

**IMPLEMENTASI MODEL HYBRID  
ARIMA-EXTREME LEARNING MACHINE  
UNTUK PREDIKSI HARGA EMAS**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Matematika pada program studi Matematika



oleh  
Salsa Agung Oktariana  
1908125

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN  
ALAM UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2023**

**LEMBAR HAK CIPTA**

**IMPLEMENTASI MODEL *HYBRID ARIMA-EXTREME LEARNING MACHINE* UNTUK PREDIKSI HARGA EMAS**

Disusun oleh:

Salsa Agung Oktariana

NIM 1908125

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Matematika pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Salsa Agung Oktariana 2023

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2023

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak ulang, fotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

Salsa Agung Oktariana, 2023

**IMPLEMENTASI MODEL *HYBRID ARIMA-EXTREME LEARNING MACHINE* UNTUK PREDIKSI HARGA EMAS**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SALSA AGUNG OKTARIANA**

**IMPLEMENTASI MODEL *HYBRID***  
**ARIMA-*EXTREME LEARNING MACHINE***  
**UNTUK PREDIKSI HARGA EMAS**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I,



**Fitriani Agustina, S.Si., M.Si**

**NIP.198108142005012001**

Pembimbing II,



**Dr. Hj. Entit Puspita, S.Pd., M.Si**

**NIP.19704081994032002**

Mengetahui

Ketua Program Studi Matematika



**Dr. Kartika Yulianti, S.Pd., M.Si**

**NIP.199207282005012001**

i

Salsa Agung Oktariana, 2023

*IMPLEMENTASI MODEL HYBRID ARIMA-EXTREME LEARNING MACHINE UNTUK PREDIKSI HARGA EMAS*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

\

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa penelitian skripsi dengan judul “Implementasi Model *Hybrid ARIMA-Extreme Learning Machine* Untuk Prediksi Harga Emas” beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Salsa Agung Oktariana

NIM 1908125

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang telah memberikan rahmat, berkah, karunia, hidayah, dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Implementasi Model *Hybrid ARIMA-Extreme Learning Machine* Untuk Prediksi Harga Emas” ini dengan baik sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar Sarjana Matematika di Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang sejak awal hingga akhir selalu memberi doa dan dukungan kepada penulis hingga penulis bisa sampai pada tahap ini.

Penulis menyadari bahwa keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang penulis miliki, penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik serta saran agar dapat menjadi penyempurna skripsi ini. Demikian skripsi ini penulis susun, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta untuk kemajuan ilmu pengetahuan.

Bandung, Agustus 2023

Salsa Agung Oktariana

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah, sehingga penulis akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Ibu Fitriani Agustina, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu, memberikan arahan, masukan, dan motivasi sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.
2. Ibu Dr.Hj.Entit Puspita, S.Pd., M.Si., selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu, memberikan arahan, masukan, dan motivasi sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.
3. Ibu Dr.Kartika Yulianti, S.Pd., M.Si., selaku Ketua Program Studi Matematika Universitas Pendidikan Indonesia.
4. Ibu Dra. Hj. Rini Marwati, M.S., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan serta arahan selama penulis menyelesaikan studi di Prodi Matematika.
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Matematika yang telah membimbing dan memberikan ilmu kepada penulis.
6. Kedua orang tua yang sangat penulis cintai yang telah memberikan dukungan materil, kasih sayang, perhatian, dan doa yang selalu dipanjatkan untuk penulis.
7. Chintia Ferdiana Sugiarto selaku kakak penulis yang selalu memberikan penulis dukungan, doa, dan perhatian baik secara moral maupun materil.
8. M. Hafis Aditya selaku adik penulis yang selalu memberikan penulis dukungan, doa, dan perhatian.
9. Tuter Wijaksono yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
10. Firda Kurniasih yang telah membantu saat berlangsungnya pembuatan

skripsi ini.

11. Rekan-rekan Matematika 2019 Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memberi dukungan dalam penulisan skripsi ini.

12. Semua pihak yang ikut membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga segala bentuk kebaikan dan bantuan yang telah diberikan mendapatkan balasan berkali-kali lipat lebih banyak dari Allah SWT.

## ABSTRAK

Investasi merupakan suatu kegiatan penanaman modal dalam bentuk aset berharga, bertujuan untuk memperoleh keuntungan. Terdapat berbagai jenis investasi salah satunya ialah emas. Investasi emas merupakan suatu investasi yang bersifat aman dan cenderung stabil. Harga emas yang fluktuatif inilah yang membuat investor harus mengetahui pergerakan harga emas agar dapat menentukan keputusan untuk berinvestasi. Salah satu cara yang digunakan untuk mengetahui harga emas ialah dengan melakukan peramalan. Peramalan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah penggabungan metode ARIMA dan metode *Extreme Learning Machine* (ELM) untuk memprediksi harga emas. Harga emas dipilih sebagai objek eksperimen, dan dibagi menjadi 80% untuk data *training* dan 20% untuk data *testing*. Langkah yang dilakukan ialah menentukan hasil peramalan dari model ARIMA yang kemudian akan dijadikan *input* model ELM. Hasil akhir dari data *testing* digunakan sebagai peramalan harga emas. kemudian tingkat akurasi diukur dengan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). Pada meto *Hybrid ARIMA-Extreme Learning Machine* menghasilkan nilai MAPE sebesar 2,19% dengan hasil peramalan harga emas bulan Juli 2021 hingga Juni 2022 berada pada kisaran Rp 941.261,00 sampai Rp 941.272,00. Nilai MAPE yang dihasilkan tidak lebih dari 10% yang berarti hasil peramalan masuk dalam kategori sangat baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi yang dilakukan untuk memprediksi harga emas dapat memberikan gambaran pada investor sebelum membuat keputusan.

**Kata Kunci:** Investasi, Harga Emas, Peramalan, ARIMA, *Extreme Learning Machie*, *Hybrid ARIMA-Extreme Learning Machine*.



## ABSTRACT

Investment is an investment activity in the form of valuable assets that aim to obtain a profit. There are various types of investments, one of which is gold. Gold investment is an investment that is safe and stable. This fluctuating gold price is what makes investors have to know the movement of gold prices in order to determine the decision to invest. One of the ways used to find out the price of gold is to do experience. The forecasting that will be used in this study is a combination of ARIMA method and Extreme Learning Machine (ELM) method to predict gold prices. The price of gold was chosen as the object of experimentation, and divided into 80% for training data and 20% for testing data. The step taken is to determine the forecasting results of the ARIMA model which will then be used as input for the ELM model. The final results of the testing data are used as a forecast of gold prices. then the accuracy rate is measured by Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The Hybrid ARIMA-Extreme Learning Machine produces a MAPE value of 2.19% with the results of forecasting gold prices from July 2021 to June 2022 in the range of IDR 941,261.00 to IDR 941,272.00. The resulting MAPE value is no more than 10%, which means that the forecasting results are in the very good category. The results show that the implementation carried out to predict gold prices can provide investors with an idea before making decisions.

**Keywords:** Investment, Gold Price, Forecasting, ARIMA, Extreme Learning Machine, Hybrid ARIMA-Extreme Learning Machine.

## DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	i
LEMBAR PERNYATAAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN TEORI.....	5
2.1 Investasi.....	5
2.2 Investasi Emas .....	6
2.3 Peramalan .....	7
2.4 Analisis Runtun Waktu .....	10
2.5 Stasioneritas Data .....	11
2.6 <i>Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)</i> .....	14

2.6.1	Model Autoregressive (AR) .....	15
2.6.2	Model Moving Average .....	15
2.6.3	Proses <i>White Noise</i> .....	16
2.6.4	Tahapan ARIMA.....	17
2.8	Jaringan Syaraf Tiruan (JST) .....	19
2.9	Extreme Learning Machine (ELM) .....	19
2.9.1	Normalisasi data.....	20
2.9.2	Proses <i>training</i> .....	20
2.9.3	Proses <i>testing</i> .....	21
2.9.4	Evaluasi .....	22
2.9.5	Proses denormalisasi data .....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		24
3.1	Jenis penelitian .....	24
3.2	Jenis dan sumber data.....	24
3.2	Variabel penelitian .....	24
3.3	Model <i>Hybrid ARIMA-Extreme Learning Machine</i> .....	24
3.3.1	Pembentukan Model ARIMA .....	27
3.3.2	Standarisasi Data.....	27
3.3.3	<i>Training Extreme Learning Machine</i> .....	28
3.3.4	Menggabungkan Hasil Peramalan.....	28
3.3.5	Menghitung Akurasi Peramalan.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		30
4.1	Data Penelitian .....	30
4.2	Pembentukan model ARIMA .....	31

4.2.1	Uji Stasioneritas .....	31
4.2.2	Identifikasi Model .....	33
4.2.3	Estimasi Parameter .....	34
4.2.4	Diagnosis Model .....	35
4.2.5	Analisis Hasil Proses Peramalan ARIMA.....	35
4.3	Pembentukan Model <i>Extreme Learning Machine</i> (ELM).....	37
4.3.1	Mengubah Data Menjadi <i>Time Series</i> .....	37
4.3.2	Inisialisasi <i>Input Weight</i> dan Bias .....	37
4.3.3	Proses Normalisasi data .....	38
4.3.4	Proses <i>Training</i> .....	38
4.3.5	Proses <i>Testing</i> .....	42
4.3.6	Proses Denormalisasi Data.....	43
4.3.7	Analisis Hasil Proses Peramalan <i>Extreme Learning Machine</i> .....	44
4.4	Hybrid ARIMA-ELM.....	45
4.5	Perbandingan Hasil Prediksi .....	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		49
5.1	Simpulan.....	49
5.2	Saran .....	50
DAFTAR PUSTAKA .....		li
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....		liv

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Rata-rata Harga Emas per Bulan .....	30
Tabel 4. 2 Estimasi Kuadrat Terkecil Bersyarat ARIMA(1,1,0) .....	34
Tabel 4. 3 Autokorelasi Model Residual ARIMA (1,1,0).....	35
Tabel 4. 4 Nilai <i>Input Weight</i> dan Nilai Bias .....	37
Tabel 4. 5 Nilai <i>Minimum</i> dan <i>Maximum</i> Data .....	38
Tabel 4. 6 Hasil Normalisasi Data .....	38
Tabel 4. 7 Hasil Fungsi Keluaran <i>Hidden Layer</i> .....	39
Tabel 4. 8 Hasil Aktivasi Fungsi Keluaran <i>Hidden Layer</i> .....	40
Tabel 4. 9 Hasil Perkalian Matriks $H(x)$ <i>Transpose</i> dengan Matriks $H(x)$ .....	40
Tabel 4. 10 Hasil Inverse Perkalian Matriks $H(x)$ <i>Transpose</i> dengan Matriks $H(x)$ .....	40
Tabel 4. 11 Hasil Matriks <i>Moore-Penrose Generalized Inverse</i> .....	41
Tabel 4. 12 Hasil Matriks <i>Output Weight</i> .....	41
Tabel 4. 13 Hasil Keluaran <i>Output Layer</i> .....	43
Tabel 4. 14 Hasil Denormalisasi Data .....	44
Tabel 4. 15 MAPE Hybrid ARIMA-ELM .....	46
Tabel 4. 16 Nilai Akurasi Peramalan .....	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Grafik Pergerakan Harga Saham PT. Aneka Tambang Tbk (ANTAM) per Bulan .....	31
Gambar 4. 2 Plot Box-Cox Harga Emas per Bulan .....	32
Gambar 4. 3 Plot Box-Cox Harga Emas per Bulan .....	33
Gambar 4. 4. Grafik ACF dan PACF Harga Emas per Bulan .....	34
Gambar 4. 6 Peramalan dengan ARIMA(1,1,0) .....	36
Gambar 4. 7 Peramalan Harga Emas per Bulan Menggunakan Model ARIMA(1,1,0).....	36
Gambar 4. 8 Data <i>Training</i> .....	42
Gambar 4. 9 Data Testing .....	43
Gambar 4. 10 Hasil Peramalan ELM .....	44
Gambar 4. 11 Diagram Alir Peramalan Hybrid ARIMA-ELM .....	45
Gambar 4. 12 Hasil Peramalan Hybrid ARIMA-ELM .....	46
Gambar 4. 14 Gabungan dari Hasil Peramalan dengan Metode ARIMA, ELM, dan Hybrid ARIMA-ELM .....	47
Gambar 4. 15 Mean Absolute Error .....	48

- untuk memprediksi kondisi cuaca. *Skripsi*, 1–86.
- Jogiyanto. (2010). Teori Portofolio dan Analisis Investasi. In *Teori Portofolio dan Analisis Investasi* (Edisi Ketu, p. 5). BPFE.
- Kusnaedi, D. Y. (2021). *Implementasi Algoritma Support Vector Machine (SVM) dan Metode Regresi Linear dalam Memprediksi Harga Emas* [Universitas Siliwangi Tasikmalaya]. <http://repositori.unsil.ac.id/id/eprint/6201>
- Makridakis, S. (1999). *Metode dan aplikasi peramalan*. Erlangga.
- Peng, Y., He, K., & Yu, Q. (2021). Stock index prediction method based on arima-elm combination model. *Proceedings - 2021 4th International Conference on Advanced Electronic Materials, Computers and Software Engineering, AEMCSE 2021*, 637–642. <https://doi.org/10.1109/AEMCSE51986.2021.00132>
- Phillips, P. C. . (1986). Understanding Spurious Regressions in Econometrics. *Journal of Econometrics*, 33(3), 311–340.
- Ratnawati, F. (2018). Implementasi Algoritma Naive Bayes Terhadap Analisis Sentimen Opini Film Pada Twitter. *INOVTEK Polbeng - Seri Informatika*, 3(1), 50. <https://doi.org/10.35314/isi.v3i1.335>
- Rezaldi, D. A., & Sugiman. (2021). Peramalan Metode ARIMA Data Saham PT . Telekomunikasi Indonesia. *Prisma*, 4, 611–620.
- Rizal, J., & Akbar, S. (2015). Perbandingan uji stasioner data time series antara metode: control chart, correlogram, akar unit Dickey Fuller, dan derajat integrasi. *Jurnal Gradien*, 11(1), 1040–1046.
- Rosmaida, T. (2020). *Penganggaran Perusahaan*. PT Rel Karir Pembelaja.
- Sholeh, M. (2014). Emas Sebagai Instrumen Investasi Yang Aman Pada Saat Instrumen Investasi Keuangan Lain Mengalami Peningkatan Resiko. *Jurnal Mahasiswa Universitas Negeri Surabaya*, 1–20.
- Sudarsono, A. (2016). 153217-ID-jaringan-syaraf-tiruan-untuk-memprediksi. *Jurnal Media Infotama*, 12(1), 61–69.
- Sumayang, L. (2003). *Dasar-dasar Manajemen Produksi dan Operasi/Lalu Sumayang*. Salemba Empat.
- Sutarti. (2009). *Penggunaan Metode Analisis Runtun Waktu Dengan Bantuan Minitab 11 For Window Untuk Forecasting Produksi Textil Pada PT. Primatexco Indonesia Kabupaten Batang Tahun 2009*. 56. <https://lib.unnes.ac.id/1280/1/4850.pdf>
- Syafputri, E. (2012). *Investasi emas, dinar, dirham*. Penebar Plus.
- Tandelilin, E. (2010). Portofolio dan Investasi: Teori dan Aplikasi. In *Portofolio dan Investasi: Teori dan Aplikasi*. Kanisius.

Waciko, K. J., & B, I. (2018). SARIMA-ELM Hybrid Model for Forecasting Tourist in Nepal. *RESEARCH REVIEW International Journal of Multidisciplinary*, 3(7). <https://doi.org/10.5281/zenodo.1318551>

Zanzawi, S. (1987). *Analisis Runtun Waktu*. Karunika, Universitas Terbuka.