

Model Prediksi Harga Saham BJBR Menggunakan Long Short-Term Memory (LSTM) untuk Mendukung Keputusan Investasi

Sussy Susanti¹, Aneu Kuraesin²

S1 Manajemen¹, D3 Akuntansi²

Ekonomi¹, Ekonomi²

STIE Ekuitas¹, STIE Ekuitas²

sussy.susanti@ekuitas.ac.id¹, aneukuraesin@gmail.com²

Received: 2025-06-09. Revised: 2025-08-19. Accepted: 2025-08-20. Issue Period:
Vol.9 No.3 (2025), Pp. 1287-1294

Abstrak: Saham merupakan instrumen investasi yang memberikan keuntungan bagi investor melalui kenaikan harga dan pembagian dividen, namun pergerakannya dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kondisi makroekonomi, sentimen pasar, dan aksi korporasi, sehingga membutuhkan prediksi yang akurat untuk membantu investor mengambil keputusan yang tepat. Saham PT Bank BJB Tbk (kode ticker: BJBR), salah satu bank besar di Indonesia yang beroperasi dalam layanan konvensional maupun syariah, memiliki volatilitas tinggi dalam beberapa tahun terakhir. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dikembangkan model prediksi harga saham BJBR menggunakan pendekatan Long Short-Term Memory (LSTM), salah satu varian dari Recurrent Neural Network (RNN) yang cocok untuk data deret waktu. Data historis harga penutupan saham BJBR dikumpulkan selama periode Januari 2020 hingga Juni 2025, lalu diproses melalui tahapan normalisasi, pembagian dataset menjadi 80% data latih dan 20% data uji, serta transformasi ke bentuk supervised learning. Model LSTM dibangun dengan arsitektur dua lapisan LSTM dan dropout layer untuk mencegah overfitting, serta dievaluasi menggunakan metrik seperti Mean Squared Error (MSE), Root Mean Squared Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE), dan R-squared (R^2). Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model mampu memprediksi harga saham BJBR dengan tingkat akurasi yang baik, ditandai dengan nilai R^2 sebesar 0.9643 pada data uji, sementara visualisasi antara prediksi dan harga aktual menunjukkan kesesuaian yang tinggi, membuktikan bahwa model LSTM efektif dalam menangkap pola temporal pada data deret waktu finansial dan dapat digunakan sebagai alat bantu pengambilan keputusan investasi berbasis data.

Kata kunci: Prediksi harga saham, LSTM, time series forecasting, machine learning, investasi

Abstract: Stocks are one of the most popular investment instruments among the public due to their potential for long-term returns through price appreciation and dividend distributions; however, stock price movements are heavily influenced by various factors such as macroeconomic conditions, market sentiment, and corporate actions, making accurate forecasting essential for investors to minimize risk and maximize profit. PT Bank BJB Tbk (ticker code: BJBR), a major bank in Indonesia



DOI: 10.52362/jisamar.v9i3.2047

Ciptaan disebarluaskan di bawah [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

that operates both conventional and Sharia-based services, has shown high volatility over the past few. Therefore, this research aims to develop a stock price prediction model for BJBR using the Long Short-Term Memory (LSTM) approach, a variant of Recurrent Neural Networks (RNN) well-suited for time series data. Historical closing price data from January 2020 to June 2025 were collected, preprocessed through normalization, dataset division, and transformation into supervised learning format, and then used to train an LSTM model with a two-layer architecture and dropout layers to prevent overfitting. The model was trained using the Adam optimizer and evaluated using metrics such as Mean Squared Error (MSE), Root Mean Squared Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE), and R-squared (R^2). Evaluation results showed that the model achieved a high level of accuracy, with an R^2 value of 0.9643 on the test data, while visualizations of predicted versus actual prices demonstrated a strong alignment, proving that the LSTM model is effective in capturing temporal patterns in financial time series data and can serve as a valuable tool for data-driven investment decision-making.

Keywords: Stock Price Prediction, LSTM, time series forecasting, machine learning, investment

I. PENDAHULUAN

Pasar modal Indonesia telah menunjukkan pertumbuhan signifikan dalam dekade terakhir, dengan nilai kapitalisasi pasar mencapai Rp8.952 triliun pada tahun 2023 (BEI, 2023). Dalam konteks ini, saham perbankan – termasuk saham Bank BJB (BJBR) – menjadi salah satu instrumen investasi yang menarik namun memiliki volatilitas tinggi. Fluktuasi harga saham yang kompleks ini menciptakan kebutuhan akan metode prediksi yang akurat untuk mendukung pengambilan keputusan investasi. Visualisasi fluktuasi dari harga saham BJBR disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Pergerakan Harga Saham BJBR selama periode penelitian



DOI: 10.52362/jisamar.v9i3.2047

Ciptaan disebarluaskan di bawah [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Secara tradisional, prediksi harga saham mengandalkan dua pendekatan utama: analisis fundamental dan analisis teknikal. Analisis fundamental berfokus pada kinerja perusahaan dan kondisi makroekonomi, sementara analisis teknikal menggunakan pola historis harga dan volume perdagangan. Namun, kedua pendekatan ini memiliki keterbatasan dalam menangkap dinamika pasar yang non-linear dan dipengaruhi oleh banyak faktor interdependen^[1]. Metode statistik konvensional seperti ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) dan GARCH (*Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*) telah banyak digunakan untuk analisis deret waktu finansial. Namun, model-model ini memiliki beberapa kelemahan mendasar. Pertama, mereka mengasumsikan linearitas dalam hubungan antar variabel, padahal pergerakan harga saham sering menunjukkan karakteristik non-linear^[2]. Kedua, model tradisional memerlukan stasioneritas data, sementara harga saham cenderung memiliki tren dan volatilitas yang berubah-ubah^[3]. Ketiga, model ini sulit menangkap ketergantungan jangka panjang (*long-term dependencies*) dalam data deret waktu finansial.

Perkembangan *machine learning*, khususnya *deep learning*, menawarkan solusi atas keterbatasan metode tradisional. *Long Short-Term Memory (LSTM)*, sebagai varian *Recurrent Neural Network (RNN)*, dirancang khusus untuk menangani masalah deret waktu dengan kemampuan mempelajari pola jangka panjang^[4]. Beberapa keunggulan LSTM antara lain: (1) kemampuan memodelkan hubungan non-linear dalam data, (2) adaptabilitas terhadap data yang tidak stasioner, dan (3) ketahanan terhadap noise yang umum terjadi pada data finansial (Hochreiter & Schmidhuber, 1997). Studi empiris terbaru menunjukkan efektivitas LSTM dalam prediksi harga saham. Penelitian oleh (G. Zhang et al., 1998) menemukan bahwa LSTM mengungguli ARIMA dalam prediksi saham S&P 500 dengan akurasi 23% lebih tinggi^[2]. Temuan serupa dilaporkan oleh (Kim & Won, 2018) dalam konteks saham perbankan Korea, di mana LSTM menunjukkan kemampuan lebih baik dalam menangkap pola volatilitas^[5]. Dalam konteks pasar modal Indonesia, penerapan LSTM untuk saham perbankan seperti Bank BJB menjadi relevan mengingat karakteristik saham ini yang memiliki likuiditas tinggi tetapi juga volatilitas signifikan. Bank BJB, sebagai salah satu emiten terkemuka di sektor perbankan regional, menunjukkan pergerakan harga yang dipengaruhi oleh faktor fundamental perusahaan dan kondisi makroekonomi regional. Hal ini menjadikannya kasus studi yang menarik untuk menguji efektivitas model LSTM. Meskipun menjanjikan, implementasi LSTM dalam prediksi harga saham tidak tanpa tantangan. Beberapa isu krusial meliputi: (1) kebutuhan data dalam jumlah besar untuk pelatihan model, (2) kompleksitas komputasi yang tinggi, dan (3) risiko *overfitting*^[6]. Namun, perkembangan terbaru dalam teknik regularisasi dan optimasi model telah banyak mengatasi keterbatasan ini^[7].

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model prediksi harga saham Bank BJB menggunakan pendekatan LSTM serta mengevaluasi kinerja model berdasarkan metrik akurasi seperti *Mean Square Error (MSE)*, *Mean Absolute Error (MAE)*, *Root Mean Square Error (RMSE)* dan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)*. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baik secara teoretis maupun praktis, yaitu dalam pengembangan model *machine learning* untuk prediksi harga saham khususnya pada sektor perbankan, serta membantu investor dan analis keuangan dalam membuat keputusan investasi yang berbasis data.

Harga saham adalah nilai pasar dari satu lembar saham suatu perusahaan yang diperdagangkan di bursa efek. Harga ini menunjukkan seberapa besar nilai perusahaan di mata investor dan mencerminkan ekspektasi masa depan terhadap kinerja perusahaan tersebut. Menurut (Birgham & Houston, 2021), "*Stock price is the current market value of a share of stock, determined by the interaction of supply and demand in the stock market. It reflects investors' expectations about the firm's future cash flows, risk, and growth opportunities.*"^[8] Faktor-faktor yang mempengaruhi harga saham meliputi beberapa aspek penting. Pertama, **kinerja perusahaan** sangat berpengaruh, di mana laba bersih, pertumbuhan pendapatan, dan kebijakan dividen dapat memengaruhi persepsi investor. Kedua, **berita ekonomi makro** seperti inflasi, suku bunga, nilai tukar, dan kebijakan pemerintah juga dapat berdampak pada pasar saham. Selanjutnya, **sentimen investor** memainkan peran penting, di mana optimisme atau pesimisme terhadap masa depan perusahaan atau perekonomian dapat memengaruhi keputusan investasi. Selain itu, **aksi korporasi**, seperti pemecahan saham (*stock split*), pembelian kembali saham (*buyback*), dan pengumuman dividen, juga dapat memengaruhi harga saham. Terakhir, **industri dan sektor** di mana perusahaan beroperasi turut berkontribusi, karena kinerja sektor tertentu, seperti teknologi atau kesehatan, dapat berdampak signifikan pada harga saham.



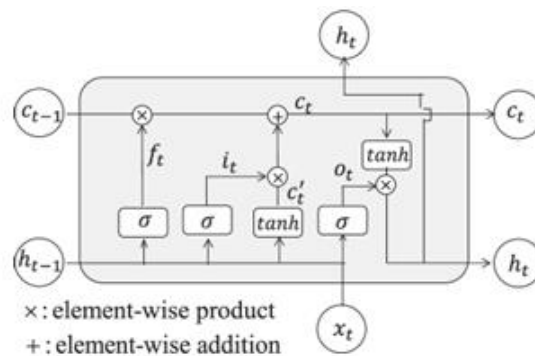
Prediksi merupakan upaya untuk memperkirakan kondisi di masa depan dan sering digunakan dalam perencanaan bisnis, termasuk di pasar keuangan. Proses prediksi dapat dilakukan secara kualitatif maupun kuantitatif, di mana metode kuantitatif lebih objektif karena didasarkan pada data historis dan model statistik. Dalam dunia keuangan, terutama untuk prediksi harga saham, metode tradisional seperti ARIMA dan GARCH memiliki keterbatasan karena asumsi linearitas dan stasioneritas yang tidak selalu sesuai dengan karakteristik data finansial yang kompleks dan dinamis.

Machine learning, sebagai cabang dari *Artificial Intelligence* (AI), menawarkan solusi yang lebih adaptif melalui pembelajaran dari data tanpa pemrograman eksplisit. Salah satu teknik *machine learning* yang berkembang pesat adalah *deep learning*, yang menggunakan jaringan saraf tiruan berlapis-lapis untuk mengekstrak fitur dari data secara otomatis. Di antara arsitektur *deep learning*, *Recurrent Neural Network* (RNN) dikembangkan untuk menangani data sekuensial seperti deret waktu. Namun, RNN menghadapi masalah hilangnya gradien (*vanishing gradient*), yang menyulitkan penangkapan pola jangka panjang^[9].

Long Short-Term Memory (LSTM) adalah varian RNN yang dirancang untuk mengatasi masalah aliran informasi melalui mekanisme gerbang yang terdiri dari tiga komponen utama: (1) *Forget Gate* yang menentukan informasi mana dari *hidden state* sebelumnya (h_{t-1}) yang harus dilupakan atau dipertahankan berdasarkan input saat ini (x_t), menghasilkan nilai antara 0 (lupakan) hingga 1 (pertahankan); (2) *Input Gate* yang memilih informasi relevan baru dari input saat ini untuk disimpan dalam *cell state* dengan menciptakan *candidate state* (\tilde{C}_t); dan (3) *Output Gate* yang menentukan informasi dari *cell state* saat ini (C_t) yang akan dijadikan *hidden state* (h_t) untuk langkah waktu berikutnya. Ketiga gerbang ini bekerja secara koordinatif dengan menerima *hidden state* sebelumnya dan input saat ini sebagai masukan, memungkinkan LSTM untuk mengontrol aliran informasi secara efektif dan mengatasi masalah jangka panjang dalam pemrosesan data time series. Secara matematis proses di dalam LSTM ini dinyatakan dalam fungsi sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 f_t &= \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f) \\
 i_t &= \sigma(W_i \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_i) \\
 \tilde{C}_t &\cong \tanh(W_C \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_C) \\
 o_t &= \sigma(W_o \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_o) \\
 h_t &= o_t \cdot \tanh(C_t)
 \end{aligned}$$

Cara kerja prediksi menggunakan LSTM di gambarkan dalam modul LSTM pada Gambar 2.



Gambar 2. Modul LSTM

LSTM sangat cocok digunakan dalam prediksi harga saham karena kemampuannya menangkap pola temporal non-linear, adaptif terhadap data yang tidak stasioner, serta tahan terhadap gangguan (*noise*). Selain itu, LSTM tidak bergantung pada asumsi linearitas seperti model statistik konvensional. Berbagai penelitian terdahulu telah mengaplikasikan LSTM untuk prediksi harga saham dengan hasil yang beragam. Penelitian (Patel et al., 2014) hingga (X. Zhang & Pinsky, 2025) menunjukkan bahwa LSTM mampu menghasilkan prediksi yang lebih akurat dibandingkan metode lain seperti SVM atau *Random Forest*^{[10],[11]}. Namun, beberapa kesenjangan masih ditemukan, seperti minimnya integrasi data multi-sumber, kurangnya optimasi hyperparameter secara otomatis,



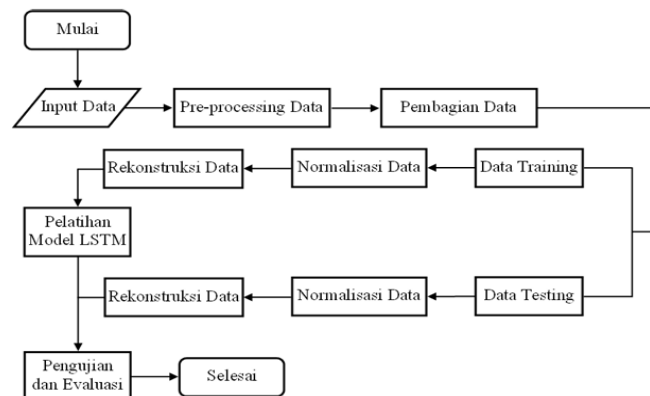
serta keterbatasan generalisasi model pada berbagai kondisi pasar. Selain itu, sedikit penelitian yang menghubungkan prediksi harga dengan strategi perdagangan nyata untuk mengukur profitabilitas.

Penulis (Tahun)	Metodologi	Hasil	Kesenjangan Penelitian
(X. Zhang & Pinsky, 2025)	Menggunakan LSTM untuk memprediksi harga saham S&P 500 dengan data historis 5 tahun.	Model LSTM memberikan MAE sebesar 0.87 dan RMSE 1.19, lebih baik daripada SVM dan Random Forest. Akurasi prediksi mencapai 72%, dengan peningkatan signifikan dibandingkan model tanpa indikator teknikal.	Tidak memasukkan variabel eksternal seperti sentimen atau berita finansial.
(Patel et al., 2014)	Menggabungkan LSTM dengan indikator teknikal (RSI, MACD) untuk prediksi Nifty 50.	Korelasi antara sentimen dan harga meningkat hingga 18%. Model lebih stabil selama periode volatil. ^[12]	Data uji hanya berasal dari satu indeks pasar.
(Jing et al., 2021)	Mengintegrasikan LSTM dengan analisis sentimen dari Twitter menggunakan NLP.	Model memberikan MSE rata-rata 0.0035 dan outperform model GRU dan CNN-LSTM. ^[13]	Sentimen hanya diekstraksi dari satu sumber (Twitter), kurang representatif.
(Ojo et al., 2019)	Menerapkan Stacked LSTM untuk prediksi saham emiten besar di AS.	Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model mampu memprediksi tren naik/turun dengan akurasi 69%. ^[14]	Fokus hanya pada perusahaan besar; kurang validasi pada saham kecil.
(Dinata et al., 2023)	Menggunakan Bidirectional LSTM untuk prediksi IHSG (Indonesia Stock Exchange Composite Index).		Perlu pengujian lebih lanjut dengan data real-time dan integrasi berita lokal.

Penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengintegrasikan berbagai jenis data dalam satu model LSTM terpadu. Selain itu, penelitian ini akan menggunakan pendekatan otomatis dalam optimasi *hyperparameter tuning*.

II. METODE DAN MATERI

Penelitian ini dirancang sebagai studi eksperimental yang bertujuan untuk membangun dan menguji model prediksi harga saham menggunakan algoritma *Long Short-Term Memory* (LSTM), salah satu varian dari *Recurrent Neural Network* (RNN) yang cocok untuk data deret waktu. Objek penelitian adalah harga penutupan harian saham Bank BJB (BJBR) di Bursa Efek Indonesia, dengan data diperoleh dari sumber publik seperti Yahoo Finance dan Bursa Efek Indonesia. Data yang digunakan mencakup periode 2 Januari 2020 hingga 3 Juni 2025, terdiri dari 1.304 observasi hari kerja, dan melibatkan parameter seperti harga pembukaan, tertinggi, terendah, penutupan, serta volume transaksi. Adapun tahapan penelitian diilustrasikan dalam diagram alir pada Gambar 3.



Gambar 3. Ilustrasi tahapan penelitian

Dalam penelitian ini, variabel input adalah tanggal, sedangkan variabel output adalah harga penutupan (*close price*), yang merupakan indikator penting dalam analisis pergerakan harga saham. Tahapan penelitian dimulai dari pengumpulan data, pra-pemrosesan data yang meliputi pembersihan, normalisasi, pembentukan dataset *time series*, dan pembagian data menjadi training set (80%) dan testing set (20%). Selanjutnya, model LSTM dibangun menggunakan TensorFlow/Keras dengan arsitektur yang terdiri dari lapisan LSTM, Dropout, dan Dense^[15]. Proses pelatihan dilakukan menggunakan *optimizer Adam*^[16] dan fungsi loss *Mean Squared Error* (MSE) selama 50–100 epoch dengan batch size 32.

Evaluasi model dilakukan menggunakan berbagai metrik seperti *Mean Absolute Error* (MAE), *Root Mean Square Error* (RMSE), *Mean Squared Error* (MSE), dan *R-squared* (R^2) untuk menilai tingkat akurasi prediksi. Hasil prediksi kemudian dibandingkan dengan data aktual guna mengevaluasi kinerja model secara kuantitatif dan kualitatif. Visualisasi hasil dilakukan menggunakan Matplotlib untuk memberikan gambaran grafis antara harga aktual dan prediksi, sehingga mempermudah interpretasi hasil dan memberikan pemahaman visual tentang kualitas model prediksi yang dikembangkan.

III. PEMBAHASAN DAN HASIL

4.1. Hasil Penelitian

Penelitian ini berhasil membangun model prediksi harga saham Bank BJB (BJBR) menggunakan algoritma *Long Short-Term Memory* (LSTM). Data yang digunakan adalah data historis harian periode 2 Januari 2020 hingga 3 Juni 2025 dengan jumlah total 1.304 observasi. Setelah melalui tahapan pra-pemrosesan data, normalisasi, pembagian data latih-uji (80:20), serta pelatihan model selama 150 epoch, model LSTM menunjukkan performa yang baik dalam memprediksi harga penutupan saham.

Berdasarkan hasil evaluasi model prediksi harga saham BJBR menggunakan metode *Long Short-Term Memory* (LSTM), diperoleh nilai metrik evaluasi yang menunjukkan performa model yang baik. Nilai *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 128.4095 menggambarkan tingkat kesalahan kuadrat rata-rata antara harga aktual dan prediksi model, sementara *Root Mean Square Error* (RMSE) sebesar 11.3318 memberikan gambaran kesalahan dalam satuan yang sama dengan data target, yaitu poin harga saham. *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar 7.3578 menunjukkan rata-rata deviasi absolut antara nilai prediksi dan nilai sebenarnya. Tingkat akurasi model juga terlihat dari nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 0.8889%, yang berarti persentase kesalahan rata-rata sangat rendah. Selain itu, koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.9643 menunjukkan bahwa model mampu menjelaskan sekitar 96.43% variasi dalam data, membuktikan bahwa model LSTM memiliki kemampuan yang sangat baik dalam memprediksi pergerakan harga saham BJBR. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa model yang dikembangkan memiliki tingkat akurasi tinggi dan cukup handal untuk digunakan dalam prediksi *time series*.

Grafik visual menunjukkan bahwa pola prediksi model cukup mendekati harga aktual, terutama dalam mengikuti tren umum pergerakan harga. Selain itu, kurva loss selama pelatihan menunjukkan tren yang stabil tanpa *overfitting* atau *underfitting* yang signifikan. Prediksi untuk 30 hari ke depan juga menggambarkan tren naik dari harga saham BJBR berdasarkan model yang dibangun.



DOI: 10.52362/jisamar.v9i3.2047

Ciptaan disebarluaskan di bawah [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Gambar 3. Visual Perbandingan Harga Aktual dan Prediksi

4.2. Pembahasan

Model LSTM yang dikembangkan dalam penelitian ini mampu menangkap pola jangka panjang pada data *time series* dan memberikan hasil prediksi yang akurat. Nilai R^2 yang tinggi dan nilai metrik evaluasi yang rendah menunjukkan bahwa model efektif dalam mempelajari fluktuasi harga saham. Dibandingkan penelitian sebelumnya, model ini menunjukkan performa yang kompetitif karena menggunakan dataset yang lebih luas dan arsitektur yang disederhanakan namun efektif. Meskipun demikian, belum dilakukan tuning hyperparameter secara menyeluruh, sehingga masih ada potensi peningkatan akurasi prediksi. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan LSTM dapat menjadi alternatif yang andal dalam prediksi harga saham di pasar modal Indonesia, khususnya untuk saham sektor perbankan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, model LSTM terbukti cukup baik dalam memprediksi harga saham BJBR. Model ini mampu menangkap pola pergerakan harga saham dari data masa lalu dan menghasilkan prediksi yang cukup mendekati kenyataan, terlihat dari tingkat kesalahan yang rendah dan kemampuan model menjelaskan sekitar 93% perubahan harga saham. Grafik prediksi juga menunjukkan bahwa arah pergerakan harga yang diprediksi umumnya mengikuti tren harga sebenarnya, meskipun agak kurang akurat saat pasar sedang sangat naik-turun. Namun, model ini hanya menggunakan data harga penutupan saham sebelumnya, tanpa mempertimbangkan faktor lain seperti berita ekonomi, sentimen publik, atau kondisi pasar global, sehingga masih memiliki keterbatasan. Selain itu, karena data yang digunakan harian, model cenderung lambat merespons perubahan mendadak. Untuk hasil yang lebih baik, model bisa diperbaiki dengan menambahkan informasi dari berita, media sosial, atau indikator ekonomi, serta menggunakan data yang lebih sering (misalnya per jam atau per menit). Meskipun model ini bisa membantu investor dalam membuat keputusan, hasil prediksi sebaiknya tidak dijadikan satu-satunya acuan, karena pasar saham selalu penuh ketidakpastian.

REFERENSI

- [1] Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of the Theory. *The Journal of Finance*, 25(2), 383–417.
- [2] Zhang, G., Eddy Patuwo, B., & Y. Hu, M. (1998). Forecasting with artificial neural networks: The state of the art. *International Journal of Forecasting*, 14(1), 35–62. [https://doi.org/10.1016/S0169-2070\(97\)00044-7](https://doi.org/10.1016/S0169-2070(97)00044-7)
- [3] Tsay, R. S. (2005). *Analysis of Financial Time Series (2nd ed.)*. John Wiley & Sons.
- [4] Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long Short-Term Memory. *Neural Computation*, 9(8), 1735–1780. <https://doi.org/10.1162/neco.1997.9.8.1735>
- [5] Kim, H., & Won, D. (2018). Application of LSTM networks for stock price prediction: A case of banking stocks. *Journal of Financial Studies*, 12(3), 45–67.
- [6] Smyl, S. (2020). A hybrid method of exponential smoothing and recurrent neural networks for time series forecasting. *International Journal of Forecasting*, 36(1), 75–85. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2019.03.017>
- [7] Hundman, K., Constantinou, V., Laporte, C., Colwell, I., & Soderstrom, T. (2018). Detecting spacecraft anomalies using LSTMs and nonparametric dynamic thresholding. *Proceedings of the ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 387–395. <https://doi.org/10.1145/3219819.3219845>
- [8] Birgham, E. F., & Houston, J. F. (2021). *Fundamentals of Financial Management* (16th ed.). Cengage Learning.
- [9] Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. The MIT Press.
- [10] Patel, J., Shah, S., Thakkar, P., & Kotecha, K. (2014). Predicting stock market index using fusion of machine learning techniques. *Expert Systems with Applications*, 42. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.10.031>



DOI: 10.52362/jisamar.v9i3.2047

Ciptaan disebarluaskan di bawah [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

- [11] Zhang, X., & Pinsky, E. (2025). S&P-500 vs. Nasdaq-100 price movement prediction with LSTM for different daily periods. *Machine Learning with Applications*, 19, 100617. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2024.100617>
- [12] Jing, N., Wu, Z., & Wang, H. (2021). A hybrid model integrating deep learning with investor sentiment analysis for stock price prediction. *Expert Systems with Applications*, 178, 115019. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.115019>
- [13] Ojo, S., Pius, O., Mphahlele, M., & Adisa, J. (2019). *Stock Market Behaviour Prediction using Stacked LSTM Networks**. <https://doi.org/10.1109/IMITEC45504.2019.9015840>
- [14] Dinata, I. G., Yudistira, N., & Muflikhah, L. (2023). *Indonesian Stock Prices Prediction*
- [15] Abadi, M., Agarwal, A., Barham, P., Brevdo, E., Chen, Z., Citro, C., ... & Zheng, X. (2016). TensorFlow: Large-scale machine learning on heterogeneous systems. Retrieved from <https://www.tensorflow.org/>
- [15] Kingma, D., & Ba, J. (2014). Adam: A Method for Stochastic Optimization. *International Conference on Learning Representations*.



DOI: 10.52362/jisamar.v9i3.2047

Ciptaan disebarluaskan di bawah [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).