



The ARIMA-GARCH Method in Case Study Forecasting the Daily Stock Price Index of PT. Jasa Marga (Persero)

Ihsan Fathoni Amri^a, Wulan Sari^{b}, Velia Arni Widyasari^c, Nufita Nurohmah^d, M. Al Haris^e*

- ^a. Program Studi Sains Data, FMIPA, Universitas Muhammadiyah Semarang, Jl. Kedungmundu No.18, Semarang, 50273, Indonesia. Email: ihsanfathoni@unimus.ac.id
- ^b. Program Studi Statistika, FMIPA, Universitas Muhammadiyah Semarang, Jl. Kedungmundu No.18, Semarang, 50273, Indonesia. Email: wulantiasari24@gmail.com
- ^c. Program Studi Statistika, FMIPA, Universitas Muhammadiyah Semarang, Jl. Kedungmundu No.18, Semarang, 50273, Indonesia. Email: veliawidya31@gmail.com
- ^d. Program Studi Statistika, FMIPA, Universitas Muhammadiyah Semarang, Jl. Kedungmundu No.18, Semarang, 50273, Indonesia. Email: nufita21@gmail.com
- ^e. Program Studi Statistika, FMIPA, Universitas Muhammadiyah Semarang, Jl. Kedungmundu No.18, Semarang, 50273, Indonesia. Email: alharis@unimus.ac.id

ABSTRACT

PT Jasa Marga is a large company in Indonesia that develop and operation the toll roads and is known as one of the blue chip companies with LQ45 shares. However, share prices have high volatility or rise and fall quickly so their value is always changing. Therefore, forecasting is needed to predict the share price of PT Jasa Marga in the future in order to know the movement of its share price. The Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) method is a method that can predict data with high volatility, but has the disadvantage of residuals containing heteroscedasticity. So, the addition of the Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (GARCH) model was carried out to overcome the heteroscedasticity problem that was initially caused by the ARIMA model so it could predict data with high volatility more optimally. Therefore, this research applies the ARIMA-GARCH method to find the best model for forecasting the daily share price index of PT Jasa Marga. The data used comes from the daily closing stock price index of PT Jasa Marga (Persero) for the period January 2015 to May 2023. The measurement of forecasting accuracy uses the Mean Absolute Percentage Error (MAPE). The forecasting results show that the best model uses ARIMA (2,1,1) - GARCH (1,3) with a MAPE value of 6.825728%, which indicates very good forecasting results because the MAPE value is <10%..

Keywords: Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (GARCH), stock prices, PT Jasa Marga

ABSTRAK

PT Jasa Marga merupakan perusahaan besar di Indonesia yang berperan dalam pengembangan dan pengoperasian jalan tol yang dikenal sebagai salah satu perusahaan blue chip dengan saham LQ45. Namun, harga sahamnya memiliki volatilitas tinggi atau naik dan turun dengan cepat sehingga nilainya selalu berubah-ubah. Oleh karena itu, diperlukan adanya peramalan guna memprediksi harga saham PT Jasa Marga di masa yang akan datang guna mengetahui pergerakan harga sahamnya. Metode Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) merupakan salah satu metode yang dapat meramalkan data dengan volatilitas tinggi, namun memiliki kekurangan pada residual yang mengandung heteroskedastisitas. Sehingga, dilakukan penambahan model Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (GARCH) guna mengatasi masalah heteroskedastisitas yang awalnya, ditimbulkan model ARIMA sehingga dapat meramalkan data dengan volatilitas tinggi secara lebih optimal. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan metode ARIMA-GARCH guna menemukan model terbaik untuk meramalkan indeks harga saham harian PT Jasa Marga. Data yang digunakan berasal dari indeks penutupan harga saham harian PT Jasa Marga (Persero) periode Januari 2015 hingga Mei 2023. Pengukuran ketepatan peramalan menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Hasil peramalan

* Corresponding author
e-mail: wulantiasari24@gmail.com

menunjukkan model terbaik menggunakan ARIMA (2,1,1) - GARCH (1,3) dengan nilai MAPE sebesar 6,825728% yang mengindikasikan hasil peramalan sangat baik karena nilai MAPE < 10%.

Keywords: Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (GARCH), harga saham, PT Jasa Marga

Diserahkan: 12-07-2023; Diterima: 05-04-2024;

Doi: <https://doi.org/10.29303/emj.v7i1.174>

1. Pendahuluan

Indikator keberhasilan suatu negara salah satunya ditentukan oleh adanya pertumbuhan ekonomi, yang dapat diukur dengan meningkatnya nilai Pendapatan Domestik Bruto (PDB) (Silitonga, 2021). Kenaikan PDB salah satunya dipengaruhi oleh iklim investasi yang mendorong perkembangan perusahaan. Saham merupakan instrumen pasar modal yang menjadi bagian dari kegiatan investasi berlangsung. Adanya penanaman saham pada suatu perusahaan atau perseroan terbatas menandakan keterlibatan seseorang maupun badan usaha dalam perusahaan tersebut (L. P. Putri, 2015).

Perekonomian juga dipengaruhi oleh distribusi kebutuhan (barang dan jasa) masyarakat. Proses distribusi ditentukan oleh ketersediaan sarana mobilitas atau transportasi yang baik. Jalan tol merupakan salah satu sarana pendukung mobilitas yang menyediakan jalan bebas hambatan guna memperlancar proses distribusi. PT Jasa Marga merupakan perusahaan utama dan terbesar di Indonesia yang memegang peran sebagai pengembang dan operator jalan tol. Pada tanggal 12 November 2007, PT Jasa Marga resmi terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI) dengan kode saham JSMR. Perusahaan ini memiliki saham Liquid 45 (LQ45) dan termasuk salah satu perusahaan blue chip (Taufik, 2017).

Pada waktu tertentu, harga saham dipengaruhi oleh subjek pasar di bursa saham. Harga saham termasuk salah satu nilai yang memiliki volatilitas tinggi. (F. T. A. Putri et al., 2021). Keadaan tersebut dipengaruhi oleh permintaan dan penawaran (*supply and demand*) pasar, dimana tingginya permintaan berbanding lurus dengan penawaran. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya informasi tentang prediksi harga saham di masa depan tersedia bagi pelaku pasar. Peramalan adalah salah satu cara untuk mengetahuinya informasi tentang harga saham. Peramalan adalah proses atau tindakan untuk memprediksi nilai masa depan menggunakan data masa lalu. Peramalan melibatkan prediksi nilai-nilai suatu variabel berdasarkan informasi yang tersedia mengenai variabel itu sendiri atau variabel terkait (Ayudhiah et al., 2020). Tujuan dari peramalan adalah untuk mengambil keputusan yang didasarkan pada informasi masa lampau, dengan tujuan mengurangi kesalahan sebanyak mungkin. Hal ini dapat diartikan bahwa peramalan memiliki probabilitas yang bisa menyebabkan terjadinya kesalahan. Semakin kecil nilai kesalahan yang dihasilkan pada peramalan, semakin tinggi tingkat akurasi peramalan yang dilakukan (Harsyiah et al., 2020). Dalam menghadapi risiko, ketidakpastian, dan perubahan yang terjadi di pasar saham, memiliki estimasi pengembalian saham yang akurat dapat membantu mengurangi risiko yang dihadapi oleh para investor. Oleh karena itu, penggunaan teknik peramalan dapat memberikan

kontribusi dalam pengambilan keputusan investasi yang lebih baik (Mallikarjuna & Rao, 2019) yang berfungsi untuk mengurangi risiko di masa mendatang (Hidayat & Subanar, 2020).

Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) adalah sebuah metode yang digagas oleh Box Jenkins (1970). Metode ARIMA dinilai cukup memuaskan dalam melakukan peramalan untuk jangka waktu yang lama (Qalbi et al., 2021). Pemodelan ARIMA sering digunakan untuk melakukan prediksi masa depan dengan memanfaatkan nilai-nilai data dan tingkat kesalahan yang terjadi di masa lalu (Garima Jain & Mallick, 2017). Hal ini dikarenakan model ARIMA fleksibel digunakan dalam meramalkan, mampu menangkap volatilitas pada data, serta mampu menghasilkan peramalan jangka panjang yang akurat Sehingga peramalan harga saham dapat diramalkan menggunakan ARIMA. Pada peramalan harga saham, sering terjadi nilai volatilitas yang tinggi dan mengakibatkan tidak terpenuhinya asumsi homoskedastisitas dalam pemodelan ARIMA. Oleh karena itu, diperlukan model lain untuk memenuhi asumsi homoskedastisitas tersebut.

Untuk menghindari orde ARCH yang terlalu tinggi, model ARCH yang digagas oleh Engle pada tahun 1982 dikembangkan oleh Bollerslev (1986) menjadi Model GARCH (*Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*). X_t rata-rata bersyarat, pada proses GARCH dapat digambarkan sebagai proses ARIMA Model tersebut digunakan dalam memodelkan data yang bersifat heteroskedastik guna tercapainya asumsi homogenitas pada pemodelan ARIMA. Proses pengimplementasian metode GARCH memiliki langkah-langkah yang hampir serupa dengan model ARIMA, dimulai dengan tahap identifikasi di mana nilai saham terhadap waktu dan nilai return dihitung untuk memperhatikan pergerakan harga saham.

(Astutiningtyas, 2023) pernah melakukan penelitian untuk memprediksi harga saham perusahaan Jasa Marga yang tidak berfluktuasi di sekitar rata-rata atau tidak stasioner dengan metode *Moving Average* dan *Single Exponential Smoothing*. Prediksi jumlah penduduk kota Pasuruan menggunakan metode ARIMA pernah dilakukan oleh (Mardiyah et al., 2021) yang menghasilkan MAPE 1,52% yang berarti sangat akurat. Penelitian lainnya mengenai metode ARIMA pernah dilakukan oleh (Farida et al., 2022) terkait jumlah penduduk kota Madiun yang menghasilkan MAPE 8,42%.

Penelitian menggunakan metode ARIMA-GARCH pernah dilakukan oleh (Talumewo et al., 2023) dalam meramalan harga saham PT Adhi Karya (Persero) Tbk yang memperoleh model terbaik ARIMA (1,1,1) - GARCH (1,1), dimana metode ARIMA-GARCH lebih efektif daripada ARIMA karena hasil ramalannya cenderung mengikuti pola data aktual secara lebih akurat. Penelitian dilakukan oleh

(Raneo & Muthia, 2019) terkait implementasi model GARCH pada prediksi pergerakan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) di Bursa Efek Indonesia yang menghasilkan model terbaik simetris GARCH (1,1). Penelitian lainnya terkait metode ARIMA pernah dilakukan oleh (Rezaldi et al., 2021) dalam meramalkan saham PT. Telekomunikasi Indonesia yang menghasilkan MSE sebesar 3,07. (Idris & Mohammed, 2021) pernah membandingkan metode ARIMA, ARIMA-ARCH, dan ARIMA-GARCH yang memperoleh kesimpulan metode ARIMA-GARCH merupakan metode terbaik dengan MAPE terkecil.

Metode GARCH digunakan oleh (Kurniasari et al., 2023) dalam meramalkan Indeks Harga Konsumen (IHK) yang menunjukkan hasil sangat baik dengan MAPE 3,19%. Penelitian lainnya mengenai metode *hybrid* ARIMA-GARCH pernah dilakukan oleh (Rizki et al., 2021) terkait peramalan saham PT Verena Multi Finance Tbk, (Ena et al., 2022) meramalkan harga saham Indosat, serta (Supriyanto et al., 2023) pada studi kasus PT Unilever Indonesia dimana ketiga penelitian tersebut menyimpulkan bahwa ARIMA mampu memberikan peramalan yang akurat namun kurang efektif jika data mengalami efek heteroskedastisitas sehingga perlu dikombinasikan dengan model GARCH.

Data dengan volatilitas tinggi dapat menyebabkan terjadinya fluktuasi pada data, sehingga model ARIMA dianggap tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut. Sedangkan model GARCH digunakan untuk mengatasi heteroskedastisitas pada data. Dengan adanya penelitian sebelumnya dapat dijadikan referensi dalam penggunaan metode ARIMA-GARCH pada studi kasus peramalan indeks harga saham harian PT Jasa Marga (Persero). Investor dapat menjadikan penelitian ini sebagai rujukan untuk mengelola saham mereka sendiri, sehingga dapat mengurangi resiko yang menghasilkan return tinggi. Penelitian ini juga dapat digunakan oleh para pelaku investasi saham untuk membeli atau menjual sahamnya pada PT Jasa Marga.

2. Landasan Teori

2.1 Saham

Salah satu objek yang diperdagangkan dalam pasar modal adalah saham. Saham, surat berharga yang bersifat kepemilikan, membuat seseorang menjadi bagian dari perusahaan. Semakin banyak saham yang dimiliki seseorang, semakin kuat posisinya dalam perusahaan (Zahroh, 2016). Para investor yang memiliki kecenderungan untuk bertransaksi secara agresif sangat tertarik pada investasi saham yang memiliki banyak potensi keuntungan dan risiko.

2.2 Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

ARIMA merupakan kombinasi dari tiga model statistik yaitu *Autoregressive*, *Integrated*, dan *Moving Average* (ARIMA). Tujuan dari model ARIMA adalah menjelaskan korelasi otomatis dalam data dan dapat diterapkan pada data statistik yang stasioner maupun non-stasioner. Model ini ditulis dalam bentuk ARIMA (p,d,q) dimana $p,d,q \geq 1$. Model ARIMA sesuai dengan model ARMA setelah diferensiasi data dalam jumlah terbatas. Elemen p dan q menunjukkan urutan

komponen *Autoregressive* dan *Moving Average*, sedangkan urutan diferensiasi ditulis sebagai (d) *Autoregressive* menunjukkan adanya regresi dari suatu variabel terhadap dirinya sendiri. Pada model AR, variabel yang diprediksi adalah kombinasi linear dari observasi masa lalu. Sebuah Model AR (p) sering digambarkan sebagai berikut :

$$Z_t = c + \varphi_1 Z_{t-1} + \varphi_2 Z_{t-2} + \dots + \varphi_p Z_{t-p} + e_t \quad (1)$$

Di mana Z_t merupakan error, c adalah konstanta yang tidak diketahui, dan φ_i , $i = 1, 2, \dots, p$, adalah parameter dari model AR. Sebuah Model MA (q) sering dijelaskan sebagai berikut:

$$Y_t = c + Z_t + \theta_1 Z_{t-1} + \dots + \theta_q Z_{t-q} \quad (2)$$

ACF dan PACF dapat digunakan untuk seleksi p, d, dan q. Untuk proses stasioner, dapat didefinisikan autokorelasi antara dua pengamatan yang bergantung pada jarak waktu h di antara keduanya. Autokorelasi untuk lag h diberikan oleh:

$$(h) = (h)\gamma Y(0) = \text{Corr}(y_t - y_{t-h}) \quad (3)$$

Dari persamaan tersebut dapat didefinisikan $\gamma(0)$ sebagai kovarians lag 0, yaitu varians tanpa syarat dari proses tersebut. Autokorelasi parsial lag h dilambangkan sebagai $\varphi_{h,h}$. Plot ACF dan PACF sampel sangat membantu dalam diagnosis saat memilih order dari Model ARIMA, khususnya ketika data harus berasal dari model ARMA (p,0) atau dari model ARMA (0,q) (Garima Jain & Mallick, 2017)

2.3 Autoregressive Conditional Heteroskedasticity – Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (ARCH-GARCH)

Model ARCH (*AutoRegressive Conditional Heteroscedasticity*) adalah sebuah model yang dikembangkan pada tahun 1982 oleh Eagle. Model ARCH, secara umum dapat dituliskan dengan persamaan :

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2 \quad (4)$$

Model GARCH (*Generalized AutoRegressive Conditional Heteroscedasticity*) merupakan modifikasi dari model ARCH yang dikembangkan oleh (Bollerslev 1986; 1994) untuk mencegah digunakannya ARCH dengan orde tinggi, sehingga memudahkan identifikasi dan estimasi (F. T. A. Putri et al., 2021). Model GARCH merupakan model peramalan yang lebih umum dengan struktur lag yang lebih fleksibel. Berikut merupakan model dari GARCH (r,s):

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^r \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j \hat{\sigma}_{t-j}^2 \quad (5)$$

Model GARCH khususnya GARCH (1,1) telah digunakan secara luas dalam pemodelan peramalan di bidang keuangan dan telah banyak diterapkan pada berbagai *software* statistik dan ekonometrik (Arashi & Rounaghi, 2022).

2.4 Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Dalam melakukan sebuah peramalan diperlukan evaluasi terhadap model terbaik yang dipilih untuk mengukur keakuratan hasil peramalan. Salah satu metode evaluasi yang digunakan adalah MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*), yang dapat digunakan untuk menghitung persentase kesalahan absolut dari nilai peramalan dibandingkan dengan nilai aslinya. Konsep MAPE dapat dituliskan dalam persamaan berikut :

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right|}{n} \times 100\% \tag{6}$$

Keterangan :

- Y_t = Nilai Asli
- \hat{Y}_t = Nilai Peramalan
- n = Jumlah Observasi

Suatu model dikatakan sangat baik apabila model tersebut memiliki nilai MAPE sebesar <10%, model yang memiliki nilai MAPE 10-20% termasuk dalam kriteria model yang baik, apabila model tersebut menghasilkan nilai MAPE sebesar 20-50% maka model tersebut dapat dikatakan cukup baik, sedangkan model dengan nilai MAPE sebesar >50% dapat dikatakan bahwa model tersebut termasuk dalam kriteria buruk (Astutiningtyas, 2023).

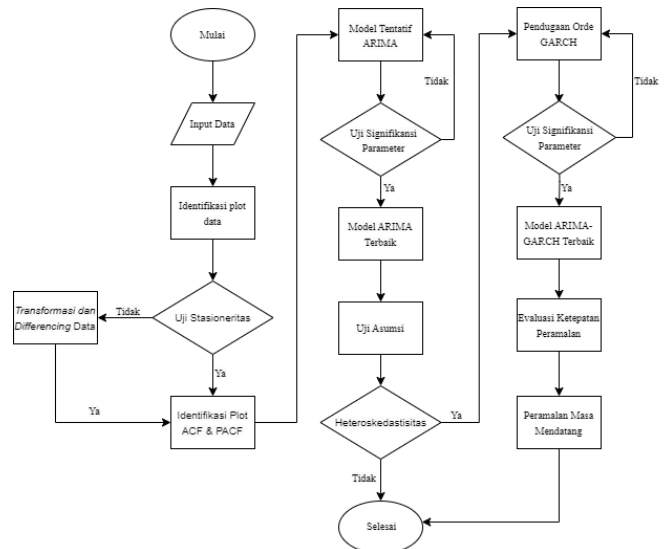
3. Metodologi

Penelitian ini membahas mengenai metode ARIMA-GARCH pada studi kasus peramalan harga saham PT Jasa Marga (Persero). Peramalan menggunakan data sekunder yang berasal dari website id.investing.com dan diambil dari nilai indeks penutupan harga saham harian PT Jasa Marga (Persero) dari Januari 2015 hingga Mei 2023. Data kemudian dibagi menjadi data *training* 90% (1840 observasi) dan data *testing* 10% (205 observasi). Tabel 1 merupakan tabel yang menjelaskan terkait definisi variabel.

Tabel 1 - Definisi Variabel

Nama Variabel	Definisi Variabel yang digunakan
Y_t	Indeks harga saham bulanan

Tahapan dalam menganalisis data pada penelitian ini divisualisasikan oleh gambar 1. Membuat plot data.

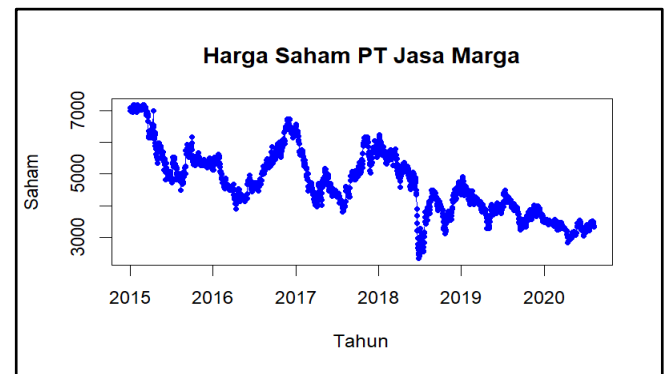


Gambar 1 – Diagram Alir Penelitian

4. Hasil Pembahasan

4.1 Identifikasi Plot Pada Data Aktual

Plot data menjadi salah satu asumsi awal dalam analisis *time series*. Plot data aktual berfungsi untuk melihat kestasioneritasan data. Gambar 2 menunjukkan plot runtun waktu pada data indeks harga saham harian PT Jasa Marga dari bulan Januari 2015 - Mei 2023.

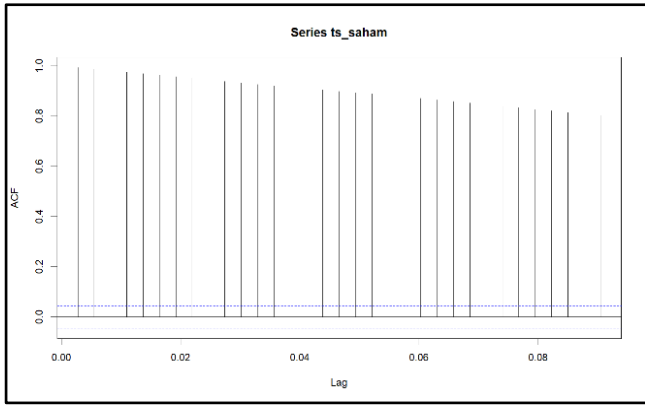


Gambar 2 – Plot Indeks Harga Saham PT. Jasa Marga

Pola tren naik dan turun terlihat pada plot data yang dihasilkan, sehingga dapat diasumsikan data tidak stasioner. Untuk memperkuat asumsi ketidakstasioneran maka diperlukan uji stasioneritas.

4.2 Uji Kestasioneran Data

Plot ACF dapat digunakan untuk menentukan kestasioneran data dengan cara melihat ada tidaknya *lag* yang keluar dari batas. Gambar 2 menunjukkan bahwa data harga saham bulanan PT Jasa Marga masih memiliki pola tren dan menunjukkan banyak lag keluar dari batas yang mengindikasikan data tidak stasioner.



Gambar 3 – Plot ACF

Selain diamati dengan menggunakan plot ACF, kestasioneran sebuah data dapat diketahui dengan melakukan uji BoxCox dan uji ADF (*Augmented Dickey-Fuller*). Uji Box-Cox digunakan untuk pemeriksaan kestasioneran terhadap ragam, sedangkan pada uji ADF digunakan untuk memeriksa kestasioneran terhadap rataaan.

Tabel 2 – Uji *BoxCox*

<i>P-Value</i>	<i>Alternative Hypothesis</i>
0,870732	<i>non stationary</i>

Uji kestasioneran dengan *BoxCox* menghasilkan *p-value* tidak lebih dari 1 ($0,870732 < 1$), hal ini menunjukkan bahwa dalam varians, data tersebut masih belum stasioner.

Tabel 3 – Uji ADF sebelum *Differencing*

<i>Augmented Dickey Fuller</i>	<i>P-value</i>	<i>Alternative Hypothesis</i>
-3,3552	0,06114	<i>non stationary</i>

Selain dengan menggunakan uji *BoxCox*, untuk mengetahui kestasioneran digunakan uji ADF, yang menyatakan data tidak stasioner dalam rata-rata dengan nilai $p > \alpha$ ($0,06114 > 0,05$).

4.3 Penstasioneran Data.

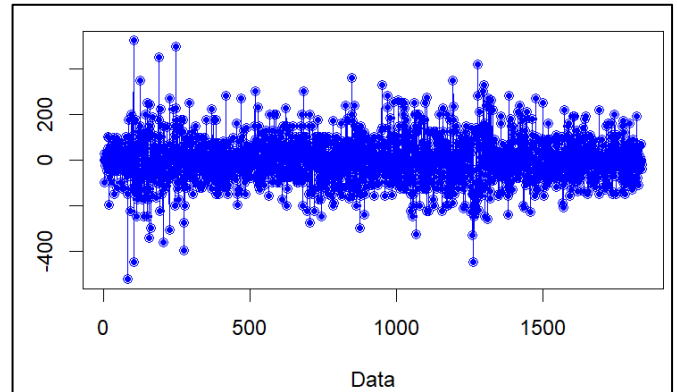
Hasil uji stasioneritas menunjukkan data tidak stasioner dalam varians maupun rata-rata, sehingga perlu dilakukan penanganan guna menstasionerkan data. Data indeks harga saham harian PT Jasa Marga yang belum stasioner dalam varians perlu dilakukan transformasi *Box Cox*, sedangkan untuk menangani stasioner dalam rata-rata dapat dilakukan dengan cara *differencing*. Adapun hasil penstasioneran data dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 – *BoxCox* setelah *differencing*

Pengujian	Sebelum	Sesudah	Keterangan
<i>BoxCox</i>	0,870732	1	Stasioner
ADF	0,06114	0,01	Stasioner

Data indeks harga saham harian PT Jasa Marga hasil transformasi dan *differencing* menunjukkan *output* sudah

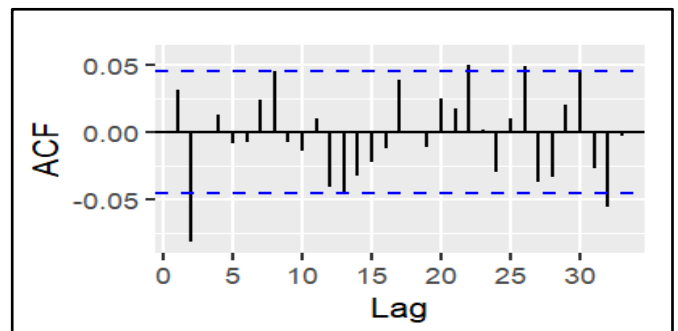
stasioner sehingga analisis dapat dilanjutkan pada tahap berikutnya. Adapun visualisasi datanya ditunjukkan pada gambar 4.



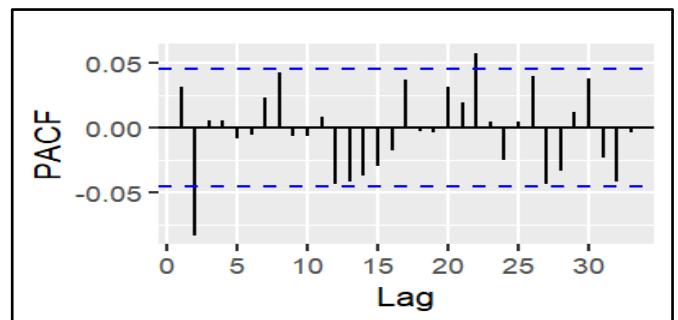
Gambar 4 – Plot Data Hasil Transformasi dan *Differencing*

4.4 Model ARIMA

Penentuan model terbaik didasarkan pada plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan pada plot *Partial AutoCorrelation Function* (PACF). Nilai $MA(q)$ direpresentasikan melalui plot ACF. Sedangkan pada plot PACF merepresentasikan nilai $AR(p)$.



Gambar 5 – Plot ACF setelah *Differencing*



Gambar 6 – Plot PACF setelah *Differencing*

Model tentatif ARIMA dapat dirumuskan berdasarkan hasil dari plot ACF dan PACF. Pada lag ke-2 baik pada plot ACF maupun PACF terdapat titik yang keluar dari garis batas stasioner. Sehingga dapat diperoleh beberapa model, seperti yang dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 - Model ARIMA terbaik

Data series	ARIMA	AIC
data setelah differencing	2, 1, 2	22220,08
	2, 1, 1	22218,14
	1, 1, 1	2222877
	1, 1, 2	22224,72

Nilai AIC yang diperoleh dari masing-masing model tentatif yang diperoleh, digunakan sebagai sumber keputusan untuk memilih model ARIMA terbaik. Model pada ARIMA (2, 1, 1) merupakan model dengan nilai AIC terkecil diantara model lainnya yakni 22218,14. Sehingga, ARIMA (2,1,1) ditetapkan sebagai model terbaik.

4.5 Uji Signifikansi Parameter

Parameter-parameter dari model ARIMA (2,1,1) kemudian diuji secara signifikansi dengan menggunakan uji z.

Tabel 6 - Uji Signifikansi parameter ARIMA

Type	Coefficients	z-value	p-value
AR (1)	0,034938	1,5027	0,1329205
AR (2)	-0,082749	-3,5598	0,0003712
MA (1)	-0,999999	-538,803	< 2,2e-16

Berdasarkan Tabel 6, nilai-p pada ARIMA (2,1,1) parameter-parameter tersebut kurang dari 0,05. Sehingga dilakukan penolakan terhadap hipotesis 0, yang mengindikasikan bahwa semua parameter tersebut memiliki signifikansi yang tinggi.

4.6 Uji Asumsi White Noise

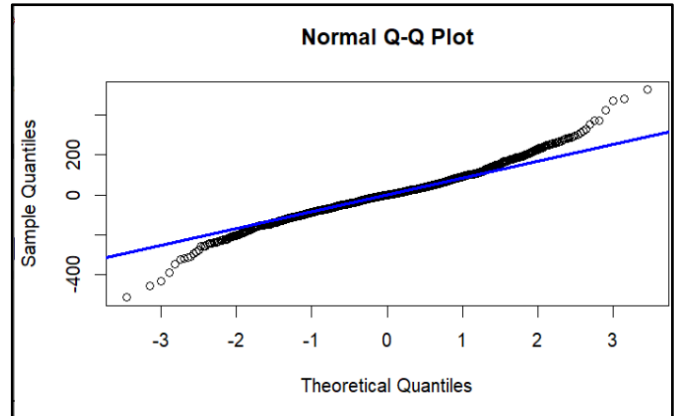
Metode pengujian dengan Ljung Box digunakan untuk melihat asumsi *white noise*, dan dihasilkan nilai p 0,3262 < 0,05, yang diartikan bahwa asumsi residual *white noise* terpenuhi.

Tabel 7 - Hasil Uji Box-Ljung Pada Residual Model ARIMA (2, 1, 1)

χ^2	p-value
0,96407	0,3262

4.7 Uji Normalitas

Untuk mengetahui kenormalitasan suatu data dapat dilihat menggunakan QQ plot. Jika titik-titik berada secara berurutan pada garis lurus, maka hal tersebut menandakan keadaan normalitas dari residual dalam data tersebut telah terpenuhi. Hal tersebut sesuai dengan QQ Plot dari residual data yang digunakan.



Gambar 7 – Plot Uji Normalitas

4.8 Uji Heteroskedastisitas

Pengujian heteroskedastisitas dilakukan dengan melihat nilai p-value pada uji ARCH-LM.

Tabel 8 - Hasil Uji ARCH-LM

Lag	P-Value LM Test
1	0,0000
2	0,0000
3	0,0000
4	0,0000
5	0,0000
6	0,0000
7	0,0000
8	0,0000
9	0,0000
10	0,0000
11	0,0000
12	0,0000

Nilai-p yang dihasilkan lag ke-1 sampai lag ke-12 sebesar $0,0000 < 0,05$. Sehingga dilakukan tolak terhadap hipotesis 0, yang artinya terdapat heteroskedastisitas pada data. Adanya masalah heteroskedastisitas ini menyebabkan tidak terpenuhinya asumsi pada ARIMA. Sehingga, untuk mengatasinya perlu ditambahkan variansi residu pada model GARCH.

4.9 ARIMA-GARCH

Hasil model terbaik ARIMA (2,1,1), dikombinasikan dengan GARCH (r,s). Kemudian terbentuk beberapa model ARIMA-GARCH, yaitu ARIMA (2,1,1) - GARCH (1,2), ARIMA (2,1,1) - GARCH (4,2), dan ARIMA (2,1,1) - GARCH (1,3).

Pada pengujian LM ARCH-TEST yang digunakan pada ARIMA (2,1,1) - GARCH (1,2) untuk mengetahui ada atau tidaknya heteroskedastisitas, didapatkan nilai p $0,2256 > 0,05$, yang artinya tidak terdapat permasalahan heteroskedastisitas, dengan nilai AIC yang didapat sebesar 12,01151

Pengujian LM ARCH-TEST pada ARIMA (2,1,1) - GARCH (4,2) didapatkan nilai p, yaitu 0,2266, dimana nilai tersebut tidak kurang dari 0,05. Hal tersebut menandakan tidak adanya permasalahan heteroskedastisitas pada ARIMA (2,1,1)

- GARCH (4,2) dengan AIC yang dihasilkan sebesar 12,01510.

Pada ARIMA (2,1,1) - GARCH (1,3) didapatkan hasil pengujian ARCH-TEST dengan *p-value* 0,56064 > 0,05 sehingga tidak ada heteroskedastisitas pada model tersebut dengan nilai AIC yang didapat adalah 12,00518.

Ketiga model yang dihasilkan, kemudian dicari model paling baik dengan membandingkan nilai AIC terkecil di antara model tersebut.

Tabel 9 – Nilai AIC ARIMA-GARCH

Model	AIC
ARIMA (2,1,1) - GARCH (1,2)	12,01151
ARIMA (2,1,1) - GARCH (4,2)	12,01510
ARIMA (2,1,1) - GARCH (1,3)	12,00518

Model ARIMA (2,1,1) - GARCH (1,3) menunjukkan nilai AIC paling kecil daripada yang lainnya, maka model ARIMA (2,1,1) - GARCH (1,3) ditetapkan sebagai model terbaik. Sehingga, untuk melakukan peramalan pada harga saham menggunakan model ARIMA (2,1,1) - GARCH (1,3).

Tabel 10 - Uji Signifikansi parameter ARIMA-GARCH

Type	Coefficients	p-value	Type
Alpha (1)	0,14425	0,00000	Alpha (1)
Beta (1)	0,13803	0,22331	Beta (1)
Beta (2)	0,14921	0,18416	Beta (2)
Beta (3)	0,50456	0,00000	Beta (3)

Berdasarkan Tabel 11, nilai-p pada GARCH (1,3) tersebut kurang dari α . Sehingga dilakukan penolakan terhadap hipotesis nol (H_0), artinya bahwa parameter tersebut memiliki taraf signifikansi yang tinggi. Sehingga model yang terbentuk yaitu :

$$Z_t = 0,03 Z_{t-1} - 0,08 Z_{t-2} - 0,99 Z_{t-3} + e_t$$

dengan,

$$\sigma_t^2 = 0,14e_{t-1}^2 + 0,14\sigma_{t-1}^2 + 0,15\sigma_{t-2}^2 + 0,5\sigma_{t-3}^2$$

Hasil peramalan indeks harga saham harian PT Jasa Marga menggunakan model ARIMA (2,1,1) – GARCH (1,3) yang kemudian dibandingkan dengan nilai aktual indeks harga saham harian pada PT Jasa Marga ditunjukkan pada tabel 11.

Tabel 11 – Perbandingan nilai aktual dan peramalan

Hasil Aktual	Hasil Peramalan
3450	3520
3480	3515,404
3450	3513,657
3460	3510,759
3420	3507,167
3420	3503,353
3450	3499,488
3550	3495,616
3490	3491,744
3460	3487,873

Hasil peramalan yang telah dilakukan, selanjutnya dievaluasi dengan menggunakan nilai MAPE, diperoleh nilai MAPE sebesar 6,825728. Angka tersebut mengindikasikan bahwa hasil peramalan yang dilakukan termasuk dalam kategori sangat baik untuk digunakan untuk melakukan peramalan.

4.10 Peramalan

Model ARIMA (2,1,1) – GARCH (1,3) yang telah memperoleh nilai ketepatan peramalan (MAPE) sangat baik berdasarkan data *training* dan *testing* selanjutnya diterapkan pada keseluruhan data guna memperoleh peramalan terhadap harga saham harian PT Jasa Marga di masa yang akan datang. Model digunakan untuk meramalkan harga saham 30 hari mendatang dan memperoleh hasil yang ditunjukkan oleh tabel 12.

Tabel 12 – Peramalan saham 30 hari mendatang

Hari	Harga Saham	Hari	Harga Saham
1	3330	16	3305,616
2	3325,404	17	3270,778
3	3323,657	18	3266,908
4	3320,759	19	3263,037
5	3317,167	20	3259,167
6	3313,353	21	3255,296
7	3309,488	22	3251,425
8	3305,616	23	3247,555
9	3301,744	24	3243,684
10	3297,873	25	3239,813
11	3294,002	26	3235,943
12	3290,132	27	3232,072
13	3286,261	28	3228,202
14	3282,390	29	3224,331
15	3278,520	30	3220,460

Berdasarkan hasil tersebut, terlihat bahwa penerapan metode ARIMA-GARCH mampu meramalkan harga saham PT. Jasa Marga yang lebih akurat (MAPE=6,825%) dibandingkan metode Back Propagation Neural Network pada penelitian terdahulu (Afrianto et al., 2013). Selain itu, metode ARIMA-GARCH mampu menghasilkan akurasi peramalan yang lebih baik jika dibandingkan dengan peramalan menggunakan metode ARIMA saja (8,42%) pada penelitian sebelumnya (Farida et al., 2022).

5. Kesimpulan dan Saran

PT Jasa Marga merupakan perusahaan yang memiliki saham Liquid 45 (LQ45) dan termasuk salah satu perusahaan blue chip namun sahamnya cenderung memiliki volatilitas tinggi sehingga mengalami naik turun harga dengan cepat. Sehingga diperlukan adanya peramalan guna mengetahui pergerakan harga saham PT. Jasa Marga di masa yang akan datang. Metode ARIMA merupakan metode yang dapat meramalkan data bervolatilitas yang cepat, cukup sederhana dan akurat, dan hanya diperlukan variabel nilai pada masa lalu beserta kesalahannya. Namun metode tersebut masih mengandung heteroskedastisitas pada residualnya. Sehingga kombinasi/penambahan model GARCH digunakan untuk

menyerap efek heteroskedastisitas tersebut. Melalui kombinasi tersebut, penelitian ini mampu menghasilkan peramalan jangka panjang dengan akurasi sangat baik. Selain itu, ditampilkan pula peramalan 30 hari mendatang sehingga dapat secara langsung memberikan informasi dan kebermanfaatannya bagi pihak-pihak terkait.

Analisis pada penelitian memperoleh model terbaik berdasarkan nilai AIC terkecil yaitu ARIMA (2,1,1) yang mampu meramalkan data bervolatilitas pada harga saham PT Jasa Marga. Lalu ditambahkan model GARCH (1,3) guna menyerap efek heteroskedastisitas dari residual model ARIMA. Terbentuk kombinasi model terbaik ARIMA (2,1,1) – GARCH (1,3) yang memiliki nilai AIC terkecil telah memenuhi signifikansi parameter dan seluruh uji asumsi.

Penerapan model ARIMA (2,1,1) - GARCH (1,3) selanjutnya menghasilkan nilai MAPE sebesar 6,825728% dengan kategori sangat baik ($MAPE < 10\%$) sehingga layak untuk digunakan. Kemudian model ini digunakan untuk meramalkan data harga saham PT. Jasa Marga selama 30 hari mendatang. Adapun saran bagi penelitian selanjutnya dapat menerapkan pengembangan dari metode GARCH guna memperoleh hasil peramalan yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, R. B., Tjandrasa, H., Ariesianti, I., Informatika, T., & Informasi, F. T. (2013). Menggunakan Metode Back Propagation. *Simantec*, 3(3), 132–141.
- Arashi, M., & Rounaghi, M. M. (2022). Analysis of market efficiency and fractal feature of NASDAQ stock exchange: Time series modeling and forecasting of stock index using ARMA-GARCH model. *Future Business Journal*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s43093-022-00125-9>
- Astutiningtyas, L. (2023). *Implementasi Metode Moving Average dan Single Exponential Smoothing dalam Memprediksi Harga Saham Perusahaan Jasa Pembangunan Tol*. 7(2721), 1–8.
- Ayudhiah, M. P., Bahri, S., & Fitriyani, N. (2020). Peramalan Indeks Harga Konsumen Kota Mataram Menggunakan Vector Autoregressive Integrated Moving Average. *Eigen Mathematics Journal*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.29303/emj.v3i1.61>
- Chen, Y., Zhong, Q., & Jiang, F. (2020). The capital market spillover effect of product market advertising: Evidence from stock price synchronicity. *Frontiers of Business Research in China*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s11782-020-00078-2>
- Ena, M., Herdiani, E. T., & Tinungki, G. M. (2022). The application of the arima – garch method in predicting the Indosat stock price. *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, 7(3), 262–265.
- Farida, Y., Farmita, M., Ulinuha, N., & Yuliati, D. (2022). Forecasting Population of Madiun Regency Using ARIMA Method. *CAUCHY: Jurnal Matematika Murni Dan Aplikasi*, 7(3), 420–431. <https://doi.org/10.18860/ca.v7i3.16156>
- Garima Jain, E., & Mallick, B. (2017). A Study of Time Series Models ARIMA and ETS. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 9(4), 57–63. <https://doi.org/10.5815/ijmeecs.2017.04.07>
- Harsyiah, L., Fitriyani, N., & Salwa, S. (2020). Peramalan Jumlah Siswa Baru Madrasah Aliyah (MA) Manhalul Ma'arif Darek-Lombok Tengah. *Eigen Mathematics Journal*, 3(2), 110–117. <https://doi.org/10.29303/emj.v3i2.88>
- Hidayat, A. T., & Subanar, S. (2020). Persamaan Diferensial Ornstein-Uhlenbeck Dalam Peramalan Harga Saham. *Media Statistika*, 13(1), 60–67. <https://doi.org/10.14710/medstat.13.1.60-67>
- Idris, S., & Mohammed, Y. A. (2021). On Comparative Performances of ARIMA Hybrid, ARIMA-ARCH, and Hybrid ARIMA-GARCH Models in Modeling The Volatility of Foreign Exchange. *Global Scientific Journals*, 9(3), 31–40. www.globalscientificjournal.com
- Kurniasari, D., Mukhlisin, Z., Wamiliana, W., & Warsono, W. (2023). Performance of the Accuracy of Forecasting the Consumer Price Index Using the Garch and Ann Methods. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 17(2), 0931–0944. <https://doi.org/10.30598/barekengvol17iss2pp0931-0944>
- Mallikarjuna, M., & Rao, R. P. (2019). Evaluation of forecasting methods from selected stock market returns. *Financial Innovation*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40854-019-0157-x>
- Mardiyah, I., Dianita Utami, W., Rini Novitasari, D. C., Hafiyusholeh, M., & Sulistiyawati, D. (2021). Analisis Prediksi Jumlah Penduduk Di Kota Pasuruan Menggunakan Metode Arima. *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika Dan Terapan*, 15(3), 525–534. <https://doi.org/10.30598/barekengvol15iss3pp525-534>
- Putri, F. T. A., Zukhronah, E., & Pratiwi, H. (2021). Model ARIMA-GARCH Pada Peramalan Harga Saham PT. Jasa Marga (Persero). *Business Innovation and Entrepreneurship Journal*, 3(3), 164–170. <https://doi.org/10.35899/biej.v3i3.308>
- Putri, L. P. (2015). Pengaruh Profitabilitas Terhadap Harga Saham Pada Perusahaan Pertambangan Batubara di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Manajemen Dan Bisnis*, 16(No.2), 49–59. <http://jurnal.umsu.ac.id>
- Qalbi, A., Nurfadilah, K., & Alwi, W. (2021). Comparison of Fuzzy Time Series Methods and Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) for Inflation Data. *Eigen Mathematics Journal*, 4(2), 40–50. <https://doi.org/10.29303/emj.v4i2.122>
- Raneo, A. P., & Muthia, F. (2019). Penerapan Model GARCH Dalam Peramalan Volatilitas di Bursa Efek Indonesia. *Jurnal Manajemen Dan Bisnis Sriwijaya*, 16(3), 194–202. <https://doi.org/10.29259/jmbs.v16i3.7462>
- Rezaldi, D. A., & Sugiman. (2021). Peramalan Metode ARIMA Data Saham PT . Telekomunikasi Indonesia. *Prisma*, 4, 611–620.
- Rizki, M. I., Ammar, T., Fitriyani, F., & Fasya, S. (2021). Peramalan Indeks Harga Saham PT Verena Multi Finance Tbk Dengan Metode Pemodelan ARIMA Dan ARCH-GARCH. *J Statistika: Jurnal Ilmiah Teori Dan*

- Aplikasi Statistika*, 14(1), 11–23.
<https://doi.org/10.36456/jstat.vol14.no1.a3774>
- Silitonga, D. (2021). Pengaruh Inflasi Terhadap Produk Domestik Bruto (Pdb) Indonesia Pada Periode Tahun 2010-2020. *ESENSI: Jurnal Manajemen Bisnis*, 24(1), 2021.
- Supriyanto, S., Utami, A. P., & Istikanaah, N. (2023). Model Peramalan Harga Saham Menggunakan Metode Arima – Garch (Studi Kasus Saham Pt. Unilever Indonesia). *Jurnal Ilmiah Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 15(1), 1. <https://doi.org/10.20884/1.jmp.2023.15.1.8658>
- Talumewo, S., Nainggolan, N., Langi, Y. A. R., Kunci, K., Harga, A.-G., & Peramalan, S. (2023). Penerapan Model ARIMA-GARCH Untuk Peramalan Harga Saham PT Adhi Karya (Persero) Tbk (ADHIJK). *Jurnal Matematika Dan Aplikasi*, 12(2), 56–61. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/decartesian>
- Taufik, A. M. (2017). *Perhitungan valuasi harga saham PT. Jasa Marga (Persero), Tbk.* <https://repository.unpar.ac.id/handle/123456789/5415>
- Zahroh, A. (2016). Instrumen Pasar Modal. *Iqtishoduna Jurnal Ekonomi Islam*, 5(1), 51–65.