

Prediksi Harga Saham PT. GoTo Gojek Tokopedia Tbk. Menggunakan Long Short-Term Memory

Mutia Ayu Pertiwi¹, Dony Permana²

^{1,2}Universitas Negeri Padang

¹pertiwimutia02@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan pasar modal di era modern ini membuat banyak orang melakukan investasi di bidang pasar saham karena memberikan return yang menarik bagi para investor. Salah satu perusahaan yang menarik perhatian di pasar saham Indonesia adalah PT. GoTo Gojek Tokopedia Tbk. Pergerakan saham GOTO yang bersifat fluktuatif sehingga perlu dilakukan prediksi untuk membantu para investor dalam mengambil keputusan sehingga tidak terjadi kerugian. Penelitian ini menggunakan algoritma Long Short-Term Memory dalam melakukan prediksi. Data yang digunakan adalah data harga close saham GOTO sebanyak 871 data, dimulai dari tanggal 11 April 2022 hingga 28 November 2025. Pembagian dataset pada penelitian ini dibagi ke dalam rasio 80:20. Dari penelitian yang dilakukan diperoleh model LSTM terbaik untuk memprediksi harga saham GOTO adalah dengan menggunakan timestep (30), layer (4), batch size (4), epoch (100), dan neuron hidden (50). Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai RMSE sebesar 1,92 dan MAPE sebesar 2,28%.

Kata Kunci: GOTO; LSTM; Saham

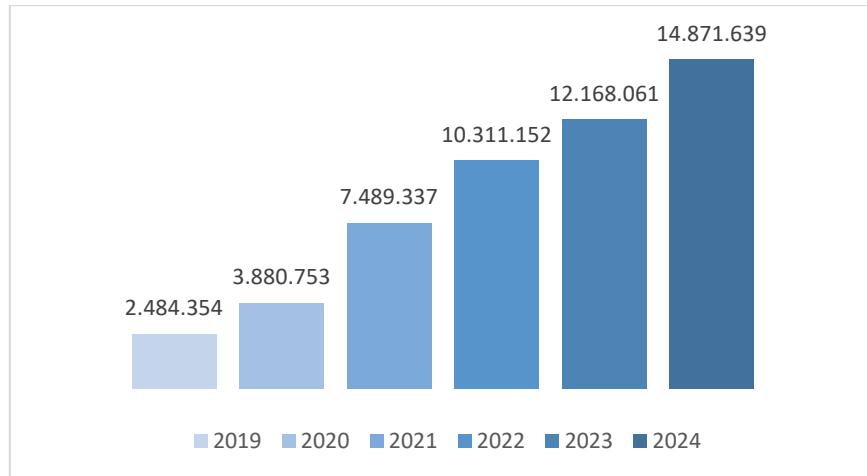
ABSTRACT

The development of the capital market in this modern era has led many people to invest in the stock market because it offers attractive returns for investors. One company that has attracted attention in the Indonesian stock market is PT. GoTo Gojek Tokopedia Tbk. GOTO's stock movements are volatile, so predictions need to be made to help investors make decisions and avoid losses. This study uses the Long Short-Term Memory algorithm to make predictions. The data used is the closing price data of GOTO shares, consisting of 871 data points, starting from April 11, 2022, to November 28, 2025. The dataset in this study is divided into an 80:20 ratio. From the research conducted, the best LSTM model for predicting GOTO stock prices was found to be one using a timestep of 30, layer of 4, batch size of 4, epoch of 100, and hidden neuron of 50. Based on the test results, the RMSE value was 1.92 and the MAPE was 2.28%.

Keywords: GOTO; LSTM; Stocks

PENDAHULUAN

Perkembangan ekonomi yang kian pesat di era modern ini mendorong masyarakat untuk mengeksplorasi peluang ekonomi digital, salah satunya melalui investasi di bidang pasar modal. Di Indonesia, pasar modal menjadi salah satu pilar utama yang menyokong perekonomian negara (Lubis *et al.*, 2024). Investasi merupakan sebuah komitmen yang dapat berupa sejumlah uang dalam jangka waktu tertentu guna memperoleh pembayaran di masa mendatang sebagai penghargaan kepada investor atas periode investasi, tingkat inflasi, dan ketidakpastian pembayaran dimasa yang akan datang (Reilly *et al.*, 2018). Investasi di bidang pasar modal dapat berupa saham, obligasi, reksa dana, derivative dan ETF (Exchange-Trade Fund). Pada Gambar 1 ditampilkan pertumbuhan jumlah sebaran investor domestik Indonesia dari tahun 2019 hingga 2024, terlihat bahwa banyaknya investor setiap tahunnya terus mengalami peningkatan.



Gambar 1. Pertumbuhan Jumlah Investor Pasar Modal Indonesia Tahun 2019-2024

Salah satu sektor yang paling menarik perhatian pada saat ini adalah investasi di pasar saham, karena dapat memberikan return yang menarik bagi para investor. Pergerakan harga saham sangat fluktuatif, hal ini disebabkan oleh berbagai faktor ekonomi, salah satunya adalah tingkat inflasi dan indeks harga konsumen (CPI) (Mustapa & Ismail, 2019). Salah satu perusahaan yang menjadi pusat perhatian pada pasar saham di Indonesia adalah PT. GOTO Gojek Tokopedia Tbk (GOTO). GOTO merupakan sebuah perusahaan teknologi yang menyediakan layanan digital, diantaranya layanan transportasi *on-demand* (Gojek), *e-commerce* (Tokopedia) dan keuangan (GOTO Financial). GOTO memiliki 14 anak perusahaan yang tersebar di Indonesia dan beberapa negara lainnya. Penawaran umum perdana atau IPO saham GOTO pada Bursa Efek Indonesia (BEI) adalah pada 11 April 2022, dengan penawaran harga saham pertama sebesar Rp338 per lembar saham (Wudjud *et al.*, 2024).

Pergerakan harga saham GOTO setelah diresmikan cenderung mengalami penurunan. Harga saham GOTO sepanjang tahun 2022 terus mengalami fluktuasi ke zona merah dan bergerak pada posisi terendah, dimana pada penutupan perdagangan 27 April 2022, harga saham GOTO merosot 6,45% ke posisi Rp290 per saham, yang sekaligus menjadi momen pertama kalinya saham tersebut menyentuh batas Auto Reject Bawah (Wudjud *et al.*, 2024). Pada Desember 2023, GOTO resmi mengumumkan kemitraan strategis dengan TikTok, dengan mengkombinasikan Tokopedia dan TikTok Shop di bawah PT Tokopedia. Hal ini mendapat berbagai tanggapan dari kalangan investor. Kerjasama ini mengakibatkan anjloknya nilai saham GOTO sebesar 20,37% ke level Rp86 per saham pada tanggal 11 Desember 2023 (Rasyidah, 2024). Sepanjang tahun 2024, penjualan harga saham GOTO tertinggi terjadi pada kuartal 1 dengan harga Rp92 per lembar saham, dan yang terendah pada kuartal ke-dua dan ke-tiga dengan harga Rp50 per lembar saham. Kapitalisasi pasar GOTO per 31 Desember 2024 mencapai Rp83.380.150 juta (PT GoTo Gojek Tokopedia Tbk, 2024). Pada 30 Oktober 2025 harga penutupan saham GOTO mengut 7,14% ke harga Rp60 per lembar saham.

Tinggi rendahnya harga saham dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti laju inflasi, kondisi perekonomian, keadaan politik, permintaan dan penawaran serta berbagai hal lainnya. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman yang mendalam mengenai kondisi perusahaan dan prediksi yang akurat terhadap perkembangan harga saham, menjadi kebutuhan yang penting bagi investor dalam mengambil keputusan investasi yang tepat. Harga *closing* saham yang bersifat fluktuatif dan tingginya tingkat sensitifitas mengakibatkan sulitnya dilakukan prediksi dengan metode konvensional (Hastomo *et al.*, 2021).

Kemajuan teknologi saat ini mendorong penggunaan metode *Deep Learning* khususnya *Long Short-Term Memory* (LSTM) banyak digunakan dalam peramalan data runtun waktu (*time series*) karena kemampuannya dalam mengingat informasi jangka panjang serta memiliki memori yang mampu menyimpan informasi yang dapat digunakan kembali dalam proses pehitungan pada gate berikutnya (Cahyani *et al.*, 2023). LSTM dinilai lebih efektif dalam menangkap pola kompleks pada data harga saham dibandingkan metode peramalan klasik. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menerapkan metode LSTM dalam meramalkan harga saham PT GOTO, dengan harapan dapat menghasilkan model peramalan yang akurat dan dapat dijadikan referensi dalam analisis investasi di pasar modal Indonesia.

Penelitian sebelumnya oleh Fauzi *et al.*, (2024), melakukan prediksi harga emas menggunakan LSTM, memperoleh hasil parameter terbaik dengan learning rate 0.01, neuron 10, dan epoch 100, menghasilkan nilai MAPE sebesar 3,499%, dengan hasil peramalan tiga puluh periode cenderung fluktuatif, dan terjadi kenaikan pada periode ke-24 dan 25. Penelitian oleh Putra & Andryana, (2025), yang membandingkan algoritma ARIMA dan LSTM dalam meramalkan tingkat konsntrasi CO₂ untuk masa mendatang, memperoleh hasil bahwa LSTM memiliki performa terbaik dengan nilai MAPE sebesar 0.29%. Penelitian oleh (Siami-Namini *et al.*, 2018) mengkomparasikan kinerja ARIMA dan LSTM dalam peramalan deret waktu menggunakan data keuangan. Hasil penelitian membuktikan bahwa LSTM memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan ARIMA, dengan peningkatan prediksi rata-rata sebesar 85%. Penelitian lainnya oleh (Gao *et al.*, 2018), mengaplikasikan LSTM dalam memprediksi harga saham S&P500. Penelitian ini juga membandingkan dengan beberapa metode yaitu moving average (MA), exponential moving average (EMA), support vector machine (SVM) dan LSTM. Dari beberapa metode yang digunakan, LSTM menghasilkan nilai eror yang lebih kecil dibandingkan dengan metode lainnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keakuratan model LSTM dalam memprediksi harga saham GOTO serta mendapatkan hasil prediksinya. Dengan adanya penelitian ini diharapkan investor dapat memperoleh pengetahuan dan gambaran untuk melakukan pembelian saham.

METODE PENELITIAN

A. Jenis penelitian dan Sumber Data

Penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan. Penelitian ini menggunakan Teknik peramalan dengan menerapkan deep learnig yaitu *Long Short-Term Memory*. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data harga penutupan (close) saham GOTO yang diperoleh melalui *website* finance.yahoo.com. Data yang diperoleh sebanyak 871 data dalam satuan rupiah, yang dimulai dari tanggal 11 April 2022 hingga 28 November 2025.

B. Teknik Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini menggunakan bantuan software Phyton melalui *Google Colaboratory*. Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pengumpulan data

Perolehan data pada penelitian ini melalui website finance.yahoo.com. Data yang diperoleh sebanyak 871 data dalam satuan rupiah, yang dimulai dari tanggal 11 April 2022 hingga 28 November 2025. Data yang digunakan merupakan harga close atau penutupan saham PT. GoTo Gojek Tokopedia Tbk.

2. Statistika deskriptif

Statistika deskriptif dilakukan untuk memperoleh ringkasan informasi terkait dengan data yang digunakan, yang berisi total data, rata-rata, standar deviasi, serta nilai minimum dan maksimum dari data. Selain itu juga menampilkan grafik pergerakan saham GOTO.

3. Pre-processing data

Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan terhadap missing value yang terdapat dalam data.

4. Normalisasi data

Normalisasi data dilakukan menggunakan metode *min-max scaling*, dengan cara mengubah data kedalam skala 0 hingga 1 (Fauzi *et al.*, 2024). *Min-Max Normalization* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$x' = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

Dimana:

x' = nilai normalisasi

x = nilai awal yang akan dinormalisasi

x_{\max} = nilai maksimum dari data x

x_{\min} = nilai minimum dari data x

5. Pembagian data training dan data testing

Pada penelitian ini, pembagian dataset dibagi kedalam 80:20. Sebanyak 80% atau 700 data (11 April 2022 – 10 Maret 2025) digunakan sebagai data training (pelatihan) dan 20% atau 171 data (11 maret 2025 – 28 November 2025) digunakan sebagai data testing (ujji).

6. Menentukan parameter LSTM

Adapun dalam penelitian ini, menetapkan beberapa hyperparameter seperti timestep, layer, batch size, epoch dan hidden neuron.

7. Algoritma Long Short-Term Memory (LSTM)

LSTM atau yang kadang dikenal sebagai jaringan saraf dengan fleksibilitas arsitektur yang tinggi, memungkinkan modifikasi bentuk berdasarkan kebutuhan aplikasi (Alwi, 2025).

LSTM merupakan suatu pengembangan dari Recurrent Neural Network (RNN) (Anggarwal, 2018). Dalam melakukan prediksi, algoritma LSTM memiliki tiga gate, yaitu:

a. Forget Gate

Informasi yang sudah tidak diperluka dalam cell state dihapus melalui forget gate(Judianto *et al.*, 2024). Forget gate dapat dirumuskan seperti berikut.

$$f_t = \sigma(W_f[h_{t-1}, x_t] + b_f)$$

Dimana:

f_t : Forget gate

σ : Fungsi sigmoid

W_f : matriks bobot untuk forget gate

h_{t-1} : Hidden state (output) dari waktu sebelumnya

x_t : Vektor input ke-t

b_f : Vektor bias forget gate

b. Input Gate

Banyaknya data yang harus disimpan di dalam cell state diatur oleh input gate. Nilai input baru dan yang sebelumnya diambil dari input gate tanpa melewatkkan lapisan sigmoid (Khumaidi & Nirmala, 2022). Input gate dirumuskan pada persamaan berikut.

$$i_t = \sigma(W_i[h_{t-1}, x_t] + b_i)$$

Keterangan:

i_t : input gate

W_i : matriks bobot untuk input gate

b_i : Vektor bias input gate

Selanjutnya membuat nilai baru \bar{C}_t dengan fungsi aktivasi tanh, yang akan ditambahkan kedalam cell state, yang dirumuskan sebagai berikut.

$$\bar{C}_t = \tanh(W_c[h_{t-1}, x_t] + b_c)$$

Dimana:

C_t : Nilai baru pada cell state

tanh : Fungsi aktivasi tanh

W_c : Nilai bobot pada cell state

b_c : Vektor bias cell state

c. Output Gate

Output gate menggunakan fungsi aktivasi sigmoid dan tanh untuk mendapatkan nilai input yang tersimpan di cell state. Output gate dirumuskan sebagai berikut.

$$o_t = \sigma(W_o[h_{t-1}, x_t] + b_o)$$

Keterangan:

o_t : Output gate

W_o : Matriks bobot untuk output gate

b_o : Vektor bias output gate

8. Evaluasi Model

a. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

MAPE merupakan salah satu model evaluasi yang digunakan untuk mengetahui akurasi suatu prediksi dengan menghitung persentase derajat penyimpangan antara nilai prediksi dari nilai aktual (Yang & Wang, 2022). MAPE dapat dirumuskan seperti berikut.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| \times 100\%$$

Dimana n merupakan banyak data, y_i adalah nilai aktual periode ke-i, dan \hat{y}_i merupakan nilai prediksi. Adapun kriteria nilai MAPE dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini

Tabel 1. Kriteria nilai MAPE

Nilai	Keterangan
$MAPE \leq 10\%$	Sangat Akurat
$10\% < MAPE \leq 20\%$	Akurat
$20\% < MAPE \leq 50\%$	Cukup Akurat
$MAPE > 50\%$	Tidak Akurat

b. Root Mean Square Error (RMSE)

RMSE merupakan metode yang digunakan untuk mengukur selisih rata-rata antara nilai prediksi model dan nilai observasi yang sebenarnya. Semakin kecil nilai RMSE maka akan semakin akurat model dalam melakukan prediksi. RMSE dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut (Khumaidi & Nirmala, 2022).

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}}$$

Dimana n merupakan banyaknya sampel data, Y_t merupakan nilai asli, dan \hat{Y}_t adalah nilai peramalan.

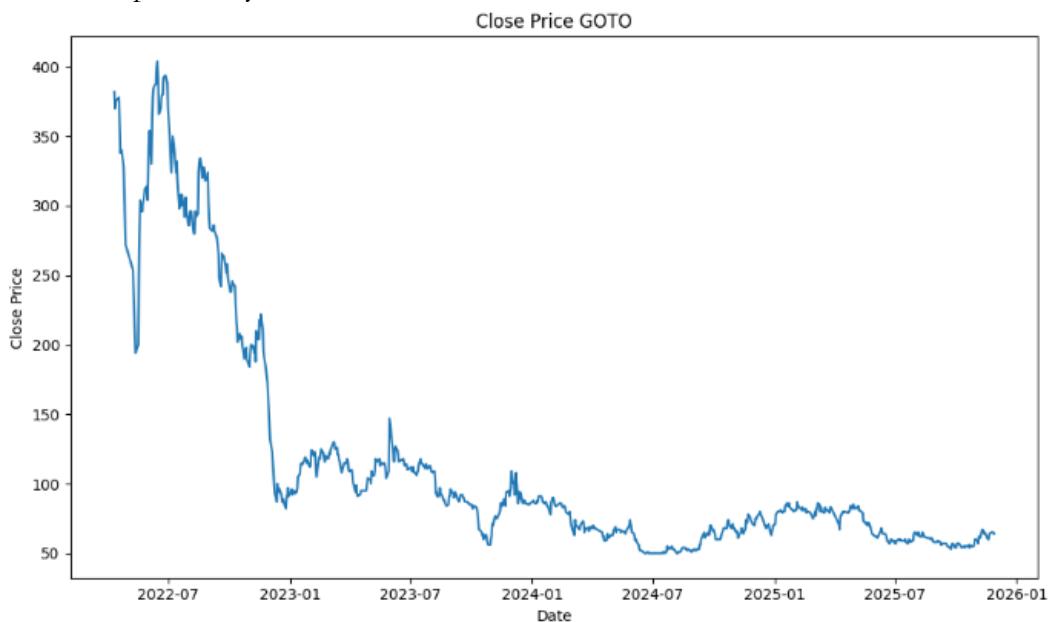
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Statistika Deskriptif

Tabel 2. Deskripsi Data

Variabel	N	Min	Max	Mean	Median	Std
X	871	50	404	116,028	83	85,33

Dari Tabel 2 diketahui bahwa banyak data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebanyak 871 data, dengan nilai harga penutupan saham Goto terendah adalah sebesar Rp50 dan nilai tertinggi sebesar Rp404 per lembar saham, dengan rata-rata sebesar Rp116,02. Adapun pergerakan saham GOTO dari April 2022 hingga November 2025 dapat dilihat pada Gambar 2. Terlihat bahwa fluktuasi pada harga saham GOTO cenderung mengalami penurunan tiap tahunnya.



Gambar 2. Grafik Pergerakan Harga Saham GOTO

B. Analisis Data

Pada penelitian ini akan dilakukan peramalan harga penutupan saham GOTO menggunakan metode LSTM. Setelah dilakukan normalisasi data ke dalam range 0 hingga 1, dilakukan pembagian data training dan data testing menjadi 80:20. Selanjutnya dilakukan inisialisasi parameter dengan mengkombinasikan beberapa parameter guna memperoleh hasil yang optimal. Adapun hyperparameter yang sudah ditetapkan pada penelitian ini adalah timestep (30), layer (4), batch size (4, 8, 16, 32), epoch (50, 100, 150) dan neuron hidden (50). Berdasarkan kombinasi yang sudah ditetapkan diperoleh 9 kombinasi model. Dari 9 model tersebut akan dipilih model terbaik dengan melihat nilai MAPE dan RMSE terkecil untuk melakukan peramalan. Berikut merupakan hasil kombinasi dari 9 model yang diperoleh.

Tabel 3. Nilai RMSE dan MAPE dari Kombinasi Parameter Harga Close Saham GOTO

Batch Size	Epoch	RMSE	MAPE
4	50	2.79	3.46%
	100	1.92	2.28%
	150	3.32	4.89%
8	50	2.36	2.80%
	100	2.51	3.11%
	150	2.19	2.74%
16	50	3.44	4.65%
	100	2.65	3.30%
	150	2.28	2.88%
32	50	6.21	9.01%
	100	3.34	4.50%
	150	3.66	5.17%

Dari Tabel 3 diketahui kombinasi model terbaik untuk melakukan peramalan harga penutupan saham GOTO adalah dengan menggunakan epoch 100 dan batch size 4, yang memperoleh nilai MAPE paling kecil yaitu sebesar 2,28% dan RMSE sebesar 1,92. Dengan hasil yang diperoleh, model ini yang akan digunakan untuk melakukan peramalan.



Gambar 3. Grafik Data Aktual, Prediksi, dan Hasil Peramalan Saham GOTO

Gambar 3 menunjukkan grafik antara data aktual, prediksi serta hasil peramalan dari saham GOTO. Terlihat hasil prediksi yang diperoleh pada data testing (garis hijau) hampir sama dengan data aktualnya. Garis merah pada grafik menunjukkan hasil peramalan harga saham GOTO untuk 30 hari ke depan. Dari hasil peramalan diketahui harga saham GOTO akan kembali mengalami penurunan.



Gambar 4. Grafik Prediksi Data Testing dan Hasil Peramalan

Berikut ditampilkan hasil peramalan harga saham GOTO untuk 30 hari kedepannya.

Tabel 4. Hasil Peramalan Saham GOTO

Tanggal	Close	Tanggal	Close
29/11/2025	64	14/12/2025	57
30/11/2025	63	15/12/2025	56
01/12/2025	63	16/12/2025	56
02/12/2025	63	17/12/2025	55
03/12/2025	62	18/12/2025	55
04/12/2025	62	19/12/2025	54
05/12/2025	61	20/12/2025	54
06/12/2025	61	21/12/2025	53
07/12/2025	60	22/12/2025	53
08/12/2025	60	23/12/2025	52
09/12/2025	59	24/12/2025	52
10/12/2025	59	25/12/2025	51
11/12/2025	58	26/12/2025	51
12/12/2025	58	27/12/2025	50
13/12/2025	57	28/12/2025	50

Dari Tabel 4 ditampilkan hasil peramalan saham GOTO untuk 30 hari, dimulai dari tanggal 29 November 2025 hingga 28 Desember 2025. Dari hasil peramalan yang diperoleh, harga saham penutupan GOTO yang paling tinggi adalah sebesar Rp64 per lembar saham dan yang terendah yaitu sebesar Rp50 per lembar.

PENUTUP

Pada penelitian ini dilakukan prediksi harga saham GOTO menggunakan metode *Long-Short Term Memory* (LSTM). Terdapat 871 data yang digunakan dalam penelitian ini. Pembagian dataset pada penelitian ini dibagi dengan rasio 80:20. Penelitian dilakukan dengan beberapa kombinasi parameter. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh model terbaik didapatkan saat menggunakan *batch size* 4 dengan *epoch* 100, serta nilai timestep 30, layer 4, dan *neuron hidden* 50, diperoleh nilai RMSE sebesar 1,92 dan MAPE sebesar 2,28%. Dari perolehan nilai MAPE diketahui juga bahwa model LSTM sangat akurat dalam melakukan prediksi harga saham GOTO. Hasil prediksi yang diperoleh untuk 30 hari berikutnya adalah nilai saham GOTO cenderung mengalami penurunan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang berkontribusi dalam penulisan artikel ini. Kemudian terimakasih kepada dosn pembimbing yang sudah mengarahkan dan membimbing penulis selama proses penyusunan artikel ini.

REFERENSI

- Alwi. (2025). *Peramalan Suhu Udara Di Kabupaten Malang Menggunakan Long Short-Term Memory (LSTM)*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Anggarwal, C. C. (2018). *Neural Networks and Deep Learning* (Second Edi). Springer.
- Cahyani, J., Mujahidin, S., & Fiqar, T. P. (2023). Implementasi Metode Long Short Term Memory (LSTM) untuk Memprediksi Harga Bahan Pokok Nasional. *Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi*, 11(2), 346–357. <https://doi.org/10.26418/justin.v11i2.57395>
- Fauzi, F., Aulia, S., Syaifulah, A. R., & Utami, T. W. (2024). Peramalan Harga Emas

- Menggunakan Pendekatan Long-Short Term Memory (LSTM). *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatikaasi*, 10(2), 252–257.
- Gao, T., Chai, Y., & Liu, Y. (2018). Applying Long Short Term Momory Neural Networks for Predicting Stock Closing Price. Proceeding of the 8th IEEE Internasional Conference on Software Engineering and Service Science (ICSESS), 3–6. <https://doi.org/10.1109/ICSESS.2017.8342981>
- Hastomo, W., Karno, A. S. B., Kalbuana, N., Nisfiani, E., & ETP, L. (2021). Optimasi Deep Learning untuk Prediksi Saham di Masa Pandemi Covid-19. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika*, 7(2), 133–140.
- Judianto, M., Handhayani, T., & Hendryli, J. (2024). Peramalan Harga Saham Dengan Metode Long Short Term Memory (LSTM). *Jurnal Ilmu Komputer Dan Sistem Informasi*, 12(1), 1–5.
- Khumaidi, A., & Nirmala, A. (2022). *Algoritma Long Short Term Memory dengan Hyperparameter Tuning* (T. Azhari (ed.); Prediksi P). Deepublish.
- Lubis, P. K. D., Silalahi, H. H. B., Sinaga, A. F., Sapma, P. N., & Sitio, V. (2024). Pasar Modal Dan Pengaruhnya Terhadap Perekonomian Di Indonesia. *Jurnal Akuntansi, Keuangan Dan Auditing*, 5(1), 196–214.
- Mustapa, F. H., & Ismail, M. T. (2019). Modelling and forecasting S & P 500 stock prices using hybrid Arima-Garch Model. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1366/1/012130>
- PT GoTo Gojek Tokopedia Tbk. (2024). *Laporan Tahunan 2024*. PT. https://www.idx.co.id/StaticData/NewsAndAnnouncement/ANNOUNCEMENT STOCK/From_EREP/202504/7d1db75486_6290c470f5.pdf
- Putra, M. A., & Andryana, S. (2025). Perbandingan Algoritma ARIMA dan LSTM Dalam Peramalan Tingkat Konsentrasi CO₂ Emisi Atmosfer Untuk Masa Mendatang. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 9(3), 4150–4157.
- Rasyidah, S. A. (2024). Prediksi Harga Saham PT. GOTO Gojek-Tokopedia Menggunakan Geometric Brownian Motion Termodifikasi Kalman Filter engan Konstrain. *Jurnal Ilmiah Matematika*, 12(03), 704–713.
- Reilly, F. K., Brown, K. C., & Leeds, S. J. (2018). *Investment Analysis & Portfolio Management 11th Edition* (Eleventh E). Cengage.
- Siami-Namini, S., Tavakoli, N., & Namin, A. S. (2018). A Comparison of ARIMA and LSTM in Forecasting Time Series. *Proceeding International Conference on Machine Learning and Appicaions*, 1394–1401. <https://doi.org/10.1109/ICMLA.2018.00227>
- Wudjud, W. S., Butar-butar, M., Sitohang, S. A., & Sinaga, A. (2024). Gambaran Kinerja Keuangan dan Pergerakan Harga Saham PT Goto Gojek Tokopedia Tbk. *INNOVATIVE: Journal of Social Science Research*, 4(4), 7581–7595.
- Yang, M., & Wang, J. (2022). Adaptability of Financial Time Series Based on BiLSTM. *Procedia Computer Science*, 18–25.