

**PROSIDING
SEMINAR NASIONAL JURUSAN
MATEMATIKA 2023**

**“Transformasi Matematika dan Teknologi Menuju Generasi Matematika
Unggul untuk Pendidikan Indonesia Maju”**

**Kamis, 9 November 2023
Aula lantai 3 Gedung FMIPA**

Penyelenggara :

**Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Medan**

**THE
Character Building
UNIVERSITY**



**PROSIDING SEMINAR NASIONAL
JURUSAN MATEMATIKA 2023**

“Transformasi Matematika dan Teknologi Menuju Generasi Matematika Unggul untuk Pendidikan Indonesia Maju”

Penyelenggara :
Jurusan Matematika FMIPA - UNIMED

PROFIL PENERBIT

Nama Penerbit :
Lembaga Penerbitan dan Publikasi UNIMED PUBLISHER
Universitas Negeri Medan.

Layout :
Team
Desain Cover:
Team

Redaksi :

Lembaga Penerbitan dan Publikasi UNIMED PUBLISHER
Universitas Negeri Medan.
Jalan Willem Iskandar Pasar V – Kotak Pos Nomor 1589 – Medan 20221
Telepon/WA 0822 – 6760 – 0400, Email : publisher@unimed.ac.id
Website : <https://publisher.unimed.ac.id>

*Hak Cipta © 2023. Dilindungi oleh Undang – Undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun
tanpa izin Tim Penulis dan penerbit.*

ISBN : 978-623-5951-32-4
978-623-5951-33-1 (EPUB)

**TIM REDAKSI PROSIDING
SEMINAR NASIONAL JURUSAN MATEMATIKA
FMIPA UNIVERSITAS NEGERI MEDAN**

**“Transformasi Matematika dan Teknologi Menuju Generasi Matematika Unggul untuk
Pendidikan Indonesia Maju”**

Universitas Negeri Medan, 09 November 2023

- Pengarah : Prof. Dr. Fauziyah Harahap, M.Si.
Dr. Jamalum Purba, M.Si.
Dr. Ani Sutiani, M.Si.
Dr. Rahmatsyah, M.Si.
- Penanggungjawab : Dr. Pardomuan Sitompul, M.Si.
- Reviewer : Dr. Hamidah Nasution, M.Si
Dr. Izwita Dewi, M.Pd.
Dr. Kms. Muhammad Amin Fauzi, M.Pd.
Dr. Hermawan Syahputra, S.Si., M.Si.
Dr. Arnita, M.Si.
Dr. Mulyono, S.Si., M.Si.
Dr. Elmanani Simamora, M.Si.
Yulita Molliq Rangkuti, S.Si., M.Sc., Ph.D.
Lasker Sinaga, S.Si., M.Si.
Nurhasanah Siregar, S.Pd., M.Pd.
Said Iskandar Al Idrus, S.Si., M.Si.
Sudianto Manullang, S.Si., M.Sc.
Didi Febrian, S.Si., M.Sc.
- Editor : Dian Septiana, S.Pd., M.Sc.
Dinda Kartika, S.Pd., M.Si.
Nurul Maulida Surbakti, M.Si.
Nadrah Afiati Nasution, M.Pd.
Adidtya Perdana, S.T., M.Kom
- Desain Sampul : Dedy Kiswanto, S. Kom., M. Kom.

SUSUNAN PANITIA

Ketua:

Susiana, S.Si., M.Si.

Sekretaris:

Suvriadi Panggabean, M.Si.

Sekretariat:

Ade Andriani, S.Pd., M.Pd.

Nurul Ain Farhana, M.Si.

Sisti Nadia Amalia, S.Pd., M.Stat.

Andrea Arifsyah Nasution, S.Pd., M.Sc.

Arnah Ritonga, S.Si., M.Si.

Publikasi:

Insan Taufik, S.Kom., M.Kom

Dinda Kartika, S.Pd., M.Si.

Dian Septiana, S.Pd., M.Sc.

Putri Maulidina Fadilah, M.Si.

Fevi Rahmawati Suwanto, S.Pd., M.Pd.

Putri Harliana, S.T., M.Kom.

Nadrah Afiati Nasution, M.Pd.

Acara:

Hanna Dewi Marina Hutabarat, S.Si., M.Si.

Marlina Setia Sinaga, S.Si., M.Si.

Chairunisah, S.Si., M.Si.

Eri Widyastuti, S.Pd., M. Sc.

Kairuddin, S.Si., M.Pd.

Dr. Nerli Khairani, M.Si.

Dr. Faiz Ahyaningsih, M.Si.

Logistik:

Muhammad Badzlan Darari, S.Pd., M.Pd.

Ichwanul Muslim Karo Karo, M. Kom.

Denny Haris, S.Si., M.Pd.

Faridawaty Marpaung, S.Si., M.Si.

Dra. Katrina Samosir, M.Pd.

Humas & Dokumentasi:

Sri Lestari Manurung, S.Pd., M.Pd.

Tiur Malasari Siregar, S.Pd., M.Si.

Dra. Nurliani Manurung, M.Pd.

Nurul Maulida Surbakti, M.Si.

Adidtya Perdana, S.T., M.Kom.

Dedy Kiswanto, S. Kom., M. Kom.

KATA PENGANTAR KETUA PANITIA

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT atas terbitnya Prosiding Seminar Nasional Jurusan Matematika (SEMNASATIKA) FMIPA Universitas Negeri Medan. Prosiding ini merupakan kumpulan artikel ilmiah yang telah dipresentasikan pada kegiatan SEMNASATIKA 09 November 2023 di Aula Gedung Prof. Syawal Gultom, Universitas Negeri Medan. Adapun cakupan bidang kajian yang disajikan dalam prosiding ini meliputi Matematika, Statistika, Ilmu Komputer, dan Pendidikan Matematika.

Dengan mengangkat tema seminar, “Transformasi Matematika dan Teknologi Menuju Generasi Matematika Unggul untuk Pendidikan Indonesia Maju”, kami mengharapkan SEMNASATIKA dapat turut serta berkontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan jurusan matematika sebagai wadah bagi para peneliti, praktisi, penggiat pendidikan matematika dan pengguna untuk terjalinnya komunikasi dan diseminasi hasil-hasil penelitian.

Kegiatan SEMNASATIKA dan prosiding ini dapat diselesaikan dengan baik tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh sebab itu kami mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Pimpinan Universitas Negeri Medan
2. Dekan FMIPA dan para Wakil Dekan FMIPA Universitas Negeri Medan
3. Para Narasumber yaitu Bapak Prof. Dr. Janson Naiborhu, M.Si., Bapak Mangara Marianus Simanjorang, M.Pd., Ph.D dan Bapak Ahmad Isnaini, M.Pd.
4. Ketua Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Medan
5. Para Ketua Program Studi di Jurusan Matematika Universitas Negeri Medan
6. Panitia SEMNASATIKA
7. Pemakalah dan Peserta SEMNASATIKA
8. Semua pihak yang terlibat dalam pelaksanaan SEMNASATIKA

Kami menyadari bahwa buku prosiding ini masih jauh dari kata sempurna, karena itu kami mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca untuk perbaikan selanjutnya. Akhirnya, kami menghaturkan maaf jikalau ada hal-hal yang kurang berkenan bagi para pembaca serta ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi bagi terbitnya buku prosiding ini. Semoga buku prosiding ini dapat memberikan manfaat sesuai dengan yang diharapkan.

THE
Character Building
UNIVERSITY

Medan, November 2023
Ketua Panitia,



Susiana, S.Si., M.Si.
NIP.197905192005012004

KATA PENGANTAR
DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN

Puji dan Syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan anugerah-Nya sehingga Prosiding Seminar Nasional Jurusan Matematika dengan tema “Transformasi Matematika dan Teknologi Menuju Generasi Matematika Unggul untuk Pendidikan Indonesia Maju” yang diselenggarakan oleh Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Medan pada hari Kamis, 09 November 2023 di Medan dapat diselesaikan.

Publikasi prosiding ini bertujuan untuk memperluas wawasan pengetahuan yang berasal dari para akademisi baik dari Universitas Negeri Medan maupun yang berasal dari luar Universitas Negeri Medan. Selain itu, prosiding ini juga sebagai sarana untuk mengkomunikasikan hasil penelitian dengan menyajikan topik-topik terbaru yang meliputi bidang Pendidikan Matematika, Statistika, Ilmu Komputer dan Matematika.

Kami mengucapkan terimakasih dan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam Seminar Nasional Jurusan Matematika, baik sebagai keynote speakers yaitu Prof. Dr. Janson Naiborhu, M.Si., Mangara Marianus Simanjorang, M.Pd., Ph.D dan Ahmad Isnaini, M.Pd., reviewer makalah, peserta dan panitia yang terlibat. Akhir kata, semoga Prosiding Seminar Nasional Jurusan Matematika ini bermanfaat bagi kita semua sehingga dapat memberikan kontribusi maksimal bagi negara dan bangsa.



Medan, November 2023

Prof. Dr. Fauziah Harahap, M.Si
NIP. 196607281991032002



KATA PENGANTAR
KETUA JURUSAN MATEMATIKA
FMIPA UNIVERSITAS NEGERI MEDAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Allah SWT, prosiding Seminar Nasional Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Medan ini dapat diselesaikan. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di era ini sangat berdampak bagi kehidupan manusia. Kajian penelitian terkait perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta terapannya perlu disosialisasikan kepada khalayak. Seminar Nasional Jurusan Matematika merupakan forum diskusi ilmiah yang sangat penting dalam pengembangan dan penyebaran pengetahuan di bidang matematika yang meliputi pendidikan matematika, statistika, ilmu komputer dan matematika (non pendidikan). Melalui buku prosiding ini, kami berupaya untuk menyajikan rangkuman makalah-makalah yang telah dipresentasikan, serta memberikan wadah bagi pembaca untuk menjelajahi gagasan-gagasan cemerlang yang ditawarkan dan penelitian-penelitian terkini yang dihasilkan oleh para akademisi, peneliti, dan praktisi matematika.

Tema seminar kali ini, “Transformasi Matematika dan Teknologi Menuju Generasi Matematika Unggul untuk Pendidikan Indonesia Maju”, mencerminkan komitmen kami untuk terus menghadirkan diskusi yang relevan dan mendalam mengenai isu-isu terkini dalam dunia matematika. Melalui buku ini, kami berharap pembaca dapat mengeksplorasi berbagai sudut pandang, temuan, dan pemikiran-pemikiran baru yang dapat memperkaya wawasan serta menginspirasi penelitian dan pengembangan dan ilmu matematika.

Secara khusus, kami mengucapkan terimakasih kepada para narasumber, yaitu : Prof. Dr. Janson Naiborhu, M.Si., Mangara Marianus Simanjanrang, M.Pd., Ph.D dan Ahmad Isnaini, M.Pd., yang telah membagikan ilmunya dalam kegiatan seminar. Terimakasih yang tulus juga kami sampaikan kepada semua pihak yang telah mendukung kegiatan ini, para pimpinan Universitas Negeri Medan dan para pimpinan FMIPA Universitas Negeri Medan. Apresiasi yang tinggi juga saya ucapkan teruntuk para penulis, reviewer, dan panitia yang telah berperan aktif dalam pembuatan buku prosiding ini. Kontribusi dari setiap individu adalah pondasi kesuksesan acara ini, dan semangat kolaboratif ini sangat berharga bagi perkembangan ilmu matematika.

Akhirnya, kami berharap buku prosiding ini dapat menjadi sumber pengetahuan yang bermanfaat dan memotivasi pembaca untuk terus menggali potensi dalam bidang matematika. Mari kita bersama-sama memperkuat dan memajukan ilmu matematika demi keberlanjutan pembaruan pengetahuan.

Medan, November 2023

Ketua Jurusan Matematika



Dr. Pardomuan Sitompul, M.Si
NIP.196911261997021001

SUSUNAN ACARA

| Waktu | Kegiatan | PIC |
|---------------|--|--|
| 08.00 - 08.30 | Pendaftaran Ulang | Panitia |
| 08.30 - 09.00 | Acara Pembukaan 1. Salam Pembuka 2. Menyanyikan Lagu Indonesia Raya 3. Doa 4. Laporan Ketua Pelaksana 5. Sambutan dan Pembukaan acara seminar oleh Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam 6. Foto Bersama | MC: Putri Maulidina Fadilah, S.Si., M.Si Nurul Ain Farhana, M.Si Khairuddin, M.Pd. Susiana, S.Si., M.Si. Prof. Dr. Fauziyah Harahap, M.Si |
| 09.00 - 10.00 | Pembicara I Prof. Dr. Janson Naiborhu, M.Si (Guru Besar Matematika ITB) | Moderator: Yulita Molliq Rangkuti, M.Sc., Ph.D |
| 10.00 - 11.00 | Pembicara II Mangaratua Marianus Simanjorang, M.Pd. Ph.D (Dosen Jurusan Matematika UNIMED) | Moderator: Andrea Arifsyah Nasution, S.Pd., M.Sc. |
| 11.00 - 11.45 | Pembicara III Ahmad Isnaini, M.Pd (Guru berprestasi Nasional) | Moderator: Dinda Kartika, S.Pd., M.Si. |
| 11.45 - 13.00 | ISOMA | |
| 13.00 - 14.30 | Sesi I : Seminar Paralel | Moderator Pemakalah Pendamping |
| 14.30 - 16.00 | Sesi II: Seminar Paralel | Moderator Pemakalah Pendamping |
| 16.00 | Penutupan acara oleh Dekan FMIPA | MC |

KEYNOTE SPEAKER

KEYNOTE SPEAKER 1

Prof. Dr. Janson Naiborhu, S.Si., M.Si.



Prof. Janson Naiborhu memiliki dua gelar doktor yang ia peroleh dari Keio University (Jepang) dan Institut Teknologi Bandung. Kariernya sebagai dosen dimulai sejak tahun 1991, sejak ia bergabung sebagai Dosen FMIPA ITB, dengan Kelompok Keahlian Matematika Industri dan Keuangan. Ia menjadi Guru Besar sejak 1 Desember 2014 dan Pembina Utama Muda/Gol IV C sejak 1 April 2011.

Prof. Janson aktif dalam melakukan riset dan telah banyak menghasilkan jurnal ilmiah baik nasional maupun internasional. Namanyapun telah dikenal luas di dunia pendidikan dan industri, khususnya dalam bidang Matematika.

KEYNOTE SPEAKER 2

Mangaratua M Simanjorang, M.Pd., Ph.D



Mangaratua M Simanjorang, M.Pd., Ph.D adalah dosen Pendidikan Matematika di Universitas Negeri Medan. Beliau meraih gelar sarjana di Universitas HKBP Nomensen tahun 2003, dan di tahun 2007 beliau mendapat gelar magister dari Universitas Negeri Surabaya. Beliau melanjutkan program doktor di Murdoch University, Australia dan memperoleh gelar Ph.D tahun 2016. Fokus pada pendidikan matematika, beliau melaksanakan tridarma universitas, beliau mendapatkan penghargaan sebagai dosen muda terbaik tahun 2009.

Dengan menjadi reviewer dan narasumber dibanyak kegiatan seminar, beliau berbagi ilmu dalam bidang pendidikan matematika, pendidikan karakter dan media pembelajaran seperti *augmented reality*.

KEYNOTE SPEAKER 3

Ahmad Isnaini M.Pd.



Ahmad Isnaini, M.Pd adalah seorang pendidik yang memiliki dedikasi tinggi terhadap dunia pendidikan. Ia meraih gelar Sarjana Pendidikan Matematika dari Universitas Negeri Medan pada tahun 2010, kemudian melanjutkan studi pascasarjana dan meraih gelar Magister Pendidikan Matematika pada tahun 2019 dari universitas yang sama. Saat ini, Ahmad sedang mengejar gelar Doktor dalam bidang yang sama di Universitas Negeri Medan.

Ahmad Isnaini juga telah mengukir prestasi gemilang dalam berbagai kompetisi dan olimpiade. Sebagai Finalis Apresiasi GTK 2023 BBGP Sumatera Utara Tingkat Provinsi dan penerima berbagai medali emas, perak, dan perunggu dalam Olimpiade Guru tingkat Nasional dan Provinsi, Ahmad Isnaini memperlihatkan dedikasinya dalam pengembangan kemampuan diri dan juga siswanya. Tidak hanya aktif di dunia akademis, Ahmad Isnaini juga telah berkontribusi dalam literatur pendidikan. Karya-karyanya yang terpublikasi dalam jurnal nasional dan internasional, serta buku-buku seperti "Guru Merdeka" (2020) dan "Inovasi Pembelajaran" (2018), mencerminkan pemikiran dan wawasan yang mendalam dalam bidang Pendidikan.



DAFTAR ISI

| | Hal |
|---|------|
| Halaman Cover | ii |
| Tim Redaksi | iii |
| Susunan Kepanitiaan | iv |
| Kata Pengantar Ketua Panitia | v |
| Kata Pengantar Dekan FMIPA | vi |
| Kata Pengantar Ketua Jurusan Matematika | vii |
| Rundown Acara | viii |
| Keynote Speaker | ix |
| Daftar Isi | xi |

| | |
|---|---------|
| <u>Bidang Ilmu : Pendidikan Matematika</u> | 1 |
| PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN VIDEO ANIMASI BERBASIS PENDEKATAN PEMBELAJARAN KONTEKSTUAL UNTUK MENINGKATKAN MINAT BELAJAR SISWA SMP NEGERI PERISAI | |
| Dara Kartika, Syawal Gultom | 2 - 11 |
| PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MATEMATIKA BERNUANSA ETNOMATEMATIKA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA | |
| Ikke Fatma, Katrina Samosir | 12 - 21 |
| PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH BERBANTUAN MEDIA GEOGEBRA TERHADAP KEMAMPUAN KONEKSI MATEMATIS SISWA SMP N 35 MEDAN | |
| Yulan Sari Dalimunthe, Pardomuan Sitompul | 22 - 29 |
| PENGARUH PENDEKATAN <i>REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION</i> TERHADAP KEMANDIRIAN BELAJAR MATEMATIKA SISWA KELAS VII DI SMP NEGERI 5 PERCUT SEI TUAN | |
| Annisa Wahyuni Hasibuan, Mangaratua M. Simanjanrang | 30 - 38 |
| ANALISIS KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF SISWA KELAS VII SMP DITINJAU DARI KEPERIBADIAN <i>EKSTROVERT</i> DAN <i>INTROVERT</i> YANG DIBELAJARKAN DENGAN MODEL PEMBELAJARAN BERDASARKAN MASALAH | |
| Yana Tasya Damanik, Michael C Simanullang | 39 - 47 |
| PERBEDAAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS MATEMATIS ANTARA SISWA YANG BELAJAR MELALUI MODEL <i>THINKING ALOUD PAIR PROBLEM SOLVING</i> BERBANTUAN SOFTWARE GEOGEBRA DENGAN YANG BELAJAR MELALUI MODEL KONVENSIIONAL DI SMAS SANTA LUSIA SEI ROTAN | |
| Fransiskus J.P.S., Waminton R. | 48 - 56 |
| PENGARUH MODEL <i>GAME BASED LEARNING</i> BERBANTUAN WEB <i>EDUCANDY</i> TERHADAP MOTIVASI BELAJAR MATEMATIKA SISWA PADA MATERI ARITMATIKA SOSIAL DI KELAS VII SMP NEGERI 35 MEDAN | |
| Agusti Eka Wardani, Pardomuan Sitompul | 57 - 65 |
| PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH UNTUK MENINGKATKAN PENALARAN MATEMATIS SISWA DI KELAS VIII SMP NEGERI 28 MEDAN | |

Frida Yanti Br Lumban Batu, Hamidah Nasution 66 - 75

PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE STAD BERBANTUAN CABRI UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIKA SISWA KELAS VII DI SMP NEGERI 29 MEDAN.....

Ewilda Sinaga, Zul Amry 76 - 83

PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS PENDEKATAN MATEMATIKA REALISTIK UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA KELAS VII SMP NEGERI 35 MEDAN

Dea Aulia Rahma Rangkuti, Nurhasanah Siregar 84 - 92

PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN MATEMATIKA *KNISLEY* DENGAN BERBANTUAN APLIKASI GEOGEBRA TERHADAP KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA SMP

Lina Sehat Sitanggang, Nurliani Manurung..... 93 - 103

PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS *DISCOVERY LEARNING* BERBANTUAN *KVISOFT FLIPBOOK MAKER* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF SISWA KELAS XI SMA

Rio Marcellino Sinaga, Marojahan Panjaitan 104 - 114

PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN *DISCOVERY LEARNING* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA KELAS VII/I SMP NEGERI 2 MEDAN

Fadila, Asmin 115 - 123

ANALISIS KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS BERBASIS PENDEKATAN *REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION* SISWA KELAS XI SMA NEGERI 17 MEDAN

Ricardo Manik, Zul Amry 124 - 133

PENINGKATAN MINAT BELAJAR MATEMATIKA SISWA MENGGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED LEARNING* BERBANTUAN MEDIA KOMIK DI SMP NEGERI 7 MEDAN

Sova Yunita Ritonga, Mukhtar 134 - 142

ANALYZING STUDENTS' MATHEMATICAL LITERACY OF SMP SWASTA MUHAMMADIYAH 21 DOLOK BATU NANGGAR USING PISA-BASED QUESTIONS

Dhea Anisah Putri, Mangaratua Marianus Simanjorang 143 - 154

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN AUDIO VISUAL BERBANTUAN APLIKASI CAPCUT UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA KELAS VII SMP MUHAMMADIYAH 03 MEDAN

Nur Fidyati Ramadhan, Nurhasanah Siregar..... 155 - 163

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN GEOGEBRA BERBASIS MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE STAD DI KELAS X SMAN 4 BINJAI

Angela Farida P. Sitorus, Pargaulan Siagian 164 - 172

PERBEDAAN ANTARA MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE TPS DAN EKSPOSITORI TERHADAP KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA DI KELAS XI SMA NEGERI 1 BATANG KUIS

Yemima Eymizia Silaban, Waminton Rajagukguk 173 - 181

| | |
|---|-----------|
| PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> BERBANTUAN APLIKASI GEOGEBRA UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIKA SISWA KELAS VIII SMP | |
| Areigi Doanta Sembiring, Izwita Dewi..... | 182 - 191 |
| PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE TWO STAY TWO STRAY TERHADAP KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA PADA SISWA KELAS VIII DI SMP NEGERI 2 PANCUR BATU | |
| Sri Windi Br Ginting, Wingston L. Sihombing..... | 192 - 200 |
| PERBANDINGAN ANTARA MODEL PEMBELAJARAN <i>PROJECT BASED LEARNING</i> DAN MODEL PEMBELAJARAN KONVENSIONAL TERHADAP KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIS SISWA | |
| Ezra Pebiola Lumbantobing, Tiur Malasari Siregar..... | 201 - 206 |
| THE EFFORTS TO IMPROVE STUDENTS' ABILITY IN UNDERSTANDING MATHEMATICAL CONCEPT WITH MISSOURI MATHEMATIC PROJECT LEARNING MODEL IN GRADE VIII OF SMP NEGERI 1 AIR PUTIH | |
| Nurul Afifah Syahputri, Hasratuddin | 207 - 214 |
| PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN MATEMATIKA REALISTIK BERBANTUAN GEOGEBRA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL SISWA SMP NEGERI 23 MEDAN | |
| Dewi Ramadhani, Hasratuddin | 215 - 223 |
| PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE <i>TEAM ASSISTED INDIVIDUALIZATION</i> UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA KELAS VIII SMP PAB 8 SAMPALI | |
| Muhammad Zulham Syahputra, Nurhasanah Siregar | 224 - 232 |
| PENGEMBANGAN BAHAN AJAR E-MODUL MENGGUNAKAN APLIKASI <i>KVISOFT FLIPBOOK MAKER</i> BERBASIS MODEL PEMBELAJARAN <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> DI SMP NEGERI 16 MEDAN | |
| Vanny Rahmadani, Yasifati Hia | 233 - 240 |
| PENGARUH KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS, KEMAMPUAN VISUAL, KEMAMPUAN SPASIAL DAN KEMAMPUAN LITERASI MATEMATIS TERHADAP KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIKA SISWA | |
| Vinky Ruth Amelia Br Hasibuan, Edi Syahputra | 241 - 249 |
| PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE STAD BERBANTUAN <i>SOFTWARE</i> GEOGEBRA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA KELAS VIII | |
| Nurhalimah Manurung, Mukhtar | 250 - 259 |
| PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS PBL BERBANTUAN WEBSITE CANVA UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIS SISWA | |
| Aisah Queenela Br Pelawi, Prihatin Ningsih Sagala..... | 260 -269 |
| EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE <i>TEAMS GAMES TOURNAMENT</i> UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIS SISWA | |
| Veronica Gulo, E. Elvis Napitupulu | 270 - 279 |

PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED LEARNING* MENGGUNAKAN CABRI 3D TERHADAP KEMAMPUAN SPASIAL SISWA KELAS VIII

Anggry F Hutasoit, Mangaratua Marianus Simanjorang280 - 286

PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED LEARNING* UNTUK MENINGKATKAN KEAKTIFAN BELAJAR SISWA PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Mastiur Santi Sihombing, Syawal Gultom.....287 - 294

PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE *PAIR CHECK* TERHADAP KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIS SISWA KELAS VIII MTs NEGERI 1 SIMALUNGUN

Lifia Humairah, Hamidah Nasution295 - 301

PERBEDAAN KEMAMPUAN KONEKSI MATEMATIS SISWA YANG DIAJAR MELALUI MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH DAN KONVENSIIONAL DI KELAS VIII SMP NEGERI 7 MEDAN

Audita Marselina Manik, Waminton Rajagukguk.....302- 310

THE IMPLEMENTATION OF COOPERATIVE LEARNING MODEL STAD TYPE TO IMPROVE STUDENTS' PROBLEM-SOLVING ABILITY IN CLASS VII SMP NEGERI 37 MEDAN

Evelyn Angelika, Nurhasanah Siregar311 - 318

IMPLEMENTASI *VIDEO EXPLAINER* SEBAGAI STRATEGI DALAM PENINGKATAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH SISWA

Nurul Bahri, Suci Frisnoiry319 - 327

UPAYA MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF SISWA KELAS VIII SMP NEGERI 17 MEDAN MELALUI PENERAPAN PEMBELAJARAN REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION

Feby Greciana Damanik, Bornok Sinaga 328 - 337

UPAYA MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA KELAS VIII SMP PERGURUAN KEBANGSAAN MELALUI PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED LEARNING* BERBANTUAN AUTOGRAPH

Yuli Masita Sari, Bornok Sinaga 338 - 346

PENGUNAAN MEDIA BELAJAR E-MODUL TERHADAP KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA DI KELAS VIII SMP

Maria Nadia Sirait, Nurhasanah Siregar 347 - 355

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF MENGGUNAKAN FLIP PDF PROFESSIONAL BERBASIS PENDEKATAN RME UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN VISUAL THINKING SISWA KELAS VIII DI SMP SWASTA PRAYATNA MEDAN

Pelni Rodearni Sipakkar, Kms. Muhammad Amin Fauzi 356 - 363

PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN *PROBLEM BASED LEARNING* DENGAN PENDEKATAN *OPEN-ENDED* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS XI SMA MATEMATIKA

| | |
|--|-----------|
| Oswaldo Raphael Sagala, Sri Lestari Manurung | 364 - 372 |
| ANALISIS KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA SMA | |
| Aprizal, E. Elvis Napitupulu | 373 - 382 |
| PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN <i>BRAIN BASED LEARNING</i> BERBANTUAN <i>BRAIN GYM</i> TERHADAP KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA KELAS VIII SMP | |
| Syahir Sasri Habibi, Izwita Dewi | 383 - 391 |
| PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE STAD BERBANTUAN GEOGEBRA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA KELAS VIII SMP | |
| Vida Gresiana Dachi, Mukhtar | 392 - 400 |
| IMPLEMENTATION OF RECIPROCAL TEACHING LEARNING MODEL TO IMPROVE STUDENTS' MATHEMATICAL REPRESENTATION ABILITY IN GRADE VII AT SMP NEGERI 37 MEDAN | |
| Royana Chairani, Hasratuddin | 401 - 407 |
| PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS POWERPOINT DAN ISPRING DI ANDROID UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA | |
| Dita Aryani, Katrina Samosir | 408 - 417 |
| PERBEDAAN PENINGKATAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIKA SISWA MENGGUNAKAN MODEL <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> DAN MODEL KOOPERATIF TIPE STAD SMA NEGERI 1 PERBAUNGAN | |
| Christian Javieri Andika, Sri Lestari Manurung | 418 - 425 |
| PENGARUH PENDEKATAN PEMBELAJARAN MATEMATIKA TERHADAP KEMAMPUAN LITERASI NUMERASI MATEMATIS SISWA SMP NEGERI 2 PERCUT SEI TUAN | |
| Fauziyyah, Dian Armanto | 426 - 435 |
| PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> DENGAN PENDEKATAN <i>CREATIVE PROBLEM SOLVING</i> UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIS SISWA MTsN 1 ACEH TENGGARA | |
| Naila Fauziah, Asrin Lubis | 436 - 445 |
| IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN <i>LEARNING CYCLE 5E</i> UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA SMA | |
| Wilson Sihotang, Nurliani Manurung | 446 - 453 |
| THE IMPLEMENTATION OF PROBLEM BASED LEARNING MODEL ASSISTED BY GEOGEBRA SOFTWARE TO IMPROVE STUDENTS' MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING ABILITY IN GRADE X AT SMA NEGERI 8 MEDAN | |
| Grace Margareth Stevany Sinurat *, Pardomuan N.J.M Sinambela | 454 - 461 |
| PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN VIDEO ANIMASI UNTUK MENINGKATKAN MINAT BELAJAR MATEMATIKA SISWA KELAS X..... | |
| Marince, Katrina Samosir | 462 - 471 |

| | |
|---|-----------|
| PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN MATEMATIKA INTERAKTIF BERBASIS RME BERBANTUAN <i>SOFTWARE ISPRING</i> DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA Rupina Aritonang, Edi Syahputra..... | 472 - 480 |
| ANALYSIS OF STUDENT’S MATHEMATICAL COMMUNICATION ABILITY IN THE IMPLEMENTATION OF THE JIGSAW TYPE COOPERATIVE LEARNING MODEL IN SMP NEGERI 35 MEDAN T. Asima Sulys Simanjuntak, Bornok Sinaga..... | 481 - 490 |
| PENGARUH PEMBELAJARAN MATEMATIKA MENGGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMK Enikristina Simbolon, Edy Surya | 491 - 500 |
| PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN <i>MISSOURI MATHEMATICS PROJECT</i> UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA KELAS XI DI SMAN 1 KEJURUAN MUDA Hanifah Rusydah, Katrina Samosir..... | 501 - 506 |
| INCREASED UNDERSTANDING OF MATHEMATICAL CONCEPTS AND MOTIVATION WITH A PROBLEM POSING APPROACH ON CLASS VIII MTs NEGERI 2 RANTAUPRAPAT Miftahul Jannah, Nurhasanah Siregar | 507 - 511 |
| PENGEMBANGAN LKPD MATEMATIKA BERBASIS STEM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS VIII SMP Parah Galu Pangestu, Kms. Muhammad Amin Fauzi..... | 512 - 519 |
| PENGEMBANGAN MEDIA AUDIO VISUAL BERDASARKAN MODEL PEMBELAJARAN SAVI UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PENALARAN MATEMATIS SISWA SMA NEGERI 1 TAMIANG HULU Nona Farahdiba, Syawal Gultom | 520 - 529 |
| PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS POWTOON PADA MATERI KEKONGRUENAN DAN KESEBANGUNAN DI KELAS IX SMP IT AD DURRAH Putri Heriyani, Nurhasanah Siregar | 530 - 537 |
| PENGARUH PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH DENGAN PENDEKATAN KONTEKSTUAL TERHADAP KEMAMPUAN REPRESENTASI MATEMATIS SISWA Siti Marwa Hernawan, Pardomuan Sitompul..... | 538 - 546 |
| IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH UNTUK MENINGKATKAN KOMUNIKASI MATEMATIKA DILIHAT DARI PARTISIPASI SISWA PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA Widya Ramadhani, Syawal Gultom | 547 - 555 |
| PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN MATEMATIKA INTERAKTIF APLIKASI ANDROID BERBASIS RME MELALUI PENDEKATAN <i>BLENDED LEARNING</i> Cristin Natalia Napitupulu, Edi Syahputra..... | 556 - 563 |

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN VISUAL SISWA SMP

Oktalena Zai, Edi Syahputra 564 - 569

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN QUIZ MATEMATIKA INTERAKTIF BERBASIS WEB UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS XI SMA NEGERI 9 MEDAN

Aris Saputra Pardede, Muliawan Firdaus..... 570 - 576

PENERAPAN MODEL CONTEXTUAL TEACHING AND LEARNING BERBANTUAN E-LKPD DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS VIII SMPN 24 MEDAN

Teddy Soemantry Sianturi, Muliawan Firdaus..... 577 - 587

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MATEMATIKA MELALUI PEMBELAJARAN MATEMATIKA REALISTIK BERBANTUAN SOFTWARE GEOGEBRA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL SISWA SMPN 35 MEDAN

Tri Ambarwati Nurul Putri, Muhammad KMS Amin Fauzi 588 - 594

PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS *PROBLEM SOLVING* UNTUK MENINGKATKAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA SMA KELAS X

Aida Hafni Rambe, Pargaulan Siagian..... 595 - 603

PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS PMR UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PADA SISWA KELAS XI SMA NEGERI 14 MEDAN

Sartika Rismaya Manihuruk, Pargaulan Siagian..... 604 - 610

PENGEMBANGAN BUKU DIGITAL BERBASIS PMR UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI NUMERASI DAN SELF-EFFICACY SISWA KELAS VIII SMP

Nina Novsyiah Sihombing, Kms Muhammad Amin Fauzi..... 611 - 620

UPAYA MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIKA SISWA MELALUI PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM BASED LEARNING BERBANTUAN VIDEO PEMBELAJARAN DI KELAS VII

Dilla Hafizzah, Mukhtar..... 621 - 629

THE EFFECT OF PROBLEM-BASED LEARNING MODEL ASSISTED BY GEOGEBRA SOFTWARE ON STUDENTS' MATHEMATICAL COMMUNICATION ABILITY IN SMP N 1 SELESAI

Dwi Antika Br Nasution, E. Elvis Napitupulu 630 - 637

ANALISIS KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF MATEMATIS SISWA SETELAH DIBELAJARKAN DENGAN MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM BASED LEARNING

Adrianus Juan Felix Butar Butar, Syawal Gultom 638 - 646

HUBUNGAN KEMANDIRIAN DAN MINAT BELAJAR TERHADAP KEMAMPUAN PENALARAN MATEMATIS SISWA DENGAN MODEL PROBLEM BASED LEARNING DI SMP NEGERI 29 MEDAN

Lulu Madame Silalahi, Dian Armanto 647 - 656

ANALISIS KESALAHAN SISWA DALAM PENYELESAIAN MASALAH MATEMATIS MELALUI MODEL PBL DI SMP

Maxwell Ompusunggu 657 - 663

PENGEMBANGAN LKPD BERBASIS PJBL-STEM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF MATEMATIS PADA SISWA SMA NEGERI 1 DELI TUA

Dinda Riski Aulia, Asrin Lubis 664 - 673

THE APPLICATION OF PROBLEM BASED LEARNING BY USING LIVE WORKSHEET WEBSITE TO IMPROVE PROBLEM SOLVING SKILL IN LEARNING QUADRATIC EQUATION IN CLASS IX STUDENTS OF SMPN 1 GALANG

Erwin Syahputra, Waminton Rajagukguk 674 - 682

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERBASIS CASE METHOD BERBANTUAN ANDROID UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN MATEMATIS SISWA KELAS X SMA

Hidayah Tia Azriani Nasution, Tiur Malasari 683 - 692

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN DIGITAL BERBASIS ETNOMATEMATIK BATAK DENGAN MODEL PBL UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI MATEMATIS SISWA SMPN 3 KISARAN

Putri Ardhanita Harahap, Muhammad KMS Amin Fauzi 693 - 701

PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE *TWO STAY TWO STRAY* TERHADAP KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA DI SMA NEGERI 7 MEDAN

Sarah Maulida Siahaan, Asmin 702 - 710

PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN SEARCH, SOLVE, CREATE, AND SHARE UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF MATEMATIS SISWA KELAS X DI SMA NEGERI 1 DELI TUA

Mia Rizki Idaroyanni Siregar, Dian Armanto 711 - 718

PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN PBL TERHADAP KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA KELAS X SMA NEGERI 2 PANGURURAN

Arie O. Situngkir 719 - 727

PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN *DISCOVERY LEARNING* BERBANTUAN APLIKASI GEOGEBRA UNTUK MENINGKATKAN PENALARAN MATEMATIS SISWA KELAS VIII SMP

Robby Rahmatullah, Izwita Dewi 728 - 737

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MATEMATIKA BERBENTUK VIDEO PEMBELAJARAN ANIMASI BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIKA SISWA SMA KELAS X

Mayana Angelita Tambunan, Nurliani Manurung 738 - 746

EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN DARING MENGGUNAKAN MEDIA ONLINE SELAMA PANDEMI COVID – 19 (STUDY KASUS BELAJAR MATA PELAJARAN MATEMATIKA KELAS VIII SMPN 35 MEDAN)

Ulinsyah, Syawal Gultom 747 - 752

| | |
|--|-----------|
| PENGEMBANGAN E-MODUL BERBASIS STEAM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA KELAS VII Anita Khofifah Ray, Kms Muhammad Amin Fauzi..... | 753 - 759 |
| DIFFERENCES IN STUDENTS' MATHEMATICAL COMMUNICATION ABILITY USING RME APPROACH AND PROBLEM POSING APPROACH AT SMP NEGERI 1 BANDAR Pittauli Ambarita, Hasratuddin | 760 - 765 |
| ANALISIS KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIS DALAM MEMECAHKAN MASALAH DENGAN PENDEKATAN OPEN ENDED DITINJAU DARI KECENDERUNGAN GAYA BELAJAR SISWA SMP NEGERI 16 MEDAN Nadya Isti Amima Siagian, Waminton Rajagukguk..... | 766 - 774 |
| PENGARUH PENDEKATAN MATEMATIKA REALISTIK BERBANTUAN <i>WOLFRAM ALPHA</i> TERHADAP KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIS SISWA KELAS VIII SMP MUHAMMADIYAH 3 MEDAN Majdah Luthfita, Denny Haris | 775 - 783 |
| PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF <i>TIPE THINK PAIR SHARE</i> TERHADAP KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA SMP Evi Yanti P Siregar, Nurhasanah Siregar..... | 784 - 792 |
| THE EFFECT OF THINK PAIR SHARE LEARNING MODEL ASSISTED BY WINGEOM SOFTWARE ON STUDENT'S MATHEMATICAL COMMUNICATION ABILITY IN SMP NEGERI 35 MEDAN Dinda Apriani Hia, Pardomuan N.J.M Sinambela | 793 - 801 |
| PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN <i>DISCOVERY LEARNING</i> UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIKA Tharisyia Annida Radani, E. Elvis Napitupulu | 802 - 810 |
| PENGEMBANGAN BAHAN AJAR DENGAN PENDEKATAN MATEMATIKA REALISTIK BERBASIS ETNOMATEMATIKA PADA SONGKET MELAYU DELI UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA SISWA Alneta Angelia Br Brahmana, Fevi Rahmawati Suwanto | 811 - 819 |
| UPAYA MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA MELALUI MODEL <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> DI KELAS VIII SMP YPMA MEDAN Irma Dwi Suryani, Mukhtar | 820 - 828 |
| UPAYA MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIKA DENGAN MODEL PEMBELAJARAN <i>CONCEPTUAL UNDERSTANDING PROCEDURES</i> BERBANTUAN E-MODUL DI KELAS XI IPA SMAN 11 MEDAN Indah Veronika Susanti Tarigan, Mukhtar..... | 829 - 839 |
| PENERAPAN MODEL <i>PEMBELAJARAN SEARCH, SOLVE, CREATE, AND SHARE</i> UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP PADA SISWA Mhd. Ricky Murtadha, Sri Wahyuni, Aica Wira Islami | 840 - 848 |
| PENGEMBANGAN E-MODUL PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS PENDEKATAN <i>REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION</i> DALAM PEMAHAMAN KONSEP MATERI PELUANG Tri Ananda Girsang, Edy Surya | 849 - 853 |

| | |
|--|-----------|
| PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN <i>MISSOURI MATHEMATICS PROJECT</i> TERHADAP KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIKA PADA SISWA Dhiena Safitri, Fathul Jannah, Nur Imaniyanti | 854 - 861 |
| PENINGKATAN AKTIVITAS DAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA MATERI KOMBINATORIK MELALUI PEMBELAJARAN KOOPERATIF BERBANTUAN KOMPUTER Fathur Rahmi..... | 862 - 873 |
| PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> BERBANTUAN GEOGEBRA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS VIII SMP NEGERI 6 MEDAN Bintang Tabita Sianipar, Marojahan Panjaitan | 874 - 880 |
| PENGEMBANGAN MEDIA INTERAKTIF PADA PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBANTUAN GEOGEBRA DENGAN PENDEKATAN STEM UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIS SISWA SMP NEGERI 1 BINJAI LANGKAT Nurul Fidiah, Kms. M. Amin Fauzi | 881 - 890 |
| PENGARUH PENGGUNAAN MEDIA PEMBELAJARAN <i>ARTICULATE STORYLINE 3</i> TERHADAP KEMAMPUAN REPRESENTASI MATEMATIS SISWA SMP Santi Karla Silalahi, Mangaratua M. Simanjorang | 891 - 899 |
| PENGEMBANGAN E-LKPD DENGAN MENGGUNAKAN WIZER.ME BERBASIS <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> UNTUK MENINGKATKAN PEMECAHAN MASALAH SISWA KELAS VIII SMP Sesili Andriana, Marojahan Panjaitan | 900 - 909 |
| PENGARUH DISPOSISI MATEMATIS SISWA TERHADAP KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA SMA NEGERI 4 KISARAN Zulaifatul Husna Br Siregar, Asmin | 910 - 918 |
| PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN BERBASIS <i>VIDEO EXPLAINER</i> PADA POKOK BAHASAN BARISAN DAN DERET UNTUK MENINGKATKAN MINAT BELAJAR SISWA Nova Yulisa Putri, Tiur Malasari Siregar | 919 - 927 |
| PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE <i>MAKE A MATCH</i> DAN TIPE <i>STAD</i> TERHADAP KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA KELAS VIII DI MTS YASPI LABUHAN DELI Ismi Salwa Thohirah, Wingston Leonard Sihombing | 928 - 936 |
| PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> BERBANTUAN KAHOOT TERHADAP <i>COMPUTATIONAL THINKING</i> PADA SISWA KELAS VIII SMP NEGERI 1 BINJAI Naomi Camelia, Erlinawaty Simanjuntak..... | 937 - 945 |
| DEVELOPMENT OF INTERACTIVE COMICS BASED ON REALISTIC MATHEMATICS APPROACH TO IMPROVE MATHEMATICAL COMMUNICATION ABILITIES OF STUDENTS OF SMPS MUSDA PERBAUNGAN Fitri Aulia, Asmin..... | 946 - 952 |

| | |
|---|-------------|
| Bidang Ilmu: Matematika | 953 |
| ANALISIS PENERIMAAN E-LEARNING BERDASARKAN <i>TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL</i> DENGAN PENDEKATAN <i>PARTIAL LEAST SQUARE - STRUCTURAL EQUATION MODELING</i> | |
| Rizka Annisa Mingka, Hamidah Nasution | 954 - 960 |
| IMPLEMENTASI <i>FUZZY GAME THEORY</i> DALAM MENENTUKAN STRATEGI PEMASARAN OPTIMAL (STUDI KASUS PERSAINGAN <i>E-COMMERCE</i> SHOPEE, TOKOPEDIA DAN LAZADA) | |
| Fasya Arsita, Hamidah Nasution | 961 - 967 |
| ANALISIS BIAYA SATUAN RAWAT INAP MENGGUNAKAN METODE <i>STEP DOWN</i> PADA RSUD DR. DJASAMEN SARAGIH PEMATANG SIANTAR | |
| Inra Wisada Manurung, Nerli Khairani | 968 - 972 |
| PENERAPAN METODE ASSIGNMENT HUNGARIAN DALAM MENENTUKAN PENUGASAN WAKTU KERJA PT. SINAR SOSRO | |
| Nickie Aulia Nerti Pane, Nerli Khairani | 973 - 979 |
| ANALISIS PREDIKSI HARGA EMAS BULANAN DI KOTA MEDAN MENGGUNAKAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN ALGORITMA <i>BACKPROPAGATION</i> | |
| Meisal Habibi Perangin-angin, Chairunisah | 980 - 987 |
| ANALISIS FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TINGKAT KRIMINALITAS DI SUMATERA UTARA MENGGUNAKAN METODE REGRESI DATA PANEL | Ika |
| Amelia, Faridawaty Marpaung..... | 988 - 995 |
| PENERAPAN ALGORITMA A* DALAM MENENTUKAN RUTE TERPENDEK PENGAMBILAN SAMPAH DI KOTA MEDAN | |
| Messyanti Br Simanjuntak, Faridawaty Marpaung..... | 996 - 1009 |
| METODE <i>SPATIAL AUTOREGRESSIVE</i> DALAM ANALISIS KASUS DEMAM BERDARAH DENGUE DI SUMATERA UTARA | |
| Nabila Khairunnisa, Elmanani Simamora | 1010 - 1017 |
| PENERAPAN <i>MINIMUM SPANNING TREE</i> PADA JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR PDAM TIRTA BENGI DI SIMPANG TIGA REDELONG DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA FLOYD-WARSHALL | |
| Andra Febiola Nita, Faridawaty Marpaung..... | 1018 - 1024 |
| PREDIKSI JUMLAH KEMISKINAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE JARINGAN SYARAF TIRUAN <i>BACKPROPAGATION</i> | |
| Ceria Clara Simbolon, Chairunisah..... | 1025 - 1031 |
| IMPLEMENTASI METODE <i>ANT COLONY OPTIMIZATION</i> PADA PENCARIAN RUMAH SAKIT TERDEKAT BERBASIS ANDROID (STUDI KASUS: RUMAH SAKIT DI KOTA MEDAN) | |
| Sri Utami Dewi, Dinda Kartika | 1032 - 1037 |
| IMPLEMENTASI <i>FUZZY TIME SERIES MARKOV CHAIN</i> PADA PERAMALAN NILAI TUKAR RUPIAH TERHADAP DOLAR US | |
| Mita Cahyati, Chairunisah..... | 1038 - 1043 |

| | |
|--|-------------|
| PERBANDINGAN METODE <i>DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING BROWN</i> DENGAN <i>TRIPLE EXPONENTIAL SMOOTHING BROWN</i> PADA PERAMALAN JUMLAH PENDUDUK DI KABUPATEN DELI SERDANG | |
| Agnes Anastasia, Chairunisah | 1044 - 1049 |
| ANALISIS KESTABILAN DARI MODEL MATEMATIKA UNTUK PENYEBARAN PENYAKIT CORONAVIRUS (COVID-19) | |
| Wulan Larassaty, Yulita Molliq Rangkuti | 1050 - 1054 |
| IDENTIFIKASI AUTOKORELASI SPASIAL MENGGUNAKAN <i>GEARY'S RATIO</i> PADA JUMLAH PENGANGGURAN DI SUMATERA UTARA | |
| Hanna Gabriel Srirani Manurung, Hamidah Nasution | 1055 - 1059 |
| PEMBANGKITAN ORNAMEN (GORGA) BATAK SIMALUNGUN MENGGUNAKAN <i>GRAPHICAL USER INTERFACE</i> MATLAB DENGAN MEMANFAATKAN GRUP <i>FRIEZE</i> DAN GRUP KRISTALOGRAFI | |
| Marlina Sinaga, Dinda Kartika | 1060 - 1067 |
| PENERAPAN ALGORITMA KOLONI LEBAH PADA PENJADWALAN PERAWAT DI RUMAH SAKIT UMUM PUSAT H. ADAM MALIK | |
| Novita Karnya Situmorang, Faiz Ahyaningsih | 1068 - 1072 |
| OPTIMALISASI WAKTU NYALA LAMPU HIJAU MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC PADA PERSIMPANGAN JALAN SISINGAMANGARAJA-JALAN TURI KOTA MEDAN | |
| Jimmi Parlindungan Manalu | 1073 - 1082 |
| ANALISIS SISTEM ANTRIAN PADA TELLER BANK MANDIRI KCP MEDAN LETDA SUJONO DENGAN MENGGUNAKAN MODEL ANTRIAN <i>MULTI CHANEL SINGLE PHASE</i> | |
| Lowis Fernando Sitorus, Abil Mansyur | 1083 - 1088 |
| IMPLEMENTASI <i>GAME THEORY</i> DAN <i>MARKOV CHAIN</i> DALAM MENENTUKAN STRATEGI PEMASARAN SERTA PERPINDAHAN PELANGGAN APLIKASI <i>STREAMING</i> MUSIK | |
| Intan Siagian, Marlina Setia Sinaga | 1089 - 1095 |
| OPTIMALISASI HASIL PANEN PADI BERDASARKAN KOMBINASI PUPUK MENGGUNAKAN METODE <i>FUZZY GOAL PROGRAMMING</i> (STUDI KASUS DINAS PERTANIAN KABUPATEN TAPANULI UTARA) | |
| Ima Uli Sri Natasya Sitompul, Hamidah Nasution | 1096 - 1106 |
| PERBANDINGAN METODE NAIVE DAN METODE <i>A-SUTTE INDICATOR</i> DALAM MERAMALKAN JUMLAH PRODUKSI PADA CPO (STUDI KASUS: PT. BINA PITRI JAYA) | |
| Endang, Didi Febrian | 1107 - 1116 |
| PERBANDINGAN MODEL GREY MARKOV (1,1) DAN MODEL SARIMA DALAM PERAMALAN PENJUALAN ROTI (STUDI KASUS : UD SELINA BAKERY) | |
| Ezra Yolanda Siregar, Hanna Dewi M. Hutabarat | 1117 - 1124 |
| BILANGAN DOMINASI SIMPUL DAN BILANGAN DOMINASI SISI PADA GRAF POT BUNGA ($C_m S_n$) | |
| Desi Fitrahana Rambe, Mulyono | 1125 - 1133 |

| | |
|---|-------------|
| KAJIAN METODE ZILLMER DALAM MENGHITUNG NILAI CADANGAN PREMI PADA ASURANSI JIWA SEUMUR HIDUP | |
| Ade Sonia Putri, Sudianto Manullang..... | 1134 - 1137 |
| OPTIMALISASI PENJADWALAN SHIFT KERJA PERAWAT DAN BIDAN DI RUMAH SAKIT UMUM DAERAH TAPANULI TENGAH MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA | |
| Wardatul Ilma Pasaribu, Faridawaty Marpaung..... | 1138 - 1143 |
| TRANSPOSE MODUL PROJEKTIF RELATIF TERHADAP MODUL BAGIAN TAKPROJEKTIF | |
| Yudi Mahatma, Ibnu Hadi, Sudarwanto | 1144 - 1146 |
| PENERAPAN GRAF KOMPATIBEL PADA PENENTUAN WAKTU TUNGGU LAMPU LALU LINTAS DI BEBERAPA PERSIMPANGAN KOTA MEDAN | |
| Aisyah Nuri Sabrina, Mulyono | 1147 - 1152 |
| PENERAPAN ALGORITMA BELLMAN-FORD UNTUK MENENTUKAN LINTASAN TERPENDEK DALAM PENDISTRIBUSIAN BARANG PADA PT. GLOBAL JET CARGO (J&T CARGO) | |
| Enzel Sri Ulina Br. Ketaren, Faridawaty Marpaung | 1153 - 1163 |
| PERAMALAN <i>CRUDE PALM OIL</i> MENGGUNAKAN METODE <i>SEASONAL AUTOREGRESSIVE INTEGRATED MOVING AVERAGE</i> PADA PT. GRAHADURA LEIDONG PRIMA | |
| Putri Novianti, Tri Andri Hutapea | 1164 - 1168 |
| SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DALAM PEMILIHAN <i>OUTLET BUBBLE DRINK</i> TERBAIK DI KOTA MEDAN DENGAN METODE <i>SIMPLE ADDITIVE WEIGTING</i> | |
| Tenri Musdalifah, Arnah Ritonga..... | 1169 - 1174 |
| <i>MULTI ATTRIBUTE DECISION MAKING</i> DALAM MENENTUKAN APLIKASI BELANJA ONLINE TERBAIK DENGAN METODE <i>ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS</i> (STUDI KASUS: MAHASISWA MATEMATIKA UNIMED 2019-2022) | |
| Crish Evangelyn Siboro, Lasker Pangarapan Sinaga | 1175 - 1184 |
| MODEL REGRESI <i>ROBUST</i> TINGKAT PENGANGGURAN DI INDONESIA DENGAN MEMBANDINGKAN PEMBOBOT <i>TUKEY BISQUARE</i> DAN <i>WELSCH</i> | |
| Thasya Febrianti Sitinjak, Hanna Dewi M. Hutabarat | 1185 - 1192 |
| OPTIMASI PORTOFOLIO SAHAM PADA SUBSEKTOR PERBANKAN MENGGUNAKAN <i>CAPITAL ASSET PRICING MODEL</i> | |
| Audrey Amelia Pardede, Hamidah Nasution | 1193 - 1198 |
| <u>Bidang Ilmu : Ilmu Komputer</u> | 1199 |
| IMPLEMENTASI ALGORITMA <i>K-NEAREST NEIGHBOR</i> UNTUK KLASIFIKASI PENERIMA BEASISWA PROGRAM INDONESIA PINTAR (STUDI KASUS : SMAN 1 PEMATANGSIANTAR) | |
| Edward Anggiat Maju Simanjuntak, Susiana..... | 1200 - 1211 |
| IMPLEMENTASI ALGORITMA <i>NAÏVE BAYES CLASSIFIER</i> PADA KLASIFIKASI PENDUDUK MISKIN (STUDI KASUS: DESA TEMBUNG) | |
| Gabriel Christian, Susiana..... | 1212 - 1223 |

DETEKSI EMOSI MANUSIA BERDASARKAN REKAMAN SUARA MENGGUNAKAN PYTHON DENGAN METODE MFCC DAN DTW-KNN

Siti Khuzaimah, Hermawan Syahputra 1224 - 1229

PENERAPAN METODE WASPAS DALAM PENERIMA BANTUAN LANGSUNG TUNAI-DANA DESA (BLT-DANA DESA) (STUDI KASUS: DESA HUTA LIMBONG KECAMATAN PADANGSIDIMPUAN TENGGARA)

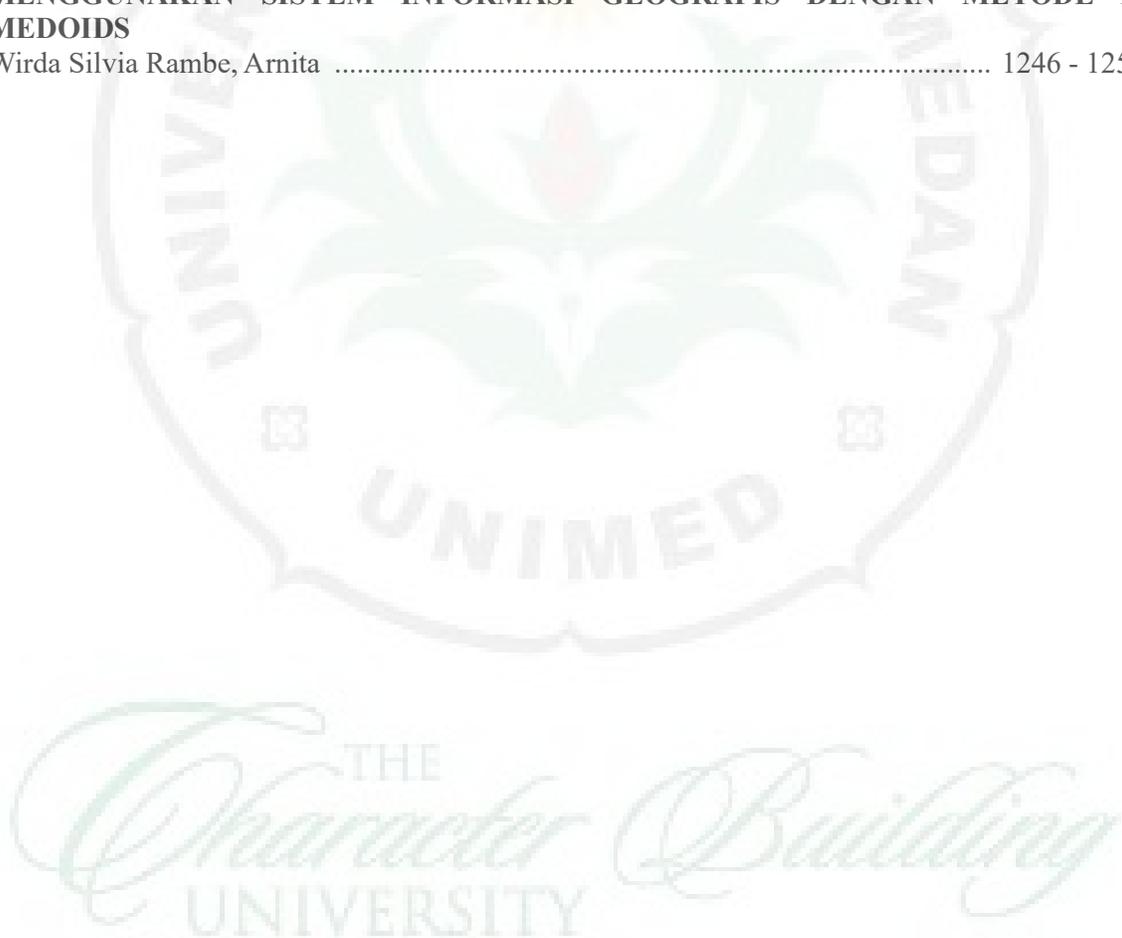
Yolanda Feby, Arnita 1230 - 1237

PERAMALAN PERSENTASE PENDUDUK MISKIN PROVINSI SUMATERA UTARA MENGGUNAKAN METODE *LONG SHORT TERM MEMORY*

Nazifatul Fadhilah, Arnita 1238 - 1245

PEMETAAN TINGKAT PENGANGGURAN DI PROVINSI SUMATERA UTARA MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DENGAN METODE K-MEDOIDS

Wirda Silvia Rambe, Arnita 1246 - 1256



PENERAPAN *MINIMUM SPANNING TREE* PADA JARINGAN PIPA DISTRIBUSI AIR PDAM TIRTA BENGI DI SIMPANG TIGA REDELONG DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA FLOYD-WARSHALL

Andra Febiola Nita*, Faridawaty Marpaung

Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

* Penulis Korespondensi : andrafebiolanita@gmail.com

Abstrak

Salah satu teknik yang berguna untuk mencari pohon merentang minimum adalah algoritma Floyd-Warshall. Sebuah penelitian kasus telah dilakukan untuk mengatasi masalah volume air yang disalurkan kepada pelanggan kecil. Air yang disalurkan tercemar, dan distribusi air belum optimal. Studi ini bertujuan untuk menemukan solusi bagi masalah ini serta meningkatkan efisiensi jaringan distribusi air bersih di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Bengi di Simpang Tiga Redelong, Kecamatan Bukit. Data yang diperoleh dari PDAM Tirta Bengi diubah menjadi graf berbobot, graf terhubung, dan graf tak berarah. Berdasarkan data ini, panjang total pipa air yang terpasang adalah 12.428 meter dengan 39 simpul dan 49 sisi ketika dihitung secara manual. Namun, dengan menggunakan algoritma Floyd-Warshall, panjang pipa yang dibutuhkan adalah 8.788 meter dengan 39 simpul dan 37 sisi. Algoritma Floyd-Warshall menghasilkan penghematan pipa sepanjang 3.640 meter. Penggunaan bahasa pemrograman C++ sangat membantu dalam memeriksa perhitungan pohon merentang minimum secara otomatis. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa algoritma Floyd-Warshall mampu mengoptimalkan jaringan distribusi air bersih di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Bengi, Kecamatan Bukit.

Kata kunci: Algoritma Floyd Warshall, *Minimum Spanning Tree*, Program C++

Abstract

One useful technique for finding the minimum spanning tree is the Floyd-Warshall algorithm. A case study was conducted to overcome the problem of volume of water distributed to small customers. The water distribution is polluted, and not optimal. This study aims to find a solution to this problem and to increase the efficiency of the clean water distribution network at the Tirta Bengi Regional Drinking Water Company (PDAM) in Simpang Tiga Redelong, Bukit District. Data obtained from the PDAM Tirta Bengi were converted into weighted graphs, connected graphs and undirected graphs. Based on this data, the total length the installed water pipes was 12,428 m with 39 nodes and 49 sides when calculated manually. However, using the Floyd-Warshall algorithm, the required pipe length was 8,788 m with 39 nodes and 37 edges. Floyd Warshall's algorithm resulted in savings of 3,640 meters of pipe. The use of the C++ programming language is very helpful in for automatically checking the minimum spanning tree calculation. Therefore, it can be concluded that the Floyd-Warshall Algorithm can optimize the clean water distribution network in the Regional Drinking Water Company (PDAM) Tirta Bengi, Bukit District.

Keywords: Floyd- Warshall Algorithm, *Minimum Spanning Tree*, C++ Program

1. PENDAHULUAN

Algoritma merupakan metode dalam memecahkan masalah. Algoritma sendiri dinamai Ahli Matematika Arab abad ke-9 Abu Abdullah Muhammad Ibnu Musa Al- Khawarizmi. Algoritma berdasarkan prinsipnya berperan penting dalam matematika dan ilmu komputer. Dalam bidang penelitian Matematika Algoritma dikembangkan dalam upaya untuk melakukan pencarian solusi dari sebuah permasalahan kehidupan sehari-hari. Perkembangan algoritma juga ditunjukkan untuk menyelesaikan masalah optimasi sumber daya seperti melakukan pembentukan infrastruktur di daerah yang melibatkan pembentukan berbagai jaringan misalnya telepon, air, transportasi dll. Perkembangan ini tentunya memerlukan faktor pendukung seperti biaya, tenaga juga waktu. Hal ini diatasi dengan penggunaan model pohon dalam teori graf (Wamiliiana, 2014)

Teori graf merupakan cabang matematika dengan menerapkan aplikasi. Formulasi ataupun model graf yang baik membuat permasalahan menjadi lebih jelas dan mudah untuk dianalisa (Banjarnahor dan Mulyono 2017). Diagram dipergunakan untuk mewakili objek individu dan hubungan antara objek-objek ini. Visualisasi graf dilakukan dengan mendefinisikan objek sebagai simpul (node) dan merepresentasikan hubungan antar objek sebagai lintasan (tepi). Teori Graf juga bisa dipergunakan dalam merepresentasikan dan memodelkan masalah dalam bidang ilmu lain, seperti lintas terpendek, jalur, pemrograman komputer, peta dan lainnya (Mukti dan Mulyono 2018).

Air menjadi SDA (sumber daya alam) paling penting untuk seluruh makhluk hidup paling utama adalah manusia. Semakin meningkatnya populasi manusia mengakibatkan kebutuhan air juga mengalami peningkatan. Agar air dapat sampai ke masyarakat dibutuhkan sebuah jaringan distribusi air. Jaringan distribusi air terdiri dari pipa -pipa yang dirangkai sedemikian rupa agar dapat menyampaikan air kepada setiap konsumen atau masyarakat. Dari hasil observasi penulis, Kualitas dan layanan air yang diberikan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) telah menimbulkan banyak keluhan dari masyarakat. Air yang dihasilkan sering kali kurang jernih, aliran airnya tidak selalu lancar, dan volume air yang diterima oleh konsumen selalu terbatas. Ini mengindikasikan bahwa PDAM Tirta Bengi belum mampu memenuhi harapan masyarakat dalam mendistribusikan air secara memuaskan.

Seiring berlalunya waktu, laju pertumbuhan populasi semakin mengalami peningkatan setiap tahun. Peningkatan ini juga berdampak pada permintaan yang semakin tinggi akan pasokan air bersih. Oleh karena itu, Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) diharapkan meningkatkan kualitas pelayanan, terutama dalam pengedaran air bersih kepada pelanggan, termasuk penggantian dan penambahan pipa baru. Pertanyaannya adalah apakah

panjang jaringan air yang telah terpasang di PDAM sudah mencapai tingkat optimal, yaitu apakah jaringan tersebut cukup panjang dan efisien untuk menyediakan air ke seluruh pemukiman penduduk dengan biaya yang ekonomis.

Dalam operasi penelitian untuk mengatasi permasalahan ini, terdapat beragam model yang sedang aktif dikembangkan, khususnya model analisis jejaring. Jejaring adalah istilah yang umumnya dikenal di kehidupan sehari-hari, dan ia muncul dalam berbagai konteks perencanaan dan berbagai disiplin ilmu. Jaringan transportasi, sistem listrik, dan komunikasi adalah contoh nyata yang kita temui sehari-hari. Penggunaan pengembangan jejaring juga meluas dalam menangani masalah seperti produksi, distribusi, perencanaan proyek, lokasi fasilitas, manajemen sumber daya, perencanaan keuangan, dan sejumlah bidang lainnya.

Sudah menjadi rahasia umum bahwa ada tiga jenis masalah jaringan: masalah kursus yang paling terbatas; masalah dengan pohon rentang minimum atau minimalisasi jaringan; dan masalah aliran yang berlebihan. Sirkulasi jaringan organisasi ke PDAM teritorial di Simpang Tiga Redelong masih berdasarkan pemikiran yang sangat mendasar, misalnya masih kurangnya perhitungan khusus untuk peningkatan jaringan perpipaan sehingga diperlukan pengaturan peningkatan dalam penyusunan konsep tersebut. membina jaringan pipa angkut air minum di Tirta Bengi untuk memuluskan cadangan. diberikan dan mengharapkan kebutuhan air minum. Pohon rentang minimum dapat dicari untuk tujuan mengoptimalkan jarak pipa. Tujuan minimum spanning tree adalah untuk mengidentifikasi sisi-sisi yang menghubungkan simpul (titik) jaringan untuk menghasilkan total panjang sisi minimum.

Adapun salah satu cara mengurangi panjang pipa menurut Johnsonbaugh adalah dengan menggunakan *Spanning Tree*. Jaringan terkait dengan sistem air digambarkan sebagai sebuah entitas terhubung, tanpa arah, dan berbobot. (Latifah dan Sugiharti 2015). Pohon merentang didapat melalui cara dengan menghilangkan sirkuit pada graf. Pohon yang memiliki nilai minimum dan merentang disebut sebagai minimum merentang pohon (*Minimum spanning tree*) (Mualimah dan Fanani 2020).

Pendekatan dasar yang digunakan dalam metode Floyd-Warshall melibatkan grafik berbobot dan berarah sebagai masukan, yang terdiri dari daftar simpul (*node/vertex* V) dan daftar tepi (*edge* E). Jumlah bobot pada suatu rute menggambarkan bobot total dari rute tersebut. Algoritma ini bertujuan untuk menghitung nilai terkecil dari semua jalur yang menghubungkan pasangan simpul, dan melakukan perhitungan ini untuk semua pasangan simpul secara bersamaan. (Rahayu dan Kasih 2017) Algoritma memulai iterasinya dengan simpul awal, lalu memperpanjang rutenya dengan mengevaluasi setiap simpul secara berurutan hingga mencapai simpul

tujuan dengan nilai terendah yang memungkinkan (Putu dan Fitriyanto 2021).

Mengenai algoritma floyd-warshall, sebenarnya ada banyak sekali penelitian yang sudah pernah dilakukan selama ini, diantaranya hasil penelitian (Usman et al. 2022) yang berjudul "aplikasi algoritma floyd-warshall untuk mengoptimalkan distribusi listrik di PLN Kota Gorontalo" dari hasil penelitian dapat dipergunakan untuk mencari rute terpendek dan menjadi solusi dalam menyelesaikan permasalahan mengenai pohon rentang minimum dengan algoritma floyd-warshall. Selain itu ada juga karya (Putu dan Fitriyanto 2021) yang meneliti mengenai "perbandingan Algoritma Prim, Kruskal, Dijkstra, dan Floyd-Warshall untuk memecahkan masalah *minimum spanning tree*: perancang pemasangan pipa saluran air bersih" hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma prim. Algoritma kruskal dan algoritma floyd-warshall mampu untuk menjadi solusi pada suatu masalah dalam mencari *spanning treee minimum* dengan menggunakan biaya yang paling rendah dibandingkan algoritma djikstra.

Adapun penelitian yang (Ramadhan et al. 2018) dengan judul "perbandingan algoritma prim dengan algoritma floyd-warshall dalam menentukan rute terpendek (*Shortest path Problem*)". Data yang di dapat dari penelitian ini adalah prim dan floyd-warshall memiliki prosedur yang berbeda meski nantinya hasil akhir nilai yang di dapat pada persoalan mengenai lintasan terpendek adalah sama. Adapun (Hasibuan 2016) melakukan penelitian yang berjudul "penerapan algoritma floyd-warshall untuk menentukan jalur terpendek dalam pengiriman barang". Hasil penelitian menunjukkan jalur terpendek dari titik A ke titik G ialah 5 km.

Penelitian yang dilakukan selama ini menunjukkan bahwa terdapat beberapa algoritma yang bisa dipergunakan untuk mencari pohon rentang minimum dan lintasan terpendek termasuk diantaranya yakni algoritma Prim, Kruskal, Dijkstra dan algoritma Floyd-Warshall. Algoritma Floyd-warshall dipergunakan untuk mencari pohon merentang minimum dalam jaringan distribusi air.

Konsep dasar yang dipergunakan dalam algoritma floyd-warshall mempunyai input graf berbobot dan berarah (V, E) yang merupakan daftar simpul (V vertex/node) dan daftar sisi (E edge). Nilai lintasan merupakan total nilai sisi-sisi pada jalur lintasan. Algoritma ini berupa taksiran jumlah nilai minimum dari semua jalur yang mengaitkan sepasang titik dan menjalankannya pada pasangan titik tersebut secara bersamaan. Algoritma mengawali iterasi melalui titik awal kemudian memanjangkan rute dengan memberi evaluasi titik demi titik hingga menuju titik pencapaian seminimum mungkin (Putu dan Fitriyanto 2021).

Untuk terhindar dari kesalahan yang memungkinkan akan terjadi diakibatkan karena adanya human error pada saat proses pemodelan, maka diperlukan sebuah aplikasi yang bisa membantu dalam proses pencarian pohon rentang minimum.

Bahasa Pemrograman C++ merupakan bahasa pemrograman handal yang bisa dipergunakan sebagai solusi permasalahan *Spanning Tree* (Wamiliana et al., 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui penerapan *Minimum spanning tree* pada jaringan pipa distribusi air PDAM Tirta Bengi di Simpang Tiga Redelong dengan menggunakan Algoritma Floyd-Warshall dan Mengetahui simulasi jaringan pipa pada distribusi air PDAM Tirta Bengi di Simpang Tiga Redelong dengan Algoritma Floyd-Warshall menggunakan Program C++.

2. METODE PENELITIAN

Dalam konteks studi ini, data diperoleh dari sumber data sekunder, yang mencakup peta distribusi jaringan dan panjang pipa air yang diperlukan untuk operasional PDAM Tirta Bengi di wilayah Kecamatan Bukit Simpang Tiga Redelong.

Proses penelitian ini melibatkan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengkaji teori yang berhubungan dengan apa yang diteliti
2. Mengambil data yang diperlukan dari perusahaan yaitu data peta jaringan distribusi dan panjang pipa yang dibutuhkan dalam mendistribusikan air
3. Mengidentifikasi data
 - a. Jalur pipa distribusi air yang terpasang sebagai sisi
 - b. Ujung persambungan pipa distribusi air sebagai simpul
 - c. Yang menjadi bobot adalah panjang pipa yang terpasang dalam satuan meter
4. Menggambarkan informasi dalam format grafik yang memiliki keterhubungan, tidak berarah, dan memiliki bobot.
5. Menentukan *Minimum Spanning Tree* dari data tersebut menggunakan Algoritma Floyd-Warshall, berikut merupakan langkah langkah dari floyd-warshall:
 - a. Buat matriks $[d_{ij}]$ yaitu matriks lintasan terpendek.
 - b. Buat matriks $[s_{ij}]$, dimana s_{ij} adalah jumlah verteks yang dilewati oleh lintasan $[d_{ij}]$
 - c. Buat matriks $[b_{ij}]$, dimana $b_{ij} = \frac{d_{ij}}{s_{ij}}$
 - d. Berdasarkan Matriks $[b_{(ij)}]$ dan $[d_{(ij)}]$, Pilihlah tepi dengan berat terendah yang masih terhubung ke simpul dan tidak membentuk sirkuit dalam pohon merentang minimum T . Kemudian, masukkan tepi $e(u, v)$ ke dalam T .
 - e. Hentikan langkah 4 jika semua simpul sudah terhubung.
6. melakukan simulasi menggunakan bahasa pemrograman C++
7. Menyimpulkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Yang dipergunakan pada penelitian ini adalah jalur pipa distribusi yang berukuran 3 inci dan 4 inci. Pipa ini dipergunakan untuk menyalurkan air bersih dari reservoir menuju pipa dinas, sehingga pada data ini pipa distribusi tidak langsung sampai ke rumah pelanggan melainkan hanya pada ujung jalan rumah pelanggan di Kecamatan Bukit. Pipa distribusi yang terpasang di Kecamatan Bukit belum optimal dilihat dari persambungan pipa yang masih membentuk sirkuit (dapat dilihat pada gambar 1)

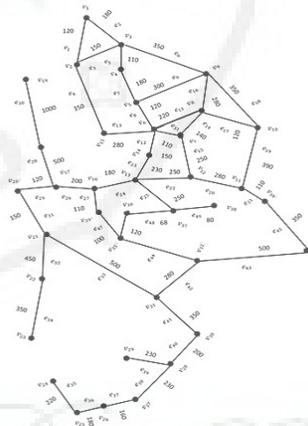
Berdasarkan data yang diperoleh dapat dibuat lintasan dengan menetapkan ujung pipa distribusi pada setiap jalan sebagai simpul, dan panjang pipa yang terpasang ditetapkan sebagai sisi dalam satuan meter. Sebelum proses optimalisasi, panjang total pipa yang terpasang di wilayah Kecamatan Bukit adalah 12.428 meter, yang mencakup 39 simpul dan 49 sisi, seperti yang tertera dalam tabel berikut:

Tabel 1. panjang pipa distribusi air di kecamatan bukit bener meriah

| Jalur | Sisi | Bobot (Meter) |
|----------|--------------------|---------------|
| e_1 | (v_1, v_2) | 120 |
| e_2 | (v_1, v_3) | 180 |
| e_3 | (v_2, v_3) | 150 |
| e_4 | (v_2, v_{15}) | 350 |
| e_5 | (v_3, v_4) | 110 |
| e_6 | (v_3, v_9) | 350 |
| e_7 | (v_4, v_5) | 180 |
| e_8 | (v_5, v_6) | 120 |
| e_9 | (v_5, v_9) | 300 |
| e_{10} | (v_6, v_7) | 110 |
| e_{11} | (v_6, v_8) | 220 |
| e_{12} | (v_6, v_{14}) | 150 |
| e_{13} | (v_6, v_{15}) | 280 |
| e_{14} | (v_7, v_8) | 140 |
| e_{15} | (v_7, v_{12}) | 250 |
| e_{16} | (v_8, v_9) | 280 |
| e_{17} | (v_8, v_{10}) | 300 |
| e_{18} | (v_9, v_{10}) | 350 |
| e_{19} | (v_{10}, v_{11}) | 390 |
| e_{20} | (v_{11}, v_{12}) | 280 |
| e_{21} | (v_{11}, v_{34}) | 110 |
| e_{22} | (v_{12}, v_{13}) | 250 |
| e_{23} | (v_{13}, v_{14}) | 230 |
| e_{24} | (v_{13}, v_{16}) | 180 |
| e_{25} | (v_{13}, v_{37}) | 250 |
| e_{26} | (v_{16}, v_{17}) | 200 |
| e_{27} | (v_{16}, v_{39}) | 110 |
| e_{28} | (v_{17}, v_{18}) | 500 |
| e_{29} | (v_{17}, v_{20}) | 120 |
| e_{30} | (v_{18}, v_{19}) | 1000 |

| | | |
|----------|--------------------|-----|
| e_{31} | (v_{20}, v_{21}) | 150 |
| e_{32} | (v_{21}, v_{22}) | 450 |
| e_{33} | (v_{21}, v_{31}) | 500 |
| e_{34} | (v_{22}, v_{23}) | 350 |
| e_{35} | (v_{24}, v_{25}) | 220 |
| e_{36} | (v_{25}, v_{26}) | 180 |
| e_{37} | (v_{26}, v_{27}) | 160 |
| e_{38} | (v_{27}, v_{28}) | 230 |
| e_{39} | (v_{28}, v_{29}) | 230 |
| e_{40} | (v_{28}, v_{30}) | 200 |
| e_{41} | (v_{30}, v_{31}) | 350 |
| e_{42} | (v_{31}, v_{32}) | 280 |
| e_{43} | (v_{32}, v_{33}) | 500 |
| e_{44} | (v_{32}, v_{35}) | 350 |
| e_{45} | (v_{33}, v_{34}) | 350 |
| e_{46} | (v_{35}, v_{36}) | 120 |
| e_{47} | (v_{35}, v_{39}) | 100 |
| e_{48} | (v_{36}, v_{37}) | 68 |
| e_{49} | (v_{37}, v_{38}) | 80 |

Informasi mengenai saluran pipa air distribusi dari PDAM Tirta Bengi Cabang Simpang Tiga Redelong di Wilayah Kecamatan Bukit dapat disajikan dalam bentuk graf yang terhubung, tanpa arah, dan memiliki bobot, sebagaimana ditunjukkan dalam gambar di bawah ini.



Gambar 1. Representasi graf jalur distribusi air

Pentuan Pohon Merentang Minimum Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall

Rute pengaliran air di PDAM Tirta Bengi Cabang Bukit digambarkan sebagai Graf H yang memiliki sambungan, tidak memiliki arah, dan memiliki bobot. Selanjutnya, sebuah minimum pohon merentang akan dibentuk dari Grafik H ini, yang akan disebut sebagai Graf T .

Untuk membuat matriks $[d_{ij}]$, matriks $[s_{ij}]$ dan matriks $[b_{(ij)}]$, dapat dilihat pada gambar 2, gambar 3 dan gambar 4.

Gambar 2. Matriks $[d_{ij}]$

Gambar 3. Matriks $[s_{ij}]$

Gambar 4. Matriks $[s_{ij}]$

Setelah membuat langkah 1 dan 3, maka dapat diperoleh iterasinya dengan menggunakan Algoritma Floyd-Warshall, antara lain:

1. Berdasarkan Matriks $[b_{(ij)}]$ dan $[d_{(ij)}]$, memilih sisi yang mempunyai bobot minimum dan bersisian dengan simpul serta tidak membentuk sirkuit T . Sisi yang dipilih adalah $e_1(v_1, v_2)$ dengan bobot 120. Masukkan sisi $e_1(v_1, v_2)$ ke dalam T . $V(T) = \{(v_1, v_2)\}$ dan $E(T) = \{e_1\}$
2. ulangi langkah 1, memilih sisi yang mempunyai bobot minimum dan bersisian dengan simpul serta tidak membentuk sirkuit T . Sisi yang dipilih adalah $e_3(v_2, v_3)$ dengan bobot 150. Masukkan sisi $e_3(v_2, v_3)$ ke dalam T . $V(T) = \{(v_1, v_2), (v_2, v_3)\}$ dan $E(T) = \{e_1, e_3\}$
3. ulangi langkah 1, memilih sisi yang mempunyai bobot minimum dan bersisian

dengan simpul serta tidak membentuk sirkuit T . Sisi yang dipilih adalah $e_5(v_3, v_4)$ dengan bobot 110. Masukkan sisi $e_5(v_3, v_4)$ ke dalam

T . $V(T) = \{(v_1, v_2), (v_2, v_3), (v_3, v_4)\}$ dan $E(T) = \{e_1, e_3, e_5\}$

4. ulangi langkah 1, memilih sisi yang mempunyai bobot minimum dan bersisian dengan simpul serta tidak membentuk sirkuit T . Sisi yang dipilih adalah $e_7(v_4, v_5)$ dengan bobot 180. Masukkan sisi $e_7(v_4, v_5)$ ke dalam T
 $V(T) = \{(v_1, v_2), (v_2, v_3), (v_3, v_4), (v_4, v_5)\}$ dan $E(T) = \{e_1, e_3, e_5, e_7\}$
5. sisi yang dipilih $e_8(v_5, v_6)$ dengan bobot 120
6. sisi yang dipilih $e_{10}(v_6, v_7)$ dengan bobot 110
7. sisi yang dipilih $e_{14}(v_7, v_8)$ dengan bobot 140
8. sisi yang dipilih $e_{12}(v_6, v_{14})$ dengan bobot 150
9. sisi yang dipilih $e_{23}(v_{13}, v_{14})$ dengan bobot 230
10. sisi yang dipilih $e_{24}(v_{13}, v_{16})$ dengan bobot 180
11. sisi yang dipilih $e_{27}(v_{16}, v_{39})$ dengan bobot 110
12. sisi yang dipilih $e_{47}(v_{35}, v_{39})$ dengan bobot 100
13. sisi yang dipilih $e_{46}(v_{35}, v_{36})$ dengan bobot 120
14. sisi yang dipilih $e_{48}(v_{36}, v_{37})$ dengan bobot 68
15. sisi yang dipilih $e_{49}(v_{37}, v_{38})$ dengan bobot 80
16. sisi yang dipilih $e_{26}(v_{16}, v_{17})$ dengan bobot 200
17. sisi yang dipilih $e_{29}(v_{17}, v_{20})$ dengan bobot 120
18. sisi yang dipilih $e_{31}(v_{20}, v_{21})$ dengan bobot 150
19. sisi yang dipilih $e_{15}(v_7, v_{12})$ dengan bobot 250
20. sisi yang dipilih $e_{13}(v_6, v_{15})$ dengan bobot 280
21. sisi yang dipilih $e_{16}(v_8, v_9)$ dengan bobot 280
22. sisi yang dipilih $e_{20}(v_{11}, v_{12})$ dengan bobot 280
23. sisi yang dipilih $e_{21}(v_{11}, v_{34})$ dengan bobot 110
24. sisi yang dipilih $e_{17}(v_8, v_{10})$ dengan bobot 300
25. sisi yang dipilih $e_{44}(v_{32}, v_{35})$ dengan bobot 350
26. sisi yang dipilih $e_{42}(v_{31}, v_{32})$ dengan bobot 280
27. sisi yang dipilih $e_{40}(v_{28}, v_{30})$ dengan bobot 200

28. sisi yang dipilih $e_{38}(v_{27}, v_{28})$ dengan bobot 230
29. sisi yang dipilih $e_{37}(v_{26}, v_{27})$ dengan bobot 160
30. sisi yang dipilih $e_{36}(v_{25}, v_{26})$ dengan bobot 180
31. sisi yang dipilih $e_{35}(v_{24}, v_{25})$ dengan bobot 220
32. sisi yang dipilih $e_{39}(v_{28}, v_{39})$ dengan bobot 120
33. sisi yang dipilih $e_{45}(v_{33}, v_{34})$ dengan bobot 350
34. sisi yang dipilih $e_{32}(v_{21}, v_{22})$ dengan bobot 450
35. sisi yang dipilih $e_{34}(v_{22}, v_{23})$ dengan bobot 350
36. sisi yang dipilih $e_{28}(v_{17}, v_{18})$ dengan bobot 500
37. sisi yang dipilih $e_{30}(v_{18}, v_{19})$ dengan bobot 1000

$V(T)$ sudah memuat semua simpul dari graf G dan sudah tidak ada lagi sisi yang mengandung sirkuit di T maka langkah dapat dihentikan. Diperoleh pohon merentang minimum dengan simpul:

$$V(T) = (v_1, v_2), (v_2, v_3), (v_3, v_4), (v_4, v_5), (v_5, v_6), (v_{36}, v_{37}), (v_{17}, v_{18}), (v_6, v_{14}), (v_{13}, v_{14}), (v_{13}, v_{16}), (v_{16}, v_{39}), (v_{35}, v_{39}), (v_{35}, v_{36}), (v_{21}, v_{22}), (v_6, v_{15}), (v_{37}, v_{38}), (v_{16}, v_{17}), (v_{17}, v_{20}), (v_{20}, v_{21}), (v_7, v_{12}), (v_{11}, v_{12}), (v_{26}, v_{27}), (v_{11}, v_{34}), (v_8, v_{10}), (v_{32}, v_{35}), (v_{31}, v_{32}), (v_{28}, v_{30}), (v_{27}, v_{28}), (v_8, v_9), (v_{18}, v_{19}), (v_{25}, v_{26}), (v_{24}, v_{25}), (v_{28}, v_{29}), (v_{33}, v_{34}), (v_6, v_7), (v_{22}, v_{23}), (v_7, v_8).$$

$$\text{sisi } E(T) = \{e_1, e_3, e_5, e_7, e_8, e_{10}, e_{14}, e_{12}, e_{23}, e_{24}, e_{17}, e_{27}, e_{47}, e_{46}, e_{48}, e_{49}, e_{26}, e_{29}, e_{31}, e_{15}, e_{13}, e_{16}, e_{20}, e_{21}, e_{44}, e_{42}, e_{40}, e_{38}, e_{37}, e_{36}, e_{35}, e_{39}, e_{45}, e_{32}, e_{34}, e_{28}, e_{30}\}.$$

Maka nilai T adalah:

$$T = 120 + 150 + 110 + 180 + 120 + 110 + 140 + 150 + 230 + 18 + 0 + 110 + 100 + 120 + 450 + 350 + 200 + 120 + 150 + 250 + 280 + 280 + 110 + 300 + 350 + 280 + 200 + 230 + 160 + 180 + 220 + 120 + 350 + 1000 + 80 + 500 + 68 = 8.788 \text{ m}$$

Setelah menerapkan Algoritma Floyd-Warshall, Total bobot panjang pipa sebelum dioptimalkan adalah 12.428 meter dan sesudah dioptimalkan adalah 8.788 meter. Lalu diperoleh banyaknya sisi pohon merentang minimum nya adalah 38 sisi. Sisi awal yang jumlahnya 49 sisi dihapus sebanyak 11 sisi, yakni sisi-sisi yang dihapus ($e_2, e_6, e_9, e_{11}, e_{18}, e_{19}, e_4, e_{22}, e_{25}, e_{33}, e_{43}$).

Pemeriksaan Pohon Merentang Minimum Menggunakan Bahasa Pemrograman C++

Masalah perhitungan pohon merentang minimum pada data lintasan pipa distribusi air melibatkan simpul dan sisi yang cukup banyak. Untuk terhindar dari beberapa kesalahan yang mungkin akan terjadi ketika proses penaksiran hitung manual diakibatkan human eror, dibutuhkan keterlibatan komputer dalam upaya melakukan pemeriksaan persoalan pohon merentang minimum ini. Adapun pendapat (Wamiliana et al., 2014) bahwa "bahasa Pemrograman C++ merupakan bahasa pemrograman yang handal yang dapat digunakan dalam menyelesaikan masalah *minimum spanning tree* atau pohon merentang minimum".

Berikut hasil output dari bahasa pemrograman C++ untuk mencari pohon merentang minimum dari titik awal ke semua pasangan titik.

```

The selected edges are
=> Hasil pohon merentang minimum ::
1 * 2 > ::120
2 * 4 > ::150
3 * 4 > ::110
4 * 5 > ::180
5 * 6 > ::120
6 * 7 > ::110
7 * 8 > ::140
8 * 14 > ::150
13 * 14 > ::230
13 * 16 > ::180
16 * 39 > ::110
35 * 39 > ::100
35 * 36 > ::120
36 * 37 > ::160
37 * 38 > ::80
16 * 17 > ::200
17 * 20 > ::120
20 * 21 > ::150
7 * 12 > ::250
6 * 15 > ::280
8 * 9 > ::280
  
```

Gambar 5. Tampilan Hasil program Bahasa C++

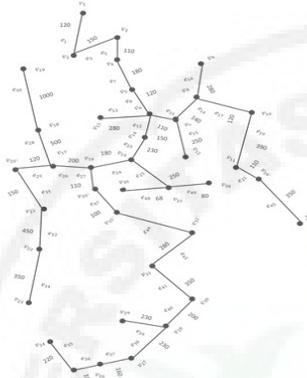
```

< 36 * 37 > ::68
< 37 * 38 > ::80
< 16 * 17 > ::200
< 17 * 20 > ::120
< 20 * 21 > ::150
< 7 * 12 > ::250
< 6 * 15 > ::280
< 8 * 9 > ::280
< 11 * 12 > ::280
< 3 * 14 > ::110
< 3 * 19 > ::300
< 32 * 35 > ::350
< 11 * 14 > ::280
< 30 * 31 > ::350
< 28 * 30 > ::200
< 27 * 28 > ::230
< 26 * 27 > ::160
< 25 * 26 > ::180
< 24 * 25 > ::220
< 28 * 29 > ::230
< 33 * 34 > ::350
< 21 * 22 > ::450
< 22 * 23 > ::350
< 17 * 18 > ::500
< 18 * 19 > ::1000
  
```

Gambar 6. Tampilan Hasil program Bahasa C++

Berdasarkan perhitungan manual pohon merentang minimum pada graf hasil representasi jaringan distribusi air menggunakan algoritma Floyd-Warshall diperoleh total panjang jaringan 8.788 meter dengan 39 simpul dan 49 sisi. Sebelum dioptimalkan panjang pipa yang digunakan adalah 12.428 meter dengan 39 simpul dan 49 sisi (jalur). Pemeriksaan pohon merentang minimum menggunakan bahasa pemrograman C++ menampilkan hasil pohon merentang minimum dengan sisi-sisi yang terbentuk

sama dengan sisi-sisi yang terbentuk pada perhitungan manual. Berikut ini gambar yang menunjukkan hasil pohon merentang minimum yang diperoleh dari perhitungan manual dan program C++ menggunakan algoritma floyd-warshall.



Gambar 7. Hasil pohon merentang minimum

4. KESIMPULAN

Dengan merepresentasikan denah/peta jaringan dan panjang pipa sebagai suatu graf berbobot menggunakan Algoritma Floyd-Warshall serta dengan menggunakan data yang ada, diperoleh banyaknya sisi pohon merentang minimum adalah 38 sisi. Sisi awal yang jumlahnya 49 dihapus sebanyak 11 sisi, yakni sisi-sisi yang dihapus yaitu:

$(e_2, e_6, e_9, e_{11}, e_{18}, e_{19}, e_4, e_{22}, e_{25}, e_{33}, e_{43})$.
Pan-jang pipa yang terpasang awalnya pada jaringan pipa distribusi air PDAM Tirta Bengi Kecamatan Bukit adalah 12.428 m dengan 39 simpul dan 49 sisi. Dengan menggunakan algoritma floyd-warshall menjadi 8.788 m dengan 39 simpul dan 38 sisi. Jadi, selisih panjang pipa yang telah diminimumkan dengan menggunakan algoritma floyd-warshall adalah sebanyak 3.640 m. Sehingga jaringan distribusi air bersih yang terpasang belum optimal, maka dengan dilakukannya optimasi ini kiranya pendistribusian air dapat berjalan lebih baik dan air yang disalurkan kepada konsumen dapat sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan dengan ditemukan pohon merentang minimum pada jaringan pipa PDAM Tirta Bengi Kec. Bukit. dalam penelitian ini, penulis juga menggunakan software komputer yakni program C++ sebagai output secara langsung yang didapat memberikan hasil berupa pembandingnya, yang hasilnya mempunyai panjang sama yaitu 8.788 m

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebanyak-banyaknya pada semua dosen Universitas Negeri Medan yang sudah memberikan dukungan, masukan serta saran yang sangat membantu dalam proses terselesaikannya penelitian ini. Kepada Universitas Negeri Medan terima kasih atas segala fasilitas yang telah diberikan

DAFTAR PUSTAKA

- Banjarnahor, Romiana, & Mulyono. (2017). "Minimum Penutup Titik Dan Minimum Penutup Sisi." *Jurnal Karismatika*, 3(2), 198–214.
- Hasibuan, A., R (2016). Penerapan Algoritma Floyd Warshall Untuk Menentukan Jalur Terpendek Dalam Pengiriman Barang. *Jurnal Riset Komputer*, 3(6), 20–24.
- Latifah, U., & Endang, S. (2015). Penerapan Algoritma Prim Dan Kruskal Pada Jaringan Distribusi Air Pdam Tirta Moedal Cabang Semarang Utara. *Journal Of Mathematics Unnes*, 4(1), 48–57.
- Mualimah, Azizatul, & Fanani, A., (2020). Penggunaan Algoritma Kruskal Dalam Jaringan Pipa Pendistribusian Air Perusahaan Daerah Air Minum (Pdam) Tirta Dharma Lamongan. *Jurnal Mahasiswa Matematika Algebra*, 1(1), 150–56.
- Mukti, M. Ridwan, & Mulyono. (2018). Menentukan Rute Terpendek Dengan Menggunakan Algoritma Floyd-Warshall. *Karismatika*, 4(1), 39–53.
- Putu, Diah N, & Fitriyanto, M. N., (2021). Perbandingan Algoritma Prim, Kruskal, Dijkstra, Dan Floyd-Warshall Untuk Memecahkan Masalah Minimum Spanning Tress: Perancangan Pemasangan Pipa Saluran Air Bersih. *Bitnet: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 6(2), 17–24.
- Rahayu, Lina F., & Kasih, P. (2017). Sistem Bantu Pencarian Rumah Kontrakan Dengan Jarak Terdekat Menggunakan Algoritma Floyd-. *Jurnal Seminar Nasional Inovasi Teknologi*, 1(1), 471–78.
- Ramadhan, Zuhri, Muhammad, Z., Syahril, E., Andysah, P., & Utama, S. (2018). Perbandingan Algoritma Prim Dengan Algoritma Floyd-Warshall Dalam Menentukan Rute Terpendek (Shortest Path Problem). *Jurnal Riset Komputer*, 5(2), 136–39
- Usman, Susanti, Wiranto, I., & Nurwan, N. (2022). Aplikasi Algoritma Floyd-Warshall Untuk Mengoptimalkan Distribusi Listrik Di Pln Kota Gorontalo. *Research In The Mathematical And Natural Sciences*, 1(1), 47–53.
- Wamiliana, Kurniawan, D., & Cut Shavitri N.F. (2014). Perbandingan Kompleksitas Algoritma Prim, Algoritma Kruskal, Dan Algoritma Sollin Untuk Menyelesaikan Masalah Minimum Spanning Tree. *Jurnal Komputasi*, 2(1), 60–67.