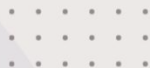




Universitas Negeri Medan
Jurusan Matematika



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 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.

Ichwanul Muslim Karo Karo, M.Kom.

Publikasi dan Registrasi

Sri Dewi, M.Kom.

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

Konsumsi

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

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

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

Promosi dan Humas

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

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

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

Dokumentasi

Rizki Habibi, 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Analisis Dinamik Sistem Reaksi Difusi Model Fitzhugh-Nagumo

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

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

Nadya, F., & Manulang, S. 261

Peran Etnomatematika Budaya Melayu Terhadap Pembelajaran Matematika di Sekolah

Wahyuni, F. 273

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

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

Strategi Optimalisasi Keuntungan Usaha Jus Buah melalui Metode Simpleks

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Pemetaan Tenaga Kesehatan di Provinsi Sumatera Utara Menggunakan Metode Multidimensional Scaling

Angelina Silaban^{1*} & Susiana²

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

*Corresponding Author: angelinasilaban422001@gmail.com

Abstrak, tenaga Kesehatan adalah orang yang memiliki pengetahuan dan kewenangan untuk melindungi dan meningkatkan pelayanan Kesehatan. Pelayanan Kesehatan yang berkualitas didukung oleh sumber daya manusia (SDM) yang memiliki kualitas baik, sehingga perlu diperhatikan aspek penting dalam pengadaan SDM Kesehatan. Penelitian ini akan mengulas pemetaan tenaga Kesehatan di Provinsi Sumatera Utara menggunakan metode multidimensional scaling. Data yang digunakan merupakan data tenaga Kesehatan di Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2023 yang terdiri dari 33 kabupaten/kota dan 11 variabel. Hasil pemetaan yang dilakukan menghasilkan 6 kelompok kabupaten/kota yang memiliki kemiripan antar objek dalam hal karakteristik jumlah tenaga kesehatan. Kelompok 1 memiliki jumlah tenaga kesehatan paling tinggi. Kelompok 2 memiliki jumlah tenaga keperawatan dan keterampilan fisik lebih rendah dari kelompok 1. Kelompok 3 memiliki jumlah tenaga dokter dan kefarmasian lebih rendah dari kelompok 2. Kelompok 4 memiliki jumlah tenaga kesehatan paling rendah dari kelompok 3. Kelompok 5 memiliki jumlah tenaga kebidanan lebih rendah dari kelompok 1 dan tenaga keperawatan, kesehatan masyarakat, gizi dan kefarmasian lebih rendah dari kelompok 2. Kelompok 6 memiliki rerata jumlah tenaga kesehatan lebih rendah dari kelompok 1. Dari hasil penelitian diperoleh nilai Stress sebesar 7,5% dan R^2 sebesar 99,4%, sehingga peta spasial dapat diterima.

Kata kunci: Tenaga Kesehatan; Pemetaan; Multidimensional Scaling

Abstract, healthcare workers are individuals authorized to protect and enhance healthcare services. Quality healthcare services are supported by human resources (HR) of good quality, making it essential to consider important aspects in the procurement of healthcare HR. This study will review the mapping of healthcare workers in North Sumatra Province using the multidimensional scaling method. The data used consists of data on healthcare workers in North Sumatra Province in 2023, covering 33 regencies/cities and 11 variables. The mapping results produced six groups of regencies/cities that share similarities in terms of the number of healthcare workers. Group 1 has the highest number of healthcare workers. Group 2 has a lower number of nursing and physical therapy staff than Group 1. Group 3 has fewer physicians and pharmaceutical staff than Group 2. Group 4 has the lowest number of healthcare workers compared to Group 3. Group 5 has a lower number of midwives than Group 1 and fewer nursing, public health, nutrition, and pharmaceutical staff than Group 2. Group 6 has an average number of healthcare workers lower than Group 1. The study results showed a Stress value of 7.5% and an R^2 of 99.4%, indicating that the spatial map is acceptable.

Keywords: Healthcare workers, Mapping, Multidimensional Scaling

Citation : Silaban, A. & Susiana. (2024). Pemetaan Tenaga Kesehatan di Provinsi Sumatera Utara Menggunakan Metode Multidimensional Scaling. *Prodising Seminar Nasional Jurusan Matematika 2024*. 687 – 696

PENDAHULUAN

Statistik multivariat adalah metode statistik yang mampu menganalisis berbagai komponen secara bersamaan guna memahami hubungan dalam fenomena sosial maupun alam yang kompleks. Kata "multi" mencerminkan kemampuan metode ini dalam mengolah beberapa variabel sekaligus untuk menyelesaikan permasalahan statistik tertentu. Sebagai ilustrasi, dalam bidang kesehatan, terdapat berbagai faktor yang secara simultan mempengaruhi kondisi tubuh manusia, seperti asupan

lemak, karbohidrat, tingkat stres, dan faktor lainnya (Santoso, 2017). Metode multivariat mencakup teknik statistik yang memungkinkan untuk menganalisis dua variabel atau lebih secara bersamaan untuk setiap objek. Ada dua ciri utama dalam menentukan hubungan antar variabel: saling ketergantungan (interdependensi) dan ketergantungan (dependensi). Jika data interdependensi, teknik yang digunakan meliputi analisis faktor, analisis cluster, MDS (multidimensional scaling), dan CA (analisis kategoris). Sebaliknya untuk data dependensi, teknik yang umum digunakan antara lain regresi berganda, regresi logistik, analisis diskriminan, SEM, dan MANOVA (Santoso, 2017).

Multidimensional scaling (MDS) adalah metode statistik multivariat, untuk memetakan posisi suatu objek relatif terhadap objek lainnya berdasarkan tingkat kemiripan di antara mereka. Jarak antara dua objek dapat mencerminkan tingkat kesamaan atau perbedaan, serta menunjukkan jarak sebenarnya (Mattjik & Sumertajaya, 2011). Definisi lain menyebutkan bahwa MDS, juga dikenal sebagai perceptual mapping, merupakan teknik statistik yang mengukur objek dalam ruang multidimensi berdasarkan tingkat kemiripannya. Perbedaan persepsi antar objek direpresentasikan melalui jarak relatif dalam ruang multidimensi. Selain itu, MDS dapat diterapkan pada penilaian subjektif terkait perbedaan (dissimilarity) antar objek atau konsep. Tujuan utama metode ini adalah mengidentifikasi dimensi-dimensi yang mendasari pola kemiripan dan ketidaksamaan yang diamati di antara objek yang diteliti (Sarwono, 2013).

Kesehatan merupakan aspek krusial dalam menciptakan sumber daya manusia (SDM) yang berkualitas. SDM yang unggul dapat tercapai apabila layanan kesehatan mampu meningkatkan kesadaran, keinginan, serta kemampuan masyarakat dalam menjalani pola hidup sehat. Upaya ini tidak hanya berfokus pada kesehatan fisik, tetapi juga mencakup aspek biologis, mental, dan sosial secara menyeluruh, sehingga dapat mencapai tingkat kesehatan masyarakat yang optimal. Kualitas pelayanan kesehatan sangat bergantung pada tenaga kesehatan yang bertanggung jawab dalam penyelenggaraannya (Agustiawan et al., 2022). Multidimensional Scaling (MDS) memanfaatkan dua jenis data, yaitu MDS metrik dan MDS non-metrik. MDS metrik digunakan untuk data dengan skala rasio dan interval, sedangkan MDS non-metrik diterapkan pada data berskala nominal dan ordinal (Nahar, 2017).

Sumber daya manusia (SDM) di sektor kesehatan memiliki peran penting dalam Sistem Kesehatan Nasional, khususnya dalam mendukung pencapaian tujuan pembangunan kesehatan melalui penyelenggaraan layanan kesehatan. Berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 72 Tahun 2012 tentang Sistem Kesehatan Nasional, SDM kesehatan mencakup tenaga kesehatan, termasuk tenaga kesehatan strategis, serta tenaga pendukung yang berperan dalam pelaksanaan dan manajemen layanan kesehatan (Dinas Kesehatan Sumatera Utara, 2020). *World Health Organization* (WHO) menyatakan bahwa tenaga kesehatan adalah orang yang memiliki pengetahuan dan kewenangan untuk melindungi dan meningkatkan pelayanan kesehatan. Tenaga kesehatan terdiri dari tenaga kesehatan klinis dan non-klinis yang melakukan prosedur medis dan kesehatan masyarakat. Tenaga kesehatan merupakan orang-orang yang memberikan pelayanan kesehatan seperti dokter, perawat, apoteker, teknisi laboratorium, staf manajemen dan keuangan, pengemudi, dan lain sebagainya (WHO, 2006).

Tenaga kesehatan merupakan salah satu aspek krusial dalam penyelenggaraan layanan kesehatan. Untuk mewujudkan pelayanan kesehatan yang berkualitas, diperlukan dukungan dari sumber daya manusia yang kompeten. Oleh karena itu, pengelolaan tenaga kesehatan harus mempertimbangkan jumlah, jenis, distribusi, serta rasio tenaga kesehatan terhadap jumlah penduduk. Dengan demikian, pelayanan kesehatan menjadi faktor esensial dalam membangun masyarakat yang

berkualitas (Dinas Kesehatan Sumatera Utara, 2020). Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 43 Tahun 2019 menyatakan tentang Pusat Kesehatan Masyarakat, setiap Puskesmas harus memiliki minimal sembilan jenis tenaga kesehatan untuk mendukung pelaksanaan layanan kesehatan masyarakat. Dalam Rencana Strategis (Renstra) Kementerian Kesehatan 2020-2024, salah satu indikator dalam meningkatkan ketersediaan dan kualitas SDM kesehatan sesuai standar pelayanan adalah jumlah Puskesmas yang telah memenuhi persyaratan tersebut.

Jenis tenaga kesehatan yang dimaksud mencakup Dokter, Dokter Gigi, Perawat, Bidan, Tenaga Farmasi, Tenaga Kesehatan Masyarakat, Tenaga Kesehatan Lingkungan, Ahli Gizi, serta Ahli Teknologi Laboratorium Medik (ATLM)/Analisis Kesehatan. Pada tahun 2020, sebanyak 168 Puskesmas (27,68%) telah memiliki sembilan jenis tenaga kesehatan, sedangkan 439 Puskesmas (72,32%) masih belum memenuhinya. Data menunjukkan bahwa distribusi tenaga kesehatan di Provinsi Sumatera Utara masih belum merata, sehingga diperlukan kebijakan yang lebih efektif untuk memastikan kecukupan tenaga kesehatan di wilayah tersebut (Dinas Kesehatan Sumatera Utara, 2020). Langkah awal dalam mengatasi ketimpangan distribusi tenaga kesehatan adalah dengan melakukan pemetaan tenaga kesehatan di setiap daerah. Pemetaan ini berfungsi sebagai dasar perencanaan kebutuhan tenaga kesehatan di berbagai wilayah. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk pemetaan ini adalah analisis multivariat, dengan metode Multidimensional Scaling (MDS) sebagai teknik yang diterapkan (Islami & Handayani, 2019).

Penelitian yang dilakukan oleh Islami dan Handayani (2019) merupakan contoh yang baik dari penggunaan metode MDS untuk memetakan kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Tengah berdasarkan indikator tenaga kesehatan. Dalam studi tersebut, pemetaan dilakukan dengan memperhatikan lima variabel kunci, yakni tenaga kebidanan, keperawatan, kesehatan lingkungan, kesehatan masyarakat, dan dokter umum. Hasil analisis menunjukkan terbentuknya empat kelompok kabupaten/kota yang memiliki karakteristik serupa di dalam masing-masing kelompok, namun berbeda dengan kelompok lainnya. Nilai STRESS yang diperoleh sebesar 4,354%, yang tergolong baik, mengindikasikan bahwa metode MDS efektif untuk memetakan indikator tenaga kesehatan di area tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini berencana menerapkan metode yang sama untuk menganalisis dan memetakan posisi kabupaten/kota berdasarkan berbagai jenis tenaga kesehatan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini memanfaatkan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Kesehatan di Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2023. Objek penelitian mencakup seluruh wilayah kabupaten/kota di Sumatera Utara, yang terdiri dari 33 kabupaten/kota. Penelitian ini mengamati 11 variabel terkait jenis tenaga Kesehatan, yaitu dokter (x_1), dokter gigi (x_2), psikologi klinis (x_3), keperawatan (x_4), kebidanan (x_5), kefarmasian (x_6), kesehatan masyarakat (x_7), kesehatan lingkungan (x_8), gizi (x_9), keterampilan fisik (x_{10}), dan keteknisian medis (x_{11}). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode multidimensional scaling metrik. Dengan menggunakan prosedur penelitian (Cox dalam Puthri dan Teti, 2022) analisis data menggunakan metode multidimensional scaling metrik akan dilakukan sebagai berikut:

Pertama, mengumpulkan data penelitian dari Dinkes Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2023. Kedua, melakukan deskripsi data pada data penelitian yang meliputi 11 jenis tenaga kesehatan dengan 33 kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara. Selanjutnya dilakukan analisis data untuk melakukan tahapan multidimensional scaling metrik. Langkah ketiga, menentukan jarak antar objek menggunakan rumus jarak *euclidean* (persamaan (1)), di mana d_{rt} = Jarak antar objek ke- r dan ke- t

dari data, k = Variabel ($x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}$), r, t = Kabupaten/ kota, dan n = Jumlah variabel.

$$d_{rt} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{rk} - x_{tk})^2} \quad (1)$$

Kemudian langkah keempat adalah menentukan nilai eigen dan vektor eigen menggunakan rumus matriks *product scalar* $\mathbf{B}$ persamaan (1) dimana $\mathbf{A} = -\frac{1}{2}\delta_{rt}^2$, $\mathbf{I}$ = matriks identitas ukuran $n \times n$, $\mathbf{J}$ = matriks berukuran $n \times n$ dengan semua entri sama dengan 1. Selanjutnya nilai eigen dan vektor eigen dapat dicari dengan persamaan berikut: $\det(\mathbf{B} - \lambda \mathbf{I}) = 0$.

$$\mathbf{B} = \left(\mathbf{I} - \frac{1}{n}\mathbf{J}\right)\mathbf{A}\left(\mathbf{I} - \frac{1}{n}\mathbf{J}\right) \quad (2)$$

Langkah ke-5 menentukan jumlah dimensi serta posisi titik koordinat. Jumlah dimensi diperoleh dari nilai eigen dan vektor eigen. Sementara itu, koordinat titik dapat dihitung dengan persamaan $x_{rt} = v_{rt}\lambda_t^{\frac{1}{2}}$, dimana ($r = 1, \dots, n; t = 1, \dots, p$). Untuk menentukan disparaties matriks $\hat{\mathbf{D}}$ dengan menghitung jarak *euclidean* berdasarkan koordinat yang telah diperoleh persamaan 3.

$$\hat{\mathbf{D}} = \hat{d}_{rt} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{rk} - x_{tk})^2} \quad (3)$$

Setelahnya akan melakukan konfigurasi subjek dan konfigurasi objek untuk membentuk peta persepsi (*perceptual map*) dan menguji validitas dengan menggunakan nilai Stress dan R^2 . Dengan demikian stress adalah ukuran ketidakcocokan (*a lack of fit measure*), semakin tinggi nilai Stress, semakin tidak cocok model tersebut. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa data tidak sesuai untuk analisis multidimensional scaling. Untuk mengetahui tingkat ketidakcocokan perlu dihitung dengan persamaan (4).

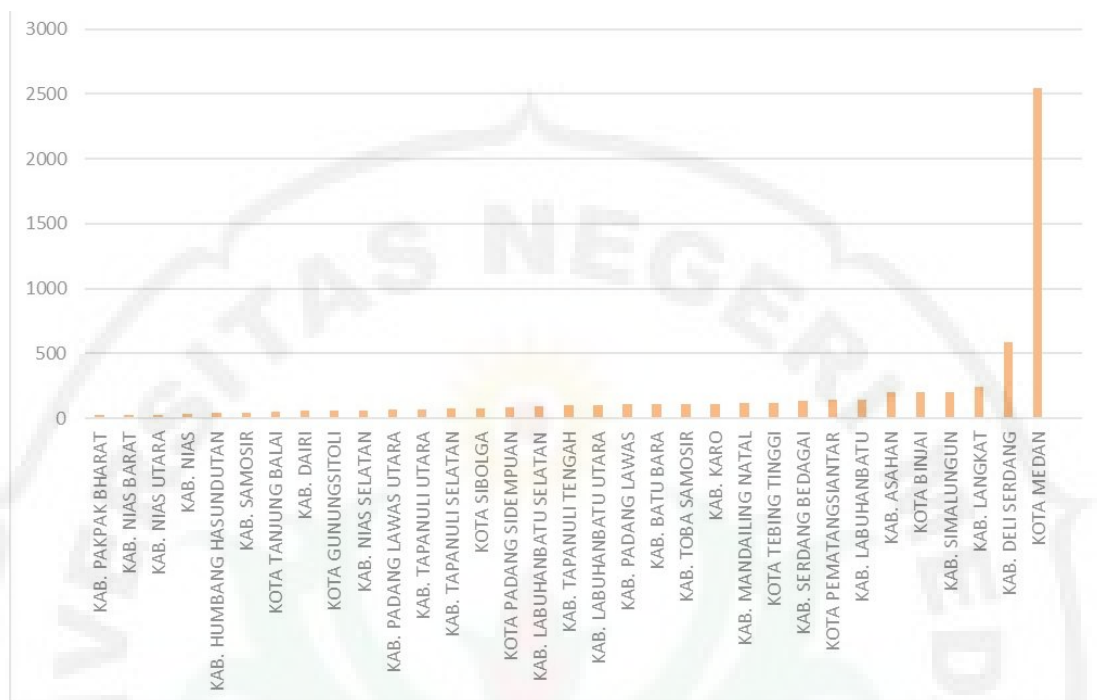
$$\text{Stress} = \sqrt{\frac{\sum_{r,t} (d_{rt} - \hat{d}_{rt})^2}{\sum_{r,t} (d_{rt} - \bar{d})^2}} \quad (4)$$

Terdapat pedoman Kruskal stress formula untuk mengidentifikasi model yang baik, kriteria nilai stres menurut Panca dan Sutanto (2013): $\geq 20\%$ (Buruk), 10-20% (Cukup), 5-10% (Baik), 2.5-5% (Sangat Baik), $< 2.5\%$ (Sempurna). Indeks ketepatan/kecocokan (*goodness of fit measure*), yaitu R^2 (*R square*) merupakan kebalikan dari nilai Stress. Nilai R^2 yang tinggi menunjukkan bahwa model mewakili data dengan sempurna (jika $R^2 = 1$ atau 100%), tetapi jika $R^2 \geq 0,60$ (60% atau lebih) dianggap cukup, yang menunjukkan bahwa data input diterima dengan baik, sehingga dapat dipetakan (Supranto, J, 2010). Langkah terakhir dari prosedur penelitian adalah melakukan interpretasi dan kesimpulan.

$$R^2 = 1 - \sqrt{\frac{\sum_{r,t} (d_{rt} - \hat{d}_{rt})^2}{\sum_{r,t} (d_{rt} - \bar{d})^2}} \quad (5)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setiap tahun, Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Utara mengumpulkan data sumber daya manusia (SDM) di bidang kesehatan sesuai dengan tugas dan fungsinya. Total SDM kesehatan di Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2023 berdasarkan data jumlah tenaga kesehatan yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Sumatera Utara terdapat 71.009 orang tenaga kesehatan. Secara terperinci 33 kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara akan dideskripsikan menurut jumlah dari jenis-jenis tenaga kesehatan pada tahun 2023 dengan menggunakan diagram batang. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pendistribusian tenaga Kesehatan pada tiap kabupaten/kota di Sumatera Utara. Berikut distribusi tenaga dokter (x_1) pada tiap Kabupaten/Kota di Sumatera Utara Tahun 2023, disajikan dalam bentuk diagram batang (gambar 1).



Gambar 1 Diagram Jumlah Tenaga Dokter Sumatera Utara Tahun 2023

Dari Gambar 1 dapat diketahui jumlah tenaga dokter pada tahun 2023 tertinggi berada di Kota Medan, kemudian diikuti oleh Kabupaten Deli Serdang dan Kabupaten Langkat yang memiliki jumlah tenaga dokter tertinggi setelah Kota Medan. Sedangkan jumlah tenaga dokter terendah berada di Kabupaten Pakpak Bharat dan diikuti oleh Kabupaten Nias Barat dan Nias Utara. Deskripsi data dengan menggunakan diagram batang untuk jenis tenaga kesehatan lainnya dapat dilakukan dengan cara yang sama, sehingga mengetahui pendistribusian jumlah tenaga kesehatan pada tiap kabupaten/kota di Sumatera Utara pada tahun 2023.

Analisis data menggunakan metode multidimensional scaling metrik dalam penelitian diawali dengan Matriks D adalah matriks yang nilai-nilainya dapat dijadikan sebagai panduan untuk menentukan nilai kemiripan antar objek. Rumus jarak euclidean, yang tersedia pada persamaan (1), digunakan untuk menentukan elemen matriks D dan diperoleh $d_{12} = 146,65$. Selanjutnya data jarak euclidean antar kabupaten/kota diubah ke dalam bentuk matriks D berukuran 33×33 sebagai berikut:

$$D = \begin{bmatrix} 0 & 146,6458 & 303,0149 & 419,55214 & \dots & 385,4167 \\ 146,6458 & 0 & 324,3717 & 555,94334 & \dots & 511,5750 \\ 303,0149 & 324,3717 & 0 & 497,64646 & \dots & 586,0017 \\ 419,5521 & 555,9433 & 497,6465 & 0 & \dots & 310,8408 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 385,4167 & 478,5583 & 457,0536 & 310,84080 & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$B_{33 \times 33} = \begin{bmatrix} 0 & -9,873737 & -42,157025 & -80,819100 & \dots & -126,010560 \\ -9,873737 & 0 & -48,308999 & -141,906795 & \dots & -193,057851 \\ -42,157025 & -48,308999 & 0 & -113,706152 & \dots & -107,133609 \\ -80,819100 & -141,906795 & -113,706152 & 0 & \dots & -22,380624 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -68,202938 & -120,160239 & -157,666667 & -44,362718 & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Matriks product scalar B (Persamaan 6) memerlukan nilai eigen dan vektor eigen. Matriks B dihitung dengan mendekomposisikan matriks D melalui proses double centering. Dengan menggunakan persamaan (2), maka matriks akan berubah menjadi persamaan 7. Kemudian Dengan menggunakan rumus persamaan (3) matriks B dapat ditentukan. Maka diperoleh nilai *Eigen* untuk

$\lambda_1 = 1,500546e + 05, \lambda_2 = 5,977964e + 03, \lambda_3 = 9,563166e + 02, \lambda_4 = 7,908860e + 01$, dan seterusnya. Sedangkan Vektor *Eigen* diperoleh seperti pada persamaan 8.

$$V_{33 \times 33} = \begin{bmatrix} -0,12363318 & 0,0756580793 & -0,046577540 & \cdots & -0,1218312 \\ -0,12172309 & 0,1213783763 & -0,116550087 & \cdots & -0,1217440 \\ -0,13136444 & 0,0341300934 & -0,296981733 & \cdots & -0,1308568 \\ -0,12986001 & -0,0797333808 & 0,082013164 & \cdots & -0,1280678 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -0,12986001 & -0,0797333808 & 0,082013164 & \cdots & -0,1188394 \end{bmatrix} \quad (8)$$

Setelah diketahui nilai eigen dan vektor eigen dapat ditentukan jumlah dimensi dengan memilih nilai eigen positif terbesar secara berurutan pada umumnya jumlah dimensi yang digunakan untuk menginterpretasi hasil dalam multidimensional scaling metrik ialah dua dimensi. Maka, nilai *eigen* positif yang pertama dari matriks **B** yaitu $\lambda_1 = 1,500546e + 05$ dan $\lambda_2 = 5,977964e + 03$. Dengan menggunakan vektor eigen yang berkorespondensi dengan dua nilai eigen yang dipilih, dapat ditentukan titik koordinat dari 33 kabupaten dan kota dalam persamaan (4) yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Titik-Titik Koordinat MDS Kabupaten/Kota Sumatera Utara

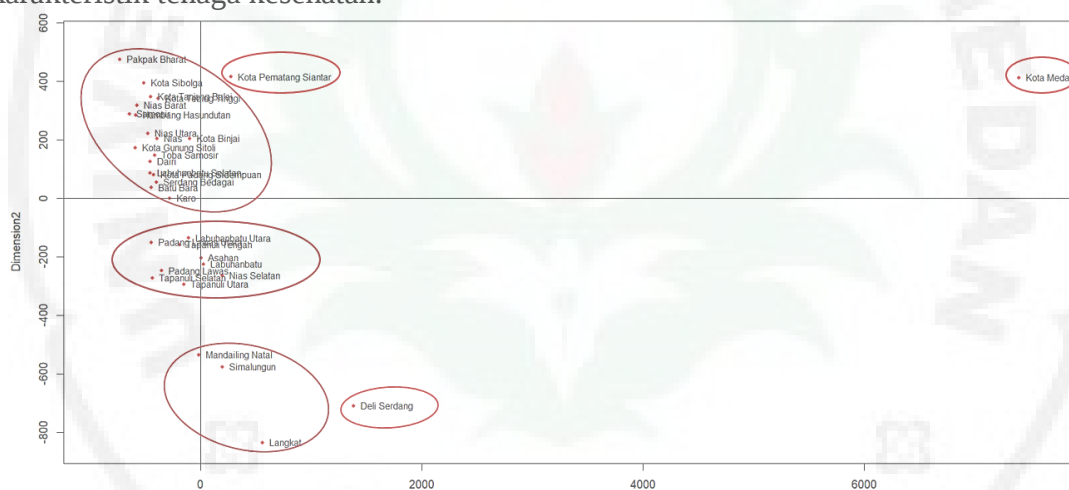
Kabupaten/Kota	Dimensi	
	1	2
Tapanuli Tengah	-190.137843	-158.3209808
Tapanuli Utara	-149.229321	-293.9393536
Tapanuli Selatan	-434.914577	-272.3672028
Nias	-393.931560	204.4946879
Langkat	558.812744	-835.5008190
Karo	-278.708301	0.2757867
Deli Serdang	1380.880959	-709.7569530
Simalungun	195.306073	-575.8832346
Asahan	6.493191	-204.1366674
Labuhan Batu	22.650929	-225.2544523
Dairi	-456.250544	126.2711334
Toba Samosir	-413.986839	147.1410981
Mandailing Natal	-17.180028	-535.6088448
Nias Selatan	193.689028	-265.0352675
Pakpak Bharat	-732.213233	475.0872553
Humbang Hasundutan	-588.983117	285.0363277
Samosir	-645.978189	287.7766717
Serdang Bedagai	-402.193314	55.7697217
Batu Bara	-447.145927	36.5119588
Padang Lawas Utara	-448.639900	-150.4799696
Padang Lawas	-354.092614	-247.8348995
Labuhanbatu Selatan	-456.707963	86.4521362
Labuhanbatu Utara	-110.979580	-136.2474468
Nias Utara	-476.489207	222.4930324
Nias Barat	-576.815107	318.3541756
Medan	7402.163828	411.2345930
Pematang Siantar	276.089667	415.0013725
Sibolga	-511.870445	394.0620126
Tanjung Balai	-452.051830	346.4793761
Binjai	-97.276754	203.8148892
Tebing Tinggi	-382.135774	342.0535452
Padang Sidempuan	-427.273294	80.0611362
Gunung Sitoli	-590.901160	171.9951815

Stimulus (objek) dalam ruang dimensi dihitung dengan titik koordinat yang dibuat. Untuk menghitung setiap jarak dari koordinat yang terbentuk di gunakan rumus jarak *euclidean*. Nilai dari jarak koordinat yang terbentuk tersebut akan menjadi elemen-elemen dari disparaties matriks $\hat{D}$.

Dengan menggunakan bantuan software RStudio diperoleh elemen-elemen nilai disparaties matriks $\hat{D}$ sebagai berikut.

$$\hat{D} = \begin{bmatrix} 0 & 141,6539 & 270,0410 & 416,1335 & \dots & 512,1445 \\ 141,6539 & 0 & 286,4985 & 555,2618 & \dots & 650,8958 \\ 270,0410 & 286,4985 & 0 & 478,6179 & \dots & 7533,0644 \\ 416,1335 & 555,2618 & 478,6179 & 0 & \dots & 673,5709 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 336,2428 & 466,0309 & 352,5111 & 128,8230 & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad (9)$$

Melalui titik-titik koordinat yang diperoleh dengan menggunakan bantuan software RStudio terbentuklah peta persepsi seperti pada gambar 2. Pada Gambar 2 memperlihatkan kemiripan (*similarity*) dan ketidakmiripan (*dissimilarity*) antara kabupaten/kota dengan kabupaten/kota yang lainnya. Terlihat bahwa jarak Kota Medan dengan Kota Pematang Siantar yang berada pada kuadran I memiliki jarak yang sangat jauh. Hal ini merupakan adanya ketidakmiripan yang sangat berbeda dalam karakteristik tenaga kesehatan.



Gambar 2 Hasil MDS 2 Dimensi 1 untuk Tiap Kabupaten/Kota (Objek)

Selanjutnya akan digabungkan konfigurasi subjek yaitu jenis-jenis tenaga kesehatan sebagai variabel penelitian dengan konfigurasi kabupaten/kota (objek) pada peta persepsi. Berikut peta persepsi yang dihasilkan setelah menggabungkan objek yaitu Kabupaten/Kota dengan variabel jenis-jenis tenaga kesehatan.



Gambar 3. Hasil MDS 2 Dimensi 1 setiap Kab/Kota (objek) dan Jenis tenaga kesehatan (variabel)

Langkah terakhir pada metode multidimensional scaling adalah menguji validitas dengan menggunakan Stress dan R^2 . Dengan menggunakan persamaan (6) dan (7) diperoleh nilai Stress

sebesar sebesar 0,07500 atau 7,5% yang masuk ke dalam kriteria baik. Nilai R^2 yang diperoleh sebesar 0,9943 atau 99%, dimana $R^2 \geq 60\%$.

Melalui tahapan analisis multidimensional scaling diatas, terbentuk peta spasial yang memiliki dimensi optimal untuk diinterpretasikan. Nilai stress dan R^2 yang diperoleh menunjukkan model peta spasial yang dihasilkan baik. Nilai stress yang diperoleh adalah 0,075 atau 7%, yang merupakan kriteria baik; sementara itu, nilai R^2 yang diperoleh adalah 0,994 atau 99%, di mana R^2 lebih dari 60%, yang menunjukkan bahwa peta spasial ini dapat diterima. Pada Gambar 2 terdapat peta persepsi yang memperlihatkan posisi semua titik kabupaten/kota yang telah dikelompokkan berdasarkan kemiripan jarak antar objek. Kabupaten/kota yang memiliki karakteristik sama akan digambarkan dengan titik yang berdekatan, semakin dekat posisi titik, maka akan semakin mirip karakteristik yang dimiliki. Namun apabila posisi titik semakin jauh, maka akan semakin berbeda karakteristik yang dimiliki antar kabupaten/kota.

Hasil MDS 2 dimensi yang disajikan dalam Gambar 3 menampilkan gambar peta persepsi yang terdapat posisi titik setiap kabupaten/kota dan jenis-jenis tenaga kesehatan di Provinsi Sumatera Utara dalam empat kuadran. Keempat kuadran dalam peta spasial tersebut memiliki kepentingan masing-masing. Kuadran I terletak pada dimensi 1 positif dan dimensi 2 positif, yang menunjukkan bahwa variabel dalam kuadran ini berada dalam kondisi yang baik. Kuadran II, yang berada pada dimensi 1 negatif dan dimensi 2 positif, mengindikasikan bahwa variabel dalam kuadran ini cukup baik. Kuadran III, yang terletak pada dimensi 1 negatif dan dimensi 2 negatif, menandakan bahwa variabel dalam kuadran ini kurang baik dan masih memerlukan perbaikan. Sementara itu, Kuadran IV berada pada dimensi 1 positif dan dimensi 2 negatif, yang berarti variabel dalam kuadran ini tergolong cukup baik (Nurmayanti dkk., 2023). Dengan demikian, kondisi dari keempat kuadran tersebut dapat diimplementasikan, pada kuadran I yaitu Kota Medan dan Kota Pematang Siantar, memiliki jumlah tenaga keperawatan (x_4) yang sangat baik. Kemudian pada kuadran II yaitu Kabupaten Pakpak Bharat, Kabupaten Nias Barat, Kabupaten Samosir, Kabupaten Humbang Hasundutan, Kota Gunungsitoli, Kota Sibolga, Kota Tanjung Balai, dan Kota Tebing Tinggi, Kabupaten Nias Utara, Kabupaten Nias, Kabupaten Toba Samosir, Kabupaten Dairi, Kabupaten Labuhanbatu Selatan, Kota Padang Sidempuan, Kabupaten Serdang Bedagai, Kabupaten Batu Bara, Kota Binjai dan Kabupaten Karo, memiliki jumlah tenaga dokter (x_1) dan kefarmasian (x_6) yang cukup baik.

Sedangkan pada kuadran III yaitu Kabupaten Padang Lawas Utara, Kabupaten Padang Lawas, Kabupaten Tapanuli Selatan, Kabupaten Labuhanbatu Utara, Kabupaten Tapanuli Tengah, Kabupaten Mandailing Natal, dan Kabupaten Tapanuli Utara memiliki jumlah tenaga dokter gigi (x_2), psikologi klinis (x_3), kesehatan masyarakat (x_7), kesehatan lingkungan (x_8), gizi (x_9), keterampilan fisik (x_{10}), dan keteknisian medis (x_{11}) yang kurang baik, dengan demikian 7 kabupaten/kota tersebut perlu diperhatikan lagi dari jumlah 7 jenis tenaga kesehatan di atas. Pada kuadran IV yaitu Kabupaten Asahan, Kabupaten Labuhanbatu, Kabupaten Nias Selatan, Kabupaten Simalungun, Kabupaten Langkat, dan Kabupaten Deli Serdang memiliki jumlah tenaga kebidanan (x_5) yang sudah cukup baik.

Karakteristik setiap kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara dapat ditentukan berdasarkan klasifikasi yang ditunjukkan pada Gambar 2. Kelompok 1 terdiri dari Kota Medan, yang memiliki jumlah tenaga kesehatan terbanyak di Provinsi Sumatera Utara serta jumlah tertinggi dalam berbagai jenis tenaga kesehatan. Kemudian Kelompok 2 mencakup Kota Pematang Siantar, yang memiliki jumlah tenaga keperawatan dan terapi fisik lebih sedikit dibandingkan kelompok 1, (3) kelompok 3 terdiri dari 12 kabupaten dan 6 kota, yaitu Kabupaten Pakpak Bharat, Nias Barat, Samosir, Humbang

Hasundutan, Nias Utara, Nias, Toba Samosir, Dairi, Labuhanbatu Selatan, Serdang Bedagai, Batu Bara, Karo, serta Kota Padang Sidempuan, Gunungsitoli, Sibolga, Tanjung Balai, Tebing Tinggi, dan Binjai. Grup ini memiliki jumlah tenaga dokter dan farmasi lebih rendah dibandingkan kelompok 2. Kelompok 4 terdiri dari 9 kabupaten, yaitu Kabupaten Padang Lawas Utara, Padang Lawas, Tapanuli Selatan, Labuhanbatu Utara, Tapanuli Tengah, Tapanuli Utara, Asahan, Labuhanbatu, dan Nias Selatan. Grup ini memiliki jumlah tenaga dokter gigi, psikolog klinis, tenaga kesehatan masyarakat, tenaga kesehatan lingkungan, ahli gizi, terapis fisik, dan teknisi medis paling sedikit dibandingkan kelompok 3. Namun, jumlah rata-rata tenaga keperawatan, dokter, dan farmasi lebih tinggi dibandingkan kelompok 3. Selanjutnya kelompok 5 terdiri dari Kabupaten Mandailing Natal, Simalungun, dan Langkat. Grup ini memiliki jumlah tenaga bidan lebih sedikit dibandingkan kelompok 1, serta jumlah tenaga keperawatan, tenaga kesehatan masyarakat, ahli gizi, dan farmasi lebih sedikit dibandingkan kelompok 2. Sedangkan kelompok 6 terdiri dari Kabupaten Deli Serdang, yang memiliki jumlah tenaga kesehatan tertinggi setelah kelompok 1.

Hasil analisis multidimensional scaling pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Islami dan Handayani (2019) tentang pemetaan kabupaten/kota di Provinsi Sulawesi Tengah berdasarkan indikator tenaga kesehatan berbeda dengan penelitian ini. Perbedaan ini disebabkan oleh jumlah data dan jumlah variabel yang digunakan berbeda, selain itu, software yang digunakan berupa Rstudio. Penelitian ini menggunakan 11 variabel tenaga kesehatan yang terdapat pada tahun 2023. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, penelitian dapat dilanjutkan dengan menambah variabel yang berkaitan serta menggunakan data terkini.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah di analisis, maka diperoleh kesimpulan dari hasil pemetaan menggunakan multidimensional scaling terdapat 6 (enam) kelompok kabupaten/kota yang memiliki kemiripan antar objek dalam hal karakteristik jumlah tenaga kesehatan yaitu; (1) Kota Medan memiliki jumlah tenaga kesehatan yang paling tinggi; (2) kota Pematang Siantar, memiliki jumlah tenaga keperawatan dan keterampilan fisik lebih rendah dari kelompok 1; (3) Kabupaten Pakpak Bharat, Nias Barat, Samosir, Humbang Hasundutan, Nias Utara, Nias, Toba Samosir, Dairi, Labuhanbatu Selatan, Serdang Bedagai, Batu Bara, Karo, Kota Gunungsitoli, Sibolga, Tanjung Balai, Tebing Tinggi, Padang Sidempuan, dan Binjai, memiliki jumlah tenaga dokter dan kefarmasian lebih rendah dari kelompok 2; (4) Kabupaten Padang Lawas Utara, Padang Lawas, Tapanuli Selatan, Labuhanbatu Utara, Tapanuli Tengah, Tapanuli Utara, Asahan, Labuhanbatu dan Nias Selatan, memiliki jumlah tenaga dokter gigi, psikologi klinis, kesehatan masyarakat, kesehatan lingkungan, gizi, keterampilan fisik dan keteknisian medis paling rendah dari kelompok 1, sedangkan untuk jumlah rata-rata tenaga keperawatan, dokter dan kefarmasian lebih tinggi dari kelompok 3; (5) Kabupaten Mandailing Natal, Simalungun dan Langkat, memiliki jumlah tenaga keperawatan, kesehatan masyarakat, gizi dan kefarmasian lebih rendah dari kelompok 2; dan (6) Kabupaten Deli Serdang, memiliki jumlah tenaga kesehatan lebih rendah dari kelompok 1 dari semua jenis tenaga kesehatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dosen Pembimbing yang telah memberikan dukungan sehingga penelitian bisa terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiawan, Yuniati, F., Wulandari, I., Badi'ah, A., Maftukhah, N. A., & Wicaksono, K. E. (2022). *Kesehatan Masyarakat dan Kesehatan Lingkungan*.
- Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Utara. (2020). *Profil Kesehatan Provinsi Sumatera Utara 2020*.
- Islami, M. B., & Handayani, L. (2019). Penerapan Analisis Multidimensional Scaling (MDS) Pada Pemetaan Kabupaten / Kota di Provinsi Sulawesi Tengah Berdasarkan Indikator Tenaga Kesehatan (Application of Multidimensional Scaling (MDS) Analysis to the Mapping of Districts / Cities in Centra. *Journal of Science and Technology*, 08(02), 138–143.
- Mattjik, A. A., & Sumertajaya, I. M. (2011). Sidik Peubah Ganda dengan Menggunakan SAS. In *Sidik Peubah Ganda Dengan menggunakan SAS*.
- Nahar, J. (2017). Penerapan Metode Multidimensional Scaling dalam Pemetaan Sarana Kesehatan di Jawa Barat. *Jurnal Matematika Integratif*, 12(1), 43. <https://doi.org/10.24198/jmi.v12.n1.10283.43-50>
- Nurmayanti, W. P., Nisrina, S., Alpain, I. S. I., Fathurrohman, H., & Septiani, B. D. (2023). PEMETAAN FAKTOR KESEJAHTERAAN KELUARGA PADA KAMPUNG KELUARGA BERKUALITAS DI DESA REMPUNG: ANALISIS MULTIDIMENSIONAL SCALLING. *Jurnal Keluarga Berencana*, 8(2), 87-94
- Panca, W. R., & Sutanto, H. T. (n.d.). (2013). Analisis Posisi Produk Kartu GSM Dengan Metode Multidimensional Scalling (MDS) Pada Mahasiswa Fmipa Universitas Negeri Surabaya. *Jurusan Matematika Universitas Negeri,1(5) Surabaya*. <http://www.elektroindonesia.com>.
- Putri, D. S., Wahyuningsih, S., & Goejantoro, R. (2018). Analisis Positioning dengan Menggunakan Multidimensional Scaling Nonmetrik (Studi Kasus :Data Persepsi dan Preferensi Konsumen Berdasarkan Merek Smartphone di Samarinda, Kalimantan Timur). *Jurnal Eksponensial*, 9(1), 85–94.
- Santoso, Singgih. (2017). *Mahir Statistik Multivariat dengan SPSS*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo
- Sarwono, J. (2013). *Statistik multivariat aplikasi untuk riset skripsi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- World Health Organization (WHO). 2006. *The World Health Report 2006 : Working Together for Health*. Geneva : World Health Organization.