

**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](mailto: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. Fauziyah 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 Simanjorang, 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

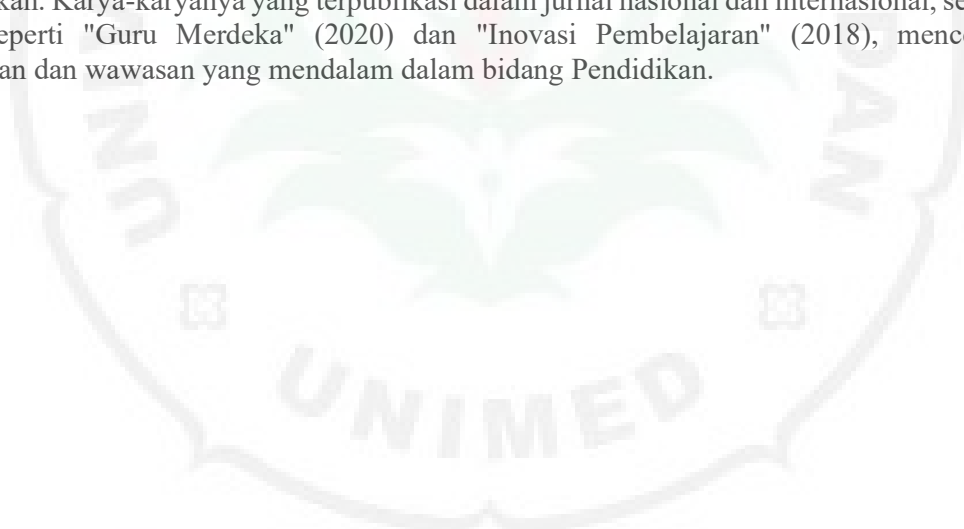
## Ahmad Isnaini M.Pd.



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

<b><u>Bidang Ilmu : Pendidikan Matematika</u></b> .....	1
<b>PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN VIDEO ANIMASI BERBASIS PENDEKATAN PEMBELAJARAN KONTEKSTUAL UNTUK MENINGKATKAN MINAT BELAJAR SISWA SMP NEGERI PERISAI</b>	
Dara Kartika, Syawal Gultom .....	2 - 11
<b>PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MATEMATIKA BERNUANSA ETNOMATEMATIKA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA</b>	
Ikke Fatma, Katrina Samosir .....	12 - 21
<b>PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH BERBANTUAN MEDIA GEOGEBRA TERHADAP KEMAMPUAN KONEKSI MATEMATIS SISWA SMP N 35 MEDAN</b>	
Yulan Sari Dalimunthe, Pardomuan Sitompul .....	22 - 29
<b>PENGARUH PENDEKATAN <i>REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION</i> TERHADAP KEMANDIRIAN BELAJAR MATEMATIKA SISWA KELAS VII DI SMP NEGERI 5 PERCUT SEI TUAN</b>	
Annisa Wahyuni Hasibuan, Mangaratua M. Simanjanrang .....	30 - 38
<b>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</b>	
Yana Tasya Damanik, Michael C Simanullang .....	39 - 47
<b>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 KONVENSIONAL DI SMAS SANTA LUSIA SEI ROTAN</b>	
Fransiskus J.P.S., Waminton R. ....	48 - 56
<b>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</b>	
Agusti Eka Wardani, Pardomuan Sitompul .....	57 - 65
<b>PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH UNTUK MENINGKATKAN PENALARAN MATEMATIS SISWA DI KELAS VIII SMP NEGERI 28 MEDAN</b>	

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

<b>PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> BERBANTUAN APLIKASI GEOGEBRA UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIKA SISWA KELAS VIII SMP</b>	
Areigi Doanta Sembiring, Izwita Dewi.....	182 - 191
<b>PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE TWO STAY TWO STRAY TERHADAP KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA PADA SISWA KELAS VIII DI SMP NEGERI 2 PANCUR BATU</b>	
Sri Windi Br Ginting, Wingston L. Sihombing.....	192 - 200
<b>PERBANDINGAN ANTARA MODEL PEMBELAJARAN <i>PROJECT BASED LEARNING</i> DAN MODEL PEMBELAJARAN KONVENSIONAL TERHADAP KEMAMPUAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIS SISWA</b>	
Ezra Pebiola Lumbantobing, Tiur Malasari Siregar.....	201 - 206
<b>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</b>	
Nurul Afifah Syahputri, Hasratuddin .....	207 - 214
<b>PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN MATEMATIKA REALISTIK BERBANTUAN GEOGEBRA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN SPASIAL SISWA SMP NEGERI 23 MEDAN</b>	
Dewi Ramadhani, Hasratuddin .....	215 - 223
<b>PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE <i>TEAM ASSISTED INDIVIDUALIZATION</i> UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA KELAS VIII SMP PAB 8 SAMPALI</b>	
Muhammad Zulham Syahputra, Nurhasanah Siregar .....	224 - 232
<b>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</b>	
Vanny Rahmadani, Yasifati Hia .....	233 - 240
<b>PENGARUH KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS, KEMAMPUAN VISUAL, KEMAMPUAN SPASIAL DAN KEMAMPUAN LITERASI MATEMATIS TERHADAP KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIKA SISWA</b>	
Vinky Ruth Amelia Br Hasibuan, Edi Syahputra .....	241 - 249
<b>PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE STAD BERBANTUAN <i>SOFTWARE</i> GEOGEBRA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA KELAS VIII</b>	
Nurhalimah Manurung, Mukhtar .....	250 - 259
<b>PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS PBL BERBANTUAN WEBSITE CANVA UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIS SISWA</b>	
Aisah Queenela Br Pelawi, Prihatin Ningsih Sagala.....	260 -269
<b>EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE <i>TEAMS GAMES TOURNAMENT</i> UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIS SISWA</b>	
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 Simanjorang .....280 - 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 Nasution .....295 - 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 Siregar .....311 - 318

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

Nurul Bahri, Suci Frisnoiry .....319 - 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
<b>ANALISIS KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA SMA</b>	
Aprizal, E. Elvis Napitupulu .....	373 - 382
<b>PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN <i>BRAIN BASED LEARNING</i> BERBANTUAN <i>BRAIN GYM</i> TERHADAP KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS SISWA KELAS VIII SMP</b>	
Syahir Sasri Habibi, Izwita Dewi .....	383 - 391
<b>PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE STAD BERBANTUAN GEOGEBRA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA KELAS VIII SMP</b>	
Vida Gresiana Dachi, Mukhtar .....	392 - 400
<b>IMPLEMENTATION OF RECIPROCAL TEACHING LEARNING MODEL TO IMPROVE STUDENTS' MATHEMATICAL REPRESENTATION ABILITY IN GRADE VII AT SMP NEGERI 37 MEDAN</b>	
Royana Chairani, Hasratuddin .....	401 - 407
<b>PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS POWERPOINT DAN ISPRING DI ANDROID UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA</b>	
Dita Aryani, Katrina Samosir .....	408 - 417
<b>PERBEDAAN PENINGKATAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIKA SISWA MENGGUNAKAN MODEL <i>PROBLEM BASED LEARNING</i> DAN MODEL KOOPERATIF TIPE STAD SMA NEGERI 1 PERBAUNGAN .....</b>	
Christian Javieri Andika, Sri Lestari Manurung .....	418 - 425
<b>PENGARUH PENDEKATAN PEMBELAJARAN MATEMATIKA TERHADAP KEMAMPUAN LITERASI NUMERASI MATEMATIS SISWA SMP NEGERI 2 PERCUT SEI TUAN</b>	
Fauziyyah, Dian Armanto .....	426 - 435
<b>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</b>	
Naila Fauziah, Asrin Lubis .....	436 - 445
<b>IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN <i>LEARNING CYCLE 5E</i> UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH MATEMATIS SISWA SMA</b>	
Wilson Sihotang, Nurliani Manurung .....	446 - 453
<b>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</b>	
Grace Margareth Stevany Sinurat *, Pardomuan N.J.M Sinambela .....	454 - 461
<b>PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN VIDEO ANIMASI UNTUK MENINGKATKAN MINAT BELAJAR MATEMATIKA SISWA KELAS X.....</b>	
Marince, Katrina Samosir .....	462 - 471

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

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

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

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

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

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

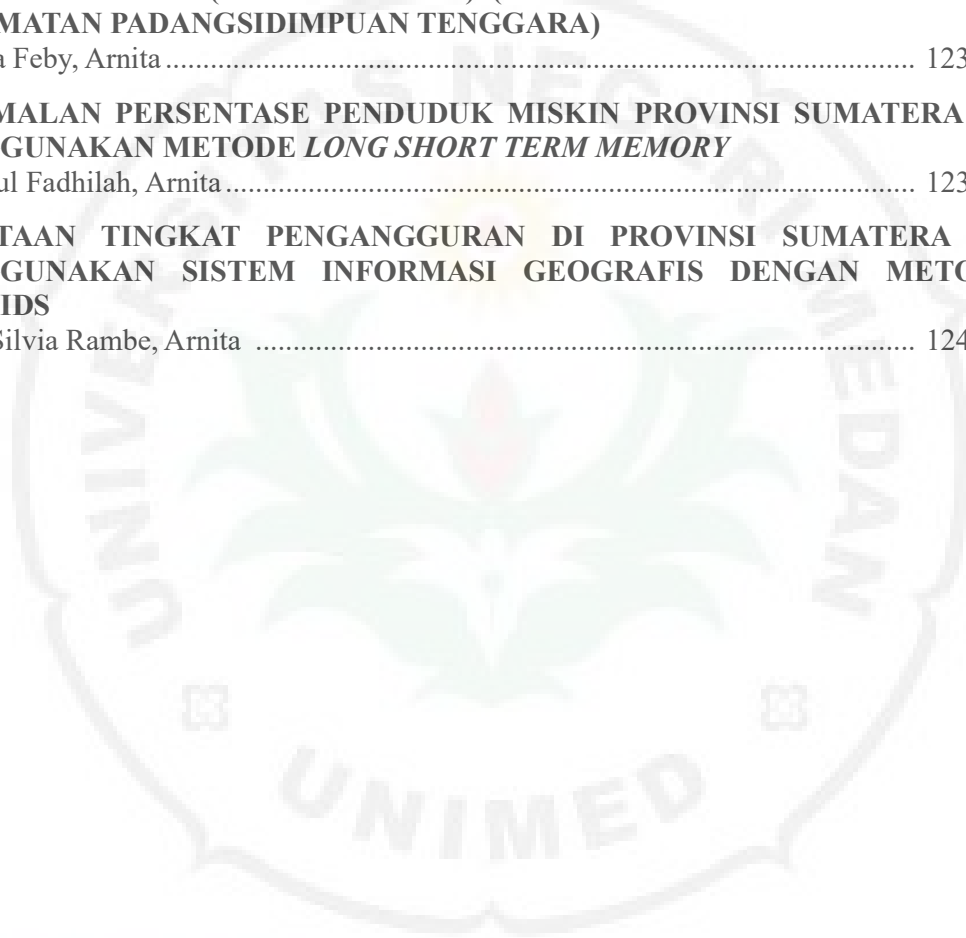
Yolanda Feby, Arnita ..... 1230 - 1237

**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





# MODEL REGRESI *ROBUST* TINGKAT PENGANGGURAN DI INDONESIA DENGAN MEMBANDINGKAN PEMBOBOT TUKEY BISQUARE DAN WELSCH

Thasya Febrianti Sitinjak<sup>1\*</sup>, Hanna Dewi M. Hutabarat<sup>2</sup>

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

\* Penulis Korespondensi : [tasya.stnj@gmail.com](mailto:tasya.stnj@gmail.com)

## Abstrak

Tingkat pengangguran merupakan isu yang signifikan dalam perekonomian, terutama di negara berkembang seperti Indonesia. Berdasarkan hal itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variabel yang paling mempengaruhi tingkat pengangguran. Data yang digunakan adalah data sekunder dari BPS dengan tingkat pengangguran terbuka di Indonesia sebagai variabel dependen ( $y$ ) dan Indeks Pembangunan Manusia ( $x_1$ ), Ketersediaan lapangan kerja informal non pertanian ( $x_2$ ), Indeks kedalaman kemiskinan pada tiap provinsi ( $x_3$ ) sebagai variabel independen. Metode Kuadrat Terkecil (MKT) digunakan untuk mengestimasi parameternya, hasil pengamatan terhadap data menyatakan bahwa terdapat data yang menyimpang dari sekumpulan data lainnya (pencilan). Model regresi biasa tidak akurat memodelkan data yang terdapat pencilan, sehingga diperlukan model yang lebih sensitif terhadap pencilan yaitu model regresi robust. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan estimasi-S dengan membandingkan 2 pembobot yaitu Tukey Bisquare dan Welsch. Hasil menunjukkan bahwa model regresi robust dengan estimasi-S berpembobot Tukey Bisquare yaitu  $\hat{y} = -17.259 + 0.1698x_1 - 0.0716x_2$  memiliki nilai  $MSE = 0.674$  dan  $adj-R^2 = 26.14\%$ . Sementara model regresi robust dengan estimasi-S berpembobot Welsch memiliki nilai  $MSE = 2.643$  dan  $adj-R^2 = 25.88\%$ . Artinya nilai  $MSE$  Tukey Bisquare < Welsch dan nilai  $adj-R^2$  Tukey Bisquare > Welsch. Dari model tersebut disimpulkan ( $x_2$ ) merupakan faktor yang paling mempengaruhi tingkat pengangguran di Indonesia sebesar 20,74%.

**Kata Kunci:** IPM, Pembobot Tukey Bisquare, Pembobot Welsch, Regresi Robust Estimasi-S, Tingkat Pengangguran Terbuka.

## Abstract

Research identifies vital variables impacting unemployment, especially in developing countries. The data used is secondary data from BPS with the open unemployment rate in Indonesia as the dependent variable ( $y$ ) and the Human Development Index ( $x_1$ ), the availability of non-agricultural informal employment ( $x_2$ ), the depth of poverty index in each province ( $x_3$ ) as the independent variable. Least Squares Method estimates parameters; observed outliers necessitate a robust model. This study uses S-estimation, comparing Tukey Bisquare and Welshch weights for enhanced regression modeling. The results show that the robust regression model with S-weighted Tukey Bisquare estimation, namely  $\hat{y} = -17.259 + 0.1698x_1 - 0.0716x_2$  has a value of  $MSE = 0.674$  and  $adj-R^2 = 26.14\%$ . Meanwhile, the robust regression model with Welsch-weighted S-estimation has a value of  $MSE = 2.643$  and  $adj-R^2 = 25.88\%$ . This means that the Tukey Bisquare MSE value < Welsch and the Tukey Bisquare  $adj-R^2$  value > Welsch. From this model, it is concluded that ( $x_2$ ) is the factor that most influences the unemployment rate in Indonesia, which is 20.74%.

**Keywords:** IPM, Open Unemployment Rate, S-Estimation Robust Regression, Tukey Bisquare Weighting, Welsch Weighting.

## 1. PENDAHULUAN

Pengangguran merupakan fenomena yang tidak bisa dihindari dalam konteks perekonomian. Di negara-negara yang sedang berkembang, terdapat tingkat pengangguran yang signifikan, baik dalam bentuk pengangguran terselubung maupun pengangguran terbuka. Pengangguran terbuka mengacu pada penduduk dalam usia kerja, tetapi belum menemukan pekerjaan dan secara aktif mencari kesempatan untuk bekerja (Jhingan, 2012). Faktor utama yang menyebabkan adanya tingkat pengangguran secara konstan adalah pencarian kerja, alasan lainnya adalah populasi yang meningkat karena mampu mengurangi pendapatan, tabungan dan investasi sehingga menghambat pembentukan modal dan kesempatan kerja berkurang (Palindangan & Bakar, 2021).

Beberapa tahun terakhir jumlah pengangguran di Indonesia menurun (BPS, 2021). Rinta Kartika, menyatakan bahwa banyak faktor yang mempengaruhi pengangguran seperti populasi, pertumbuhan ekonomi, kemiskinan, inflasi, Upah Minimum Provinsi (UMP), pendidikan, Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM), investasi, angkatan kerja. Masalah yang disebabkan jika jumlah pengangguran meningkat yaitu mampu menurunkan kualitas perekonomian karena banyaknya yang menganggur sehingga menambah pengeluaran negara yang berdampak pada sosial dan mental karena keputusan dan mampu menimbulkan banyaknya kejahatan untuk bertahan hidup karena tidak memiliki pekerjaan (Rinta Kartika, 2021). Sehingga untuk dapat melihat variabel yang paling mempengaruhi pengangguran diperlukan model.

Suatu penelitian yang akan membuat model regresi umumnya menggunakan metode klasik yaitu Metode Kuadrat Terkecil (MKT) (Martin & Matias, 2019), karena MKT merupakan metode yang digunakan untuk mengestimasi parameter karena dapat menentukan hubungan antara variabel independen dan dependen dengan meminimalkan jumlah selisih kuadrat antara nilai prediksi dari model regresi dengan nilai observasi sebenarnya dari variabel dependen (Kafadar et al., 1989). Namun MKT sering gagal dalam mengungkapkan hubungan antara variabel independen dan dependen karena adanya pencilan (Martin & Matias, 2019). Hal tersebut disebabkan karena MKT ingin menghindari residu yang besar, maka mengorbankan pengamatan yang tersisa akibatnya mengganggu kualitas model regresi. Maka diperlukan metode yang mampu membuat model regresi tersebut kokoh (*robust*) terhadap pencilan. Dalam menangani data pencilan, metode regresi *robust* merupakan metode paling ampuh dan terdapat beberapa estimasi yang dapat menangani pencilan (Olive, 2008).

Regresi *robust* diperkenalkan oleh Andrews (1972). Dalam regresi *robust* terdapat beberapa estimasi diantaranya estimasi M (Maximum

likelihood type), estimasi MM (Method of Moment), estimasi LMS (Least Median Squares), estimasi LTS (Least Trimmed Squares) dan estimasi-S (Scale) (Chen, 2002).

Beberapa peneliti terdahulu telah melakukan penelitian terkait regresi *robust* seperti (Oktaviani & Martha, 2022) menyimpulkan bahwa pembobot Tukey Bisquare lebih baik dalam menghasilkan model regresi *robust* pada studi kasus Kemiskinan di Indonesia dibanding dengan pembobot Huber. Kemudian (Pratiwi et al., 2018) juga menyimpulkan bahwa pembobot Tukey Bisquare lebih baik dibanding Huber dalam memprediksi ketersediaan jagung di Karanganyar. Dari beberapa peneliti yang menggunakan *robust* mereperentasikan bahwa metode tersebut mampu menangani data yang terdapat pencilan (Olive, 2008).

Berdasarkan penjelasan terkait peneliti terdahulu yang dipaparkan di latar belakang, bahwa *robust* merupakan metode yang sensitif terhadap pencilan namun masih sedikit penelitian yang membandingkan model dengan pembobot dari estimasi-S maka peneliti ingin: Mendapatkan model regresi *robust* untuk tingkat pengangguran terbuka di Indonesia. Mendapatkan pembobot terbaik antara pembobotan Tukey Bisquare dan Welsch dan Mengetahui variabel yang memiliki dampak terbesar terhadap jumlah pengangguran terbuka di Indonesia. Penyelesaian keseluruhan penelitian ini menggunakan bantuan *software* Rstudio.

## 2. METODE PENELITIAN

Pengangguran merujuk pada situasi di mana angkatan kerja tidak memiliki pekerjaan, sementara pengangguran terbuka terjadi ketika individu secara sukarela atau disengaja tidak bekerja dan aktif mencari pekerjaan yang lebih baik. Seseorang dianggap menganggur jika mereka ingin bekerja dan telah berupaya mencari pekerjaan tetapi belum berhasil mendapatkannya.

Menurut BPS, pengangguran terbuka didasarkan pada konsep seluruh angkatan kerja yang mencari pekerjaan, baik mereka yang mencari pekerjaan untuk pertama kalinya maupun yang pernah bekerja sebelumnya. Pengangguran terbuka umumnya lebih tinggi di kalangan generasi muda yang baru menyelesaikan pendidikan menengah dan tinggi. Mereka cenderung berusaha mencari pekerjaan sesuai dengan aspirasi mereka dan bersedia menunggu dalam waktu yang lama demi mendapat posisi tersebut, yang mengakibatkan tingkat pengangguran di perkotaan tinggi. Sementara pedesaan, karena sektor industrinya masih berkembang, menjadi salah satu penyebab tingkat pengangguran di pedesaan tinggi karena memiliki lapangan pekerjaan yang lebih sedikit. Indeks Pembangunan Manusia (IPM) mampu mengukur pencapaian suatu daerah maka dari itu IPM dapat dijadikan sebagai penanda karena berkaitan dengan kemiskinan yang disebabkan banyaknya tingkat pengangguran (Utami, 2020).

Hal yang mempengaruhi pengangguran adalah pertumbuhan ekonomi, terdapat kesediaan lapangan kerja, kemiskinan, dan populasi. Manusia berperan aktif dalam pertumbuhan ekonomi suatu negara, sehingga IPM memiliki peranan yang signifikan dalam kemajuan ekonomi negara. Terdapat 3 aspek dalam IPM: harapan hidup, tingkat pendidikan dan tingkat kehidupan yang layak atau dapat disimpulkan bahwa IPM tentang kualitas manusia. Namun jika di suatu daerah memenuhi standar IPM yang baik dalam arti memiliki banyak angkatan kerja tetapi lapangan kerja yang tidak mendukung dikarenakan daerah tersebut memiliki tingkat kemiskinan yang cukup tinggi, hal ini juga memicu meningkatnya pengangguran. Oleh sebab itu hal tersebutlah yang akan dijadikan indikator untuk menentukan variabel mana yang paling berkaitan dengan pengangguran dan harus dibabat untuk semakin mengurangi tingkat pengangguran (Utami, 2020).

Untuk dapat mengidentifikasi variabel yang memiliki pengaruh terbesar terhadap tingkat pengangguran di Indonesia, diperlukannya model regresi untuk mengestimasi parameter. Dalam regresi linier sederhana maupun berganda, teknik kuadrat terkecil (MKT) mampu memperkirakan parameter yang tidak diketahui dan cukup sensitif terhadap keberadaan titik-titik terluar.

Diperlukan uji asumsi klasik agar model yang dihasilkan tidak bias, uji asumsi yang akan dilakukan pada model regresi adalah uji normalitas, uji multikolinearitas, uji heterokedastisitas, dan uji autokorelasi (Gujarati & Porter, 2009).

1. Uji Normalitas, Sebuah uji untuk mengasumsikan bahwa tiap residu sebaran data tersebut berdistribusi normal atau tidak,  $\hat{e} \sim N(0, \sigma^2)$ . Salah satu cara untuk menguji asumsi kenormalan adalah dengan uji Kolmogorov-Smirnov.

$$D = |F(z_i) - F(x_i)|, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Apabila nilai D hitung > D-tabel atau p-value < nilai signifikansi yaitu 0.05 dari tabel kolmogorov-smirnov maka asumsi kenormalan tidak dipenuhi (Ross, 2009).

Dengan:

- $H_0$  : Menyatakan data berdistribusi normal  
 $H_1$  : Menyatakan data tidak berdistribusi normal

2. Uji Multikolinearitas, adalah situasi yang menunjukkan adanya hubungan linear antara variabel-variabel independen dalam suatu model regresi. Menurut (Gujarati & Porter, 2009) multikolinearitas dapat dideteksi dengan VIF.

$$VIF_p = \frac{1}{(1-R_p^2)} \quad (2)$$

Apabila nilai  $VIF \geq 10$  maka menunjukkan multikolinearitas yang kuat, yang berarti tidak dapat menerima  $H_0$ .

Dengan:

- $H_0$  : Tidak ada masalah multikolinearitas  
 $H_1$  : Terdapat masalah multikolinearitas

3. Uji Heteroskedastisitas, Salah satu asumsi penting dalam model regresi linear klasik yaitu menyatakan kalau variansi dari setiap residu bergantung pada nilai yang diambil dari variabel penjelas, yaitu suatu konstanta yang proporsional dengan nilai tersebut dan jika nilai-nilai varians tidak sama maka kondisi tersebut disebut dengan heteroskedastisitas. Salah satu tes untuk mendeteksi heteroskedastisitas yaitu dengan menggunakan Breusch Pagan.

$$\chi^2 = \frac{SSR^*}{2} \div \left(\frac{SSE}{n}\right)^2 \quad (3)$$

Jika nilai p-value > 0.05, maka  $H_0$  diterima.

Dengan:

- $H_0$  : Tidak ada masalah heteroskedastisitas  
 $H_1$  : Terdapat masalah heteroskedastisitas

4. Uji Autokorelasi, mengacu pada situasi di mana kesalahan gangguan dari periode tertentu memiliki korelasi dengan kesalahan gangguan dari periode sebelumnya. Apabila terdapat korelasi antara kesalahan gangguan dari periode t dengan t-1, hal ini disebut sebagai korelasi tingkat pertama. Pendeteksian autokorelasi dapat dilakukan menggunakan uji Durbin Watson.

$$d = \frac{\sum_{t=1}^n (\hat{e}_t - \hat{e}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n \hat{e}_t^2} \quad (4)$$

**Tabel 1.** Kriteria ketentuan autokorelasi

Terdapat autokorelasi positif	$0 < d < d_L$
Terdapat autokorelasi negatif	$(4 - d_U) < d < 4$
Tidak ada autokorelasi positif dan negatif	$d_L \leq d \leq (4 - d_U)$
Dan pengujian tidak meyakinkan jika	
	$d_L \leq d \leq d_U$ dan $(4 - d_U) \leq d \leq (4 - d_L)$

Dengan:

- $H_0$  : Tidak ada masalah autokorelasi  
 $H_1$  : Terdapat masalah autokorelasi

Jika asumsi klasik tidak terpenuhi, artinya dalam data tersebut terdapat data yang menyimpang dari sekumpulan data lainnya.

Pencilan merupakan data yang menyimpang dari sekumpulan data lainnya. Sebelum mengestimasi parameter dengan metode *robust* akan dilakukan pendeteksian pencilan menggunakan DFFITS untuk

melihat nilai besar pengaruh data ke-  $i$  terhadap model regresinya.

DFFITS merupakan suatu ukuran untuk mengukur pengaruh pengamatan pertama terhadap estimasi variabel dependen ( $y$ ). Pencilan dideteksi dengan melihat nilai pengaruh ( $h_{ii}$ ) dan studentized deleted residual ( $t_i$ ) yang didefinisikan oleh (Kutner, 2004) sebagai

$$DFFITS_i = t_i \left( \frac{h_{ii}}{1-h_{ii}} \right)^{1/2} \quad (5)$$

Dengan:

$$h_{ii} = x_i(x'x)^{-1}x_i' \quad (6)$$

$$t_i = \hat{e}_i \sqrt{\frac{n-p-1}{SSE(1-h_{ii})-\hat{e}_i^2}} \quad (7)$$

Keterangan:

jika  $h_{ii} > \frac{2p}{n}$  maka pengamatan ke- $i$  adalah pencilan  
jika  $t_i \geq t_{(1-\frac{\alpha}{2n}, n-p-1)}$  maka pengamatan ke- $i$  adalah pencilan.

jika  $DFFITS_i > 2\sqrt{\frac{p}{n}}$  maka pengamatan ke- $i$  adalah pencilan.

DFFITS menggunakan hipotesis sebagai berikut

$H_0$  : Pengamatan ke- $i$  bukan pencilan

$H_1$  : Pengamatan ke- $i$  adalah pencilan

Data yang telah dideteksi dengan DFFITS akan mengestimasi parameternya kembali dengan regresi *robust*.

Regresi robust adalah suatu metode yang digunakan untuk mengestimasi parameter dalam model regresi ketika terdapat pencilan dalam data. Tujuan dari Regresi robust adalah untuk mengurangi pengaruh dari observasi yang mengandung pencilan sehingga model yang dihasilkan resisten terhadap pencilan. Model yang dimaksud resisten adalah model yang relatif tidak terpengaruh oleh perubahan yang signifikan pada sebagian kecil data.

(Chen, 2002) menyatakan terdapat beberapa metode estimasi dalam regresi robust diantaranya:

1. Estimasi M (Maximum likelihood type) adalah metode sederhana baik dalam perhitungan maupun secara teoritis, diperkenalkan oleh Huber (1973). Estimasi M menganalisis data dengan asumsi bahwa sebagian besar pencilan terjadi pada variabel dependen.
2. Estimasi LTS (Least Trimmed Squares) adalah metode dengan tingkat breakdown point yang tinggi, diperkenalkan oleh Rousseeuw (1984). Breakdown point adalah proporsi minimum dari jumlah data yang terpengaruh oleh pencilan dibandingkan dengan jumlah total pengamatan.
3. Estimasi MM (Method of Moment) adalah kombinasi dari tingkat breakdown point yang tinggi dengan estimasi M, yang diperkenalkan oleh Yohai (1987). Estimasi ini memiliki efisiensi

yang lebih tinggi dibandingkan dengan estimasi-S.

4. Estimasi-S (Scale) adalah metode dengan high breakdown point yang diperkenalkan oleh Rousseeuw and Yohai (1984). Dengan nilai breakdown point yang sama, estimasi-S memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan estimasi LTS.

5. Estimasi LMS (Least Median of Squares) adalah metode lain yang memiliki breakdown point yang tinggi, diperkenalkan oleh Rousseeuw (1984). Metode ini bertujuan meminimumkan median kuadrat galat dari pengamatan ke- $i$ .

Namun pada penelitian ini hanya difokuskan pada estimasi-S.

Estimasi-S diperkenalkan pertama kali oleh Rousseeuw & Yohai (1984) dijelaskan oleh (Kafadar et al., 1989), hasil dari estimasi-S didapat dengan meminimumkan jumlah kuadrat error pada suatu persamaan. Pada beberapa penelitian estimasi-S banyak digunakan karena memiliki nilai breakdown point yang paling tinggi sekitar 50% yang artinya mampu memberikan hasil yang lebih akurat dan stabil pada data yang tidak normal. Dalam estimasi-S terdapat beberapa pembobot di antaranya Tukey Bisquare yang akan memberikan bobot 0 untuk pengamatan yang sangat jauh dari mean dan pengamatan yang tidak terlalu jauh akan diberi nilai positif namun lebih kecil dari 1 dan Welsch yang juga memberikan bobot yang kurang sensitif terhadap pengamatan yang jauh namun tidak mencapai nol, dan rumus dari estimasi-S adalah sebagai berikut:

$$\hat{\beta} = \min_{\beta} \hat{\sigma}_s(\hat{e}_1, \hat{e}_2, \dots, \hat{e}_n) \quad (8)$$

Ada beberapa prosedur estimasi dengan menggunakan estimasi-S, adalah:

1. Mengestimasi koefisien regresi dengan MKT

2. Menghitung nilai residual  $\hat{e}_i = y_i - \hat{y}_i$

3. Menghitung nilai estimasi-Skala *robust*  $\hat{\sigma}_s$ ,

$$\hat{\sigma}_s = \left\{ \frac{\text{median}-|e_i-\text{median}(e_i)|}{0,6745}, \text{iterasi} = 1 \sqrt{\frac{1}{0,199n} \sum_{i=1}^n w_i e_i^2}, \text{iterasi} > 1 \right\} \quad (9)$$

4. Menghitung nilai  $u_i = \frac{e_i}{\hat{\sigma}_s}$

5. Menghitung nilai fungsi pembobot, yaitu Tukey Bisquare dan Welsch.

Berikut adalah fungsi dari pembobot Tukey Bisquare dan Welsch.

Tukey Bisquare :

$$w(u_i) = \begin{cases} \left[ 1 - \left( \frac{u_i}{c} \right)^2 \right]^2 & |u_i| \leq c \\ 0, & |u_i| > c \end{cases} \quad (10)$$

Dengan nilai  $c = 4,685$

Welsch :

$$W = w(u_i) = \frac{\Psi(u_i)}{u_i} = \exp\left(-\left(\frac{u_i}{c}\right)^2\right) \quad (11)$$

Dengan nilai  $c = 2,9846$

Kemudian model yang dihasilkan dari kedua pembobot akan dilakukan uji signifikansi menggunakan uji simultan (uji-F) dan uji parsial (uji-t) (Yuniarto, 2016).

a. Uji-F

Uji simultan digunakan untuk mengetahui apakah variabel independen secara keseluruhan mempengaruhi variabel dependen, uji ini juga dikenal dengan uji model. Berikut adalah rumus yang dapat digunakan untuk melakukan uji simultan:

$$F = \frac{R^2 / k}{(1-R^2) / (n-k-1)} \quad (12)$$

Uji-F menggunakan hipotesis sebagai berikut:

$H_0$  : Tidak ada pengaruh keseluruhan variabel independen secara signifikan dalam pada model

$H_1$  : Terdapat pengaruh keseluruhan variabel independen secara signifikan dalam pada model.

b. Uji-t

Uji parsial digunakan untuk mengetahui pengaruh yang signifikan antara variabel independen secara individu terhadap variabel dependen. Berikut adalah rumus yang dapat digunakan untuk melakukan uji parsial:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_p}{se(\hat{\beta}_p)} \quad (13)$$

Uji-t menggunakan hipotesis sebagai berikut:

$H_0$  : Tidak ada pengaruh yang signifikan dari parameter tertentu pada variabel dependen

$H_1$  : Terdapat pengaruh yang signifikan dari parameter tertentu pada variabel dependen

Setelah melakukan uji signifikansi terhadap model yang dihasilkan maka akan dilakukan pengujian terhadap adjusted  $R^2$  dan MSE untuk memilih model yang paling akurat dari kedua model yang dihasilkan dari kedua pembobot tersebut (Kutner, 2004).

a. Adj  $R^2$

Adjusted  $R^2$  adalah ukuran statistik yang digunakan dalam analisis regresi untuk mengevaluasi seberapa baik model regresi menjelaskan variasi dalam data. Adjusted  $R^2$  juga mempertimbangkan jumlah variabel independen dalam model. Nilai Adjusted  $R^2$  selalu berada dalam rentang 0 hingga 1, di mana semakin mendekati 1, semakin baik modelnya dalam menjelaskan data.

Berikut rumus yang dapat digunakan untuk menghitung nilai Adjusted  $R^2$

$$R_a^2 = 1 - \frac{\frac{SSE}{n-p-1}}{\frac{SSTO}{n-1}} = 1 - \frac{\frac{\sum (y-\hat{y})^2}{n-p-1}}{\frac{\sum (y-\bar{y})^2}{n-1}} \quad (14)$$

b. MSE

Mean Squared Error (MSE) adalah metrik statistik yang digunakan untuk mengukur seberapa akurat model regresi dalam memprediksi nilai terikat. MSE adalah rata-rata dari kuadrat dari selisih antara nilai prediksi dan nilai observasi sebenarnya. Oleh karena itu, semakin rendah nilai MSE, semakin baik modelnya dalam memprediksi data karena artinya kesalahan prediksi rata-rata lebih kecil

$$MSE = \frac{SSE}{n-p-1} \quad (15)$$

Kemudian akan memilih model terbaik tentunya dengan memiliki tingkat keakurasian yang tinggi. Kriteria yang digunakan untuk menentukan model terbaik adalah dengan melihat nilai adjusted  $R^2$  dan MSE (Kutner, 2004). Apabila model suatu pembobot menghasilkan MSE lebih kecil dan adjusted  $R^2$  lebih besar, maka model tersebut merupakan model yang lebih baik digunakan untuk kasus penelitian ini.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi dalam penelitian ini adalah Tingkat Pengangguran berdasarkan provinsi di Indonesia pada tahun 2017-2021, data tersebut merupakan data sekunder, sampel yang digunakan adalah data tingkat pengangguran terbuka ( $y$ ), kemudian indeks pembangunan manusia ( $x_1$ ), kesediaan lapangan kerja informal non pertanian ( $x_2$ ), dan indeks kedalaman kemiskinan pada setiap provinsi ( $x_3$ ). MKT merupakan langkah awal untuk mendapatkan estimasi parameter terhadap model regresi sederhana maupun berganda (Douglas & Vining, 2012). Jadi MKT dapat digunakan untuk mengetahui variabel mana saja yang mempengaruhi jumlah pengangguran. Model yang dihasilkan menggunakan MKT adalah sebagai berikut:

$$\hat{y} = 7.20344 + 0.11323x_1 - 0.09580x_2 + 0.03989x_3 \quad (16)$$

Dalam model tersebut hanya satu variabel yang signifikan, artinya p-valuenya lebih kecil dari 0.05 estimasi parameter dengan MKT ini perlu diuji kelayakannya dengan melakukan pengujian asumsi klasik, yang mana akan melakukan beberapa pengujian diantaranya:

1. Uji Normalitas, menggunakan pengujian Kolmogorov-smirnov. Sesuai dengan syarat uji normalitas jika nilai  $D < D$ -tabel atau  $p$ -value  $> \alpha$  dengan  $\alpha = 0.05$  maka asumsi kenormalan terpenuhi.

- $D = 0.37814$  dan  $p\text{-value} = 7.057e-05$  karena tidak memenuhi syarat asumsi kenormalan maka dinyatakan bahwa data tidak berdistribusi normal.
- Uji Multikolinearitas, menggunakan VIF. Jika  $VIF \geq 10$ , artinya terdapat multikolinearitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa  $x_1 = 2.046863$   $x_2 = 1.129901$   $x_3 = 1.872385$   
Nilai VIF untuk semua variabel independen berada di bawah 10, ini menunjukkan bahwa tidak ada masalah multikolinearitas pada model regresi.
  - Uji Heteroskedastisitas, menggunakan Breush Pagan. Jika nilai  $p\text{-value} > 0.05$  dan  $BP <$  nilai kritis, maka tidak terdapat masalah heteroskedastisitas. Hasil penelitian menunjukkan nilai  $BP = 1.8309$  dan  $p\text{-value} = 0.6082$ . Dari tabel chi-square didapat nilai kritisnya sebesar 7.8147 artinya tidak terdapat masalah heteroskedastisitas.
  - Uji Autokorelasi, menggunakan Durbin Watson. Syarat yang menyatakan data tidak ada masalah autokorelasi positif maupun negatif yaitu  $d_L \leq d \leq (4 - d_L)$ . Hasil penelitian menunjukkan bahwa  $d = 2.2411$  dan  $p\text{-value} = 0.711$ . Dari tabel Durbin Watson menetapkan bahwa  $d_L = 1.2707$  artinya model tersebut memenuhi syarat non-autokorelasi.

Pengujian asumsi klasik tidak terpenuhi yaitu uji normalitas, artinya dalam data terdapat pencilan.

**Tabel 2.** Hasil pendeteksian pencilan menggunakan DFFITS

$i$	$h_{ii}$	$DFFITS_i$	$t_i$
3			2.23944031 98193
6	0.375821789052808		
12	0.203617071494549		
16	0.179711143633629		
17	0.27746124688397		
21	0.272223427758261		
23	0.77553320689318	- 1.003458025 84561	
24	0.58731788886241	0.696765610 182148	
26	0.185836868668058		
34	0.537161421508967	- 1.592293710 69256	

Pada **Tabel 2** terdapat beberapa data yang diduga menjadi pencilan diantaranya data ke-3, 6, 12, 16, 17, 21, 23, 24, 26, 34. Namun data tersebut harus dipastikan dengan kriteria  $h_{ii}$ ,  $DFFITS_i$  dan  $t_i$  yang terdapat dalam tabel, dengan  $h_{ii} > 0.11764705882$ ,  $DFFITS_i > 0.48507125007$  dan  $t_i \geq 0.99921875$ . Walaupun  $h_{ii}$  adalah leverage tapi setelah dipastikan dengan kriteria  $h_{ii}$  dan keseluruhan data pada  $h_{ii} > 0.11764705882$  maka  $H_1$  diterima artinya data tersebut merupakan pencilan. Pada  $DFFITS_i$  terdapat dua data yang tidak termasuk pencilan, dalam kasus ini kedua

data tersebut termasuk leverage artinya data yang menyimpang namun tidak terlalu mempengaruhi (Kutner, 2004). Dan pada  $t_i$  hasil pada data ke-3 memiliki nilai yang lebih besar dibanding batas  $t_i$  yang artinya data tersebut merupakan pencilan.

Proses memperoleh model yang akurat dengan estimasi-S melalui iterasi. Model untuk pembobot Tukey Bisquare didapat pada iterasi ke-5. Sementara pembobot Welsch pada iterasi ke-44.

**Tabel 3.** Model dari pembobot Tukey Bisquare dan Welsch

Model dari pembobot Tukey Bisquare: $\hat{y} = -17.259 + 0.1698x_1 - 0.0716x_2 - 0.0735x_3$
Model dari pembobot Welsch: $\hat{y} = -64.777 + 0.2742x_1 - 0.0421x_2 - 0.2367x_3$

Model yang dihasilkan pembobot Tukey Bisquare dan Welsch adalah model yang sudah *robust* terhadap pencilan namun tetap diperlukan uji signifikansi untuk uji model secara simultan maupun parsial.

a. Uji F

**Tabel 4.** Hasil uji F

Model	$F_{hitung}$	$p\text{-value}$
Tukey Bisquare	-0.909	1
Welsch	-0.909	1

Pada uji F hasil yang seharusnya adalah  $p\text{-value} < 0.05$  namun pada hasil pengujian dengan kedua pembobot  $p\text{-value} > 0.05$ , maka  $H_0$  diterima. Di mana  $H_0$  menyatakan tidak ada pengaruh yang signifikan dari variabel independen secara keseluruhan. Oleh karena itu, tidak ada pengaruh yang signifikan dari variabel independen secara keseluruhan. Hal ini bisa saja disebabkan karena adanya variabel yang tidak memberikan pengaruh sama sekali, bisa juga dikarenakan pembobot yang tidak mampu mengatasi pencilan pada data pengangguran. Karena pada kasus yang sama mengenai pengangguran seperti penelitian (Azizah & Wachidah, 2022) mendapatkan hasil uji F signifikan dengan pembobot Tukey Bisquare dan Huber.

b. Uji t

**Tabel 5.** Hasil Uji t

Variabel	$t_{hitung}$	$p\text{ value}$	(a)	keterangan
Tukey Bisquare				
$x_1$	2.674 5542	0.01216 676	$p\text{-value} < 0.05$	$H_0$ ditolak
$x_2$	- 2.591 5212	0.01480 658	$p\text{-value} < 0.05$	$H_0$ ditolak
$x_3$	0.284 4976	0.77805 074	$p\text{-value} > 0.05$	$H_0$ diterima
Welsch				

$x_1$	5.925 1952	0.00000 123	p-value < 0.05	$H_0$ ditolak
$x_2$	- 3.776 8957	0.00073 06	p-value < 0.05	$H_0$ ditolak
$x_3$	0.798 0635	0.43132 07	p-value > 0.05	$H_0$ diterima

Pada uji t dengan ketiga variabel dependen, dengan p-value > 0.05, maka  $H_0$  diterima. Di mana  $H_0$  menyatakan tidak ada pengaruh yang signifikan dari parameter tertentu pada variabel dependen dan sebaliknya jika p-value > 0.05, maka  $H_1$  diterima yang menyatakan terdapat pengaruh yang signifikan dari parameter tertentu pada variabel dependen. Dari hasil pengujian yang dilakukan dengan Rstudio, dapat dilihat bahwa pada Tukey Bisquare dan Welsch terdapat pengaruh yang signifikan pada  $x_1$  dan  $x_2$ , sementara itu tidak ada pengaruh yang signifikan pada  $x_3$ . Hal ini bisa saja menyebabkan uji F tidak signifikan karena memiliki nilai t-hitung dan p-value yang lebih besar.

Setelah mengetahui variabel apa saja yang mempengaruhi variabel lainnya secara signifikan, kemudian akan mencari nilai adjusted  $R^2$  dan MSE namun sebelumnya untuk mendapatkan nilai adjusted  $R^2$  akan dicari terlebih dahulu nilai R dan  $R^2$  untuk melihat hubungan dua variabel dan melihat sebesar apa variabel independen dalam model regresi mampu menjelaskan variasi dari variabel dependen. Lalu akan menghitung adjusted  $R^2$  dan MSE untuk melihat keakurasian model dan nantinya dapat digunakan sebagai model yang lebih tepat (Kutner, 2004).

**Tabel 6.** Nilai hitung R dan  $R^2$

	$\beta_0; x_1$	$\beta_0; x_2$	$\beta_0; x_3$
R	0.365980	-0.455438	-0.203278
$R^2$	0.133942	0.207424	0.041322

Dari hasil  $R^2$  pada tabel diatas menunjukkan bahwa variabel  $x_2$  mampu menjelaskan sekitar 20,74% dari variasi dalam variabel y. Hubungan ini relatif lebih kuat dibandingkan dengan yang lain, selanjutnya  $x_1$  dan yang paling lemah adalah  $x_3$  karena hanya menjelaskan sekitar 4,13% dari variasi dalam variabel y. Dari hasil beberapa pengujian dimulai dari uji F, uji t hingga  $R^2$  dapat disimpulkan bahwa yang paling tidak berpengaruh dalam model adalah  $x_3$  oleh sebab itu model yang akan diuji menjadi sebagai berikut:

**Tabel 7.** Model baru dari pembobot Tukey Bisquare dan Welsch

Model dari pembobot Tukey Bisquare: $\hat{y} = -17.259 + 0.1698x_1 - 0.0716x_2$
Model dari pembobot Welsch: $\hat{y} = -64.777 + 0.2742x_1 - 0.0421x_2$

Untuk mendapatkan model terbaik diperlukan nilai MSE yang lebih kecil dan adjusted  $R^2$  yang lebih besar atau mendekati 1, dan dari hasil pengujian yang dilakukan, maka didapatkan hasilnya pada tabel berikut:

**Tabel 6.** Nilai Adj  $R^2$  dan MSE

Fungsi Pembobot	Adjusted $R^2$	MSE
Tukey Bisquare	26.14%	0.674
Welsch	25.88%	2.643

Dari **Tabel 6** dapat disimpulkan bahwa model terbaik adalah model dengan pembobot Tukey Bisquare. Ini dilihat dari nilai MSE yang lebih kecil dan nilai adjusted R-Squared yang lebih besar dibandingkan dengan model Welsch. MSE Tukey Bisquare lebih kecil daripada Welsch, dan nilai adjusted  $R^2$  Tukey Bisquare juga lebih tinggi daripada Welsch. Oleh karena itu, pembobot Tukey Bisquare menghasilkan model yang lebih tepat. MSE adalah metrik yang mengukur sejauh mana model cocok dengan data aktual kata lainnya akurat. Semakin rendah nilai MSE, semakin akurat model tersebut Jadi, jika nilai MSE pembobot Welsch jauh lebih besar dibandingkan dengan pembobot Tukey, ini menunjukkan bahwa metode Welsch memberikan hasil yang kurang akurat dibanding dengan Tukey, mungkin saja pembobot Welsch kurang tepat untuk menangani kasus pengangguran.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini ialah:

1. Tukey Bisquare mampu menghasilkan model yang lebih baik dalam kasus ini daripada pembobot Welsch, sebagai berikut:

$$\hat{y} = -17.259 + 0.1698x_1 - 0.0716x_2$$

2. Dengan mengaplikasikan metode *Robust* estimasi-S dengan pembobot Tukey Bisquare dan Welsch untuk studi kasus Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia, pembobot yang mampu menghasilkan model paling tepat adalah pembobot Tukey Bisquare dengan MSE lebih kecil dibanding pembobot Welsch yaitu 0.674 dan adjusted R-Squared yang lebih besar yaitu 26.14%.

3. Variabel yang mempengaruhi jumlah tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia, yaitu: ( $x_1$  dan  $x_2$ ) Indeks Pembangunan Manusia dan Ketersediaan Lapangan Kerja namun karena penelitian ini ingin mendapatkan variabel yang paling mempengaruhi kasus pengangguran terbuka di Indonesia maka dilihat dari nilai koefisien determinasinya. Dari kedua variabel antara  $x_1$  dan  $x_2$  yang paling mempengaruhi Tingkat Pengangguran Terbuka adalah Ketersediaan Lapangan Kerja informal non pertanian  $x_2$  karena mampu mengindikasikan variasi dalam variabel y

sebesar 20,74%. Hubungan ini juga menunjukkan bahwa ada hubungan negatif yang cukup kuat antara variabel  $x_2$  dan  $y$ , yang berarti ketika nilai  $x_2$  naik, nilai  $y$  cenderung turun.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, R. J., & Wachidah, L. (2022). Regresi Robust Estimasi-M dengan Pembobot Huber dan Tukey Bisquare pada Data Tingkat Pengangguran di Indonesia Menurut Provinsi Tahun 2020. *Bandung Conference Series: Statistics*, 2(2), 18–26. <https://doi.org/10.29313/bcss.v2i2.2648>
- BPS. (2021). Keadaan Ketenagakerjaan Indonesia Agustus 2022. *Badan Pusat Statistik*, 11(84), 1–28.
- Chen, C. (2002). Robust Regression and Outlier Detection with the ROBUSTREG Procedure. *Statistic*.
- Douglas, C. Montgomery., E. A. P., & Vining, G. G., (2012): Introduction to Linear Regression Analysis, 5, Wiley.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *The McGraw-Hill Series Economics*.
- Jhingan, M. . (2012). The Economics Of Development and Planning. In *Nucl. Phys.* (40th Editi, Vol. 13, Issue 1). Vrinda Publications (P) LTD.
- Kafadar, K., Rousseeuw, P. J., & Leroy, A. M. (1989). Robust Regression and Outlier Detection. In *Journal of the American Statistical Association* (Vol. 84, Issue 406). <https://doi.org/10.2307/2289958>
- Kutner, M. H. (2004). *Applied Linear Regression Models 4th ed.* McGraw-HILL Irwin.
- Martin, R. Douglas., Y. V. S. B., & Matias (2019): Robust Statistics Theory and Methods (with R), Second Edition, Wiley Telecom
- Oktaviani, A., & Martha, S. (2022). Estimasi-M Irls Menggunakan Fungsi Pembobot Huber Dan Bisquare Tukey Pada Data Kemiskinan Di Indonesia. *Bimaster: Buletin Ilmiah Matematika, Statistika ...*, 11(4), 571–576. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jbmstr/article/view/57008%0Ahttps://jurnal.untan.ac.id/index.php/jbmstr/article/download/57008/75676594117>
- Olive, D. J. (2008). *Applied Robust Statistics*.
- Palindangan, J., & Bakar, A. (2021). Analisis Pengaruh Tingkat Pertumbuhan Ekonomi Dan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Terhadap Tingkat Pengangguran Di Kabupaten Mimika. *JURNAL KRITIS (Kebijakan, Riset, Dan Inovasi)*, 5(1), 65–80.
- Pratiwi, H., Susanti, Y., & Handajani, S. S. (2018). *A Robust Regression by Using Huber Estimator and Tukey Bisquare Estimator for Predicting Availability of Corn in Karanganyar Regency , Indonesia. I(1)*, 37–44.
- Rinta Kartika, I. M. (2021). Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pengangguran di Indonesia. 64–66.
- Ross, S. M. (2009). Introduction To Probability and Statistics For Engineers and Scientists. In *Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists* (4 Ed). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-370483-2.00011-4>
- Utami, farathika putri. (2020). Pengaruh Indeks Pembangunan Manusia (IPM), Kemiskinan dan Pengangguran Terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Provinsi Aceh. *Jurnal Samudra Ekonomika*, 4(2), 101–113. <https://ejournalunsam.id/index.php/jse/article/view/2303>
- Yuniarto, R. K. & B. (2016). *Analisis Regresi Dasar dan Penerapannya dengan R* (Edisi Pert). PT.Kharisma Putra Utama.