



## Penerapan Model Arima – Garch Untuk Peramalan Harga Emas Dunia

Fajriyansyah A Beeg<sup>1\*</sup>, Marline S Paendong<sup>1</sup>, Mans L Mananohas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Matematika–Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam–Universitas Sam Ratulangi Manado, Indonesia

\*Corresponding author : [fajriyansyahbeeg103@student.unsrat.ac.id](mailto:fajriyansyahbeeg103@student.unsrat.ac.id)

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan model ARIMA-GARCH terbaik dalam melakukan peramalan harga emas dunia dengan menggunakan metode ARIMA-GARCH. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data time series yaitu data harian harga emas dunia mulai dari 02 Januari 2018 sampai 18 Oktober 2023. Hasil penelitian menunjukkan bahwa data yang digunakan terdapat unsur heteroskedastisitas dan ada beberapa model yang dapat digunakan untuk memprediksi, yaitu model ARIMA(6,1,6)–GARCH(6,0) dan ARIMA(6,1,6)-GARCH(6,6). Dari kedua model, model ARIMA(6,1,6)-GARCH(6,0) memiliki nilai AIC terkecil sehingga dipilih sebagai model terbaik. Model tersebut menghasilkan nilai MAPE sebesar 0,647981% dimana menunjukkan bahwa nilai akurasi peramalan harga emas dunia sangat baik pada penelitian ini. Hasil peramalan harga emas dunia mengalami kenaikan harga.

### ABSTRACT

This research aims to determine the best ARIMA-GARCH model for forecasting world gold prices using the ARIMA-GARCH method. The data used in this research is time series data, namely daily data on world gold prices from January 2 2018 to October 18 2023. The results of the research show that the data used contains elements of heteroscedasticity and there are several models that can be used to predict, namely the ARIMA model (6,1,6)–GARCH(6,0) and ARIMA(6,1,6)-GARCH(6,6). Of the two models, the ARIMA(6,1,6)-GARCH(6,0) model has the smallest AIC value so it was chosen as the best model. This model produces a MAPE value of 0.647981%, which shows that the accuracy of forecasting world gold prices is very good in this research. The results of world gold price forecasting experienced an increase in prices.

### INFO ARTIKEL

Diterima :  
Diterima setelah revisi :  
Tersedia online :

### Kata Kunci:

ARIMA-GARCH  
Harga emas  
Peramalan

### ARTICLE INFO

Accepted :  
Accepted after revision :  
Available online :

### Keywords:

ARIMA-GARCH  
Gold Price  
Forecasting

### 1. PENDAHULUAN

Emas merupakan komoditas yang sangat berharga dan telah diakui sebagai logam mulia selama berabad-abad serta menjadi pilihan utama investasi masyarakat. Alasan investor berinvestasi emas adalah untuk mendapatkan keuntungan langsung dari kenaikan harga emas, serta merasa aman dari ketidakstabilan ekonomi, politik, sosial, dan krisis keuangan. Harga emas adalah salah satu indikator ekonomi dan keuangan yang paling penting di dunia. Emas tidak hanya digunakan sebagai investasi, tetapi juga memiliki peran penting dalam stabilitas keuangan global dan digunakan dalam berbagai sektor industri. Fluktuasi harga emas dunia memiliki dampak signifikan pada pasar global, termasuk mata uang, ekuitas, dan komoditas lainnya. Oleh karena itu, peramalan harga emas yang akurat dan andal menjadi kunci dalam pengambilan keputusan yang tepat di berbagai sektor ekonomi.

Peramalan merupakan suatu kegiatan memperkirakan apa yang terjadi pada masa mendatang berdasarkan nilai masa lalu. Peramalan harga emas

bukanlah tugas yang sederhana, sebagian besar karena sifat fluktuatifnya yang dipengaruhi oleh banyak faktor eksternal dan internal.

Model ARIMA-GARCH adalah kombinasi dari dua jenis model deret waktu yang kuat. ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) digunakan untuk mengatasi komponen tren dan musiman dalam deret waktu harga emas, sedangkan GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) digunakan untuk menangani volatilitas yang kompleks dalam pergerakan harga. Gabungan kedua model ini memungkinkan untuk menghasilkan peramalan yang lebih akurat dan memahami dinamika volatilitas yang terkait dengan harga emas. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh [1] tentang “Prediksi Harga Emas Menggunakan Feed Forward Neural Network (FFNN) dengan Metode Extreme Learning Maching” dalam penelitian tersebut menghasilkan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebesar 0,5499% hasil prediksi ini dapat dianggap cukup mendekati dengan nilai sebenarnya, terutama ketika mempertimbangkan data yang ada. Penelitian dengan

menggunakan ARIMA-GARCH juga pernah dilakukan oleh [2] tentang “Penerapan Model ARIMA-GARCH untuk memprediksi Harga Saham Bank Bri” dari kesimpulan dalam penelitian tersebut menghasilkan nilai R squared yang cukup kecil sehingga layak digunakan untuk memprediksi harga saham bri. Penelitian tentang harga emas dengan metode ARIMA juga pernah dilakukan oleh [3] tentang “Prediksi Harga Emas Dunia di masa pandemi Covid-19 menggunakan Model ARIMA” dari kesimpulan dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa nilai MAPE yang terdapat dalam hasil prediksi tersebut cukup kecil yang berarti bahwa prediksi harga emas pada penelitian tersebut dengan pemodelan ARIMA dapat digunakan.

### Emas

Emas merupakan logam mulia yang sering dijadikan sebagai alat tukar dalam perdagangan maupun sebagai standar keuangan berbagai negara. Nilai emas yang cenderung meningkat dari waktu ke waktu membuat emas diminati oleh masyarakat untuk investasi, pertukaran maupun penumpukan kekayaan. [4] emas suatu logam mulia yang paling diminati oleh banyak orang. Orang rela mengeluarkan dana yang cukup besar untuk membeli logam mulia yang memiliki beraga jenis ini. Pada umumnya banyak memilih berinvestasi dalam bentuk guna untuk memperoleh keuntungan dalam waktu jangka panjang. Emas juga dapat dijadikan koleksi dan perhiasan.

### Investasi

Investasi itu sendiri merupakan istilah untuk memiliki sesuatu yang berhubungan dengan keuangan atau kegiatan ekonomi. Inventasi dilakukan dengan mengeluarkan uang atau menyimpan uang pada suatu benda berharga atau lembaga keuangan dengan harapan untuk mendapatkan keuntungan financial. Inventasi biasanya dilakukan dengan pembelian aset seperti tanah, property, saham, emas atau tabungan berjangka [5].

### Peramalan (Forecasting)

Peramalan adalah kegiatan memperkirakan apa yang akan terjadi pada masa yang akan datang. Sedangkan ramalan adalah sesuatu situasi atau kondisi yang diperkirakan akan terjadi pada masa yang akan datang, ramalan tersebut dapat didasarkan atas bermacam-macam cara yang dikenal dengan metode peramalan. Metode peramalan adalah cara memperkirakan secara kuantitatif apa yang akan terjadi pada masa depan, berdasarkan data yang relevan pada masa lalu.

### Stationer

Stationer berarti bahwa tidak terdapat perubahan yang drastis pada data. Data time series dikatakan stationer dalam rata – rata dan varians jika rata – ratanya tetap (tidak terdapat pola trend) dan lamda = 1. Untuk mengatasi data deret waktu yang tidak stationer

dalam rata – ratanya, dapat dilakukan proses pembedaan terhadap data asli sedangkan jika data tidak stationer terhadap varians dapat dilakukan transformasi [6].

### Analisis Runtun Waktu (Time Series)

Time series, atau sering disebut runtun waktu, merupakan kumpulan data observasi yang diurutkan berdasarkan waktu. Metode time series digunakan untuk peramalan dengan menganalisis pola hubungan antara variabel waktu dan variabel yang ingin diprediksi. Dalam melakukan peramalan data time series, perlu mempertimbangkan jenis atau pola data yang ada.

### Model Autoregressive (AR)

Model Autoregressive ini menunjukkan bahwa nilai prediksi variabel  $Y_t$  merupakan fungsi linier dari nilai  $Y_t$  sebelumnya. Sebagai contoh, pada model AR(p) nilai variable terikat  $Y_t$  hanya dipengaruhi oleh nilai variabel tersebut pada satu periode sebelumnya. Model tersebut disebut dengan model Autoregressive orde pertama. Bentuk model AR(p) dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut [7] :

$$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (1)$$

### Model Moving Average (MA)

Model Moving Average (MA) menunjukkan bahwa nilai prediksi variable terikat  $Y_t$  dipengaruhi oleh nilai residual pada periode sebelumnya. Model ini disebut dengan model MA orde pertama. Bentuk model AR(1) dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut [7] :

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2)$$

### Model Autoregressive Moving Average (ARMA)

Model Autoregressive Moving Average (ARMA) adalah gabungan dari model AR(p) dan MA(p) sehingga memiliki asumsi bahwa data periode sekarang dipengaruhi oleh data lampauya dan nilai lampau kesalahannya [8]. Bentuk model ARMA(1) dapat dinyatakan dalam persamaan berikut [7] :

$$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (3)$$

### Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Model ARIMA dikenalkan pada tahun 1970 oleh Box dan Jenkins melalui buku berjudul Time Series Analysis, terkadang disebut sebagai metode runtun waktu Box-Jenkins, ARIMA memiliki ketepatan yang baik dalam meramalkan, baik untuk jangka pendek maupun jangka Panjang. ARIMA dapat dianggap sebagai kombinasi dari dua model, yakni model AR yang diintegrasikan dengan model MA. Secara umum model ARIMA (p,d,q) untuk suatu data time series  $Y_t$  adalah sebagai berikut [7, 14] :

$$Y_t - Y_{t-1} = \mu + \phi_1 (Y_{t-1} - Y_{t-2}) + \phi_2 (Y_{t-2} - Y_{t-3}) + \dots + \phi_p (Y_{t-p} - Y_{t-p-1}) + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (4)$$

### Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (ARCH)

Model *Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (ARCH) digunakan untuk mengatasi error yang tidak konstan dalam data runtun waktu. Model ARCH diperkenalkan pertama kali oleh Engle pada tahun 1982. Varians error ( $\sigma_t^2$ ) pada Model ARCH sangat dipengaruhi oleh error di periode sebelumnya ( $\varepsilon_{t-1}^2$ ). Bentuk umum dari model ARCH adalah :

$$\sigma_t^2 = a_0 + a_1\varepsilon_{t-1}^2 + \dots + a_p\varepsilon_{t-p}^2 \quad (5)$$

### Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (GARCH)

Model yang dirancang untuk mengatasi masalah heteroskedastisitas pertama kali diperkenalkan oleh Engle pada tahun 1982 dengan model ARCH. Pada tahun 1986, Bollorsev mengembangkan model GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity) sebagai perluasan dari model ARCH. Konsep dasar dari GARCH adalah bahwa varians tidak hanya dipengaruhi oleh residual yang telah terjadi, tetapi juga oleh lag dari varians kondisional itu sendiri [9]. Bollerslev (1986) mengusulkan model yang lebih baik dengan formulasi berikut [10] :

$$\sigma_t^2 = a_0 + a_1\sigma_{t-1}^2 + \dots + a_p\sigma_{t-p}^2 + a_1\varepsilon_{t-1}^2 + \dots + a_q\varepsilon_{t-q}^2 \quad [6]$$

### Heteroskedastisitas

Heteroskedastisitas adalah uji yang digunakan untuk menentukan apakah ada perbedaan dalam variansi residu antara satu pengamatan dan yang lain dalam model regresi. Ketika hasil uji signifikan lebih dari 0,05, itu menunjukkan bahwa model bebas dari heteroskedastisitas, tetapi jika hasil uji kurang dari atau sama dengan 0,05, itu mengindikasikan masalah heteroskedastisitas dalam model [11].

### Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah sebuah metrik statistik yang mengukur kesalahan rata-rata dalam persentase secara mutlak. Semakin kecil nilai MAPE, semakin tinggi tingkat akurasi peramalan yang dihasilkan. Interpretasi variasi nilai MAPE adalah sebagai berikut: MAPE < 10% menunjukkan kemampuan model peramalan yang sangat baik. MAPE antara 10% - 20% menunjukkan kemampuan model peramalan yang baik. MAPE antara 20% - 50% menunjukkan kemampuan peramalan yang layak. MAPE > 50% menunjukkan kemampuan model peramalan yang buruk [12].

## 2. METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Juli 2023 sampai bulan April 2024 mulai dari studi tentang topik yang diteliti sampai pengolahan data dan penyusunan hasil. Penelitian ini dilakukan di Jurusan Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sam Ratulangi Manado.

### Jenis dan Sumber Data

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yaitu data harian penutupan harga emas dunia dalam dollar (USD) dengan satuan ons mulai dari periode 2 Januari 2018 sampai dengan 18 Oktober 2023 yang diperoleh dari website Investing (Investing.com). Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan software E-views 12.

### Metode Analisis Data

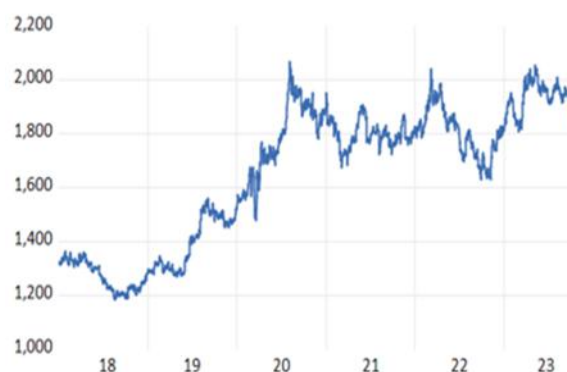
Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode ARIMA-GARCH untuk Peramalan Harga Emas dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pengambilan data
2. Melakukan plot series data harga emas dunia
3. Melakukan uji stasioneritas dan uji correlogram ACF dan PACF.
4. Mengidentifikasi model ARIMA dan Penafsiran parameter
5. Mengestimasi model ARIMA
6. Mengidentifikasi efek ARCH – GARCH (heteroskedastisitas)
7. Mengestimasi model ARIMA-GARCH
8. Mengevaluasi model ARIMA-GARCH
9. Peramalan

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Plot Time Series

Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data harian penutupan harga emas dunia dalam dollar (USD) dengan satuan ons dari periode 2 Januari 2018 sampai 18 Oktober 2023 dengan metode peramalan ARIMA-GARCH. Jumlah pengamatan yaitu 1505 hari pengamatan dimana hari efektif perdagangan pada emas yaitu 5 hari kerja dalam satu minggu (Senin Jumat). Berikut merupakan plot data harga emas dunia.



**Gambar 1.** Time series plot harga penutupan emas dunia harian.

Gambar 1 menunjukkan plot time series dari harga penutupan emas dunia (closing price) mulai dari 2 Januari 2018 sampai 18 Oktober 2023. Pada grafik menunjukkan bahwa data tersebut tidak stationer terhadap rata-rata karena data ini berubah seiring berjalannya waktu, dan pola data seperti ini

mengindikasikan adanya tren naik dan turun yang tidak seimbang.

**Uji Stasioner Data**

Langkah awal dalam proses peramalan menggunakan model ARIMA adalah melakukan pengecekan atas sifat stasioner data dengan menggunakan uji Augmented Dickey-Fuller (ADF) dan uji correlogram ACF dan PACF. Data harga emas dimasukkan ke dalam perangkat lunak, dan kemudian uji ADF dilakukan dengan tingkat signifikansi  $\alpha = 5\%$  untuk menentukan apakah data tersebut stasioner atau tidak.

$H_0$ : data bersifat tidak stasioner

$H_1$ : data bersifat stasioner

**Tabel 1.** Hasil Unit Root Test pada level

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.320259	0.6221
Test critical values: 1% level	-3.434491	
5% level	-2.863256	
10% level	-2.567732	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Berdasarkan hasil uji ADF yang terlihat pada tabel 1, dapat disimpulkan bahwa data harga emas dunia tidak bersifat stasioner. Hal ini dapat dilihat dari nilai prob > 0.05 dimana probabilitas sebesar 0.6221 menunjukkan penerimaan hipotesis nol ( $H_0$ ). Oleh karena itu, diperlukan proses differencing untuk membuat data menjadi stasioner.

**Tabel 2.** Unit Root Test pada 1<sup>st</sup> difference

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-39.91999	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.434494	
5% level	-2.863257	
10% level	-2.567733	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Tabel 2 menunjukkan bahwa data tersebut telah mencapai tingkat stasioner setelah mengalami pembedaan pertama (1<sup>st</sup> difference). Hasil output menunjukkan bahwa nilai probabilitas kurang dari 0.05, yang berarti hipotesis nol ( $H_0$ ) dapat ditolak. Setelah itu, dilakukan penilaian awal terhadap model dengan melihat plot ACF dan PACF setelah menerapkan pembedaan satu kali pada data tersebut.

Date: 10/18/23 Time: 12:29  
 Sample (adjusted): 1/03/2018 10/18/2023  
 Included observations: 1504 after adjustments

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	-0.030	-0.030	1.3706	0.242	
2	0.005	0.004	1.4089	0.494	
3	0.007	0.007	1.4741	0.688	
4	-0.031	-0.031	2.9253	0.570	
5	0.005	0.004	2.9707	0.704	
6	-0.105	-0.104	19.554	0.003	
7	-0.045	-0.051	22.605	0.002	
8	0.031	0.029	24.107	0.002	
9	0.026	0.030	25.149	0.003	
10	-0.006	-0.010	25.202	0.005	
11	0.001	-0.003	25.204	0.009	
12	0.017	0.008	25.630	0.012	
13	0.052	0.045	29.686	0.005	
14	-0.009	-0.002	29.796	0.008	
15	-0.005	0.002	29.839	0.013	
16	-0.058	-0.059	34.989	0.004	
17	-0.007	-0.010	35.053	0.006	
18	-0.025	-0.024	36.030	0.007	
19	-0.036	-0.026	38.014	0.006	
20	-0.037	-0.040	40.065	0.005	
21	-0.014	-0.021	40.351	0.007	
22	0.059	0.044	45.625	0.002	
23	-0.007	-0.010	45.703	0.003	
24	-0.033	-0.039	47.352	0.003	
25	0.029	0.019	48.644	0.003	
26	-0.012	-0.018	48.851	0.004	
27	-0.039	-0.045	51.203	0.003	
28	0.029	0.039	52.480	0.003	
29	0.013	0.029	52.730	0.005	
30	0.008	-0.002	52.841	0.006	
31	-0.007	-0.008	52.908	0.008	
32	0.011	0.016	53.080	0.011	
33	0.042	0.038	55.802	0.008	
34	0.001	0.003	55.803	0.011	
35	-0.007	-0.007	55.887	0.014	
36	0.019	0.018	56.439	0.016	

**Gambar 2.** Hasil uji correlogram ACF dan PACF pada 1<sup>st</sup> difference

**Identifikasi Model ARIMA**

Hasil dari correlogram ACF dan PACF dalam Gambar 2 menunjukkan bahwa ada perpotongan pada lag 6 dalam correlogram ACF, dan perpotongan yang serupa pada lag 6 terlihat dalam correlogram PACF. Ini mengindikasikan bahwa model ARIMA dengan AR(p) pada lag 6 dan model ARIMA dengan MA(q) pada lag 6, dengan proses differencing sebanyak satu kali. Sesuai dengan format umum ARIMA(p, d, q), maka model ARIMA yang akan diestimasi adalah model ARIMA(6,1,0), ARIMA(0,1,6), dan model ARIMA(6,1,6).

**Estimasi Model ARIMA**

Setelah mendapatkan model ARIMA yang akan dilakukan estimasi maka dilakukan estimasi parameter dari ketiga model yang telah ditentukan kemudian dipilih model yang paling baik berdasarkan nilai AIC yang terkecil. Didapatkan hasil estimasi dari masing-masing model yaitu sebagai berikut:

**Tabel 3.** Estimasi model ARIMA terbaik

Model	AIC
ARIMA (6,1,0)	8.407426
ARIMA (0,1,6)	8.406762
ARIMA (6,1,6)	8.396380

Dengan merujuk pada tabel 6 yang berisi kandidat model, dapat disimpulkan bahwa model ARIMA dengan orde (6,1,6) menunjukkan nilai Akaike's Info Criterion (AIC) terendah, yakni 8.396380. Oleh karena itu, model ini dianggap sebagai model terbaik yang telah diidentifikasi dan akan digunakan pada langkah berikutnya.

Didapatkan persamaan sesuai dengan output yang dihasilkan dengan menggunakan perangkat lunak computer yaitu sebagai berikut :

**Tabel 4.** Hasil Estimasi model ARIMA (6,1,6)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.419970	0.397772	1.055804	0.2912
AR(1)	0.494313	0.058546	8.443103	0.0000
AR(2)	-0.139964	0.040275	-3.475202	0.0005
AR(3)	-0.289272	0.038036	-7.605165	0.0000
AR(4)	-0.136163	0.037236	-3.656744	0.0003
AR(5)	0.560508	0.035868	15.62698	0.0000
AR(6)	-0.869738	0.057483	-15.13035	0.0000
MA(1)	-0.505696	0.144643	-3.496171	0.0005
MA(2)	0.155020	0.063455	2.442999	0.0147
MA(3)	0.312677	0.266667	1.172540	0.2412
MA(4)	0.086018	0.224226	0.383622	0.7013
MA(5)	-0.584888	0.888364	-0.658388	0.5104
MA(6)	0.848069	1.512121	0.560847	0.5750
SIGMASQ	253.6135	33.96071	7.467851	0.0000
R-squared	0.035429	Mean dependent var		0.421642
Adjusted R-squared	0.027013	S.D. dependent var		16.22048
S.E. of regression	15.99989	Akaike info criterion		8.396380
Sum squared resid	381434.7	Schwarz criterion		8.445863
Log likelihood	-6300.078	Hannan-Quinn criter.		8.414812
F-statistic	4.209884	Durbin-Watson stat		2.054066
Prob(F-statistic)	0.000001			
Inverted AR Roots	.83-.48i	.83+.48i	.25+.96i	.25-.96i
Inverted MA Roots	-.83-.55i	-.83+.55i	.26+.97i	.26-.97i

$$Y_t - Y_{t-1} = \mu + \phi_1(Y_{t-1} - Y_{t-2}) + \phi_2(Y_{t-2} - Y_{t-3}) + \dots + \phi_p(Y_{t-p} - Y_{t-p-1}) + \varepsilon_t - \theta_1\varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q\varepsilon_{t-q}$$

$$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-2} + \phi_2 Y_{t-2} - \phi_2 Y_{t-3} + \dots + \phi_6 Y_{t-6} - \phi_6 Y_{t-7} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_6 \varepsilon_{t-6}$$

$$Y_t = 0,419970 + 0,988626Y_{t-1} + 0,139964Y_{t-2} - 0,139964Y_{t-2} + 0,289272Y_{t-3} - 0,289272Y_{t-3} + 0,136163Y_{t-4} - 0,136163Y_{t-4} - 0,560508Y_{t-5} + 0,560508Y_{t-5} + 0,869738Y_{t-6} - 0,869738Y_{t-6} + 0,505696\varepsilon_{t-1} - 0,155020\varepsilon_{t-2} - 0,312677\varepsilon_{t-3} - 0,086018\varepsilon_{t-4} + 0,584888\varepsilon_{t-5} - 0,848069\varepsilon_{t-6} + \varepsilon_t$$

### Identifikasi Efek Heteroscedasticity

Salah satu model time series yang mengizinkan adanya heteroskedastik (variansi berubah-ubah untuk setiap waktu-t) adalah model Autoregressive Conditional Heteroscedastic (ARCH) [13].

**Tabel 5.** Hasil uji heteroscedasticity

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	12.75589	Prob. F(1,1501)	0.0004
Obs*R-squared	12.66525	Prob. Chi-Square(1)	0.0004

Hasil yang terlihat di Tabel 7 menunjukkan bahwa data harga emas dunia ketika menggunakan model ARIMA(6,1,6) menunjukkan adanya heteroskedastisitas. Oleh karena itu, langkah selanjutnya adalah melakukan estimasi model ARCH-GARCH.

### Estimasi Model ARIMA-GARCH

Dalam pengujian ini, ada dua model yang menjadi kandidat untuk estimasi, didasarkan pada analisis plot ACF dan PACF, yaitu GARCH(6,0) dan GARCH(6,6).

Selanjutnya, model GARCH yang memiliki nilai AIC terendah antara kedua model ini akan dipilih sebagai model yang paling signifikan.

**Tabel 6.** Outout hasil estimasi Model Garch

Model	AIC
ARIMA(6,1,6)	8.324958
GARCH(6,0)	
ARIMA(6,1,6)	8.414916
GARCH(6,6)	

Nilai AIC pada model ARIMA(6,1,6) - GARCH(6,0) adalah 8.324958, lebih rendah dibandingkan dengan nilai AIC pada model ARIMA(6,1,6) sebelum penambahan GARCH, yang memiliki AIC sebesar 8.396380. Hal ini menunjukkan bahwa memasukkan model GARCH ke dalam analisis data heteroskedastik adalah langkah yang tepat. Didapatkan output sebagai berikut dari hasil analisis menggunakan perangkat lunak computer.

**Tabel 7.** Hasil estimasi model ARIMA (6,1,6) -GARCH (6,0)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.231702	0.407190	0.569027	0.5693
AR(1)	-0.788619	0.138861	-5.679179	0.0000
AR(2)	-0.559981	0.226679	-2.470370	0.0135
AR(3)	-0.212039	0.277195	-0.764945	0.4443
AR(4)	0.145440	0.270836	0.537005	0.5913
AR(5)	0.454049	0.218427	2.078720	0.0376
AR(6)	0.825910	0.129968	6.354708	0.0000
MA(1)	0.736775	0.122725	6.003481	0.0000
MA(2)	0.528070	0.197717	2.670841	0.0076
MA(3)	0.191487	0.242648	0.789158	0.4300
MA(4)	-0.166727	0.240022	-0.694634	0.4873
MA(5)	-0.481838	0.196775	-2.448672	0.0143
MA(6)	-0.885822	0.119133	-7.435545	0.0000
Variance Equation				
C	211.1469	11.44704	18.44555	0.0000
RESID(-1)^2	0.111502	0.028668	3.889432	0.0001
RESID(-2)^2	0.044835	0.011245	3.987132	0.0001
RESID(-3)^2	0.044835	0.027549	1.627504	0.1036
RESID(-4)^2	0.044835	0.020462	2.191170	0.0284
RESID(-5)^2	0.044835	0.024662	1.817990	0.0691
RESID(-6)^2	0.044835	0.022674	1.977424	0.0480
R-squared	0.032425	Mean dependent var		0.421195
Adjusted R-squared	0.024606	S.D. dependent var		16.25102
S.E. of regression	16.04983	Akaike info criterion		8.324958
Sum squared resid	382531.6	Schwarz criterion		8.395878
Log likelihood	-6215.393	Hannan-Quinn criter.		8.351380
Durbin-Watson stat	1.954802			

Setelah mengidentifikasi model GARCH terbaik sebagai GARCH(6,0), maka dapat merumuskan persamaan ARIMA-GARCH sebagai berikut:

$$Y_t = 0,231702 - 1,577238Y_{t-1} + 0,559981Y_{t-2} - 0,559981Y_{t-2} + 0,212039Y_{t-3} - 0,212039Y_{t-3} - 0,145440Y_{t-4} + 0,145440Y_{t-4} - 0,454049Y_{t-5} + 0,454049Y_{t-5} - 0,825910Y_{t-6} + 0,825910Y_{t-6} - 0,825910Y_{t-7} - 0,736775\varepsilon_{t-1} - 0,528070\varepsilon_{t-2} - 0,191487\varepsilon_{t-3} + 0,166727\varepsilon_{t-4} + 0,481838\varepsilon_{t-5} + 0,0885822\varepsilon_{t-6} + \varepsilon_t$$

dengan

$$\sigma_t^2 = 211,1469 + 0,111502\varepsilon_{t-1}^2 + 0,044835\varepsilon_{t-2}^2 + 0,044835\varepsilon_{t-3}^2 + 0,044835\varepsilon_{t-4}^2 + 0,044835\varepsilon_{t-5}^2 + 0,044835\varepsilon_{t-6}^2$$



**Evaluasi Model ARIMA-GARCH**

Kemudian, dilakukan pengujian ARCH-LM ulang untuk menentukan apakah data harga penutupan emas dunia masih menunjukkan adanya heteroskedastisitas atau tidak.

**Tabel 8.** Hasil uji heteroscedasticity

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.315921	Prob. F(1,1495)	0.5742
Obs*R-squared	0.316277	Prob. Chi-Square(1)	0.5739

Hasil pengujian kembali menggunakan uji ARCH-LM pada model GARCH(6,0) mengindikasikan bahwa nilai probabilitas chi-square > 0,05, yakni sebesar 0,5739. Artinya, dalam konteks model GARCH(6,0) ini, tidak terdapat lagi kecenderungan heteroskedastisitas, yang berarti kita dapat melanjutkan proses peramalan.

**Peramalan**

Tahap terakhir dalam proses ini adalah melakukan peramalan. Berikut adalah hasil peramalan harga penutupan emas dunia :

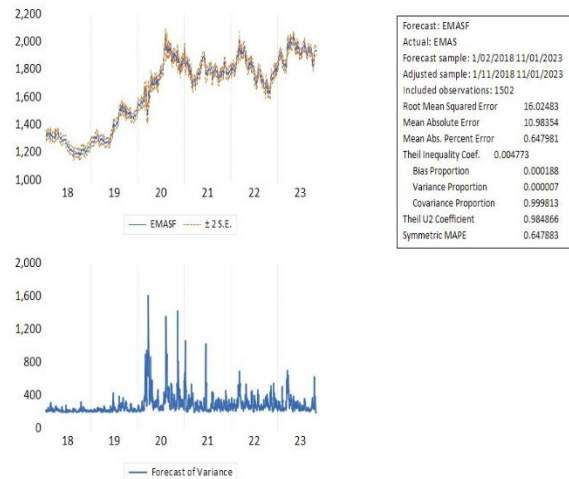
**Tabel 9.** Hasil peramalan harga penutupan emas dunia

Periode	Aktual	Prediksi
12 Oktober 2023	1883	1889,176
13 Oktober 2023	1941,5	1882,342
16 Oktober 2023	1934,3	1936,730
17 Oktober 2023	1935,7	1940,813
18 Oktober 2023	1950,25	1934,164
19 Oktober 2023		1945,305
20 Oktober 2023		1947,873
23 Oktober 2023		1943,745
24 Oktober 2023		1945,613
25 Oktober 2023		1949,992
26 Oktober 2023		1942,527
27 Oktober 2023		1942,310
30 Oktober 2023		1946,514
31 Oktober 2023		1943,242
01 November 2023		1946,223

Tabel 12 menunjukkan hasil prediksi pada periode 10 hari kedepan dari harga penutupan harga emas dunia yang akan mengalami kenaikan harga mulai dari tanggal 19 Oktober 2023 sampai tanggal 01 November 2023.

**Uji Mean Absolute Percentage Error**

Kemudian dilakukan validasi untuk model terpilih yaitu ARIMA (6,1,6)-GARCH (6,0). Cara yang digunakan untuk mengevaluasi hasil dari peramalan yaitu dengan menggunakan metode MAPE (Mean Absolute Percentage Error).



**Gambar 3.** Grafik prediksi dan Nilai MAPE

Suatu model dapat dikatakan mempunyai model yang bagus jika nilai dari MAPE berada diantara 10% dan 20% dan juga mempunyai model yang sangat baik jika nilai MAPE di bawah 10%. Terlihat pada Gambar 5 bahwa nilai persentase kesalahan dari model ARIMA (6,1,6)-GARCH (6,0) dibawah 10% yaitu sebesar 0,647981%, maka model tersebut dapat dikatakan sangat baik.

**4. PENUTUP**

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Model time series yang terbaik digunakan untuk memprediksi harga emas dunia adalah ARIMA(6,1,6) - GARCH(6,0). Model ini dipilih berdasarkan nilai AIC yang terkecil diantara beberapa model yang telah dilakukan uji. Didapatkan persamaan dari model ARIMA(6,1,6) – GARCH(6,0) yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Y_t = & 0,231702 - 1,577238Y_{t-1} + \\
 & 0,559981Y_{t-2} - 0,559981Y_{t-2} + \\
 & 0,212039Y_{t-3} - 0,212039Y_{t-3} - \\
 & 0,145440Y_{t-4} + 0,145440Y_{t-4} - \\
 & 0,454049Y_{t-5} + 0,454049Y_{t-5} - \\
 & 0,825910Y_{t-6} + 0,825910Y_{t-6} - \\
 & 0,825910Y_{t-7} - 0,736775\varepsilon_{t-1} - \\
 & 0,528070\varepsilon_{t-2} - 0,191487\varepsilon_{t-3} + \\
 & 0,166727\varepsilon_{t-4} + 0,481838\varepsilon_{t-5} + \\
 & 0,0885822\varepsilon_{t-6} + \varepsilon_t.
 \end{aligned}$$

Dengan

$$\begin{aligned}
 \sigma_t^2 = & 211,1469 + 0,111502\varepsilon_{t-1}^2 + \\
 & 0,044835\varepsilon_{t-2}^2 + 0,044835\varepsilon_{t-3}^2 + \\
 & 0,044835\varepsilon_{t-4}^2 + 0,044835\varepsilon_{t-5}^2 + \\
 & 0,044835\varepsilon_{t-6}^2.
 \end{aligned}$$

2. Dari hasil peramalan didapatkan bahwa harga penutupan harga emas dunia mengalami kenaikan harga mulai dari tanggal 19 Oktober 2023 sampai tanggal 01 November 2023. Dengan nilai MAPE sebesar 0,647981% yang artinya model ini sangat baik digunakan untuk peramalan harga emas dunia.

## REFERENSI

- [1] Izati, T., Nisa, A., Wasito, Budi, Widiharih. 2019. Prediksi Harga Emas Menggunakan Feed Forw. Neural Netw. Dengan Metod. Extrem. Learn, Jurnal Gaussian. 8(2): 171-183.
- [2] Yolanda., Nelson N., Hanny A.H.K. 2017. Penerapan Model ARIMA-GARCH untuk memprediksi Harga Saham Bank BRI, Jurnal MIPA. 6(2) : 92-96
- [3] Anggraeni, Dedi R., Hermansyah., Ahmad A.R. 2020. Prediksi Harga Emas Dunia dimasa pandemi menggunakan Model ARIMA. 12(1):71-84
- [4] Rosnia, R. 2010. Investasi Berkebuduhan Emas Dalam Perspektif Ekonomi Islam [skripsi]. Fakultas Syariah dan Hukum UIN, Jakarta.
- [5] Ahmad, K. 2004. Dasar-Dasar Manajemen Investasi dan Portfolio. Jakarta: PT.Rineka Cipta.
- [6] Jekir, V.D., John, S.K., Marline, S.P. 2020. Prediksi Jumlah Penderita Demam Berdarah di Kabupaten Kepulauan Sangihe Dengan Menggunakan Model ARIMA Musiman, d'Cartesian: Jurnal Matematika dan Aplikasi. 9(2): 126-132.
- [7] Cryer, J. D, and Chan, K. S. 2008. Time Series Analysis with Applications in R. New York: Spring Street
- [8] Mendome K., Nelson N., John S.K. 2016. Penerapan Model ARIMA dalam Memprediksi Jumlah Tindak Kriminalitas di Wilayah POLRESTA Manado Provinsi Sulawesi Utara, Jurnal MIPA. 5(2): 113-116.
- [9] Kustiara, Sri, Indah M.N., dan Tiani W.U. 2020. Arch Garch Method of Forecasting Consumer Price Index (CPI) in Semarang, Jurnal Litbang Edusaintech. 1(1): 14-22.
- [10] Bollerslev, T. 1986. Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity, Journal of Econometrics. 31(3): 307-327.
- [11] Indri, Firsti Z., Gerry H.P. 2022. Pengaruh Ukuran Perusahaan Dan Konsentrasi Pasar Terhadap Kualitas Laporan Keuangan Pada Perusahaan Sektor Industri Barang Konsumsi Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia Pada Tahun 2016-2020, Jurnal Ilmu Manajemen, Ekonomi dan Kewirausahaan. 2(2): 236-252.
- [12] Makridakis dan S. Wheelwright. 1999. Metode dan Aplikasi Peramalan. Jakarta: Binarupa Aksara.
- [13] Nainggolan, N. 2009. Model Time Series Heteroskedastik. Unpad Press. Bandung.
- [14] Pangalila, M., Mongi, C.E., Hatidja D. 2024. Peramalan Harga Minyak Goreng di Provinsi Sulawesi Utara dengan Menggunakan Metode Analisis Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). d'Cartesian: Jurnal Matematika dan Aplikasi. 13(1): 23-29.

## Fajriyansyah A. Beeg

([fajriyansyahbeeg103@student.unsrat.ac.id](mailto:fajriyansyahbeeg103@student.unsrat.ac.id))



Lahir di Buyat pada tanggal 12 Juli 2002. Menempuh pendidikan perguruan tinggi di Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Sam Ratulangi Manado. Tahun 2024 adalah tahun terakhir ia menempuh studi. Makalah ini merupakan hasil penelitian skripsinya yang dipublikasikan.

## Marline S. Paendong ([marlinepaendong@gmail.com](mailto:marlinepaendong@gmail.com))



Lahir pada tanggal 16 Maret 1974, pada tahun 1999 memperoleh gelar sarjana di Program Studi Matematika, Universitas Gadjah Mada. Gelar Magister Sains diperoleh di Institusi Pertanian Bogor pada tahun 2006. Menjadi dosen di Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Sam Ratulangi.

## Mans L. Mananohas ([mansmananohas@unsrat.ac.id](mailto:mansmananohas@unsrat.ac.id))



Lahir di Salurang, tanggal 11 Juni 1984. Pada tahun 2013, memperoleh gelar Magister Sains (M.Si) diperoleh dari Insitut Teknologi Bandung. Saat ini menjadi dosen di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sam Ratulangi, Manado.