



Universitas Negeri Medan
Jurusan Matematika



2024

PROSIDING SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA

Transformasi, Rekonstruksi, dan integrasi keilmuan dalam pembelajaran matematika menuju era inovasi dan kolaborasi



Prof. Dr. Syawal Gultom, M.Pd
Narasumber 1



Prof. Dr. Ferra Yanuar, M.Sc
Narasumber 2



Dr. Ani Sutiani, M.Si
Opening Speech



20
NOVEMBER

AT 9 AM

Vol 3 (2024)



Visit our website
semnasmatematika.com

TRANSFORMASI, REKONSTRUKSI, DAN INTEGRASI KEILMUAN DALAM PEMBELAJARAN
MATEMATIKA MENUJU ERA INOVASI DAN KOLABORASI

2024

CV. KES

2024

PROSIDING SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA

**TRANSFORMASI, REKONSTRUKSI, DAN INTEGRASI
KEILMUAN DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA MENUJU
ERA INOVASI DAN KOLABORASI**

Penulis

Peserta Prosiding Seminar Nasional
Matematika 2024



Penerbit
CV. Kencana Emas Sejahtera
Medan
2025

2024

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

MATEMATIKA

**TRANSFORMASI, REKONSTRUKSI, DAN INTEGRASI
KEILMUAN DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA MENUJU
ERA INOVASI DAN KOLABORASI**

©Penerbit CV. Kencana Emas Sejahtera

All right reserved

Anggota IKAPI

No.030/SUT/2019

Hak cipta dilindungi oleh Undang-undang
Dilarang mengutip atau memperbanyak
sebagian atau seluruh isi buku tanpa
izin tertulis dari Penerbit

Penulis

**Peserta Prosiding Seminar Nasional
Matematika 2024**

TIM EDITOR

Diterbitkan pertama kali oleh
Penerbit CV. Kencana Emas Sejahtera
Jl.Pimpinan Gg. Agama No.17 Medan
Email finamardiana3@gmail.com
HP 082182572299 / 08973796444

Cetakan pertama, Juli 2025
xii + 882 hlm; 21 cm x 29,7 cm
ISBN:978-634-7059-33-8

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karuniaNya, sehingga Buku Abstrak Prosiding Seminar Nasional Matematika yang diselenggarakan Jurusan Matematika, FMIPA Universitas Negeri Medan. Kegiatan ini mengusung tema Transformasi, Rekonstruksi, dan integrasi keilmuan dalam pembelajaran matematika menuju era inovasi dan kolaborasi dengan keynote speaker Prof. Dr. Syawal Gultom, M.Pd. dan Prof. Dr. Ferra Yanuar, M.Sc. serta Dr. Ani Sutiani, M.Si. sebagai *Opening Speech*. Tujuan kegiatan ini selain menciptakan lingkungan akademik di lingkungan jurusan matematika FMIPA Universitas Negeri Medan, juga menjadi wadah untuk menyebarkan pengembangan ilmu pada bidang matematika dan rumpun ilmu yang berkaitan. Kegiatan yang dilaksanakan pada tanggal 20 November ini diikuti oleh 228 peserta seminar dan 131 pemakalah (*presenter*) yang berasal dari beberapa institusi di tingkat Nasional. Artikel yang diterima terdiri dari dikelompokkan pada 4 bidang; (1) ilmu Komputer; (2) Pendidikan matematika; (3) statistik; dan (4) Matematika. Dari 131 Full Paper yang masuk, selain diterbitkan dalam bentuk prosiding, juga akan diterbitkan pada mitra publikasi jurnal kami; (1) Jurnal Fibonacci: Jurnal Pendidikan Matematika; (2) Journal of Mathematics, Computations, and Statistics; (3) jurnal Zero: Jurnal Sains, Matematika dan Terapan dan (4) Journal of Didactic Mathematics

Kelancaran kegiatan persiapan kegiatan seminar ini telah didukung oleh jajaran pimpinan Universitas Medan, oleh karena itu Kami mengucapkan terima kasih kepada (1) Ketua Senat Universitas Negeri Medan; (2) Rektor Universitas Negeri Medan; (3) Dekan FMIPA Universitas; dan (4) ketua Jurusan Pendidikan. Kami juga mengucapkan seluruh pihak-pihak terkait yang tidak dapat kami sebutkan satu terutama Panitia Pelaksana dan partisipan dalam pelaksanaan seminar Nasional ini. Semoga prosiding Seminar Nasional Matematika ini, dapat memberikan wawasan dan melengkapi kemajuan teknologi pada bidang yang berkaitan dengan Matematika.

Medan, 7 Februari 2025
a.n Panitia Pelaksana

Dr. Yulita Molliq Rangkuti, S.Si, M.Sc



Thanks To INVITED SPEAKER

Terima kasih kami ucapkan kepada Invite Speaker



Yulita M. Ranguti, S.Si., M.Sc., Ph.D



Dr. Izwita Dewi, M.Pd



Dra. Nurliani Manurung, M.Pd.



Dra. Katrina Samosir, M.Pd



Kairuddin, S.Si., M.Pd.



Dr. Faiz Ahyaningsih, S.Si., M.Si.

EDITORIAL TEAM

Pengarah	Dr. Ani Sutiani, M.Si.
Penanggung jawab	Yulita Molliq Rangkuti, S.Si., M.Sc., Ph.D.
Editor	Suwanto, M.Pd.
Section Editor	Dinda Kartika, S.Pd., M.Si. Fevi Rahmawati Suwanto, S.Pd., M.Pd. Suci Frisnoiry, S.Pd., M.Pd. Sisti Nadia Amalia, S.Pd., M.Stat. Nurul Maulida Surbakti, M.Si. Glory Indira Diana Purba, S.Si., M.Pd.
Reviewer	Nurhasanah Siregar, S.Pd., M.Pd. Dr. Izwita Dewi, M.Pd. Mangaratua M. Simanjorang, M.Pd., Ph.D. Dr. KMS. Amin Fauzi, M.Pd. Dr. Mulyono, M.Si. Dr. Hamidah Nasution, S.Si., M.Si. Didi Febrian, S.Si., M.Sc. Dian Septiana, S.Pd., M.Sc. Dr. Faiz Ahyaningsih, M.Si. Said Iskandar Al Idrus, S.Si., M.Si. Dr. Arnita Sudianto Manullang, S.Si., M.Si. Susiana, S.Si., M.Si.

Pengarah

Dr. Ani Sutiani, M.Si.

Penanggung Jawab

Dr. Jamalum, M.Si.

Dr. Dewi Wulandari, S.Si., M.Si.

Dr. Rahmatsyah, M.Si.

Wakil Penanggung Jawab

Dr. Pardomuan Sitompul, M.Si.

Dr. Lasker P Sinaga, S.Si., M.Si.

Nurhasanah Siregar, S.Pd., M.Pd.

Dr. Hamidah Nasution, S.Si., M.Si.

Said Iskandar Al Idrus, S.Si., M.Si.

Sudianto Manullang, S.Si., M.Si.

Didi Febrian, S.Si., M.Sc.

Ketua

Yulita Molliq Rangkuti, S.Si., M.Sc., Ph.D.

Sekretaris

Elfitra, S.Pd., M.Si.

Bendahara

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

Kesekretariatan

Nadrah Afiati Nasution, M.Pd.

Nurul Ain Farhana, M.Si.

Imelda Wardani Rambe, M.Pd.

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

Publikasi dan Registrasi

Sri Dewi, M.Kom.

Fanny Ramadhani, S.Kom., M.Kom.

Promosi dan Humas

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

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

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

Logistik

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

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

Philips Pasca G. Siagian, S.Pd., M.Pd.

Seksi Acara

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

Dra. Nurliani Manurung, M.Pd.

Dra. Katrina Samosir, M.Pd.

Kairuddin, S.Si., M.Pd.

Ichwanul Muslim Karo Karo, M.Kom.

Konsumsi

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

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

Erlinawaty Simanjuntak, S.Pd., M.Si.

Dokumentasi

Rizki Habibi, S.Pd., M.Si.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	i
Invite Speaker	ii
Editorial Team.....	iii
Daftar Isi	v

Daftar Artikel

Pembangunan Script Python untuk Menunjukkan Solusi dari Persamaan Diferensial Menggunakan Metode Extended Runge-Kutta Khan A. J. M, Rangkuti Y. M., Nianda N., Hidayanti R.....	1
Pengembangan LKPD Berbasis PBL Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa SMP Saragih, B. M., & Fuazi, M. A	12
Pengambilan Keputusan Pemberian Kredit Menggunakan Metode Fuzzy Weighted Product Pada KSP3 Nias Cabang Gunungsitoli Hutapea, T.A., & Lase, K.N.....	22
Peramalan Tingkat Inflasi Indonesia Menggunakan Machine Learning Dengan Metode Backpropagation Neural Network Situngkir, K. M.	31
Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis Video Menggunakan Aplikasi Canva Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Matematika Peserta Didik Siregar, A. V. & Sitompul, P.	41
Pengembangan Aplikasi Edutainment Berbasis Game Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Spasial Matematis Siswa SMA Syaputra, F., & Siregar, T. M.....	51
Pengaruh Pendekatan Matematika Realistik Berbantuan GeoGebra Terhadap Kemampuan Berpikir Komputasi Peserta Didik Kelas VIII Saragih, C. A.Z. & Simanjuntak, E	61
Respon Positif Model Pembelajaran PMRI Berbasis Batak Toba Untuk Meningkatkan Kemampuan HOTS Silaban, P. J., Sinaga, B., & Syahputra, E	70
Optimalisasi Pemahaman Konsep Matematis: Pengembangan Media E-Komik Digital Berbasis Pendekatan RME pada Siswa SMP PTPN IV Dolok Sinumbah Limbong, D. K., & Fauzi, M. A	80
Revolusi Pembelajaran Matematika: Pengembangan E-Modul Interaktif dengan Model SAVI untuk Siswa SMP Purba, I. N., & Hia, Y	89

Perancangan Pemrograman Analisis Dinamika Penyebaran DBD dengan Modifikasi Metode Runge-Kutta Kuntzmann Berbasis Rerata Pangkat $P=1/2$ Azzaki, F. A., Sinabariba, A. A., & Azzahra, D. P.	96
Deep Learning untuk Matematika: Pengenalan Rumus dengan Convolutional Neural Network Tampubolon, A. P. H. S. M	105
Pengaruh Model Pembelajaran PBL Berbantuan Canva terhadap Hasil Belajar HOTS Materi Menggunakan Data Kelas VII Anaiyah, N	115
Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe The Power of Two Terhadap Keahlian Komunikasi Matematis Siswa Siahaan, E. E., Manurung, N., & Siagian, P. P. G.	122
Optimasi Jumlah Produksi Toko Kuala Jaya Menggunakan Metode Branch and Bound (Studi Kasus: Toko Kuala Jaya, Pantai Labu) Pandiangan, W. P.	130
Pengelompokan Pasien dengan Faktor Penyakit Jantung Menggunakan Metode Principal Component Analysis dan K Nearest Neighbors Hutapea, B. A.	139
Perbandingan Proporsionalitas Metode Sainte-Laguë dan D'Hondt dalam Penentuan Alokasi Kursi Legislatif Menggunakan Indeks Least Squares Wulandari, G. A., & Sutanto	148
Penentuan Penerima Bantuan Langsung Tunai Dana Desa Menggunakan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (AHP) Lumbanraja, I. A., & Hutapea, T. A.	157
Maksimalisasi Keuntungan pada UMKM Batagor dan Tahu Walik Menggunakan Metode Simpleks dan POM-QM Maria, N. S., Marbun, M., Zendrato, M. A., Silalahi, N. D., Zandroto, N., Rizki, P., & Tarigan, P.	166
Optimalisasi Produksi Bakpao dengan Program Linier Menggunakan Metode Simpleks pada Usaha Bakpao Jumat Berkah Saragih, A. G., Wardana, A., Khumairah, A., Adhawina, R., Gisty, R. A., Angraini, S., & Simanjuntak, E.	174
Pengaruh Pendekatan Matematika Realistik Berbantuan Macromedia Flash Terhadap Kemampuan Koneksi Matematis Siswa Kelas VIII SMP Negeri 1 Nibung Hangus) Wahyuni, S., & Nasution, H.	180
Maksimasi Keuntungan Dari Penjualan Freenchies Tahu.Go Outlet Tempuling Dengan Menggunakan Linear Programming Metode Simpleks dan Aplikasi Operational Research Tarigan, G. H., Putri, I., Simanungkalit, I., Sitepu, I. D. A., Khafifah, S., Tampubolon, S. T. V., & Simbolon, S. S. D.	189

Pengembangan Hypohtetical Learning Trajectory untuk Mendukung Pemahaman Konsep Luas Bangun Datar pada Siswa Kelas VII

Kasiani, P. & Nasution, A. A...... 197

Pembangunan Syntax Python berbasis Metode Runge Kutta Orde Kelima Tahap Keenam untuk Menyelesaikan Masalah Nilai Awal

Manurung, E. V., Rangkuti, Y. M., Faris, M., & Lestari, D...... 208

Pembangunan Python Script berdasarkan Metode Runge-Kutta Orde Lima berbasis pada Rata-rata Heronian untuk Menyelesaikan Model Lengan Robot yang diperkecil

Gultom, J. M., Permadi, W. W., Pohan, N. R. K., & Rangkuti, Y. M...... 216

Pembangunan syntax Python berbasis Metode Modifikasi Runge-Kutta Verner untuk menunjukkan perilaku bullying

Ramadhan, R., Rangkuti, Y. M., Paul, I., & Calista, A...... 224

Pembangunan Algoritma Runge-Kutta Fehlberg dengan Python untuk menyelesaikan Sistem Osilasi Harmonik

Fahrezi, B. A., Istiara, S., M Siregar, M. R. D., & Rangkuti, Y. M...... 232

Klasifikasi Kerusakan pada Gigi Manusia dengan Menggunakan Metode Ekstraksi Fitur Hybrid dan Algoritma KNN

Pohan, N. R. K., Fadluna, E. P., Ananda, D., & Kiswanto, D...... 240

Analisis Dinamik Sistem Reaksi Difusi Model Fitzhugh–Nagumo

Manurung, D. R. M., & Sitompul, P...... 250

Estimator Modified Jackknife untuk Mengatasi Multikolinieritas pada Regresi Poisson (Studi Kasus: Angka Kematian Bayi di Provinsi Sumatera Utara)

Nadya, F., & Manulang, S...... 261

Peran Etnomatematika Budaya Melayu Terhadap Pembelajaran Matematika di Sekolah

Wahyuni, F...... 273

Filosofi Pembelajaran Berdifferensiasi Dalam Pembelajaran Matematika Ditinjau dari Kearifan Lokal Batak Toba

Simanjuntak, S. D. & Sitepu, I...... 283

Strategi Optimalisasi Keuntungan Usaha Jus Buah melalui Metode Simpleks

Siagian, J. A., Naibaho, J. S., Lestari, J. A., Lubis, S. I. A. R., Sidauruk, V. P., Saputra, Y. A., & Simanjuntak, E...... 290

Model Regresi Data Panel dalam Menentukan Faktor yang Berpengaruh Terhadap Tingkat Stunting di Provinsi Sumatera Utara

Dalimunthe, I. Z., & Simamora, E...... 296

Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Geometri Menggunakan Newman Error Analysis (NEA) pada Pendekatan Matematika Realistik Di SMP Negeri 43 Medan

Wibowo, M. R. & Fauzi, M. A...... 304

Implementasi Metode Shannon-Runge-Kutta-Gill dalam Model SIR untuk Prediksi Penyebaran COVID-19: Pendekatan Numerik dengan Python Hidayat, M. F., Rangkuti, Y. M., Nasution, S. A. B., & Ginting, J. A. P.	316
Pengembangan Video Pembelajaran Matematika Berbasis Model Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa SMP Kelas VIII Sinaga, E. P., & Sitompul. P.	326
Pengoptimalan Seleksi Tim PON Esports Mobile Legends Perwakilan Sumatera Utara Menggunakan Metode Algoritma Genetika dan Regresi Linear Berganda Silitonga, R. & Febrian, D.	335
Optimalisasi Pemilihan Pupuk Sawit Terbaik di PTPN IV Marihat dengan Metode WASPAS Parinduri, M.A. & Sinaga, L. P.	345
Pengembangan E-Modul Berbasis STEAM Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Di SMP Negeri 1 Patumbak Nasution, N. H., & Samosir, K.	351
Penggunaan Metode Simpleks dalam Mengoptimalisasi Keuntungan Penjualan Es Kul-Kul Waruwu, F., Andini, C. R., Simamora, D. K., Febrianti, D. A., Simamora, E. F., Tambunan, E. E., & Silaban, G. S.	360
Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning Berbantuan Geogebra terhadap Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Kelas VIII SMPN 35 Medan Bakara, N. E. E.	367
Pemodelan Waktu Keberangkatan Bus pada Angkutan antar Kota antar Provinsi Jalur Semarang- Surabaya Menggunakan Aljabar Max-Plus Muzammil, A., & Arifin, A. Z.	374
Pembangunan Python Berdasarkan Metode Runge-Kutta Order Keempat Berbasis Rataan Harmonik Untuk Menunjukkan Perilaku Chaotic Sistem Rossler Tambunan, L., Sidabutar, Y. S. M., Harahap, J. & Rangkuti, Y. M.	380
Implementasi Graf Dan Metode Webster Dalam Optimalisasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas (Studi Kasus: Simpang Pemda Flamboyan Raya) Manurung, Y. T. F., & Hutabarat, H. D. M.	389
Etnomatematika Alat Musik Simalungun Gondang Sipitupitu Situngkir, F. L., Gultom, S., & Simanjorang, M.	396
Pembangunan Algoritma Metode Runge-Kutta Orde Ketiga Rataan Aritmatika untuk melihat dinamika Penyebaran penyakit Demam Berdarah Manurung, G. K. D., Safitri, E., Sibarani, R. H. R., & Rangkuti, Y. M.	403
Upaya Meningkatkan Kemampuan Representasi Matematis Peserta Didik Kelas VII Menggunakan Model Pembelajaran Kontekstual Handari, I. S. & Sitompul, P.	413

Simulasi Monte Carlo dalam Memprediksi Distribusi Kursi DPR RI Jawa Tengah dengan Metode Sainte-Lague Iriantini, D. S. & Sutanto.	421
Penerapan Fuzzy Logic Tsukamoto dalam Memprediksi Jumlah Stok CPO Tahun 2024 di PTPN IV Unit Dolok Ilir Anggriani, D. & Hutapea, T. A.	431
Aplikasi Model ARIMA dan Modifikasinya dalam Peramalan Jumlah Penumpang di Pelabuhan Tanjung Perak Rizal, J., Lestari, S. P., & Tolok A. N.	439
Prediksi Harga Penutupan Saham BBKA dan BBNI dengan Algoritma K-Nearest Neighbor Saragih, E. N.	452
Perbedaan Kemampuan Komunikasi Matematis Peserta didik Menggunakan Model PBL dan Model DL Hutahaean, B. N., & Widyastuti, E.	461
Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbantuan Articulate Storyline Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah pada Peserta Didik Kelas XI SMA Debora, C. E., & Siagian, P.	465
Studi Literatur: Inovasi Pembelajaran Matematika pada Era Kolaboratif Tania, W. P.	471
Efektivitas LKPD Berbantuan Classpoint untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa Kelas VIII Cahyani, A. P. R., & Siregar, T. M.	479
Pengembangan Media Interaktif Berbasis Android Berbantuan Articulate Storyline Untuk Meningkatkan Kemampuan Penalaran Matematis Pane, A. W. S., & Purba, G. I. D.	486
Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Laptop Terbaik dengan Pendekatan Gabungan AHP dan TOPSIS (Studi Kasus: FMIPA UNIMED). Tampubolon, J.	494
Pembelajaran Aljabar di SMP Dengan Pendekatan Game melalui Metode Drill and Practice dalam Pengembangan Aplikasi Cymath Lubis, R. A., Irvan, & Azis, Z.	505
Analisis Kecanduan Game Online dengan Model SEIPTR Carli, S. G., & Sinaga, L. P.	515
Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Web dengan Pendekatan Problem Based Learning (PBL) pada Materi Scratch Kelas VII SMP Ahmad, F. L., Nugroho, A. L., Anjarsari, D. D., Rahmayanti, R., & Ningrum, G. D. K.	527

Upaya Meningkatkan Pemahaman Konsep Matematika pada Peserta Didik Autisme melalui Explicit Instruction dengan Media Permainan Edukatif Agustia, A.	536
Analisis Perbandingan Proporsionalitas Metode Andre Sainte-Lague dan Modifikasinya pada Alokasi Kursi Pemilu Legislatif DPR RI Jawa Tengah 2024 Fourindira, D. A. & Sutanto	545
Pengembangan Media Pembelajaran Web Interaktif Menggunakan Pendekatan Berdiferensiasi Pada Elemen Teknologi Informasi Dan Komunikasi Dengan Model Problem Based Learning Alfan, M., Faisal, R., & Aprilianto, P.	556
Penerapan Regresi Semiparametrik Spline Truncated dalam Memodelkan Angka Harapan Hidup di Sumatera Utara Wulan, C. W. & Mansyur, A.	567
Analisis Prediksi Saham Emas PT Aneka Tambang (Tbk) Menggunakan Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU) Luxfiati, N. A., & Bustamam, A.	578
Penerapan Algoritma Genetika Dalam Optimasi Komposisi Menu Makanan bagi Penderita Stroke Ritonga, Y. A. & Ahyaningsih, F.	584
Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Ekonomi di Sumatera Utara Menggunakan Regresi Data Panel Naibaho, H. M., & Khairani, N.	593
Peningkatan Kemampuan Komunikasi Matematis Peserta Didik Kelas X dengan Pembelajaran Berbasis Proyek Kolaboratif Berbantuan Media Canva Saragih, G. P.	601
Implementasi Pembelajaran Kooperatif Tipe TGT Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Siswa SMP Islam Al-Fadhli Cindey, T. A. M., & Hasratuddin	611
Pengembangan E-Modul Berbasis Smart Apps Creator 3 untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Peserta Didik Kelas VIII MTs Zain, D. & Kairuddin	621
Analisis Kesulitan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Program Linier Berbantuan Kalkulator Grafik di Kelas XI Elfina, H.	631
Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Berbasis Komik Digital Untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa Kelas VII SMP Negeri 17 Medan Banurea, L. K., & Siregar, T. M.	642

Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw Terhadap Kemampuan Koneksi Matematis Siswa SMP Negeri 15 Medan Hutagalung, A. F. S., & Siregar, N.	651
Pengaruh Kepercayaan Diri (Self Confidence) terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa Ginting, E. R., & Simanjorang, M. M.	662
Penerapan Pembelajaran Kontekstual Berbantuan Aplikasi Desmos untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa SMA Elfani, E.	669
Analisis Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Ditinjau dari Gaya Belajar yang Dibelajarkan dengan Model PBM Sinaga, A. P., & Simanullang, M. C.	679
Pemetaan Tenaga Kesehatan di Provinsi Sumatera Utara Menggunakan Metode Multidimensional Scaling Silaban, A. & Susiana	687
Pengembangan Video Pembelajaran Matematika Menggunakan Powtoon untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa di SMP Negeri 1 Kuala Fazriani, A., & Sagala, P. N.	697
Penerapan Metode Adams-Bashfort-Moulton pada Persamaan Logistik dalam Memprediksi Pertumbuhan Penduduk di Provinsi Sumatera Utara Hasibuan, Z. A. E., & Ritonga, A.	705
Efektivitas Model Pembelajaran Discovery Learning Terhadap Kemampuan Literasi Numerasi Siswa Kelas VII Di UPT SMP Negeri 37 Medan Talaumbanua, B. N.	715
Perbedaan Kemampuan Pemecahan Masalah Diajarkan dengan Model Pembelajaran Berbasis Masalah dan Pendidikan Matematika Realistik Indonesia Sipayung, E. N., & Napitupulu, E. E.	721
Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Etnomatematika Berbantuan Classpoint untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa Kelas VII Tobing, E. L., & Siregar, T. M.	729
Pengaruh Model Pembelajaran Numbered Head Together Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Yuwindi, F., & Napitupulu, E. E.	737
Peran Pendekatan Pembelajaran Matematika Realistik melalui Budaya Melayu pada Pembelajaran Matematika Nasution, H. H.	745
Meningkatkan Penalaran Matematis Siswa SMP melalui Video Animasi Berbasis Problem-Based Learning dengan Animaker Simbolon, P., & Manurung, N.	756

Pembangunan Algoritma Metode Modifikasi Runge-Kutta Menggunakan Kombinasi Deret
Lehmer dengan Python untuk Menyelesaikan Persamaan Diferensial

Ananda, D., Telaumbanua, L. Y., Nazla, K., & Rangkuti, Y. M. 763

Pembelajaran Matematika SD Dengan Model Kontekstual Berbasis Kearifan Lokal Gotong
Royong Pada Suku Batak Toba

Silalahi, T. M. 773

Analisis Regresi Weibull terhadap Determinan Laju Pemulihan Klinis Pasien Penderita
Stroke

Harahap, S., & Febrian, D. 785

Pengembangan Media Matematika Digital Berbasis Pendidikan Matematika Realistik
Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa SMP Negeri 16
Medan

Napitupulu, S. S., & Kairuddin. 795

The Effect of The Problem-Based Learning Model on Students' Mathematics Problem
Solving Abilities

Sitinjak, W. B. C., & Napitupulu, E. E. 805

Peran Media Komik Berbasis Budaya Lokal Tapanuli Selatan dalam Pembelajaran
Matematika SD

Siregar, Y. A. 813

Pengembangan LKPD untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada
Pembelajaran Kooperatif Tipe Snowball Throwing di Kelas VIII SMP

Zuhrah, S. A. 823

Pembangunan Script Python untuk menunjukkan perbandingan antara Metode RK6,
Metode RK4

Ulwan, M. A. N., Pratiwi, I. A., Suana, M. Z., & Rangkuti, Y. M. 831

Penerapan Metode Naive Bayes dalam Memprediksi Kepuasan Pasien Terhadap
Pelayanan Rumah Sakit (Studi Kasus: Rumah Sakit Umum Haji Medan)

Syadia, R. & Kartika D. 838

Penerapan Rantai Markov dalam Menganalisis Tingkat Persaingan Ojek Online

Saputri, A. N., & Ritonga, A. 844

Pembangunan Python untuk menunjukkan Keakuratan Metode Modifikasi RK4
dibandingkan dengan Metode RK Merson untuk MNA

Fadluna, E. P., Saragih, R. Z. F., Alamsyah, R., & Rangkuti, Y. M. 853

Penerapan Analytical Hierarchy Process dalam Menentukan Pemilihan Dompot Digital (E-
Wallet) yang Terpercaya Pada Sektor UMKM di Kecamatan Percut Sei Tuan

Hartati, S., & Ahyaningsih, F. 861

Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Think Talk Write Terhadap Kemampuan
Komunikasi Matematis Siswa SMA Negeri 1 Hamparan Perak

Nabila, F., Surya, E. 871

Perancangan Pemrograman Analisis Dinamika Penyebaran DBD dengan Modifikasi Metode Runge-Kutta Kuntzmann Berbasis Rerata Pangkat $P=1/2$

Fikri Abdi Azzaki^{1*}, Ade Andreas Sinabariba², & Dita Putri Azzahra³

^{1,2,3}Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Medan 20221, Sumatera Utara, Indonesia

*Corresponding Author: fikriabdi24@gmail.com

Abstrak, artikel ini mengeksplorasi pengembangan skrip Python untuk pemodelan penyebaran Demam Berdarah Dengue (DBD) menggunakan Modifikasi Metode Runge-Kutta Kuntzmann Berbasis Rata-Rata Pangkat $p=1/2$. Latar belakang penelitian ini adalah tingginya penyebaran penyakit Demam Berdarah Dengue di berbagai daerah, khususnya di daerah tropis yang membutuhkan pendekatan analisis prediktif guna membantu pengambilan keputusan kesehatan masyarakat secara tepat. Metode ini diterapkan pada model SIR (Susceptible-Infected-Recovered) untuk menggambarkan dinamika populasi rentan, terinfeksi, dan sembuh dalam simulasi 160 hari. Hasil simulasi menunjukkan penurunan populasi rentan dari 99% menjadi 0%, sementara populasi terinfeksi mencapai puncak 42,54% pada hari ke-40, menggambarkan penyebaran yang cepat dalam populasi. Penggunaan Python dalam metode ini menghasilkan solusi numerik yang akurat serta memudahkan visualisasi data, memperkuat peran Python sebagai alat komputasi yang andal dalam epidemiologi. Temuan penelitian ini memberikan dasar bagi strategi intervensi kesehatan yang lebih efektif, seperti vaksinasi massal dan penyuluhan kesehatan masyarakat, dalam rangka mengendalikan penyebaran DBD secara optimal dan berkelanjutan di masa mendatang. Penerapan model ini diharapkan dapat digunakan lebih luas dalam studi penyakit menular lainnya sebagai alat bantu dalam perencanaan kebijakan kesehatan yang berbasis data dan prediksi.

Kata kunci: Analisis Penyebaran, Demam Berdarah Dengue, Model SIR, Modifikasi Runge-Kutta, Python

Abstract, This paper explores the development of a Python script for modeling the spread of Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) using a Modified Runge-Kutta Kuntzmann Method Based on Mean Power $p=1/2$. The background of this research is the high incidence of DHF in various regions, particularly in tropical areas, which requires a predictive analytical approach to assist precise public health decision-making. This method is applied to the SIR model (Susceptible-Infected-Recovered) to illustrate the dynamics of the susceptible, infected, and recovered population over a 160-day simulation. The simulation results show a decrease in the susceptible population from 99% to 0%, while the infected population peaks at 42.54% on day 40, indicating rapid spread within the population. The use of Python in this method yields accurate numerical solutions and facilitates data visualization, reinforcing Python's role as a reliable computational tool in epidemiology. The findings of this study provide a foundation for more effective public health intervention strategies, such as mass vaccination and public health education, to control DHF spread optimally and sustainably. This model's application is expected to be more widely used in other infectious disease studies as a tool for data-driven health policy planning and prediction.

Keywords: Spread Analysis, Dengue Hemorrhagic Fever, SIR Model, Modified Runge-Kutta, Python

Citation : Azzaki, F. A., dkk.(2024). Perancangan Pemrograman Analisis Dinamika Penyebaran DBD dengan Modifikasi Metode Runge-Kutta Kuntzmann Berbasis Rerata Pangkat $P=1/2$. *Prodising Seminar Nasional Jurusan Matematika* 2024. 96 - 104

PENDAHULUAN

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit infeksi yang disebabkan oleh virus dengue dan ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* (Priesley et al., 2018). Penyakit ini memiliki gejala berupa demam tinggi, sakit kepala, nyeri otot, serta munculnya ruam, dan dalam kasus parah bisa menyebabkan kematian (Sitepu & Pusparini, 2022). Penyakit ini menjadi masalah kesehatan global yang serius, dengan peningkatan kasus dan wabah yang dilaporkan di berbagai negara tropis, termasuk Indonesia. Model epidemiologi yang umum digunakan untuk memprediksi penyebaran penyakit ini adalah model SIR (Susceptible-Infected-Recovered) yang dibentuk dengan sistem persamaan diferensial.

DBD menjadi tantangan besar bagi sistem kesehatan masyarakat di banyak negara, termasuk Indonesia, di mana wabahnya cenderung meningkat seiring dengan perubahan lingkungan, urbanisasi, dan iklim. Penyebaran DBD sangat cepat, dan pengendalian penyebarannya menjadi prioritas dalam bidang epidemiologi. Oleh karena itu, sangat penting untuk memodelkan dan memprediksi pola penyebaran penyakit ini guna membantu dalam pengambilan keputusan terkait pengendalian wabah.

Untuk memodelkan penyebaran DBD, digunakan model SIR (Susceptible-Infected-Recovered) yang menggambarkan dinamika populasi yang rentan (S), terinfeksi (I), dan sembuh (R) (Yong, 2020). Model ini dapat dinyatakan dalam bentuk sistem persamaan diferensial pertama persamaan 1 atau persamaan *susceptible* menunjukkan bahwa jumlah individu yang rentan terhadap penyakit berkurang seiring dengan laju penularan β antara orang rentan dan terinfeksi (Ridwan & Hadi, 2019). Kedua persamaan *infected* atau persamaan 2 yang menggambarkan perubahan jumlah individu terinfeksi, di mana orang terinfeksi bertambah seiring dengan penularan dan berkurang saat sembuh dengan laju pemulihan γ (Kurnia, 2022). Kemudian persamaan 3 atau persamaan *recovered* yang menunjukkan bahwa individu yang sembuh bertambah seiring dengan pemulihan orang terinfeksi (Sifriyani & Rosadi, 2020)

$$\frac{dS}{dt} = -\beta SI \quad (1)$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta SI - \gamma I \quad (2)$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I \quad (3)$$

Model SIR yang digunakan dalam artikel ini dapat diaplikasikan untuk memprediksi dan memodelkan penyebaran penyakit DBD di berbagai wilayah. Misalnya, selama musim penghujan, populasi nyamuk meningkat, yang menyebabkan potensi penyebaran penyakit juga meningkat. Model ini memungkinkan pihak berwenang untuk memperkirakan jumlah kasus yang mungkin terjadi dan merencanakan intervensi seperti penyemprotan insektisida, kampanye kesehatan, atau pemberian vaksin. Pemodelan penyebaran DBD menjadi krusial karena penyakit ini cenderung mewabah di wilayah tropis dengan kondisi iklim yang memungkinkan peningkatan populasi nyamuk. Oleh karena itu, diperlukan program yang dapat mempermudah simulasi dengan tingkat akurasi tinggi guna mendukung keputusan cepat dan efektif untuk mengendalikan wabah. Model ini memungkinkan analisis prediktif dan penerapan intervensi kesehatan masyarakat yang lebih tepat, seperti kampanye pencegahan dan program penyemprotan insektisida terarah. Dengan demikian, program berbasis Python yang diterapkan pada Modifikasi Metode Runge-Kutta ini dapat menjadi alat penting bagi para peneliti dan praktisi kesehatan masyarakat dalam merumuskan strategi penanggulangan yang responsif terhadap DBD.

Metode Euler adalah salah satu metode numerik paling sederhana yang digunakan untuk menyelesaikan persamaan diferensial dalam model epidemiologi. Meskipun mudah diterapkan, metode ini memiliki akurasi yang rendah, terutama pada interval waktu yang besar, sehingga kurang cocok untuk aplikasi yang memerlukan prediksi presisi tinggi (Akbar, 2024). Oleh karena itu, metode yang lebih kompleks dan akurat seperti metode Runge-Kutta banyak digunakan. Salah satu pengembangan penting dalam metode numerik adalah Modifikasi Metode Runge-Kutta Kuntzmann berbasis Rata-rata Pangkat $p = 1/2$ (MRKKRP). Metode ini merupakan perbaikan dari metode Runge-Kutta standar dengan mengintegrasikan rata-rata pangkat untuk menghitung nilai-nilai perantara k_2, k_3, k_4 . Modifikasi ini bertujuan untuk mengurangi galat pemotongan lokal dan memberikan solusi yang lebih stabil serta akurat, terutama dalam sistem persamaan diferensial yang dinamis dan berubah cepat, seperti yang terjadi pada penyebaran penyakit DBD (Riski & Wartono, 2021).

Banyak software yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah ini seperti Banyak software yang telah digunakan untuk menyelesaikan masalah ini seperti Matlab (Side et al., 2019), Mathematica (Reagan et al., 2019), Maple (Nor et al., 2021) dan Python (Abdualgalil et al., 2022). Python adalah bahasa pemrograman open-source yang sangat populer dalam komputasi ilmiah. Python menawarkan berbagai pustaka (libraries) yang sangat mendukung penyelesaian persamaan diferensial biasa (ODEs) secara numerik termasuk metode Runge-Kutta. Python adalah bahasa pemrograman yang dikembangkan oleh Guido van Rossum pada tahun 1991. Python terkenal karena sintaksisnya yang sederhana dan kemampuannya dalam pemrosesan data, terutama dalam analisis numerik dan ilmiah (Rochmawati, 2022). Dengan bantuan software seperti Python, metode ini dapat diimplementasikan menggunakan pustaka numpy yang mendukung solusi ODEs secara efisien dan menghasilkan hasil simulasi yang dapat divisualisasikan menggunakan Matplotlib.

Python telah digunakan untuk menyelesaikan berbagai masalah, khususnya pada model penyebaran penyakit. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Firmansyah & Prihandono, 2024), Penelitian ini menggunakan Python untuk memodelkan penyebaran penyakit menular yang mempertimbangkan vaksinasi. Model yang digunakan adalah SVIR, yang membagi populasi menjadi empat kategori: rentan (S), terinfeksi (I), tervaksinasi (V), dan sembuh (R). Simulasi dilakukan dengan menggunakan metode Runge-Kutta Kuntzmann dari pustaka odeint di Python. Hasil menunjukkan bahwa strategi vaksinasi dapat menurunkan jumlah individu terinfeksi dan berkontribusi pada pengendalian penyebaran penyakit. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh (Andriyani et al., 2023) Python digunakan untuk memprediksi puncak penyebaran Covid-19 di Indonesia dengan model SIR (Susceptible, Infected, Recovered) dan metode Runge-Kutta Orde 4. Simulasi ini berhasil memprediksi puncak penyebaran pertama pada bulan Oktober-November 2020 dan akhir penyebaran pada sekitar September 2021. Python digunakan untuk menghitung solusi numerik dari persamaan diferensial dan visualisasi hasilnya dalam bentuk grafik.

Tujuan utama artikel ini adalah membangun Python script dalam menyelesaikan pemodelan penyebaran Demam Berdarah Dengue (DBD) berdasarkan Modifikasi Metode Runge-Kutta Kuntzmann berbasis rata-rata pangkat dan untuk melihat dinamika penyebaran penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) dengan Modifikasi Metode Runge-Kutta Kuntzmann berbasis rata-rata pangkat guna meningkatkan akurasi solusi numeriknya.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam artikel ini adalah Modifikasi metode Runge-Kutta Kuntzmann berbasis rata-rata pangkat disingkat dengan (MRKKRP). Metode MRKKRP adalah metode numerik

yang digunakan untuk menyelesaikan sistem persamaan diferensial biasa. Persamaan umum untuk MRKKRP (persamaan 4).

$$y_{i+1} = y_i + \frac{h}{36} \left(\frac{11[k_1 + k_2]}{2} + \frac{14(k_2 + k_3)}{2} + \frac{11(k_3 + k_4)}{2} + 11\sqrt{k_1 k_2} + 14\sqrt{k_2 k_3} + 11\sqrt{(k_3 + k_4)} \right) \quad (4)$$

Dimana:

$$k_1 = f(t_i, y_i);$$

$$k_2 = f\left(t_i + \frac{2}{5}h, y_i + \frac{2}{5}hk_1\right)$$

$$k_3 = f\left(t_i + \frac{3}{5}h, y_i + \frac{h}{1000}[(309 - \sqrt{26059})k_1 + (291 + 3\sqrt{26059})k_2]\right)$$

$$k_4 = f\left(t_i + h, y_i + \frac{h}{440}[(-966 + 7\sqrt{26059})k_1 + (2298 - 15\sqrt{26059})k_2 + (892 + 8\sqrt{26059})k_3]\right).$$

Dalam Modifikasi Metode ini, digunakan rata-rata pangkat $p = 1/2$ untuk menghitung nilai interpolasi dalam langkah-langkah iterasi, yang bertujuan untuk memperbaiki akurasi solusi numerik. Metode MRKKRP yang dimodifikasi akan diterapkan pada sistem persamaan SIR. Prosedur yang diterapkan adalah menentukan waktu h akan dipilih, dan persamaan diferensial SIR akan diintegrasikan dari waktu $t = 0$ hingga $t = T$, di mana populasi awal rentan, terinfeksi, dan sembuh diberikan. Selanjutnya pada setiap iterasi, nilai S, I , dan R diperbarui menggunakan metode MRKKRP.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem persamaan yang akan diselesaikan dalam artikel ini adalah persamaan 5 atau persamaan untuk populasi rentan (S) yang menunjukkan bahwa jumlah individu yang rentan terhadap infeksi berkurang seiring dengan terjadinya penularan antara individu rentan dan individu yang terinfeksi. β adalah parameter laju penularan. Selanjutnya adalah persamaan 6 atau persamaan untuk populasi terinfeksi (I) yang menggambarkan dinamika individu yang terinfeksi. Jumlah orang yang terinfeksi bertambah karena penularan dari individu rentan, tetapi juga berkurang seiring waktu karena mereka pulih dari infeksi dengan laju pemulihan γ . Persamaan selanjutnya adalah persamaan 7 atau persamaan untuk populasi sembuh (R) yang menyatakan bahwa individu yang sembuh bertambah seiring waktu dengan laju pemulihan γ . Hanya individu yang terinfeksi yang bisa sembuh dan menjadi bagian dari populasi sembuh. Dimana β merupakan laju penularan penyakit (probabilitas tertularnya seseorang yang rentan setelah kontak dengan individu terinfeksi), dan γ Laju pemulihan (kecepatan individu yang terinfeksi pulih atau tidak lagi menular). Untuk menyelesaikan sistem persamaan diferensial SIR yang menggambarkan penyebaran penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD), digunakan kodingan python gambar 1, kemudian modifikasi metode runge-kutta kuntzmann berdasarkan rata-rata pangkat $p = 1/2$ (gambar 2) dan untuk membuat gambar dengan python dapat dilihat script gambar 3.

$$\frac{dS}{dt} = -\beta S(t)I(t) \quad (5)$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta S(t)I(t) - \gamma I(t) \quad (6)$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I(t) \quad (7)$$

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
# Parameter model SIR
beta = 0.3 # Laju penularan (infection rate)
```

```
gamma = 0.1 # Laju pemulihan (recovery rate)
# Kondisi awal populasi
S0, I0, R0 = 0.99, 0.01, 0.0 # Populasi awal (99% rentan, 1% terinfeksi, 0% sembuh)
# Rentang waktu dan langkah waktu
T = 160 # Total waktu (hari)
dt = 0.1 # Langkah waktu
time = np.arange(0, T, dt)
# Fungsi model SIR
def SIR_model(S, I, R, beta, gamma):
    dS = -beta * S * I
    dI = beta * S * I - gamma * I
    dR = gamma * I
    return dS, dI, dR
```

Gambar 1. Script Python model SIR dalam penyebaran DBD

```
# Modifikasi Metode Runge-Kutta Kuntzmann berbasis Rata-rata Pangkat untuk
menyelesaikan sistem SIR
def MRKKRP_step(S, I, R, beta, gamma, dt):
    k1_S, k1_I, k1_R = SIR_model(S, I, R, beta, gamma)
    k2_S, k2_I, k2_R = SIR_model(S + k1_S * 2 * dt / 5, I + k1_I * 2 * dt / 5, R +
    k1_R * 2 * dt / 5, beta, gamma)
    k3_S, k3_I, k3_R = SIR_model(S + ((309-np.sqrt(26059))* k1_S + (291-3*
    np.sqrt(26059))* k2_S) * dt/1000, I + ((309-np.sqrt(26059))* k1_I + (291-3*
    np.sqrt(26059))* k2_I) * dt/1000, R + ((309-np.sqrt(26059))* k1_R + (291-3*
    np.sqrt(26059))* k2_R) * dt/1000, beta, gamma)
    k4_S, k4_I, k4_R = SIR_model(S + ((-966-7*np.sqrt(26059))* k1_S + (2298-15*
    np.sqrt(26059))* k2_S + (892 + 8* np.sqrt(26059))* k3_S) * dt/440, I + ((-966-
    7*np.sqrt(26059))* k1_I + (2298-15* np.sqrt(26059))* k2_I + (892 + 8*
    np.sqrt(26059))* k3_I) * dt/440, R + ((-966-7*np.sqrt(26059))* k1_R + (2298-15*
    np.sqrt(26059))* k2_R + (892 + 8* np.sqrt(26059))* k3_R) * dt/440, beta, gamma)

    S_next = S + dt / 36 * (11*(k1_S + k2_S)/2 + 14 * (k2_S + k3_S)/2 + 11 * (k3_S
    + k4_S)/2 + 11*np.sqrt(np.maximum(0, k1_S*k2_S)) + 14*np.sqrt(np.maximum(0,
    k2_S*k3_S)) + 11*np.sqrt(np.maximum(0, k3_S*k4_S)))
    I_next = I + dt / 36 * (11*(k1_I + k2_I)/2 + 14 * (k2_I + k3_I)/2 + 11 * (k3_I
    + k4_I)/2 + 11*np.sqrt(np.maximum(0, k1_I*k2_I)) + 14*np.sqrt(np.maximum(0,
    k2_I*k3_I)) + 11*np.sqrt(np.maximum(0, k3_I*k4_I)))
    R_next = R + dt / 36 * (11*(k1_R + k2_R)/2 + 14 * (k2_R + k3_R)/2 + 11 * (k3_S
    + k4_R)/2 + 11*np.sqrt(np.maximum(0, k1_R*k2_R)) + 14*np.sqrt(np.maximum(0,
    k2_R*k3_R)) + 11*np.sqrt(np.maximum(0, k3_R*k4_R)))

    return S_next, I_next, R_next
```

```
# Inisialisasi populasi
S, I, R = np.zeros(len(time)), np.zeros(len(time)), np.zeros(len(time))
S[0], I[0], R[0] = S0, I0, R0

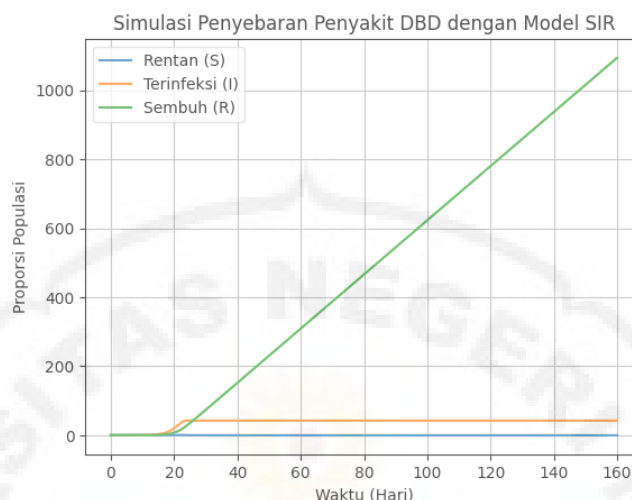
# Simulasi menggunakan Modifikasi Metode Runge-Kutta Kuntzmann berbasis Rata-rata
Pangkat
for t in range(1, len(time)):
    S[t], I[t], R[t] = MRKKRP_step(S[t-1], I[t-1], R[t-1], beta, gamma, dt)
```

Gambar 2. Script Python MRKKRP untuk menyelesaikan sistem SIR

```
# Visualisasi hasil simulasi
plt.plot(time, S, label='Rentan (S)')
plt.plot(time, I, label='Terinfeksi (I)')
plt.plot(time, R, label='Sembuh (R)')
plt.xlabel('Waktu (Hari)')
plt.ylabel('Proporsi Populasi')
plt.title('Simulasi Penyebaran Penyakit DBD dengan Model SIR')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()
```

Gambar 3. Script Python Visualisasi Model SIR

Hasil simulasi dapat dilihat dari grafik berikut



Gambar 4. Grafik dari hasil Simulasi Penyebaran Penyakit DBD dengan Model SIR

Untuk menampilkan hasil perhitungan Rentan (S), Terinfeksi (I), dan Sembuh (R) pada beberapa titik waktu selama simulasi model SIR, digunakan kodingan Python gambar 5. Tabel hasil perhitungan simulasi model SIR untuk penyebaran Demam Berdarah Dengue (DBD) yang telah dihitung menggunakan program Python. Tabel ini menyajikan nilai populasi Rentan (S), Terinfeksi (I), dan Sembuh (R) pada beberapa titik waktu yang dipilih dari simulasi selama 160 hari:

```
# Mengambil nilai pada waktu-waktu tertentu
tabel_hasil = []
for t_idx in [0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 159]:
    tabel_hasil.append([time[t_idx], S[t_idx], I[t_idx], R[t_idx]])

# Menampilkan tabel hasil
for row in tabel_hasil:
    print(f"Waktu: {row[0]:.1f}, Rentan: {row[1]:.4f}, Terinfeksi: {row[2]:.4f}, Sembuh: {row[3]:.4f}")
```

Gambar 5. Script Python menghitung nilai SIR

Tabel 1. Simulasi Model SIR untuk Penyebaran DBD

Waktu (Hari)	Rentan (S)	Terinfeksi (I)	Sembuh (R)
0.0	0.9900	0.0100	0.0000
20.0	0.9611	201.576	76.998
40.0	0.0004	425.435	1.521.178
60.0	0.0000	425.434	3.090.953
80.0	0.0000	425.432	4.660.738
100.0	0.0000	425.431	6.230.518
120.0	0.0000	425.430	7.800.293
140.0	0.0000	425.428	9.370.062
159.9	0.0000	425.427	10.931.978

Dalam simulasi ini, dilakukan uji coba variasi pada parameter laju penularan (β) dan laju pemulihan (γ) untuk melihat bagaimana perubahan kecil dalam parameter ini memengaruhi dinamika penyebaran DBD. Ketika nilai β meningkat sebesar 0.1, terjadi peningkatan signifikan pada puncak populasi terinfeksi, yang menunjukkan bahwa laju penularan memiliki pengaruh langsung terhadap lonjakan kasus DBD dalam waktu singkat. Di sisi lain, peningkatan γ menunjukkan penurunan

jumlah individu yang terinfeksi secara lebih cepat, menandakan peran laju pemulihan dalam mengendalikan durasi infeksi di populasi.

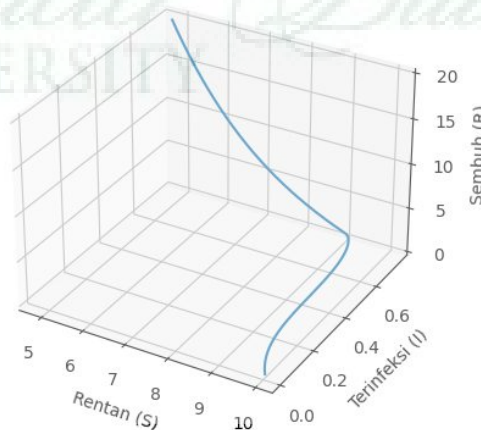
Selain itu, dilakukan perbandingan antara hasil simulasi menggunakan Modifikasi Metode Runge-Kutta Kuntzmann dan metode Runge-Kutta standar. Hasil menunjukkan bahwa metode modifikasi ini memberikan hasil yang lebih stabil dan akurat, terutama pada titik puncak infeksi dan pada saat mendekati akhir simulasi. Dalam metode standar, terdapat fluktuasi kecil yang lebih sering terjadi, sementara metode modifikasi mampu meredam fluktuasi ini sehingga memberikan estimasi yang lebih konsisten dan mendekati data observasi.

Pada awal waktu, yaitu hari ke-0, proporsi populasi yang rentan terhadap infeksi mencapai 99% atau 0,9900. Seiring berjalannya waktu, dalam 20 hari pertama, proporsi populasi rentan mengalami penurunan menjadi 96,11% atau 0,9611. Penurunan ini terus berlanjut hingga pada hari ke-60 dan seterusnya, proporsi populasi rentan mencapai 0%. Hal ini menunjukkan bahwa seiring waktu, sebagian besar individu yang awalnya berada dalam kategori rentan telah terinfeksi.

Sementara itu, populasi yang terinfeksi mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Pada hari ke-0, proporsi individu yang terinfeksi hanya 1% atau 0,0100, namun jumlah ini meningkat tajam hingga mencapai puncaknya pada hari ke-40 dengan proporsi sebesar 42,54% atau 0,4254. Setelah mencapai puncaknya, proporsi individu yang terinfeksi tetap stabil pada angka tersebut hingga hari ke-159,9. Kenaikan ini menunjukkan bahwa virus menyebar dengan cepat dalam populasi, menyebabkan semakin banyak individu yang terinfeksi dalam kurun waktu tertentu.

Di sisi lain, populasi yang sembuh juga mengalami peningkatan secara bertahap. Pada awalnya, proporsi individu yang sembuh adalah 0% atau 0,0000. Namun, setelah melewati 20 hari, jumlah individu yang sembuh mulai meningkat secara signifikan. Hingga hari ke-159,9, proporsi populasi yang sembuh terus bertambah hingga mencapai angka 1093,1978. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun tingkat infeksi cukup tinggi, tingkat pemulihan di antara individu yang terinfeksi juga menunjukkan tren yang positif dan terus meningkat seiring berjalannya waktu.

Keseimbangan dinamis, Tabel menunjukkan adanya keseimbangan antara populasi yang terinfeksi dan yang sembuh. Meskipun populasi terinfeksi tinggi, proporsi individu yang sembuh juga menunjukkan tren positif. Ini mengindikasikan bahwa sistem kesehatan mungkin efektif dalam menangani infeksi. Grafik 3D ini memvisualisasikan interaksi antara populasi rentan, terinfeksi, dan sembuh secara bersamaan dalam ruang 3D. Ini memberikan gambaran yang lebih menyeluruh tentang bagaimana wabah penyakit seperti DBD menyebar dalam suatu populasi, serta bagaimana proporsi setiap kelompok populasi berubah seiring waktu.



Gambar 6. Solusi 3D Model SIR dengan Modifikasi MRKKRP untuk Penyebaran DBD

KESIMPULAN

Simulasi model SIR untuk penyebaran Demam Berdarah Dengue (DBD) yang dilakukan dalam studi ini menunjukkan bahwa dalam periode 160 hari, proporsi populasi rentan terhadap infeksi menurun drastis dari 99% menjadi 0%. Pada saat yang sama, proporsi individu yang terinfeksi meningkat hingga mencapai puncak 42,54% pada hari ke-40, menggambarkan cepatnya penyebaran penyakit di suatu populasi. Peningkatan jumlah individu yang sembuh menunjukkan adanya efektivitas dalam pengendalian penyakit, menghasilkan keseimbangan dinamis antara populasi yang terinfeksi dan yang pulih. Hal ini menunjukkan bahwa strategi kesehatan yang tepat mampu menjaga kestabilan populasi meskipun terjadi lonjakan kasus infeksi.

Metode Modifikasi Runge-Kutta Kuntzmann yang digunakan menghasilkan solusi numerik yang lebih akurat dan stabil, memperkuat nilai Python sebagai alat komputasi dalam simulasi epidemiologi. Temuan ini mendukung pentingnya intervensi kesehatan yang terarah, seperti vaksinasi dan edukasi masyarakat, untuk memitigasi penyebaran DBD. Penerapan model ini diharapkan dapat digunakan lebih luas dalam studi penyakit menular lainnya sebagai alat bantu dalam perencanaan kebijakan kesehatan yang berbasis data dan prediksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdualgalil, B., Abraham, S., & Ismael, W. M. (2022). Early Diagnosis for Dengue Disease Prediction Using Efficient Machine Learning Techniques Based on Clinical Data. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 3(3), 257–268. <https://doi.org/10.18196/jrc.v3i3.14387>
- Akbar, H. (2024). *Prediksi Laju Perubahan Sel Tumor, Sel Inang, dan Sel Imun pada Persamaan Itik-Banks Tumor Menggunakan Ensemble Kalman Filter*. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Andriyani, D., Gunawan, G., & Suhaedi, D. (2023). Model Susceptible Infected Removed (SIR) Penyebaran COVID-19 di Indonesia Menggunakan Metode Runge Kutta. *Bandung Conference Series: Mathematics*, 3(1), 85–90. <https://doi.org/10.29313/bcsm.v3i1.6984>
- Firmansyah, D., & Prihandono, B. (2024). Analisis Kestabilan Dan Simulasi Menggunakan Python Pada Model Matematika Penyebaran Penyakit Menular Dengan Vaksinasi. *Buletin Ilmiah Math. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*, 13(3), 369–378.
- Kurnia, S. (2022). *Analisis Dinamik Model Susceptible-Exposed- (Seihcrd) Pada Penyebaran Covid-19 di Indonesia*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Nor, N. M., Mahmud, M., Ramli, W. K. H. W., Jauhari, N. E., Muzaffar, N. I., Azman, N. A., & Fatah., S. N. U. A. (2021). Transmission of Dengue Virus With and Without Vaccination Using SIR Model. *Journal of Mathematics and Computing Science*, 7(2), 116–128.
- Priesley, F., Reza, M., & Rusdji, S. R. (2018). Hubungan Perilaku Pemberantasan Sarang Nyamuk dengan Menutup, Menguras dan Mendaur Ulang Plus (PSN M Plus) terhadap Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kelurahan Andalas. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 7(1), 124. <https://doi.org/10.25077/jka.v7.i1.p124-130.2018>
- Reagan, K., Yokley, K. A., & Arangala, C. (2019). Simulations on a Mathematical Model of Dengue Fever with a Focus on Mobility. *North Carolina Journal of Mathematics and Statistics*, 5, 1–16.
- Ridwan, M. R., & Hadi, A. (2019). Penggunaan dan Pengembangan Model Epidemi SIR pada Penyebaran Penyakit Tuberkulosis di Sulawesi Selatan. *Jurnal Matematika Dan Statistika Serta Aplikasinya*, 7(2), 37–44. <https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/msa/article/view/11548/pdf>
- Riski, A., & Wartono. (2021). Modifikasi Metode Runge-Kutta Kuntzmann Berdasarkan Rata-Rata

Pangkat $P = 1/2$. *Euclid*, 8(2), 113–123.

Rochmawati, F. D. (2022). *Perkembangan Bahasa Pemrograman Komputer Di Amerika Serikat Tahun 1955-1995* [Universitas Islam Negeri Kiai Haji Achmad Siddiq]. [http://digilib.uinkhas.ac.id/17639/1/Fitria Dewi Rochmawati.pdf](http://digilib.uinkhas.ac.id/17639/1/Fitria%20Dewi%20Rochmawati.pdf)

Side, S., Badwi, N., Pratama, M. I., Sidjara, S., & Sanusi, W. (2019). A SEIRS model analysis and simulation for dengue fever transmission. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(10), 1048–1053.

Sifriyani, & Rosadi, D. (2020). Pemodelan Susceptible Infected Recovered (Sir) Untuk Estimasi Angka Reproduksi Covid-19 Di Kalimantan Timur Dan Samarinda. *Jurnal Media Statistika*, July, 1–13.

Sitepu, & Pusparini, E. (2022). Hubungan jumlah trombosit dan nilai hematokrit terhadap derajat keparahan pada Pasien Demam Berdarah Dengue di Rumah Sakit Murni Teguh Memorial Medan tahun 2019-2021. *Pendidikan Dokter*, 9(8.5.2017), 2003–2005. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders>

Yong, B. (2020). Model dinamika penyebaran pemilih dengan menggunakan pendekatan epidemiologi. *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 155–160.

