



PENGEMBANGAN SISTEM PREDIKSI HARGA EMAS REAL-TIME BERBASIS LSTM UNTUK OPTIMALISASI WAKTU INVESTASI BISNIS

Mohammad Rezza Pahlevi¹, Diki Wahyu Nugraha², Hardiansyah³

¹⁾ Program Studi Informatika, Universitas Indonesia Membangun

²⁾ Program Studi Sistem Informasi, Universitas Indonesia Membangun

³⁾ Program Studi Informatika, Universitas Indonesia Membangun

¹⁾ mohammadrezzapahlevi@inaba.ac.id, ²⁾ diki.wahyu@inaba.ac.id, ³⁾ hardiansyah@inaba.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
<p>Diterima 25 Januari 2025 Direvisi 10 Februari 2025 Diterima 17 Februari 2025 Tersedia online 02 Mei 2025</p> <p>Kata Kunci: Prediksi Harga Emas, Long Short-Term Memory, Deret waktu, Optimalisasi Investasi, Pembelajaran Mesin</p>	<p>Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem prediksi harga emas real-time berbasis Long Short-Term Memory (LSTM) untuk optimalisasi waktu investasi bisnis di tengah tingginya volatilitas pasar global. Emas sebagai aset <i>safe haven</i> memerlukan instrumen prediksi yang mampu menangani data deret waktu non-linear dan fluktuatif, mengatasi keterbatasan metode konvensional seperti ARIMA dalam menyimpan informasi jangka panjang. Penelitian kuantitatif eksperimental ini menggunakan data historis harga harian emas periode 3 Maret 2021 hingga 2 Maret 2026 yang diperoleh dari Yahoo Finance, dengan total 1.257 entri data. Model LSTM dirancang dengan arsitektur dua lapis (masing-masing 100 unit), fungsi aktivasi ReLU, optimasi Adaptive Moment Estimation (Adam), dan pembagian data 80% pelatihan serta 20% pengujian. Hasil evaluasi menunjukkan kinerja sangat baik dengan nilai R² Score Training 0,9908, R² Score Testing 0,9725, Mean Percentage Error (MPE) 1,74%, dan kemampuan menjelaskan variabilitas data mencapai 91%. Prediksi 30 hari ke depan (2-31 Maret 2026) mengindikasikan fase konsolidasi jangka pendek pasca tren kenaikan sejak Januari 2026, dengan rentang harga stabil di \$5.203 hingga \$5.217. Model mampu memprediksi arah perubahan harga harian dengan akurasi 50,67% menggunakan periode lookback 30 hari. Meskipun memiliki performa statistik kuat, prediksi bersifat probabilistik dan tidak mengantisipasi kejadian tak terduga seperti perubahan kebijakan bank sentral atau krisis geopolitik. Sistem ini direkomendasikan sebagai alat bantu analisis yang terintegrasi dengan pendekatan fundamental dan teknikal lainnya untuk mendukung pengambilan keputusan investasi yang lebih komprehensif.</p>
<p>Keywords: Gold Price Prediction, Long Short-Term Memory, Time Series, Investment Optimization, Machine Learning</p>	<p>ABSTRACT <i>This research aims to develop a real-time gold price prediction system based on Long Short-Term Memory (LSTM) to optimize business investment timing amidst high global market volatility. Gold as a safe haven asset requires a prediction instrument capable of handling non-linear and fluctuating time series data, overcoming the limitations of conventional methods such as ARIMA in storing long-term information. This experimental quantitative research uses historical daily gold price data for the period from March 3, 2021, to March 2, 2026, obtained from Yahoo Finance, with a total of 1,257 data entries. The LSTM model is designed with a two-layer architecture (100 units each), ReLU activation function, Adaptive Moment Estimation (Adam) optimization, and a data split of 80% training and 20% testing. The evaluation results show excellent performance with an R² Score Training of 0.9908, R² Score Testing of 0.9725, Mean Percentage Error (MPE) of 1.74%, and the ability to explain data</i></p>

variability reaching 91%. The 30-day forecast (March 2-31, 2026) indicates a short-term consolidation phase following the uptrend since January 2026, with a stable price range of \$5,203 to \$5,217. The model is able to predict the direction of daily price changes with 50.67% accuracy using a 30-day lookback period. Despite its strong statistical performance, the predictions are probabilistic and do not anticipate unexpected events such as central bank policy changes or geopolitical crises. This system is recommended as an analytical tool integrated with other fundamental and technical approaches to support more comprehensive investment decision-making.

1. Pendahuluan

Pemikiran mengenai urgensi penerapan teknologi kecerdasan buatan, khususnya model Long Short-Term Memory, dalam memitigasi risiko volatilitas harga komoditas emas di pasar global yang fluktuatif. Di tengah ketidakpastian ekonomi, emas sebagai aset *safe haven* utama memerlukan prediksi akurat untuk optimalisasi waktu investasi bisnis. Integrasi data real-time ke dalam arsitektur jaringan saraf ini mampu mentransformasi proses pengambilan keputusan investor tradisional menjadi lebih presisi, objektif, dan terukur (Hidayat et al., 2024; Rachmawati & Desfitriady, 2022). Efektivitas implementasi sangat bergantung pada kemampuan model dalam mengenali dependensi jangka panjang pada data deret waktu yang bersifat non-linear dan fluktuatif (Abdi et al., 2025). Oleh karena itu, penggunaan algoritma Long Short-Term Memory menjadi solusi krusial karena mekanisme state cells miliknya mampu menyimpan informasi historis dalam periode yang lama guna mengatasi penurunan akurasi pada prediksi jangka panjang (Ferdinandus et al., 2023). Penerapan teknologi ini juga memungkinkan investor untuk mengolah data eksternal berskala besar dengan kecepatan tinggi sehingga analisis teknikal yang rumit dapat digantikan oleh proses pengambilan keputusan yang lebih objektif dan terukur (Kusuma, 2024), sehingga meminimalkan ketergantungan pada ketidakpastian pasar yang sering kali berdampak signifikan terhadap penyusunan anggaran bisnis dan strategi penjualan di masa mendatang (Setiawan et al., 2023). Keunggulan performa model ini juga didukung oleh hasil pengujian yang menunjukkan akurasi yang lebih tinggi dibandingkan algoritma deep learning lainnya, dengan perolehan skor R Square sebesar 0.95 (Lestari et al., 2025). Pencapaian metrik tersebut mengindikasikan bahwa sistem memiliki kemampuan generalisasi yang kuat dalam membedakan antara fluktuasi harian yang bersifat anomali dengan tren fundamental harga emas. Integrasi fitur real-time ini diharapkan mampu memberikan sinyal beli atau jual yang tepat waktu guna mengantisipasi pergerakan harga yang cepat dan tidak terduga di pasar global. Pemanfaatan arsitektur LSTM secara spesifik dirancang untuk mengatasi fenomena vanishing gradient yang sering menghambat algoritma

Recurrent Neural Network konvensional saat memproses data sekuensial yang memiliki rentang nilai berubah secara dinamis (Setiawan et al., 2023). Kemampuan adaptif ini dicapai melalui pemanfaatan tiga unit pengali utama, yaitu input gate, forget gate, dan output gate, yang secara kolektif mengatur aliran informasi untuk memastikan hanya data relevan yang tetap dipertahankan dalam memori sel (Li, 2024).

Fluktuasi ekonomi global yang tidak menentu telah menempatkan emas sebagai aset safe haven utama bagi pelaku bisnis, namun pergerakan harganya yang sangat dinamis memerlukan instrumen prediksi yang mampu mengolah data deret waktu secara akurat untuk meminimalisir risiko kerugian operasional (Alkahfi et al., 2024), terutama dalam menghadapi tantangan hubungan non-linear dan tren harga yang sering luput dari metode analisis tradisional (Pipin et al., 2023). Oleh karena itu, implementasi teknologi kecerdasan buatan menjadi instrumen krusial yang membantu investor dalam melakukan analisis teknikal dan peramalan harga melalui kemampuan belajar terhadap kesalahan secara berulang (Kusuma, 2024). Penerapan algoritma ini dalam domain keuangan telah terbukti memberikan tingkat akurasi tinggi, di mana penelitian pada instrumen aset lain menunjukkan nilai R^2 yang sangat tinggi, yakni sebesar 0.95 (Lestari et al., 2025). Ketepatan ini bahkan dapat dioptimalkan lebih lanjut melalui penggunaan metrik R^2 untuk mengevaluasi goodness-of-fit antara nilai prediksi dan harga aktual secara mendetail guna memastikan reliabilitas sistem sebelum diimplementasikan pada skenario bisnis yang sebenarnya (Lestari et al., 2025). Selain itu, ketersediaan data historis yang melimpah dan integrasi sistem pemantauan harga secara langsung menjadi faktor penentu dalam mempercepat respons terhadap pergeseran tren pasar global yang sering kali dipicu oleh ketidakpastian stabilitas ekonomi suatu negara (Alkahfi et al., 2024).

2. Tinjauan Pustaka

Faktor-faktor karakteristik emas sebagai komoditas lindung nilai di tengah fluktuasi ekonomi global yang tidak menentu (Alkahfi et al., 2024), serta evolusi metodologi komputasi dari pendekatan statistik konvensional seperti ARIMA menuju arsitektur jaringan saraf tingkat lanjut berbasis Long Short-Term Memory untuk prediksi harga real-time (Ferdinandus et al., 2023). Investasi bisnis didefinisikan sebagai penanaman modal dalam kegiatan usaha atau aset strategis untuk memperoleh keuntungan jangka panjang dengan mempertimbangkan faktor risiko dan peluang pasar, termasuk optimalisasi waktu pembelian atau penjualan aset seperti emas

berdasarkan prediksi akurat. Pembahasan di bawah ini juga mengevaluasi transisi dari model linier seperti ARIMA ke model berbasis memori jangka panjang yang mampu menangkap pola kompleks, hubungan non-linier, dan dependensi temporal dalam data deret waktu ekonomi makro yang saling berkorelasi, sehingga mengatasi keterbatasan vanishing gradient pada RNN konvensional (Melina et al., 2024), (Li, 2024).

Kajian ini menekankan bahwa model pembelajaran mesin seperti Neural Network Autoregression memiliki keunggulan dibandingkan metode LSTM dalam menangani data non-stasioner karena kemampuannya memodelkan hubungan non-linier yang rumit antara variabel input dan output (Melina et al., 2024). Selain itu, penerapan LSTM terbukti efektif untuk prediksi harga emas dengan skor R square sebesar 0.95 (Lestari et al., 2025), memungkinkan optimalisasi waktu investasi bisnis melalui sinyal real-time.

Stabilitas model prediktif dapat ditingkatkan dengan menggabungkan berbagai algoritma guna mengurangi risiko overfitting yang sering menjadi kendala utama dalam pemodelan data keuangan yang fluktuatif. Penggunaan alokasi dataset yang tepat, seperti pembagian 80% untuk data latih dan 20% untuk data uji (Ferdinandus et al., 2023), menjadi faktor penentu dalam menghasilkan nilai RMSE yang minimal (Ferdinandus et al., 2023) guna menjamin validitas prediksi harga di pasar berjangka. Faktor-faktor eksternal seperti nilai tukar dolar, tingkat inflasi, serta kebijakan moneter juga perlu diintegrasikan ke dalam variabel pendukung model untuk memperkuat analisis terhadap pergerakan harga yang dipengaruhi oleh dinamika pasar global. Meskipun variabel ekonomi makro memiliki peran krusial, penelitian ini juga mencatat adanya keterbatasan jika model mengabaikan dampak peristiwa geopolitik mendadak yang sering kali menyebabkan lonjakan harga emas yang tidak terduga. Guna memitigasi risiko tersebut, penggunaan model LSTM menjadi pilihan terbaik dibandingkan metode ARIMA karena adanya implementasi state cells yang memungkinkan sistem menyimpan informasi krusial dalam jangka waktu yang lebih lama (Ferdinandus et al., 2023).

Emas sebagai Instrumen Investasi

Sebagai instrumen aset fisik yang memiliki nilai intrinsik stabil, emas berfungsi sebagai pelindung nilai kekayaan terhadap devaluasi mata uang dan inflasi, menjadikannya pilihan utama dalam diversifikasi portofolio bisnis untuk menjaga likuiditas modal saat terjadi volatilitas pasar modal yang ekstrem (Melina et al., 2024). Selain itu, tingginya permintaan tahunan terhadap logam mulia

ini didorong oleh dinamika penawaran yang terbatas serta perannya yang krusial dalam menjaga daya beli ketika suku bunga bank sentral mengalami fluktuasi signifikan. Status emas sebagai aset investasi juga diperkuat oleh kemampuannya yang luar biasa untuk tetap bertahan di tengah krisis ekonomi dunia, bahkan ketika performa produk keuangan lainnya cenderung melemah.

Prediksi Harga Emas

Upaya peramalan nilai logam mulia melibatkan proses estimasi nilai masa depan berdasarkan pola historis dan variabel pendukung seperti indeks pasar saham S&P 500 serta harga minyak mentah untuk membantu investor mengambil langkah strategis dalam menentukan waktu beli atau jual yang tepat (Ferdinandus et al., 2023). Terutama dengan memanfaatkan data harian dari sumber terpercaya seperti investing.com guna memproyeksikan pergerakan harga spot maupun berjangka dalam rentang waktu tertentu. Efektivitas prediksi ini sangat bergantung pada pemilihan algoritma yang mampu menangani dependensi jangka panjang, mengingat metode konvensional seperti SVM sering kali kalah unggul dibandingkan pendekatan berbasis memori dalam meminimalkan galat prediksi pada dataset yang memiliki volatilitas tinggi (Tholib et al., 2023).

Machine Learning untuk Prediksi Time Series

Pemanfaatan algoritma pembelajaran mesin dalam domain deret waktu memungkinkan identifikasi pola musiman dan siklus ekonomi yang tidak tertangkap oleh metode statistik tradisional, mengingat harga emas merupakan data berurutan yang fluktuasinya dipengaruhi oleh keterkaitan antar variabel dari waktu ke waktu (Khotijah et al., 2024). Implementasi teknik ini sering melibatkan penggunaan Radial Basis Function Neural Network yang mampu menggeneralisasi hubungan input dan output kompleks pada data masa lalu untuk menghasilkan proyeksi yang lebih akurat dibandingkan metode linier sederhana (Khotijah et al., 2024).

Long Short-Term Memory (LSTM)

LSTM merupakan varian khusus dari Recurrent Neural Network yang dirancang untuk mengatasi masalah vanishing gradient melalui mekanisme gates, yang memungkinkan model secara selektif mempertahankan atau membuang informasi relevan dalam memori jangka panjang, sehingga sangat efektif dalam memprediksi volatilitas harga emas yang dinamis (Li, 2024). Arsitektur ini mengontrol aliran informasi pada setiap timestep, memungkinkan ekstraksi fitur krusial dari

fluktuasi harga harian yang sering kali mengandung noise atau gangguan pasar (Ferdinandus et al., 2023).

Optimalisasi Waktu Investasi

Strategi ini mencakup penentuan rentang waktu analisis yang optimal, seperti harian, mingguan, atau intraday, guna mengeksplorasi karakteristik tren harga sehingga investor dapat mengeksekusi keputusan masuk dan keluar pasar pada titik paling menguntungkan (Pipin et al., 2023). Pemanfaatan model prediksi akurat meminimalkan risiko kerugian akibat pembelian pada puncak harga, sekaligus memaksimalkan profitabilitas melalui identifikasi momentum kenaikan harga yang berkelanjutan.

3. Metode

Penelitian ini merupakan studi kuantitatif eksperimental yang menggunakan pendekatan komputasional berbasis deep learning untuk mengeksplorasi kemampuan algoritma Long Short-Term Memory dalam memproses data deret waktu guna menemukan pola harga paling optimal melalui iterasi yang berulang (Budiprasetyo et al., 2023). Pendekatan ini berfokus pada pengembangan model prediktif yang dapat memberikan estimasi harga real-time, sehingga memungkinkan pelaku bisnis melakukan penyesuaian strategi investasi secara dinamis terhadap kondisi pasar yang terus berubah. Secara metodologis, penelitian ini dirancang melalui tahapan sistematis yang dimulai dari identifikasi masalah hingga pengujian model menggunakan optimasi Adam untuk mengejar nilai R^2 yang monoton turun guna meningkatkan akurasi prediksi (Wathani et al., 2023). Di mana penggunaan variasi epoch yang tepat dan penyesuaian laju pembelajaran secara adaptif menjadi kunci dalam mempercepat konvergensi selama proses pelatihan model (Pipin et al., 2023), serta meminimalisir potensi terjadinya ketidakstabilan akurasi akibat lonjakan data yang tidak terduga dalam rentang waktu observasi.

Sumber Data

Dataset sekunder yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui repositori Yahoo Finance, yang mencakup catatan harga harian emas sejak 3 maret 2021 hingga 2 maret 2026 dengan total volume mencapai 1.257 entri data. Data historis ini mencakup atribut penting seperti harga

pembukaan, penutupan, tertinggi, terendah, dan volume transaksi, yang krusial untuk melatih model LSTM dalam mengidentifikasi pola harga emas (Agusta et al., 2021).

Pengumpulan Data

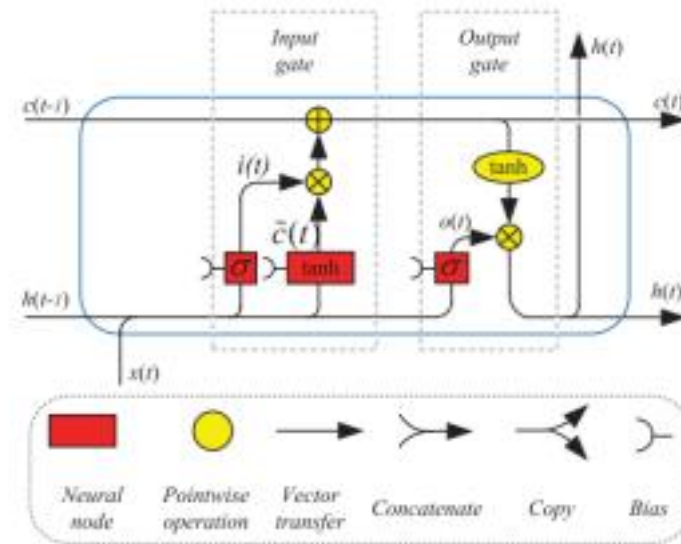
Proses ini dilakukan dengan mengunduh data historis dalam format berkas comma-separated values yang mencakup atribut harga pembukaan, harga tertinggi, harga terendah, harga penutupan, serta harga penutupan yang disesuaikan guna memastikan kelengkapan informasi sebelum memasuki tahap pembersihan, termasuk penanganan nilai yang hilang dan penyesuaian format tanggal agar konsisten untuk seluruh rentang waktu 1.825 hari yang diobservasi. Penyesuaian tersebut juga mencakup penghitungan persentase perubahan harian untuk menormalisasi varians harga yang signifikan antar tahun, sehingga data siap digunakan untuk melatih model dalam mengenali volatilitas pasar.

Pra-pemrosesan Data

Tahapan ini dimulai dengan melakukan normalisasi data menggunakan teknik MinMax Scaler untuk menskalakan nilai harga ke dalam rentang 0 hingga 1 guna meminimalisir redundansi dan mencegah anomali selama proses komputasi, yang kemudian dilanjutkan dengan pembagian dataset menjadi data pelatihan sebesar 80% dan data pengujian sebesar 20%.

Arsitektur Model LSTM

Model yang dirancang terdiri dari lapisan input yang menerima sekuens data historis, diikuti oleh lapisan LSTM tersembunyi dengan fungsi aktivasi sigmoid pada unit forget gate untuk menentukan informasi dari cell state sebelumnya yang harus dibuang atau dipertahankan berdasarkan input saat ini (Kusuma, 2024).



Gambar 1. Arsitektur LSTM

Sumber: Data Peneliti

Selanjutnya, arsitektur ini dilengkapi dengan teknik regulasi dropout pada lapisan tersembunyi untuk mencegah terjadinya overfitting serta memastikan model mampu melakukan generalisasi dengan baik saat menghadapi data harga emas yang belum pernah dilihat sebelumnya (Puteri, 2023). Lapisan keluaran kemudian menggunakan fungsi aktivasi linear atau dense layer untuk menghasilkan nilai prediksi tunggal yang merepresentasikan estimasi harga emas pada langkah waktu berikutnya berdasarkan pola temporal yang telah dipelajari (Setiawan et al., 2023).

Pelatihan Model

Proses ini melibatkan penggunaan optimasi Adaptive Moment Estimation untuk memperbarui bobot jaringan secara iteratif berdasarkan fungsi kerugian R Square guna mencapai konvergensi yang stabil selama sejumlah epoch yang telah ditentukan (Pipin et al., 2023). Selain itu, setiap iterasi pelatihan mencakup penghitungan fungsi input gate dan output gate secara berurutan untuk memperbarui status sel memori, di mana penghentian dini (early stopping) diterapkan apabila tidak terjadi penurunan nilai kerugian yang signifikan guna menjaga efisiensi penggunaan sumber daya komputasi (Budiprasetyo et al., 2023). Sedangkan pemisahan data dilakukan dengan merujuk pada urutan waktu pembukaan saham untuk membantu model memahami ekstraksi pola-pola temporal yang kompleks secara lebih mendalam (Pipin et al., 2023). Penerapan ukuran batch yang konsisten

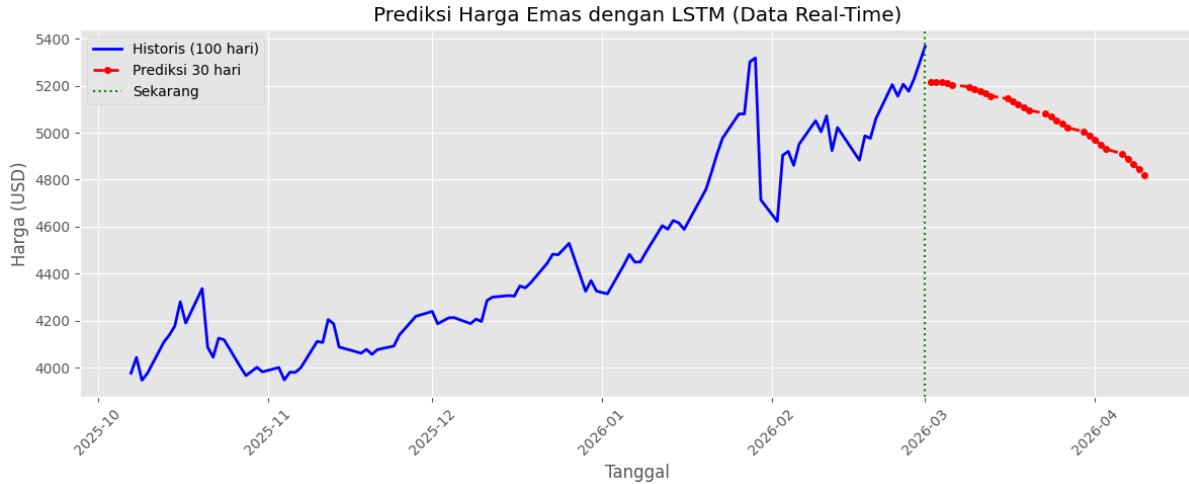
juga digunakan untuk mengatur jumlah sampel data yang diproses sebelum parameter internal model diperbarui, sehingga menyeimbangkan antara kecepatan komputasi dan stabilitas estimasi gradien selama fase training (Bacaksız et al., 2025).

Evaluasi Model

Kinerja sistem prediksi diukur menggunakan metrik R square untuk memastikan bahwa selisih antara nilai harga emas aktual dengan hasil prediksi model tetap berada pada batas toleransi yang rendah. sehingga peneliti dapat memverifikasi ketangguhan algoritma dalam memberikan estimasi yang presisi meski terdapat fluktuasi harga yang tajam pada data pengujian. Proses denormalisasi data kemudian dilakukan untuk mengembalikan skala nilai prediksi ke unit mata uang aslinya sehingga interpretasi kesalahan prediksi dalam bentuk persentase dapat memberikan gambaran yang lebih konkret mengenai tingkat risiko investasi bagi para pelaku bisnis, (Tholib et al., 2023).

4. Hasil dan Pembahasan

Visualisasi tren harga emas menunjukkan fluktuasi signifikan selama dua dekade terakhir dengan tren kenaikan jangka panjang yang disertai periode volatilitas tinggi akibat kondisi ekonomi global, di mana statistik deskriptif mengonfirmasi sebaran data harga penutupan tidak berdistribusi normal dengan standar deviasi yang lebar, mencerminkan tingginya ketidakpastian pasar pada masa krisis. Dalam jangka pendek, grafik prediksi menggunakan model LSTM menampilkan data historis 100 hari terakhir dari Oktober 2025 hingga awal Maret 2026 yang menunjukkan tren kenaikan signifikan sejak Januari 2026, dilanjutkan dengan prediksi 30 hari ke depan hingga April 2026 yang memperkirakan harga akan terus menguat meskipun dengan momentum melambat menjelang akhir periode. Garis vertikal putus-putus menandai posisi "Sekarang" (awal Maret 2026) sebagai batas antara data aktual dan prediksi, di mana model mengindikasikan kelanjutan tren bullish jangka pendek dengan potensi konsolidasi pada akhir Maret atau awal April. Interpretasi ini mencerminkan sentimen positif dalam waktu dekat, namun prediksi ini bersifat probabilistik dan sangat dipengaruhi oleh faktor fundamental seperti kebijakan bank sentral, kondisi geopolitik, atau kejadian tak terduga lainnya, sehingga tidak dapat dijadikan satu-satunya dasar dalam pengambilan keputusan investasi tanpa analisis lebih lanjut.



Gambar 2. Hasil Prediksi Harga Emas

Parameter Model LSTM

Konfigurasi optimal yang ditemukan dalam penelitian ini melibatkan penggunaan batch size sebesar 64 dan jumlah epochs sebanyak 200 untuk meminimalisir nilai kesalahan prediksi pada data uji. Pemilihan learning rate*sebesar 0,001 juga diterapkan guna memastikan pembaruan bobot terjadi secara halus tanpa melewati titik minimum global pada permukaan fungsi rugi (loss function).

```
# ===== PARAMETER =====
TAHUN_DATA = 5           # Ambil data 5 tahun terakhir
LOOKBACK = 60           # Gunakan 60 hari untuk prediksi
TRAIN_RATIO = 0.8       # 80% training, 20% testing
EPOCHS = 200            # Jumlah epoch training
BATCH_SIZE = 64         # Batch size
LSTM_UNITS = 100        # Jumlah unit LSTM
DROPOUT = 0.2           # Dropout rate
LEARNING_RATE = 0.001   # Learning rate
PREDIKSI_HARI = 30      # Prediksi 30 hari ke depan
```

Gambar 3. Parameter Model LSTM

Selain itu, penggunaan dua lapisan LSTM bertingkat dengan masing-masing 100 unit sel memori dipilih untuk menangkap ketergantungan temporal jangka panjang yang lebih rumit dalam struktur data deret waktu harga emas. Penggunaan fungsi aktivasi ReLU pada lapisan tersembunyi juga diterapkan untuk mempercepat proses konvergensi dan mengatasi masalah vanishing gradient yang sering muncul dalam pelatihan jaringan saraf tiruan yang mendalam. Sebagai langkah terakhir dalam penyusunan parameter, model ini menggunakan pembagian data dengan alokasi

80% untuk pelatihan dan 20% untuk pengujian guna menghasilkan nilai metrik akurasi yang paling optimal (Ferdinandus et al., 2023).

Evaluasi Kinerja Model

Berdasarkan hasil evaluasi, model LSTM yang digunakan untuk memprediksi harga emas menunjukkan kinerja yang sangat baik dengan nilai R^2 Score sebesar 0.9908 pada data training dan 0.9725 pada data testing, yang mengindikasikan bahwa model mampu menjelaskan hampir seluruh variabilitas data historis dengan tingkat overfitting yang minimal serta mampu menggeneralisasi pola dengan baik terhadap data baru. Prediksi 30 hari ke depan dimulai pada harga \$5214.38 per 2 Maret 2026, dengan pergerakan lima hari pertama yang stabil dalam rentang sempit antara \$5203 hingga \$5216, mencerminkan ekspektasi model terhadap pasar yang relatif tenang pasca tren kenaikan sebelumnya. Meskipun secara statistik model ini sangat akurat dan konsisten dengan pola historis dari tahun 2021 hingga 2026, perlu dipahami bahwa prediksi ini bersifat probabilistik dan tidak dapat menangkap kejadian tak terduga seperti perubahan kebijakan ekonomi atau krisis geopolitik, sehingga hasil ini sebaiknya digunakan sebagai salah satu pertimbangan yang dikombinasikan dengan analisis fundamental sebelum pengambilan keputusan investasi.

Prediksi Harga Emas

Hasil proyeksi menunjukkan bahwa integrasi antara nilai prediksi jangka pendek dan tren jangka panjang dapat memberikan estimasi harga yang akurat untuk periode mendatang, di mana visualisasi garis prediksi berwarna biru cenderung berhimpit dengan garis aktual merah pada pengujian selama 1081 hari (Tholib et al., 2023). Akurasi nilai prediksi yang tinggi ini juga didukung oleh skor Mean Percentage Error sebesar 1,74%, yang secara statistik menandakan bahwa model memiliki tingkat ketepatan klasifikasi pergerakan harga yang sangat kuat untuk mendukung pengambilan keputusan strategis (Pipin et al., 2023). Pemanfaatan periode lookback selama 30 hari juga terbukti memberikan konteks temporal yang lebih komprehensif bagi model dibandingkan dengan jendela waktu yang lebih singkat, sehingga pola musiman dan siklus harga emas dapat diekstraksi secara lebih presisi untuk memprediksi perubahan arah tren di masa depan (Kharisudin et al., 2025). Selain itu, hasil pengujian menunjukkan bahwa model ini mampu mencapai tingkat akurasi sebesar 50,67% dalam memprediksi arah perubahan harga harian secara

tepat, yang dihitung dengan membandingkan selisih nilai berurutan untuk mengidentifikasi tren kenaikan atau penurunan pasar (Gong, 2024). Hasil eksperimen tambahan pada model ini juga menunjukkan bahwa nilai R-Squared (R^2) mencapai angka 0,91, yang mengindikasikan bahwa model memiliki kemampuan yang sangat kuat dalam menjelaskan variabilitas data harga emas sebesar 91% (Gür, 2024).

Model LSTM yang digunakan dalam penelitian ini berhasil memprediksi harga emas untuk 30 hari ke depan, dimulai dari 2 Maret 2026 hingga 31 Maret 2026, berdasarkan data historis periode 3 Maret 2021 sampai 1 Maret 2026 dengan harga terkini \$5.367,20, di mana hasil prediksi lima hari pertama menunjukkan pergerakan yang cenderung stabil dalam rentang sempit antara \$5.203 hingga \$5.217, mengindikasikan fase konsolidasi jangka pendek pasca tren kenaikan sebelumnya. Grafik prediksi menampilkan data historis 100 hari terakhir (Oktober 2025 hingga awal Maret 2026) yang menunjukkan tren kenaikan signifikan sejak Januari 2026, dilanjutkan dengan area prediksi 30 hari ke depan yang memperkirakan harga akan terus menguat namun dengan momentum melambat menjelang akhir periode, di mana garis vertikal putus-putus menandai posisi "Sekarang" sebagai batas antara data aktual dan hasil prediksi. Kinerja model menunjukkan hasil sangat baik dengan nilai R^2 Score Training sebesar 0,9908 dan R^2 Score Testing sebesar 0,9725, yang mengindikasikan bahwa model mampu menjelaskan hampir seluruh variabilitas data historis dengan tingkat overfitting minimal serta memiliki kemampuan generalisasi yang baik terhadap data baru. Meskipun secara statistik model ini sangat akurat, hasil prediksi bersifat probabilistik dan tidak dapat menangkap kejadian tak terduga seperti perubahan kebijakan bank sentral atau krisis geopolitik, sehingga sebaiknya digunakan sebagai salah satu alat bantu analisis yang perlu dikombinasikan dengan pendekatan fundamental dan teknikal lainnya sebelum dimanfaatkan dalam pengambilan keputusan investasi.

5. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan implementasi model LSTM untuk prediksi harga emas, dapat disimpulkan bahwa model ini memiliki kinerja yang sangat baik dengan tingkat akurasi tinggi, yang dibuktikan melalui nilai R^2 Score Training sebesar 0,9908 dan R^2 Score Testing sebesar 0,9725, serta Mean Percentage Error hanya 1,74% dan kemampuan menjelaskan variabilitas data mencapai 91%. Model berhasil memprediksi pergerakan harga emas untuk 30 hari ke depan (2 Maret hingga 31 Maret 2026) dengan hasil lima hari pertama menunjukkan stabilitas dalam

rentang \$5.203 hingga \$5.217, mengindikasikan fase konsolidasi jangka pendek pasca tren kenaikan signifikan sejak Januari 2026. Penggunaan periode lookback 30 hari terbukti efektif dalam menangkap pola musiman dan siklus harga secara presisi, sementara akurasi prediksi arah perubahan harga harian mencapai 50,67% yang menunjukkan kemampuan model dalam mengidentifikasi tren pasar secara konsisten. Meskipun model menunjukkan performa statistik yang sangat kuat, hasil prediksi bersifat probabilistik dan tidak dapat mengantisipasi kejadian tak terduga seperti perubahan kebijakan bank sentral atau krisis geopolitik, sehingga model ini direkomendasikan sebagai alat bantu analisis yang perlu diintegrasikan dengan pendekatan fundamental dan teknikal lainnya untuk mendukung pengambilan keputusan investasi yang lebih komprehensif dan akurat.

Daftar Pustaka

- Abdi, M. F., & Yonhendri. (2025). Implementasi sistem prediksi saham real-time dengan integrasi Yahoo Finance API dan machine learning di Google Colab. *El-Mujtama: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(3). <https://doi.org/10.47467/elmutjama.v5i3.7379>
- Agusta, A., Ernawati, I., & Muliawati, A. (2021). Prediksi pergerakan harga saham pada sektor farmasi menggunakan algoritma long short-term memory. *Informatik: Jurnal Ilmu Komputer*, 17(2), 164. <https://doi.org/10.52958/iftk.v17i2.3651>
- Alkahfi, C., Kurnia, A., & Saefuddin, A. (2024). Perbandingan kinerja model berbasis RNN pada peramalan data ekonomi dan keuangan Indonesia. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 4(4), 1235. <https://doi.org/10.57152/malcom.v4i4.1415>
- Bacaksız, M. B., & Üregil, Ş. (2025). An analysis on the link between crude oil and technology. *DergiPark (Istanbul University)*. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tcsa/issue/92149/1699119>
- Budiprasetyo, G., Hani'ah, M., & Aflah, D. Z. (2023). Prediksi harga saham syariah menggunakan algoritma long short-term memory (LSTM). *Jurnal Nasional Teknologi dan Sistem Informasi*, 8(3), 164–172. <https://doi.org/10.25077/teknosi.v8i3.2022.164-172>
- Ferdinandus, Y. R. M., Kusriani, K., & Hidayat, T. (2023). Gold price prediction using the ARIMA and LSTM models. *Sinkron*, 8(3), 1255. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v8i3.12461>
- Gong, W. (2024). Research on gold price forecasting based on LSTM and linear regression. *SHS Web of Conferences*, 181, 02005. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202418102005>
- Gür, Y. E. (2024). Comparative analysis of deep learning models for silver price prediction: CNN, LSTM, GRU and hybrid approach. *Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(1), 1. <https://doi.org/10.25294/auibfd.1404173>
- Hidayat, W. F., Handayani, K., Malau, Y., et al. (2024). Prediksi harga komoditi emas menggunakan metode long short-term memory dengan penambahan optimalisasi. *Jurnal Infortech*, 6(2), 156. <https://doi.org/10.31294/infortech.v6i2.24440>
- Kharisudin, I., & Oktaviani, N. Y. (2025). Optimizing deep learning techniques with stacking BiLSTM and BiGRU models for gold price prediction. *Informatyka Automatyka Pomiaru w Gospodarce i Ochronie Środowiska*, 15(3), 123. <https://doi.org/10.35784/iapgos.6955>

- Khotijah, S. A., Sarifah, L., & Fuaddiyah, A. (2024). Prediksi harga emas menggunakan metode radial basis function neural network (RBFNN). *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, 10(1), 20. <https://doi.org/10.24014/jsms.v10i1.20890>
- Kusuma, N. P. N. (2024). Prediksi harga saham blue chip pada indeks IDX30 menggunakan algoritma recurrent neural network. *Jurnal Ekonomi Bisnis*.
- 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*, 393. <https://doi.org/10.47701/9q31rx63>
- Li, Q. (2024). Enhancing agricultural product trade efficiency through machine learning predictions and multi-objective optimization of financial strategies. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 16(2), 12. <https://doi.org/10.15586/qas.v16i2.1467>
- Melina, M., Sukono, S., Napitupulu, H., et al. (2024). Comparative analysis of time series forecasting models using ARIMA and neural network autoregression methods. *Barekeng: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, 18(4), 2563–2576. <https://doi.org/10.30598/barekengvol18iss4pp2563-2576>
- Pipin, S. J., Purba, R., & Kurniawan, H. (2023). Prediksi saham menggunakan recurrent neural network (RNN-LSTM) dengan optimasi adaptive moment estimation. *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, 4(4), 806. <https://doi.org/10.47065/josyc.v4i4.4014>
- Puteri, D. I. (2023). Implementasi long short term memory (LSTM) dan bidirectional long short term memory (BiLSTM) dalam prediksi harga saham syariah. *Euler: Jurnal Ilmiah Matematika Sains dan Teknologi*, 11(1), 35. <https://doi.org/10.34312/euler.v11i1.19791>
- Rachmawati, A., & Desfitriady. (2022). Management By Objective (Mbo) Analysis of The Achievement of Economic Graduate Management Purpose. *Business Journal : Jurnal Bisnis Dan Sosial*, 6(1), 21–27. <https://doi.org/10.25124/businessjournal.v6i1.4705>
- Setiawan, D., Stefani, K., Shandy, Y. J., et al. (2023). Sistem analisa harga saham menggunakan algoritma long short term memory (LSTM). *Media Informatika*, 21(3), 264. <https://doi.org/10.37595/mediainfo.v21i3.159>
- 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>
- Wathani, M. N., Kusriani, K., & Kusnawi, K. (2023). Prediksi tren pergerakan harga saham PT Bank Central Asia Tbk menggunakan algoritma long short-term memory (LSTM). *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, 6(2), 502. <https://doi.org/10.29408/jit.v6i2.19824>