

Penerapan Model ARIMA-GARCH Untuk Peramalan Harga Saham PT Adhi Karya (Persero) Tbk (ADHLJK)

Stievio Talumewo¹, Nelson Nainggolan^{1*}, Yohanes A. R. Langi¹

¹Jurusan Matematika–Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam–Universitas Sam Ratulangi Manado, Indonesia

*Corresponding author : n-nelson@unsrat.ac.id

ABSTRAK

Investasi saham memiliki benefit yang sangat menguntungkan bagi investor untuk kehidupan dimasa yang akan datang sehingga sering dijadikan sebagai tempat untuk penanaman modal. Namun selain memiliki keuntungan, investasi juga memiliki resiko yang mengakibatkan para investor atau perusahaan tidak mendapatkan keuntungan sama sekali. Oleh karena itu prediksi harga saham dimasa depan akan sangat dibutuhkan untuk memberikan informasi kepada investor saham baik personal maupun perusahaan. Pada penelitian ini dilakukan peramalan pada harga penutupan saham harian PT Adhi Karya (Persero) Tbk (ADHLJK) selama lima hari kedepan mulai tanggal 09 Januari 2023 sampai 13 Januari 2023 dari data aktual yang digunakan yaitu pada periode 09 Januari 2020 hingga 06 Januari 2023. Dalam penelitian ini dilakukan peramalan dengan menggunakan model ARIMA-GARCH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa data yang digunakan terdapat unsur heteroskedastisitas dan model terbaik yang dihasilkan adalah ARIMA(1,1,1)-GARCH(1,1).

ABSTRACT

Stock investment offers significant benefits to investors for their future lives and is often considered as a place for capital investment. However, besides its advantages, investments also carry risks that can result in no profit for investors or companies. Therefore, predicting future stock prices is crucial to provide information to both individual and corporate stock investors. This research focuses on forecasting the closing prices of PT Adhi Karya (Persero) Tbk (ADHLJK) stock for the next five days, from January 9th, 2023, to January 13th, 2023, based on actual data from January 9th, 2020, to January 6th, 2023. The research employs the ARIMA-GARCH model for forecasting. The research findings indicate the presence of heteroscedasticity in the data, and the best model generated is ARIMA(1,1,1)-GARCH(1,1).

INFO ARTIKEL

Diterima :
Diterima setelah revisi :
Tersedia *online* :

Kata Kunci:
ARIMA-GARCH
Harga Saham
Peramalan

ARTICLE INFO

Accepted :
Accepted after revision :
Available online :

Keywords:
ARIMA-GARCH
Stock price
Forecasting

1. PENDAHULUAN

Investasi saham menjadi salah satu pilihan bagi beberapa orang untuk meningkatkan nilai kekayaan mereka, sejumlah perusahaan juga melakukan investasi demi mengembangkan aset. Bursa Efek Indonesia menerangkan bahwa sebagai instrumen investasi saham juga memiliki resiko, antara lain: Capital Loss yang merupakan suatu kondisi dimana investor menjual saham lebih rendah dari harga beli, kemudian ada juga yang disebut Risiko Likuidasi, yaitu perusahaan yang sahamnya dimiliki dinyatakan bangkrut oleh pengadilan atau perusahaan tersebut dibubarkan. Informasi mengenai harga saham dimasa yang akan datang dari suatu perusahaan menjadi suatu hal yang sangat dibutuhkan oleh pelaku pasar, cara untuk mengetahuinya adalah dengan melakukan peramalan pada harga saham tersebut.

Peramalan pada harga saham memiliki tujuan untuk mengembangkan metode dan model yang efektif dalam memprediksi pergerakan harga saham di masa depan. Dalam

lingkungan pasar yang dinamis dan kompleks, peramalan harga saham dapat memberikan wawasan berharga bagi investor, pedagang, dan lembaga keuangan dalam pengambilan keputusan investasi yang lebih baik.

Pada penelitian [1] menemukan bahwa ARIMA memiliki kapasitas yang sangat baik untuk memperkirakan nilai masa depan saham dalam jangka pendek. Berbeda dari penelitian sebelumnya penelitian yang dilakukan [2] yang berjudul "Pemodelan Harga Saham Menggunakan Model ARIMA-GARCH" ia menemukan bahwa peramalan dengan model ARIMA-GARCH terbukti lebih baik daripada menggunakan hanya model ARIMA karena plot data ramalan sudah hampir mengikuti pola data aktual. Penelitian yang dilakukan oleh [3] menemukan bahwa model ARIMA-GARCH dapat menghilangkan masalah heteroskedastisitas juga dapat memberikan peramalan yang baik.

Saham

Saham (*stock*) adalah tanda penyertaan atau kepemilikan seseorang atau badan dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas. Saham berwujud

selembar kertas yang menerangkan bahwa pemilik kertas adalah pemilik perusahaan yang menerbitkan surat berharga tersebut. Porsi kepemilikan ditentukan oleh seberapa besar penyertaan yang ditanamkan di perusahaan tersebut [4]. Saham merupakan salah satu yang banyak diminati oleh para investor di Bursa Efek (Stock exchange) [5].

Investasi

Dunia investasi penuh dengan ketidakpastian dan akan selalu ada perubahan yang tak terduga. Seorang investor profesional sekalipun belum tentu bisa mengelak dari kondisi tersebut. Karena itu, siapapun yang berani terjun ke dunia investasi ini adalah orang-orang yang berani mengambil resiko [6].

Pengelolaan dana secara baik dan benar yang dilakukan saat ini dengan harapan memperoleh keuntungan dimasa mendatang disebut investasi. Investasi dapat berupa tanah, emas batang, deposito, reksadana, saham dan obligasi.

PT Adhi Karya (Persero) Tbk (ADHIJK)

PT Adhi Karya (Persero) Tbk adalah sebuah perusahaan konstruksi yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia. "PT" adalah singkatan dari Perseroan Terbatas, yang menunjukkan bahwa perusahaan ini adalah sebuah entitas hukum yang terpisah dari pemiliknya. "Adhi Karya" adalah nama perusahaan, sedangkan "Tbk" merupakan singkatan dari "Terbuka," menandakan bahwa perusahaan ini adalah perusahaan publik yang sahamnya dapat diperdagangkan di bursa saham.

Adhi Karya didirikan pada tahun 1960 dan sekarang berkantor pusat di Jakarta, Indonesia dan telah menjadi salah satu perusahaan konstruksi terbesar di Indonesia. Sebagai perusahaan milik negara, Adhi Karya memiliki peran penting dalam pengembangan infrastruktur di Indonesia. Perusahaan ini terlibat dalam berbagai proyek infrastruktur, termasuk pembangunan jalan, jembatan, kereta api, bandara, pelabuhan, gedung, dan proyek sipil lainnya.

Sebagai perusahaan yang terdaftar di bursa saham, saham PT Adhi Karya Tbk dapat diperdagangkan oleh investor di pasar modal. Informasi terkini mengenai perusahaan ini dapat ditemukan melalui laporan keuangan, pengumuman resmi, dan sumber-sumber berita terpercaya. Perusahaan ini sebelumnya bernama PN Adhi Karya dan berubah nama menjadi PT Adhi Karya (Persero) Tbk pada tahun 1974.

Forecasting (Peramalan)

Peramalan dapat diklasifikasikan berdasarkan horizon atau periode waktu masa depan yang melingkupinya yang disesuaikan dengan tujuan bisnis atau organisasi [7].

Peramalan dibuat untuk meminimumkan pengaruh ketidakpastian. Peramalan memperhitungkan secara objektif data di masa lalu untuk kebutuhan di masa mendatang. Sehingga dapat disimpulkan bahwa

peramalan adalah gambaran tentang keadaan sebuah tren di masa mendatang, sehingga sangat bermanfaat untuk memprediksi strategi yang harus diambil untuk menghadapi situasi yang tidak terduga. Adanya peramalan dapat memberikan kesiapan lebih dengan mengantisipasi peristiwa - peristiwa yang tidak sesuai dengan tujuan.

Analisis Runtun Waktu (Time Series)

Model Autoregressive (AR)

Model *Autoregressive* akan menyatakan suatu ramalan sebagai fungsi nilai-nilai sebelumnya dari *time series* tertentu yang menghubungkan nilai-nilai sebelumnya dari time lag (selang waktu). Secara umum model autoregressive (AR) didefinisikan [8]:

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

Model Moving Average (MA)

Model *Moving Average* adalah hubungan yang menyatakan nilai saat ini dari galat (white noise) pada waktu sebelumnya. Bentuk umum dari Moving Average MA (q) adalah [8]:

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

Model Autoregressive Moving Average (ARMA)

Model ini merupakan gabungan dari *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA), sehingga persamaan umum dari ARMA (p,q) dapat ditulis [8]:

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

Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Model ARIMA ini diperkenalkan oleh ahli statistik George Box dan Gwilym Jenkins dalam buku mereka "Analisis Rangkaian Waktu". Model ARIMA merupakan model yang dilakukan pada data stasioner atau data yang di *differencing* sehingga data telah stasioner. Model ini merupakan gabungan dari model ARMA dan proses differencing. Secara umum model ARIMA (p,1,q) untuk suatu data time series Y_t adalah sebagai berikut [8]:

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

Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (ARCH)

Pada tahun 1982, Engle memperkenalkan model *Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*. Penggunaan model ARCH pada data runtun waktu yang mengalami heteroskedastisitas akan sangat berperan dalam meningkatkan efisiensi. Berikut merupakan persamaan model ARCH [9]:

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

Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (GARCH)

GARCH adalah kepanjangan dari *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* yang sebagai bentuk pengembangan dari ARCH oleh Bollerslev pada tahun 1986. Jika uji efek ARCH signifikan untuk suatu runtun waktu, maka model ARCH dapat diestimasi dan sekaligus diperoleh estimasi volatilitas σ_t berdasarkan informasi masa lampau. Dalam praktek sering diperoleh banyaknya lag p yang cukup besar, sehingga banyaknya parameter yang diestimasi dalam model juga cukup besar. Persamaan model GARCH dapat ditulis sebagai berikut [10]:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_p \sigma_{t-p}^2 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2$$

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2022 sampai bulan Juni 2023 di Rumah Peneliti dan di Laboratorium Komputer Dasar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dari harga saham penutupan harian PT Adhi Karya (Persero) Tbk. selama 3 tahun terakhir dari tahun 2020 sampai tahun 2023. Pada penelitian ini data diperoleh dari website Yahoo Finance (finance.yahoo.com).

Tahapan Prosedur Pendugaan Model ARCH-GARCH

Adapun tahapan prosedur dalam penerapan model ARIMA-GARCH adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan data
2. Pembuatan plot series data harga saham PT Adhi Karya (Persero) Tbk (ADHI.JK).
3. Uji stasioner data
4. Identifikasi model ARIMA dan Penafsiran parameter
5. Estimasi model ARIMA
6. Identifikasi efek ARCH – GARCH (heteroskedastisitas)
7. Estimasi model ARIMA-GARCH
8. Evaluasi model ARIMA-GARCH
9. Peramalan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Plot Data Perkembangan Harga Bawang Putih

Berdasarkan plot data harga saham harian PT Adhi Karya (Persero) Tbk dari bulan Januari 2020 sampai Januari 2023 terlihat bahwa harga berfluktuasi dan terjadi tren kenaikan harga pada kuartal 4 tahun 2020 sampai pada kuartal 1 tahun 2021 yaitu mencapai Rp.1.870,00 pada 15 Januari 2021, ini menjadi harga tertinggi dari data yang digunakan pada penelitian ini. Harga saham harian PT Adhi Karya periode Januari 2020 sampai Januari 2023 dapat dilihat pada grafik yang disajikan pada Gambar 1:



Gambar 1. Plot harga penutupan saham harian PT Adhi Karya (Persero) Tbk

Dari Gambar 1 terlihat harga saham terendah adalah pada 24 Maret 2020 dengan harga Rp.386,00 da harga tertinggi pada 15 Januari 2021 dengan harga Rp.1.870,00 dengan rata-rata harga Rp.844,09.

Uji Kestasioneran Data Uji Akar Unit (unit root test)

Tabel 1. Uji Akar Unit harga saham pada level

Null Hypothesis: ADHI has a unit root Exogenous: Constant Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=19)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.383578	0.5914
Test critical values:		
1% level	-3.439032	
5% level	-2.865262	
10% level	-2.568808	

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

Hasil uji akar unit dapat dilihat dari nilai *p-value* berdasarkan uji hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Harga saham Adhi Karya memiliki akar unit (data tidak stasioner)

H_1 : Harga saham Adhi Karya tidak memiliki akar unit (data stasioner)

α : 0,05

Berdasarkan uji ADF yang ditunjukkan pada Tabel 1 diperoleh bahwa data harga saham PT Adhi Karya tidak stasioner karena data tersebut memiliki nilai *prob* > 0,05 dengan nilai prob 0,5914 artinya terima H_0 sehingga perlu dilakukan proses pembedaan (*differencing*).

Tabel 2. Uji Akar Unit harga saham pada 1stdifference

Null Hypothesis: D(ADHI) has a unit root Exogenous: Constant Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=19)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-24.66420	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.439044	
5% level	-2.865267	
10% level	-2.568811	

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

Berdasarkan proses *differencing* dengan menggunakan uji ADF pada data harga penutupan saham harian PT Adhi Karya (Persero) Tbk yang ditunjukkan pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa data

tersebut sudah stasioner pada tingkat 1^{st} difference, dibuktikan dengan hasil output yang menunjukkan nilai *prob* kurang dari 0,05 artinya tolak H_0 .

Identifikasi Model ARIMA

Dengan melihat hasil correlogram ACF dan PACF pada menunjukkan bahwa pada correlogram ACF terjadi perpotongan pada lag 1 dan pada correlogram PACF terjadi perpotongan pada lag 1 juga, artinya model ARIMA dengan AR(p) pada lag 1 dan model ARIMA dengan MA(q) pada lag 1 juga dengan proses 1 kali perbedaan. Sesuai dengan bentuk umum ARIMA(p,d,q) maka model ARIMA yang akan diestimasi adalah model ARIMA(1,1,0), ARIMA(0,1,1), dan model ARIMA(1,1,1).

Estimasi Model ARIMA

Setelah mendapatkan model ARIMA yang akan diestimasi, 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. Rekapitulasi AIC Masing-masing Model Harga Saham Adhi Karya

MODEL	AIC
ARIMA (1,1,0)	9,743534
ARIMA (1,1,1)	9,743288
ARIMA (0,1,1)	9,741993

Berdasarkan kandidat model yang ada pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa model yang memiliki nilai *Akaike's Info Criterion* (AIC) paling kecil adalah pada model ARIMA dengan orde (1,1,1) dengan nilai AIC sebesar 9,741993. Sehingga model ini merupakan hasil identifikasi model terbaik yang akan diterapkan pada tahap selanjutnya.

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

Tabel 4. Hasil estimasi model ARIMA(1,1,1)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.984739	1.261291	-0.780739	0.4352
AR(1)	-0.690817	0.084725	-8.153650	0.0000
MA(1)	0.772464	0.077919	9.913618	0.0000
SIGMASQ	985.5246	29.37600	33.54863	0.0000
R-squared	0.012646	Mean dependent var		-0.985014
Adjusted R-squared	0.008589	S.D. dependent var		31.61501
S.E. of regression	31.47896	Akaike info criterion		9.741993
Sum squared resid	723375.1	Schwarz criterion		9.767053
Log likelihood	-3571.311	Hannan-Quinn criter.		9.751659
F-statistic	3.116653	Durbin-Watson stat		1.964156
Prob(F-statistic)	0.025593			

$$Y_t - Y_{t-1} = \mu + \phi_1(Y_{t-1} - Y_{t-2}) - \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-2} - \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$Y_t = -0,984739 + 0,309183Y_{t-1} - 0,690817Y_{t-2} - 0,772463\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

Identifikasi Efek Heteroskedastik

Salah satu model time series yang mengizinkan adanya heteroskedastik (variansi berubah-ubah untuk setiap waktu-t) adalah model *Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (ARCH) [11].

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan melalui uji ARCH-LM menghasilkan nilai *prob chi-square* < 0,05 dengan nilai 0,0000 dapat disimpulkan bahwa data harga saham PT Adhi Karya (Persero) Tbk dengan model ARIMA(1,1,1) mengandung unsur heteroskedastik, maka akan dilanjutkan dengan estimasi model ARIMA-GARCH.

Estimasi Model ARIMA-GARCH

Terdapat dua dugaan model yang akan dilakukan estimasi berdasarkan plot ACF dan PACF yaitu GARCH(1,0) dan GARCH(1,1) kemudian dipilih model GARCH yang paling signifikan berdasarkan nilai AIC terkecil antara kedua model tersebut.

Tabel 5. Rekapitulasi AIC pada Model GARCH Harga Saham Adhi Karya

Model	AIC
ARIMA(1,1,1) GARCH(1,0)	9,567111
ARIMA(1,1,1) GARCH(1,1)	9,367278

Nilai AIC pada model ARIMA (1,1,1) - GARCH(1,1) sebesar 9,367278 lebih rendah dibandingkan nilai AIC pada model ARIMA(1,1,1) yaitu sebelum ditambahkan model GARCH dengan nilai AIC 9,741993. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan model GARCH untuk data yang mengalami heteroskedastik adalah tepat. Didapatkan output sebagai berikut dari hasil analisis menggunakan perangkat lunak komputer:

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

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-1.648923	0.972117	-1.696219	0.0898
AR(1)	-0.427132	0.171249	-2.494215	0.0126
MA(1)	0.565503	0.151009	3.744833	0.0002
Variance Equation				
C	19.84686	4.099587	4.841186	0.0000
RESID(-1)^2	0.105151	0.016102	6.530276	0.0000
GARCH(-1)	0.873947	0.016458	53.10238	0.0000
R-squared	0.008536	Mean dependent var		-0.993179
Adjusted R-squared	0.005820	S.D. dependent var		31.63583
S.E. of regression	31.54363	Akaike info criterion		9.367278
Sum squared resid	726350.6	Schwarz criterion		9.404908
Log likelihood	-3427.107	Hannan-Quinn criter.		9.381793
Durbin-Watson stat	2.083940			

Setelah ditemukan model GARCH terbaik yaitu model GARCH(1,1) maka didapatkan persamaan ARIMA-GARCH sebagai berikut:

$$Y_t = -1,648923 + 0,572868Y_{t-1} + 0,427132Y_{t-2} - 0,565503\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

dengan

$$\sigma_t^2 = 19,84686 + 0,105151\varepsilon_{t-1}^2 + 0,873947\sigma_{t-1}^2$$

Evaluasi Model ARIMA-GARCH

Dilakukan kembali pengujian ARCH-LM untuk melihat apakah data harga saham PT Adhi Karya (Persero) Tbk masih memiliki unsur heteroskedastik atau tidak. Dari hasil pengujian kembali uji ARCH-LM pada model ARIMA(1,1,1)-GARCH(1,1) diketahui bahwa nilai probability *chi-square* > 0,05 dengan nilai 0,4128. Hal ini menunjukkan bahwa pada model ARIMA(1,1,1)-GARCH(1,1) sudah tidak memiliki unsur heteroskedastik sehingga dapat dilakukan peramalan.

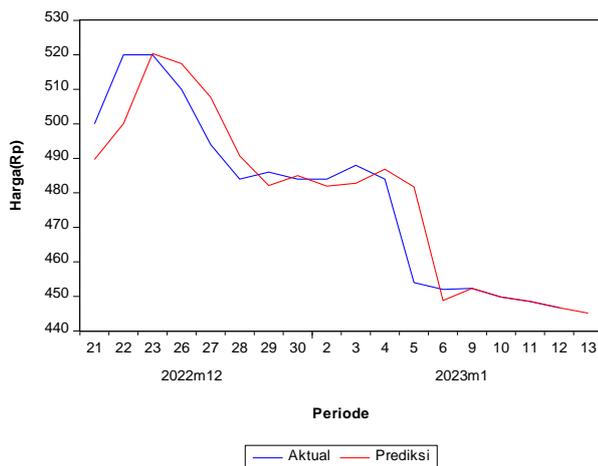
Peramalan (forecasting)

Pada tahap terakhir akan dilakukan peramalan. Untuk hasil prediksi harga saham penutupan PT Adhi Karya (Persero) Tbk yang didapatkan adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Prediksi Harga Saham ADHI

Periode	Aktual (Rp)	Prediksi (Rp)
02 Januari 2023	484.00	481.94
03 Januari 2023	488.00	482.81
04 Januari 2023	484.00	486.87
05 Januari 2023	454.00	481.73
06 Januari 2023	452.00	448.78
09 Januari 2023		452.32
10 Januari 2023		449.83
11 Januari 2023		448.54
12 Januari 2023		446.74
13 Januari 2023		445.15

Tabel 7 menunjukkan hasil prediksi pada periode lima hari selanjutnya dari data aktual harga saham penutupan PT Adhi Karya (Persero) Tbk yaitu mulai dari 09 Januari 2023 sampai 13 Januari 2023.



Gambar 2. Grafik prediksi harga saham penutupanADHI

Gambar 2 menunjukkan grafik prediksi harga saham mulai tanggal 21 Desember 2022 sampai 13 Januari 2023. Gambar 2 menunjukkan grafik data prediksi yang hampir mendekati grafik data aktual, ini menunjukkan bahwa hasil peramalan ini merupakan hasil peramalan yang baik.

4. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan nilai AIC yang terkecil diantara beberapa model, didapatkan persamaan dari model ARIMA(1,1,1) – GARCH(1,1) yaitu sebagai berikut:

$$Y_t = -1,648923 + 0,572868Y_{t-1} + 0,427132Y_{t-2} - 0,565503\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

dengan

$$\sigma_t^2 = 19,84686 + 0,105151\varepsilon_{t-1}^2 + 0,873947\sigma_{t-1}^2$$

dimana hasil peramalan pada periode 09 Januari 2023 sampai 13 Januari 2023 sebagai berikut, Rp.452.32, Rp.449.83, Rp.448.54, Rp.446.74, dan Rp.445.15.

REFERENSI

- [1] Mustafa A., Anjum I., Hassan Z. (2018). Forecasting Stock Prices through Univariate ARIMA Modeling. *NUML International Journal of Business & Management*. 13: 130-143.
- [2] Fitriyah, 2012. Pemodelan Harga Saham Menggunakan Model ARIMA-GARCH. [skripsi]. Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [3] Yolanda, N. B., Nainggolan, N., Komalig, H. A. H., 2017. Penerapan Model ARIMA-GARCH Untuk Memprediksi Harga Saham Bank BRI. *Jurnal MIPA Unsrat Online*. 6:92-96.
- [4] Darmadji, T, dan Hendy M. Fakhruddin. 2006, Pasar Modal di Indonesia Pendekatan Tanya Jawab Edisi-2. Salemba Empat. Jakarta.
- [5] Mokolang, G., Langi, A. R., Mananohas, M. L., 2021. Prediksi Harga Saham Kimia Farma dan Saham Netflix di Era New Normal Menggunakan Model Autoregressive Integrated Moving Average. *Jurnal de Cartesian*. 11: 23-31.
- [6] Ryan, F. W. 2014. Investasi Saham Ala Swing Trader Dunia. Anggota IKAPI, Jakarta.
- [7] Rachmad, R., 2018. Penerapan Metode Moving Average dan Exponential Smoothing pada Peramalan Produksi Industri Garment 10. **5**: 211-220.
- [8] Cryer, J. D, and Chan, K. S. 2008. Time Series Analysis with Applications in R. New York: Spring Street.
- [9] Engle, R.F. 1982. Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with estimates of the Variance of United Kingdom Infatio. *Journal of econometrica*. **50**:987-1007.
- [10] Bollerslev, T. 1896. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of econometrics*. **31**:307-327.
- [11] Nainggolan, N. 2009. *Model Time Series Heteroskedastik*. Unpad Press. Bandung.

Stievio Talumewo (viotlmwo1@gmail.com)



Lahir di Tempang, Sulawesi Utara pada tanggal 12 Januari 2002. Menempuh pendidikan tinggi Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Sam Ratulangi Manado. Tahun 2023 adalah tahun terakhir ia menempuh studi. Makalah ini merupakan hasil penelitian skripsinya yang dipublikasikan.

Nelson Nainggolan (n-nelson@unsrat.ac.id)



Lahir di Tapanuli Utara tanggal 9 Maret 1967. Gelar sarjana pendidikan Matematika diperoleh tahun 1992 di FMIPA IKIP Negeri Medan. Tahun 1996 menyelesaikan studi S2, di jurusan Matematika ITB Bandung. Tahun 2011 menyelesaikan studi S3 pada bidang Matematika di Universitas Padjadjaran Bandung.

Saat ini menjadi pengajar akademik tetap di jurusan Matematika FMIPA Unsrat Manado.

Yohanes A. R. Langi (varlangi@gmail.com)



Lahir di Jakarta pada tanggal 13 Juni 1970. Pada tahun 1994 mendapatkan gelar Sarjana Sains (S.Si) yang diperoleh dari Universitas Kristen Indonesia-Tomohon. Gelar Magister Sains diperoleh dari Institut Pertanian Bogor pada tahun 2007. Ia bekerja di UNSRAT di Program Studi Matematika sebagai pengajar

akademik tetap UNSRAT.