

ISBN : 978 – 979 – 16353 – 9 – 4

# PROSIDING

SEMINAR NASIONAL  
MATEMATIKA DAN PENDIDIKAN MATEMATIKA

**”Penguatan Peran Matematika dan Pendidikan Matematika  
Untuk Indonesia yang Lebih Baik “**



**Penyelenggara :**  
Jurusan Pendidikan Matematika  
FMIPA UNY

Yogyakarta, 9 November 2013

**Prosiding dapat diakses:**  
<http://eprints.uny.ac.id/view/subjects/snmpm2013.html>

ISBN : 978 – 979 – 16353 – 9 – 4



# **PROSIDING SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA DAN PENDIDIKAN MATEMATIKA**

**"Penguatan Peran Matematika dan Pendidikan Matematika  
Untuk Indonesia yang Lebih Baik "**

Yogyakarta, 9 November 2013

**Penyelenggara :**  
Jurusan Pendidikan Matematika  
FMIPA UNY

**Jurusan Pendidikan Matematika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta  
2013**



# PROSIDING SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA DAN PENDIDIKAN MATEMATIKA

9 November 2013 FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta

*Artikel-artikel dalam prosiding ini telah dipresentasikan pada  
Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika  
pada tanggal **9 November 2013**  
di Jurusan Pendidikan Matematika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta*

## **Tim Penyunting Artikel Seminar :**

- 1. Prof. Dr. Rusgianto**
- 2. Prof. Dr. Marsigit**
- 3. Dr. Hartono**
- 4. Dr. Jailani**
- 5. Dr. Djamilah BW**
- 6. Dr. Ali Mahmudi**
- 7. Dr. Sugiman**
- 8. Dr. Agus Maman Abadi**
- 9. Dr. Dhoriva UW**

**Jurusan Pendidikan Matematika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta  
2013**

**PROSIDING  
SEMINAR NASIONAL  
MATEMATIKA DAN PENDIDIKAN MATEMATIKA 2011**

**"Penguatan Peran Matematika dan Pendidikan Matematika Untuk  
Indonesia yang Lebih Baik "**

**9 November 2013**

**Diselenggarakan oleh:**

**Jurusan Pendidikan Matematika**

**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**Universitas Negeri Yogyakarta**

**Diterbitkan oleh**

**Jurusan Pendidikan Matematika**

**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**Universitas Negeri Yogyakarta**

**Kampus Karangmalang, Sleman, Yogyakarta**

**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

**UNY, 2013**

**Cetakan ke - 1**

**Terbitan Tahun 2013**

**Katalog dalam Terbitan (KDT)**

**Seminar Nasional (2013 November 9: Yogyakarta)**

**Prosiding/ Penyunting: Rusgianto [et.al] - Yogyakarta: FMIPA**

**Editor : Nur Hadi W [et.al] - Yogyakarta: FMIPA**

**Universitas Negeri Yogyakarta, 2013**

**ISBN: 978-979-16353-9-4**

**978-979-16353-9-4**

**Penyuntingan semua tulisan dalam prosiding ini dilakukan  
oleh Tim Penyunting Seminar Nasional MATEMATIKA DAN  
PENDIDIKAN MATEMATIKA 2013 dari Jurusan Pendidikan  
Matematika FMIPA UNY**

**Prosiding dapat diakses:**

**<http://eprints.uny.ac.id/view/subjects/snmpm2013.html>**

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur ke Hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala Karunia dan Rahmat-Nya sehingga prosiding ini dapat diselesaikan. Prosiding ini merupakan kumpulan makalah dari peneliti, pemerhati dan dosen bidang Matematika dan Pendidikan Matematika berbagai daerah di Indonesia. Makalah yang dipresentasikan meliputi makalah utama dan makalah pendamping, terdiri dari makalah bidang Matematika (Statistika, Geometri, Aljabar, Analisis, Matematika Terapan, Komputer) dan Pendidikan Matematika.

Seminar Nasional ini diikuti 168 makalah pendamping, dari berbagai Instansi di Indonesia, seperti UGM, UAD, Univ. Terbuka, UNS, IKIP PGRI Semarang, Univ. Tanjungpura, ITS, Univ. Sanata Dharma, UNS, UKSW, UPH, UNSOED, UNW Mataram, STKP Siliwangi Bandung, STKIP PGRI Pacitan, Univ. Muhammadiyah Surakarta, Univet Sukoharjo, UNAIR, STAIN Purwokerto, UNPATTI Ambon, Univ. Negeri Padang, Universitas Cendrawasih, UNESA, dan beberapa sekolah seperti SMA Negeri 3 Bantul, SMPN 4 Yogyakarta, SMPN 2 Wonosobo, SMPN 3 Salahutu, SMPN Monta, dan berbagai instansi lain

Sesuai dengan tema seminar, semua makalah menyajikan berbagai ragam kajian teoritis maupun hasil penelitian matematika dan pembelajaran matematika yang diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pembentukan karakter bangsa. Makalah yang dimuat dalam prosiding ini telah melalui tahap seleksi abstrak, yakni melalui proses review oleh tim yang nama anggotanya tercantum pada halaman lain di prosiding ini. Makalah dalam prosiding ini juga dipresentasikan dalam sidang paralel dalam seminar tanggal 9 November 2013

Pada kesempatan ini panitia mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung penyelenggaraan seminar ini. Khususnya, kepada seluruh peserta seminar diucapkan terima kasih atas partisipasinya dan selamat berseminar, semoga bermanfaat.

Yogyakarta, 9 November 2013

Panitia

## SAMBUTAN DEKAN FMIPAUNY

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Pertama- tama marilah kita panjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan berbagai kenikmatan kepada kita sekalian. Salah satu nikmat yang sekarang kita rasakan adalah nikmat kesehatan sehingga kita dapat menyelenggarakan seminar nasional ini.

Selanjutnya perkenankan saya menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada Ketua Panitia beserta seluruh jajaran kepanitiaan Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika Tahun 2013 yang telah mempersiapkan terselenggaranya seminar nasional ini. Secara khusus perkenankan pula saya sampaikan terima kasih kepada Bapak Prof. Ahmad Fauzy, Ph.D. dan Bapak Sukirman, M.Pd., yang telah berkenan menjadi pembicara utama pada seminar nasional ini. Kami juga mengucapkan banyak terima kasih kepada pengurus IndoMS Jateng dan DIY atas kerjasamanya untuk mensukseskan acara seminar ini.

Tema pada seminar nasional kali ini adalah "Penguatan Peran Matematika dan Pendidikan Matematika untuk Indonesia yang Lebih Baik ". Tema ini sangat sejalan dengan visi dan misi Universitas Negeri Yogyakarta, khususnya FMIPA UNY yang telah berkomitmen untuk menghasilkan tenaga kependidikan dan non kependidikan MIPA yang berkualitas unggul di dunia global. Harapan kami dengan adanya seminar ini adalah terjalinnya kerjasama yang baik antar dosen, peneliti, maupun guru di seluruh Indonesia untuk mewujudkan masyarakat Indonesia yang maju, sejahtera dan memiliki karakter yang unggul. Seminar nasional ini harus mampu mendorong para dosen, guru dan praktisi bidang matematika dan pendidikan matematika untuk senantiasa melakukan inovasi demi kemajuan bangsa Indonesia.

Akhirnya saya mengucapkan terima kasih atas partisipasinya dalam seminar yang diselenggarakan oleh Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY ini dengan harapan semoga seminar ini memberikan motivasi bagi para peserta untuk terus berkarya. Terimakasih. Selamat mengikuti seminar.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



## SAMBUTAN KETUA PANITIA

Assalaamu'alaikum wr. wb.

1. Yth. Rektor Universitas Negeri Yogyakarta,
2. Yth. Dekan dan Wakil Dekan FMIPA UNY,
3. Yth. Para Pembicara Utama,
4. Yth. Bapak/Ibu Tamu Undangan,
5. Yth. Para pemakalah dan peserta seminar sekalian,

Pertama-tama marilah kita panjatkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala karunia dan rahmatNya yang telah dilimpahkan kepada kita semua. Atas ijin-Nya pula, kita pada hari ini dapat berkumpul di sini, dalam keadaan sehat jasmani dan rohani, untuk mengikuti Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika yang bertemakan penguatan peran Matematika dan Pendidikan Matematika untuk Indonesia yang lebih baik.

Pada seminar ini, kami mengundang 2 pembicara utama yang akan menyampaikan makalah utama pada sidang pleno, yaitu Prof. Ahmad Fauzy, M.Si, Ph.D (Jurusan Statistika FMIPA Universitas Islam Indonesia) dan Drs. Sukirman, M.Pd (Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta. Atas nama panitia, kami mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas kesediaan beliau semua hadir dalam acara ini. Kedua pembicara akan menyampaikan makalah terkait penerapan matematika dalam menyelesaikan masalah nyata yang dapat dijumpai dalam bidang industri, pendidikan dan pembelajaran matematika.

Selain itu panitia juga telah menerima sekitar 168 makalah pendamping, dari berbagai instansi di Indonesia, seperti UGM, UAD, Universitas Terbuka, UNS, IKIP PGRI Semarang, Universitas Tanjungpura, ITS, Universitas Sanata Dharma, UNS, UKSW, UPH, UNSOED, UNW Mataram, STKP Siliwangi Bandung, STKIP PGRI Pacitan, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Univet Sukoharjo, UNAIR, STAIN Purwokerto, UNPATTI Ambon, Universitas Negeri Padang, Universitas Cendrawasih, UNESA, dan beberapa sekolah seperti SMA Negeri 3 Bantul, SMPN 4 Yogyakarta, SMPN 2 Wonosobo, SMPN 3 Salahutu, SMPN Monta, dan berbagai instansi lain.

Kegiatan Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika tahun 2013 ini tidak dapat diselenggarakan dengan baik tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, kami mengucapkan terimakasih yang tak terkira kepada Bapak Rektor dan jajarannya selaku Pimpinan di Universitas Negeri Yogyakarta, Dekan FMIPA UNY atas dorongan, dukungan dan fasilitas yang disediakan. Terimakasih kepada para sponsor dan semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu. Ucapan terimakasih juga kami sampaikan kepada teman-teman panitia yang telah bekerja keras demi suksesnya penyelenggaraan seminar ini.

Kami juga mengucapkan terimakasih kepada Bapak, Ibu dan Saudara peserta yang telah berkenan mengikuti seminar ini hingga selesai nantinya. Atas nama panitia, kami mohon maaf yang sebesar-besarnya jika dalam kegiatan ini terdapat kesalahan, kekurangan maupun hal-hal yang tidak/kurang berkenan di hati Bapak, Ibu dan Saudara sekalian. Semoga seminar ini dapat memberikan sumbangan dalam memajukan matematika dan pendidikan matematika untuk mewujudkan Indonesia yang lebih baik.

**SELAMAT BERSEMINAR!!**

Wassalamuallaikum wr. wb ,

Yogyakarta, 9 November 2013  
Ketua Panitia  
  
Musthofa, M.Sc

## DAFTAR ISI

Cover				
Halaman Judul				
Halaman Penyunting				
Halaman Penerbitan				
Kata Pengantar				
Sambutan Dekan FMIPA				
Sambutan Ketua Panitia				
Daftar Isi				
Makalah Utama				
<b>Penguatan Peran Matematika Dan Pendidikan Matematika Untuk Indonesia Yang Lebih Baik ( Akhmad Fauzy, Program Studi Statistika, FMIPA Universitas Islam Indonesia)</b>	MU – 1			
<b>Makalah Bidang Pendidikan Matematika</b>				
Kode	Nama	Instansi	Judul	Hal
P – 1	Abdul Mujib <sup>1</sup> , Erik Suparingga <sup>2</sup>	<sup>1,2</sup> Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah	Upaya Mengatasi Kesulitan Siswa Dalam Operasi Perkalian Dengan Metode Latis	MP - 1
P – 2	Ade Kumalasari, Rizky Oktora Prihadini Eka Putri	Pendidikan Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta	Kesulitan Belajar Matematika Siswa Ditinjau Dari Segi Kemampuan Koneksi Matematika	MP – 7
P – 3	Adhetia Martyanti	Prodi Pendidikan Matematika, PPS UNY	Membangun <i>Self-Cofidence</i> Siswa Dalam Pembelajaran Matematika Dengan Pendekatan <i>Problem Solving</i>	MP – 17
P – 4	Adi ASMara	Prodi Pendidikan Matematika FKIP UMB	Kecakapan Matematis Siswa Melalui Model Pembelajaran <i>Problem Posing</i>	MP - 23
P – 5	Agisna Anindya Putri	Pendidikan Matematika, Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta	Meningkatkan Aktivitas Dan Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas VII C SMP Anggrek Banjarmasin Melalui Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Student Teams Achievement Divisions (Stad) Dan Scramble	MP - 29
P – 6	Agustinus Sroyer	FKIP Universitas Cenderawasih Jayapura	Penalaran Kuantitatif ( <i>Quantitative Reasoning</i> ) Dalam Pemecahan Masalah Matematika	MP – 39
P – 7	Ahmad Dzulfikar	Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia	Studi Literatur: Pembelajaran Kooperatif Dalam Mengatasi Kecemasan Matematika Dan Mengembangkan <i>Self Efficacy</i> Matematis Siswa	MP – 45
P – 8	Neneng Tita Rosita	STKIP Sebelas April Sumedang	Pendekatan Pembelajaran Matematika Realistik Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SD	MP – 55
P – 9	Ali Mahmudi, Sahid, Himmawati P.L., Kuswari Hernawati	Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY	<i>Interactive Student's Book</i> Berbasis ICT Untuk Mendukung Aktivitas Eksplorasi Konsep-Konsep Geometri	MP – 63
P – 10	Andri Suryana	Universitas Indraprasta PGRI Jakarta	Penerapan Model Pembelajaran <i>Pace</i> Dalam Meningkatkan Kemampuan Membuktikan Matematis	MP – 71
P - 11	Anton Jaelani. <sup>1</sup> ,	<sup>1,2, 3</sup> Universitas	Aktivitas Kerjasama Mahasiswa Dalam	MP – 79



	Kusno <sup>2</sup> , Fitrianto Eko Subekti <sup>3</sup>	Muhammadiyah Purwokerto	Pembelajaran Kooperatif Mata Kuliah Dasar Proses Pembelajaran Matematika Melalui <i>Lesson Study</i>	
P – 12	Arief Budi Wicaksono <sup>1</sup> M. Saufi <sup>2</sup>	<sup>2</sup> Pendidikan Matematika, Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta	Mengelola Kecemasan Siswa Dalam Pembelajaran Matematika	MP – 89
P – 13	Arjudin <sup>1</sup>	Mahasiswa S3 Pendidikan Matematika Universitas Negeri Malang	Kajian Buku Siswa Mata Pelajaran Matematika Kelas VII Bab 2 Dalam Kurikulum 2013	MP – 95
P – 14	Asep Ikin Sugandi	STKIP Siliwangi Bandung	Pendekatan Kontektual Sebagai Pendekatan Dalam Pembelajaran Matematik Yang Humanis Dalam Meningkatkan Kemandirian Belajar	MP - 103
P – 15	Astri Wahyuni, Ayu Aji Wedaring Tias, Budiman Sani	Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta	Peran Etnomatematika Dalam Membangun Karakter Bangsa	MP - 113
P – 16	Budi Manfaat Zara Zahra Anasha	Jurusan Tadris Matematika Fakultas Tarbiyah IAIN Syekh Nurjati Cirebon	Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematik Siswa Dengan Menggunakan Graded Response Models (GRM)	MP - 119
P – 17	Carolin Olivia <sup>1</sup> , Pinta Deniyanti <sup>2</sup> , Meiliasari <sup>3</sup>	<sup>1,2,3</sup> Jurusan Matematika FMIPA UNJ	Mengembangkan Pemahaman Relasional Siswa Mengenai Luas Bangun Datar Segiempat Dengan Pendekatan PMRI	MP – 125
P – 18	Christina Sri Purwanti	SMA Negeri 3 Bantul	Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Materi Fungsi Komposisi Dan Fungsi Invers Menggunakan Pembelajaran Model Jigsaw Pada Siswa Kelas XI IPS SMA Negeri 3 Bantul	MP - 133
P – 19	Christina Sri Purwanti	SMA Negeri 3 Bantul	Penggunaan Media Modul Pembelajaran Untuk Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran Persamaan Lingkaran Bagi Siswa Kelas XI/IPA SMA Negeri 3 Bantul	MP – 139
P – 20	Darmadi <sup>1</sup> , Agung Lukito <sup>2</sup> , Ketut Budayasa <sup>3</sup>	<sup>1</sup> Mahasiswa Program Pascasarjana UNESA; <sup>2</sup> Staf Pengajar Program Pascasarjana UNESA; <sup>3</sup> Staf Pengajar Program Pascasarjana UNESA	Analisis Kesulitan Berpikir Visual Dalam Memahami Definisi Formal Pada Barisan Bilangan Real	MP - 145
P – 21	Demitra	Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Palangkaraya	Pengembangan Modul Statistika Dasar Untuk Mahasiswa PG-MIPA-BI	MP - 155
P – 22	Dian Andarwati <sup>1</sup> , Kuswari Hernawati <sup>2</sup>	<sup>1), 2)</sup> Jurusan Pendidikan Matematika,	Pengembangan Lembar Kegiatan Siswa (LKS) Berbasis Pendekatan Penemuan Terbimbing Berbantuangeogebra Untuk	MP – 165

		FMIPA UNY	Membelajarkan Topik Trigonometri Pada Siswa Kelas X SMA	
P – 23	Doni Setiyo Ardiyanto	SMP Negeri 2 Ngablak Kabupaten Magelang	Pembelajaran Matematika Dengan Pendekatan Kontekstual Berbantuan Hands On Problem Solving Untuk Meningkatkan Rasa Ingin Tahu Dan Prestasi Belajar Siswa	MP – 175
P – 24	Rasiman	FPMIPA IKIP PGRI Semarang	Proses Berpikir Kritis Siswa SMA Dalam Menyelesaikan Masalah Matematika Bagi Siswa Dengan Kemampuan Matematika Rendah	MP - 185
P – 25	Edy Tandililing	Jurusan PMIPA FKIP UNTAN	Pengembangan Pembelajaran Matematika Sekolah Dengan Pendekatan Etnomatematika Berbasis Budaya Lokal Sebagai Upaya Untuk Meningkatkan Kualitas Pembelajaran Matematika Di Sekolah	MP - 193
P – 26	Edy Tandililing	PMIPA FKIP UNTAN Pontianak	Pengembangan Kemampuan Koneksi Matematis Siswa Melalui Pendekatan Advokasi Dengan Penyajian Masalah Open-Ended Pada Pembelajaran Matematika	MP - 203
P – 27	Dwi Astuti, Trisnawati	Pendidikan Matematika PPS UNY	Pengembangan Bahan Ajar Matematika Untuk SMPIN/B Kelas IX Berdasarkan Standar Isi	MP – 211
P – 28	Edi Irawan	Program Studi Pendidikan Matematika STKIP PGRI Pacitan	Analisis Kecenderungan Penelitian Skripsi Mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika STKIP PGRI Pacitan Tahun Akademik 2012/2013	MP - 219
P – 29	Eka Kasah Gordah <sup>1</sup> , Reni Astuti <sup>2</sup>	<sup>1,2</sup> STKIP PGRI Pontianak	Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Mahasiswa Melalui Pengembangan Bahan Ajar Geometri Dasar Berbasis Model <i>Reciprocal Teaching</i> Di STKIP PGRI Pontianak	MP -227
P – 30	Ekasatya Aldila Afriansyah <sup>1</sup>	<sup>1</sup> STKIP Garut	Penjumlahan Bilangan Desimal Melalui Permainan Roda Desimal	MP -233
P – 31	Elly Arliani dan Kana Hidayati	Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY	Penerapan <i>Item Mapping</i> Berdasarkan Teori Respons Butir Dalam Pengukuran Pendidikan Matematika	MP - 241
P – 32	Ema Butsi Prihastari		Analisis Pembentukan Karakter Cinta Lingkungan Pada Materi Geometri Di Laboratorium Alam	MP – 249
P - 33	Endro Wibowo	SMP Negeri 2 Wonosobo	Implementasi Contextual Teaching And Learning Approach Dan Model Cooperative Learning Number Group Presentation untuk Meningkatkan Sikap Dan Prestasi Belajar Matematika Di Kelas IX-H SMP Negeri 2 Wonosobo Pada Semester I Tahun Pelajaran 2013/2014	MP - 255
P – 34	Ernawati	Program Studi Pendidikan Matematika Pascasarjana UNY	Implementasi Model Pembelajaran Kooperatif Tipe <i>Make A Match</i> Pada Pembelajaran Matematika Di Kelas X Administrasi Perkantoran SMKN 1 Banjarmasin Tahun Pelajaran 2011/2012	MP – 267
P – 35	Faaso Ndraha	SMAN 3 Gunungsitoli, Kota Gunungsitoli,	Proses Berpikir Siswa SMP Mengonstruksi Bukti Informal Geometri Sebagai Prosep	MP – 275

		Sumatera Utara		
P – 36	Gadis Arniyati Athar	STAI Ar-Ridho Bagansiapiapi Rokan Hilir	Penerapan Pendekatan Pembelajaran Pendidikan Matematika Realistik (PMR) Di kelas 7 SMP Islamar-Ridha Bagansiapiapi Rokan Hilir Riau	MP – 285
P – 37	Gregorius Sebo Bito <sup>1</sup> , Sugiman <sup>2</sup>	<sup>1</sup> FKIP Universitas Flores Ende-NTT, <sup>2</sup> FMIPA UNY	Investigasi Perkembangan Belajar Siswa Kelas IV Sekolah Dasar Di Kabupaten Ngada, NTT Dalam Operasi Penjumlahan Dan Pengurangan Pecahan	MP – 293
P – 38	Hongki Julie <sup>1</sup> , St. Suwarsono <sup>2</sup> , and Dwi Juniati <sup>3</sup>	<sup>1,2</sup> Sanata Dharma University, <sup>3</sup> Surabaya State University	Bahan Belajar Siswa Untuk Siklus Kedua Pengembangan Pembelajaran Pecahan Di Kelas V Sekolah Dasar Dengan Pendekatan Matematika Realistik	MP – 305
P - 39	Ida Nurmila Isandespha	PGSD Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta	Penggunaan Asesmen Portofolio Dalam Pembelajaran Matematika Sekolah Dasar Untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Dan Sikap Siswa Terhadap Matematika	MP - 313
P – 40	Ifada Novikasari	STAIN Purwokerto	<i>Semiotic Logical Approach</i>	MP - 321
P – 41	Ika Kurniasari	Prodi Pendidikan Matematika Jurusan Matematika Unesa	Identifikasi Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Geometri Materi Dimensi Tiga Kelas XI IPA SMA	MP - 327
P – 42	Ilham Rizkianto	FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta	Norma Sosiomatematik Dalam Kelas Matematika	MP – 331
P – 43	Jackson Pasini Mairing	Prodi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Palangka Raya	Pembelajaran Dengan Komputer: Dua Sisi Mata Uang	MP – 341
P – 44	Januar Budi Asmari <sup>1</sup> , Erika Laras Astutiningtyas <sup>2</sup> , Agus Efendi <sup>3</sup>	<sup>1,2,3</sup> Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo	Pembelajaran <i>Direct Instruction</i> Dengan Media Lagu Terhadap Prestasi Belajar Matematika Di SD Se-Kecamatan Laweyan	MP – 349
P – 45	Joko Bekti Haryono <sup>1</sup> , Herry Agus Susanto <sup>2</sup>	Universitas Veteran Bangun Nusantara Sukoharjo	Meningkatkan Aktifitas Mahasiswa Melalui Pembelajaran Berbasis Masalah Mata Kuliah Struktur Aljabar	MP – 355
P – 46	Karim	FKIP Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin Mahasiswa S3 Pendidikan Matematika Universitas Negeri Surabaya	Berpikir Kreatif Siswa Membuat Koneksi Matematis Dalam Pemecahan Masalah	MP - 363
P – 47	Kasman Samin Kamsurya	SMP Negeri 3 Salahutu	Peningkatan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Operasi Bilangan Bulat Melalui Pendekatan Pembelajaran Matematika Realistik Di Kelas VII-1 SMP Negeri 3 Salahutu	MP – 371
P – 48	La Misu dan Rosdiana	JURUSAN PMIPA UHO KENDARI	Pengembangan Teori Pembelajaran Perilaku Dalam Kaitannya Dengan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematik Siswa Di SMA	MP – 379
P – 49	La Moma	FKIP UNPATTI Ambon	Menumbuhkan <i>Soft Skills</i> Siswa Dalam Pembelajaran Matematika Melalui Pembelajaran Generatif	MP – 387

P – 50	Laila Hayati	Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Mataram	Pembelajaran Pendidikan Matematika Realistik Untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir Aljabar Siswa	MP – 397
P – 51	Lia Ardian Sari	Universitas Pendidikan Indonesia	Diagnosis Kesalahan Siswa Sekolah Menengah Pertama Dalam Menyelesaikan Masalah Faktorisasi Bentuk Aljabar	MP – 407
P – 52	Lilik Hidayati <sup>1</sup> , Ripai <sup>2</sup>	<sup>1,2</sup> FMIPA UNW Mataram	Sistem Komputasi Blackbox Untuk Optimasi Pengkoreksian Multi Tipe Dan Teknik Skorsing Soal Obyektif	MP – 413
P – 53	Masduki <sup>1</sup> , Marlina Ratna Subandriah <sup>2</sup> , Dhiki Yudha Irawan <sup>3</sup> , Agus Prihantoro <sup>4</sup>	Prodi Pendidikan Matematika FKIP UMS	Level Kognitif Soal-Soal Buku Pelajaran Matematika Smp	MP – 421
P – 54	M.F. Atsnan <sup>1</sup> , Rahmita Yuliana Gazali <sup>2</sup>	Mahasiswa Pendidikan Matematika Pasca Sarjana UNY	Penerapan Pendekatan <i>Scientific</i> Dalam Pembelajaran Matematika SMP Kelas VII Materi Bilangan (Pecahan)	MP – 429
P – 55	Mukti Sintawati <sup>1</sup> , Ginanjar Abdurrahman <sup>2</sup>	-	Menumbuhkan Kemampuan Berpikir Kreatif Dan Minat Belajar Matematika Melalui Pendekatan Problem Posing	MP - 437
P – 56	M u n i r i	Program Doktor Pendidikan Matematika Universitas Negeri Surabaya	Karakteristik Berpikir Intuitif Siswa Dalam Menyelesaikan Masalah Matematika	MP – 443
P – 57	Nila Mareta Murdiyani	Universitas Negeri Yogyakarta	Strategi-Strategi Yang Berbeda Dalam Menyelesaikan Masalah Pengurangan Menggunakan Garis Bilangan	MP – 453
P – 58	Nuriana Rachmani Dewi (Nino Adhi)	Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Semarang	Pengembangan Website Berorientasi <i>Brain-Based Learning</i> Sebagai Upaya Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Mahasiswa	MP – 457
P – 59	Nurlatifah <sup>1</sup> , Aris Hadiyan Wijaksana <sup>2</sup> , Wardani Rahayu <sup>3</sup>	<sup>1</sup> Universitas Negeri Jakarta, <sup>2</sup> Universitas Negeri Jakarta, <sup>3</sup> Universitas Negeri Jakarta	Mengembangkan Kemampuan Penalaran Spasial Siswa Smp Pada Konsep Volume Dan Luas Permukaan Dengan Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Indonesia	MP - 465
P – 60	R. Rosnawati <sup>1</sup>	<sup>1</sup> Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY	Asesmen Formatif Informal Dalam Pembelajaran Matematika	MP - 473
P – 61	Rahmatya Nurmeidina	Mahasiswa Pendidikan Matematika, Pascasarjana UNY	Mengembangkan Karakter Siswa Dalam Pembelajaran Matematika Dengan Pendekatan Kontekstual	MP – 479
P – 62	Ririn Widiyadari	Fakultas Ilmu Pendidikan, Jurusan Matematika Universitas	Pengembangan Pembelajaran Matematika <i>Model Eliciting Activities</i> Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Matematika Siswa Pada Materi Segitiga Kelas VII	MP – 487

		Muhammadiyah Jakarta		
P – 63	Risnanosanti	Program Studi Pendidikan Matematika FKIP UMB	Kemandirian Belajar Dan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika	MP – 493
P – 64	Ristontowi	Prodi Pendidikan Matematika FKIP UMB	Kemampuan Spasial Siswa Melalui Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Indonesia Dengan Media Geogebra	MP – 499
P – 65	Rondha <sup>1</sup> , Ratna Christianingrum <sup>2</sup>	<sup>1,2</sup> Universitas Pelita Harapan	Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Rasa Takut Akan Kegagalan Dalam Diri Mahasiswa	MP – 505
P – 66	Rosalia Hera Rahayuningrum	SMP Negeri 2 Imogiri Bantul Yogyakarta	Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Pada Materi Bangun Ruang Sisi Lengkung Dengan Metode Penemuan Terbimbing Siswa Kelas Ixf Smp Negeri 2 Imogiri Bantul Yogyakarta	MP – 509
P – 67	Saifan Sidiq Abdullah <sup>1</sup> , Supandi <sup>2</sup> , Nizaruddin <sup>3</sup>	<sup>1,2,3</sup> Pendidikan Matematika IKIP PGRI Semarang	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Konstruktivisme Menggunakan CD Interaktif Terhadap Karakter Siswa SMP	MP – 517
P – 68	Siska Candra Ningsih	Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas PGRI Yogyakarta	Upaya Meningkatkan Pemahaman Konsep Mahasiswa Pada Mata Kuliah Metode Numerik Dengan Pendekatan <i>Creative Problem Solving</i>	MP – 525
P – 69	Sri Eka Wahyuni <sup>1</sup> , Pinta Deniyanti <sup>2</sup> , Meiliasari <sup>3</sup>	<sup>1,2,3</sup> Jurusan Matematika FMIPA UNJ	Mengembangkan Kemampuan Berpikir Geometris Pada Pokok Bahasan Segiempat Dengan Teori Van Hiele Dan Pendekatan PMRli	MP - 533
P - 70	Sri Subarinah	Dosen Prodi Pendidikan Matematika, FKIP Universitas Mataram Mahasiswa S3 Pendidikan Matematika Universitas Negeri Surabaya	Profil Berpikir Kreatif Siswa Dalam Memecahkan Masalah Tipe Investigasi Matematik Ditinjau Dari Perbedaan Gender	MP - 541
P – 71	Sri Sudarini S.pd	SMP Negeri 4 Yogyakarta	Pendidikan Moral Matematika	MP – 549
P – 72	Sri Supiyati <sup>1</sup> , Muhammad Halqi <sup>2</sup>	<sup>1,2</sup> STKIP Hamzanwadi Selong	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika SMP Dengan Model Pembelajaran Matematika Realistik Di Kabupaten Lombok Timur	MP – 557
P – 73	Sudi Prayitno <sup>1</sup> , ST. Suwarsono <sup>2</sup> , Tatag Yuli Eko Siswono <sup>3</sup>	<sup>1</sup> FKIP Univesitas Mataram, <sup>2</sup> FKIP Univesitas Sanata Dharma, <sup>3</sup> FMIPA Universitas Negeri Surabaya	Komunikasi Matematis Siswa SMP Dalam Menyelesaikan Soal Matematika Berjenjang Ditinjau Dari Perbedaan Gender	MP – 565
P – 74	Supandi <sup>1</sup> , Widya Kusumaningsih <sup>2</sup> , Lilik Ariyanto <sup>3</sup>	<sup>1,2,3</sup> Pendidikan Matematika Fpmipa IKIP PGRI Semarang	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Dengan Strategi <i>Think Talk Write</i> Berbasis <i>Blended Learning</i> Untuk Meningkatkan Kemampuan Menulis	MP – 573

			Matematik Siswa SMP	
P – 75	Suparni	Fakultas Sains dan Teknologi Uin Sunan Kalijaga Yogyakarta	Pengembangan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Melalui Pendekatan Integrasi Interkoneksi	MP – 579
P – 76	Suryo Widodo	Universitas Nusantara PGRI Kediri	Variabel-Variabel Tersembunyi Dalam Guru Matematika Kreatif	MP – 587
P – 77	Sutrisno <sup>1</sup> , Supandi <sup>2</sup> , Widy Kusumaningsih <sup>3</sup> , Lilik Ariyanto <sup>4</sup>	<sup>1,2,3,4</sup> Pendidikan Matematika Fpmipa Ikip PGRI Semarang	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berkaracter Pada Matakuliah Operasi Riset Berbasis ICT	MP – 595
P – 78	Syukrul Hamdi	STKIP Hamzanwadi Selong	Menguatkan Keyakinan Diri Siswa Dalam Pembelajaran Matematika Melalui Pendekatan <i>Multi-Modal Strategy</i> (MMS)	MP – 601
P – 79	Trisnawati, S.pd. <sup>1</sup> , Dwi Astuti, S.pd. <sup>2</sup>	<sup>1,2</sup> Prodi Pendidikan Matematika Program PPS UNY	Upaya Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Kelas VII Dalam Pembelajaran Matematika Dengan Pendekatan <i>Realistic Mathematics Education</i> (RME) Di SMP Negeri 1 Muntilan	MP – 609
P – 80	Urip Tisngati <sup>1</sup> , Khoirul Qudsiyah <sup>2</sup>	<sup>1,2</sup> STKIP PGRI Pacitan	Pembelajaran Matematika Berbasis Multimedia Interaktif Mata Kuliah Teori Bilangan Dengan Model Reog Untuk Meningkatkan Konsep Dan Efikasi Diri Mahasiswa	MP – 617
P – 81	Usep Kosasih	Prodi Pendidikan Matematika, Universitas Islam Nusantara, Bandung	Karakteristik Bahan Ajar Matematika Untuk Membangun Karakter	MP – 625
P – 82	Wanda Nugroho Yanuarto	Prodi Pendidikan Matematika Program PPS UNY	Perbedaan Konsep Matematika Dan Pengetahuan Ditinjau Dari Ras Dan Gender Manusia	MP – 629
P – 83	Yandri Soeyono	Universitas Negeri Yogyakarta	Mengasah Kemampuan Berpikir Kritis Dan Kreatif Siswa Melalui Bahan Ajar Matematika Dengan Pendekatan Open-Ended	MP – 639
P – 84	Yopy Wahyu Purnomo	FKIP Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka	Keefektifan Penilaian Formatif Terhadap Hasil Belajar Matematika Mahasiswa Ditinjau Dari Motivasi Belajar	MP – 649
P – 85	Yopy Wahyu Purnomo	FKIP Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka	Komputasi Mental Untuk Mendukung Lancar Berhitung Operasi Penjumlahan Dan Pengurangan Pada Siswa Sekolah Dasar	MP – 657
P – 86	Yuli Sulistyowati	Prodi Pendidikan Matematika Program PPS UNY	Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Dengan Pendekatan <i>Contextual Teaching And Learning</i> (Ct) Pada Materi Volume Bangun Ruang Kelas VIII	MP – 663
P – 87	Yulia Linguistika <sup>1</sup> , Endang Listyani <sup>2</sup> , Heri Retnawati <sup>3</sup>	<sup>1,2,3</sup> Prodi Pendidikan Matematika Program PPS UNY	Peta Penguasaan Materi Matematika Guru Sma Dan Hubungannya Dengan Prestasi Belajar Siswa	MP – 671
P – 88	Zuli Nuraeni, S.pd	Prodi Pendidikan Matematika Program PPS UNY	Permainan Anak Untuk Matematika	MP – 683

P – 89	Zuraidah <sup>1</sup> , Salmah Unazatin <sup>2</sup>	<sup>1</sup> STAIN Kediri, <sup>2</sup> SMKN 6 Malang	Aplikasi Metode Pembelajaran Kooperatif Model Jigsaw Untuk Materi Sistem Bilangan Pada Siswa Kelas XII RPL 3 SMK Negeri 6 Malang Tahun Pelajaran 2012/2013	MP – 691
P – 90	Djamilah Bondan Widjajanti <sup>1</sup> , Fitriana Yuli Saptaningtyas <sup>2</sup> , Dwi Lestari <sup>3</sup>	<sup>1,2,3</sup> Jurusan Pendidikan Matematika Fmipa UNY	Efektivitas Bahan Ajar Matematika Diskret Berbasis Representasi Multipel Ditinjau Dari Kemampuan Komunikasi Dan Koneksi Matematis Mahasiswa Calon Guru Matematika	MP – 699
P – 91	Kana Hidayati <sup>1</sup> , Elly Arliani <sup>2</sup>	<sup>1,2</sup> Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY	Model-Model <i>Alignment</i> Antara Penilaian Dan Kurikulum Dalam Pembelajaran Matematika	MP – 701
P – 92	Kuswari Hernawati <sup>1</sup> , Ali Mahmudi <sup>2</sup> , Himmawati Puji Lestari <sup>3</sup>	<sup>1,2,3,4</sup> Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Geometri Berbasis ICT Untuk Meningkatkan Komunikasi Matematis Mahasiswa	MP – 713
P – 93	Sugiyono <sup>1</sup> , Sugiman <sup>2</sup> , Himmawati Puji Lestari <sup>3</sup>	<sup>1,2,3</sup> Jurusan Pendidikan Matematika Fmipa UNY	Upaya Meningkatkan Kemampuan <i>Mathematical Communication</i> Mahasiswa Kelas Internasional Pada Perkuliahan <i>Analytic Geometry</i> Dengan Pendekatan <i>Open Ended</i>	MP – 719
P – 94	Faaso Ndraha	Guru SMAN 3 Gunungsitoli, Kota Gunungsitoli, Sumatera Utara/ Mahasiswa S3 Pendidikan Matematika Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya	Nilai Strategis Memandang Bukti Geometri Sebagai Prosep Dalam Pembelajaran	MP – 727

#### Makalah Bidang Analisis dan Aljabar

A – 1	Anita Nur Muslimah <sup>1</sup> Siswanto <sup>2</sup> Purnami Widyaningsih <sup>3</sup>	Jurusan Matematika FMIPA UNS	Sistem Linear Dalam Aljabar Maks-Plus	MA – 1
A – 2	Evi Yuliza	Jurusan Matematika FMIPA UNSRI	Sifat-Sifat Similar Semu Atas Ring Reguler Stable Diperumum	MA – 9
A – 3	Fitriana Yuli Saptaningtyas	Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY	Optimasi Pengelolaan Pariwisata Di Diy Dengan Menggunakan Metode Campbell Dudeck Smith (CDS)	MA – 17
A – 4	Harry Nugroho <sup>1</sup> , Effa Marta R <sup>2</sup> , Ari Wardayani <sup>3</sup>	Program Studi Matematika Universitas Jenderal Soedirman	Polinomial atas aljabar max-plus Interval	MA – 23
A – 5	M. Andy Rudhito	Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Sanata Dharma Kampus III USD Paingan	Sistem Persamaan Linear Min-Plus Dan Penerapannya Pada Masalah Lintasan Terpendek	MA – 29

		Maguwoharjo Yogyakarta		
A - 6	M.V.Any Herawati	Program Studi Matematika Universitas Sanata Dharma	Jumlah Grup Bagian dalam Darab Langsung Grup Siklis Berhingga	MA – 35
A – 7	Siswanto <sup>1</sup> , Aditya NR <sup>2</sup> , Supriyadi W <sup>3</sup>	Jurusan Matematika FMIPA UNS	Kebebasan Linear Dalam Aljabar Max- Plus Interval	MA – 45
A – 8	Solikhin <sup>1</sup> YD. Sumanto <sup>2</sup> Siti Khabibah <sup>3</sup>	Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro	Locally dan Globally Small Riemann Sums Fungsi Terintegral Henstock-Dunford pada [a,b]	MA – 55
A – 9	Yushaila Nur Sajida W. <sup>1</sup> , Dhoriva Urwatul W. <sup>2</sup> , Agus Maman Abadi <sup>3</sup>	<sup>1</sup> Program Studi Matematika FMIPA UNY <sup>2,3</sup> Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY	Klasifikasi <i>Fuzzy</i> Untuk Diagnosa Kanker Serviks	MA – 65
<b>Makalah Bidang Geometri</b>				
G-1	Dwi Pungkas Haruadi <sup>1</sup> Idha Sihwaningrum <sup>2</sup> Ari Wardayani <sup>3</sup>	Program Studi Matematika Universitas Jenderal Soedirman	Segitiga Siku-Siku pada Trigonometri Rasional di lapangan Himpunan Bilangan Riil dan Lapangan Himpunan Bilangan Bulat Modulo 17	MG - 1
G-2	Husnul Khotimah	Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Yogyakarta	Meningkatkan Hasil Belajar Geometri Dengan Teori Van Hiele	MG - 9
<b>Makalah Bidang Statistika</b>				
S - 1	Adi Setiawan	Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Kristen Satya Wacana, Jl. Diponegoro 52-60 Salatiga 50711	Karakteristik Inflasi Bulanan Kota-Kota di Indonesia Tahun 2009 – 2013	MS – 1
S - 2	Adi Setiawan	Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Kristen Satya Wacana, Jl. Diponegoro 52-60 Salatiga 50711	Inferensi Parameter Simpangan Baku Populasi Normal dengan Metode Bayesian Obyektif	MS – 9
S - 3	Agus Budhi Santosa <sup>1</sup> , Nur iriawan <sup>2</sup> , Seiawan <sup>3</sup> , Mohammad Dokhi <sup>4</sup>	<sup>1,2,3</sup> Jurusan Statistika FMIPA- ITS, <sup>4</sup> STIS	Pemodelan <i>Seemingly Unrelated Regression</i> dengan Pendekatan Bayesian pada Sektor Utama di Jawa Timur	MS – 17
S - 4	Astutik, S. <sup>1</sup> , Solimun <sup>2</sup> , Widandi <sup>3</sup>	<sup>1,2</sup> Program Studi Statistika, Jurusan	Identifikasi Data Rata-Rata Curah Hujan per-jam di Beberapa Lokasi	MS – 23



		Matematika FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang, <sup>3</sup> Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang		
S - 5	Budi Pratikno <sup>1</sup> , Yuliatri Wirawidya Haryono <sup>2</sup>	Jurusan MIPA Matematika Unsoed Purwokerto	Pengujian Intercep untuk <i>Tests</i> Terkait <i>Non-Sample Prior Information</i> pada Hipotesis Satu Arah pada Regresi Linier Sederhana Ketika Variansi Diketahui	MS – 29
S - 6	Dadan Kusnandar <sup>1</sup> , Muhlasah Novitasari Mara <sup>2</sup> , Yundari <sup>3</sup> , Neva Satyahadewi <sup>4</sup> , Naomi Nessyana Debataraja <sup>5</sup>	<sup>1,2,3,4,5</sup> Jurusan Matematika FMIPA Universitas Tanjungpura,	Mengatasi <i>Missing Data</i> Hasil Pengukuran Satelit Altimetri Topex, Jason 1 dan Jason 2 dengan Metode Kalman Filter	MS – 37
S - 7	Dadan Kusnandar <sup>1</sup> , Naomi Nessyana Debataraja <sup>2</sup>	<sup>1,2</sup> Jurusan Matematika, FMIPA Universitas Tanjungpura	Penerapan Analisis Komponen Utama dalam Menilai Model Pembelajaran di Sekolah	MS – 41
S - 8	Dian Cahyawati S., Susni Yohana, Putera B.J. Bangun	<i>Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya</i>	Aplikasi Metode <i>Chaid</i> dalam Menganalisis Keterkaitan Faktor Risiko Lama Penyelesaian Skripsi Mahasiswa (Studi Kasus di Jurusan Matematika Fmipa Universitas Sriwijaya)	MS – 47
S - 9	Djoni Hatidja <sup>1</sup> , Sri H. Abdullah <sup>2</sup> , dan Deiby T. Salaki <sup>3</sup>	<sup>1,2,3</sup> Program Studi Matematika FMIPA Unsrat, Manado	Pergeseran Pangsa Pasar Kartu Seluler Pra Bayar Gsm Menggunakan Analisis Rantai Markov (Studi Kasus: Mahasiswa Fmipa Unsrat Manado)	MS – 55
S - 10	Eka Septiana <sup>1</sup> , Retno Subekti, M.Sc <sup>2</sup>	<sup>1,2</sup> Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY	Aplikasi Metode <i>Full Information Maximum Likelihood</i> (Fiml) pada Penyelesaian Sistem Persamaan Simultan (Studi Kasus : Data Stok Uang, PDRB, dan Konsumsi Rumah Tangga di DIY)	MS – 63
S - 11	Endang Pudji Purwanti <sup>1</sup> , Ferihan Pilarian <sup>2</sup> ,	<sup>1</sup> Politeknik Perkapan Negeri Surabaya, <sup>2</sup> PT.Alhas Jaya Group	Optimasi Parameter Proses Pematangan Stainless Steel Sus 304 untuk Kekasaran Permukaan dengan Metode Response Surface	MS – 73
S - 12	Eni Nurhayati <sup>1</sup> , Jaka Nugraha <sup>2</sup>	<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Statistika, FMIPA Ull Yogyakarta <sup>2</sup> Pengajar Program Studi Statistika, FMIPA Ull Yogyakarta	Pengelompokkan Stasiun Pos Hujan Kabupaten Pati Berbasis Metode Ward dalam Peta Analisis Kerawanan Banjir	MS – 89
S - 13	Helida Nurchayani <sup>1</sup> ,	<sup>1</sup> Mahasiswa Magister Statistika,	Pemodelan Spasial Kemiskinan dengan <i>Mixed Geographically Weighted Poisson</i>	MS – 97

	Purhadi <sup>2</sup>	Institut Teknologi Sepuluh Nopember <sup>2</sup> Dosen Jurusan Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember	<i>Regression dan Flexibly Shaped Spatial Scan Statistic</i> (Studi Kasus: Jumlah Rumah Tangga Sangat Miskin di Kabupaten Kulonprogo)	
S - 14	Irwan <sup>1</sup> , Devni Prima Sari <sup>2</sup>	<sup>1,2</sup> Jurusan Matematika FMIPA Univ. Negeri Padang	Pemodelan Regresi Poisson, Binomial Negatif dan pada Kasus Kecelakaan Kendaraan Bermotor di Lalu Lintas Sumatera Barat	MS – 107
S - 15	Muhlasah Novitasari Mara <sup>1</sup> , Neva Satyahadewi <sup>2</sup> , Ryan Iskandar <sup>3</sup>	Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Tanjungpura	Efektifitas Metode <i>Jackknife</i> dalam Mengatasi Multikolinearitas dan Penyimpangan Asumsi Normalitas pada Analisis Regresi Berganda	MS – 123
S - 16	Neva Satyahadewi <sup>1</sup> , Naomi Nessayana Debatara <sup>2</sup>	<sup>1,2</sup> Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Tanjungpura	Kajian Penataan PKL Berdasarkan Preferensi PKL dan Persepsi Masyarakat di Kawasan Pasar Sudirman Pontianak	MS – 127
S - 17	Indriya Rukmana Sari <sup>1</sup> , Dewi Retno Sari Saputro <sup>2</sup> , Purnami Widyarningsih <sup>3</sup>	<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Matematika FMIPA UNS <sup>2,3</sup> Staf Pengajar Jurusan Matematika FMIPA UNS	Model <i>Geographically Weighted Regression</i> Penderita Diare di Provinsi Jawa Tengah dengan Fungsi Pembobot Kernel <i>Bisquare</i>	MS – 135
S - 18	Irma Nur Afifah <sup>1</sup> , Sony Sunaryo <sup>2</sup>	<sup>1</sup> Mahasiswa S2 Jurusan Statistika-FMIPA ITS, Surabaya <sup>2</sup> Dosen Jurusan Statistika-FMIPA ITS, Surabaya	Analisis <i>Structural Equation Modelling</i> (Sem) dengan <i>Finite Mixture Partial Least Square</i> (Fimix-PLS) (Studi Kasus : Struktur Model Kemiskinan di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2011)	MS – 143
S - 19	Janse Oktaviana Fallo <sup>1</sup> , Adi Setiawan <sup>2</sup> , Bambang Susanto <sup>3</sup>	<sup>1,2,3</sup> Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Kristen Satya Wacana, Jl. Diponegoro No. 52-60, Salatiga	Uji Normalitas Berdasarkan Metode Anderson-Darling, Cramer-Von Mises dan Lilliefors Menggunakan Metode Bootstrap	MS – 151
S - 20	Komang Dharmawan	Jurusan Matematika, FMIPA Universitas Udayana	Estimasi Nilai Var Menggunakan Simulasi Proses Lévy	MS – 159
S - 21	Marisa Rifada <sup>1</sup> , Nur Chamidah <sup>2</sup> , Toha Saifudin <sup>3</sup>	<sup>1,2,3</sup> <i>Departemen Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi,</i>	Pemodelan Kejadian Gizi Buruk pada Balita di Surabaya Berdasarkan Pendekatan Regresi Spasial Semiparametrik	MS – 169

		Universitas Airlangga Kampus C, Unair Jln. Mulyorejo, Surabaya		
S - 22	Nila Widhianti <sup>1</sup> , Dhoriva Urwatul Wutsqa <sup>2</sup>	<sup>1,2</sup> Program Studi Matematika FMIPA UNY	Peramalan Banyak Penumpang Kereta Daerah Operasi di Yogyakarta Menggunakan Model <i>Time Series</i> dengan Variasi Kalender Islam <i>Regarima</i>	MS – 181
S - 23	Nuraini Kusumawati <sup>1</sup> dan Retno Subekti, M.Sc <sup>2</sup>	<sup>1,2</sup> Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY	Aplikasi Pembentukan Portofolio Saham Lq-45 Menggunakan Model Black Litterman dengan Estimasi Theil Mixed	MS – 191
S - 24	Oki Dwipurwani	Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya	Aplikasi Model Persamaan Struktural (MPS) dalam Menganalisis Faktor-Faktor yang Berpengaruh terhadap Loyalitas Peghuni Rumah Susun Mahasiswa Universitas Sriwijaya	MS – 199
S - 25	Preatin <sup>1</sup> , Iriawan N. <sup>2</sup> , Zain I. <sup>3</sup> Hartanto W. <sup>4</sup>	<sup>1,2,3</sup> Jurusan Statistika, Fakultas MIPA, ITS Surabaya, <sup>4</sup> BKKBN Jakarta	Pemodelan Data Migrasi Menggunakan Model Poisson Bayesian	MS – 207
S - 26	Ratna Christianingrum	Universitas Pelita Harapan	Keluarga dan Ketaatan Beribadah Terhadap Sikap Remaja dalam Menghindari Seks Bebas dengan Analisis Jalur pada Data Kategori	MS – 213
S - 27	Rukini <sup>1</sup> , Suhartono <sup>2</sup>	<sup>1,2</sup> Jurusan Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya	Model Arimax dan Deteksi Garch untuk Peramalan Inflasi Kota Denpasar	MS – 219
S - 28	Stevileny Angu Bima <sup>1</sup> , Adi Setiawan <sup>2</sup> , Tundjung Mahatma <sup>3</sup>	<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Matematika <sup>2), 3)</sup> Dosen Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana, Jl. Diponegoro 52-60 Salatiga 50711	Pembentukan Sampel Baru yang Memenuhi Syarat Valid dan Reliabel dengan Teknik <i>Resampling</i> pada Data Kuisisioner Tipe <i>Yes/No Questions</i>	MS - 229
S - 29	Suyono <sup>1</sup> , Widyanti Rahayu <sup>2</sup> , Bambang Irawan <sup>3</sup>	<sup>1,2,3</sup> Jurusan Matematika FMIPA UNJ	Model Stokastik untuk Perawatan Sistem Seri	MS – 237

S - 30	Tanti Nawangsari	Prodi Pendidikan Matematika FKIP UNIROW Tuban Jl. Manunggal 61 Tuban	Perbandingan Berganda Sesudah Uji Kruskal-Wallis	MS – 247
S - 31	Yuliana Susanti <sup>1</sup> , Hasih Pratiwi <sup>2</sup> , Sri Sulistijowati H. <sup>3</sup>	<sup>1,2,3</sup> Jurusan Matematika FMIPA, Universitas Sebelas Maret, Surakarta	Optimasi Model Regresi <i>Robust</i> untuk Memprediksi Produksi Kedelai di Indonesia	MS – 253
<b>Makalah Bidang Komputer Dan Terapan</b>				
T - 1	Abraham <sup>1</sup> Mahmudi <sup>2</sup>	<sup>1</sup> Program Studi Matematika FMIPA Universitas Cenderawasih <sup>2</sup> Program Studi Matematika Fak. Sain dan Teknologi UIN Jakarta	Pemodelan Matematika untuk Mensimulasikan Efek Populasi Karantina Terhadap Penyebaran Penyakit Hiv/Aids di Papua	MT – 1
T - 2	Andini Putri Ariyani <sup>1</sup> Kus Prihantoso Krisnawan <sup>2</sup>	Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY	Bifurkasi Pitchfork Superkritikal pada Sistem Flutter	MT – 7
T - 3	Bambang Sumarno HM	Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY	Penyesuaian Bagan Pada Flowchart Sebagai Upaya Menjaga Konsistensi Dan Kejelasan Algoritma Pemrograman Komputer	MT – 13
T - 4	Beni Utomo <sup>1</sup> , Turahyo <sup>2</sup> , Bagus Priyo Tomo <sup>3</sup>	STITEK Bontang	Pembelajaran Anak Berkebutuhan Khusus Berdasarkan Model Pengenalan Suara Menggunakan Matlab Dan Mikrokontroler Atmega16	MT – 25
T - 5	Debby Agustine	Jurusan Matematika, Universitas Negeri Jakarta, Indonesia	Model Matematika Penyakit Diabetes dengan Pengaruh Transmisi Vertikal	MT – 33
T - 6	Devy Lestari <sup>1</sup> Nur Hadi Waryanto <sup>2</sup>		Indikator User Satisfaction dalam Layanan E-learning	MT – 39
T - 7	Dr. Nanang, M. Pd.	Program Studi Pendidikan Matematika STKIP Garut	<i>Wolfram-Alpha</i> pada Teori Bilangan	MT – 51
T - 8	Dwi Lestari	Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY	Model Matematika Terapi Gen Untuk Perawatan Penyakit Kanker	MT – 59
T - 9	Dyah Wardiyani	Jurusan	Probabilitas Waktu <i>Delay</i> Model Epidemi	MT – 65

		Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta	<i>Routing</i>	
T - 10	Endang Sri Kresnawati	Jurusan Matematika FMIPA Universitas Sriwijaya	Premi Tunggal Bersih Asuransi Jiwa Berjangka dengan Faktor Penebusan	MT – 73
T - 11	Felin Yunita <sup>1</sup> , Purnami Widyaningsih <sup>2</sup> , Respatiwulan <sup>3</sup>	<sup>1,2,3</sup> Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta	Model Stokastik <i>Susceptible Infected Recovered</i> (SIR)	MT – 79
T - 12	Fika Hanna Mayasari <sup>1</sup> , Kus Prihantoso K, M. Si. <sup>2</sup>	<sup>1,2</sup> Universitas Negeri Yogyakarta	Penentuan Harga Opsi Tie Eropa Menggunakan <i>Constant Elasticity of Variance</i> (CEV)	MT – 87
T - 13	Hanna Arini Parhusip	Program Studi Matematika, FSM- UKSW	Algoritma Particle Swarm (APS) untuk Optimasi dengan Domain Fungsi Parametrik untuk Beberapa Fungsi Tujuan	MT – 93
T - 14	Imam Ekowicaksono, S.Si. <sup>1</sup> , Dra. Farida Hanum, M.Si. <sup>2</sup> , Dr. Ir. Amril Aman, M.Sc. <sup>3</sup>	<sup>1,2,3</sup> Departemen Matematika, Fakultas FMIPA Institut Pertanian Bogor, Indonesia	Masalah Penentuan Koridor Bus dalam Meminimumkan Biaya Operasional	MT – 101
T - 15	Maftuhah Qurrotul Aini	Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta	Model Epidemik <i>Routing</i>	MT – 107
T - 16	Marsudi <sup>1</sup> , Marjono <sup>2</sup>	<sup>1,2</sup> Jurusan Matematika FMIPA Universitas Brawijaya	Analisis Sensitivitas Dampak Skrining dan Terapi HIV pada Penyebaran HIV dalam Populasi	MT – 113
T - 17	Meidina Fitrianti <sup>1</sup> , Amril Aman <sup>2</sup> , Prapto Tri Supriyo <sup>3</sup>	<sup>1</sup> Alumnus dari Program Studi Sarjana Matematika, Fakultas	Optimasi Biaya Antisipasi Bencana Alam	MT – 125

		Matematika dan IPA Institut Pertanian Bogor, <sup>2,3</sup> Dosen Program Studi Sarjana, Institut Pertanian Bogor,		
T - 18	Muhamad Galang Isnawan, S.Pd.	Mahasiswa S-2 Pendidikan Matematika, Pascasarjana UNY	Bilangan Prima: Bukti Kesempurnaan Al-Qur'an	MT – 133
T - 19	Muhammad Manaqib <sup>1</sup> , Eminugroho Ratna Sari <sup>2</sup>	<sup>1</sup> Mahasiswa S2 Matematika UGM, <sup>2</sup> Program Studi Matematika UNY	Penyelesaian <i>Vehicle Routing Problem</i> dengan Pendekatan <i>Goal Programming</i>	MT – 141
T - 20	Nur Hadi Waryanto	Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY	Prosedur Forensik dalam <i>Digital Forensics</i>	MT – 149
T - 21	Nurul Hidayat <sup>1</sup> , Ranida Pradita <sup>2</sup>	<sup>1,2</sup> Jurusan Matematika, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)	Pengembangan Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Guru Berprestasi dengan Menggunakan Metode <i>Promethee</i>	MT – 157
T - 22	Nurul Hidayat <sup>1</sup> , Ricky Kurniadi <sup>2</sup>	<sup>1,2</sup> Jurusan Matematika, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)	Aplikasi Metode Filter Bank Gabor pada Pengembangan Sistem Identifikasi Telapak Tangan	MT – 165
T - 23	Ratna Widayati <sup>1</sup> , Eminugroho Ratna Sari <sup>2</sup>	<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Matematika, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta <sup>2</sup> Jurusan Pendidikan Matematika, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta	Analisa Kestabilan Model Seirs untuk Penyebaran Penyakit Flu Singapura	MT – 175
T - 24	Retno Budiarti <sup>1</sup> , I Gusti Putu Purnaba <sup>2</sup>	<sup>1,2</sup> Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor	Manajemen Risiko dengan Menggunakan <i>Levy Copula</i>	MT – 185
T - 25	Rizky Kartika Putri <sup>1</sup> , M. Iqbal <sup>2</sup> , Hanim Maria Astuti <sup>3</sup> ,	<sup>1,2,4</sup> Jurusan Matematika, FMIPA, Institut Teknologi Sepuluh	Penerapan Algoritma Klasifikasi Berbasis <i>Association Rule</i> pada Data Meteorologi	MT – 195

	Imam Mukhlash <sup>4</sup>	Nopember (ITS) <sup>3</sup> Jurusan Sistem Informasi, FTIF, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)		
T - 26	Ruth Kristianingsih <sup>1</sup> , Hanna Arini Parhusip <sup>2</sup> , Tundjung Mahatma <sup>3</sup>	<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Matematika FSM UKSW <sup>2,3</sup> Dosen Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Kristen Satya Wacana, Jl. Diponegoro No. 52-60, Salatiga	Penggunaan Algoritma Genetik dalam Mengoptimalkan Kandungan Karbohidrat dan Protein Pada Mocorin	MT – 207
T - 27	Sielvy Evtiana <sup>1</sup> , Agus Maman Abadi <sup>2</sup>	<sup>1</sup> Program Studi Matematika Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta <sup>2</sup> Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta	Prediksi Harga Emas dengan Menggunakan Model <i>Neuro-Fuzzy</i>	MT – 215
T - 28	Silvia Kristanti <sup>1</sup> , Sri Kuntari <sup>2</sup> , Respatiwulan <sup>3</sup>	<sup>1,2,3</sup> Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta	Model Epidemik Stokastik <i>Susceptible Infected Susceptible (SIS)</i>	MT – 225
T - 29	Sri Ayu Subekti <sup>1</sup> , Lilik Linawati <sup>2</sup> , Adi Setiawan <sup>3</sup>	<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Matematika FSM UKSW <sup>2,3</sup> Dosen Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Kristen Satya Wacana, Jl. Diponegoro No. 52-60, Salatiga	Penggunaan Metode <i>Fuzzy Mamdani</i> untuk Membuat Keputusan dalam Analisis Kredit	MT – 231
T - 30	Tiara Anggraeni <sup>1</sup>	<sup>1</sup> Program Studi	Aplikasi Model <i>Neuro-Fuzzy</i> untuk	MT – 239

	Agus Maman Abadi <sup>2</sup>	Matematika Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta <sup>2</sup> Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta	Memprediksi Suhu Udara di Yogyakarta	
T - 31	Veronica Suryaningsih <sup>1</sup> , Hanna Arini Parhusip <sup>2</sup> , Tundjung Mahatma <sup>3</sup>	<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Matematika FSM UKSW <sup>2, 3</sup> Dosen Program Studi Matematika FSM UKSW Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana	Kurva Parametrik dan Transformasinya untuk Pembentukan Motif Dekoratif	MT – 249
T – 32	Nikenasih Binatari	Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY	Gelombang Yang Dibangkitkan Oleh Pergerakan Bawah Laut	MT – 259



## SISTEM PERSAMAAN LINEAR MIN-PLUS DAN PENERAPANNYA PADA MASALAH LINTASAN TERPENDEK

M. Andy Rudhito<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Sanata Dharma  
Kampus III USD Paingan Maguwoharjo Yogyakarta

<sup>1</sup>e-mail: arudhito@yahoo.co.id

### Abstrak

Artikel ini membahas tentang sistem persamaan linear min-plus dan penerapannya pada masalah lintasan terpendek. Pembahasan merupakan hasil kajian teoritis yang didasarkan literatur dan suatu perhitungan menggunakan program MATLAB. Hasil pembahasan menunjukkan bahwa jaringan dengan bobot waktu tempuh dapat dimodelkan sebagai graf berarah terbobot yang dapat dinyatakan dengan matriks atas aljabar min-plus. Penentuan waktu tempuh minimal dapat dilakukan melalui operasi star pada matriks bobot jaringannya. Lintasan terpendek dapat ditentukan dengan memodifikasi metode PERT-CPM pada analisis lintasan kritis pada jaringan proyek. Dengan memodelkan waktu tempuh perjalanan pada jaringan ke dalam suatu sistem persamaan (SPL) linear iteratif min-plus. Dari penyelesaian SPL min-plus ini, dapat ditentukan waktu awal paling cepat dan waktu paling akhir, untuk masing-masing titik. Titik-titik dengan waktu awal paling cepat dan waktu paling akhir yang sama akan membentuk lintasan terpendek pada jaringan.

**Kata kunci:** Aljabar Min-Plus, Sistem Persamaan Linear, Lintasan Terpendek.

### A. PENDAHULUAN

Aljabar max-plus (himpunan  $\mathbf{R} \cup \{-\infty\}$ , dengan  $\mathbf{R}$  adalah himpunan semua bilangan real, yang dilengkapi dengan operasi maximum dan penjumlahan) telah digunakan untuk memodelkan dan menganalisis sistem produksi sederhana, dengan fokus analisa pada masalah input-output sistem (Baccelli et.al, 2001 dan Rudhito, 2003). Pemodelan dan analisis sifat-sifat suatu jaringan antrian juga telah dilakukan dengan pendekatan aljabar max-plus, seperti dalam Krivulin (2000) dan Rudhito (2011). Penerapan aljabar max-plus pada masalah analisis lintasan kritis juga telah dibahas dalam Rudhito (2010). Pemodelan dan analisa suatu jaringan dengan pendekatan aljabar max-plus ini dapat memberikan hasil analitis dan lebih mudah pada komputasinya.

Selain aljabar max-plus, dalam Baccelli et.al. (2001), Gondran and Minoux (2008) dan John and George (2010) telah disinggung beberapa varian aljabar yang serupa dengan aljabar max-plus, seperti aljabar min-plus (dengan operasi minimum dan penjumlahan) dan aljabar max-min (dengan operasi maximum dan minimum). Diberikan pula dalam referensi di atas, beberapa gambaran singkat mengenai ilustrasi penerapannya yang terkait dengan masalah-masalah dalam teori graf, seperti masalah lintasan terpendek dan masalah kapasitas maksimum suatu lintasan dalam jaringan. Seperti halnya dalam aljabar max-plus, dengan pendekatan aljabar yang serupa diharapkan masalah-masalah yang terkait dapat dimodelkan dan perhitungan-perhitungan masalah-masalah yang terkait dapat dilakukan secara lebih analitis.

Makalah ini akan membahas tentang sistem persamaan linear iteratif min-plus dan penerapannya pada masalah penentuan lintasan terpendek pada suatu jaringan graf berarah berbobot. Pembahasan sistem persamaan linear iteratif min-plus akan dilakukan dengan membandingkan hasil yang telah diperoleh pada eksistensi dan ketunggalan penyelesaian sistem persamaan linear max-plus (Baccelli et.al, 2001 dan Rudhito, 2011). Sedangkan pembahasan pada masalah penentuan lintasan terpendek akan dilakukan dengan membandingkan hasil pada

Makalah dipresentasikan dalam Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika dengan tema "*Penguatan Peran Matematika dan Pendidikan Matematika untuk Indonesia yang Lebih Baik*" pada tanggal 9 November 2013 di Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY

analisis lintasan kritis jaringan proyek dengan pendekatan aljabar max-plus (Rudhito, dkk. 2010) Untuk memudahkan dalam perhitungan numeriknya, akan disusun pula suatu program komputer dengan menggunakan *MATLAB*. Dari hasil pembahasan makalah ini diharapkan sebagai langkah awal untuk ke masalah berikutnya yang lebih kompleks, seperti menentukan aliran (flow) maksimum dalam suatu jaringan.

**B. PEMBAHASAN**

Pada bagian awal akan dibahas konsep-konsep dasar aljabar min-plus dan matriks atas aljabar min-plus, serta konsep dasar dalam teori graf yang terkait. Aljabar min-plus ini mempunyai struktur yang isomorfis dengan aljabar max-plus (Gondran and Minoux, 2008, Baccelli et.al, 2001).

Diberikan  $\mathbf{R}_\varepsilon := \mathbf{R} \cup \{ \varepsilon \}$  dengan  $\varepsilon := +\infty$ . Pada  $\mathbf{R}_\varepsilon$  didefinisikan operasi berikut:  $\forall a, b \in \mathbf{R}_\varepsilon$ ,

$$a \oplus b := \min(a, b) \text{ dan } a \otimes b := a + b.$$

Dapat ditunjukkan bahwa  $(\mathbf{R}_\varepsilon, \oplus, \otimes)$  merupakan semiring komutatif idempoten dengan elemen netral  $\varepsilon = +\infty$  dan elemen satuan  $e = 0$ . Lebih lanjut  $(\mathbf{R}_\varepsilon, \oplus, \otimes)$  merupakan semifield, yaitu bahwa  $(\mathbf{R}_\varepsilon, \oplus, \otimes)$  merupakan semiring komutatif di mana untuk setiap  $a \in \mathbf{R}$  terdapat  $-a$  sehingga berlaku  $a \otimes (-a) = 0$ . Kemudian  $(\mathbf{R}_\varepsilon, \oplus, \otimes)$  disebut dengan *aljabar min-plus*, yang selanjutnya cukup dituliskan dengan  $\mathbf{R}_{\min}$ . Relasi “ $\preceq_m$ ” yang didefinisikan pada  $\mathbf{R}_{\min}$  sebagai berikut  $x \preceq_m y$  jika  $x \oplus y = y$ , merupakan *urutan parsial* pada  $\mathbf{R}_{\min}$ . Lebih lanjut relasi ini merupakan *urutan total* pada  $\mathbf{R}_{\min}$ . Pangkat  $k$  elemen  $x \in \mathbf{R}$  dilambangkan dengan  $x^{\otimes k}$  didefinisikan dengan  $x^{\otimes 0} := 0$ ,  $x^{\otimes k} := x \otimes x^{\otimes k-1}$ . Didefinisikan pula  $\varepsilon^{\otimes 0} := 0$ , untuk  $k = 1, 2, \dots$   $\varepsilon^{\otimes k} := \varepsilon$ .

Operasi  $\oplus$  dan  $\otimes$  pada  $\mathbf{R}_{\min}$  dapat diperluas untuk operasi-operasi matriks dalam  $\mathbf{R}_{\min}^{m \times n}$ , di mana  $\mathbf{R}_{\min}^{m \times n} := \{ A = (A_{ij}) \mid A_{ij} \in \mathbf{R}_{\min}, \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m \text{ dan } j = 1, 2, \dots, n \}$ . Untuk  $A, B \in \mathbf{R}_{\min}^{m \times n}$  didefinisikan  $A \oplus B$ , dengan  $(A \oplus B)_{ij} = A_{ij} \oplus B_{ij}$ . Untuk matriks  $A \in \mathbf{R}_{\min}^{m \times p}$ ,  $B \in \mathbf{R}_{\min}^{p \times n}$

didefinisikan  $A \otimes B$ , dengan  $(A \otimes B)_{ij} = \bigoplus_{k=1}^p A_{ik} \otimes B_{kj}$ . Didefinisikan pula matriks  $E \in \mathbf{R}_{\min}^{n \times n}$ ,

$$\text{dengan } (E)_{ij} := \begin{cases} 0, & \text{jika } i = j \\ \varepsilon, & \text{jika } i \neq j \end{cases} \text{ dan matriks } \varepsilon \in \mathbf{R}_{\min}^{m \times n}, (\varepsilon)_{ij} := \varepsilon \text{ untuk setiap } i \text{ dan } j. \text{ Pangkat } k$$

matriks  $A \in \mathbf{R}_{\min}^{n \times n}$  didefinisikan dengan  $A^{\otimes 0} = E_n$  dan  $A^{\otimes k} = A \otimes A^{\otimes k-1}$  untuk  $k = 1, 2, \dots$ .

Suatu *graf berarah*  $G$  didefinisikan sebagai suatu pasangan  $G = (V, A)$  dengan  $V$  adalah suatu himpunan berhingga tak kosong yang anggotanya disebut *titik* dan  $A$  adalah suatu himpunan pasangan terurut titik-titik di  $V$ . Anggota  $A$  disebut *busur*. Suatu *lintasan* dalam graf berarah  $G$  adalah suatu barisan berhingga busur  $(i_1, i_2), (i_2, i_3), \dots, (i_{l-1}, i_l)$  dengan  $(i_k, i_{k+1}) \in A$  untuk suatu  $l \in \mathbf{N}$ , di mana  $\mathbf{N}$  = himpunan semua bilangan asli, dan  $k = 1, 2, \dots, l - 1$ . Lintasan di atas dapat direpresentasikan dengan  $i_1 \rightarrow i_2 \rightarrow \dots \rightarrow i_l$ . Titik  $i_1$  disebut *titik awal lintasan* dan titik  $i_l$  disebut *titik akhir lintasan*. *Panjang suatu lintasan* didefinisikan sebagai banyak busur yang menyusun lintasan tersebut. Suatu lintasan disebut *sirkuit* jika titik awal dan titik akhirnya sama. Suatu graf berarah  $G = (V, A)$  dengan  $V = \{1, 2, \dots, n\}$  dikatakan *terhubung kuat* jika untuk setiap  $i, j \in V$ ,  $i \neq j$ , terdapat suatu lintasan dari  $i$  ke  $j$ . Suatu graf yang memuat sirkuit disebut *graf siklik*, sedangkan suatu graf yang tidak memuat sirkuit disebut *graf taksiklik*.

Diberikan graf berarah  $G = (V, A)$  dengan  $V = \{1, 2, \dots, p\}$ . Graf berarah  $G$  dikatakan *berbobot* jika setiap busur  $(j, i) \in A$  dikawankan dengan suatu bilangan real  $A_{ij}$ . Bilangan real  $A_{ij}$  disebut *bobot busur*  $(j, i)$ , dilambangkan dengan  $w(j, i)$ . *Bobot suatu lintasan* didefinisikan sebagai jumlahan bobot busur-busur yang menyusun lintasan tersebut. *Lintasan terpendek*

didefinisikan sebagai lintasan dengan bobot minimum. *Graf preseden* dari matriks  $A \in \mathbf{R}_{max}^{n \times n}$  adalah graf berarah berbobot  $G(A) = (V, A)$  dengan  $V = \{1, 2, \dots, n\}$ ,  $A = \{(j, i) \mid w(j, i) = A_{ij} \neq \varepsilon, \forall i, j\}$ . Sebaliknya untuk setiap graf berarah berbobot  $G = (V, A)$  selalu dapat didefinisikan suatu matriks  $A \in \mathbf{R}_{min}^{n \times n}$  dengan  $A_{ij} = \begin{cases} w(j, i), & \text{jika } (j, i) \in A \\ \varepsilon, & \text{jika } (j, i) \notin A. \end{cases}$ , yang disebut *matriks bobot* graf

G. Dalam kaitannya dengan teori graf, untuk  $A \in \mathbf{R}_{min}^{n \times n}$  dan  $k \in \mathbf{N}$ , unsur matriks  $(A^{\otimes k})_{st}$  merupakan bobot minimum semua lintasan dalam  $G(A)$  dengan panjang  $k$ , dengan  $t$  sebagai titik awal dan  $s$  sebagai titik akhirnya.

Suatu matriks  $A \in \mathbf{R}_{min}^{n \times n}$  dikatakan *semi-definit* jika semua sirkuit dalam  $G(A)$  mempunyai bobot takpositif dan dikatakan *definit* jika semua sirkuit dalam  $G(A)$  mempunyai bobot negatif. Diberikan  $A \in \mathbf{R}_{min}^{n \times n}$ . Dengan cara yang analog dengan kasus di aljabar max-plus (Baccelli et.al, 2001), dapat ditunjukkan bahwa jika  $A$  semi-definit, maka  $\forall p \geq n, A^{\otimes p} \preceq_m E \oplus A \oplus \dots \oplus A^{\otimes n-1}$ . Selanjutnya untuk matriks semi-definit  $A \in \mathbf{R}_{min}^{n \times n}$ , dapat didefinisikan  $A^* := E \oplus A \oplus \dots \oplus A^{\otimes n} \oplus A^{\otimes n+1} \oplus \dots$ . Didefinisikan  $\mathbf{R}_{min}^n := \{ \mathbf{x} = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T \mid x_i \in \mathbf{R}_{min}, i = 1, 2, \dots, n \}$ . Untuk setiap  $\mathbf{x}, \mathbf{y} \in \mathbf{R}_{min}^n$  dan  $\forall \alpha \in \mathbf{R}_{min}$  berturut-turut didefinisikan operasi penjumlahan dan operasi perkalian skalar sebagai berikut :  $\mathbf{x} \oplus \mathbf{y} = [x_1 \oplus y_1, x_2 \oplus y_2, \dots, x_n \oplus y_n]^T$  dan  $\alpha \bullet \mathbf{x} = \alpha \otimes \mathbf{x} = [\alpha \otimes x_1, \alpha \otimes x_2, \dots, \alpha \otimes x_n]^T$ . Perhatikan bahwa  $\mathbf{R}_{min}^n$  dapat dipandang sebagai  $\mathbf{R}_{min}^{n \times 1}$ . Dapat ditunjukkan bahwa  $\mathbf{R}_{max}^n$  merupakan semimodul atas semifield  $\mathbf{R}_{min}$ . Unsur-unsur dalam  $\mathbf{R}_{max}^n$  disebut *vektor* atas  $\mathbf{R}_{min}$ .

Eksistensi dan ketunggalan penyelesaian sistem persamaan linear iteratif min-plus analog dengan hasil pada eksistensi dan ketunggalan sistem persamaan linear iteratif max-plus seperti yang dibahas dalam Baccelli et.al (2001). Diberikan  $A \in \mathbf{R}_{min}^{n \times n}$  dan  $\mathbf{b} \in \mathbf{R}_{min}^n$ . Jika  $A$  semi-definit, maka vektor  $\mathbf{x}^* = A^* \otimes \mathbf{b}$  merupakan suatu penyelesaian sistem  $\mathbf{x} = A \otimes \mathbf{x} \oplus \mathbf{b}$ . Lebih lanjut jika  $A$  definit, maka sistem tersebut mempunyai penyelesaian tunggal.

Selanjutnya dibahas masalah lintasan terpendek. Pembahasan diawali dengan meninjau beberapa pengertian dasar, dilanjutkan dengan memberikan pemodelan dan analisa dengan pendekatan aljabar min-plus dan memberikan contoh perhitungannya.

**Definisi 1**

Suatu *jaringan lintasan searah* adalah suatu graf berarah berbobot terhubung kuat taksiklik  $S = (V, A)$ , dengan  $V = \{1, 2, \dots, n\}$  yang memenuhi: jika  $(i, j) \in A$ , maka  $i < j$ .

Dalam jaringan proyek ini, titik menyatakan *persimpangan*, busur menyatakan suatu *jalan*, sedangkan bobot busur menyatakan *waktu tempuh*, sehingga bobot dalam jaringan selalu positif. Selanjutnya dilakukan pemodelan dan analisis lintasan terpendek, yaitu lintasan dengan waktu tempuh minimum. Pembahasan diawali dengan menentukan **waktu awal paling cepat** (*earliest start time*) untuk setiap persimpangan titik  $i$  dapat dilalui. Pembahasan dilakukan dengan mengadopsi dan memodifikasi teknik perhitungan maju (*forward*) seperti pada *PERT-CPM*, dengan menggunakan pendekatan aljabar-min-plus.

Misalkan  $x_i^e$  = menyatakan waktu awal paling cepat titik  $i$  dapat dilalui,

$$A_{ij} = \begin{cases} \text{waktu tempuh dari titik } j \text{ ke titik } i, & \text{jika } (j, i) \in A \\ \varepsilon (= +\infty), & \text{jika } (j, i) \notin A. \end{cases}$$

Dalam pembahasan ini diasumsikan bahwa perjalanan dalam jaringan dimulai pada titik 1 pada saat waktu tempuh sama dengan nol, yaitu  $x_1^e = 0$ , diasumsikan pula tidak ada waktu singgah di persimpangan, sehingga dapat dituliskan

$$x_i^e = \begin{cases} 0, & \text{jika } i = 1 \\ \min_{1 \leq j \leq n} (A_{ij} + x_j^e), & \text{jika } i > 1. \end{cases}$$

Dengan menggunakan notasi aljabar min-plus persamaan di atas dapat dituliskan menjadi

$$x_i^e = \begin{cases} 0, & \text{jika } i = 1 \\ \bigoplus_{1 \leq j \leq n} (A_{ij} \otimes x_j^e), & \text{jika } i > 1. \end{cases} \quad (1)$$

Misalkan  $A$  adalah matriks yang bersesuaian dengan graf berarah berbobot jaringan tersebut,  $\mathbf{x}^e = [x_1^e, x_2^e, \dots, x_n^e]^T$  dan  $\mathbf{b}^e = [0, \varepsilon, \dots, \varepsilon]^T$ , persamaan (1) dapat dituliskan ke dalam suatu sistem persamaan linear min-plus berikut

$$\mathbf{x}^e = A \otimes \mathbf{x}^e \oplus \mathbf{b}^e \quad (2)$$

Karena jaringan lintasan searah merupakan graf berarah taksiklik, maka tidak terdapat sirkuit, sehingga semua sirkuit dalam jaringan mempunyai bobot takpositif. Dengan demikian

$$\mathbf{x}^e = A^* \otimes \mathbf{b}^e \quad (3)$$

merupakan penyelesaian sistem (2) di atas. Karena jumlah titik dalam jaringan proyek ini adalah  $n$ , maka panjang lintasan terpanjangnya tidak akan melebihi  $n - 1$ . Dengan demikian dalam hal ini persamaan (3) dapat ditulis menjadi

$$\mathbf{x}^e = A^* \otimes \mathbf{b}^e = (E \oplus A \oplus \dots \oplus A^{\otimes n-1}) \otimes \mathbf{b}^e$$

yang merupakan vektor waktu paling awal setiap titik  $i$  dapat dilalui.

Perhatikan bahwa  $(A^*)_{n1}$  merupakan bobot minimum lintasan dari titik awal hingga titik akhir proyek, sehingga  $x_n^e$  merupakan waktu tempuh minimal untuk melintasi jaringan.

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan dalam Teorema 1 berikut.

**Teorema 1**

Diberikan suatu jaringan lintasan searah dengan  $n$  titik dan  $A$  adalah matriks bobot graf berarah berbobot jaringan tersebut. Vektor waktu awal paling cepat titik  $i$  dilalui diberikan oleh

$$\mathbf{x}^e = (E \oplus A \oplus \dots \oplus A^{\otimes n-1}) \otimes \mathbf{b}^e$$

di mana  $\mathbf{b}^e = [0, \varepsilon, \dots, \varepsilon]^T$ . Lebih lanjut  $x_n^e$  merupakan waktu tercepat untuk melintasi jaringan.

**Bukti:** (lihat uraian di atas) . ■

Selanjutnya setelah diketahui waktu tercepat untuk melintasi jaringan ( $x_n^e$ ) akan ditentukan lintasan mana yang dilalui. Pembahasan dilakukan dengan mengadopsi dan memodifikasi teknik perhitungan mundur (*backward*) seperti pada *PERT-CPM*, dengan menggunakan pendekatan aljabar-min-plus.

Misalkan  $x_i^l =$  waktu paling akhir perjalanan meninggalkan titik  $i$ ,

$$B_{ij} = \begin{cases} \text{waktu tempuh dari titik } i \text{ ke titik } j, & \text{jika } (j, i) \in A \\ \varepsilon (= +\infty), & \text{jika } (j, i) \notin A. \end{cases}$$

Diasumsikan bahwa  $x_n^l = x_n^e$ , kemudian dapat dituliskan

$$x_i^l = \begin{cases} x_n^e, & \text{jika } i = n \\ \max_{1 \leq j \leq n} (-B_{ij} + x_j^l), & \text{jika } i > 1. \end{cases} \quad (4)$$

Dengan menggunakan notasi aljabar min-plus persamaan (4) ekuivalen dengan

$$-x_i^l = \begin{cases} -x_n^e, & \text{jika } i = n \\ \min_{1 \leq j \leq n} (B_{ij} - x_j^l), & \text{jika } i > 1. \end{cases} \tag{5}$$

Perhatikan bahwa matriks  $B = A^T$ , dengan  $A$  adalah matriks bobot graf berarah berbobot jaringan tersebut. Misalkan  $z = [z_1, z_2, \dots, z_n]^T = -x^l = [-x_1^l, -x_2^l, \dots, -x_n^l]^T$  dan  $b^l = [\varepsilon, \varepsilon, \dots, -x_n^e]^T$ , persamaan (5) dapat dituliskan menjadi

$$z = A^T \otimes z \oplus b^l. \tag{6}$$

yang penyelesaiannya adalah

$$z = (A^T)^* \otimes b^l.$$

Dengan demikian diperoleh vektor waktu paling akhir perjalanan adalah  $x^l = -z$ .

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan dalam Teorema 2 berikut.

**Teorema 2**

Diberikan suatu jaringan lintasan searah dengan  $n$  titik dan  $A$  adalah matriks bobot graf berarah berbobot jaringan tersebut. Vektor waktu paling akhir perjalanan diberikan oleh

$$x^l = -((A^T)^* \otimes b^l)$$

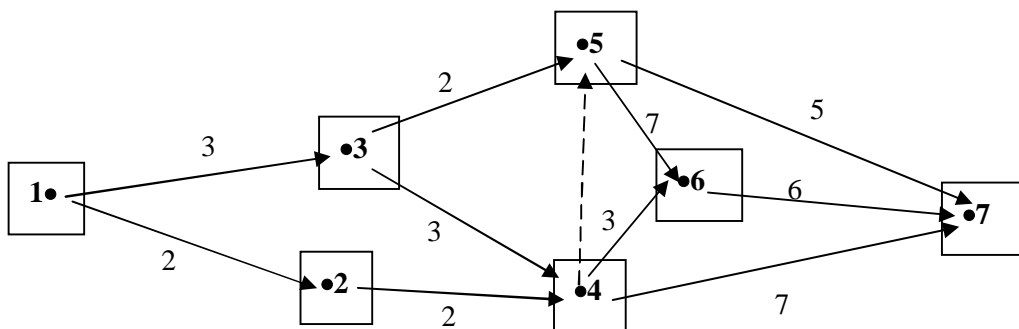
di mana  $b^l = [\varepsilon, \varepsilon, \dots, -x_n^e]^T$ .

**Bukti:** (lihat uraian di atas) . ■

Dari hasil pada Teorema 1 dan Teorema 2 di atas, dapat ditentukan lintasan terpendek pada jaringan lintasan searah. Mengingat waktu singgah pada persimpangan adalah nol, dan telah diketahui bahwa  $x_n^e$  merupakan waktu tercepat untuk melintasi jaringan, maka persimpangan yang dilalui lintasan terpendek yang dicari adalah titik-titik  $i$  di mana  $x_i^l = x_i^e$ . Berikut diberikan contoh suatu jaringan lintasan searah dan perhitungannya.

**Contoh 1**

Perhatikan jaringan lintasan searah seperti yang diberikan pada Gambar 1 berikut :



Gambar 1 Contoh Jaringan lintasan searah

Matriks bobot graf berarah berbobot pada jaringan proyek di atas adalah matriks  $A$  di bawah ini. Dengan menggunakan program yang disusun dengan menggunakan *MATLAB* dengan input matriks  $A$  berikut, diperoleh output program sebagai berikut.

$$A = \begin{bmatrix} \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ 2 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ 3 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & 2 & 3 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & \varepsilon & 2 & 0 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & 3 & 7 & \varepsilon & \varepsilon \\ \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & 7 & 5 & 6 & \varepsilon \end{bmatrix}, A^* = \begin{bmatrix} 0 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ 2 & 0 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ 3 & \varepsilon & 0 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ 4 & 2 & 3 & 0 & \varepsilon & \varepsilon & \varepsilon \\ 4 & 2 & 2 & 0 & 0 & \varepsilon & \varepsilon \\ 7 & 5 & 6 & 3 & 7 & 0 & \varepsilon \\ 9 & 7 & 7 & 5 & 5 & 6 & 0 \end{bmatrix}, x^e = \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 4 \\ 7 \\ 9 \end{bmatrix} \text{ dan } x^l = \begin{bmatrix} 0 \\ 2 \\ 2 \\ 4 \\ 4 \\ 3 \\ 9 \end{bmatrix}.$$

Dari hasil di atas nampak bahwa waktu tempuh minimal untuk melintasi lintasan adalah 9 dan lintasan terpendek yang diperoleh adalah lintasan : (1, 2), (2, 4), (4, 5), (6, 7).

**C. SIMPULAN**

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa jaringan lintasan searah dengan bobot waktu tempuh dapat dimodelkan sebagai graf berarah terbobot yang dapat dinyatakan dengan matriks atas aljabar min-plus. Penentuan waktu tempuh minimal dapat dilakukan melalui operasi star (\*) pada matriks bobot jaringannya. Lintasan terpendek dapat ditentukan melalui penentuan waktu awal paling cepat untuk melewati titik dan waktu paling akhir meninggalkan titik, untuk masing-masing titik pada jaringan. Hal ini dapat dilakukan terlebih dahulu memodelkan waktu tempuh perjalanan pada jaringan ke dalam suatu sistem persamaan (SPL) linear iteratif min-plus. Selanjutnya menyelesaikan SPL min-plus dapat ditentukan waktu awal paling cepat dan waktu paling akhir tersebut. Titik-titik dengan waktu awal paling cepat dan waktu paling akhir yang sama akan membentuk lintasan terpendek pada jaringan.

Lebih lanjut dapat dilakukan penelitian mengenai kelebihan dan kelemahan metode di atas dibandingkan dengan metode-metode lintasan terpendek yang telah ada, analisis algoritma dan pendekatan aljabar min-plus untuk masalah-masalah yang terkait dengan lintasan terpendek lebih lanjut.

**D. DAFTAR PUSTAKA**

Baccelli, F., Cohen, G., Olsder, G.J. and Quadrat, J.P. 2001. *Synchronization and Linearity*. New York: John Wiley & Sons.

John S. Baras and George Theodorakopoulos. 2010. *Path Problems in Networks*. Synthesis Lectures on Communication Networks. Morgan & Claypool Publishers.

Gondran, M and Minoux, M. 2008. *Graph, Dioids and Semirings*. New York: Springer.

Krivulin, N.K., *Algebraic Modelling and Performance Evaluation of Acyclic Fork-Join Queueing Networks*. Advances in Stochastic Simulation Methods, Statistics for Industry and Technology. Birkhauser, Boston, 63-81, 2000

Rudhito MA, 2003, *Sistem Linear Max-Plus Waktu-Invariant*, Tesis: Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Rudhito MA, Wahyuni S, Suparwanto A, dan Susilo F. 2010. *Analisis Lintasan Kritis Jaringan Proyek dengan Pendekatan Aljabar Max-Plus*. Jurnal Matematika Vol 12 No. 3. pp. 128-133

Rudhito, Andy. 2011. *Aljabar Max-Plus Bilangan Kabur dan Penerapannya pada Masalah Penjadwalan dan Jaringan Antrian Kabur*. Disertasi: Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.