



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

PROSIDING SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA

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 penyebaran 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.

Seksi Acara

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

Dra. Nurliani Manurung, M.Pd.

Dra. Katrina Samosir, M.Pd.

Kairuddin, S.Si., M.Pd.

Publikasi dan Registrasi

Sri Dewi, M.Kom.

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

Ichwanul Muslim Karo Karo, 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.

Konsumsi

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

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

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

Logistik

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

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

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

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 bulliyng

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

Penerapan Algoritma Genetika Dalam Optimasi Komposisi Menu Makanan bagi Penderita Stroke

Yosi Agustina Ritonga^{1*}, Faiz Ahyaningsih²

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

*Corresponding Author: faizahyaningsih@unimed.ac.id

Abstrak, pencegahan dan penanganan stroke dapat dilakukan melalui diet bergizi dengan komposisi yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan menu makanan bagi penderita stroke menggunakan algoritma genetika, di mana setiap individu dalam populasi merepresentasikan kombinasi menu. Proses evolusi dilakukan melalui tiga operator utama: *whole arithmetic crossover* untuk menggabungkan solusi induk secara proporsional, *reciprocal exchange mutation* untuk meningkatkan keragaman dengan menukar elemen dalam individu, dan *elitism selection* untuk mempertahankan solusi terbaik. Hasil pengujian menunjukkan parameter terbaik dengan populasi 175 individu, 150 generasi, crossover rate 0,8, dan mutation rate 0,2. Solusi yang dihasilkan berupa rekomendasi menu optimal dengan tiga kali makan per hari (pagi, siang, malam), mencakup bahan pokok, protein nabati dan hewani, sayuran, serta buah, sesuai kebutuhan gizi penderita stroke. Rekomendasi ini memiliki selisih gizi tidak lebih dari 10% dari kebutuhan, dengan proporsi karbohidrat 60%, protein 80%, dan lemak 20% dari total energi. Hasil penelitian ini mendukung manajemen diet penderita stroke dengan pendekatan terpersonalisasi, membantu keseimbangan asupan gizi, dan mengurangi risiko komplikasi akibat asupan gizi tidak seimbang.

Kata kunci: Algoritma Genetika; Makanan; Stroke

Abstract, stroke prevention and management can be achieved through a well-balanced diet with the right composition. This study aims to optimize meal plans for stroke patients using a genetic algorithm, where each individual in the population represents a meal combination. The evolutionary process is conducted using three main operators: *whole arithmetic crossover* to proportionally combine parent solutions, *reciprocal exchange mutation* to enhance diversity by swapping elements within an individual, and *elitism selection* to retain the best solutions. Experimental results indicate the optimal algorithm parameters: a population of 175 individuals, 150 generations, a crossover rate of 0.8, and a mutation rate of 0.2. The generated solution provides an optimal meal plan with three daily meals (breakfast, lunch, and dinner), including staple foods, plant-based and animal-based proteins, vegetables, and fruits, tailored to the nutritional needs of stroke patients. The recommended meal plans have a nutritional deviation of no more than 10% from the required intake, with a macronutrient composition of 60% carbohydrates, 80% protein, and 20% fat of total energy needs. This study contributes to stroke patient diet management by offering a personalized approach, promoting balanced nutrient intake, and reducing the risk of complications due to improper nutrition.

Keywords: Genetic Algorithm, Food, Strokes

Citation : Ritonga, Y. A. &Ahyaningsih, F. (2024). Penerapan Algoritma Genetika Dalam Optimasi Komposisi Menu Makanan bagi Penderita Stroke. *Prodising Seminar Nasional Jurusan Matematika 2024*. 584 – 592

PENDAHULUAN

Makanan merupakan sumber utama energi bagi manusia serta berperan dalam pertumbuhan dan kesehatan dengan mencukupi kebutuhan akan gizi. Nilai kandungan gizi berbeda dalam tiap makanan. Oleh karena itu komposisi makanan harus diperhatikan dengan baik, karena kuantitas dan kualitas makanan yang dikonsumsi mempengaruhi taraf kesehatan seseorang.

Komposisi makanan dengan gizi seimbang dapat menjaga kesehatan tubuh dan mencegah penyakit terkait gizi. Gizi seimbang adalah susunan asupan sehari-hari yang jenis dan jumlah zat

gizinya sesuai dengan kebutuhan tubuh (Yuningsih, 2022). Keadaan gizi yang optimal dapat meningkatkan kesehatan keadaan sebaliknya akan menyebabkan kesehatan menurun. Tidak optimalnya keadaan gizi menjadi faktor risiko penyakit tidak menular (PTM) salah satunya yaitu stroke (Kemenkes, 2014).

Stroke merupakan sindrom yang terjadi akibat gangguan fungsi otak fokal atau global. Gangguan fungsi saraf pada stroke disebabkan oleh gangguan aliran darah di otak yang dapat menyebabkan kematian. Berdasarkan data hasil riset kesehatan dasar tahun 2018, terjadi peningkatan prevalensi stroke sebesar 3,9% dari tahun 2013 (Kemenkes, 2019). Pasien yang pernah mengalami stroke memiliki risiko tinggi mengalami stroke berulang atau stroke sekunder (Tunik *et al.*, 2022). Stroke berulang sering terjadi setelah pasien keluar dari rumah sakit, terutama akibat kurangnya kontrol diri. Banyak pasien merasa sudah sembuh setelah serangan pertama, sehingga mengabaikan pencegahan seperti menerapkan diet yang sesuai dan rutin menjalani pemeriksaan kesehatan.

Upaya pencegahan dapat dilakukan melalui pengaturan pola makan atau diet. Namun, banyak yang sering meremehkan pentingnya pola makan. Oleh karena itu, meningkatkan status gizi dan melakukan perubahan gaya hidup merupakan metode utama dalam mencegah dan mengobati stroke (Maalouf *et al.*, 2023). Diet bagi penderita stroke bertujuan untuk memilih makanan berdasarkan jumlah kalori dan jenis makanan yang tepat, sehingga kebutuhan gizi terpenuhi, kondisi stroke membaik, dan keseimbangan cairan tubuh tetap terjaga (Almatsier, 2008). Penyusunan menu diet dapat dilakukan dengan menggunakan metode bahan makanan penukar, yaitu mengganti bahan makanan dengan kandungan gizi yang setara (Almatsier, 2008). Namun, perhitungan gizi dengan metode ini dapat menyimpang dari nilai yang dianjurkan. Oleh karena itu, diperlukan metode yang lebih akurat untuk menentukan menu diet yang memenuhi kebutuhan kalori dan gizi serta meminimalkan penyimpangan. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah algoritma genetika.

Algoritma genetika meniru proses genetika dan seleksi alami untuk menghasilkan kromosom terbaik selama berbagai generasi, memecahkan masalah. Setelah melalui proses penguraian atau *decoding*, kromosom tersebut diharapkan dapat memberikan solusi yang hampir ideal. Struktur umum pada algoritma genetika adalah pembentukan suatu populasi kromosom yang nantinya membentuk suatu populasi baru dan menggunakan evaluasi fungsi *fitness* sebagai ukuran kualitas dari setiap kromosom yang terbentuk. Fungsi penyilangan atau *crossover* akan menggabungkan dua kromosom untuk membentuk anak atau *offspring*. Fungsi mutasi (*mutation*) akan memodifikasi kromosom. Tahapan akhir adalah proses seleksi sehingga diperoleh solusi atau individu terbaik (Zukhri, 2014).

Penelitian mengenai penerapan algoritma untuk optimasi komposisi makanan telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Penelitian untuk menentukan komposisi unsur makanan yang ideal untuk konsumsi harian, dengan populasi sebesar 20 telah menghasilkan suatu rekomendasi bahan makanan yang optimal (Maulana *et al.*, 2021). Penerapan algoritma genetika dalam pengoptimalan konsumsi makanan menurut Pedoman Makanan Sehat, didapati tiga model yaitu: makanan, konsumsi, dan komposisi dengan berbagai parameter optimasi (Adriyendi & Melia, 2021). Penelitian yang fokus pada pengaturan asam folat untuk pencegahan stunting, dengan hasil berupa rekomendasi menu makanan tiga kali sehari dan tingkat kesalahan persentase gizi yang rendah (Hermawan *et al.*, 2021). Penerapan algoritma genetika dalam penyusunan menu untuk penderita diabetes, dan memperoleh kombinasi optimal dengan nilai *fitness* terbaik dari ukuran populasi sebesar 250 (Maryamah *et al.*, 2017). Pengembangan sistem rekomendasi makanan bagi penderita penyakit jantung menggunakan algoritma genetika, dengan luaran berupa rekomendasi menu makanan untuk lima kali waktu makan

per hari (Siahaan *et al.*, 2017). Berdasarkan uraian diatas, penelitian akan dilakukan untuk menyelesaikan masalah pengoptimalan kandungan gizi dalam menu diet untuk penderita stroke menggunakan metode algoritma genetika. Penelitian ini bertujuan untuk meminimalkan penyimpangan energi, karbohidrat, lemak dan protein sesuai dengan kebutuhan penderita stroke.

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan merupakan data sekunder dari catatan medis pasien stroke di UPTDK RSU Haji Medan. Sampel yang digunakan adalah pasien stroke yang menjalani perawatan dengan catatan medis yang lengkap meliputi usia, jenis kelamin, berat badan, tinggi badan, dan jenis aktivitas. Alur penelitian ini menggunakan algoritma genetika dengan tahapan berikutnya diawali dengan representasi kromosom yang digunakan adalah bilangan integer. Kemudian dilanjutkan terhadap inisialisasi parameter awal yang terdiri dari kebutuhan kalori harian penderita dan parameter awal algoritma genetika. Parameter awal algoritma genetika ditentukan dengan pengujian terhadap kombinasi parameter yang paling optimal. Sementara parameter awal kebutuhan kalori harian penderita diperoleh dengan perhitungan seperti berat badan ideal (BBI) dimana laki-laki: $BBI = 0,9 \times (TB - 100)$ dan perempuan: $BBI = 0,85 \times (TB - 100)$, TB adalah tinggi badan. indeks massa tubuh (IMT) $IMT = \frac{BB}{TB^2}$, dimana BB = berat badan (kg), TB = tinggi badan (m) dan ambang batas IMT dapat dilihat pada tabel 1 (kemenkes, 2019).

Tabel 1. Batas Ambang Indeks Massa Tubuh (IMT)

Kategori		IMT
Kurus	Kekurangan berat badan tingkat berat	< 17,0
	Kekurangan berat badan tingkat ringan	17,0 – 18,4
Normal		18,5 – 25,0
Gemuk	Kelebihan berat badan tingkat ringan	25,1 – 27,0
	Kelebihan berat badan tingkat berat	> 27,0

Selanjutnya untuk Angka Metabolisme Basal (AMB), laki-laki = $30 \text{ kkal} \times \text{kg BBI}$ dan perempuan = $25 \text{ kkal} \times \text{kg BBI}$. Selanjutnya faktor umur, dimana 40 - 59 tahun = $-5\% \times AMB$, 60 - 69 tahun = $-10\% \times AMB$, dan ≥ 70 tahun = $-20\% \times AMB$. Pada faktor berat badan, kurus = $+20\% \times AMB$, gemuk = $-20\% \times AMB$, dan obesitas = $-30\% \times AMB$. Selanjutnya untuk faktor aktivitas, terdiri dari ringan = $20\% \times AMB$, sedang = $30\% \times AMB$, berat = $40\% \times AMB$, sangat berat = $50\% \times AMB$.

Tabel 2. Kategori Aktivitas

Aktivitas	Jenis Kegiatan
Ringan	Berjalan di jalan yang rata 4-4,8 km/jam, pekerjaan elektronik, memahat, pekerjaan di restoran, bengkel, membersihkan rumah, mengasuh anak, golf, bermain tenis meja
Sedang	Berjalan 5,6-6,4 km/jam, menyangi rumput, mencangkul, membawa beban sedang ($\pm 10\text{kg}$), bersepeda, bermain ski, bermain tenis
Berat	Berjalan menanjak dengan membawa beban berat, menebang pohon, bermain basket, memotong, bermain sepak bola, berenang
Sangat Berat	Berlari maraton, berlari, mendayung dengan cepat, bekerja sangat keras yang luar biasa

Kemudian total kebutuhan energi menggunakan persamaan $\sum E = AMB \pm U \pm BB \pm A$, untuk kebutuhan karbohidrat menggunakan persamaan $K = \frac{60\% \times \sum E}{4}$, untuk kebutuhan protein menggunakan persamaan $P = \frac{80\% \times \sum E}{4}$, dan untuk kebutuhan lemak menggunakan persamaan $L = \frac{20\% \times \sum E}{4}$.

Selanjutnya adalah tahapan inisialisasi populasi awal, dan setelahnya tahapan evaluasi *fitness* yang didapat dari nilai *pinalti* pada kandungan karbohidrat, protein dan lemak. Sehingga fungsi

tujuan: $\text{minimum } Z = p_K + p_P + p_L$, dengan fungsi kendala (persamaan 1) dengan $p_K, p_P, p_L =$ pinalti (Karbohidrat, Protein, Lemak), $N_K, N_P, N_L =$ kebutuhan (Karbohidrat, Protein, Lemak) dan $C_K, C_P, C_L =$ Kandungan (Karbohidrat, Protein, Lemak).

$$p_K = \begin{cases} N_K - C_K, C_K < N_K \\ C_K - N_K, C_K > N_K \end{cases}, p_P = \begin{cases} N_P - C_P, C_P < N_P \\ C_P - N_P, C_P > N_P \end{cases}, \text{ dan } p_L = \begin{cases} N_L - C_L, C_L < N_L \\ C_L - N_L, C_L > N_L \end{cases} \quad (1)$$

Nilai penalti diberikan apabila ada zat gizi yang tidak memenuhi jumlah yang dibutuhkan. Penalti dihitung dari selisih kebutuhan gizi seimbang pasien dengan kandungan gizi pada satu kromosom (Purnomo *et al.*, 2019). Nilai kandungan yang kurang atau melebihi kebutuhan termasuk pinalti, sehingga pinalti karbohidrat, protein dan lemak diperoleh dari dua kemungkinan yaitu jika kandungan gizi kurang dari kebutuhan gizi harian dan jika kandungan gizi lebih dari kebutuhan gizi harian. Oleh karena itu, fungsi tujuan dirancang untuk meminimalkan penalti, sehingga kandungan gizi dalam menu yang dihasilkan mendekati kebutuhan optimal.

Perhitungan nilai *fitness* digunakan persamaan $\text{fitness} = \frac{1}{1 + \sum \text{Pinalti}}$ dan *fitness* individu dievaluasi berdasarkan seberapa kecil pinalti yang diperoleh dalam fungsi tujuan. Semakin kecil nilai pinalti, semakin baik solusi yang dihasilkan. Kemudian dilanjutkan Prosedur *crossover* atau penyilangan adalah proses pertukaran kromosom antara dua induk terpilih, menghasilkan kromosom baru yang mewarisi sifat induknya, mirip reproduksi alami. *Crossover* dilakukan dengan menggunakan metode *Whole Arithmetic Crossover* $n(A) = c_r \times \text{popsize}$. Selanjutnya prosedur mutasi genetika yang bertujuan meningkatkan kualitas individu di atas rata-rata dan memperbaiki kerusakan akibat *crossover*. Mutasi dilakukan dengan menggunakan metode *Reciprocal Exchange Mutation* $n(A) = m_r \times \text{popsize}$ dan diakhiri dengan prosedur seleksi dengan menggunakan metode *elitism*, yaitu memilih individu dengan nilai *fitness* tertinggi. Untuk memastikan keakuratan solusi yang dihasilkan, penelitian ini melakukan uji coba dengan data nyata dari pasien stroke di RSUD Haji Medan. Hasil yang diperoleh dibandingkan dengan kebutuhan gizi penderita yang dihitung pada parameter awal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Representasi Kromosom

Kromosom merepresentasikan komposisi menu makanan penderita stroke berdasarkan perhitungan kalori harian yang dibutuhkan oleh penderita stroke. Representasi kromosom yang digunakan pada penelitian ini adalah representasi permutasi dengan bilangan integer yang berisi nomor makanan yang akan dikonsumsi. Terdapat 14 gen penyusun setiap individu, dimana 4 gen untuk mewakili makan pagi, 5 gen untuk mewakili makan siang, dan 5 gen untuk mewakili makan malam. Masing – masing 5 gen terdiri dari sumber makanan pokok, sumber nabati, sumber hewani, sumber sayuran, dan pelengkap. Untuk data makanan pokok antara 1-32, sumber nabati antara 1-20, sumber hewani antara 1-32, sayuran antara 1-24, dan pelengkap antara 1-28. Masing-masing kategori memiliki rentang kode dari 1 hingga jumlah maksimum yang tersedia. Dalam setiap gen mengandung komponen penyusun karbohidrat, protein, dan lemak. Contoh representasi komponen pada setiap bahan makanan untuk makan pagi, siang dan malam dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Representasi Komponen Pada Setiap Bahan Makanan

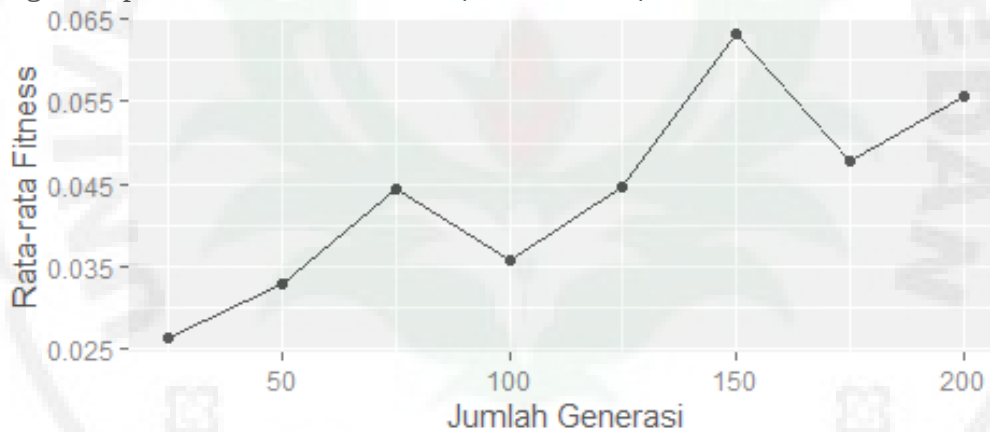
M			N			H			S			B		
K1	P1	L1	K2	P2	L2	K3	P3	L3	K4	P4	L4	K5	P5	L5

Dimana M = makanan pokok; K= berat komponen karbohidrat; N = Sumber Nabati; P= berat komponen protein; H = Sumber Hewani; L= Berat komponen lemak; S= Sayur; dan B= Pelengkap.

Inisialisasi Parameter Awal

Parameter awal adalah pasien berjenis kelamin perempuan berumur 58 tahun bernama Sulyati yang memiliki berat badan 80 kg, tinggi badan 165 cm, dan beraktivitas ibu rumah tangga. Kemudian dilakukan perhitungan kebutuhan kalori, karbohidrat, protein dan lemak harian pasien, sehingga diperoleh BBI = 55,25 Kg, IMT = 29,4 Kg (obesitas), AMB = 381, 25 kkal, faktor umur $U = 69,1$ kkal, faktor berat badan $BB = -414,375$ kkal, dan faktor aktivitas $A = 276,25$ kkal. Dengan demikian total energi adalah 1174,025 kkal, sehingga kebutuhan akan karbohidrat (K), protein (P), dan lemak (L) secara berturut-turut adalah 176,1 gr, 234,8 gr, dan 26,1 gr.

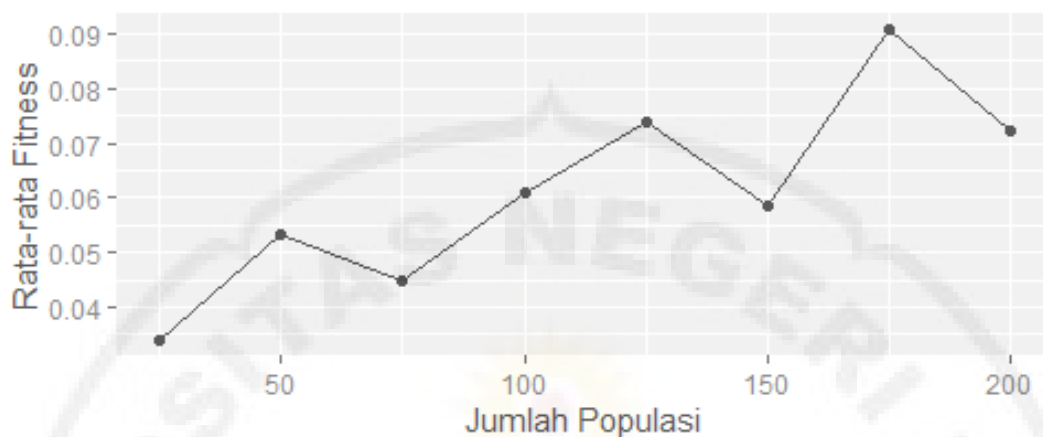
Sebelum menentukan parameter awal yang akan digunakan, dilakukan pengujian untuk mendapatkan kombinasi parameter yaitu ukuran generasi, ukuran populasi, *crossover rate* (c_r) dan *mutationrate* (m_r) yang paling optimal. Setiap parameter akan di uji sebanyak 10 kali. Pada pengujian ukuran generasi, ukuran generasi yang akan diuji adalah kelipatan 25 dari 25 hingga 200. Jumlah populasi yang diterapkan adalah 20 individu, $c_r = 0,8$ dan $m_r = 0,2$.



Gambar 1. Uji Variasi Jumlah Generasi

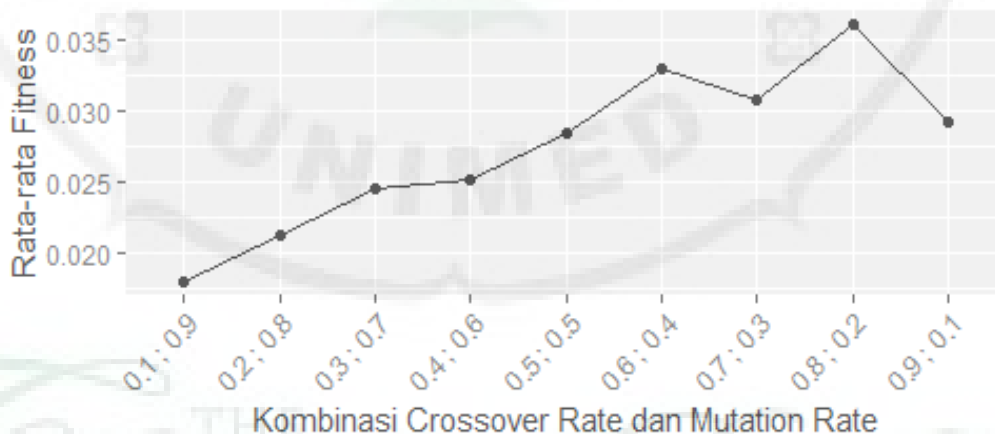
Gambar 1, hasil pengujian antara ukuran generasi dan rata-rata nilai fitness menunjukkan peningkatan sejalan dengan meningkatnya ukuran generasi. Nilai tertinggi 0,0557 berasal dari ukuran generasi 150. Pola perubahan nilai fitness ini juga diperoleh oleh (Siahaan *et al.*, 2017) yang menggunakan algoritma genetika untuk optimasi bahan makanan bagi pasien penyakit jantung. Hasil uji ini mengindikasikan bahwa jika ukuran generasi terlalu kecil, maka area pencarian algoritma menjadi lebih terbatas, sehingga solusinya tidak optimal.

Kemudian pada pengujian ukuran populasi, ukuran populasi yang akan diuji yaitu kelipatan 50 mulai dari 50 sampai 200. Ukuran generasi yang digunakan 50, $c_r = 0,8$ dan $m_r = 0,2$ sehingga diperoleh gambar 2. Gambar 2 menunjukkan grafik yang mengalami kenaikan meskipun terdapat beberapa kali penurunan nilai. Semakin besar ukuran populasi atau popsize maka rata-rata *fitness* yang dihasilkan cenderung meningkat. Dari grafik tersebut nilai rata-rata *fitness* terbaik atau tertinggi yaitu 0,0725 dihasilkan dari populasi berukuran 175. Pada populasi berukuran 150 mengalami penurunan nilai rata-rata *fitness* pola perubahan nilai *fitness* ini juga didapatkan oleh (Siahaan & dkk, 2017) yang menerapkan algoritma genetika pada penderita penyakit jantung. Semakin besar ukuran populasi juga menyebabkan perubahan nilai rata-rata *fitness* tidak terlalu signifikan dan terjadi konvergensi. Konvergensi ini disebabkan oleh proses eksplorasi yang tidak berjalan dengan baik sehingga anak yang dihasilkan pada saat proses reproduksi mirip dengan induknya. Begitu sebaliknya, saat ukuran populasi terlalu kecil area eksplorasi algoritma menjadi sempit sehingga solusi yang dihasilkan kurang baik (Mahmudy, 2014).



Gambar 2. Uji Variasi Ukuran Populasi

Pada pengujian kombinasi *crossover rate* dan *mutation rate*, dengan Nilai-nilai c_r dan m_r yang akan diuji yaitu $\{(0,9; 0,1), (0,8; 0,2), (0,7; 0,3), (0,6; 0,4), (0,5; 0,5), (0,4; 0,6), (0,3; 0,7), (0,2; 0,8), (0,1; 0,9)\}$. Ukuran generasi yang digunakan adalah 50 dan PopSize = 20 sehingga menampilkan gambar 3 yang menunjukkan grafik kenaikan meskipun terdapat beberapa kali penurunan nilai. Pada uji coba ini didapatkan kombinasi $c_r = 0,8$ dan $m_r = 0,2$ menghasilkan rata-rata *fitness* terbaik yaitu 0,0362, sedangkan pada kombinasi $c_r = 0,1$ dan $m_r = 0,9$ menghasilkan rata-rata *fitness* terkecil yaitu 0,0179. Nilai c_r yang terlalu rendah dan m_r terlalu besar mengakibatkan menurunnya kemampuan algoritma genetika untuk belajar dari generasi sebelumnya dan tidak mampu mengeksplorasi daerah optimum lokal (Mahmudy, 2014).



Gambar 3. Pengujian Kombinasi c_r dan m_r

Dari hasil pengujian maka parameter awal algoritma genetika yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: PopSize = 175, ukuran generasi = 150, *Crossover rate* (c_r) = 0,8, *Mutation rate* (m_r) = 0,2

Inisialisasi Populasi Awal

Inisialisasi populasi awal dilakukan dengan mengacak menu makanan dalam individu namun sesuai dengan batas masing-masing menu. Sesuai dengan nilai parameter popSize maka akan dibangkitkan 175 individu. Populasi awal yang telah dibangkitkan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Populasi Awal

Individu \ Kromosom	Menu Pagi				Menu Siang					Menu Malam				
	M	N	H	S	M	N	H	S	B	M	N	H	S	B
I-1	3	15	19	14	10	10	18	22	11	12	20	14	22	25

I-2	1	5	19	9	30	3	8	7	10	16	19	4	14	17
I-3	19	7	21	12	6	10	13	7	9	16	10	23	21	7
I-4	4	6	25	2	30	5	8	12	13	18	1	25	6	21
I-5	6	9	15	16	26	6	11	8	22	7	7	31	16	17

Untuk mendapatkan nilai *fitness*, terlebih dahulu dihitung total pinalti masing-masing individu. Total pinalti diperoleh dengan menjumlahkan nilai pinalti karbohidrat, protein dan lemak. Nilai *fitness* dari setiap individu dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai *Fitness* Tiap Individu pada Populasi Awal

Individu	Total			Penalti			Total Penalti	Fitness
	K	P	L	K	P	L		
I1	265,2	97,4	93,9	89,1	137,4	67,8	294,3	0,00339
I2	223,7	149,7	98,7	47,6	85,1	72,6	205,3	0,00485
I3	206,9	140	142,3	30,8	94,8	116,2	241,8	0,00412
I4	230,6	97,7	48,2	54,5	137,1	22,1	213,7	0,00466
I5	200,6	160,4	151,3	24,5	74,4	125,2	224,1	0,00444

Perhitungan nilai *fitness* bertujuan untuk mengevaluasi seberapa baik setiap individu dalam populasi memenuhi tujuan optimasi. Nilai *fitness* menentukan peluang suatu individu untuk dipilih dalam proses seleksi, crossover, dan mutasi, sehingga individu dengan nilai *fitness* lebih baik memiliki kemungkinan lebih besar untuk bertahan dan menghasilkan keturunan dalam generasi berikutnya. Semakin kecil penyimpangan dari kebutuhan gizi ideal, semakin tinggi nilai *fitness* individu tersebut.

Setelah seluruh inisialisasi dan evaluasi nilai *fitness*, selanjutnya dilakukan pembangkitan populasi dengan *crossover*. Induk atau *parents* untuk proses *crossover* dipilih dari populasi awal. *Crossover rate* yang digunakan adalah 0,8. Banyak *offspring* yang akan dihasilkan ditentukan dengan menggunakan persamaan 26. Dengan nilai *cr* tersebut maka akan dihasilkan *offspring* sebanyak: $n(A) = 0,8 \times 175 = 140$. Jadi akan ada 140 *offspring* yang akan dihasilkan pada proses ini. Populasi baru dari proses *crossover* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. *Offspring* hasil *Crossover*

Individu	Kromosom													
Offspring 1	5	20	31	19	12	2	1	20	4	29	11	5	22	4
Offspring 2	7	7	16	20	15	3	29	4	20	4	1	10	20	11
Offspring 3	11	9	30	2	12	9	19	3	2	3	12	15	9	3
Offspring 4	23	16	26	3	28	13	4	15	23	28	19	29	13	12
Offspring 5	5	20	14	19	12	18	1	20	4	29	11	5	22	23

Dalam proses mutasi sama seperti proses *crossover*, akan dihasilkan *offspring*. *Parent* diambil secara acak dari populasi awal. *Mutation rate* yang digunakan adalah 0,2. Banyak *offspring* yang akan dihasilkan ditentukan dengan menggunakan persamaan 2.27. Dengan nilai *mr* tersebut maka akan dihasilkan *offspring* sebanyak: $n(A) = 0,2 \times 175 = 35$. Jadi akan ada 35 *offspring* yang akan dihasilkan pada proses ini. Populasi baru dari proses mutasi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. *Offspring* hasil Mutasi

Individu	Kromosom													
Offspring 1	9	18	4	10	6	8	1	24	11	12	15	11	15	25
Offspring 2	27	10	29	6	17	10	6	16	16	10	4	21	3	23
Offspring 3	20	15	19	21	13	16	32	15	3	29	19	14	1	24
Offspring 4	3	17	31	5	14	12	13	10	5	28	15	14	7	2
Offspring 5	26	19	2	17	16	19	18	9	32	29	14	15	6	8

Pada proses seleksi *elitism* akan ditentukan individu terbaik dengan mengurutkan nilai *fitness* dari seluruh gabungan populasi yaitu populasi awal, *offspring crossover* dan *offspring* mutasi. Individu dengan nilai *fitness* tertinggi akan terpilih menjadi individu terbaik dan menjadi solusi. Akan

diambil 5 individu terbaik yang mewakili jumlah hari yang diinginkan. Individu terbaik atau solusi yang didapatkan dari proses algoritma genetika dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Elitism

Individu Elit		Kromosom													
E1	31	4	20	23	17	5	2	19	12	2	18	11	19	6	
E2	1	15	21	5	15	19	10	18	10	20	2	10	22	12	
E3	7	11	22	1	7	19	18	16	3	5	2	2	8	12	
E4	7	11	22	1	7	19	18	16	3	5	2	2	8	26	
E5	18	13	12	19	20	20	4	23	27	23	17	12	2	5	

Kode bahan makanan pada individu terbaik kemudian dikembalikan ke nama bahan makanan yang sesuai. E1 merepresentasikan menu hari ke-1 dimana untuk pagi hari menu terdiri dari ubi jalar kukus, kacang kedelai rebus, ikan mujahir goreng, dan terung panjang kukus. Untuk siang hari menu terdiri dari ketupat ketan, kacang merah kering rebus, ayam goreng kalasan (paha), sayur umbut kelapa, dan daging kelapa muda segar. Untuk malam hari menu terdiri dari ubi kukus, tempe gembus, dendeng belut goreng, sayur umbut kelapa dan buah naga merah segar. Total kandungan gizi pada menu hari ke-1 adalah 233,6 gr protein, 29 gr lemak, dan 173 gr karbohidrat.

Pengujian pada 136 data makanan membantu menyusun menu untuk pasien stroke dalam 5 hari. Kebutuhan gizi harian dihitung sebesar 176,1 gr karbohidrat, 234,8 gr protein, dan 26,1 gr lemak. Setelah menerapkan algoritma genetika, kromosom terbaik diperoleh dengan penalti rata-rata 5 hari yaitu: karbohidrat 0,9%, protein 1,9%, dan lemak 7,2%. Persentase penalti menunjukkan berapa persen penyimpangan kandungan gizi pada menu yang dihasilkan dari kebutuhan harian yang seharusnya. Semakin kecil persentase penalti, semakin baik menu yang dihasilkan karena lebih sesuai dengan kebutuhan. Dari hasil perhitungan persentase penalti karbohidrat sebesar 0,9%, persentase protein sebesar 1,9% dan persentase lemak sebesar 7,2%. Karena nilai penalti setiap kandungan berada di bawah 10%, dapat disimpulkan bahwa algoritma genetika memiliki efektivitas sekitar 90% dalam menyusun komposisi makanan yang optimal.

KESIMPULAN

Dari hasil dan pembahasan yang telah diuraikan, berikut kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini, komposisi menu makanan yang optimal bagi penderita stroke terdiri dari bahan makanan pokok, sumber protein nabati, sumber protein hewani, sayuran dan buah sebagai pelengkap, yang disusun untuk tiga waktu makan sehari. Proses dalam algoritma genetika menghasilkan menu yang memadukan proporsi ideal bagi penderita stroke yaitu karbohidrat 60% dari total kebutuhan, protein 80% dari total kebutuhan, dan lemak 20% dari total kebutuhan. Algoritma genetika digunakan untuk meminimalkan penyimpangan terhadap kebutuhan gizi penderita stroke, dengan memastikan setiap menu yang dihasilkan memenuhi kriteria gizi yang diperlukan. Kemudian dalam penyusunan komposisi menu makanan dengan algoritma genetika representasi kromosom yang digunakan adalah bilangan integer, operator yang digunakan yaitu *whole arithmetic crossover*, *reciprocal exchange mutation*, dan *elitism selection*. Nilai parameter algoritma yang paling optimal yaitu: jumlah populasi sebesar 175, nilai *crossover rate* sebesar 0,8, nilai *mutation rate* sebesar 0,2, dan jumlah generasi sebesar 150. Komposisi menu yang dihasilkan dengan metode ini mampu memenuhi kebutuhan gizi pasien dengan nilai selisih gizi tidak lebih dari 10% untuk setiap kandungan karbohidrat, protein, dan lemak.

DAFTAR PUSTAKA

- Adm. (2022, August 2). *Seluruh RSUD di Sumut Bakal Naik Level, RS Haji Medan Jadi Rujukan Jantung, Stroke dan Kanker*. Sumutprov.Go.Id. <https://sumutprov.go.id/artikel/artikel/seluruh-rsud-di-sumut-bakal-naik-level--rs-haji-medan-jadi-rujukan-jantung-stroke-dan-kanker>
- Adriyendi, & Melia, Y. (2021). Optimization using Genetic Algorithm in Food Composition. *International Journal of Computing and Digital Systems*, 10(1), 1019–1029. <https://doi.org/10.12785/IJCDS/100191>
- Almatsier, S. (2008). *Penuntun Diet*. Gramedia Pustaka Utama.
- Hermawan, Reno, C. U., Maryana, S., & Prihatini, M. (2021). Menu Design For Pregnant Women Diet For Stunting Prevention Using Genetic Algorithm. *International Journal of Electrical Engineering and Information Technology*, 04, 1–11.
- Kemenkes. (2014). *Pedoman Gizi Seimbang*. Kementerian Kesehatan RI.
- Kemenkes. (2019). *Laporan Riskesdas 2018 Nasional*.
- Maalouf, E., Hallit, S., Salameh, P., & Hosseini, H. (2023). Eating Behaviors, Lifestyle, and Ischemic Stroke: A Lebanese Case-Control Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), 1–18.
- Mahmudy, W. F. (2014). *Algoritma Evolusi*. Universitas Brawijaya.
- Maryamah, Regasari Mardi Putri, R., & Agung Wicaksono, S. (2017). Optimasi Komposisi Makanan Pada Penderita Diabetes Melitus dan Komplikasinya Menggunakan Algoritma Genetika. 1(4), 270–281.
- Maulana, H., Syekh, I., Cirebon, N., Matematika, T., & Rosnia, V. (2021). ITEJ Information Technology Engineering Journals Implementation of Genetic Algorithm Theory in Determining the Composition of Food Ingredients Sefty Rizqi Annisa. *ITEJ*, 6, 123–130.
- Pos, S. (2022, March 22). 4 RS di Medan jadi rujukan penanganan stroke, Bobby ajak RS lain berkolaborasi. Sumut Pos. <https://sumutpos.jawapos.com/metropolis/2374343087/4-rs-di-medan-jadi-rujukan-penanganan-stroke-bobby-ajak-rs-lain-berkolaborasi>
- Purnomo, A. M., Werdiastu, D., Raissa, T., Widodo, R., & Wijyaningrum, V. N. (2019). Algoritma Genetika untuk Optimasi Komposisi Makanan Bagi Penderita Hipertensi. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 7(1), 1–6.
- Siahaan, E. J. I., Cholissodin, I., & Fauzi, M. A. (2017). *Sistem Rekomendasi Bahan Makanan Bagi Penderita Penyakit Jantung Menggunakan Algoritma Genetika* (Vol. 1, Issue 11).
- Tunik, Niningasih, R., & Yulidaningsih, E. (2022). Faktor - Faktor Penyebab Dan Pencegahan Terjadinya Stroke Berulang. *Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan*, 1(2), 101–108.
- Yuningsih, D. E. (2022, June 6). *Pilar Utama dalam Prinsip Gizi Seimbang*. Yankes.Kemkes.Go.Id. https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/179/pilar-utama-dalam-prinsip-gizi-seimbang