



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 Optimasi 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

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

Mhd Afif Nashi Ulwan¹, Intan Aisyah Pratiwi², Muhammad Zikri Suana³, Yulita Molliq Rangkuti⁴

^{1,2,3,4}.Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri

Medan, Medan 20221, Sumatera Utara, Indonesia

*Corresponding Author:naashii.ulwan@gmail.com,

Abstrak, artikel ini menunjukkan kinerja algoritma metode Runge-Kutta order keenam (RK6) dengan Python dalam penyelesaian persamaan diferensial biasa (ODE). Metode RK6 membutuhkan lima evaluasi fungsi per iterasi, sehingga lebih efisien dibandingkan metode Runge Kutta order ke empat (RK4). Pembangunan algoritma diujicobakan untuk persamaan diferensial. Pada suntak ini, hasil dari simulasi dengan metode RK6 dibandingkan dengan penyelesaian dari metode RK4 dan penyelesaian eksak menggunakan Syntak python menghasilkan tabel error dan grafik dinamika hasil simulasi dengan tampilan legen dan judul dari grafik. Dengan demikian syntak ini bisa dijadikan koding alternatif untuk menyelesaikan persamaan diferensial yang lebih kompleks untuk metode RK6 ini.

Kata kunci: Runge Kutta order 6 Goeken-Johnson, Python, Persamaan Diferensial

Abstract, this article shows the performance of the Sixth-Order Runge-Kutta (RK6) algorithm with Python in solving ordinary differential equations (ODEs). The RK6 method requires five function evaluations per iteration, making it more efficient than fourth-order Runge Kutta method (RK4). The development of the algorithm is tested for differential equations. This section compares the results of simulations with the RK6 method and their RK4's solutions and exact solution. Python syntax produces error tables and dynamic graphs of simulation results with legends and graph titles. Thus, this syntax can be used as an alternative coding to solve more complex differential equations for this RK6 method.

Keywords: Runge Kutta order 6 Goeken-Johnson method, Python, Differential Equations.

Citation : Ulwan, M. A. N, dkk. (2024). Pembangunan Script Python untuk menunjukkan perbandingan antara Metode RK6, Metode RK4. *Prodising Seminar Nasional Jurusan Matematika 2024*. 831 – 837.

PENDAHULUAN

Persamaan diferensial adalah alat matematis yang fundamental dalam memodelkan berbagai fenomena alam dan teknik, mulai dari pergerakan benda hingga perubahan populasi. Dengan menggambarkan hubungan antara suatu fungsi dan turunannya, persamaan ini memungkinkan kita untuk memahami dan memprediksi perilaku sistem dinamis dalam berbagai bidang, termasuk fisika, biologi, ekonomi, dan teknik. Dalam konteks ini, pembahasan mengenai persamaan diferensial menjadi sangat penting untuk mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana variabel-variabel berinteraksi satu sama lain seiring waktu (Murray, 2002).

Penyelesaian eksak yang diperoleh tidak selamanya mudah diperoleh. banyak peneliti menyelesaikan persamaan diferensial ini menggunakan pendekatan numerik. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa metode Runge-Kutta orde lebih tinggi, seperti metode orde keenam, dapat menawarkan akurasi yang lebih baik dengan mengurangi jumlah langkah evaluasi fungsi yang diperlukan, dibandingkan dengan metode RK4 yang lebih konvensional. Implementasi ini sangat berguna dalam menangani sistem persamaan diferensial yang kompleks dan berukuran besar, di mana efisiensi komputasi dan akurasi merupakan faktor kritis dalam pemodelan numerik (Reyes & Johnson, 2021; Ningsi & Mungkasi, 2019; Zhang, dkk, 2021).

Salah satu metode Sixth-Order Runge-Kutta (RK6) dalam simulasi dinamika fluida dapat dilihat pada penelitian oleh Khajehpour et al. (2021). Dalam studi ini, peneliti menggunakan RK6 untuk menyelesaikan sistem persamaan diferensial yang menggambarkan aliran cairan di saluran, baik dalam kondisi laminar maupun turbulen. Metode ini terbukti efektif dalam menghasilkan solusi numerik yang lebih akurat dengan meminimalkan jumlah evaluasi fungsi yang diperlukan pada setiap langkah. Hal ini sangat krusial dalam situasi yang membutuhkan komputasi cepat. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa RK6 tidak hanya meningkatkan akurasi tetapi juga mempercepat kinerja komputasi dibandingkan dengan metode orde lebih rendah seperti RK4 dan RK5. Dengan demikian, RK6 muncul sebagai pilihan yang lebih optimal untuk analisis aliran fluida (Luan & Ostermann, 2020; Al-Shimmery, 2017).

Python adalah bahasa pemrograman yang populer dan serbaguna, dikenal karena sintaksisnya yang sederhana dan kemampuannya untuk mendukung berbagai paradigma pemrograman, termasuk pemrograman berorientasi objek dan fungsional. Bahasa ini banyak digunakan dalam berbagai bidang, mulai dari pengembangan web, analisis data, pembelajaran mesin, hingga simulasi ilmiah. Keunggulan Python terletak pada kemudahan penggunaan dan ekosistem pustaka yang kaya, seperti NumPy, SciPy, dan Matplotlib, yang sangat mendukung komputasi numerik dan visualisasi data (Lutz, 2020; Beazley & Jones, 2020; Harris, dkk., 2020). Beberapa studi terbaru telah berhasil menggunakan Python untuk menyelesaikan berbagai masalah, termasuk pemodelan dinamika fluida, analisis sistem kontrol, dan pemecahan persamaan matematis yang kompleks. Misalnya Python dapat digunakan dalam pemodelan meteorologi dan analisis data keuangan, menjadikannya alat yang penting dalam penelitian ilmiah dan industri (Luan & Ostermann, 2020; Wright, dkk., 2022). Pada artikel ini, Python dibangun untuk mengimplementasikan metode RK6 dan RK4 dalam menyelesaikan persamaan diferensial, untuk menunjukkan akurasi kedua metode dengan menampilkan error mutlak dan error relatif baik dalam tabel maupun dalam grafik.

METODE RUNGE KUTTA

Pada artikel ini, dua metode akan dibangun algoritmanya dengan python. Dua metode tersebut metode Runge Kutta order keenam (RK6) adalah salah satu varian dari metode Runge-Kutta orde ke-6 yang diperkenalkan oleh Al-Shimmery di tahun 2017 (Al-Shimmery, 2017). Keunggulan dari metode ini adalah membutuhkan tujuh kali evaluasi fungsi per iterasi, berbeda dengan metode RK6 standar yang memerlukan enam hingga tujuh kali evaluasi. Penggunaan evaluasi fungsi yang lebih sedikit menjadikan metode ini lebih efisien secara komputasional. Seperti yang diketahui bahwa metode orde keenam standar mempunyai 7 fungsi evaluasi k_i . Rumus iterasi untuk metode ini dituliskan sebagai berikut

$$y_{n+1} = y_n + h \left(\frac{13}{200} k_1 + \frac{11}{40} k_3 + \frac{11}{40} k_4 + \frac{4}{25} k_5 + \frac{4}{25} k_6 + \frac{13}{200} k_7 \right) \quad (1)$$

Dimana $k_1 = f(x_n, y_n)$, $k_2 = f\left(x_n + \frac{1}{3}h, y_n + \frac{1}{3}hk_1\right)$, $k_3 = f\left(x_n + \frac{2}{3}h, y_n + \frac{2}{3}hk_2\right)$, $k_4 = f\left(x_n + \frac{1}{3}h, y_n + \frac{1}{12}hk_1 + \frac{1}{3}hk_2 - \frac{1}{12}hk_3\right)$, $k_5 = f\left(x_n + \frac{5}{6}h, y_n + \frac{25}{48}hk_1 - \frac{55}{24}hk_2 + \frac{35}{48}hk_3 + \frac{15}{8}hk_4\right)$, $k_6 = f\left(x_n + \frac{1}{6}h, y_n + \frac{3}{20}hk_1 - \frac{11}{20}hk_2 - \frac{1}{8}hk_3 + \frac{1}{2}hk_4 + \frac{1}{10}hk_5\right)$, dan $k_7 = f\left(x_n + h, y_n - \frac{261}{260}hk_1 + \frac{33}{13}hk_2 + \frac{43}{156}hk_3 - \frac{118}{39}hk_4 + \frac{32}{195}hk_5 + \frac{80}{39}hk_6\right)$, dan $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6$, dan k_7 merupakan fungsi evaluasi dari metode RK6.

Metode RK4 merupakan metode yang sangat akurat untuk menyelesaikan persamaan diferensial, khususnya sistem persamaan diferensial, seperti berbagai sistem chaotic, hyperchaotic dan model-

Prosiding Seminar Nasional Jurusan Matematika

Transformasi, Rekonstruksi, dan Integrasi Keilmuan dalam Pembelajaran Matematika Menuju Era Inovasi dan Kolaborasi Medan, 20 November 2024

model dalam bidang kesehatan (Press, dkk., 2007). Metode ini secara umum pertama kali diperkenalkan oleh matematikawan J. A. Runge dan M. W. Kutta pada awal abad ke-20. Metode orde keenam ini kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh berbagai peneliti. Adapun rumus dari RK4 dituliskan dalam persamaan 2 di bawah ini

$$y_{n+1} = y_n + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4) \quad (2)$$

Dimana, $k_1 = hf(x_n, y_n)$, $k_2 = hf\left(x_n + \frac{1}{2}h, y_n + \frac{1}{2}k_1\right)$, $k_3 = hf\left(x_n + \frac{1}{2}h, y_n + \frac{1}{2}k_2\right)$ dan $k_4 = hf(x_n + h, y_n + k_3)$. Pengujian keakuratan dari metode RK6 dapat dilihat dari error absolut atau error Realtif seperti rumus Error Absolut = $|\tilde{y}_{RK6} - \tilde{y}_{RK4}|$. Kesalahan absolut menunjukkan seberapa jauh hasil numerik dari solusi eksak yang seharusnya. Semakin kecil nilai error absolut, semakin baik akurasi metode tersebut.

$$\text{Error Realtif} = \frac{|\tilde{y}_{RK6} - \tilde{y}_{RK4}|}{\tilde{y}_{RK4}} \quad (3)$$

Kesalahan relatif memberikan ukuran proporsional dari kesalahan dibandingkan dengan solusi esak. Ini berguna untuk mengukur akurasi dalam konteks besarnya solusi eksak, terutama ketika solusi eksak berubah secara signifikan di sepanjang interval x .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Syntax Python sudah dibangun untuk menunjukkan perbandingan metode Rk6 dan RK4 untuk menyelesaikan kasus persamaan diferensial. Syntax python yang dibangun diawali menuliskan library sebagai berikut

```
import numpy as np
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
```

Pada artikel ini, persamaan diferensial yang akan diujicobakan adalah $\frac{dy}{dx} = f(x, y) = x \cdot \sin(y) + e^{\{-x\}} \cdot y^2$, dengan $y(0) = 2, 0 \leq x \leq 2$, dan $h = 0.001$ serta penyelesaian eksak $y = 2e^x - x - 1$. Untuk pendefinisian dan penginputan persamaan diferensial ini dibangun script berikut:

```
# Fungsi solusi eksak
def exact_solution(x):
    return 2 * np.exp(x) - x - 1
# Fungsi untuk memasukkan persamaan diferensial
def define_dydx():
    print("Masukkan persamaan diferensial dalam bentuk f(x, y). Contoh: x + y")
    equation = input("Persamaan dydx: ")
    # Mendefinisikan fungsi berdasarkan input pengguna
    def dydx(x, y):
        return eval(equation)
    return dydx
```

Pada metode penginputan persamaan diferensial, interval waktu, ukuran langkah dan nilai awal dibangun script python seperti berikut:

```
# Fungsi utama
def main():
    print("== Program Perbandingan Metode Runge-Kutta ==")
    dydx = define_dydx()
    x0 = float(input("Masukkan nilai x awal (x0): "))
    y0 = float(input("Masukkan nilai y awal (y0): "))
    h = float(input("Masukkan ukuran langkah (h): "))
    x_end = float(input("Masukkan nilai x akhir: "))
```

Hasil dari simulasi menggunakan python, maka dihasilkan tampilan hasil inputan sebagai berikut:

```
Persamaan dydx: x * np.sin(y) + np.exp(-x) * y**2
Masukkan nilai x awal (x0): 0
Masukkan nilai y awal (y0): 1
Masukkan ukuran langkah (h): 0.001
Masukkan nilai x akhir: 2
```

Selanjutnya, untuk menampilkan hasil perbandingan antara metode RK6, metode RK4 dan penyelesaian eksak, dibangun dahulu kodingan untuk metode Rk 6 seperti berikut:

```
# Fungsi metode Runge Kutta order ke-6
def rk6(f, x0, y0, h, n):
    x_values = [x0]
    y_values = [y0]
    for i in range(n):
        k1 = f(x0, y0)
        k2 = f(x0 + h/3, y0 + h*k1/3)
        k3 = f(x0 + 2*h/3, y0 + 2*h*k2/2)
        k4 = f(x0 + h/3, y0 + h * k1/12 + h*k2/3 - h * k3/12)
        k5 = f(x0 + 5*h/6, y0 + h * 25*k1/48 - 55 * h * k2/24 + 35 * h * k3/48 + 15*h*k4/8)
        k6 = f(x0 + h/6, y0 + 3*h * k1/20 - h * 11*k2/20 - h * k3/8 + h * k4/2 + h*k5/10)
        k6 = f(x0 + h, y0 - 261*h*k1/200 + h * 33*k2/13 + h * 43*k3 /156 - h * 118*k4/39 +
        32*h*k5/195 + 80*h*k6/39)
        y0 = y0 + h* (13*k1/200 + 11*k3/40 + 11*k4/40 + 4*k5/25 + 4*k6/25 + 13*k5/200)
        x0 = x0 + h
        x_values.append(x0)
        y_values.append(y0)
    return x_values, y_values
```

Kemudian dibangun juga koding python untuk Metode RK4 sebagai berikut

```
# Fungsi metode Runge-Kutta orde ke-4
def rk4(f, x0, y0, h, n):
    x_values = [x0]
    y_values = [y0]
    for i in range(n):
        k1 = f(x0, y0)
        k2 = f(x0 + h/2, y0 + h/2 * k1)
        k3 = f(x0 + h/2, y0 + h/2 * k2)
        k4 = f(x0 + h, y0 + h * k3)
        y0 = y0 + (h/6) * (k1 + 2*k2 + 2*k3 + k4)
        x0 = x0 + h
        x_values.append(x0)
        y_values.append(y0)
    return x_values, y_values
```

Untuk mendukung jumlah iterasi maka dituliskan koding baris 1- 2, Untuk membandingkan penyelesaian dari metode RK6 dan RK4, penyelesaian eksak ditulis dengan koding baris 3 – 5, Sedangkan untuk menghitung metode RK6 dan RK4 menggunakan koding baris 6 – 8, sedangkan untuk hasil simulasi dimasukkan ke dalam dataframe untuk tampilan tabel yang nantinya akan ditunjukkan sebagai hasil menggunakan koding baris 9 - 16 yang terlihat pada koding di bawah ini

```
# Menghitung jumlah iterasi
n = int((x_end - x0) / h)
# Menghitung solusi eksak (hanya sebagai referensi; bisa diubah sesuai kebutuhan)
x_exact = np.linspace(x0, x_end, n+1)
y_exact = exact_solution(x_exact)
# Menghitung solusi numerik dengan kedua metode
x_values_rk6, y_values_rk6 = rk6(dydx, x0, y0, h, n)
x_values_rk4, y_values_rk4 = rk4(dydx, x0, y0, h, n)
```

Prosiding Seminar Nasional Jurusan Matematika

Transformasi, Rekonstruksi, dan Integrasi Keilmuan dalam Pembelajaran Matematika Menuju Era Inovasi dan Kolaborasi
Medan, 20 November 2024

```
# Membuat DataFrame untuk perbandingan
comparison_df = pd.DataFrame({
    'x': x_exact,
    'y_exact': y_exact,
    'y_rk6': y_values_rk6,
    'y_rk4': y_values_rk4
})
```

Novelty dari artikel ini adalah perbandingan hasil Metode RK6, Metode Rk4 dan penyelesaian eksak menggunakan koding berikut dan Hasil perbandingan yang ditampilkan dalam tabel yang ditunjukkan pada gambar 1.

```
# Menghitung error absolut dan relatif untuk kedua metode
comparison_df['absolute_error_rk6'] = np.abs(comparison_df['y_exact'] -
comparison_df['y_rk6'])
comparison_df['relative_error_rk6'] = np.abs(comparison_df['absolute_error_rk6'] /
comparison_df['y_exact'])
comparison_df['absolute_error_rk4'] = np.abs(comparison_df['y_exact'] -
comparison_df['y_rk4'])
comparison_df['relative_error_rk4'] = np.abs(comparison_df['absolute_error_rk4'] /
comparison_df['y_exact'])
# Menampilkan tabel hasil perbandingan
print("\nHasil Perbandingan Metode RK6 dan RK4:")
print(comparison_df)
```

Hasil Perbandingan Metode RK6 dan RK4:

	x	y_exact	y_rk6	y_rk4	absolute_error_rk6 \
0	0.000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000e+00
1	0.001	1.001001	1.001001	1.001001	2.341207e-07
2	0.002	1.002004	1.002004	1.002004	3.127527e-07
3	0.003	1.003009	1.003009	1.003008	2.376711e-07
4	0.004	1.004016	1.004016	1.004015	1.065610e-08
...	...	...	...	...	...
1996	1.996	11.723118	15.234288	15.175774	3.511171e+00
1997	1.997	11.736844	15.266765	15.208103	3.529921e+00
1998	1.998	11.750586	15.299287	15.240479	3.548702e+00
1999	1.999	11.764341	15.331853	15.272899	3.567511e+00
2000	2.000	11.778112	15.364461	15.305364	3.586349e+00

	relative_error_rk6	absolute_error_rk4	relative_error_rk4
0	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
1	2.338866e-07	7.897038e-08	7.889141e-08
2	3.121272e-07	3.147033e-07	3.140739e-07
3	2.369581e-07	7.054278e-07	7.033115e-07
4	1.061347e-08	1.249368e-06	1.244370e-06
...	...	...	...
1996	2.995083e-01	3.452656e+00	2.945169e-01
1997	3.007555e-01	3.471259e+00	2.957574e-01
1998	3.020021e-01	3.489893e+00	2.969974e-01
1999	3.032478e-01	3.508557e+00	2.982366e-01
2000	3.044927e-01	3.527251e+00	2.994751e-01

Gambar 1. Tampilan hasil perbandingan RK6 dan RK4.

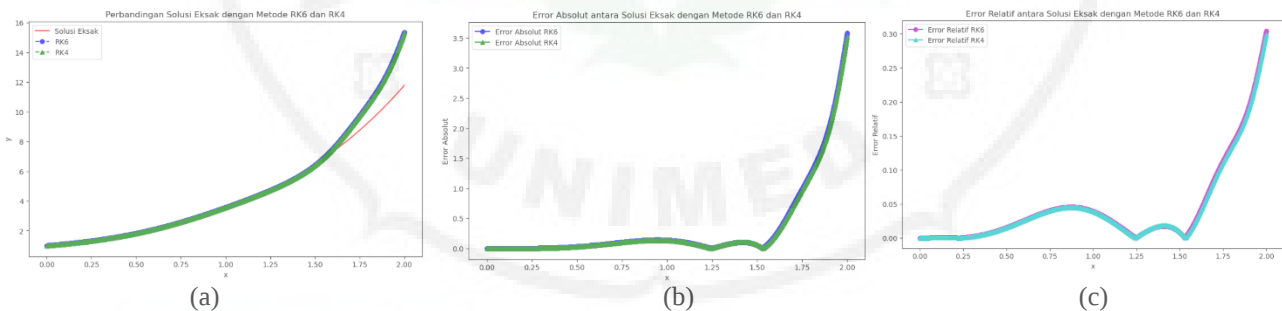
Setelah itu, akan ditampilkan hasil perbandingan menggunakan grafik dengan membuat koding berikut dan hasil akan menampilkan grafik seperti pada gambar 2.

```
# Menampilkan tabel hasil perbandingan
print("\nHasil Perbandingan Metode RK6 dan RK4:")
print(comparison_df)
# Plot perbandingan solusi eksak dengan kedua metode
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(comparison_df['x'], comparison_df['y_exact'], 'r-', label='Solusi Eksak')
plt.plot(comparison_df['x'], comparison_df['y_rk6'], 'bo--', label='RK6')
```

```
plt.plot(comparison_df['x'], comparison_df['y_rk4'], 'g^--', label='RK4')
plt.xlabel('x')
plt.ylabel('y')
plt.title('Perbandingan Solusi Eksak dengan Metode RK6 dan RK4')
plt.legend()
plt.show()

# Plot error absolut
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(comparison_df['x'], comparison_df['absolute_error_rk6'], 'b-o', label='Error
Absolut RK6')
plt.plot(comparison_df['x'], comparison_df['absolute_error_rk4'], 'g-^', label='Error
Absolut RK4')
plt.xlabel('x')
plt.ylabel('Error Absolut')
plt.title('Error Absolut antara Solusi Eksak dengan Metode RK6 dan RK4')
plt.legend()
plt.show()

# Plot error relatif
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(comparison_df['x'], comparison_df['relative_error_rk6'], 'm-o', label='Error
Relatif RK6')
plt.plot(comparison_df['x'], comparison_df['relative_error_rk4'], 'c-^', label='Error
Relatif RK4')
plt.xlabel('x')
plt.ylabel('Error Relatif')
plt.title('Error Relatif antara Solusi Eksak dengan Metode RK6 dan RK4')
plt.legend()
plt.show()
```



Gambar 2. (a) Grafik eksak untuk $0 \leq x \leq 2$, (b) Error Absolut (c) Error Relatif

Hasil simulasi memperlihatkan hasil perbandingan dari hasil penyelesaian menggunakan metode RK6, metode RK4 dan penyelesaian untuk kasus $\frac{dy}{dx} = f(x, y) = x \cdot \sin(y) + e^{-x} \cdot y^2$. Terlepas dari metode yang akurat. Pada artikel ini hanya membahas pembangunan script python untuk menampilkan perbandingan dari dua metode dan penyelesaian eksak. Dengan koding ini, persamaan diferensial order biasa bisa dicari solusinya.

KESIMPULAN

Artikel ini menunjukkan pembangunan script python untuk membandingkan dua metode numerik, yaitu Rk6 dan metode RK4 serta penyelesaian eksak sebagai banchmark untuk menyelesaikan persamaan diferensial biasa (ODE). Dengan hanya script python ini, berbagai penyelesaian dari persamaan diferensial lebih kompleks dapat diselesaikan dengan menampilkan error absolut, relatif error dan solusinya sendiri dengan lebih cepat tanpa mengurangi tingkat akurasi. Script ini bisa menjadikan pilihan koding untuk menyelesaikan persamaan diferensial yang kompleks.

Prosiding Seminar Nasional Jurusan Matematika

Transformasi, Rekonstruksi, dan Integrasi Keilmuan dalam Pembelajaran Matematika Menuju Era Inovasi dan Kolaborasi
Medan, 20 November 2024

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami sangat berterima kasih kepada anggota tim yang turut berkontribusi dalam penyelesaian artikel ini. Dan tak lupa kami ucapkan terima kasih kepada reviewer yang telah memberikan masukan sehingga artikel ini layak dipublikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Shimmary, A.F.A., (2017) Solving Initial Value Problem using Runge-Kutta 6 the Order Method, ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, VOL. 12, NO. 13, 3953-3961
- Beazley, D. M., & Jones, S. A. (2020). Python Cookbook (3rd ed.). O'Reilly Media
- Harris, C. R., Millman, K. J., van der Walt, S. J., et al. (2020). Array programming with NumPy. Nature, 585(7825), 357-362.
- Khajehpour, M., Nasiri, F., & Ansari, F. (2021). Application of sixth-order Runge-Kutta method for simulating fluid dynamics. Journal of Computational Physics, 442, 110-118.
- Luan, V. T., & Ostermann, A. (2020). Efficient exponential time integration schemes for meteorological models. Journal of Computational Physics, 417, 109-125
- Lutz, M. (2020). Learning Python (5th ed.). O'Reilly Media.
- Murray J.D, (2002), *Mathematical Biology: I An Introduction*, Third Edition. Springer: New York, USA
- Ningsi, G. P., & Mungkasi, S. (2019). Penerapan Metode Runge-Kutta dan Iterasi Variasional dalam Simulasi Transmisi Tuberkulosis. Limits: Journal of Mathematics and Its Applications, 16(2), 15-22.
- Press, W. H., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T., & Flannery, B. P. (2007). *Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Reyes, A., & Johnson, D. (2021). Advanced numerical methods for ODE systems: An analysis of higher-order Runge-Kutta methods. Computational Mathematics Journal, 18(3), 45-58.
- Wright, W. M., Luan, V. T., & Pudykiewicz, J. A. (2022). Multi-step methods for differential equations: A comparative study. Journal of Computational Mathematics, 40(4), 598-614.
- Zhang, Y., Liu, H., & Chen, Y. (2021). An efficient implementation of higher-order Runge-Kutta methods. Applied Numerical Mathematics, 173, 184-195