

PENERAPAN MODEL HYBRID MACHINE LEARNING ARIMA-LSTM (LONG SHORT-TERM MEMORY) DALAM PREDIKSI HARGA EMAS 5 TAHUN KE-DEPAN

Atta Zulfahrizan, Muhammad Alby Savana HSB, Sovantri Putra Paskah Halawa, Fanny Ramadhani

Ilmu Komputer, Universitas Negeri Medan

Jalan Willem Iskandar, Pasar V Medan Estate, Percut Sei Tuan, Deli Serdang, Indonesia

latifhamzah106@gmail.com

ABSTRAK

Emas merupakan aset lindung nilai yang banyak digunakan dalam investasi, namun prediksi harganya menjadi tantangan karena dipengaruhi oleh berbagai faktor ekonomi dan geopolitik. Fluktuasi harga yang tinggi menyebabkan perlunya model prediksi yang akurat untuk membantu pengambilan keputusan investasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model hybrid ARIMA-LSTM guna meningkatkan akurasi prediksi harga emas dalam lima tahun ke depan. Metode yang digunakan mencakup pengumpulan dan preprocessing data harga emas dari sumber daring. Model ARIMA diterapkan untuk menangkap pola linier dalam data historis, sedangkan LSTM digunakan untuk mengenali pola non-linier serta volatilitas harga. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan performa model hybrid dengan model tunggal menggunakan metrik RMSE dan MAE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model hybrid ARIMA-LSTM memiliki tingkat akurasi lebih tinggi dibandingkan model ARIMA atau LSTM secara terpisah. Prediksi harga emas dalam lima tahun ke depan menunjukkan tren penurunan, dengan perkiraan harga akhir sebesar 1727.31 USD/troy ounce atau sekitar 832.477.500 RP/kg. Model ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih baik bagi investor dan pemangku kebijakan dalam pengambilan keputusan investasi.

Kata kunci : *Prediksi Harga Emas, ARIMA, LSTM, Hybrid Model, Machine Learning, Data Mining.*

1. PENDAHULUAN

Harga emas adalah salah satu instrumen investasi yang sangat populer karena dianggap sebagai aset yang aman di tengah ketidakpastian ekonomi global. Sebagai barang berharga, harga emas dipengaruhi oleh berbagai elemen, termasuk inflasi, suku bunga, nilai tukar mata uang, serta keadaan ekonomi dan geopolitik. Perubahan harga emas yang tidak stabil menciptakan tantangan bagi investor dalam menentukan momen optimal untuk membeli atau menjual emas. Dengan demikian, pengembangan sistem yang dapat memprediksi harga emas secara akurat sangat krusial untuk mendukung pengambilan keputusan investasi yang lebih efisien.

Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) adalah salah satu pendekatan statistik yang umum diterapkan dalam analisis deret waktu. Model ini dapat mengidentifikasi pola linier dalam data yang telah berlalu serta memberikan ramalan berdasarkan tren sebelumnya. Namun, ARIMA memiliki batasan dalam mengidentifikasi pola non-linier dan fluktuasi tinggi yang sering muncul dalam pergerakan harga emas. Untuk mengatasi kekurangan ini, model yang berlandaskan kecerdasan buatan seperti Long Short-Term Memory (LSTM) dapat diterapkan. LSTM merupakan tipe jaringan saraf buatan yang dirancang untuk mengelola data sekuensial dengan ketergantungan jangka panjang, sehingga dapat mendeteksi pola perubahan harga emas yang rumit.

Pada penelitian ini, dirancang model hybrid ARIMA-LSTM yang memadukan kekuatan kedua metode guna meningkatkan ketepatan proyeksi harga

emas selama lima tahun ke depan. Model ARIMA digunakan untuk mengidentifikasi pola linier, sedangkan LSTM menangani pola non-linier serta fluktuasi harga. Agar model ini dapat diimplementasikan secara efektif, dilakukan serangkaian langkah, meliputi pengumpulan data harga emas dari sumber online, pemrosesan data, pelatihan model, serta penilaian kinerja dengan menggunakan metrik seperti Mean Absolute Error (MAE) dan Root Mean Square Error (RMSE).

Penelitian ini berfokus pada evaluasi performa model ARIMA dalam memprediksi harga emas berdasarkan data historis serta kemampuannya dalam menangkap pola linier dalam data deret waktu. Selain itu, penelitian ini juga mengkaji sejauh mana LSTM mampu mengenali pola non-linier dalam pergerakan harga emas yang tidak dapat ditangkap oleh metode statistik konvensional. Dengan menggabungkan kedua pendekatan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis seberapa akurat model hybrid ARIMA-LSTM dalam melakukan prediksi harga emas selama 5 tahun ke depan, serta melihat keunggulan kombinasi model ini dibandingkan dengan metode tunggal dalam meningkatkan ketepatan hasil prediksi.

Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sistem prediksi harga emas dengan pendekatan hybrid ARIMA-LSTM yang lebih tepat daripada model individual. Melalui sistem ini, diharapkan para investor dan pengambil kebijakan dapat mendapatkan pemahaman yang lebih baik dalam merencanakan investasi serta mengurangi risiko yang disebabkan oleh perubahan harga emas.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konsep Dasar Big Data / Data Mining

Big data merupakan istilah yang dapat digunakan untuk dapat menjadi kumpulan data yang sangat besar yang memiliki struktur yang lebih bervariasi dan kompleks yang kemudian diolah sedemikian rupa hingga menghasilkan sebuah solusi atau kesimpulan. Big Data sangat berharga untuk menghasilkan produktivitas dalam bisnis. Dimana kompetisi masa depan yang semakin kompetitif menggunakan teknologi yang canggih dan memungkinkan pemanfaatan Big data untuk dapat digunakan dalam mencapai tujuan bisnis. Di sisi lain, Big Data juga muncul dengan banyak tantangan, seperti kesulitan dalam pengambilan data, penyimpanan data, analisis data dan visualisasi data.[1]

Data mining atau tambang data merupakan metode, teknik, artificial intelegent dan mesin pembelajaran yang diekstraksi sehingga menghasilkan suatu pengetahuan dan informasi yang berguna yang tersimpan dalam suatu database besar. Pada prinsipnya data mining mewarisi banyak aspek dan teknik bidang-bidang ilmu. Data mining bukanlah sesuatu hal yang baru, karena data mining merupakan akar dari berbagai bidang ilmu tersebut.[2]

2.2. Emas

Emas adalah jenis logam yang memiliki nilai berharga yang banyak digunakan sebagai cadangan devisa, standar keuangan suatu negara, bahan dasar perhiasan maupun bahan elektronik. Emas merupakan logam mulia yang tidak bisa disamakan dengan saham atau obligasi, emas ini tidak memberikan bunga atau deviden. Emas dihargai berdasarkan jumlah permintaan dan penawaran dipasar, jumlah uang beredar, tren kebijakan moneter dan ketidakpastian global.[3]

2.3. Model ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average)

Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) merupakan model univariat yang biasa digunakan dalam peramalan pada data deret waktu. Model ARIMA adalah merupakan gabungan model Autoregressive (AR) dan model Moving Average (MA) atau biasa disebut model Autoregressive Moving Average (ARMA) pada data yang telah dilakukan differencing.[4]

ARIMA merupakan kombinasi dari tiga komponen yaitu, AR (autoregressive), I (Integrated), dan MA (Moving Average) dimana Integrated ditambahkan karena adanya proses differencing data yang tidak stasioner.[5] AutoRegressive Integrated Moving Average (ARIMA), dikembangkan oleh George EP Box dan Gwylm M. Jenkins, adalah salah satu metode deret waktu (time series) yang menggunakan satu variabel (univariat). ARIMA terdiri dari AutoRegressive (p), Integrated (d), dan Moving Average (q), dan digunakan untuk memprediksi data

deret waktu (time series), biasanya menggunakan metode yang dikenal sebagai metode Box-Jenkins.[6]

Kelebihan metode ARIMA adalah metode ini mengikuti pola data yang ada serta memiliki tingkat akurasi prakiraan yang cukup tinggi sehingga cocok digunakan untuk meramal sejumlah variabel dengan cepat karena hanya membutuhkan data historis untuk melakukan peramalan. Selain itu, metode ini dapat menerima semua jenis model data walaupun dalam prosesnya harus distasionerkan dulu.[7]

2.4. Model LSTM (Long-Short Term Memory)

Long-Short Term Memory (LSTM) merupakan salah satu bentuk dari RNN yang sering digunakan untuk menghindari masalah pada penumpukan pada gradien atau ketergantungan jangka panjang dalam memproses ataupun melakukan prediksi terhadap data deret waktu. model LSTM terbentuk dari berbagai rangkaian sel memori yang dapat menggantikan sel neuron pada hidden layer dari RNN. Model LSTM dapat menyaring data atau informasi melalui struktur gates untuk dapat mempertahankan informasi yang berhubungan dan mengubah keadaan dari sel memori.

[8] Long Short- Term Memory (LSTM) merupakan pengembangan dari Recurrent Neural Network (RNN) yang diusulkan oleh Sepp Hochreiter dan Jurgen Schmidhuber pada tahun 1997. LSTM menyimpan informasi terhadap pola-pola pada data dengan mempelajari data mana saja yang akan disimpan dan data mana saja yang akan dibuang, karena pada setiap neuron LSTM memiliki beberapa gates (gerbang) yang mengatur memori pada setiap neuron itu sendiri. LSTM memiliki empat layer, yaitu forget gate, input gate, new cell state candidate, dan output gate yang arsitekturnya.[9]

2.5. Machine Learning

Machine learning adalah bagian dari artificial intelligence yang didefinisikan sebagai metode yang belajar dari pengalaman dan dapat menyesuaikan dengan input baru untuk melakukan suatu tindakan otomatis dan membuat keputusan yang tepat dan sesuai. Machine learning membantu peran manusia dalam pengambilan keputusan dengan mengambil keputusan secara otomatis, belajar dari data, dan menentukan pola. Penerapan deep learning, salah satu cabang dari machine learning yang menggunakan jaringan syaraf tiruan (neural network) dengan beberapa lapisan, telah menjanjikan solusi yang lebih canggih dalam deteksi fraud laporan keuangan.[10]

2.6. Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan memiliki kesamaan dengan penelitian Gold Price Prediction Using the ARIMA and LSTM Models oleh Yudha Randa Madhika, Kusriani, dan Tonny Hidayat (2023), terutama dalam penggunaan kombinasi model ARIMA dan LSTM untuk memprediksi harga emas serta evaluasi model menggunakan metrik RMSE. Kedua penelitian bertujuan untuk meningkatkan

akurasi prediksi harga emas dengan mempertimbangkan keunggulan masing-masing model dalam menangkap pola linier dan non-linier dalam data historis. Namun, terdapat beberapa perbedaan mendasar antara kedua penelitian ini. Penelitian Gold Price Prediction Using the ARIMA and LSTM Models mempertimbangkan lima indikator ekonomi eksternal, yaitu harga minyak mentah, suku bunga dana federal, indeks harga konsumen, nilai tukar efektif, dan indeks pasar saham S&P 500, sebagai variabel tambahan dalam model prediksi. Sebaliknya, penelitian yang dilakukan hanya berfokus pada data historis harga emas tanpa mempertimbangkan faktor eksternal. Selain itu, penelitian Gold Price Prediction Using the ARIMA and LSTM Models membandingkan kinerja ARIMA dan LSTM secara terpisah untuk menentukan model terbaik, sementara penelitian yang dilakukan menggabungkan keduanya dalam satu model hybrid ARIMA-LSTM untuk meningkatkan akurasi prediksi dalam jangka waktu lima tahun ke depan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi pergerakan harga emas dalam lima tahun ke depan dengan menerapkan pendekatan algoritma machine learning hybrid ARIMA-LSTM. Model ini memanfaatkan keunggulan ARIMA dalam mengenali tren linier serta kemampuan LSTM dalam menangkap pola non-linier pada data harga emas. Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini sekiranya dijelaskan dalam flowchart berikut:



Gambar 1. Tahapan Pelatihan Model Hybrid

3.1. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini data harga emas dikumpulkan dari yfinance dalam format harian, mencakup rentang waktu 14 tahun, mulai dari tahun 2010 hingga 2024.

3.2. Model ARIMA

Model dari ARIMA yang dipakai pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

a. Preprocessing Data

Pada tahap preprocessing data untuk ARIMA, dilakukan proses differencing guna mencapai stasioneritas. Selanjutnya, dilakukan uji stasioneritas untuk memastikan apakah data sudah memenuhi syarat sebagai data stasioner. Stasioneritas merupakan syarat penting dalam ARIMA agar model dapat memberikan prediksi yang akurat.

b. Menentukan Parameter

Model ARIMA memiliki tiga parameter utama, yaitu p , d , dan q . Parameter p (AutoRegressive Order) menentukan jumlah lag yang digunakan, d (Differencing Order) menentukan jumlah kali data di-difference untuk mencapai stasioneritas, dan q (Moving Average Order) menentukan jumlah lag dari kesalahan model. Dalam penelitian ini, pemilihan parameter dilakukan secara otomatis menggunakan AutoARIMA, yang menghasilkan nilai parameter (2, 0, 1).

c. Membagi Data

Setelah proses differencing, data dibagi menjadi dua bagian, yaitu data training dan data test. Data training digunakan untuk melatih model, sementara data test digunakan untuk menguji performa model. Pembagian data dilakukan dengan proporsi 80% untuk training dan 20% untuk test.

d. Training dan Evaluasi

Model ARIMA dilatih menggunakan data training dan dievaluasi dengan data test. Setelah proses evaluasi, residual dari model ARIMA disimpan untuk digunakan sebagai input tambahan pada model LSTM dalam tahap berikutnya.

3.3. Model LSTM

Model dari LSTM yang dipakai pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

a. Preprocessing Data

Data yang digunakan untuk model LSTM merupakan residual dari model ARIMA yang telah diperoleh sebelumnya. Selanjutnya, data dinormalisasi ke dalam skala 0 hingga 1. Normalisasi diperlukan agar model LSTM dapat bekerja secara optimal, karena LSTM lebih efektif dalam memproses data dengan skala yang lebih kecil.

b. Sequencing Data

Setelah normalisasi, data diubah ke dalam bentuk sequence agar sesuai dengan format yang dapat diproses oleh LSTM. Sebagai bagian dari

Recurrent Neural Network (RNN), LSTM memerlukan data dalam bentuk urutan waktu (time sequence) agar dapat mengenali pola temporal. Dalam penelitian ini, panjang sequence yang digunakan adalah 30, dengan struktur data berbentuk pasangan (x,y).

c. Splitting Data

Sama seperti pada model ARIMA, data dibagi menjadi dua bagian, yaitu data training dan data testing, dengan proporsi 80% untuk training dan 20% untuk testing.

d. Training dan Evaluasi

Model LSTM dilatih menggunakan data training yang telah diproses sebelumnya. Karena LSTM berbasis RNN, jumlah iterasi atau epochs dapat ditentukan sesuai kebutuhan. Dalam penelitian ini, proses pelatihan dilakukan sebanyak 30 epochs. Setelah pelatihan selesai, model diuji menggunakan data testing untuk mengevaluasi performanya.

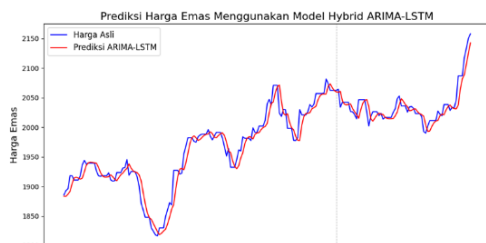
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada pengujian model ARIMA, diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 2. Hasil testing model ARIMA

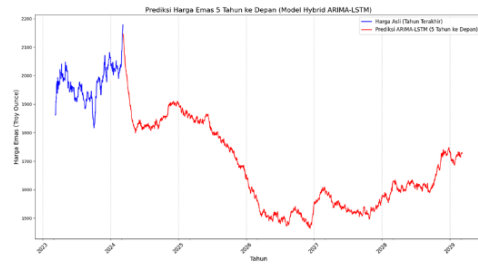
Dari hasil tersebut, diperoleh nilai Root Mean Squared Error (RMSE) sebesar 168.65. Grafik hasil pengujian menunjukkan bahwa prediksi model ARIMA cukup mendekati nilai aktual dari data testing. Selanjutnya, model LSTM dilatih menggunakan residual dari ARIMA sebagai salah satu inputnya, kemudian dilakukan inverse transform. Hasil prediksi dari model hybrid ARIMA-LSTM dibandingkan dengan data testing, seperti berikut:



Gambar 3. Hasil testing model ARIMA-LSTM.

Dapat dilihat bahwa prediksi yang dihasilkan oleh model hybrid ARIMA-LSTM sudah cukup mendekati harga emas asli.

Ketika model digunakan untuk memprediksi harga emas selama lima tahun ke depan, diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 4. Prediksi harga emas 5 tahun ke depan.

Dengan RMSE sebesar 18.3060, model menunjukkan performa yang cukup baik dalam meramalkan tren harga emas. Hasil prediksi harga emas dalam lima tahun ke depan dalam satuan USD/troy ounce ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 1. Predissi dalam satuan USD/troy ounce

Tahun Prediksi	Satuan USD/troy ounce
Tahun 1	2145.90
Tahun 2	1860.08
Tahun 3	1548.56
Tahun 4	1591.76
Tahun 5	1623.65
Data terakhir	1727.31 USD/troy ounce

Karena data yang diperoleh dari *yfinance* sudah dalam satuan USD/troy ounce, maka hasil prediksi juga dinyatakan dalam satuan yang sama. Jika dikonversikan ke dalam Rupiah per kilogram (RP/kg), hasilnya sebagai berikut:

Tabel 2. Predissi dalam satuan RP/kg

Tahun Prediksi	Satuan RP/kg
Tahun 1	1.034.977.500
Tahun 2	896.977.500
Tahun 3	746.977.500
Tahun 4	767.977.500
Tahun 5	782.977.500
Data terakhir	832.477.500

Dari grafik dan tabel yang diperoleh, prediksi harga emas dalam lima tahun ke depan menunjukkan kecenderungan menurun dibandingkan dengan data terakhir yang tersedia. Namun, hasil ini tetap merupakan prediksi yang memiliki ketidakpastian, karena model hanya dapat memperkirakan pola berdasarkan data historis dan tidak dapat menangkap faktor eksternal yang dapat mempengaruhi harga emas di masa mendatang.

Meskipun demikian, model hybrid ARIMA-LSTM yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan performa yang baik dengan nilai RMSE 18.3060, yang cukup rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa model memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam memprediksi harga emas.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Sebagai kesimpulan, penelitian ini berhasil mengembangkan model hybrid ARIMA-LSTM untuk memprediksi harga emas dalam lima tahun ke depan. Model ini menggabungkan ARIMA untuk menangkap pola linier dalam data historis dan LSTM untuk mempelajari pola residual yang tidak dapat ditangkap oleh ARIMA, sehingga meningkatkan akurasi prediksi secara keseluruhan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model hybrid ini menghasilkan nilai Root Mean Squared Error (RMSE) yang lebih rendah dibandingkan dengan model ARIMA tunggal, yang mengindikasikan peningkatan akurasi. Berdasarkan hasil prediksi, harga emas dalam lima tahun ke depan menunjukkan tren penurunan dibandingkan dengan data terakhir yang tersedia, dengan perkiraan harga akhir sebesar 1727.31 USD/troy ounce atau sekitar 832.477.500 RP/kg. Sebagai saran, penelitian selanjutnya dapat mengintegrasikan faktor eksternal dalam prediksi harga emas, seperti nilai tukar mata uang, tingkat inflasi, suku bunga, dan harga komoditas lain yang memiliki korelasi dengan emas. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor ini, diharapkan model dapat menghasilkan prediksi yang lebih akurat dan lebih mencerminkan kondisi pasar yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Prayoga, F. Hayati, H. A. Y. Putra, I. N. Rizki, and F. Fitroh, "Risiko Keamanan Data Pribadi Pelanggan Dalam Penggunaan Big Data," *J. Nas. Komputasi dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 3, pp. 459–463, 2022, doi: 10.32672/jnkti.v5i3.4381.
- [2] Yulia and M. Silalahi, "Penerapan Data Mining Clustering Dalam Mengelompokan Buku Dengan Metode K-Means," *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 10, no. 1, 2021, doi: 10.33022/ijcs.v10i1.3008.
- [3] H. Hamdani, L. Lianti, and F. Dasari, "Pengaruh Inflasi, Harga Emas Dan Jumlah Nasabah Terhadap Penyaluran Pembiayaan Ar-Rahn Pada Pt Pegadaian Syariah Unit Geudong," *Ekonis J. Ekon. dan Bisnis*, vol. 22, no. 1, 2020, doi: 10.30811/ekonis.v22i1.1911.
- [4] D. I. Purnama, "Peramalan Harga Emas Saat Pandemi Covid-19 Menggunakan Model Hybrid Autoregressive Integrated Moving Average - Support Vector Regression," *Jambura J. Math.*, vol. 3, no. 1, pp. 52–65, 2021, doi: 10.34312/jjom.v3i1.8430.
- [5] H. R. Sri, S. Wahyuningsih, and M. Siringoringo, "Peramalan Harga Emas Indonesia Menggunakan Model ARIMA (0,1,1)-GARCH (1,0)," *J. Eksponensial*, vol. 15, no. 1, pp. 1–10, 2024.
- [6] A. S. Panjaitan, M. R. Maretha, Hilmiah, and B. Mardhotillah, "Optimalisasi Penerapan Metode ARIMA dalam Mengestimasi Harga Emas di Negara Indonesia," *J. Ekon. Dan Stat. Indones.*, vol. 3, no. 2, pp. 136–146, 2023, doi: 10.11594/jesi.03.02.06.
- [7] H. Jayantika, S. Husna, D. A. Pratiwi, and D. Y. Faidah, "Peramalan Harga Jual Emas di Indonesia dengan Metode ARIMA," *E-Journal BIAStatistics| Dep. ...*, vol. 7, pp. 18447–18456, 2023.
- [8] T. Bastian Sianturi, I. Cholissodin, and N. Yudistira, "Penerapan Algoritma Long Short-Term Memory (LSTM) berbasis Multi Fungsi Aktivasi Terbobot dalam Prediksi Harga Ethereum," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 3, pp. 1101–1107, 2023, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [9] J. S. Prasetyo, "Stock Price Prediction Using Machine Learning With Long Short Therm Memory Method (LSTM)," *Kilat*, vol. 12, no. 1, pp. 64–78, 2023, doi: 10.33322/kilat.v12i1.1723.
- [10] S. Prasetyo and T. Dewayanto, "Penerapan Machine Learning, Deep Learning, Dan Data Mining Dalam Deteksi Kecurangan Laporan Keuangan-a Systematic Literature Review," *Diponegoro J. Account.*, vol. 13, no. 3, pp. 1–12, 2024, [Online]. Available: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/accounting>.