

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERBANDINGAN MODEL SARIMAX DAN LSTM DALAM MEMPREDIKSI HARGA EMAS INDONESIA DENGAN FAKTOR MAKROEKONOMI GLOBAL DAN DOMESTIK

AZIZAH AULIA FIRDHASARI



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Perbandingan Model SARIMAX dan LSTM dalam Memprediksi Harga Emas Indonesia dengan Faktor Makroekonomi Global dan Domestik” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2026

Azizah Aulia Firdhasari
G5401221019

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

AZIZAH AULIA FIRDHASARI. Perbandingan Model SARIMAX dan LSTM dalam Memprediksi Harga Emas Indonesia dengan Faktor Makroekonomi Global dan Domestik. Dibimbing oleh MOHAMAD KHOIRUN NAJIB dan ELIS KHATIZAH.

Harga emas Indonesia berfluktuasi akibat pengaruh faktor makroekonomi global dan domestik sehingga diperlukan model prediksi yang akurat. Penelitian ini membandingkan kinerja metode SARIMAX dan LSTM dalam memprediksi harga emas Indonesia periode 2025-2026 dengan dua skenario, yaitu eksogen lengkap dan eksogen terpilih. Variabel eksogen terpilih ditentukan melalui analisis sensitivitas indeks Sobol. Data yang digunakan berupa data bulanan periode Januari 2010 hingga Desember 2024. Hasil menunjukkan bahwa eksogen terpilih dapat meningkatkan kinerja kedua metode dengan SARIMAX lebih unggul dibandingkan LSTM. Model SARIMAX $(0,1,3)(0,0,0)_{12}$ ditetapkan sebagai model terbaik dengan MAPE 1.81% yang merupakan nilai terendah dibandingkan model lainnya. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa harga emas dunia merupakan faktor paling berpengaruh, diikuti kurs USD/IDR dan USD Index. Proyeksi menunjukkan tren kenaikan harga emas yang relatif stabil tanpa pola musiman yang kuat.

Kata kunci: harga emas, LSTM, makroekonomi, prediksi, SARIMAX, Sobol

ABSTRACT

AZIZAH AULIA FIRDHASARI. Comparison of SARIMAX and LSTM Models in Forecasting Indonesian Gold Prices Using Global and Domestic Macroeconomic Factors. Supervised by MOHAMAD KHOIRUN NAJIB and ELIS KHATIZAH.

Indonesian gold prices fluctuate due to the influence of global and domestic macroeconomic factors thus requiring an accurate prediction model. This study compares the performance of the SARIMAX and LSTM methods in predicting Indonesian gold prices for the 2025-2026 period through two scenarios, complete exogenous variables and selected exogenous variables. The selected exogenous variables are determined through a sensitivity analysis of the Sobol index. The data used are monthly data from January 2010 to December 2024. The results show that the selected exogenous variables can improve the performance of both methods with SARIMAX outperforming LSTM. The SARIMAX $(0,1,3)(0,0,0)_{12}$ model is determined as the best model with a MAPE of 1.81% the lowest value among all models. The sensitivity analysis shows that the world gold prices is the most influential factor, followed by the USD/IDR exchange rate and the USD Index. The projections show a relatively stable upward trend in gold prices without a strong seasonal pattern.

Keywords: gold price, LSTM, macroeconomics, prediction, SARIMAX, Sobol



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PERBANDINGAN MODEL SARIMAX DAN LSTM DALAM MEMPREDIKSI HARGA EMAS INDONESIA DENGAN FAKTOR MAKROEKONOMI GLOBAL DAN DOMESTIK

AZIZAH AULIA FIRDHASARI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Matematika pada
Program Studi Matematika

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
SEKOLAH SAINS DATA MATEMATIKA DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1 Mochamad Tito Julianto S.Si., M.Kom.



Judul Skripsi : Perbandingan Model SARIMAX dan LSTM dalam Memprediksi
Harga Emas Indonesia dengan Faktor Makroekonomi Global dan
Domestik

Nama : Azizah Aulia Firdhasari

NIM : G5401221019

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Mohamad Khoirun Najib S.Si., M.Mat.

Pembimbing 2:

Elis Khatizah S.Si., M.Si., Ph.D.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Donny Citra Lesmana, S.Si., M.Fin.Math.

NIP 197902272005011001

Tanggal Ujian:
5 Juni 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanaahu Wa Ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan karya ilmiah ini yang berjudul "Perbandingan Model SARIMAX dan LSTM dalam Memprediksi Harga Emas Indonesia dengan Faktor Makroekonomi Global dan Domestik". Penyusunan karya ilmiah ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Mama, Papa, dan Adik saya yang telah memberikan do'a, kasih sayang, dukungan penuh dalam setiap langkah kehidupan penulis, serta motivasi yang tiada henti, terutama dalam menghadapi berbagai kesulitan selama proses akademik,
2. Mohamad Khoirun Najib S.Si., M.Mat. selaku dosen pembimbing akademik sekaligus dosen pembimbing I dan Elis Khatizah S.Si., M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing II, yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan bimbingan, arahan serta ilmu kepada penulis selama penyusunan karya ilmiah ini,
3. Seluruh dosen dan staf Departemen Matematika SSMI IPB yang telah memberikan pengajaran dan pelayanan yang baik kepada penulis,
4. Grup idol BTS yang telah menemani perjalanan penulis dengan lagu-lagunya, serta memberikan semangat, motivasi, dan pengingat untuk terus maju, bangkit, dan menjalani kehidupan dengan penuh makna,
5. Seluruh anggota grup 'Belajar Woiii' dan 'MBL' terkhusus untuk Chintya, Cathleen, Gigi, Muthi, Ferdy, Harley, dan Taufik sebagai teman sepermainan yang memberikan semangat dan pembelajaran kepada penulis selama di dunia perkuliahan,
6. Diri sendiri yang sudah berusaha semaksimal mungkin walaupun banyak sekali rintangannya. Terima kasih karena sudah tetap bertahan, terus mencoba, dan tidak menyerah sampai di titik ini. Terima kasih untuk semua usaha, doa, air mata, dan perjuangan yang sudah dilewati meskipun prosesnya tidak mudah. Semua langkah kecil yang dilakukan dengan penuh kesabaran akhirnya membawa diri ini sampai sejauh ini. Semoga ke depannya diri ini selalu diberi kekuatan dan kebahagiaan untuk menjalani perjalanan berikutnya,
7. Serta semua pihak yang telah memberikan do'a dan dukungan kepada penulis yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Jazakumullah khairan katsiran. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2026

Azizah Aulia Firdhasari



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Data Deret Waktu dan Pra-Pemrosesan	4
2.2 Model Deret Waktu: ARIMAX dan SARIMAX	7
2.3 ACF dan PACF	10
2.4 Evaluasi dan Diagnostik Model SARIMAX	12
2.5 <i>Neural Network</i>	14
2.6 <i>Backpropagation</i>	21
2.7 Inisiasi Bobot dan Bias	23
2.8 <i>Early Stopping</i>	23
2.9 Evaluasi Model	24
2.10 Analisis Sensitivitas	24
III METODE	27
3.1 Data	27
3.2 Metode Analisis Data	28
3.3 Tahapan Penelitian	28
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Eksplorasi Data	32
4.2 Identifikasi Variabel Eksogen	34
4.3 Kestasioneran Data	39
4.4 Model SARIMAX dan LSTM	39
4.5 Perbandingan Kinerja Model	48
4.6 Prediksi Periode Selanjutnya	49
4.7 Diskusi	50
V SIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Simpulan	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52



DAFTAR TABEL

1	Perkembangan harga emas global dan domestik	1
2	Pola ACF-PACF teoritis komponen non-musiman	11
3	Pola ACF-PACF teoritis komponen musiman	11
4	Kriteria pada nilai MAPE	24
5	Variabel dan sumber data penelitian	27
6	Analisis statistika deskriptif harga emas Indonesia	32
7	Hasil analisis korelasi Pearson	35
8	Hasil analisis multikolinearitas	35
9	Tiga model terbaik SARIMAX eksogen lengkap	37
10	Hasil uji diagnostik model SARIMAX eksogen lengkap	37
11	Hasil uji Ljung-Box eksogen lengkap	38
12	Parameter model LSTM	39
13	Performa model LSTM eksogen lengkap dengan berbagai <i>loss function</i> berdasarkan MAPE pada data validasi	40
14	Analisis sensitivitas indeks Sobol S_i dan S_T	41
15	Tiga model terbaik SARIMAX eksogen terpilih	42
16	Hasil uji diagnostik model SARIMAX eksogen terpilih	43
17	Hasil uji Ljung-Box eksogen terpilih	43
18	Performa model LSTM eksogen terpilih dengan berbagai <i>loss function</i> berdasarkan MAPE pada data validasi	44
19	Nilai MAPE seluruh model LSTM	45
20	Perbandingan nilai MAPE seluruh model	45
21	Hasil prediksi SARIMAX(0,1,3)(0,0,0) ₁₂	47
22	Nilai MAPE pada dua skenario tambahan	48

DAFTAR GAMBAR

23	Dekomposisi deret waktu (Peixeiro 2022)	4
24	Spektrum koefisien korelasi (Gogtay dan Thatte 2017)	5
25	Arsitektur model ANN (Khatizah 2025)	15
26	Arsitektur perceptron pada satu node (Khatizah 2024)	16
27	Ilustrasi fungsi aktivasi (a) linear, (b) ReLU, (c) sigmoid, dan (d) tanh	16
28	Ilustrasi model RNN (Liquet <i>et al.</i> 2024)	18
29	Skema (a) <i>one to many</i> , (b) <i>many to one</i> , (c) <i>many to many with partial inputs and outputs</i> , (d) <i>many to many with complete inputs and outputs</i> (Liquet <i>et al.</i> 2024)	19
30	Arsitektur model LSTM (Hu <i>et al.</i> 2024)	20
31	Diagram alir tahap penelitian	31
32	Box-plot harga emas Indonesia	32
33	Plot deret waktu harga emas Indonesia	33
34	Plot dekomposisi harga emas Indonesia bulanan	33

35	Plot deret waktu variabel eksogen (a) harga emas dunia, (b) suku bunga The Fed, (c) USD Index (DXY), (d) kurs USD/IDR, (e) inflasi Indonesia, dan (f) suku bunga BI	34
36	Plot <i>differencing</i> orde pertama harga emas Indonesia	36
37	Plot (a) ACF dan (b) PACF pada data <i>training</i> setelah <i>differencing</i> orde pertama	37
38	Hasil prediksi SARIMAX(0,1,2)(0,0,1) ₁₂ untuk data <i>testing</i>	38
39	Ilustrasi penerapan <i>window</i> berukuran delapan	39
40	Arsitektur model	40
41	Grafik prediksi model LSTM eksogen lengkap dengan <i>loss function</i> (a) MSE, (b) MAE, dan (c) RMSE	41
42	<i>Heatmap</i> analisis sensitivitas indeks Sobol S_{ij}	42
43	Hasil prediksi SARIMAX(0,1,3)(0,0,0) ₁₂ untuk data <i>testing</i>	43
44	Grafik prediksi model LSTM eksogen terpilih dengan <i>loss function</i> (a) MSE, (b) MAE, dan (c) RMSE	44
45	Prediksi harga emas Indonesia 2025-2026 menggunakan model SARIMAX(0,1,3)(0,0,0) ₁₂	46

DAFTAR LAMPIRAN

46	Daftar 36 kombinasi model SARIMAX dengan variabel eksogen lengkap dan nilai AIC	55
47	Plot diagnostik model SARIMAX(0,1,2)(0,0,1) ₁₂	55
48	Hasil pelatihan model LSTM dengan variabel eksogen lengkap pada berbagai <i>loss function</i>	56
49	Grafik pelatihan model LSTM terbaik dengan variabel eksogen lengkap pada berbagai <i>loss function</i>	57
50	Daftar 16 kombinasi model SARIMAX dengan variabel eksogen terpilih dan nilai AIC	58
51	Plot diagnostik model SARIMAX(0,1,3)(0,0,0) ₁₂	58
52	Hasil pelatihan model LSTM dengan variabel eksogen terpilih pada berbagai <i>loss function</i>	59
53	Grafik pelatihan model LSTM terbaik dengan variabel eksogen terpilih pada berbagai <i>loss function</i>	60
54	Prediksi harga emas indonesia 2025-2026 menggunakan model dengan variabel eksogen lengkap SARIMAX (0,1,2)(0,0,1) ₁₂ dan MAE_LSTM2_Dense2_Node256	61
55	Prediksi harga emas Indonesia 2025-2026 menggunakan model dengan variabel eksogen terpilih SARIMAX (0,1,3)(0,0,0) ₁₂ dan MAE_LSTM2_Dense2_Node256	61
56	Hasil uji diagnostik model SARIMAX(0,1,3)(0,0,0) ₁₂ pada skenario pertama dan kedua (tambahan)	62
57	Grafik pelatihan model LSTM terbaik pada skenario pertama (tambahan) untuk berbagai <i>loss function</i>	63
58	Grafik prediksi model LSTM pada skenario pertama (tambahan) untuk beberapa contoh <i>window</i> dan berbagai <i>loss function</i>	63

59	Nilai MAPE pada data <i>testing</i> untuk model LSTM dengan berbagai <i>loss function</i> pada skenario pertama (tambahan)	64
60	Prediksi harga emas indonesia 2025-2026 pada skenario pertama (tambahan) dengan model RMSE_LSTM1_Dense4_Node128	64
61	Grafik pelatihan model LSTM terbaik pada skenario kedua (tambahan) untuk berbagai <i>loss function</i>	65
62	Grafik prediksi model LSTM pada skenario kedua (tambahan) untuk beberapa contoh <i>window</i> dan berbagai <i>loss function</i>	65
63	Nilai MAPE pada data <i>testing</i> untuk model LSTM dengan berbagai <i>loss function</i> pada skenario kedua (tambahan)	66
64	Prediksi harga emas indonesia 2025-2026 pada skenario kedua (tambahan) dengan model MSE_LSTM1_Dense2_Node256	66