayu, D. V. (2024). Analisis Kesulitan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita Berbasis Pemecahan Masalah Materi SPLTV. *ARITMATIKA: Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, *5*(1), 14–25. https://doi.org/10.35719/aritmatika.v5i1.270

Waruwu, M. (2024). Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, *9*(2), 1220–1230. https://doi.org/10.29303/jipp.v9i2.2141

Zakyanto, M. D. A., & Wintarti, A. (2022). Pengembangan Game Edukasi Berbasis Android sebagai Suplemen Pembelajaran pada Materi Perbandingan. *MATHEdunesa*, *11*(1), 1–11. https://doi.org/10.26740/mathedunesa.v11n1.p1-11