

Perbandingan Metode Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU) dalam Memprediksi Harga Saham Telkom

Gede Yogi Pratama^{1,a,*}, Onis Alamsyah^a, Hanif Aljauziah^a, Muh Sohibul Ihsani^a, Mohammad Mirza^a, Lathifah Laili Andita^a

^a Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Bumigora, Mataram, Indonesia

¹ gedeyogipratama@universitasbumigora.ac.id*

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article history Received April 14, 2026 Revised April 15, 2026 Accepted April 16, 2026 Published April 28, 2026 Keywords Stock price prediction Time series forecasting Long Short-Term Memory (LSTM) Gated Recurrent Unit (GRU) Deep learning  License by CC-BY-SA Copyright © 2026, The Author(s).	Accurate stock price prediction remains a challenging task due to the highly volatile nature of financial markets and the influence of various macroeconomic factors and market sentiment. PT Telkom Indonesia Tbk (TLKM), one of the largest publicly listed companies in Indonesia, has attracted significant attention from investors because of its substantial market capitalization and active stock trading. This study aims to compare the performance of the Long Short-Term Memory (LSTM) and Gated Recurrent Unit (GRU) models in predicting TLKM stock prices using time series data. The dataset consists of historical TLKM stock data, including the Open, High, Low, Close, Adjusted Close, and Volume variables. Data preprocessing involved data cleaning, normalization using the Min-Max Scaling technique, and time series sequence generation through the sliding window approach. Both LSTM and GRU models were developed using comparable network architectures and trained with the Adam optimizer and the Mean Squared Error (MSE) loss function. Model performance was evaluated using Mean Squared Error (MSE), Root Mean Squared Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE), and Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The experimental results demonstrate that both models effectively capture historical stock price patterns. However, the GRU model consistently outperformed the LSTM model by achieving lower prediction errors while requiring lower computational complexity and training time. These findings suggest that GRU is a more effective and computationally efficient approach for predicting TLKM stock prices based on time series data.
How to cite: Pratama, G. Y., et al. (2026). Perbandingan Metode Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU) dalam Memprediksi Harga Saham Telkom. <i>Journal of Science and Technology: Alpha</i>, 2(2), 44-. doi: https://doi.org/10.70716/alpha.v2i2.475	

PENDAHULUAN

Di era modern, perkembangan teknologi yang berlangsung sangat cepat dan dinamis menjadikan infrastruktur telekomunikasi sebagai salah satu kebutuhan fundamental dalam mendukung aktivitas masyarakat, bisnis, dan pemerintahan (Maria et al., 2025). PT Telkom Indonesia Tbk (TLKM) merupakan salah satu perusahaan telekomunikasi terbesar di Indonesia yang berperan sebagai penyedia infrastruktur digital, layanan internet, dan berbagai solusi teknologi informasi bagi masyarakat maupun industri (Erica & Vidada, 2022; Widiarma et al., 2023). Selain memiliki kapitalisasi pasar yang besar, TLKM juga memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pergerakan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), sehingga kinerjanya sering dijadikan salah satu indikator perkembangan sektor telekomunikasi dan pasar modal di Indonesia (Erica & Vidada, 2022).

Pergerakan harga saham TLKM dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kondisi ekonomi makro, kinerja fundamental perusahaan, kebijakan pemerintah, dan sentimen pasar global. Interaksi berbagai faktor tersebut menghasilkan dinamika pasar yang kompleks sehingga menyebabkan harga saham bersifat fluktuatif dan sulit diprediksi secara manual (Windytiafitli, 2023; Kumar Mishra & Kumar, n.d.; Hadi & Priyanto, n.d.). Di kalangan investor, analisis harga saham masih banyak dilakukan menggunakan pendekatan teknikal dan fundamental yang bergantung pada pengalaman analis. Pendekatan tersebut sering kali belum mampu menangkap pola nonlinier dan dinamika pasar yang terus berubah. Oleh karena itu, diperlukan suatu

sistem prediksi berbasis data yang mampu menghasilkan prediksi harga saham secara lebih akurat, objektif, dan efisien (Lumbantoruan et al., 2025; Mahadewi & Made, 2025).

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan, khususnya *machine learning* dan *deep learning*, membuka peluang baru dalam analisis data keuangan dan prediksi harga saham (Erica et al., 2023). Di antara berbagai metode *deep learning*, Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU) merupakan pengembangan dari Recurrent Neural Network (RNN) yang dirancang untuk memodelkan data runtun waktu (*time series*) dengan kemampuan menangkap ketergantungan jangka panjang (*long-term dependencies*) pada data historis (Meriani & Rahmatulloh, 2024; Amalou et al., 2022). Kedua metode tersebut telah banyak diterapkan dalam prediksi harga saham karena mampu mempelajari hubungan nonlinier dari data historis, seperti harga pembukaan, harga penutupan, volume transaksi, maupun indikator teknikal lainnya (Nazhiroh et al., 2024). Dengan memanfaatkan LSTM dan GRU, proses prediksi tidak lagi hanya bergantung pada analisis manual, tetapi juga memanfaatkan pembelajaran otomatis dari data sehingga diharapkan mampu meningkatkan akurasi prediksi harga saham TLKM.

Berbagai penelitian sebelumnya telah membahas prediksi harga saham menggunakan beragam pendekatan. Nhlapho et al. (2025) mengembangkan model hibrida statistik dan *deep learning* yang mampu meningkatkan akurasi peramalan data *time series*. Penelitian lain menunjukkan bahwa model LSTM mampu memberikan hasil prediksi yang lebih baik dibandingkan metode konvensional pada data saham harian (Omega Octaviani et al., 2025; Perdana et al., n.d.). Meskipun demikian, LSTM memiliki kompleksitas komputasi yang relatif tinggi sehingga membutuhkan waktu pelatihan yang lebih lama. Sebagai alternatif, GRU menawarkan struktur jaringan yang lebih sederhana dengan jumlah parameter yang lebih sedikit tanpa mengurangi kemampuan dalam mempelajari dependensi jangka panjang (Puteri et al., 2024; Ripto & Heryanto, n.d.).

Selain kompleksitas model, tingginya volatilitas pasar dan keberadaan *noise* pada data historis juga menjadi tantangan utama dalam prediksi harga saham. Kondisi tersebut dapat menyebabkan model mengalami *overfitting* sehingga menurunkan kemampuan generalisasi terhadap data baru (Rizki Pratama et al., 2025). Oleh karena itu, diperlukan pemilihan model yang tepat disertai proses pengolahan data *time series* yang sistematis agar diperoleh hasil prediksi yang lebih stabil dan andal (Rozi et al., 2023; Septiningrum et al., 2015).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan membandingkan kinerja metode Long Short-Term Memory (LSTM) dan Gated Recurrent Unit (GRU) dalam memprediksi harga saham PT Telkom Indonesia Tbk menggunakan data *time series*. Kebaruan penelitian ini terletak pada evaluasi komprehensif terhadap performa kedua model menggunakan data historis saham TLKM dengan metrik evaluasi yang sama, sehingga dapat diketahui model yang memberikan tingkat akurasi dan efisiensi komputasi terbaik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem prediksi harga saham berbasis kecerdasan buatan yang lebih akurat, adaptif, dan aplikatif dalam mendukung pengambilan keputusan investasi di pasar modal Indonesia.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data historis harga saham PT Telkom Indonesia Tbk (TLKM) selama kurang lebih lima tahun yang diperoleh dari sumber data keuangan publik. Dataset disusun dalam bentuk data runtun waktu (*time series*) yang terdiri atas enam variabel, yaitu *Open*, *High*, *Low*, *Close*, *Adjusted Close (Adj Close)*, dan *Volume*. Variabel *Close* dijadikan sebagai target prediksi karena merupakan indikator yang paling umum digunakan oleh investor dan peneliti dalam menganalisis pergerakan harga saham serta mendukung pengambilan keputusan investasi (Sheryl Noven et al., 2025).

Preprocessing Data

Tahap *preprocessing* dilakukan untuk meningkatkan kualitas data sehingga siap digunakan dalam proses pelatihan model. Tahapan *preprocessing* meliputi sebagai berikut.

1. Melakukan pembersihan data (*data cleaning*) dengan menghapus nilai yang hilang (*missing values*) dan data yang tidak valid.

2. Melakukan normalisasi menggunakan metode **Min-Max Scaling** ke dalam rentang nilai 0–1 untuk menyamakan skala antarfitur serta mempercepat proses konvergensi selama pelatihan model.
3. Membentuk data *time series* menggunakan teknik *sliding window*, yaitu sejumlah data historis pada periode sebelumnya digunakan sebagai masukan (*input*) untuk memprediksi nilai pada periode berikutnya.
4. Melakukan proses *reshaping* data ke dalam bentuk tiga dimensi (*jumlah sampel, time step, jumlah fitur*) agar sesuai dengan format masukan yang dibutuhkan oleh model LSTM dan GRU (Tholib et al., 2023).

Pembagian Data

Dataset dibagi secara kronologis tanpa proses pengacakan (*no shuffle*) untuk mempertahankan karakteristik data *time series*. Proporsi pembagian data adalah sebagai berikut.

1. Data latih (*training set*): 80%
2. Data uji (*testing set*): 20%

Pembagian ini bertujuan agar model mempelajari pola historis dari data masa lalu dan dievaluasi menggunakan data pada periode berikutnya sehingga proses pengujian lebih merepresentasikan kondisi prediksi di dunia nyata.

Model Long Short-Term Memory (LSTM)

Model LSTM dibangun menggunakan satu lapisan (*layer*) LSTM yang diikuti oleh *Dropout layer* untuk mengurangi risiko *overfitting*, kemudian diakhiri dengan *Dense layer* sebagai lapisan keluaran (*output layer*). Proses pelatihan model menggunakan algoritma optimasi **Adam** dengan fungsi kerugian (*loss function*) **Mean Squared Error (MSE)**. Model LSTM dipilih karena memiliki kemampuan dalam mempelajari ketergantungan jangka panjang (*long-term dependencies*) pada data *time series*, sehingga banyak digunakan dalam permasalahan prediksi harga saham (Widiarma et al., 2023; Nazhiroh et al., 2024).

Model Gated Recurrent Unit (GRU)

Model GRU dibangun menggunakan arsitektur yang sebanding dengan model LSTM agar proses perbandingan dilakukan secara objektif. Perbedaan utama terletak pada struktur internal GRU yang hanya menggunakan dua mekanisme gerbang (*reset gate* dan *update gate*), sehingga jumlah parameter yang dipelajari lebih sedikit dibandingkan LSTM. Struktur tersebut menjadikan GRU lebih efisien secara komputasi tanpa mengurangi kemampuannya dalam mempelajari dependensi jangka panjang pada data *time series* (Windytafitli, 2023; Xiao et al., n.d.).

Evaluasi Model

Kinerja model dievaluasi menggunakan tiga metrik utama, yaitu:

1. Mean Squared Error (MSE)
2. Root Mean Squared Error (RMSE)
3. Mean Absolute Error (MAE)

Metrik **Mean Absolute Percentage Error (MAPE)** tidak digunakan sebagai indikator utama karena data harga saham telah melalui proses normalisasi menggunakan **Min-Max Scaling**, sehingga nilai aktual dapat mendekati nol. Kondisi tersebut berpotensi menghasilkan nilai MAPE yang sangat besar dan kurang representatif dalam menggambarkan tingkat kesalahan prediksi. Selain menggunakan metrik kuantitatif, evaluasi juga dilakukan melalui visualisasi grafik yang membandingkan data aktual dengan hasil prediksi untuk menilai kemampuan model dalam mengikuti pola pergerakan harga saham (Xiao et al., n.d.).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja model **Long Short-Term Memory (LSTM)** dan **Gated Recurrent Unit (GRU)** dalam memprediksi harga saham PT Telekomunikasi Indonesia Tbk (TLKM) menggunakan data historis selama lima tahun. Data yang digunakan telah melalui tahapan preprocessing, meliputi pembersihan data, normalisasi menggunakan metode **Min-Max Scaling**, serta pembentukan data deret waktu (*time series*) menggunakan teknik *sliding window*. Tahapan tersebut

dilakukan untuk memastikan kualitas data yang optimal sehingga mampu meningkatkan proses pembelajaran kedua model.

Evaluasi performa model dilakukan menggunakan tiga metrik utama, yaitu **Mean Squared Error (MSE)**, **Root Mean Squared Error (RMSE)**, dan **Mean Absolute Error (MAE)**. Ketiga metrik tersebut dipilih karena mampu memberikan ukuran kesalahan prediksi yang stabil dan representatif pada data harga saham yang bersifat kontinu. Sementara itu, **Mean Absolute Percentage Error (MAPE)** tidak digunakan sebagai indikator utama karena proses normalisasi menyebabkan sebagian nilai aktual mendekati nol, sehingga MAPE berpotensi menghasilkan nilai kesalahan yang sangat besar dan kurang merepresentasikan performa model secara objektif.

Tabel 1. Hasil Evaluasi Kinerja Model LSTM dan GRU

Model	RMSE	MSE	MAE
<i>LSTM</i>	0,0543	0,00295	0,0407
<i>GRU</i>	0,0338	0,00114	0,0253

Berdasarkan Tabel 1, model **GRU** memperoleh nilai **RMSE**, **MSE**, dan **MAE** yang lebih rendah dibandingkan model **LSTM**. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model GRU memiliki tingkat kesalahan prediksi yang lebih kecil sehingga mampu menghasilkan prediksi harga saham TLKM yang lebih akurat. Nilai error yang lebih rendah mengindikasikan bahwa hasil prediksi GRU memiliki kedekatan yang lebih tinggi terhadap nilai aktual dibandingkan model LSTM.

Keunggulan GRU pada penelitian ini diduga dipengaruhi oleh struktur arsitekturnya yang lebih sederhana dibandingkan LSTM. GRU hanya menggunakan dua mekanisme gerbang (*reset gate* dan *update gate*), sedangkan LSTM menggunakan tiga gerbang (*input gate*, *forget gate*, dan *output gate*) serta *cell state*. Jumlah parameter yang lebih sedikit membuat GRU lebih efisien dalam proses pelatihan, mempercepat konvergensi model, serta mengurangi risiko *overfitting*, terutama ketika diterapkan pada dataset dengan ukuran yang tidak terlalu besar seperti pada penelitian ini.

Selain evaluasi secara kuantitatif, analisis juga dilakukan melalui visualisasi hasil prediksi untuk mengetahui kemampuan masing-masing model dalam mengikuti pola pergerakan harga saham.

Gambar 1. Perbandingan Harga Saham Aktual dengan Prediksi LSTM dan GRU



Gambar 1. Grafik Perbandingan Harga Saham Aktual dengan Prediksi LSTM dan GRU

Berdasarkan Gambar 1, kurva prediksi model **GRU** terlihat lebih mendekati pola pergerakan harga saham aktual dibandingkan model **LSTM**. Pada beberapa periode yang mengalami perubahan harga secara signifikan, model GRU mampu mengikuti arah tren dengan lebih baik, sedangkan model LSTM menunjukkan deviasi yang relatif lebih besar terhadap data aktual. Hal tersebut mengindikasikan bahwa GRU memiliki kemampuan yang lebih baik dalam mempelajari pola nonlinier pada data historis harga saham TLKM.

Temuan penelitian ini juga sejalan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa model GRU mampu memberikan performa prediksi yang setara bahkan lebih baik dibandingkan LSTM pada berbagai permasalahan *time series*. Meriani dan Rahmatulloh (2024) menunjukkan bahwa GRU memiliki efisiensi komputasi yang lebih tinggi dibandingkan LSTM dalam prediksi harga emas. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Lestari et al. (2025) dan Xiao et al. yang menyatakan bahwa GRU mampu menghasilkan tingkat kesalahan prediksi yang lebih rendah dengan waktu pelatihan yang lebih singkat pada data keuangan.

Meskipun demikian, hasil penelitian ini tidak dapat digeneralisasikan untuk seluruh jenis saham maupun seluruh kondisi pasar. Kinerja model prediksi sangat dipengaruhi oleh karakteristik data, panjang periode pengamatan, pemilihan parameter model (*hyperparameter*), serta faktor eksternal yang tidak dimasukkan ke dalam penelitian, seperti kondisi ekonomi makro, sentimen pasar, kebijakan pemerintah, maupun peristiwa ekonomi global. Oleh karena itu, hasil yang diperoleh menggambarkan performa model pada dataset saham PT Telekomunikasi Indonesia Tbk (TLKM) yang digunakan dalam penelitian ini.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa model **GRU** lebih unggul dibandingkan **LSTM** dalam memprediksi harga saham PT Telekomunikasi Indonesia Tbk (TLKM), baik berdasarkan evaluasi kuantitatif maupun analisis visual. Dengan tingkat kesalahan prediksi yang lebih rendah serta struktur model yang lebih sederhana, GRU dapat dipertimbangkan sebagai salah satu metode *deep learning* yang efektif untuk pengembangan sistem prediksi harga saham berbasis *time series*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa model **Long Short-Term Memory (LSTM)** dan **Gated Recurrent Unit (GRU)** mampu mempelajari pola historis harga saham PT Telekomunikasi Indonesia Tbk (TLKM) dengan baik. Proses pelatihan dan pengujian menggunakan data historis saham berbasis *time series* menunjukkan bahwa kedua model memiliki kemampuan dalam memprediksi pergerakan harga saham berdasarkan pola data masa lalu.

Hasil evaluasi menggunakan metrik **Mean Squared Error (MSE)**, **Root Mean Squared Error (RMSE)**, dan **Mean Absolute Error (MAE)** menunjukkan bahwa model **GRU** menghasilkan tingkat kesalahan prediksi yang lebih rendah dibandingkan model **LSTM**. Selain itu, visualisasi hasil prediksi memperlihatkan bahwa kurva prediksi GRU lebih mendekati pola pergerakan harga saham aktual, sehingga menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam mengikuti dinamika data historis. Dengan jumlah parameter yang lebih sedikit, GRU juga memiliki efisiensi komputasi yang lebih tinggi dibandingkan LSTM, sehingga lebih sesuai digunakan pada proses prediksi data *time series* yang memerlukan waktu pelatihan relatif singkat.

Penelitian ini berhasil mencapai tujuan utama, yaitu membandingkan performa metode LSTM dan GRU dalam memprediksi harga saham PT Telekomunikasi Indonesia Tbk (TLKM). Berdasarkan hasil pengujian, model GRU terbukti memberikan performa yang lebih baik dibandingkan LSTM pada dataset yang digunakan. Temuan ini menunjukkan bahwa GRU dapat menjadi alternatif yang efektif dalam pengembangan sistem prediksi harga saham berbasis *deep learning*, khususnya pada data *time series* dengan karakteristik fluktuatif dan kompleks.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan metode prediksi harga saham berbasis kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) serta menjadi referensi bagi investor, akademisi, maupun peneliti dalam memilih model prediksi yang sesuai untuk analisis pasar modal. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menggunakan dataset dengan periode yang lebih panjang, menambahkan variabel eksternal seperti indikator ekonomi makro, sentimen pasar, maupun indikator teknikal, serta membandingkan LSTM dan GRU dengan metode *deep learning* lainnya, seperti **Bidirectional LSTM (BiLSTM)**,

Transformer, atau model hibrida, sehingga dapat diperoleh model prediksi dengan tingkat akurasi dan kemampuan generalisasi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalou, I., Mouhni, N., & Abdali, A. (2022). Multivariate time series prediction by RNN architectures for energy consumption forecasting. *Energy Reports*, 8, 1084–1091. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.07.139>
- Erica, D., & Vidada, I. A. (2022). Analisa fundamental perusahaan pada investasi kode saham TLKM. *AKASIA: Artikel Ilmiah Sistem Informasi Akuntansi*, 2. <https://jurnal.bsi.ac.id/index.php/akasia>
- Erica, E., dkk. (2023). Penerapan metode pembelajaran mesin untuk prediksi pergerakan harga saham. *Jurnal Akasia*, 27(1), 27–34.
- Hadi, M. F., & Priyanto, D. (2025). *Perbandingan kinerja RNN, LSTM, dan GRU dalam prediksi harga saham TLKM menggunakan deep learning*. Prosiding Seminar Nasional CORISINDO.
- Kumar Mishra, A., & Kumar, V. M. (n.d.). *Review paper on stock price prediction using supervised machine learning technique. International Journal of Advanced Research and Multidisciplinary Trends (IJARMT)*. <https://ijarnt.com>
- Lestari, S. A., Atina, V., & Hasanah, H. (2025). Perbandingan model Gated Recurrent Unit dan Long Short-Term Memory dalam prediksi harga saham. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis (SENATIB)*.
- Lumbantoruan, S., Duha, A., Astuti, T. P., Wahidin, A. J., Rahmatullah, B., & Kurniawati, I. (2025). Prediksi harga saham PT Telkom Indonesia Tbk (TLKM) menggunakan Linear Regression, Random Forest, dan XGBoost. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(4), 3429–3438. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i4.4158>
- Mahadewi, N. M. (2025). Application of ARIMA model in forecasting the stock price of PT Telkom Indonesia (Persero) Tbk (TLKM). *Journal of Actuarial*, 4(2). <http://e-journal.president.ac.id/presunivojs/index.php/JAFRM/index>
- Maria, F., Sembel, R., & Tobing, F. B. N. L. (2025). Short-term impact analysis of IndiHome acquisition by Telkomsel on stock returns with market return as a control variable: Analysis of profitability, liquidity, solvency, and activity before and after the acquisition at PT Telkom Indonesia. *Fundamental Management Journal*, 10(1), 21–40.
- Meriani, A. P., & Rahmatulloh, A. (2024). Perbandingan Gated Recurrent Unit (GRU) dan algoritma Long Short-Term Memory (LSTM) linear regression dalam prediksi harga emas menggunakan model time series. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i1.3808>
- Mulia Agustina, S., & Gustian, D. (2025). Analisis kinerja algoritma prediksi saham pada PT GoTo Gojek Tokopedia Tbk (GOTO). *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 11(1), 53–67. <https://rekayasa.nusaputra.ac.id/index>
- Nazhiroh, H., Fitria, D., Permana, D., & Zilrahmi. (2024). PT Telkom (Tbk) stock price forecasting using Long Short-Term Memory (LSTM). *UNP Journal of Statistics and Data Science*, 2(4), 414–421. <https://doi.org/10.24036/ujsds/vol2-iss4/223>
- Nhlapho, W., Atemkeng, M., & Ndogmo, J. C. (2025). An attention-guided hybrid statistical and deep learning modeling for enhanced time series forecasting: A case study of South African telecommunication companies. *Scientific African*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2025.e02950>
- Omega Octaviani, K., Saputra, J., Nugroho, F. A., & Andrean, J. (2025). Aplikasi prediksi harga saham Telkom Indonesia berbasis Streamlit menggunakan machine learning. *TAMIKA*, 5(2). <https://doi.org/10.46880/tamika.Vol5No2.pp327-333>
- Perdana, Y., Hanum, N. R., Rabiula, A., & Anzari, Y. (n.d.). Analisis perbandingan model GRU dan LSTM untuk prediksi harga saham Bank Rakyat Indonesia.
- Puteri, D. I., Darmawan, G., & Ruchjana, B. N. (2024). Prediksi harga saham syariah menggunakan Bidirectional Long Short-Term Memory (BiLSTM) dan algoritma Grid Search. *Jambura Journal of Mathematics*, 6(1), 39–45. <https://doi.org/10.37905/jjom.v6i1.23297>
- Ripto, J. A., & Heryanto, H. (n.d.). Penerapan Gated Recurrent Unit untuk prediksi pergerakan harga saham pada Bursa Efek Indonesia.

- Rizki Pratama, F., Santoso, B., & Kacung, S. (2025). Prediksi harga saham PT Telkom menggunakan metode CNN-LSTM. *Journal of Information System Management (JOISM)*, 7(1).
- Rozi, F., Bagoes, M., & Junianto, S. (2023). Penerapan machine learning untuk prediksi harga saham PT Telekomunikasi Indonesia Tbk menggunakan algoritma K-Nearest Neighbors. *Jurnal Informatika MULTI*, 1(1).
- Septiningrum, L., Yasin, H., & Tim Pengajar Jurusan Statistika. (2015). Prediksi Indeks Harga Saham Gabungan menggunakan Support Vector Regression (SVR) dengan algoritma Grid Search. *Gaussian*, 4(2), 315–321. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian>
- Sheryl Noven, M., Respatiwan, R., & Sulandari, W. (2025). Is the Box-Cox transformation needed in modeling Telkom's stock price using NNAR and DESH methods? *Media Statistika*, 17(2), 185–196. <https://doi.org/10.14710/medstat.17.2.185-196>
- Tholib, A., Agusmawati, N. K., & Khoiriyah, F. (2023). Prediksi harga emas menggunakan metode LSTM dan GRU. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 11(3). <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3.3250>
- Widiarma, I., Tegowati, & Yulianto, A. E. (2023). The effect of the IndiHome spin-off from PT Telkom Indonesia (Persero) and the merger of IndiHome with Telkomsel on TLKM shares on the IDX and TLK shares on the NYSE. *Journal of Trends Economics and Accounting Research*, 4(2), 487–497. <https://doi.org/10.47065/jtear.v4i2.1051>
- Windytiafitli, R. (2023). Pengaruh faktor fundamental ekonomi makro terhadap harga saham di Jakarta Islamic Index (JII) tahun 2019–2022. *Eksisbank: Ekonomi Syariah dan Bisnis Perbankan*, 7(2), 337–350. <https://doi.org/10.37726/ee.v7i2.934>
- Xiao, J., Bi, S., & Deng, T. (n.d.). *Comparative analysis of LSTM, GRU, and Transformer models for stock price prediction*.