



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 Mengoptimalkan 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

Analisis Regresi Weibull terhadap Determinan Laju Pemulihan Klinis Pasien Penderita Stroke

Suhaimah Harahap^{1*}, & Didi Febrian²

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

*Corresponding Author:suhaimahharahap@mhs.unimed.ac.id

Abstrak, stroke merupakan kondisi medis serius yang tidak hanya berkontribusi terhadap angka kematian, tetapi juga berdampak pada kualitas hidup pasien dan biaya perawatan jangka panjang. Oleh karena itu, memahami determinan yang memengaruhi pemulihan pasien stroke menjadi krusial dalam meningkatkan efektivitas perawatan dan mengurangi risiko komplikasi. Penelitian ini menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi laju pemulihan klinis pasien stroke di RSUD Haji Medan menggunakan model regresi Weibull, yang sesuai untuk menganalisis variabel waktu hingga kejadian. Data diperoleh dari 102 pasien stroke, dengan fokus pada variabel jenis kelamin, kebiasaan merokok, kadar trigliserida, dan riwayat Transient Ischemic Attack (TIA). Hasil analisis menunjukkan bahwa jenis kelamin laki-laki, kebiasaan merokok, hipertrigliserida, dan riwayat TIA secara signifikan memperlambat pemulihan pasien stroke. Odds ratio menunjukkan bahwa laki-laki memiliki kemungkinan 19,58% lebih rendah untuk pulih dibandingkan perempuan, sementara pasien yang merokok, memiliki hipertrigliserida, dan memiliki riwayat TIA mengalami penurunan peluang pemulihan masing-masing sebesar 18,72%, 22,88%, dan 17,58%. Temuan ini menegaskan pentingnya pengelolaan faktor risiko dalam mempercepat pemulihan pasien stroke serta merancang strategi intervensi yang lebih efektif.

Kata kunci: Pemulihan Klinis, Regresi Weibull, Stroke, RSUD Haji Medan, Faktor Risiko

Abstract, stroke is a serious medical condition that not only contributes to mortality rates but also impacts patients' quality of life and long-term healthcare costs. Therefore, understanding the determinants influencing stroke patient recovery is crucial for improving treatment effectiveness and reducing the risk of complications. This study analyzes the factors affecting the clinical recovery rate of stroke patients at RSUD Haji Medan using the Weibull regression model, which is suitable for analyzing time-to-event variables. Data were obtained from 102 stroke patients, focusing on variables such as gender, smoking habits, triglyceride levels, and a history of Transient Ischemic Attack (TIA). The analysis results show that male gender, smoking habits, hypertriglyceridemia, and a history of TIA significantly slow down stroke recovery. The odds ratio indicates that males are 19.58% less likely to recover than females, while patients who smoke, have hypertriglyceridemia, and have a history of TIA experience a decrease in recovery probability by 18.72%, 22.88%, and 17.58%, respectively. These findings highlight the importance of managing risk factors to accelerate stroke recovery and designing more effective intervention strategies.

Keywords: Clinical recovery, Weibull Regression, Stroke, RSUD Haji Medan, Risk

Citation : Harahap, S., & Febrian, D. (2024). Analisis Regresi Weibull terhadap Determinan Laju Pemulihan Klinis Pasien Penderita Stroke. *Prodising Seminar Nasional Jurusan Matematika 2024*. 785 – 794

PENDAHULUAN

Matematika memiliki berbagai penerapan dalam berbagai bidang, salah satunya adalah dalam statistika. Dalam ilmu statistika, faktor-faktor yang memengaruhi waktu ketahanan hidup dapat dianalisis menggunakan metode analisis survival atau yang dikenal sebagai uji ketahanan hidup (Solehah & Fatekurohman, 2019). Analisis survival ini juga disebut sebagai analisis antar kejadian atau time-to-event analysis, yang bertujuan untuk memahami berapa lama suatu individu atau objek bertahan hingga suatu peristiwa tertentu terjadi.

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam analisis data survival, di antaranya pendekatan nonparametrik, parametrik, dan semiparametrik (David G. Kleinbaum, 2012). Dalam penelitian ini, digunakan metode parametrik dengan model regresi Weibull, yang cocok untuk memodelkan kegagalan dan ketahanan dalam masalah yang berkaitan dengan umur seseorang. Distribusi Weibull merupakan salah satu model parametrik yang sering digunakan dalam analisis survival karena memiliki dua parameter utama, yaitu parameter bentuk (*shape*) dan parameter skala (*scale*) (Ota, 2016). Model ini merupakan pengembangan dari distribusi eksponensial, di mana nilai hazard-nya tetap, sementara pada distribusi Weibull, nilai hazard tidak konstan, sehingga lebih mencerminkan kondisi nyata dalam proses pemulihan klinis pasien.

Model regresi Weibull menjadi alat analisis yang efektif dalam penelitian klinis karena fleksibilitasnya dalam menggambarkan perubahan laju risiko (hazard) seiring waktu. Dengan parameter *shape* dan *scale*, model ini memungkinkan peneliti untuk memahami apakah risiko suatu peristiwa (misalnya, pemulihan klinis) meningkat, menurun, atau tetap stabil seiring waktu. Dalam konteks pemulihan pasien stroke, waktu survival digunakan untuk mengukur lamanya waktu hingga pemulihan klinis tercapai, sehingga memungkinkan peneliti untuk memahami efektivitas intervensi medis serta faktor-faktor yang memengaruhi hasil tersebut.

Stroke merupakan salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas di dunia. Penyakit ini menempati peringkat ketiga sebagai penyebab kematian global setelah kanker dan penyakit jantung, serta menjadi penyebab utama kecacatan di seluruh dunia. Data menunjukkan bahwa stroke menyebabkan 66 juta kematian dan 143 juta kecacatan secara global. Selama empat dekade terakhir, kejadian stroke meningkat lebih dari 100% di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah (Firmawati et al., 2023). Di Indonesia, sebagai negara berkembang, angka morbiditas stroke juga masih tinggi, yaitu 14,7 per mil pada tahun 2018, mengalami peningkatan dari tahun 2013 sebesar 2,6 per mil (Kementerian Kesehatan, 2023).

Proses pemulihan stroke sangat kompleks dan dipengaruhi oleh berbagai faktor. Menurut American Heart Association (AHA, 2015), faktor risiko stroke dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu faktor yang dapat dimodifikasi (seperti merokok, hipertensi, dan kadar lipid dalam darah) dan faktor yang tidak dapat dimodifikasi (seperti usia dan jenis kelamin) (Kementerian Kesehatan, 2022). Memahami faktor-faktor yang memengaruhi laju pemulihan sangat penting dalam berbagai aspek klinis, seperti prediksi waktu pemulihan pasien, perencanaan perawatan yang lebih efektif, pengembangan strategi intervensi yang tepat, serta evaluasi efektivitas berbagai jenis terapi.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa beberapa faktor klinis dan demografis berpengaruh signifikan terhadap waktu ketahanan hidup pasien dengan berbagai kondisi medis. Misalnya, penelitian oleh Solehah & Fatekurohman, (2019) selanjutnya pada penelitian (Mufidah & Purhadi, 2016) Secara visual, informasi menunjukkan bahwa semakin lama waktu yang diperlukan pasien DBD untuk mengalami pemulihan kondisi klinis (*t*), semakin kecil peluang pasien DBD untuk belum sembuh hingga waktu tertentu, mendekati nol. Pengujian parsial pada variabel usia, jenis kelamin, leukosit, dan hematokrit menunjukkan bahwa variabel-variabel ini memengaruhi model. Pemulihan kondisi klinis pasien DBD dapat diinterpretasikan melalui nilai *hazard ratio* atau untuk penelitian yang sesama penyakit yaitu pada penelitian (Nurul Imani, 2018) dimana penelitian ini menampilkan hasil pengujian akhir pengujian parsial yaitu, faktor-faktor yang mempengaruhi laju perbaikan kondisi klinis pasien penderita stroke seperti jenis kelamin, hiperkolestrolema, hipertrigliseridemia, dan jenis stroke. Usia, penyakit jantung, diabetes mellitus, hiperkolesterol dan TIA menunjukkan

model regresi weibull terbaik pada faktor-faktor yang mempengaruhi laju perbaikan kondisi klinis pasien penderita stroke di RSUD Haji Surabaya pada penelitian (Furqon, A. 2014).

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, penelitian ini akan fokus pada penggunaan Regresi Weibull. Meskipun sudah ada penelitian sebelumnya tentang Regresi Weibull, penelitian tersebut diterapkan pada penyakit yang berbeda dan dengan variabel yang berbeda pula atau menambah variabel dari sebelumnya. Oleh karena itu, peneliti melakukan penelitian terkait faktor – faktor yang berpengaruh terhadap laju pemulihan kondisi klinis pada pasien penderita stroke dengan menggunakan model regresi Weibull. Diharapkan penelitian ini akan membantu rumah sakit menganalisis waktu laju kesembuhan pasien penyakit stroke di rumah sakit dan juga akan membantu rumah sakit lebih memahami faktor-faktor yang memengaruhi waktu nyata laju kesembuhan seorang pasien.

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari rekam medis pasien stroke yang pernah dirawat inap di UPTD Khusus RSUD Haji Medan dalam periode Oktober 2023 hingga Juni 2024. Data tersebut mencakup pasien yang memenuhi kriteria inklusi yang telah ditentukan. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel dependen dan variabel independen. Variabel dependennya adalah Waktu survival (dalam satuan hari), yaitu waktu yang dihitung sejak pasien mulai menjalani perawatan hingga sembuh atau mengalami kejadian tertentu. Data survival ini mencakup data tersensor, yaitu pasien yang masih dalam perawatan hingga akhir periode penelitian. Sedangkan untuk variabel independen adalah variabel-variabel yang diperkirakan memengaruhi kecepatan pemulihan pasien stroke, untuk lebih detail dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Kode	Variabel	Ukuran	Kategori
T	Waktu survival penderita stroke	Kontinu	-
X_1	Tekanan Darah Sistolik	Kontinu	-
X_2	Tekanan Darah Diastolik	Kontinu	-
X_3	Umur	Kontinu	-
X_4	Jenis Kelamin	Kategori	1: Laki – Laki; 0: Perempuan
X_5	Jenis Pembayaran	Kategori	1: BPJS; 0: Non BPJS
X_6	Merokok	Kategori	1: Iya; 0: Tidak
X_7	Penyakit jantung	Kategori	1: Iya; 0: Tidak
X_8	Diabetes mellitus	Kategori	1: Iya; 0: Tidak
X_9	Hiperkolestrol	Kategori	1: Iya; 0: Tidak
X_{10}	Hipertrigliserida	Kategori	1: Iya; 0: Tidak
X_{11}	TIA	Kategori	1: Iya; 0: Tidak
X_{12}	Jenis Stroke	Kategori	1: Iskemik; 0: Hemoragik

Tahapan-tahapan penelitian yang akan dilakukan diawali dengan analisis deskriptif yakni menggambarkan karakteristik pasien stroke yang dirawat di UPTD Khusus RSUD Haji Medan. Kemudian dilanjutkan dengan uji distribusi variabel dependen dengan menggunakan uji Anderson-Darling dan Kolmogorov-Smirnov untuk menentukan apakah waktu survival mengikuti distribusi Weibull seperti persamaan (1) dengan hipotesis; H_0 = variabel dependen yang berdistribusi weibull; dan H_1 = variabel dependen yang tidak berdistribusi weibull

$$A^2 = -n - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (2i-1) [\ln F(t_i) + \ln(1-F(t_{n+1-i}))] \quad (1)$$

Kemudian tahapan selanjutnya adalah uji multikolinearitas. Jika variabel kontinu diuji menggunakan nilai Variance Inflation Factor (VIF) atau persamaan 2, dengan kriteria: Jika VIF melebihi 10 menandakan adanya multikolinearitas yang signifikan, sehingga perlu diatasi. Selain menggunakan penilaian VIF, nilai koefisien korelasi Pearson (r_{ij}) antar variabel independen juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi multikolinearitas. Jika korelasi diantara variabel independen itu lebih dari 95%, maka dapat disimpulkan adanya multikolinearitas. Uji tambahan dilakukan untuk variabel kategorik dengan uji chi-square

$$VIF = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (2)$$

$$r_{x_1 x_2} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_{1i} x_{2i} - (\sum_{i=1}^n x_{1i}) (\sum_{i=1}^n x_{2i})}{\sqrt{(n \sum_{i=1}^n x_{1i}^2) - (\sum_{i=1}^n x_{1i})^2} \sqrt{(n \sum_{i=1}^n x_{2i}^2) - (\sum_{i=1}^n x_{2i})^2}} \quad (3)$$

Selanjutnya akan dilakukan pemilihan model terbaik yang ditentukan berdasarkan nilai Akaike's Information Criterion (AIC) (persamaan 4), dengan kriteria model terbaik adalah model dengan AIC terkecil. Sedangkan untuk uji signifikansi parameter dengan menguji model statistik uji rasio terbaik secara bersamaan likelihood (persamaan 5 dan persamaan 6). Kemudian, uji Z digunakan untuk pengujian parsial (persamaan 7) dimana H_0 ditolak jika $|Z_{hit}| > Z_{\alpha/2}$ atau $p - value < \alpha$ dan nilai $\alpha = 5\%$

$$AIC = -2 \ln L(\hat{\theta}) + 2k \quad (4)$$

$$G^2 = -2 \ln \Lambda \quad (5)$$

$$\Lambda = \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} \quad (6)$$

$$Z = \frac{\hat{\beta}}{SE(\hat{\beta}_j)} \quad (7)$$

Penentuan estimasi parameter model regresi terbaik Weibull menggunakan metode maksimum kemungkinan dan menghasilkan model survival, yang kemudian diubah menjadi model Regresi Weibull ke dalam fungsi hazard. Menurut (Lawless, 2002), fungsi kepadatan peluang (FKP) distribusi Weibull, ditulis sebagai berikut dengan parameter scale λ dan parameter bentuk γ : FKP distribusi weibull (persamaan 8)

$$f(t) = \frac{\gamma}{\lambda} \left(\frac{t}{\lambda}\right)^{\gamma-1} \exp\left(-\left(\frac{t}{\lambda}\right)^\gamma\right), \lambda > 0, \gamma > 0 \text{ dan } t > 0 \quad (8)$$

Sebagai contoh, model γ diperoleh dari Regresi Weibull: $\ln \lambda = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p$ dengan fungsi distribusi Weibull $F(t) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{t}{\lambda}\right)^\gamma\right)$ dan fungsi survival $S(t_i) = \exp\left(-\left(\frac{t_i}{\lambda_i}\right)^\gamma\right)$. Selanjutnya untuk waktu kematian t_i , dimana i adalah pasien yang berkontribusi untuk likelihood ditunjukkan seperti persamaan 9. Dimana : $\lambda_i = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip})$

$$f(t_i) = \frac{-\partial S(t)}{\partial t} |_{t=t_i} = \frac{\gamma}{\lambda_i^\gamma} t_i^{\gamma-1} \exp\left(-\left(\frac{t_i}{\lambda_i}\right)^\gamma\right) \quad (9)$$

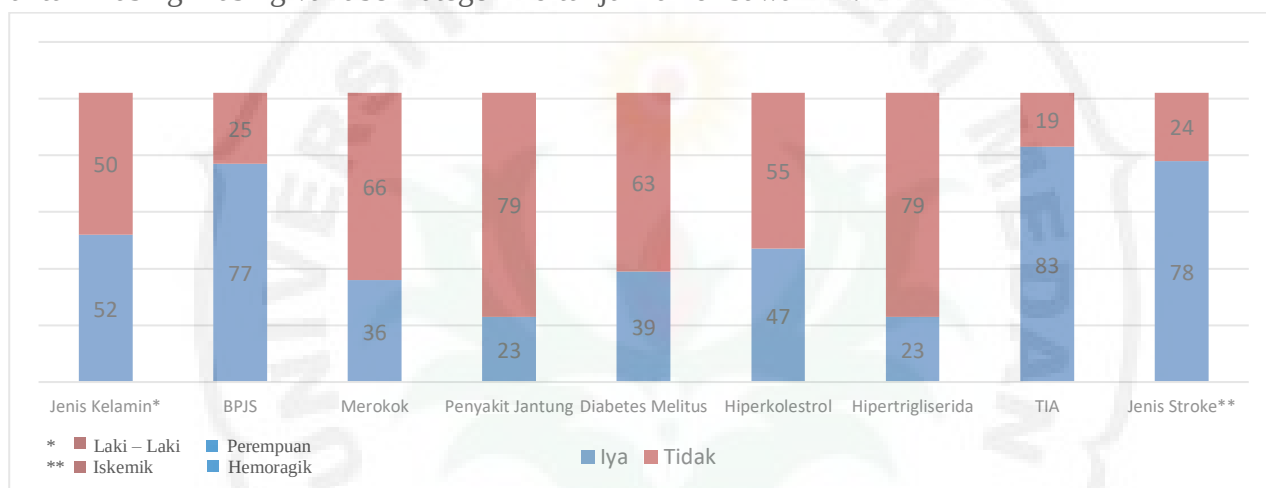
Menghitung laju pemulihan kondisi klinis pasien yang mengalami stroke: Menentukan nilai rasio kemungkinan untuk setiap variabel independen yang mempengaruhi pemulihan kondisi klinis pasien yang mengalami stroke serta memvisualisasikan. Interval kepercayaan (95% CI) untuk OR dihitung menggunakan ekspresi $CI = OR \pm 1.96 \times SE(\ln OR)$. Memvisualisasikan hasil melalui

grafik hazard dan survival dan Analisis data dilakukan menggunakan **RStudio** dengan paket **survival**, **flexsurv**, dan **MASS** untuk pemodelan regresi Weibull.

$$Odds\ ratio = \frac{odds\ h(t|x = 1)}{odds\ h(t|x = 0)} \quad (10)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis deskriptif pada variabel kategorik dan numerik untuk memberikan gambaran umum dari variabel yang diteliti. Susunan data yang berasal dari kelas data tertentu yang telah dikelompokkan ke dalam beberapa kelompok disebut distribusi frekuensi. Hasil distribusi frekuensi untuk masing-masing variabel kategorik ditunjukkan di bawah ini:

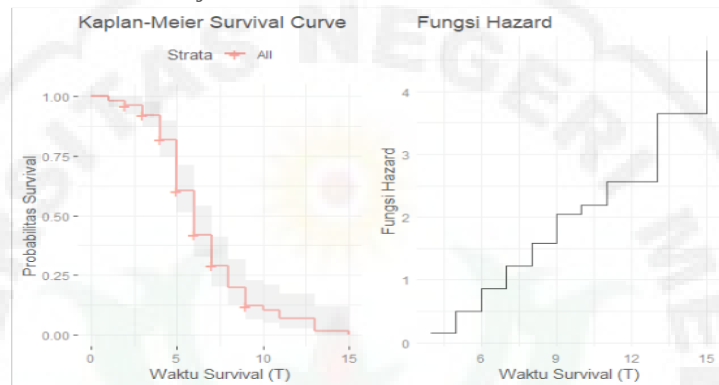


Gambar 1. Distribusi Frekuensi Variabel Independen

Gambar 1 menampilkan nilai frekuensi pada masing-masing variabel independen dan atributnya. Dalam variabel jenis kelamin, ada 52 pasien laki-laki dan 50 pasien perempuan, yang menunjukkan bahwa pasien laki-laki memiliki frekuensi yang lebih tinggi dibandingkan pasien perempuan. Sebanyak 77 pasien menggunakan BPJS sebagai metode pembayaran, sedangkan 25 pasien menggunakan metode non-BPJS. Dari segi kebiasaan merokok, 36 pasien merupakan perokok, sementara 66 pasien tidak merokok. Sebanyak 23 pasien memiliki riwayat penyakit jantung, sedangkan 79 pasien tidak. Pasien dengan diabetes melitus berjumlah 39 orang, sementara 63 pasien tidak memiliki diabetes. Sebanyak 47 pasien mengalami hiperkolesterol, sedangkan 55 pasien tidak. Hipertrigliseridaditemukan pada 23 pasien, sedangkan 79 pasien lainnya tidak mengalami kondisi tersebut. Mayoritas pasien, yaitu 83 orang, memiliki riwayat Transient Ischemic Attack (TIA), sementara 19 pasien tidak. Dalam hal jenis stroke, 78 pasien mengalami stroke infark, sedangkan 24 pasien tidak. Data ini menggambarkan distribusi karakteristik pasien stroke yang dirawat, dengan sebagian besar pasien memiliki riwayat TIA, diabetes melitus, dan hiperkolesterolemia.

Hasil pengujian distribusi data ini menggunakan pengujian antara Kolmogorov-Smirnov dan Anderson-darling. Hasil pengujian menampilkan bahwa distribusi Weibull memiliki nilai A_{hit}^2 0,5443 dan A_{tab}^2 pada signikan 0,01 yaitu 1,933. Maka disimpulkan bahwa $0,5443 < 1,933$ atau dengan $A_{hit}^2 < A_{0,01}^2$, dengan penjelasan bahwa parameter yang menunjukkan kecocokan yang cukup baik dengan sebaran waktu survival pada pasien penderita stroke. Berdasarkan nilai parameter yang diperoleh; (1) parameter bentuk (shape, γ): 3,3649 dengan standar error (SE) sebesar 0,2506; (2) parameter skala (scale, λ): 9,371 dengan SE sebesar 0,2920.

Setelahnya dilakukan visualisasi dengan menggambarkan plot survival dan hazard pada variabel waktu survival. Dimana Plot *hazard* kumulatif menunjukkan bahwa nilai ($H(t)$) cenderung meningkat seiring dengan waktu (t). Ini berarti bahwa lebih lama seseorang mengalami kondisi yang sedang diteliti (misalnya, pemulihan klinis), laju kejadian atau risiko pemulihan semakin meningkat. Dengan kata lain, semakin lama seseorang berada dalam waktu pengamatan, laju kejadian yang berkaitan dengan pemulihan kondisi klinis menjadi semakin tinggi. Pada data waktu survival (T), plot kumulatif *hazard* dan survival ditunjukkan di bawah ini.



Gambar 2. Plot (a) kumulatif survival dan (b) kumulatif hazard pada data waktu survival

Kemudian hasil uji multikolinearitas tidak adanya hubungan korelasi antara variabel-variabel independen adalah syarat penting untuk membangun model regresi yang baik (Sulistiyani & Purhadi, 2013). Untuk melakukan prediksi parameter atau juga pemodelan regresi, variabel independen harus diuji multikolinieritas, baik kategorik maupun kontinu. Hal ini ditunjukkan nilai VIF dimana tekanan darah sistolik (1,640) dan tekanan darah diastolik (1,640). Kemudian Koefisien korelasi pearson pada variabel umur, tekanan darah Sistolik, dan tekanan darah diastolik. Nilai koefisien korelasi, yang masing-masing berada di bawah 0,95 atau 95%, menunjukkan bahwa tidak ada korelasi yang sangat tinggi di antara variabel. Secara keseluruhan nilai VIF setiap Variabel diperoleh; Umur (1,323952); Jenis Kelamin (2,359214); Jenis Pembayaran (1,234012); Merokok (2,620100); Penyakit Jantung (1,159200); Diabetes Mellitus (1,265883); Hiperkolesterol (1,267733); Hipertrigliserida (1,173908); TIA (4,292712) dan Jenis Stroke (4,282859). Sehingga hasil analisis ini menunjukkan bahwa tidak ada gejala multikolinieritas antara variabel independen dengan tipe kontinu dan kategorik. Hubungan antar variabel: Sebagian besar kombinasi, variabel ini menunjukkan hubungan yang saling independen atau bebas. Jika variabel terdapat multikolinearitas menyebabkan peningkatan varians error dari estimasi parameter, yang berarti hasil model akan cenderung tidak akurat. Kesalahan dalam parameter bisa signifikan ketika ada multikolinearitas yang kuat di antara variabel-variabel prediktor.

Tabel 2. Nilai Akaike's Information Criterion (AIC)

Variabel	AIC
Semua variabel independen	458,1538
Tanpa jenis stroke	456,,2218
Tanpa jenis stroke dan tekanan darah diastolik	454,3082
Tanpa jenis stroke, tekanan darah diastolik, dan umur	452,4921
Tanpa jenis stroke, tekanan darah diastolik, umur, dan penyakit jantung	450,8634
Tanpa jenis stroke, tekanan darah diastolik dan sistolik, umur, penyakit jantung dan diabetes mellitus	449,7385
Jenis Kelamin, jenis pembayaran, merokok, hiperkolesterol, hipertrigliserida dan TIA	448,4421

Proses pemilihan model terbaik pada *backward* ialah mengeliminasi atau dikeluarkan variabel secara bertahap (Collett, 2015b) disebut juga seleksi model terbaik melihat nilai AIC dengan eliminasi backward dan pengujian signifikansi variabel untuk mengetahui model yang paling efektif untuk menggambarkan laju pemulihan kondisi klinis pasien yang mengalami stroke terhadap faktor-

faktor yang diduga mempengaruhinya. Pada model akhir yang menyisakan enam nama variabel independen, yaitu usia, penyakit jantung, diabetes mellitus, hiperkolesterol, TIA, dan jenis stroke, semua variabel terbukti signifikan pada taraf signifikansi 5 %. Oleh karena itu, model terbaik adalah model dengan enam variabel independen tersebut, dengan nilai AIC terkecil sebesar 448,4421.

Pada uji ini dilakukan dengan bantuan analisis R-Studio yang mana untuk mendapatkan *goodness-of-fit* dengan memastikan model terakhir adalah model terbaik

Tabel 3. Goodness-off-fit

Scale	0,33
Loglik (model)	-216,2
Loglik (intercept only)	-224,6
cgisq	16,85
p	0,0098
n	102

Setelah melakukan pemilihan model terbaik dengan melihat AIC, selanjutnya melakukan uji bersama dan parsial dilakukan untuk mengetahui apakah variabel independen memiliki dampak yang signifikan. Hipotesis berikut digunakan untuk menguji secara bersamaan (uji simultan) adalah; $H_0 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_9 = \beta_{10} = \beta_{11}$; dan $H_1 = \text{min. ada yang satu } \beta_j \text{ tidak sama dengan } 0$; $j = 4,5,6,9,10,11$. Hasil uji serentak pada Lampiran 5 memperoleh nilai $p - \text{value}$ sebesar 0,0098, serta nilai $\ln(L(\bar{\omega})) = -224.6$ dan $\ln(L(\hat{\Omega})) = -216.2$ sehingga diperoleh nilai $G^2 = -2 \ln \frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})} = -2 \ln \frac{\exp(-224,6)}{\exp(-216,2)} = 16,85$. Dengan menggunakan taraf signifikansi 5%, diperoleh nilai X^2_{tabel} sebesar 3,841. Karena nilai X^2 yang dihitung lebih besar daripada nilai X^2_{tabel} , maka keputusan yang diambil adalah menolak hipotesis nol (H_0). Ini berarti bahwa min. ada satu variabel independen yang signifikan mempengaruhi model, ditampilkan oleh p-value yang sangat kecil (kurang dari 0,05).

Sedangkan untuk uji parsial dilakukan untuk mengidentifikasi variabel independen yang paling signifikan. Hipotesis yang akan digunakan di bawah ini; $H_0: \beta_j = 0$ dan $H_1: \beta_j \neq 0$ dimana $\alpha = 5\%$ dan $Z_{\text{tabel}} = 1,645$. Setelah mengetahui variabel yang signifikan terhadap laju pemulihan kondisi klinis pasien penderita stroke, akan membuat model regresi Weibull yang didasarkan pada nilai taksiran parameter. Nilai taksiran parameter untuk model terbaik regresi Weibull dari variabel yang signifikan dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Estimasi Parameter

Variabel	DF	Estimasi	Z	Signifikansi
(Intercept)	1	1,9960	16,40	<2e-16
Jenis Kelamin (Laki – Laki)	1	-0,2179	-2,17	0,0302
Merokok (Ya)	1	-0,2073	2,63	0,0086
Hipertriglisierida (Ya)	1	-0,2598	-3,05	0,0023
TIA (Ya)	1	-0,1933	-2,22	0,0265

Hasil estimasi parameter yang ditunjukkan pada tabel 3 dengan nilai $\gamma = 0,331$ digunakan untuk membuat model regresi weibull dan fungsi bahaya regresi weibull. Model ini disusun berdasarkan t waktu survival, jenis kelamin, merokok, hipertriglisieridan, dan TIA

$$\hat{\lambda} = \exp(1,9960 - 0,2179(\text{jenis kelamin}) - 0,2073(\text{merokok}) - 0,2598(\text{hipertriglisierida}) - 0,1933(\text{TIA}))$$

Persamaan $\hat{\lambda}$ menggambarkan bahwa taksiran nilai $\hat{\lambda}$ jika dicontohkan pasien yang berjenis kelamin laki – laki dengan kondisi pembayaran BPJS, kebiasaan merokok dan riwayat penyakit hiperkolestrol,

hipertrigliserida dan TIA sebesar 4,939. Selanjutnya fungsi kepadatan peluang, fungsi kumulatif dan fungsi survival yang diperoleh sebagai berikut.

$$\hat{f}(t) = \left(\frac{\hat{\gamma}}{\hat{\lambda}\hat{\gamma}}\right) t^{\hat{\gamma}-1} \exp\left(-\left(\frac{t}{\hat{\lambda}}\right)^{\hat{\gamma}}\right)$$

Pada rumus diatas dapat mencari fungsi kepadatan peluang (PDF) untuk distribusi weibull pada $t = 4$ dengan $k = 3,02$ dan $\lambda = 4,939$ adalah

$$f(t) = \frac{k}{\lambda} \left(\frac{t}{\lambda}\right)^{k-1} \exp\left(-\left(\frac{t}{\lambda}\right)^k\right)$$

Sehingga $f(4) \approx \frac{3,02}{6,901} \cdot 0,4203 \cdot 0,7507 \approx 0,1558$. Selanjutnya untuk menentukan Fungsi Distribusi Kumulatif (CDF)

$$F(t) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{t}{\lambda}\right)^k\right)$$

Diperoleh $F(4) = 1 - 0,7507 = 0,2493$ dan untuk Menghitung Fungsi Survival

$$S(t) = 1 - F(t) = \exp\left(-\left(\frac{t}{\lambda}\right)^k\right) \text{ atau } \hat{S}(t) = \exp\left(-\left(\frac{t}{\hat{\lambda}}\right)^{\hat{\gamma}}\right)$$

Diperoleh $S(4) = 0,7507$. Kemudian nilai probabilitas pemulihan kondisi klinis dalam jangka waktu t ke $t + \Delta t$ saat t adalah $P(T \in [t, t + \Delta t] | T > t) = \frac{f(t)}{s(t)}$ atau $\hat{h}(t_i) = \left(\frac{\hat{\gamma}}{\hat{\lambda}\hat{\gamma}}\right) t^{\hat{\gamma}-1}$ diperoleh $P(4 \leq T < 4 + \Delta t | T > 4) = \frac{0,1558}{0,7507} \approx 0,2075$.

Jika dimisalkan pasien berjenis kelamin laki – laki dan juga memiliki waktu pemulihan kondisi klinis t yaitu 4 hari, dimana peluang pemulihan kondisi klinis pada jangka waktu t ke $t + \Delta t$ (saat t) untuk pasien yang memiliki kondisi kebiasaan merokok dan riwayat penyakit hipertrigliserida dan TIA ($\hat{\lambda} = 4,9394$) adalah sebesar 0,2075. Itu berarti jumlah waktu yang diperlukan oleh pasien yang berjenis kelamin laki – laki dengan memiliki kebiasaan merokok serta riwayat penyakit hipertrigliserida dan TIA peluang pemulihan klinis lebih rendah daripada yang sebaliknya, dengan alasan ini bisa dilihat dari hasil fungsi kepadatan peluang (PDF), fungsi distribusi kumulatif (CDF) serta fungsi survival dan berakhir pada fungsi hazard mengalami pemulihan kondisi klinis.

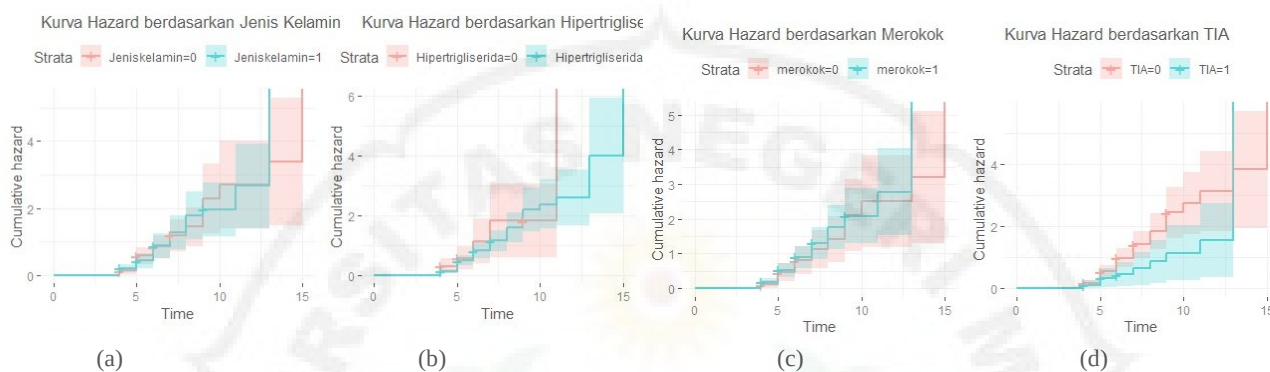
Nilai odds ratio untuk setiap variabel yang signifikan dalam model regresi Weibull dapat digunakan untuk menilai laju pemulihan kondisi klinis pasien stroke; nilai odds ratio untuk variabel kontinu dan kategorik disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Nilai odds ratio

Variabel	Estimasi	Odds Ratio
Jenis Kelamin (Laki – Laki)	-0,2179	0,8042
Merokok (Ya)	-0,2073	0,8128
Hipertrigliserida (Ya)	-0,2598	0,7712
TIA (Ya)	-0,1933	0,8242

Variabel jenis kelamin (laki-laki) pada Tabel 5 memiliki nilai Odds Ratio sebesar 0,8042, menunjukkan bahwa laki-laki memiliki kemungkinan 0,8042 kali lebih kecil untuk mencapai pemulihan klinis dibandingkan perempuan, atau 1,2431 kali lebih lama. Pasien yang merokok memiliki Odds Ratio 0,8128, mengindikasikan penurunan kemungkinan pemulihan sebesar 18,72% dibandingkan pasien non-perokok. Pasien dengan hipertrigliserida memiliki Odds Ratio 0,7712, menandakan mereka 0,7712 kali lebih kecil kemungkinannya untuk pulih dibandingkan pasien tanpa hipertrigliserida, atau 1,2963 kali lebih lama. Pasien dengan riwayat TIA menunjukkan Odds Ratio

0,8242, berarti mereka memiliki peluang 0,8242 kali lebih kecil untuk mencapai pemulihan dibandingkan yang tanpa riwayat TIA, atau 1,2131 kali lebih lama untuk pemulihan. Berikut hasil visualisasi yang dihasilkan dalam Laju Perbaikan Klinis Pasien Stroke (a) Jenis Kelamin (b) Hipertrigliserida (c) Merokok (d) TIA



Gambar 3. Laju Perbaikan Klinis Pasien Stroke (a) Jenis Kelamin (b) Hipertrigliserida (c) Merokok (d) TIA

Hasil visualisasi plot kumulatif hazard pada Gambar 3 menunjukkan perbedaan laju perbaikan kondisi klinis pasien berdasarkan faktor-faktor tertentu. Pasien laki-laki (garis biru) memiliki laju perbaikan yang lebih lambat dibandingkan perempuan (garis merah muda), menandakan bahwa perempuan memiliki risiko kumulatif yang lebih rendah dalam pemulihan. Pasien dengan hipertrigliseridemia (garis biru) menunjukkan hazard kumulatif yang lebih tinggi, mengindikasikan perbaikan klinis yang lebih lambat dibandingkan pasien tanpa hipertrigliseridemia (garis merah muda). Perokok (garis biru) juga menunjukkan laju perbaikan yang lebih lambat dibandingkan non-perokok (garis merah muda), yang mencerminkan kontribusi merokok terhadap risiko kumulatif yang lebih tinggi. Terakhir, pasien tanpa riwayat TIA (garis merah muda) memiliki laju perbaikan yang lebih cepat dibandingkan mereka yang memiliki riwayat TIA (garis biru), yang menunjukkan bahwa riwayat TIA dapat memperlambat proses pemulihan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata waktu pemulihan pasien stroke di RSU Haji Medan pada tahun 2023 adalah 6 hari. Tekanan darah pasien umumnya di atas batas normal, dan sebagian besar pasien adalah laki-laki, menerima pembayaran melalui BPJS, serta memiliki riwayat merokok, hipertrigliserida, dan TIA. Faktor yang paling berpengaruh terhadap laju pemulihan adalah jenis kelamin, kebiasaan merokok, hipertrigliserida, dan riwayat TIA. Pasien laki-laki, perokok, serta mereka yang memiliki hipertrigliserida dan riwayat TIA memiliki kemungkinan lebih rendah untuk mencapai pemulihan kondisi klinis dibandingkan dengan kelompok lainnya.

Hasil ini menegaskan bahwa faktor metabolik dan gaya hidup berperan penting dalam pemulihan pasien stroke. Oleh karena itu, diperlukan strategi intervensi medis yang lebih efektif, seperti program edukasi pencegahan faktor risiko, pengelolaan dislipidemia yang lebih ketat, serta pemantauan khusus bagi pasien dengan riwayat TIA.

Penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi faktor lain yang dapat mempengaruhi pemulihan, seperti dukungan sosial, status gizi, dan kepatuhan terhadap terapi. Selain itu, studi dengan desain longitudinal dapat memberikan gambaran lebih jelas mengenai efek jangka panjang dari faktor-faktor tersebut terhadap pemulihan pasien stroke.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyelesaian penelitian ini. Terima kasih kepada diri sendiri dan kedua orangtua yang telah memberikan arahan dan bimbingan yang berharga sepanjang proses penelitian. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada semua responden yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini, serta kepada pihak-pihak yang telah memberikan akses dan bantuan teknis yang diperlukan. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang statistika.

DAFTAR PUSTAKA

- Collett, D. (2015a). *Modelling Survival Data in Medical Research* (3rd Editio). <https://doi.org/https://doi.org/10.1201/b18041>
- David G. Kleinbaum, M. K. (2012). *Survival Analysis* (Third Edit). <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-6646-9>
- Firmawati, E., Rochmawati, E., & Setyopranoto, I. (2023). Deteksi Risiko *Stroke* Dan Edukasi Sebagai Upaya Pencegahan Primer Terjadinya *Stroke*. *Jurnal SOLMA*, 12(2), 705–712. <https://doi.org/10.22236/solma.v12i2.11834>
- Furqon, A. (2014). Analisis Regresi Weibull untuk Mengetahui Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Laju Perbaikan Kondisi Klinis Penderita *Stroke* (Studi Kasus RSUD Haji Surabaya). *Skripsi*. Departemen Statistika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.
- Kementerian Kesehatan. (2022). *Stroke*. Kementerian Kesehatan. https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/620/stroke
- Kementerian Kesehatan. (2023). *World Stroke Day 2023, Greater Than Stroke, Kenali dan Kendalikan Stroke*. Kementerian Kesehatan. <https://yankes.kemkes.go.id/read/1443/world-stroke-day-2023-greater-than-stroke-kenali-dan-kendalikan-stroke>
- Lawless, J. F. (2002). *Statistical Methods for Lifetime Data*. New York: United State of America.
- Mufidah, A., & Purnadi, P. (2016). Analisis Survival Pada Pasien Demam Berdarah Dengue (DBD) di RSUD Haji Surabaya Menggunakan Model Regresi Weibull. *Ejurnal.Its.Ac.Id*, 5(2), 2337–3520. http://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/16633
- Nurul, I. (2018). Implementasi Model Regresi Weibull Terhadap Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Laju Perbaikan Kondisi Klinis Penderita *Stroke*. *journal.uin.ac.id*
- Otaya, L. G. (2016). Distribusi Peluang Weibull Dan Aplikasinya . *TADBIR : Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*
- Solehah, A., & Fatekurohman, M. (2019). Analisis Ketahanan Hidup Pasien Kanker Paru Menggunakan Regresi Weibull. *Indonesian Journal of Applied Statistics*, 1(2), 79. <https://doi.org/10.13057/ijas.v1i2.25276>
- Sulistiyani, D. O., & Purnadi. (2013). Analisis terhadap Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Laju Pemulihan Kondisi Klinis Pasien Penderita *Stroke* dengan Regresi Cox Weibull. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*.