



Universitas Negeri Medan
Jurusan Matematika



2024 PROSIDING SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA

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



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



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



Dr. Ani Sutiani, M.Si
Opening Speech



20
NOVEMBER

AT 9 AM

Vol 3 (2024)



Visit our website
semnasmatematika.com

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

2024

PROSIDING SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA

CV. KES

2024

PROSIDING SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA

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

Penulis

**Peserta Prosiding Seminar Nasional
Matematika 2024**



**Penerbit
CV. Kencana Emas Sejahtera
Medan
2025**

2024

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

MATEMATIKA

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

©Penerbit CV. Kencana Emas Sejahtera

All right reserved

Anggota IKAPI

No.030/SUT/2019

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

Penulis

Peserta Prosiding Seminar Nasional
Matematika 2024

TIM EDITOR

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

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

KATA PENGANTAR

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

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

Medan, 7 Februari 2025
a.n Panitia Pelaksana

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

.....

Thanks To INVITED SPEAKER

Terima kasih kami ucapkan kepada Invite Speaker



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



Dr. Izwita Dewi, M.Pd



Dra. Nurliani Manurung, M.Pd.



Dra. Katrina Samosir, M.Pd



Kairuddin, S.Si., M.Pd.



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

EDITORIAL TEAM

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

Pengarah

Dr. Ani Sutiani, M.Si.

Penanggung Jawab

Dr. Jamalum, M.Si.

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

Dr. Rahmatsyah, M.Si.

Wakil Penanggung Jawab

Dr. Pardomuan Sitompul, M.Si.

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

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

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

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

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

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

Ketua

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

Sekretaris

Elfitra, S.Pd., M.Si.

Bendahara

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

Kesekretariatan

Nadrah Afiati Nasution, M.Pd.

Nurul Ain Farhana, M.Si.

Imelda Wardani Rambe, M.Pd.

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

Seksi Acara

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

Dra. Nurliani Manurung, M.Pd.

Dra. Katrina Samosir, M.Pd.

Kairuddin, S.Si., M.Pd.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Analisis Dinamik Sistem Reaksi Difusi Model Fitzhugh–Nagumo

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

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

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

Peran Etnomatematika Budaya Melayu Terhadap Pembelajaran Matematika di Sekolah

Wahyuni, F...... 273

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

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

Strategi Optimalisasi Keuntungan Usaha Jus Buah melalui Metode Simpleks

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Analisis Prediksi Saham Emas PT Aneka Tambang (Tbk) Menggunakan Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU)

Nur Aziza Luxfiati^{1*}, Alhadi Bustamam²

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

*Corresponding Author: nur.aziza11@ui.ac.id

Abstrak, emas penting dalam perbankan dan status ekonomi dan keuangan pasar saham. Emas memiliki tren harga yang fluktuatif. Fluktuasi harga emas dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk faktor ekonomi seperti pasokan dan permintaan emas. Oleh karena itu, sulit untuk memprediksi tren secara akurat dengan model statistik tradisional. Penelitian ini menggunakan harga saham emas Antam sebagai data dan membandingkan algoritma Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU) dalam memprediksi harga emas. Oleh karena itu diharapkan algoritma dengan hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa prediksi harga emas menggunakan algoritma GRU lebih baik dibandingkan LSTM. Model GRU dengan menggunakan batch size 2 dan epoch 200 memperoleh akurasi sebesar 98,34%, sedangkan model LSTM dengan menggunakan batch size 32 dan epoch 150 memperoleh akurasi sebesar 98,01%.

Kata kunci: Ekonomi; Emas; Gated Recurrent Unit; Long Short-Term Memory; Saham

Abstract, gold is important in banking and the stock market's economic and financial status. Gold has a fluctuating price trend. Various factors influence gold price fluctuations, including economic factors such as the supply and demand of gold. It is, therefore, difficult to accurately predict trends with traditional statistical models. This research uses Antam's gold stock price as data and compares the Long Short-Term Memory (LSTM) and Gated Recurrent Unit (GRU) algorithms in predicting gold prices. Therefore, it is hoped that an algorithm with the results of this research states that predicting gold prices using the GRU algorithm is better than LSTM. The GRU model using batch size 2 and epoch 200 obtains an accuracy of 98,26%, while the LSTM model using batch size 32 and epoch 150 obtains an accuracy of 98,01%.

Keywords: Economic, Gated Recurrent Unit, Gold, Long Short-Term Memory, Stock

Citation : Luxfiati, N. A., & Bustamam, A. (2024). Analisis Prediksi Saham Emas PT Aneka Tambang (Tbk) Menggunakan Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU). *Prodising Seminar Nasional Jurusan Matematika* 2024.578 – 583.

PENDAHULUAN

Salah satu indikator perekonomian yang paling penting adalah perkembangan indeks harga konsumen di suatu negara. Perubahan harga barang dan jasa ini dikenal sebagai inflasi. Inflasi yang tinggi dapat menyebabkan kenaikan harga kebutuhan pokok dan penurunan daya beli masyarakat (Smith et al., 2020). Oleh karena itu, untuk meningkatkan perekonomian dan melindungi nilai aset dari fluktuasi pasar yang tidak terduga, diperlukan alternatif investasi yang lebih stabil. Investasi, menurut Cambridge Dictionary, merupakan tindakan memasukkan uang, tenaga, atau waktu ke dalam suatu aset dengan tujuan memperoleh keuntungan. Dengan berkembangnya industri dan pertumbuhan ekonomi, metode investasi juga mengalami perubahan dari cara tradisional ke cara modern, salah satunya melalui investasi saham (Jones & Miller, 2019).

Melalui penerbitan saham, modal dan dana masyarakat dapat mengalir ke pasar modal, sehingga meningkatkan modal perusahaan dan mendorong pertumbuhan ekonomi. Hal ini juga membuka peluang bagi investor, baik skala besar maupun kecil, untuk menambah jumlah modal yang dimiliki (Lee et al., 2021). Namun, investasi saham memiliki risiko, seperti capital loss dan likuidasi,

yang dapat menyebabkan tekanan psikologis bagi investor. Untuk mengurangi risiko ini, diperlukan model algoritma yang mampu memprediksi harga saham secara akurat.

Saat ini, berbagai metode telah digunakan untuk memodelkan harga saham. Sayangnya, metode prediksi tradisional sering kali tidak mampu menangkap perubahan harian dalam dataset harga saham secara akurat. Dengan pesatnya perkembangan teknologi, metode berbasis Artificial Intelligence (AI), Deep Learning, dan Machine Learning semakin banyak digunakan dalam penelitian prediksi harga saham (Goodfellow et al., 2016). Deep learning bertujuan untuk memahami pola dalam data dan memiliki kemampuan menangkap hubungan kompleks dalam deret waktu (LeCun et al., 2015). Salah satu teknik deep learning yang populer adalah Recurrent Neural Network (RNN), yang memiliki kemampuan untuk menangani data sekuensial melalui hubungan antara lapisan tersembunyi (Hochreiter & Schmidhuber, 1997).

Salah satu jenis RNN yang dikenal efektif dalam prediksi deret waktu adalah Long Short-Term Memory (LSTM). Penelitian oleh Hiransha et al. (2018) menunjukkan bahwa model LSTM dapat memberikan akurasi prediksi sebesar 68,6% untuk pasar saham Cina dan 55,2% untuk pasar saham Amerika. Selain itu, penelitian lain yang menggunakan data perdagangan dari Bursa Efek Indonesia terhadap 10 saham kelompok LQ45 menunjukkan bahwa metode LSTM menghasilkan hasil prediksi yang lebih stabil dibandingkan metode lainnya, dengan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 2,09% dan Root Mean Squared Error (RMSE) sebesar 158,47 (Putra et al., 2022).

Selain LSTM, terdapat varian lain dari RNN yang telah terbukti efektif, yaitu Gated Recurrent Unit (GRU). GRU telah banyak digunakan dalam berbagai bidang, seperti prediksi status pengisian daya baterai litium (Zhao et al., 2021), kualitas udara dalam ruangan (Benitez et al., 2020), kualitas air (Chen et al., 2019), serta prediksi deret waktu keuangan (Wang & Zhang, 2021). Dalam penelitian ini, akan dilakukan analisis dan perbandingan antara model LSTM dan GRU dalam menangkap pola ketergantungan yang mempengaruhi pergerakan harga saham PT Aneka Tambang Tbk. Dengan menggunakan grafik prediksi harga dan evaluasi tingkat akurasi, penelitian ini bertujuan untuk menentukan model yang paling optimal dalam memprediksi harga emas. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan bagi investor dalam pengambilan keputusan investasi.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen untuk membandingkan performa model Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU) dalam memprediksi harga saham PT Aneka Tambang Tbk (ANTAM). Model akan dievaluasi berdasarkan performanya dalam menangkap pola data time-series menggunakan metrik evaluasi tertentu. Dalam penelitian ini sumber data yang digunakan berasal dari dataset Indonesia Stocks di Kaggle, yang mencakup harga saham harian PT Aneka Tambang Tbk dari tahun 2005 hingga 2024. Data yang digunakan meliputi harga pembukaan (open), harga tertinggi (high), harga terendah (low), harga penutupan (close), volume perdagangan, serta indikator teknikal tambahan.

Teknik pengolahan data, diawali dengan Data Preprocessing yakni data yang terdapat noise maupun yang tidak relevan dihilangkan, kemudian normalisasi data menggunakan Min-Max Scaling agar nilai berada dalam rentang $[0,1]$ dan pembagian dataset menjadi data latih (80%) dan data uji (20%). Tahapan selanjutnya adalah pemodelan dimana melakukan Implementasi model LSTM dan GRU dilakukan menggunakan TensorFlow dan Keras dengan arsitektur berlapis, termasuk beberapa lapisan LSTM/GRU, dropout layer untuk mencegah overfitting, serta fully connected layer sebagai

output. Model menggunakan fungsi aktivasi ReLU pada hidden layer dan aktivasi linear pada output layer. Optimasi dilakukan menggunakan Adam Optimizer dengan learning rate tertentu.

Kemudian melakukan Evaluasi Model dengan menguji model dengan uji yang telah dipisahkan sebelumnya melalui matriks evaluasi, Mean Squared Error (MSE) untuk mengukur rata-rata kuadrat kesalahan antara nilai aktual dan prediksi, Root Mean Squared Error (RMSE) untuk menyediakan ukuran kesalahan dalam satuan yang sama dengan data asli, dan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) untuk mengukur rata-rata persentase kesalahan prediksi.

Pada tahapan Eksperimen dan Analisis Data, dilakukan eksperimen dengan berbagai konfigurasi hyperparameter seperti jumlah unit LSTM/GRU, jumlah epoch, dan batch size. Kemudian membandingkan performa LSTM dan GRU dilakukan dengan melihat hasil evaluasi pada metrik yang telah ditentukan. Analisis visualisasi hasil prediksi dibandingkan dengan harga saham aktual untuk memahami pola yang berhasil ditangkap oleh masing-masing model. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak Python dengan pustaka seperti Pandas, NumPy, Scikit-Learn untuk preprocessing, serta TensorFlow dan Keras untuk implementasi model deep learning. Proses pelatihan dan evaluasi model dilakukan menggunakan Google Colab dengan GPU untuk mempercepat komputasi. Dengan metodologi ini, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan model prediksi harga saham yang lebih akurat dan membantu investor dalam pengambilan keputusan berbasis data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah tahap preprocessing selesai, dilakukan pengujian menggunakan variasi ukuran batch dan epoch untuk mengevaluasi performa model dalam memprediksi harga saham PT ANTAM. Analisis dilakukan berdasarkan nilai evaluasi model menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dan akurasi yang diperoleh dari setiap pengujian dengan parameter yang berbeda. Pengujian dilakukan terhadap jumlah batch size dan epoch guna menentukan kombinasi parameter terbaik untuk model analitis yang digunakan. Model yang dikembangkan menggunakan dua pendekatan, yaitu Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU). Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja kedua model dalam memprediksi harga saham. Hasil pengujian parameter ditampilkan dalam Tabel 2 untuk metode LSTM dan Tabel 3 untuk metode GRU.

Tabel 2. Hasil Pengujian Parameter dengan Metode LSTM

Epoch	Batch	2	4	8	16	32	64	128
50	MAP	2,01%	1,99%	3,77%	3,87%	6,10%	2,99%	4,66%
	Akurasi	97,98%	98,00%	96,22%	96,12%	9,38%	97,00%	95,33%
100	MAP	2,92%	2,47%	2,47%	2,53%	4,49%	3,33%	7,40%
	Akurasi	97,07%	97,52%	97,52%	97,46%	9,55%	96,66%	92,59%
150	MAP	1,98%	2,63%	2,63%	4,18%	6,81%	2,63%	7,32%
	Akurasi	98,01%	97,36%	97,36%	95,81%	9,31%	97,36%	92,67%
200	MAP	5,44%	2,96%	5,40%	3,04%	1,42%	4,85%	7,17%
	Akurasi	94,55%	97,03%	94,59%	96,95%	8,57%	95,14%	92,82%

Tabel 3. Hasil Pengujian Parameter dengan Metode GRU

Epoch	Batch	2	4	8	16	32	64	128
50	MAP	1,78%	1,99%	1,80%	1,81%	1,86%	2,02%	1,84%
	Akurasi	98,21%	98,22%	98,19%	98,18%	98,13%	97,00%	98,15%
100	MAP	2,08%	2,47%	2,25%	2,17%	2,42%	1,99%	1,84%
	Akurasi	97,91%	97,94%	97,74%	97,82%	97,57%	96,66%	98,15%
150	MAP	2,18%	2,63%	2,19%	2,52%	2,45%	2,52%	2,17%
	Akurasi	97,81%	98,06%	97,80%	97,47%	97,55%	97,36%	97,82%
200	MAP	1,65%	2,96%	3,57%	2,47%	2,46%	2,49%	2,62%
	Akurasi	98,34%	97,46%	96,42%	97,52%	97,54%	95,14%	97,37%

Berdasarkan hasil pengujian parameter, model LSTM dengan teknik regulasi dropout sebesar 0,2 dan optimizer Adam menunjukkan bahwa kombinasi parameter terbaik adalah epoch 150 dan batch size 2. Dengan parameter ini, diperoleh nilai MAPE sebesar 1,98% dan akurasi 98,01%. Sementara itu, model GRU dengan parameter terbaik yaitu epoch 200 dan batch size 2 menghasilkan nilai MAPE sebesar 1,65% dan akurasi 98,34%. Hasil ini menunjukkan bahwa model GRU memberikan prediksi yang lebih akurat dibandingkan dengan model LSTM dalam penelitian ini. Pengaruh batch size dan epoch terhadap akurasi model terlihat dari nilai MAPE dan akurasi yang berfluktuasi. Penggunaan batch size yang terlalu besar cenderung menurunkan akurasi, sedangkan epoch yang lebih tinggi tidak selalu memberikan hasil terbaik. Oleh karena itu, pemilihan parameter yang optimal sangat penting dalam meningkatkan performa model prediksi harga saham.

Berdasarkan hasil pengujian parameter pada model Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU) terhadap data harga saham PT Aneka Tambang Tbk (ANTAM), dapat dilakukan analisis terhadap performa masing-masing model dalam melakukan prediksi harga saham. Pengujian dilakukan dengan variasi batch size dan jumlah epoch untuk melihat pengaruhnya terhadap akurasi dan nilai Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dari model. Dari hasil pengujian yang ditampilkan pada tabel, ditemukan bahwa, pada model LSTM, parameter terbaik diperoleh dengan epoch 150 dan batch size 2, menghasilkan nilai MAPE sebesar 1,98% dan akurasi sebesar 98,01%. Sedangkan pada model GRU, parameter terbaik diperoleh dengan epoch 200 dan batch size 2, menghasilkan MAPE sebesar 1,65% dan akurasi sebesar 98,34%.

Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa peningkatan jumlah epoch hingga titik tertentu dapat meningkatkan performa model, tetapi setelah melewati ambang batas tertentu, performa dapat mengalami penurunan akibat overfitting. Selain itu, pemilihan batch size kecil (batch size 2) menunjukkan hasil terbaik dalam penelitian ini, yang mengindikasikan bahwa model lebih optimal dalam menangkap pola pergerakan saham dengan batch yang lebih kecil.

Model GRU menunjukkan kinerja lebih baik dibandingkan dengan LSTM dalam prediksi harga saham PT ANTAM. Hal ini terlihat dari nilai MAPE yang lebih kecil pada model GRU dibandingkan dengan LSTM, yang menunjukkan bahwa model GRU lebih akurat dalam memprediksi pergerakan harga saham. Selain itu, akurasi prediksi dari model GRU juga lebih tinggi dibandingkan dengan model LSTM, yang mengindikasikan bahwa model GRU lebih stabil dan dapat menangkap pola data historis dengan lebih baik. Keunggulan model GRU dibandingkan LSTM dapat dijelaskan oleh struktur internalnya yang lebih sederhana, yang memungkinkan proses pembelajaran lebih efisien dan mengurangi kemungkinan overfitting. Selain itu, GRU memiliki mekanisme yang lebih fleksibel dalam menangani data deret waktu, sehingga dapat menangkap pola pergerakan harga saham dengan lebih baik dibandingkan dengan LSTM.

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa model GRU lebih direkomendasikan dibandingkan dengan LSTM untuk prediksi harga saham PT ANTAM karena memberikan hasil yang lebih akurat dan stabil. Namun, untuk penelitian selanjutnya, beberapa langkah perbaikan dapat dilakukan, seperti; (1) menggunakan teknik tuning hyperparameter lebih lanjut untuk mendapatkan kombinasi parameter yang lebih optimal; (2) menerapkan teknik ensemble learning dengan menggabungkan model LSTM dan GRU untuk meningkatkan akurasi prediksi; dan (3) menggunakan data tambahan seperti sentimen pasar dan indikator ekonomi makro untuk meningkatkan ketepatan prediksi. Dengan pengembangan lebih lanjut, model yang digunakan dalam penelitian ini dapat diadaptasi untuk memprediksi saham lain atau bahkan instrumen keuangan lainnya, sehingga dapat memberikan manfaat yang lebih luas bagi investor dan analis pasar saham.

KESIMPULAN

Untuk memprediksi harga saham PT. ANTAM, rancangan, implementasi, pengujian dan analisis telah diselesaikan dan algoritma LSTM dan GRU berhasil diimplementasikan dan dibandingkan. Proses prediksi tidak terlepas dari penggunaan batch epoch number dan size. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma GRU lebih baik dibandingkan dengan LSTM dalam memprediksi harga saham PT. ANTAM. Ini ditunjukkan oleh nilai MAPE yang diperoleh untuk data pengujian kecil, kurang dari 10% dengan tingginya nilai akurasi pada harga saham PT. Aneka Tambang Tbk (ANTAM.JK) sebesar 1,65% nilai MAPE dan nilai akurasi 98,34% untuk model GRU, sedangkan nilai MAPE model LSTM sebesar 1,98% dengan nilai akurasi 98,01%. Berdasarkan hasil yang didapatkan ukuran batch dan epoch mempengaruhi nilai akurasi suatu algoritma. Sehingga penting untuk menentukan batch size dan epoch yang terbaik dalam melakukan prediksi. Saran yang dapat dilakukan untuk perbaikan penelitian selanjutnya yaitu dengan menggunakan algoritma lainnya untuk penelitian sebagai pembanding agar hasil prediksi menjadi lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Benitez, D., Gonzalez, J., & Lopez, A. (2020). Indoor air quality prediction using Gated Recurrent Units (GRU). *Environmental Science and Technology*, 54(15), 10021-10030.
- Bao, W., & Yang, J. (2018). A deep learning framework for financial time series using stacked autoencoders and Long Short-Term Memory. *Journal of Cheminformatics*, 24(4), 1-11.
- Cambridge Dictionary. (n.d.). Investment. Diakses dari <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/investment>
- Carnegie, M. D. (2023). Perbandingan Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU) untuk memprediksi curah hujan. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 7(3), 1022-1032.
- Chen, H., Wang, X., & Zhang, Y. (2019). Water quality prediction using deep learning methods: A case study of GRU and LSTM. *Journal of Hydrology*, 573, 100-115.
- Chikwira, C., & Smith, L. (2023). The impact of the stock market on liquidity and economic growth: Evidence of volatile market. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Journal*, 11(6), 155.
- Ding, M., Zhou, H., Xie, H., Wu, M., Nakanishi, Y., & Yokoyama, R. (2019). A gated recurrent unit neural networks-based wind speed error correction model for short-term wind power forecasting. *Neurocomputing*, 365, 54-61.
- Elvis, P. (2024, Juli 19). Investing explained: Types of investing and how to get started. Diakses dari <https://www.investopedia.com/terms/i/investing.asp.html>
- Fauzi, F., Aulia, S., & Syaifullah, A. (2024). Peramalan harga emas menggunakan pendekatan Long-Short Term Memory (LSTM). *Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika*, 12(5), 252-253.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
- Hiransha, M., Gopalakrishnan, E. A., Menon, V. K., & Soman, K. P. (2018). NSE stock market prediction using deep-learning models. *Procedia Computer Science*, 132, 1351-1362.
- Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. *Neural Computation*, 9(8), 1735-1780.
- Jiao, M., & Wang, D. (2020). A GRU-RNN-based momentum optimized algorithm for SOC estimation. *Journal of Power Sources*, 459.
- Jones, M., & Miller, T. (2019). The evolution of investment strategies: From traditional to modern approaches. *Journal of Financial Studies*, 45(3), 210-225.
- Kim, Y., & Wong, P. (2019). Structural recurrent neural network for traffic speed prediction. *Institute of Electrical and Electronics Engineers Journal*.

- Kumari, P. (2021). Deep learning models for solar irradiance forecasting: A comprehensive review. *Journal of Cleaner Production*, 318.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436-444.
- Lee, S., Kim, J., & Park, H. (2021). The role of stock markets in economic growth: An empirical study. *Economic Research Journal*, 58(2), 89-105.
- Loy-Benitez, J., & Heo, S. (2020). Imputing missing indoor air quality data via variational convolutional autoencoders: Implications for ventilation management of subway metro systems. *Building and Environment*, 182.
- Nugraha, E. A. (2024). Forecasting the stock price of PT Astra International using the LSTM method. *Jurnal Resti (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 8(3), 431-437.
- Putra, A. P., Santoso, B., & Rahmat, I. (2022). LSTM-based stock price prediction for LQ45 index: A case study on the Indonesian stock market. *International Journal of Financial Analytics*, 10(4), 50-65.
- Sarker, I. (2021). Deep learning: A comprehensive overview on techniques, taxonomy, applications, and research directions. *SN Comput-SCI*, 2, 420.
- Smith, R., Brown, J., & Taylor, M. (2020). Inflation and consumer purchasing power: A global analysis. *Journal of Economic Perspectives*, 34(1), 32-58.
- Taye, M. (2023). Understanding of machine learning with deep learning: Architectures, workflow, applications, and future directions. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Journal*, 12(5), 91.
- U, J., Lu, P., Kim, C., & Ryu, U. (2020). A new LSTM-based reversal point prediction method using upward/downward reversal point feature sets. *Chaos, Solitons & Fractals*, 132.
- Wang, F., & Zhang, L. (2021). Financial time-series forecasting using Gated Recurrent Unit (GRU). *Journal of Computational Finance*, 18(2), 112-128.
- Wang, J. L. (2023). A novel gold futures price prediction model based on PCA-AGRU. *IEEE Parallel and Distributed Systems*, 1500-1507.
- Wang, Q., & Guo, Y. (2017). Earthquake prediction based on spatio-temporal data mining: An LSTM network approach. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*.
- Widya, F. M. A. (2023). Inflation and its contribution to economic stability in Indonesia in an Islamic perspective. *Proceedings of Islamic Economics, Business and Philanthropy*, 84-85.
- Wijaya, A., & Fatichah, C. (2022). Stock prediction with golden cross and death cross on technical analysis indicators using Long Short-Term Memory. *Institute of Electrical and Electronics Engineers Journal*, 278-282.
- Zhang, C. (2023). Battery SOH estimation method based on gradually decreasing current multiple correlation analysis and GRU. *Green Energy & Intelligent Transportation*, 2(5), 100108.
- Zhao, Y., Liu, H., & Wang, X. (2021). Predicting lithium-ion battery charge state using GRU networks. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 36(3), 4021-4032.
- Zheng, Y., & Huang, J. (2023). Health condition estimation for random lithium battery charging process based on CNN-GRU. *Energy Reports*, 9, 1-10.