

# **Gold Price Prediction Using the Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) Model Approach**

## **[Prediksi Harga Emas Dengan Pendekatan Model Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)]**

Moh. Eka Setiawan<sup>1)</sup>, Tedjo Sukmono<sup>\*2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

<sup>2)</sup> Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

\*thedjoss@umsida.ac.id

**Abstract.** Gold is an investment asset that experiences significant price fluctuations, influenced by global economic dynamics and political policies. This study aims to develop a predictive model for daily gold closing prices using the Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) approach. The data used includes daily price data from January to December 2025. The research process includes Box-Cox transformation and Augmented Dickey-Fuller (ADF) testing. The analysis findings indicate that the initial data is non-stationary, requiring Box-Cox transformation and differencing. From the test results, the SARIMA (2,1,0)(1,1,1)<sub>7</sub> model shows the lowest Mean Square Error (MSE) value of 1333.89 and the lowest Mean Absolute Percentage Error (MAPE) value of 16%. Therefore, the SARIMA (2,1,0)(1,1,1)<sub>7</sub> model is identified as a model that meets all diagnostic feasibility criteria. The projection results for the next 30 periods show a price fluctuation trend with a residual normality p-value of 0.507, which indicates that this model is valid and the residual data is normally distributed.

**Keywords** - Forecasting; SARIMA; Gold

**Abstrak.** Emas adalah aset investasi yang mengalami perubahan harga yang cukup besar, yang dipengaruhi oleh dinamika ekonomi global serta kebijakan politik. Studi ini bertujuan untuk menyusun model prediksi untuk harga penutupan emas harian dengan menggunakan pendekatan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA). Data yang dipakai mencakup data harga harian dari bulan Januari hingga Desember 2025. Proses penelitian meliputi transformasi Box-Cox dan pengujian Augmented Dickey-Fuller (ADF). Temuan analisis menandakan bahwa data awal bersifat non-stasioner sehingga diperlukan transformasi Box-Cox maupun proses differencing. Dari hasil pengujian, model SARIMA (2,1,0)(1,1,1)<sub>7</sub> menunjukkan nilai Mean Square Error (MSE) terendah sebesar 1333,89 dan nilai Mean Absolut Persentase Erroe (MAPE) terendah yaitu 16%. Oleh karena itu, model SARIMA (2,1,0)(1,1,1)<sub>7</sub> diidentifikasi sebagai model yang memenuhi semua kriteria kelayakan diagnostik. Hasil proyeksi untuk 30 periode mendatang menunjukkan adanya tren fluktuasi harga dengan nilai p-value normalitas residual sebesar 0,507 yang menandakan bahwa model ini valid dan sisaan data terdistribusi normal.

**Kata Kunci** - Peramalan; SARIMA; Emas.

## I. PENDAHULUAN

Emas telah lama menjadi komoditas penting, digunakan sebagai alat tukar, cadangan, dan perhiasan, berkat daya tahan. Hal ini menjadikan pasar emas salah satu yang terbesar dan terpenting, sehingga indeks emas sangat sensitif dan dapat dengan cepat dipengaruhi oleh kondisi di pasar ekonomi dan kebijakan politik [1]. Secara keseluruhan, aset emas mengalami kenaikan dan penurunan dengan fluktuasi sebesar 39,74% pada tahun 2025. Faktor utama yang menjadi kendala dalam investasi emas adalah ketidakstabilan harga. Komoditas ini menunjukkan fluktuasi signifikan, memungkinkan terjadinya peningkatan maupun penurunan nilai dalam periode tertentu [2]. Harga emas sangat rentan terhadap perubahan yang didorong oleh kebijakan suku bunga bank sentral (khususnya The Fed), nilai tukar mata uang, inflasi, dan tensi geopolitik. Mengingat faktor-faktor ini, ditambah dengan dinamika pasokan dan permintaan emas fisik, investor harus mampu memprediksi pergerakan harga secara tepat [3].

Penelitian ini bertujuan untuk menyusun model prediktif harga indeks emas menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA). Melalui metode peramalan yang tepat, prediksi harga emas dilakukan untuk memproyeksikan keuntungan, melihat kestabilan harga sehingga risiko kerugian dapat dimitigasi dengan baik [4]. SARIMA merupakan model lanjutan (pengembangan) dari ARIMA yang dirancang khusus untuk mempertimbangkan komponen musiman (*seasonal*) [5]. SARIMA sangat cocok digunakan dalam peramalan jangka panjang dengan data deret waktu yang menunjukkan pola berulang [6].

Untuk memprediksi fluktuasi kebutuhan di masa depan, penelitian ini memilih menggunakan metode SARIMA (*Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average*). Pada studi terdahulu, telah dilakukan prediksi harga indeks XAU/USD dengan model *Stacking Regressor* (kombinasi ensemble) dengan nilai MAPE sebesar 2.2036 [7]. Penelitian terkait prediksi harga penutupan emas harian dengan model *Gated Recurrent Unit* (GRU) menghasilkan

MSE sebesar 954.97, dan RMSE sebesar 30.90 [3]. Penelitian lain terkait peramalan harga pembukaan harian menggunakan metode *single exponential smoothing* dengan hasil MAPE sebesar 0.63% dan RMSE sebesar 2518,38604 [2]. Peramalan kebutuhan sepeda gunung di PT. DDD menggunakan SARIMA dengan nilai MAPE sebesar 32,35% [8].

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah bagaimana mengetahui karakteristik pola data harga investasi emas menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) untuk memprediksi harga penutupan harian dimasa depan sebagai acuan dalam melakukan investasi. Studi ini membatasi fokus pada proyeksi harga penutupan harian instrumen investasi emas di Pegadaian dalam denominasi Rupiah, dengan menggunakan basis data periode Januari hingga Desember 2025. Analisis dilakukan melalui pendekatan statistik *Box-Jenkins*, khususnya model *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA). Perlu dicatat bahwa hasil peramalan ini murni berbasis data historis dan memiliki keterbatasan dalam mengantisipasi fluktuasi harga yang dipicu oleh dinamika geopolitik global.

## II. METODE

Bab ini menelaah mengenai metodologi yang diterapkan dalam analisis dan meramalkan pergerakan harga emas. Pendekatan yang diterpkan adalah prosedur *Box-Jenkins* dengan model SARIMA.

### A. SARIMA

Model *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) adalah pengembangan dari metode ARIMA yang dirancang untuk mengolah pola data musiman. Model ini menghasilkan prediksi jangka pendek yang akurat berdasarkan pola dari data historis. Keunggulan utamanya terletak pada kemampuan model dalam mengintegrasikan parameter musiman untuk menangani pola berulang pada interval waktu tertentu [9]. Berikut yaitu rumus yang digunakan dalam model SARIMA:

$$\phi_p(B)\Phi_p(B^S)(1-B)^d(1-B^S)^D Z_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^S)\alpha_t \dots \dots \dots (1)$$

Dimana,

$p, d, q$  : Orde AR, *differencing*, dan orde MA non musiman.

$P, D, Q$  : Orde AR, *differencing*, dan orde MA musiman.

$(1-B^d)$  : Orde *differencing non* musiman.

$(1-B^S)^D$  : Orde *differencing non* musiman.

$\alpha_t$  = Residual pada waktu ke-t

Sumber : [5], [10], [11]

### B. Uji Kestasioneran

Uji stasioner dilakukan untuk memastikan apakah data kita stasioner dan berada disekitar rata-rata (*mean*). Jika data tidak stasioner, hasil perkiraan atau estimasi model yang kita buat bisa tidak akurat dan tidak konsisten. Adapun uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) dilakukan karena metode ini merupakan yang paling umum digunakan untuk menguji nilai akar unit [12]. Berikut persamaan uji ADF

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \varepsilon_t \dots \dots \dots (2)$$

Sumber : [13]

$\Delta Y_t$  : Perubahan variabel pada waktu-t

$\beta_t$  : Komponen tren waktu-t

$\delta Y_{t-1}$  : Variabel yang diuji

$\varepsilon_t$  : Suku galat

Keputusan statistik hasil uji ADF diambil berdasarkan nilai *p-value* jika di bawah 0,05 maka  $H_0$  ditolak (yang berarti data sudah stasioner atau tidak mengandung akar unit) [14]

### C. Box Cox Transformation

*Box-Cox Transformation* yaitu tahapan awal pada peramalan ARIMA yang digunakan untuk menstabilkan varian deret waktu. Nilai estimasi *lambda* ( $\lambda$ ) pada *Box-Cox Transformation* dapat mengindikasikan tingkat stasioneritas terhadap varian data. Umumnya rumus dari transformasi varian menggunakan *Box-Cox transformation* sebagai berikut:

$$Y(\lambda) = \begin{cases} \frac{Y^\lambda - 1}{\lambda}, & \lambda \neq 0 \\ \log Y, & \lambda = 0 \end{cases} \dots \dots \dots (3)$$

$Y^\lambda$  : Data asli atau data mentah yang ingin diubah.

$Y(\lambda)$  : Data baru yang telah disesuaikan atau diubah.

$\lambda$  : Kunci penentu dalam persamaan transformasi

Sumber : [15], [16], [17]

Adapun transformasi ( $\lambda$ ) untuk *box-cox transformation* dalam data deret waktu dapat dilihat pada tabel 1 [18].

**Tabel 1. Box Cox Transformation**

$\lambda$	Transformasi
-1	$1/X_t$
-0,5	$1/\sqrt{X_t}$
0	$\ln(X_t)$
0,5	$\sqrt{X_t}$
1	$X_t$

#### D. Proses Pembedaan (*Differencing*)

*Differencing* adalah teknik yang digunakan untuk menjadikan data deret waktu stasioner dalam rata-rata apabila data aslinya tidak stasioner. Metode dilakukan dengan cara menghitung selisih antara nilai data saat ini (t) dengan nilai data pada periode sebelumnya (t-1). Ketika metode *differencing* ini diterapkan untuk orde pertama, ia secara matematis dihitung sebagai selisih antara data saat ini dengan data satu periode sebelumnya, dengan persamaan berikut  $\Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1}$ ..... (4)

Dimana  $Z_t$  adalah nilai yang diamati pada periode saat ini (t), dan  $Z_{t-1}$  adalah nilai yang diamati pada periode sebelumnya (t-1).

Sumber : [19], [20], [21]

#### E. Identifikasi Model Sementara

Fungsi *Autocorrelation Function* (ACF) mengukur tingkat hubungan atau korelasi antara suatu nilai pengamatan pada deret waktu (*time series*). ACF menentukan seberapa besar keterkaitan data pada waktu t dengan data pada waktu t-k atau t+k (*lag*). Nilai fungsi autokorelasi dapat diperoleh dari persamaan sebagai berikut

$$\hat{\rho}_k = \frac{\hat{Y}_k}{\hat{Y}_0} = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (r_t - \bar{r})(r_{t+k} - \bar{r})}{\sum_{t=1}^n (r_t - \bar{r})^2} \dots\dots\dots (5)$$

Dalam rumus tersebut, setiap variabel memiliki arti sebagai berikut:

- $\hat{\rho}_k$  : taksiran *autokorelasi* pada lag ke-k
- $\hat{Y}_k$  : taksiran *autokovarian* pada lag ke-k
- $\hat{Y}_0$  : taksiran variansi pada lag ke-0
- $r_t$  : data pada waktu ke-t
- $r_{t+k}$  : data pada waktu ke-(t+k)
- $\bar{r}$  : rata-rata data
- $n$  : banyaknya pengamatan.

Sumber : [22]

Sedangkan, *Partial Autocorrelation Function* (PACF) digunakan untuk mengidentifikasi korelasi antara dua pengamatan pada selang waktu (*lag*) tertentu, setelah pengaruh dari semua *lag* sebelumnya telah dihilangkan. Perhitungan PACF dapat dihitung sebagai berikut:

$$\hat{\phi}_{k+1,k+1} = \frac{\hat{p}_{k+1} - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{k,j} \hat{p}_{k+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{k,j} \hat{p}_j} \dots\dots\dots (6)$$

dengan

$$\hat{\phi}_{1,1} = \hat{p}_1, \hat{\phi}_{1,j} = \hat{\phi}_{k+1,j} - \hat{\phi}_{k+1,k+1} \hat{\phi}_{k,k+1-j}, j=1,2,\dots,k \dots\dots\dots (6)$$

Dimana

- $\hat{\phi}_{k+1,k+1}$  : taksiran PACF pada lag ke-(k+1) dan lag ke-(k+1)
- $\hat{\phi}_{k,j}$  : taksiran PACF pada lag ke-k dan lag ke-j
- $\hat{p}_{k+1}$  : taksiran *autokorelasi* pada lag ke-(k+1)
- $\hat{p}_{k+1-j}$  : taksiran *autokorelasi* pada lag ke-(k+1-j)
- $\hat{p}_j$  : taksiran *autokorelasi* pada lag ke-j

Sumber : [22]

#### F. Uji Asumsi *White Noise*

Suatu deret waktu atau proses  $\{\alpha_t\}$  disebut derau putih (*white noise*) jika data di dalamnya terdiri dari variabel acak yang sepenuhnya tidak berkorelasi satu sama lain. Uji ini dilakukan dengan melihat nilai *Ljung-Box* pada tes statistik yang umum digunakan. Tes ini dilakukan dengan rumus:

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^n \frac{(\hat{\rho}(k))^2}{n-k} \dots\dots\dots (7)$$

Dimana

n : banyak data  
 $\rho^k$  : sampel data ACF *residual* pada lag ke k  
 K : lag maksimum.

Sumber : [23], [24], [25], [26]

Suatu model peramalan dianggap memadai jika, saat diuji menggunakan uji *Ljung-Box* pada model memiliki nilai signifikansi (*p-value*) lebih besar dari tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) yang ditetapkan sebesar 0,05 [27].

**G. Uji Normalitas *Residual***

Uji Normalitas *Residual* adalah metode yang digunakan untuk memverifikasi asumsi bahwa sisaan (*residual*) dari model SARIMA berdistribusi normal. Pengujian ini umumnya dilakukan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* (K-S), di mana model dianggap memenuhi uji normalitas ini jika *P-Value* lebih besar daripada tingkat signifikansi yang ditentukan (0,05) [28]:

H0 : *Residual* berdistribusi normal  
 H1 : *Residual* tidak berdistribusi normal

**H. Mean Square Error (MSE)**

Pengukuran kesalahan ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem dan menentukan apakah sistem berfungsi secara efektif atau memerlukan perbaikan agar memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Adapun dalam pengukuran kesalahan ini menggunakan persamaan *Mean Square Error* (MSE), berikut persamaannya

$$MSE = \sum_{t=1}^n \frac{(A_t - F_t)^2}{n} \dots\dots\dots (8)$$

Di mana:

$A_t$  : nilai data aktual/asli.  
 $F_t$  : nilai data peramalan (*forecasting*).  
 n : jumlah data yang digunakan.

Sumber : [11], [29], [30]

**I. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)**

MAPE adalah ukuran akurasi peramalan yang menunjukkan rata-rata persentase kesalahan absolut antara nilai aktual dan nilai ramalan selama periode tertentu. Nilai MAPE memberikan gambaran tentang seberapa besar (tinggi atau rendah) persentase kesalahan ramalan relatif terhadap nilai aktual. Rumusnya :

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{X_t - F_t}{X_t} \right| \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

$X_t$  : Nilai Aktual  
 $F_t$  : Nilai Ramalan  
 N : Jumlah data

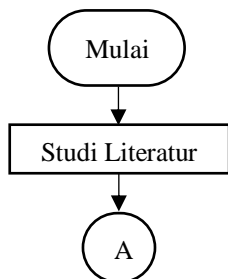
Sumber : [29], [31], [32]

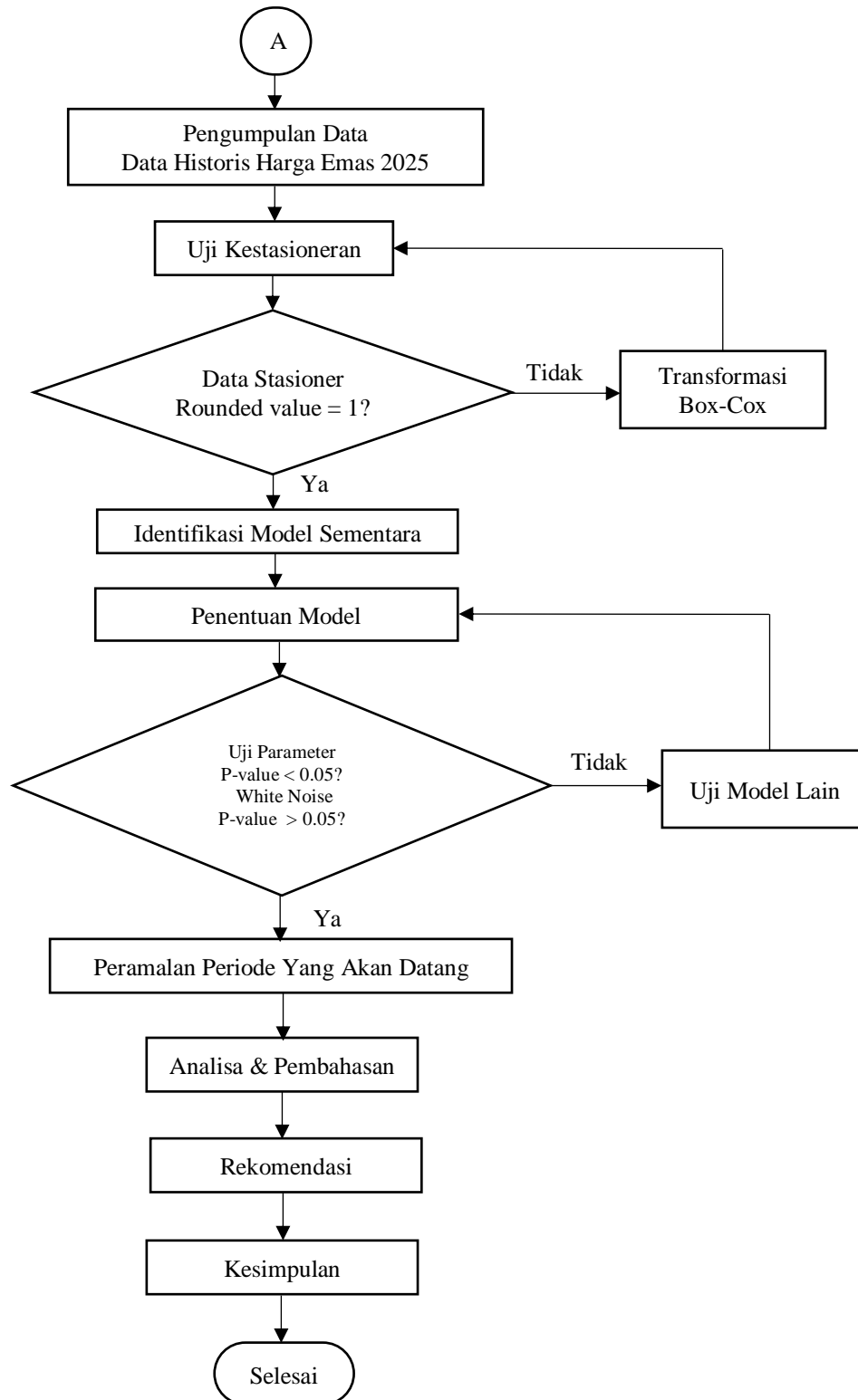
Secara prinsip, model peramalan dapat dianggap memiliki performa yang semakin baik apabila nilai MAPE yang diperoleh semakin kecil. Batasan atau kriteria interpretasi nilai MAPE ini kemudian disajikan secara rinci dalam Tabel 2 sebagai berikut [33].

**Tabel 2.** Nilai MAPE

MAPE	Keterangan Hasil
< 10%	Sangat Baik
10% - 20%	Baik
20% - 50%	Layak
50% >	Buruk

Selanjutnya adalah gambaran sistematis mengenai tahapan pengerjaan, alur penelitian yang disajikan dalam bentuk diagram alir pada gambar berikut:





**Gambar 1.** Alur Penelitian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

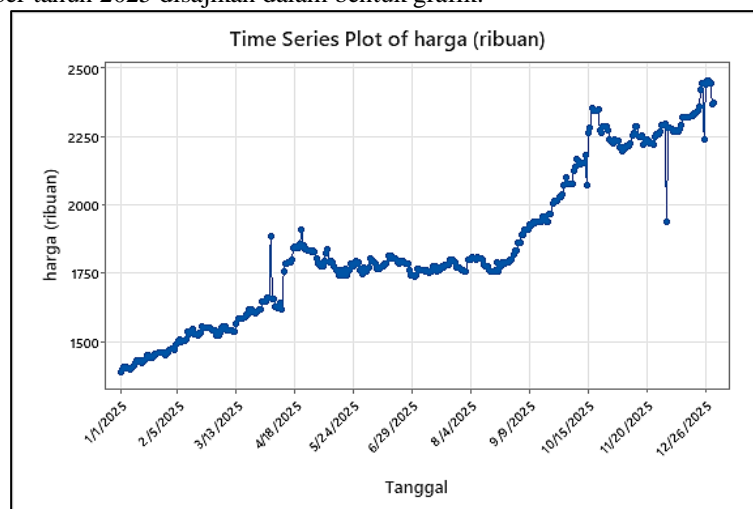
#### A. Data Time Series

Berikut adalah data harga emas harian untuk periode januari hingga desember 2025 yang akan digunakan dalam proses peramalan. Data berikut disajikan dalam bentuk tabel dan grafik dibagian selanjutnya.

**Tabel 3.** Uji Signifikansi Parameter Model SARIMA

Tanggal	Beli (Rp)	Jual (Rp)
1/1/2025	1.433.000	1.390.000
1/2/2025	1.442.000	1.398.000
1/3/2025	1.455.000	1.411.000
...	...	...
12/29/2025	2.530.000	2.441.000
12/30/2025	2.452.000	2.366.000
12/31/2025	2.465.000	2.371.000

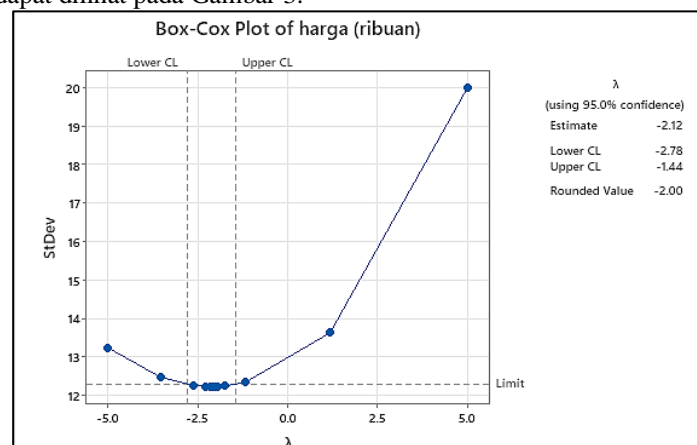
Untuk mempermudah dalam melihat data secara keseluruhan, maka *plot* harga emas per gram harian periode januari hingga desember tahun 2025 disajikan dalam bentuk grafik.



**Gambar 2.** Plot Time Series Harga Emas per Gram 2024-2025

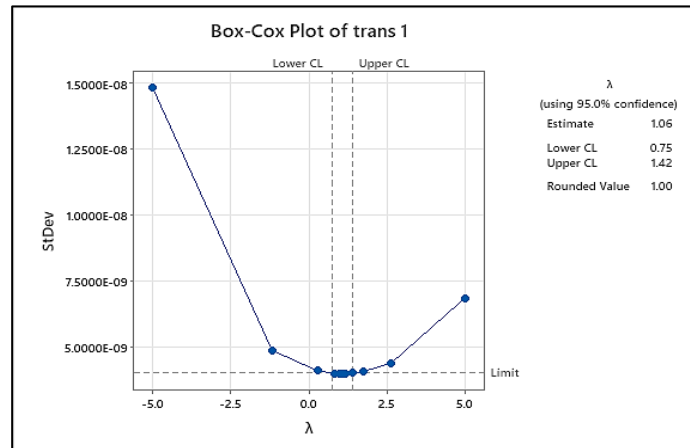
#### B. Uji Stasioner

Uji stasioneritas dilakukan untuk memastikan data memiliki rata-rata dan varian yang konstan berada disekitar rata-rata (*mean*). Pengujian stasioneritas terhadap varian diukur menggunakan metode transformasi *Box-Cox* dengan menggunakan 95% tingkat kepercayaan. Suatu dapat dikatakan stasioner jika nilai *rounded value* ( $\lambda$ ) yaitu 1 [34]. Berikut hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 3.



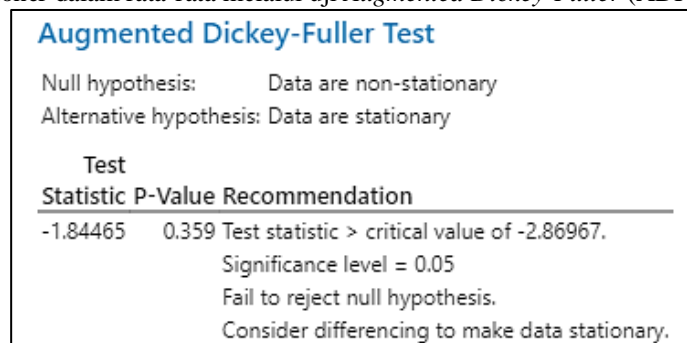
**Gambar 3.** Box-Cox Plot Data

Berdasarkan *plot Box-Cox* pada gambar di atas, diperoleh nilai pembulatan (*rounded value*) sebesar -2,00. Hal ini mengindikasikan bahwa data penelitian belum memenuhi asumsi stasioneritas dalam varians [34]. Sebagai langkah perbaikan, transformasi *Box-Cox* tahap pertama dilakukan untuk menstasionerkan varians data tersebut.



**Gambar 4.** Box-Cox Plot Setelah Transformasi Pertama

Setelah dilakukan transformasi *Box-Cox* tahap pertama didapatkan nilai pembulatan  $\lambda$  (*rounded value*) sebesar 1,00 dengan rentang *Lower CL* 0,75 dan *Upper CL* 1,42. Setelah diperoleh *rounded value* bernilai 1, maka dapat disimpulkan bahwa data harga emas telah stasioner dalam varians. Hal ini menunjukkan bahwa data siap untuk proses selanjutnya yaitu uji stasioner dalam rata-rata melalui uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF).

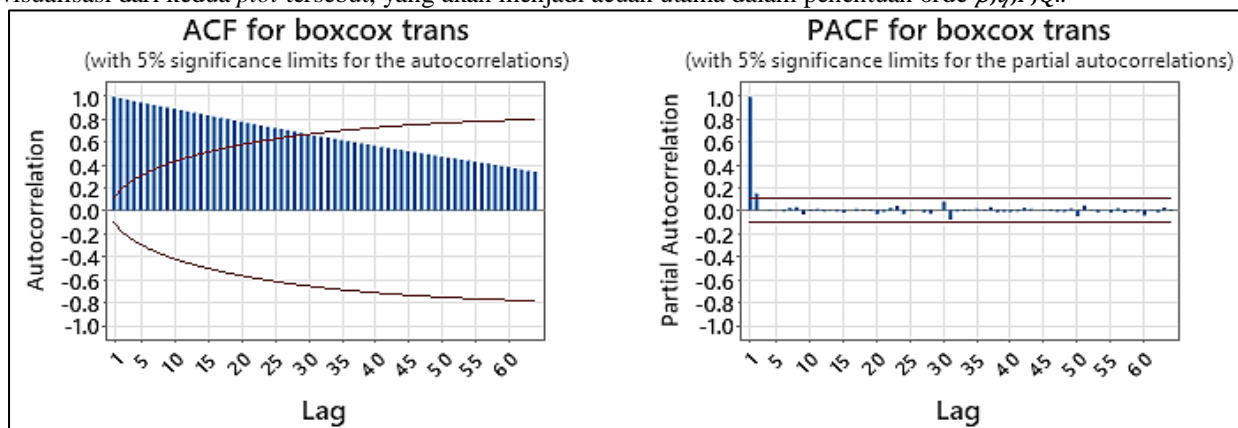


**Gambar 5.** Uji *Augmented Dickey-Fuller*

Berdasarkan hasil uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) yang disajikan pada Gambar 3, diperoleh nilai statistik uji sebesar -1,84465, yang mana nilai ini lebih besar dari nilai kritis pada tingkat signifikansi 0,05 (-2,86967). Selain itu, nilai *p-value* yang dihasilkan adalah 0,359, melebihi signifikansi  $\alpha = 0,05$ . Hasil ini menunjukkan bahwa  $H_0$  yang menyatakan data memiliki akar unit (tidak stasioner) gagal ditolak. Sehingga dapat diartikan bahwa data tersebut bersifat *non-stasioner* dan memerlukan proses *differencing*.

### C. Identifikasi Model

Tahap identifikasi model SARIMA dilakukan dengan menganalisis grafik *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) untuk melihat pola *cut off* maupun *dying down* pada setiap lag. Hasil visualisasi dari kedua *plot* tersebut, yang akan menjadi acuan utama dalam penentuan orde  $p, q, P, Q$ .



**Gambar 6.** Plot ACF dan PACF Belum Stasioner

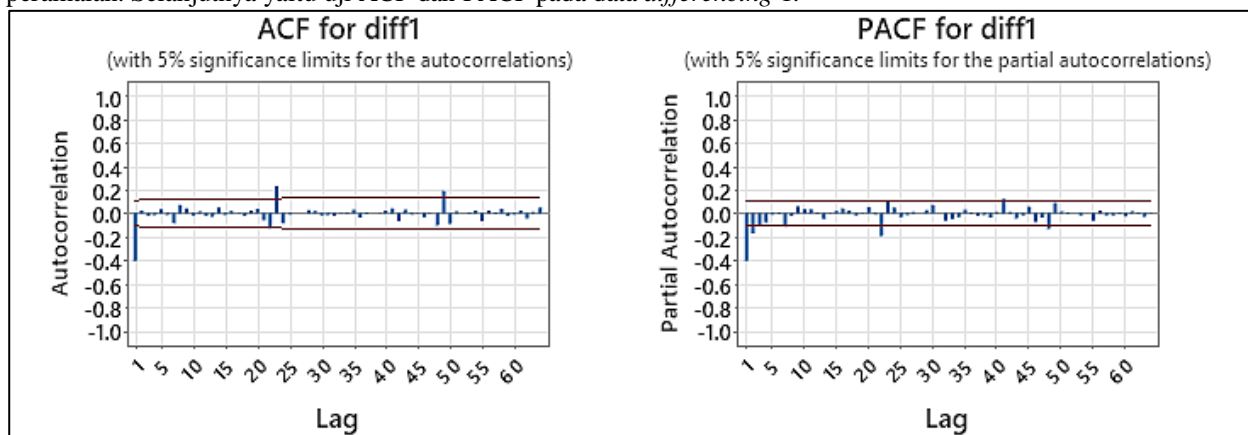
Berdasarkan *plot* ACF pada gambar di atas, terlihat pola *dying down* atau menurun yang menunjukkan data harga emas harian belum stasioner dalam rata-rata. Sementara itu, *plot* PACF menunjukkan pola *cut-off* setelah lag pertama,

di mana hanya *lag* ke-1 yang memiliki lonjakan signifikan. Kombinasi antara ACF yang menurun perlahan dan PACF yang terputus pada *lag* 1 mengonfirmasi keberadaan akar unit (*unit root*), yang memperkuat hasil uji ADF sebelumnya bahwa data memerlukan proses *differencing* agar menjadi stasioner. Adapun pengujian *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) setelah *differencing* yaitu:

Augmented Dickey-Fuller Test	
Null hypothesis:	Data are non-stationary
Alternative hypothesis:	Data are stationary
Test	
Statistic P-Value Recommendation	
-12.4556	0.0000
Test statistic <= critical value of -2.86960.	
Significance level = 0.05	
Reject null hypothesis.	
Data appears to be stationary, not supporting differencing.	

**Gambar 7.** Uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF)

Uji statistik ADF setelah *differencing* pada gambar di atas menunjukkan bahwa data telah stasioner pada rata-rata. Dengan statistik uji sebesar -12,4556 jauh lebih kecil dibandingkan nilai kritis -2,86960 pada tingkat signifikansi 5%. Dengan nilai *p-value* sebesar 0,0001 (<0,05), maka  $H_0$  ditolak artinya data siap digunakan untuk pemodelan peramalan. Selanjutnya yaitu uji ACF dan PACF pada data *differencing* 1.



**Gambar 8.** Plot ACF dan PACF

Identifikasi awal orde model dilakukan berdasarkan *plot* ACF dan PACF yang telah melalui proses *differencing* 1. Berdasarkan gambar tersebut, orde ( $p$ ) *Autoregressive* (AR) pada *plot* PACF terdapat *spike* yang signifikan pada *lag*-1, mengindikasikan orde ( $p$ ) bernilai 1. Identifikasi *plot* ACF terdapat *spike* signifikan pada *lag*-1 mengindikasikan orde ( $q$ ) bernilai 1. Sedangkan *differencing* dilakukan 1 kali, mengindikasikan orde ( $d$ ) bernilai 1. Sementara itu, frekuensi musiman diidentifikasi pada  $S=7$  guna mengantisipasi fluktuasi dalam siklus mingguan. Oleh karena itu, model SARIMA (1,1,0)(1,1,1)<sub>7</sub> diusulkan sebagai model awal. Evaluasi lebih lanjut dilakukan dengan mengeliminasi parameter yang tidak signifikan serta membandingkan nilai *Akaike Information Criterion* (AIC) terkecil untuk pemilihan model yang signifikan.

Model Selection				
Model ( $d = 1, D = 1$ )	LogLikelihood	AICc	AIC	BIC
$p = 2, q = 0, P = 1, Q = 1^*$	6070.00	-12129.8	-12130.0	-12110.6
$p = 1, q = 0, P = 1, Q = 1$	6067.62	-12127.1	-12127.2	-12111.7
$p = 2, q = 0, P = 0, Q = 1$	6064.21	-12120.3	-12120.4	-12104.9
$p = 1, q = 0, P = 0, Q = 1$	6062.23	-12118.4	-12118.5	-12106.8
$p = 0, q = 0, P = 1, Q = 1$	6043.10	-12080.1	-12080.2	-12068.6

**Gambar 9.** Alternatif Model

Dari hasil alternatif model dengan *minimum AIC* pada gambar 9, maka 5 kandidat model dengan AIC terkecil akan dipakai pada tahap selanjutnya yaitu pemeriksaan diagnostik guna memperoleh model terbaik.

#### D. Pemeriksaan Diagnostik

Tahapan pemeriksaan diagnostik mencakup penilaian signifikansi parameter dan pemenuhan asumsi *white noise* pada *residual*. Adapun model dinyatakan signifikan jika nilai *P-value* lebih kecil dari 0,05 yang berarti penolakan  $H_0$  tercapai. Kondisi ini menunjukkan bahwa penaksiran terhadap komponen AR dan MA telah valid untuk digunakan dalam peramalan. Rincian hasil pengujian parameter tersebut disajikan dalam Tabel 4.

**Tabel 4.** Uji Signifikansi Parameter Model SARIMA

Model	Parameter	Coef	T	P-Value	Hasil
(2,1,0)(1,1,1) <sub>7</sub>	AR 1	0.4702	-8.92	0.000	Signifikan
	AR 2	0.1719	-3.26	0.001	
	SAR 7	0.1241	-2.07	0.039	
	SMA 7	0.9638	34.41	0.000	
(1,1,0)(1,1,1) <sub>7</sub>	AR 1	0.4009	-8.20	0.000	Signifikan
	SAR 7	0.1392	-2.28	0.023	
	SMA 7	0.9579	32.38	0.000	
(2,1,0)(0,1,1) <sub>7</sub>	AR 1	0.4691	-8.91	0.000	Signifikan
	AR 2	0.1821	-3.46	0.001	
	SMA 7	0.9577	33.07	0.000	
(1,1,0)(0,1,1) <sub>7</sub>	AR 1	0.3964	-8.12	0.000	Signifikan
	SMA 7	0.9550	34.05	0.000	
(0,1,0)(1,1,1) <sub>7</sub>	SAR 7	0.1419	-2.30	0.022	Signifikan
	SMA 7	0.9504	30.73	0.000	

Berdasarkan hasil uji parameter terhadap lima model menunjukkan bahwa seluruh model memenuhi kriteria signifikansi. Dengan demikian, seluruh parameter terhadap model dapat digunakan untuk tahap pengujian *white noise* selanjutnya. Berdasarkan pengujian terhadap lima kandidat model SARIMA, diperoleh hasil yang dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil Pengujian *White Noise* Model SARIMA

Model	Ljung-Box	Uji Asumsi <i>White Noise</i>
(2,1,0)(1,1,1) <sub>7</sub>	0,312	Bersifat <i>White Noise</i>
(1,1,0)(1,1,1) <sub>7</sub>	0,035	Tidak Bersifat <i>White Noise</i>
(2,1,0)(0,1,1) <sub>7</sub>	0,179	Bersifat <i>White Noise</i>
(1,1,0)(0,1,1) <sub>7</sub>	0,012	Tidak Bersifat <i>White Noise</i>
(0,1,0)(1,1,1) <sub>7</sub>	0,001	Tidak Bersifat <i>White Noise</i>

#### E. Pemilihan Model Terbaik

Terdapat dua model yang memenuhi kriteria kelayakan dari pengujian parameter, tahapan berikutnya adalah menentukan model dengan tingkat presisi tertinggi. Hal ini dilakukan dengan pengukuran tingkat kesalahan peramalan menggunakan kriteria *Mean Square Error* (MSE) dan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) yang disajikan pada tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil Pengujian Kesalahan Peramalan SARIMA

Model	MSE	MAPE
(2,1,0)(1,1,1) <sub>7</sub>	1333,89	16%
(1,1,0)(1,1,1) <sub>7</sub>	1373,39	18%
(2,1,0)(0,1,1) <sub>7</sub>	1352,66	19%
(1,1,0)(0,1,1) <sub>7</sub>	1395,66	19%
(0,1,0)(1,1,1) <sub>7</sub>	1630,27	21%

Berdasarkan tabel 6 model yang mempunyai nilai MSE terkecil atau nilai *error* terkecil adalah model (210)(111)<sub>7</sub> yang memiliki nilai MSE sebesar 1333,89 dan MAPE sebesar 16%.

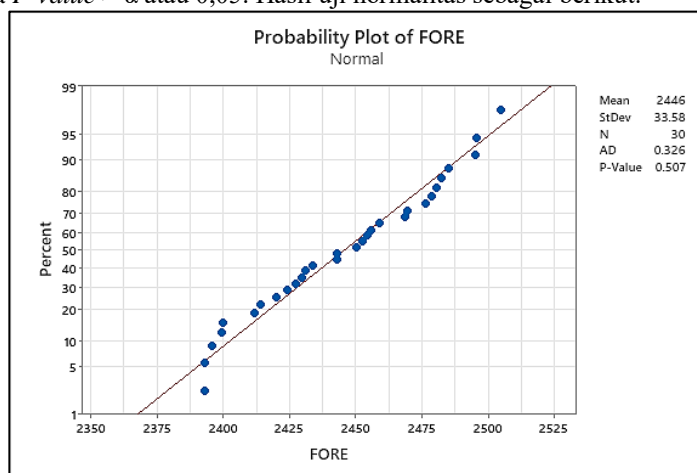
### F. Peramalan Periode Masa Akan Datang

Model SARIMA (2,1,0)(1,1,1)<sub>7</sub> memenuhi uji kelayakan dan menjadi model terbaik dari 5 pendugaan model SARIMA lainnya. Berikut adalah hasil peramalan untuk 30 periode kedepan:

**Tabel 7.** Hasil Peramalan SARIMA

Periode	Forecasting	Periode	Forecasting
1	2.411.570	16	2.452.440
2	2.392.960	17	2.454.240
3	2.392.920	18	2.456.010
4	2.395.860	19	2.458.940
5	2.399.750	20	2.450.390
6	2.399.260	21	2.469.380
7	2.419.960	22	2.468.790
8	2.414.230	23	2.478.730
9	2.427.590	24	2.480.590
10	2.429.620	25	2.482.360
11	2.431.180	26	2.485.300
12	2.433.940	27	2.476.640
13	2.424.210	28	2.495.630
14	2.442.930	29	2.495.150
15	2.443.020	30	2.505.060

Selanjutnya dilakukan uji normalitas terhadap hasil peramalan SARIMA dengan model (2,1,0)(1,1,1)<sub>7</sub>. Adapun uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah hasil peramalan berdistribusi normal. Dalam uji normalitas *residual* data dapat diterima apabila  $P\text{-value} > \alpha$  atau 0,05. Hasil uji normalitas sebagai berikut:



**Gambar 10.** Uji Normalitas

Berdasarkan hasil uji normalitas yang telah dilakukan, diperoleh nilai  $p\text{-value}$  dari probabilitas normal pada model SARIMA (2,1,0)(1,1,1)<sub>7</sub> sebesar 0,507. Nilai ini lebih besar dari tingkat signifikansi  $\alpha = 0,05$ , yang berarti bahwa *residual* dari hasil peramalan harga emas dengan model SARIMA (2,1,0)(1,1,1)<sub>7</sub> terdistribusi secara normal.

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis ditemukan bahwa model SARIMA (2,1,0)(1,1,1)<sub>7</sub> memenuhi seluruh kriteria uji kelayakan diagnostik, termasuk asumsi *white noise* dan signifikansi parameter dengan nilai MSE sebesar 1333,89 dan MAPE sebesar 16%. Hasil peramalan memberikan gambaran fluktuasi investasi emas untuk 30 periode mendatang dengan harga berkisar antara 2.411.570 hingga 2.505.006. Namun, perlu ditegaskan bahwa akurasi peramalan ini bergantung pada konsistensi harga historis dan memiliki keterbatasan memitigasi anomali harga yang disebabkan oleh dinamika geopolitik global yang tidak terduga.

## REFERENSI

- [1] S. Novianto and H. Akbar Wibowo, "The Implementation of Data Mining for Predicting XAU/USD Price Trends in the Forex Market on MetaTrader 5 using Naïve Bayes Method," *Intelmatix*, vol. 3, no. 2, pp. 85–90, Sep. 2023.
- [2] R. M. Putra, "Analisis Perbandingan Metode Peramalan Single Exponential Smoothing dan Double Exponential Smoothing pada Harga Pembukaan Harian XAU/IDR," *KERNEL: Jurnal Riset Inovasi Bidang Informatika dan Pendidikan Informatika*, vol. 4, no. 1, pp. 33–40, Jan. 2024.
- [3] A. Faqih, M. J. Vikri, and I. A. Sa'ida, "Optimizing Gated Recurrent Unit (GRU) for Gold Price Prediction: Hyperparameter Tuning and Model Evaluation on Historical XAU/USD Data," *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, vol. 14, no. 2, pp. 141–147, May 2025.
- [4] I. Aulia Maharani and A. Witanti, "Peramalan Harga Emas Indonesia Menggunakan Metode ARIMA," 2024.
- [5] D. Ruhiat, E. S. Masrulloh, and F. Azis, "Forecasting Data Time Series Berpolanya Musiman Menggunakan Model SARIMA (Studi Kasus: Sungai Cipeles-Warungpeti)," *Jurnal Riset Matematika dan Sains Terapan*, vol. 39, no. 1, pp. 39–50, 2022.
- [6] L. Shofwatillah, "Peramalan Curah Hujan di Provinsi Sumatera Utara Menggunakan Metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)," *Emerging Statistics and Data Science Journal*, vol. 3, no. 3, 2025.
- [7] Z. H. Kilimci, "Ensemble Regression-Based Gold Price (XAU/USD) Prediction," APA, 2022.
- [8] D. Muhjiddin, A. Mubarak, and T. Sukmono, "Peramalan Kebutuhan Sepeda DDD Jenis Gunung Dengan Pendekatan Model Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average," *Procedia of Engineering and Life Science*, vol. 1, no. 2, Jun. 2021.
- [9] N. T. Qurniawan and T. Sukmono, "Peramalan Permintaan dengan Menerapkan Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) pada Industri Beton," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*, vol. 4, no. 3, pp. 1024–1032, 2025.
- [10] L. Budianti, M. Yasyfi Avicenna, A. Kusuma Putri, and G. Darmawan, "Pemodelan SARIMA dengan Pendekatan ARCH/GARCH untuk Meramalkan Penjualan Ritel Barang Elektronik," *Journal Of Social Science Research*, vol. 4, no. 1, 2024.
- [11] A. Agustin, F. F. Rahani, and F. I. Indikawati, "Prediksi Kualitas Air Menggunakan Metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA)," *Jurnal Manajemen Informatika (JAMIKA)*, vol. 12, no. 2, pp. 137–150, Oct. 2022.
- [12] R. Sri Wahyuni and A. Satrianto, "Analisis Pengaruh Kualitas Aset dan Nilai Tukar terhadap Likuiditas Perbankan Syariah di Indonesia; Pendekatan Autoregressive Distributed Lag," 2025.
- [13] D. N. . Gujarati, *Basic econometrics*. McGraw Hill, 2003.
- [14] C. A. Melyani, A. Nurtsabita, G. Z. Shafa, and E. Widodo, "Peramalan Inflasi Di Indonesia Menggunakan Metode Autoregressive Moving Average (Arma)," *Journal of Mathematics Education and Science*, vol. 4, no. 2, pp. 67–74, Oct. 2021.
- [15] M. Riani, A. C. Atkinson, and A. Corbellini, "Automatic robust Box–Cox and extended Yeo–Johnson transformations in regression," *Stat. Methods Appl.*, vol. 32, no. 1, pp. 75–102, Mar. 2023.
- [16] S. Marimuthu, T. Mani, T. D. Sudarsanam, S. George, and L. Jeyaseelan, "Preferring Box-Cox transformation, instead of log transformation to convert skewed distribution of outcomes to normal in medical research," *Clin. Epidemiol. Glob. Health*, vol. 15, May 2022.
- [17] X. Shu, Y. Liu, J. Shen, and Z. Chen, "Capacity Prediction for Lithium-ion Batteries Based on Improved Least Squares Support Vector Machine and Box-Cox Transformation," *Jixie Gongcheng Xuebao/Journal of Mechanical Engineering*, vol. 57, no. 14, pp. 118–128, Jul. 2021.
- [18] F. Oktaviani, Miftahuddin, and I. Setiawan, "Forecasting sea surface temperature anomalies using the SARIMA ARCH/GARCH model," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1882, no. 1, May 2021.
- [19] S. Nurman, M. Nusrang, and Sudarmin, "Analysis of Rice Production Forecast in Maros District Using the Box-Jenkins Method with the ARIMA Model," *ARRUS Journal of Mathematics and Applied Science*, vol. 2, no. 1, pp. 36–48, Feb. 2022.
- [20] U. M. Jannah, N. Nurmalitasari, and R. D. Irawan, "Analisis Prediksi Penjualan Isi Ulang Air Galon menggunakan Metode LSTM dan SARIMA," *JTIM : Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, vol. 7, no. 3, pp. 626–639, Aug. 2025.
- [21] A. Perdana and Zubair Anis, "Penerapan Python Untuk Visualisasi Dan Peramalan Pada Nilai Tukar Usd/Idr Menggunakan Metode Sarima," *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, vol. 9, no. 5, Oct. 2025.
- [22] W. W. S. Wei, *time series analysis univariate and multivariate method*. 2006.

- [23] P. R. Arum, I. Fitriani, and S. Amri, "Pemodelan Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) untuk Meramalkan Volume Angkutan Barang Kereta Api di Pulau Jawa Tahun 2021 Info Artikel," vol. 2, no. 1, pp. 26–35, 2024.
- [24] R. F. Sianti, S. D. Surjanto, and E. Apriliani, "Estimasi Tingkat Inflasi Nasional Menggunakan ARCH-GARCH Filter Kalman," *JURNAL SAINS DAN SENI ITS*, vol. 11, no. 2, 2022.
- [25] N. Salsabila and A. Oktaviarina, "Peramalan Pdrb Di Jawa Timur Menggunakan Model Arimax Dengan Variabell Eksogen Ekspor-Impor," *Jurnal Ilmiah Matematika*, no. 1, 2024.
- [26] M. S. Fahmuddin and S. M. Sri Mustika, "Perbandingan Metode ARIMA dan Single Exponential Smoothing dalam Peramalan Nilai Ekspor Kakao Indonesia," *VARIANSI: Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research*, vol. 5, no. 3, pp. 163–176, 2023.
- [27] S. S. ARUAN, "Perbandingan Metode Arima Dan Sarima Dalam Peramalan Penjualan Kelapa," *JAMI: Jurnal Ahli Muda Indonesia*, vol. 2, no. 2, pp. 79–90, Dec. 2021.
- [28] G. Christie, D. Hatidja, and R. Tumilaar, "Penerapan Metode SARIMA dalam Model Intervensi Fungsi Step untuk Memprediksi Jumlah Pegunjung Objek Wisata Londa (Application of the SARIMA Method in the Step Function Intervention to Predict the Number of Visitors at Londa Tourism Object)," *JURNAL ILMIAH SAINS*, vol. 22, no. 2, p. 96, Aug. 2022.
- [29] D. Reskianto and M. Agung Barata, "JIP (Jurnal Informatika Polinema) Forecasting Metode Single Exponential Smoothing Dalam Meramalkan Penjualan Barang," *Jurnal Informatika Polinema*, vol. 9, Aug. 2023.
- [30] M. Syahrul *et al.*, "Prediksi Persediaan Oli Sepeda Motor Di Bengkel Amin Dengan Metode Simple Moving Average," *Fusion : Journal of Research in Engineering*, vol. 1, 2024.
- [31] Z. Sahwa Chanigia Viqri and E. Kurniati, "Perbandingan Penerapan Metode Fuzzy Time Series Model Chen-Hsu dan Model Lee dalam Memprediksi Kurs Rupiah terhadap Dolar Amerika," *Journal of Statistics and Mathematics*, vol. 2, no. 1, Jul. 2025.
- [32] L. Sarifah, S. Kamilah, and S. Khotijah, "Penerapan Metode Single Moving Average Dalam Memprediksi Jumlah Penduduk Miskin Pada Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Pamekasan," *Zeta - Math Journal*, vol. 8, no. 2, pp. 47–54, Jul. 2023.
- [33] S. Ilma, N. Suwandi, R. Tyasnurita, and H. Muhayat, "Peramalan Emisi Karbon Menggunakan Metode SARIMA dan LSTM (Forecasting Carbon Emissions Using the SARIMA and LSTM Methods)," *Journal of Computer Science and Informatics Engineering*, no. 1, Jun. 2022.
- [34] M. Shalahuddin and H. Oktaviyani, "Model Arima Box-Jenkins Untuk Peramalan Pergerakan Harga Saham Pt. Astra International Tbk Arima Box-Jenkins Model For Forecasting Stock Price Movements Of Pt. Astra International Tbk," *Journal of Social and Economics Research*, vol. 6, no. 2, Dec. 2024.

**Conflict of Interest Statement:**

*The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.*