
Analisis Volatilitas Harga Saham Sekor Minyak dan Gas di Indonesia pada Masa Pandemi Covid-19 dengan Metode ARIMA-GARCHNanda Septiana⁽¹⁾, Primadina Hasanah⁽²⁾, Annisa Rahmita Soemarsono⁽³⁾

Institut Teknologi Kalimantan

Jl. Soekarno-Hatta Km. 15, Karang Joang Telp. (0542) 8530800 Balikpapan 76127

e-mail: nanda18septiana@gmail.com, primadina@lecturer.itk.ac.id, dan annisarahmitas@lecturer.itk.ac.id

ABSTRAK

Pandemi Covid-19 memberi dampak yang signifikan terhadap berbagai sektor industri di Indonesia salah satunya saham sektor pertambangan Minyak Mentah dan Gas Bumi (MIGAS). Hal ini ditunjukkan pada penurunan harga minyak yang turun di bawah \$40 USD dan aktivitas eksplorasi di Indonesia menurun lebih dari 40% dibanding sebelum pandemi Covid-19. Selama pandemi, harga saham sektor pertambangan MIGAS mengalami volatilitas yang cukup tinggi sehingga cukup meresahkan sektor investasi di Indonesia. Volatilitas merupakan naik turunnya harga saham atau sekuritas dalam kurun waktu tertentu. Oleh karena itu, diperlukan suatu prediksi volatilitas harga saham sektor pertambangan MIGAS agar mampu memberikan informasi terhadap investor untuk melakukan manajemen portofolio. Pada penelitian ini, dianalisis volatilitas harga saham empat perusahaan pertambangan MIGAS, yaitu PT. Apexindo Pratma Duta (APEX), PT. Elnusa (ELSA), PT. Medco Energi Internasional (MEDC), dan PT. Radiant Utama Interinsco (RUIS) pada tanggal 01 Maret 2020 - 28 Februari 2021 dengan metode ARIMA-GARCH. ARIMA-GARCH merupakan metode analisis data dengan memodelkan suatu data stasioner dengan model *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA) yang memiliki gejala heteroskedastisitas pada model ARIMA. Pada proses analisis, digunakan RStudio dengan pembentukan model ARIMA dilakukan terlebih dahulu kemudian dilanjutkan pembentukan model ARIMA-GARCH jika model ARIMA terdapat gejala heteroskedastisitas. Hasil dari penelitian ini, pada saham APEX, ELSA, dan RUIS terdapat gejala heteroskedastisitas pada model ARIMA dan didapatkan model ARIMA(0,1,1)GARCH(1,1) untuk perusahaan APEX, ELSA dan RUIS serta model ARIMA(4,1,4) untuk perusahaan MEDC. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh bahwa terdapat asumsi autokorelasi, normalitas, dan heteroskedastisitas yang belum terpenuhi pada uji diagnostik. Nilai MAPE untuk APEX, ELSA, MEDC, dan RUIS, yaitu 67.32667%, 42.49374%, 5.269889%, dan 4.113383%. Dari hasil akurasi peramalan yang didapatkan, terdapat nilai MAPE di atas 10%, yaitu pada model APEX dan ELSA sehingga model tersebut belum dapat dikatakan baik untuk peramalan.

Kata kunci : ARIMA, GARCH, Volatilitas Harga Saham**ABSTRACT**

The Covid-19 pandemic has significant impact on various industrial sectors in Indonesia, one of them is the Crude Oil and Natural Gas (Oil and Gas) stocks. The impact was showed by the conditional of oil prices that have fallen below \$40 USD and exploration activities in Indonesia has decreased by more than 40% compared by condition before the pandemic. During the pandemic the stock price of Oil and Gas mining sector have experienced high volatility which is confusing the investement sectors in Indonesia. Volatility is the fluctuation of stocks over a certain period of time. Therefore, a prediction of stock price volatility in oil and gas mining sectors is needed in order to provide information for the investors to manage their portofolio. In this study, the stock prices volatility of four oil and gas companies was analyzed, namely PT. Apexindo Pratma Duta (APEX), PT. Elnusa (ELSA), PT. Medco Energi Internasional (MEDC), and PT. Radiant Utama Interinsco (RUIS) on 01 March 2020 - 28 February 2021 using the ARIMA-GARCH method. ARIMA-GARCH is a data analysis method by modeling stationary data with Autoregressive (AR) and Moving Average (MA) models which have heteroscedasticity in the ARIMA model. In the analysis process, Rstudio is used with the formation of the ARIMA was conducted first then it is

continue by the ARIMA-GARCH model if the ARIMA model has the heteroscedasticity. The results of this study, have obtained the ARIMA(0,1,1)GARCH(1,1) model for APEX, ELSA and RUIS and the ARIMA(4,1,4) model for MEDC. Based on the results, it is found that there were autocorrelation, normality, and heteroscedasticity the residual that have not been met in the diagnostic test. MAPE values for APEX, ELSA, MEDC, and RUIS were 67.32667%, 42.49374%, 5.269889%, and 4.113383%. From the results of forecasting accuracy obtained that were MAPE value above 10%, namely in APEX and ELSA models so that the model is not suggested for the forecasting.

Keywords : ARIMA, GARCH, Stock Price Volatility.

1. PENDAHULUAN

Banyak sektor yang terpuuk pada saat Covid-19 mewabah di Indonesia. Sektor pertambangan khususnya pertambangan Minyak Mentah dan Gas Bumi (MIGAS) dilihat dari penurunan harga minyak yang turun di bawah \$40 USD dan aktivitas eksplorasi di Indonesia menurun lebih dari 40% dibanding sebelum pandemi Covid-19. Menurut Menteri Keuangan Republik Indonesia, sektor manufaktur dan pertambangan minyak mentah dan gas bumi terpuuk saat Covid-19, di mana permintaan menurun sangat signifikan. Hal ini berimbas pada penurunan saham pada pertambangan minyak mentah dan gas bumi (Widyastuti dan Hanan, 2020).

Menurut Organisasi untuk Kerja sama dan Pembangunan Ekonomi atau *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD), Covid-19 berpotensi menimbulkan krisis ekonomi dunia. Terbukti dengan adanya wabah virus ini telah memukul berbagai bidang ekonomi yang membawa dampak yang signifikan terhadap perdagangan di bursa. Penurunan dan peningkatan permintaan jasa berbanding lurus dengan rendah tingginya harga saham yang nantinya akan berimbas pada penurunan atau peningkatan harga saham (Darmayanti dkk., 2020). Hal ini yang disebut juga volatilitas harga saham. Volatilitas harga saham menggambarkan fluktuasi atau naik turun pada harga saham sehingga akan menunjukkan risiko pada investor (Raneo dkk., 2018).

Volatilitas tinggi menunjukkan bahwa harga saham naik dan turun dengan range yang besar. Sedangkan volatilitas rendah menunjukkan bahwa harga saham cenderung konstan atau jarang berubah. Hal ini ditunjukkan dengan turunnya harga saham perusahaan sektor pertambangan MIGAS pada awal maret yang merupakan awal mula Covid-19 menyebar di Indonesia yang mengalami volatilitas yang cukup tinggi, yaitu pada PT. Apexindo Pratama Duta Tbk (APEX) dan PT. Elnusa Tbk (ELSA) dari harga saham mencapai Rp.300 per lembar kemudian turun mejadi Rp.100 per lembar, PT. Medco Energi Internasional

(MEDC) dari Rp. 700 per lembar turun menjadi Rp. 500 per lembar, dan PT. Radiant Utama Interinsco (RUIS) dari Rp. 200 per lembar menjadi Rp.100 per lembar. Para investor menyukai saham yang memiliki volatilitas tinggi, karena dapat memungkinkan mereka memperoleh keuntungan yang besar dalam waktu yang singkat tetapi hal ini juga dapat mengakibatkan kerugian yang cukup besar. Cara untuk menghindari hal tersebut maka dibutuhkan model yang tepat untuk memprediksi volatilitas harga saham.

Beberapa penelitian sebelumnya, menganalisis volatilitas saham dengan metode dan studi kasus lain. Contoh penelitian sebelumnya mengenai model ARIMA-GARCH oleh Natsya Bella Yolanda dkk. pada tahun 2017, yaitu penerapan model ARIMA-GARCH untuk memprediksi harga saham Bank BRI. ARIMA-GARCH sendiri merupakan metode analisis data dengan memodelkan suatu data stasioner dengan model *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA) yang memiliki gejala heteroskedastisitas pada model ARIMA. Digunakan metode ARIMA-GARCH karena pada hal volatilitas harga saham tidak terlepas dari gejala heteroskedastisitas, dimana data tersebut memiliki varian yang tidak konstan. Maka dari itu digunakan metode ARIMA-GARCH untuk mengatasi gejala heteroskedastisitas. Pada penelitiannya didapatkan kesimpulan bahwa model ARIMA-GARCH untuk prediksi harga saham BRI, yaitu ARIMA(2,1,1)GARCH(2,2) dengan nilai R^2 sebesar 99.91%, di mana model dikatakan baik dalam memprediksi harga saham BRI.

Pada penelitian ini, dikaji mengenai analisis volatilitas harga saham sektor pertambangan minyak mentah dan gas bumi di Indonesia pada masa Covid-19. Studi kasus yang diambil, yaitu PT. Apexindo Pratama Duta Tbk (APEX), PT. ElnusaTbk (ELSA), PT. Medco Energi Internasional Tbk (MEDC), dan PT. Radiant Utama Interinsco Tbk (RUIS). Pada langkah analisis, terdapat unsur heteroskedastisitas pada pembentukan model ARIMA sehingga digunakan metode ARIMA-GARCH. Berdasarkan hasil

analisis, diperoleh ARIMA-GARCH terbaik untuk peramalan dengan nilai eror yang kecil. Maka dari itu, pada penelitian ini akan dianalisis tentang harga saham sektor pertambangan MIGAS, yaitu perusahaan APEX, ELSA, MEDC, dan RUIS pada masa Covid-19 dengan metode ARIMA-GARCH.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, akan dibentuk model ARIMA-GARCH dimana model tersebut secara umum dinyatakan sebagai berikut:

A. Model ARIMA

$$\phi_p(B)(1 - B)^d Y_t = \theta_q(B)e_t$$

dengan

$$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p),$$

$$\theta_q(B) = (1 + \theta_1 B + \theta_2 B^2 + \dots + \theta_q B^q)$$

di mana p merupakan orde AR, q merupakan orde MA, d merupakan orde differencing, ϕ_p merupakan parameter AR, θ_q parameter MA, e_t merupakan nilai residual, dan B merupakan operator *backshift*. Sebagai contoh dalam pembentukan persamaan model ARIMA, yaitu pada model ARIMA(1,1,1) sebagai berikut:

$$(1 - \phi_1 B)(1 - B)Y_t = (1 + \theta_1 B)e_t$$

$$(1 - B - \phi_1 B + \phi_1 B^2)Y_t = e_t + \theta_1 B e_t$$

$$Y_t - B Y_t - \phi_1 B Y_t + \phi_1 B^2 Y_t = e_t + \theta_1 B e_t$$

$$Y_t = B Y_t + \phi_1 B Y_t - \phi_1 B^2 Y_t + \theta_1 B e_t + e_t$$

$$Y_t = Y_{t-1} + \phi_1 Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-2} + \theta_1 B e_t + e_t$$

Berdasarkan Persamaan diatas, didapatkan persamaan matematis dari model ARIMA(1,1,1).

B. Model GARCH

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

$$\beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_q \sigma_{t-q}^2$$

dengan σ_t^2 merupakan variabel varian residual pada waktu t , α_0 merupakan konstanta, α_p koefisien ARCH pada orde ke- p , dan e_{t-1}^2 merupakan residual kuadrat pada waktu $t - p$, β_q koefisien GARCH pada orde ke- q , dan σ_{t-q}^2 merupakan variabel varian residual pada waktu $t - q$.

Pada penelitian ini data yang digunakan dalam adalah data *daily closed price* atau harga saham penutupan harian dari 4 perusahaan sektor pertambangan MIGAS di Indonesia dan terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI), yaitu yaitu PT. Apexindo Pratama Duta Tbk (APEX), PT. ElnusaTbk (ELSA), PT. Medco Energi Internasional Tbk (MEDC), dan PT. Radiant Utama Interinsco Tbk (RUIS). Data ini dapat diakses dari situs web www.finance.yahoo.com dimana data yang diambil yaitu pada periode

pandemi Covid-19 di Indonesia mulai tanggal 1 Maret 2020 sampai dengan 28 Februari 2021.

Langkah analisis dimulai dengan plot *time series* dan menghitung statistik deskriptif harga saham masing-masing perusahaan, langkah berikutnya dilakukan uji stasioneritas, yaitu stasioner terhadap mean dengan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) dan stasioner terhadap varian dengan melihat nilai lambda dari plot *Box-Cox* di mana jika lambda tidak bernilai 1 maka akan dilakukan transformasi *Box-Cox*. Data yang telah stasioner akan dilihat *Correlogram* ACF dan PACF yang digunakan untuk pendugaan orde ARIMA. Berdasarkan pendugaan orde ARIMA, dilakukan uji signifikansi parameter terhadap orde pendugaan dan orde yang telah *overfitting*. Model terbaik dipilih berdasarkan nilai *Mean Absolut Percentage Error* (MAPE) terkecil.

Pada model ARIMA terbaik diuji apakah terdapat gejala heteroskedastisitas dengan uji ARCH-LM. Jika terdapat gejala heteroskedastisitas maka akan dimodelkan dengan GARCH. Orde GARCH diperoleh dari *Correlogram* ACF dan PACF residual kuadrat dari model ARIMA. Selanjutnya dilakukan uji signifikansi dan uji diagnostik untuk model ARIMA-GARCH. Setelah didapatkan model terbaik maka dilakukan peramalan harga saham untuk 4 perusahaan dan dihitung akurasi peramalan dengan data aktual menggunakan MAPE.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Statistika Deskriptif

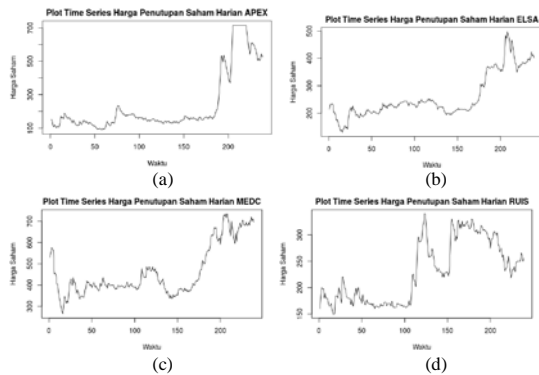
Pada penelitian ini, dilakukan statistika deskriptif untuk melihat karakteristik dari data harga penutupan saham (2020-2021). Hasil statistika deskriptif pada masing masing 4 perusahaan dapat dilihat dari Tabel 1.

Tabel 1. Statistika deskriptif

	APEX	ELSA	MEDC	RUIS
N	239	239	239	239
Mean	239	259.07	462.88	230.70
SD	185.62	81.418	119.85	58.415
Median	157	230	408	228
Min	89	129	264.12	150
Max	157	498	735	340

Ukuran statistika deskriptif dari 4 perusahaan ditampilkan pada Tabel 1. yang meliputi jumlah data, rata-rata, standar deviasi, median, nilai minimum, dan nilai maksimum. Pada statistika deskriptif, digunakan harga penutupan saham

harian dari tanggal 01 Maret 2020 sampai 28 Februari 2021. Pada statistika deskriptif, dapat dikatakan bahwa terjadi fluktuasi harga penutupan saham harian pada masing-masing 4 perusahaan. Untuk melihat lebih jelas, berikut plot *time series* harga penutupan saham untuk masing-masing 4 perusahaan.



Gambar 1. Plot *Time Series* harga penutupan saham harian (a) APEX, (b) ELSA, (c) MEDC, (d) RUIS

Berdasarkan plot *time series*, dapat dilihat bahwa terdapat pola fluktuatif pada data harga penutupan saham harian 4 perusahaan. Pada Gambar 1, dapat dilihat juga terdapat pola trend pada harga saham ELSA, MEDC, dan RUIS. Sedangkan untuk harga saham APEX cenderung konstan. Harga saham pada 4 perusahaan sektor pertambangan minyak mentah dan gas bumi ini mengalami volatilitas yang cenderung tinggi dan dapat menimbulkan resiko untuk investor yang akan berinvestasi maupun yang telah berinvestasi di salah satu 4 perusahaan, yaitu APEX, ELSA, MEDC, dan RUIS.

B. Uji Stasioneritas

Berdasarkan plot data, terlihat bahwa data belum stasioner, masih terlihat naik turunnya atau fluktuatif dari data harga penutupan saham 4 perusahaan. Oleh karena itu, data harus distasionerkan baik dalam rata-rata maupun varian karena dalam metode ARIMA-GARCH data yang dianalisis harus stasioner. Langkah awal dalam uji stasioner, yaitu uji stasioner terhadap rata-rata. Pada uji stasioner terhadap rata-rata data diuji dengan uji ADF dengan hipotesis H_0 data belum stasioner dan taraf signifikansi $\alpha = 0.05$.

Tabel 2. Hasil uji ADF

Data	<i>p-value</i>	Kesimpulan
APEX	0.6826	Belum Stasioner

ELSA	0.4895	Belum Stasioner
MEDC	0.3498	Belum Stasioner
RUIS	0.5459	Belum Stasioner

Berdasarkan uji hipotesis untuk uji ADF tersebut didapatkan kesimpulan bahwa data harga penutupan saham harian 4 perusahaan belum stasioner terhadap rata-rata, sehingga dilakukan *differencing* atau proses diferensi agar data stasioner terhadap rata-rata. Setelah dilakukan *differencing*, maka dilakukan uji ADF kembali dari data yang sudah dilakukan *differencing*.

Tabel 3. Hasil uji ADF setelah *differencing*

Data	<i>p-value</i>	Kesimpulan
APEX	0.01	Stasioner
ELSA	0.01	Stasioner
MEDC	0.01	Stasioner
RUIS	0.01	Stasioner

Dapat dilihat uji hipotesis dari uji ADF didapatkan kesimpulan bahwa data stasioner. Selanjutnya dilakukan uji stasioner terhadap varian dengan melihat nilai lambda plot *Box-Cox*.

Tabel 4. Nilai lambda pada plot *Box-Cox*

Data	Nilai Lambda
APEX	0.552
ELSA	0.694
MEDC	1
RUIS	0.559

Dapat dilihat nilai lambda APEX, ELSA, dan RUIS tidak menunjukkan nilai 1 yang artinya belum stasioner terhadap varian, maka dari itu perlu adanya transformasi data di mana masing-masing data akan di transformasi karena nilai $\lambda \neq 0$ dan untuk MEDC tidak perlu ada transformasi data karena nilai lambda menunjukkan nilai 1. Transformasi *Box-Cox* sebagai berikut:

$$Y_{trans} = \frac{Y^\lambda - 1}{\lambda}, \lambda \neq 0 \tag{1}$$

$$Y_{trans} = \ln Y, \lambda = 0 \tag{2}$$

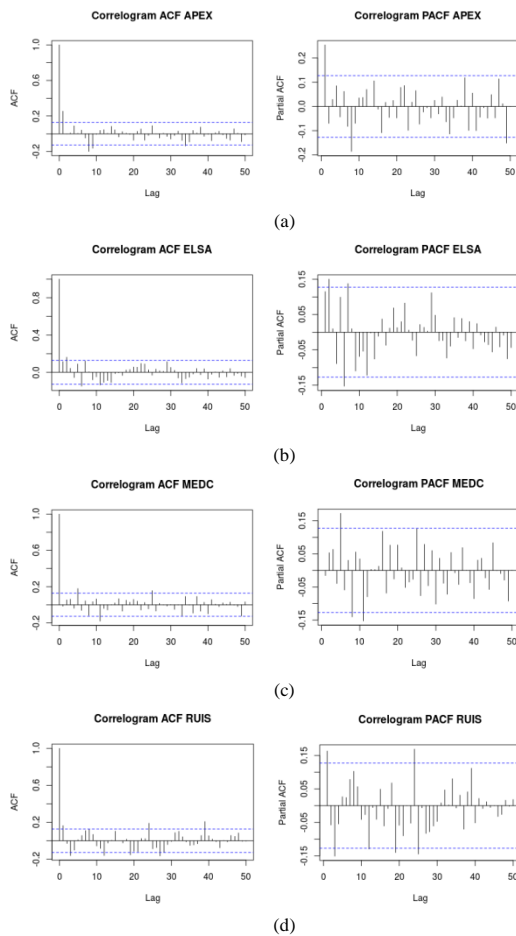
Dari persamaan (1) dan (2), untuk mengembalikan data transformasi ke data asli sebagai berikut

$$Y = ((\lambda \times Y_{trans}) + 1)^{1/\lambda}, \lambda \neq 0 \tag{3}$$

$$Y = e^{Y_{trans}} \quad , \lambda = 0 \quad (4)$$

C. Estimasi Model ARIMA

Pada estimasi model ARIMA(p,d,q) dilakukan dengan metode *maximum likelihood* dengan orde p,d, dan q dapat dilihat pada *correlogram* ACF dan PACF. Orde p merupakan orde AR yang dapat dilihat pada *correlogram* PACF, orde q merupakan orde MA dapat dilihat pada *correlogram* ACF, sedangkan orde d merupakan proses diferensi yang dilakukan pada pengolahan data. Berikut *correlogram* ACF dan PACF masing-masing perusahaan:



Gambar 2. Correlogram ACF dan PACF (a) APEX, (b) ELSA, (c) MEDC, (d) RUIS

Dalam pendugaan model dengan *correlogram* ACF dan PACF, masing-masing 4 perusahaan menunjukkan lag yang keluar batas atau *cut off*. Pada ACF APEX, terpotong pada lag 0 dan 1. Untuk PACF APEX terpotong pada lag 1. Sehingga pendugaan model ARIMA APEX, yaitu ARIMA(1,1,0) dan ARIMA(1,1,1). Pada ACF ELSA, terpotong pada lag 0 dan 2. Untuk PACF

ELSA terpotong pada lag 2. Sehingga pendugaan model ARIMA ELSA, yaitu ARIMA(2,1,0) dan ARIMA(2,1,2). Pada ACF MEDC, terpotong pada lag 0 dan 5. Untuk PACF MEDC terpotong pada lag 5. Sehingga pendugaan model ARIMA MEDC, yaitu ARIMA(5,1,0) dan ARIMA(5,1,5). Pada ACF RUIS, terpotong pada lag 0, 1, dan 3. Untuk PACF RUIS terpotong pada lag 1 dan 3. Sehingga pendugaan model ARIMA RUIS, yaitu ARIMA(1,1,0), ARIMA(1,1,1), ARIMA(1,1,3), ARIMA(3,1,0), ARIMA(3,1,1), dan ARIMA(3,1,3). Setelah didapatkan orde ARIMA dilakukan estimasi parameter untuk uji signifikan model pendugaan dan model *overfitting* dengan hipotesis H_0 model tidak signifikan. Hasil estimasi parameter dari model ARIMA APEX disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil estimasi parameter model ARIMA APEX

Model	Parameter	Coefficient	p-value	Signifikan
ARIMA (1,1,0)	AR(1)	0.4325	1.058×10^{-13}	Ya
	MA(1)	0.08872	0.529078	Tidak
ARIMA (0,1,1)	MA(1)	0.3902	4.02×10^{-14}	Ya
ARIMA (0,1,2)	MA(1)	0.4484	3.138×10^{-12}	Ya
	MA(2)	0.1508	0.01311	
ARIMA (2,1,1)	AR(1)	1.1940	8.869×10^{-8}	Ya
	AR(2)	-0.3676	0.0002049	
	MA(1)	-0.7447	0.0008888	

Berdasarkan Tabel 5, didapatkan bahwa terdapat dua model ARIMA APEX yang signifikan, yaitu ARIMA(1,1,0), ARIMA(0,1,1), ARIMA(0,1,2), dan ARIMA(2,1,1). Hasil estimasi parameter dari model ARIMA ELSA disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil estimasi parameter model ARIMA ELSA

Model	Parameter	Coefficient	p-value	Signifikan
ARIMA (2,1,0)	AR(1)	0.090300	0.16075	Tidak
	AR(2)	0.157438	0.01434	
ARIMA (2,1,2)	AR(1)	0.194984	0.6864	Tidak
	AR(2)	-0.061237	0.8347	
	MA(1)	-0.105692	0.8233	
	MA(2)	0.222783	0.3887	
ARIMA (1,1,0)	AR(1)	0.107595	0.0971	Tidak
ARIMA (1,1,1)	AR(1)	0.63339	0.0008306	Ya
	MA(1)	-0.51001	0.0138721	
ARIMA (2,1,1)	AR(1)	0.150528	0.60067	Tidak
	AR(2)	0.151192	0.03672	
	MA(1)	-0.061706	0.82979	
ARIMA (3,1,1)	AR(1)	-0.771282	2.862×10^{-13}	Ya
	AR(2)	0.225349	0.0049454	
	AR(3)	0.222413	0.0005866	
	MA(1)	0.873831	2.2×10^{-16}	
ARIMA (3,1,2)	AR(1)	-1.143860	2.2×10^{-16}	Ya
	AR(2)	-0.566170	3.421×10^{-7}	
	AR(3)	0.231352	0.000687	

	MA(1)	1.281005	2.2×10^{-16}	
	MA(2)	0.898268	2.2×10^{-16}	

Berdasarkan Tabel 6, didapatkan model yang signifikan, yaitu ARIMA(1,1,1), ARIMA(3,1,2), dan ARIMA(3,1,1). Hasil estimasi parameter dari model ARIMA MEDC disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil estimasi parameter model ARIMA MEDC

Model	Parameter	Coefficient	p-value	Signifikan
ARIMA (5,1,0)	AR(1)	-0.00026448	0.996687	Tidak
	AR(2)	0.03843147	0.547416	
	AR(3)	0.05247552	0.409665	
	AR(4)	-0.06355707	0.318549	
	AR(5)	0.19845796	0.003566	
ARIMA (5,1,5)	AR(1)	-0.603619	0.996687	Tidak
	AR(2)	-0.108925	0.547416	
	AR(3)	-0.558597	0.409665	
	AR(4)	0.010860	0.318549	
	AR(5)	0.701730	0.003566	
	MA(1)	0.737452	0.996687	
	MA(2)	0.144162	0.547416	
	MA(3)	0.660708	0.409665	
	MA(4)	0.047215	0.318549	
	MA(5)	-0.671001	0.003566	
ARIMA (1,1,0)	AR(1)	-0.0093016	0.8861	Tidak
ARIMA (1,1,1)	AR(1)	-0.025690	0.02619	Ya
	MA(1)	-0.981238	0.03838	
ARIMA (0,1,1)	MA(1)	-0.0084149	0.8916	Tidak
ARIMA (2,1,2)	AR(1)	1.163614	2.2×10^{-16}	Ya
	AR(2)	-0.970528	2.2×10^{-16}	
	MA(1)	-1.173293	2.2×10^{-16}	
	MA(2)	0.999935	2.2×10^{-16}	
ARIMA (4,1,4)	AR(1)	-0.639064	2.2×10^{-16}	Ya
	AR(2)	0.188087	0.002193	
	AR(3)	-0.641934	2.2×10^{-16}	
	AR(4)	-0.936179	2.2×10^{-16}	
	MA(1)	0.711261	2.2×10^{-16}	
	MA(2)	-0.221940	3.717×10^{-8}	
	MA(3)	0.712097	2.2×10^{-16}	
	MA(4)	0.999032	2.2×10^{-16}	

Berdasarkan Tabel 7, didapatkan model yang signifikan, yaitu ARIMA(1,1,1), ARIMA(2, 1, 2), dan ARIMA(4,1,4). Hasil estimasi parameter dari model ARIMA RUIS disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil estimasi parameter model ARIMA RUIS

Model	Parameter	Coefficient	p-value	Signifikan
ARIMA (1,1,0)	AR(1)	0.152241	0.01889	Ya
ARIMA (1,1,1)	AR(1)	-0.0032926	0.9901	Tidak
	MA(1)	0.1627043	0.5275	
ARIMA (1,1,3)	AR(1)	0.0260131	0.36411	Tidak
	MA(1)	-0.113621	0.68596	
	MA(2)	-0.050418	0.51139	
	MA(3)	-0.134409	0.03897	
ARIMA (3,1,0)	AR(1)	0.152400	0.01864	Tidak
	AR(2)	-0.048526	0.45959	
	AR(3)	-0.147198	0.02341	
	AR(1)	0.402169	2.2×10^{-16}	
ARIMA (3,1,3)	AR(2)	0.422054	2.2×10^{-16}	Ya
	AR(3)	-0.979148	2.2×10^{-16}	
	MA(1)	-0.414517	2.2×10^{-16}	
	MA(2)	-0.469010	2.2×10^{-16}	
	MA(3)	-0.469010	2.2×10^{-16}	

	MA(3)	0.941941	2.2×10^{-16}	
ARIMA (2,1,1)	AR(1)	0.684559	0.001669	Ya
	AR(2)	-0.186383	0.004937	
	MA(1)	-0.525370	0.014103	
ARIMA (2,1,2)	AR(1)	1.401894	2.2×10^{-16}	Ya
	AR(2)	-0.979374	2.2×10^{-16}	
	MA(1)	-1.413665	2.2×10^{-16}	
	MA(2)	0.943050	2.2×10^{-16}	
ARIMA (0,1,1)	MA(1)	0.159617	0.01183	Ya
ARIMA (3,1,2)	AR(1)	1.544541	2.2×10^{-16}	Ya
	AR(2)	-1.167195	2.2×10^{-16}	
	AR(3)	0.136647	0.04689	
	MA(1)	-1.448667	2.2×10^{-16}	
	MA(2)	0.956763	2.2×10^{-16}	

Untuk mengetahui model dapat dilihat dari nilai MAPE. Nilai MAPE untuk masing-masing model ARIMA 4 perusahaan disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Nilai MAPE model ARIMA

	Model	MAPE
APEX	ARIMA(1,1,0)	2.80301
	ARIMA(0,1,1)	2.764987
	ARIMA(0,1,2)	2.789863
	ARIMA(2,1,1)	2.805497
ELSA	ARIMA(1,1,1)	2.058361
	ARIMA(3,1,1)	1.98819
	ARIMA(3,1,2)	1.97583
MEDC	ARIMA(1,1,1)	3.193272
	ARIMA(2, 1, 2)	3.193878
	ARIMA(4,1,4)	2.957221
RUIS	ARIMA(3, 1, 3)	1.90784
	ARIMA(3, 1, 2)	1.89665
	ARIMA(2, 1, 1)	1.91154
	ARIMA(2, 1, 2)	1.906668
	ARIMA(1, 1, 0)	1.916048
	ARIMA(0, 1, 1)	1.921408

Berdasarkan Tabel 9, diperoleh model ARIMA terbaik untuk APEX, ELSA, MEDC, dan RUIS masing-masing, yaitu ARIMA(0,1,1), ARIMA(3,1,2), ARIMA(4,1,4), dan ARIMA(3, 1, 2).

D. Uji Heteroskedastisitas

Pada uji heteroskedastisitas ini digunakan uji Lagrange Multiplier atau sering disebut uji ARCH-LM dengan hipotesis H_0 tidak terdapat heteroskedastisitas pada model. Hasil uji ARCH-LM pada model ARIMA terbaik disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Uji ARCH-LM

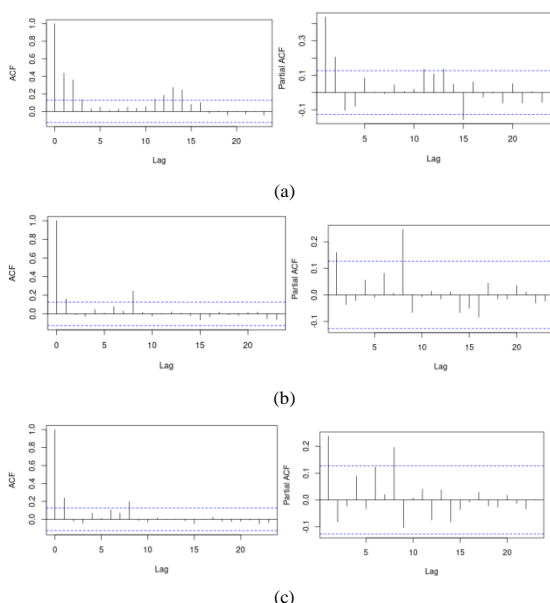
Data	Model	p - value	Kesimpulan
APEX	ARIMA (0,1,1)	1.614×10^{-11}	Heteroskedastisitas
ELSA	ARIMA	1.718×10^{-5}	Heteroskedastisitas

	(3,1,2)		
MEDC	ARIMA (4,1,4)	0.9466	Homoskedastisitas
RUIS	ARIMA (3,1,2)	0.002153	Heteroskedastisitas

Berdasarkan Tabel 10, diperoleh kesimpulan bahwa terdapat gejala heteroskedastisitas pada model ARIMA terbaik untuk data perusahaan APEX, ELSA, dan RUIS. Sedangkan untuk data perusahaan MEDC tidak terdapat efek heteroskedastisitas atau dapat dikatakan terdapat gejala homoskedastisitas pada model ARIMA yang artinya pada MEDC akan digunakan model ARIMA untuk *forecast*. Selanjutnya akan dilakukan pembentukan model GARCH pada model ARIMA APEX, ELSA, dan RUIS karena terdapat efek ARCH atau dengan kata lain model mengandung unsur heteroskedastisitas.

E. Estimasi Model ARIMA-GARCH

Pada estimasi model GARCH(*p, d, q*) dilakukan dengan metode *maximum likelihood* dengan orde *p* dan *q* dapat dilihat pada *correlogram* ACF dan PACF dari residual kuadrat model ARIMA terbaik. Orde *p* merupakan orde AR yang dapat dilihat pada *correlogram* PACF, orde *q* merupakan orde MA dapat dilihat pada *correlogram* ACF. Berikut *correlogram* ACF dan PACF dari residual kuadrat model ARIMA terbaik:



Gambar 3. Correlogram ACF dan PACF residual kuadrat model ARIMA (a) APEX, (b) ELSA, (c) MEDC, (d) RUIS

Pada ACF residual kuadrat APEX, terpotong pada lag 0, 1, dan 2. Untuk PACF residual kuadrat APEX terpotong pada lag 1 dan 2. Pada ACF residual kuadrat ELSA, terpotong pada lag 0 dan 1. Untuk PACF residual kuadrat ELSA terpotong pada lag 1. Pada ACF residual kuadrat RUIS, terpotong pada lag 0 dan 1. Untuk PACF residual kuadrat RUIS terpotong pada lag 1. Setelah didapatkan orde ARIMA-GARCH dilakukan estimasi parameter untuk uji signifikan model pendugaan dan model *overfitting* dengan hipotesis H_0 model tidak signifikan. Hasil estimasi parameter dari model ARIMA-GARCH APEX disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil estimasi model ARIMA-GARCH APEX

Model	Parameter	Coefficient	p-value	Signifikan
ARIMA(0,1,1) GARCH(1,0)	μ	24.32242	2×10^{-16}	Ya
	MA(1)	0.69605	2×10^{-16}	
	ω	0.99651	1.39×10^{-10}	
	α_1	0.82816	1.80×10^{-13}	
ARIMA(0,1,1) GARCH(1,1)	μ	24.27698	2×10^{-16}	Ya
	MA(1)	0.73146	2×10^{-16}	
	ω	0.22404	2×10^{-16}	
	α_1	0.49002	1.60×6	
	β_1	0.48433	1.39×10^{-10}	

Berdasarkan Tabel 11, didapatkan model yang signifikan, yaitu ARIMA(0,1,1)GARCH(1,0) dan ARIMA(0,1,1)GARCH(1,1). Hasil estimasi parameter dari model ARIMA-GARCH ELSA disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil estimasi model ARIMA-GARCH ELSA

Model	Parameter	Coefficient	p-value	Signifikan
ARIMA(3,1,2) GARCH(1,0)	μ	-0.6369	0.371882	Tidak
	AR(1)	0.2655	0.124965	
	AR(2)	0.2855	0.082169	
	AR(3)	0.4605	0.000461	
	MA(1)	0.8335	2.65×10^{-9}	
	MA(2)	0.5805	2.07×10^{-6}	
ARIMA(3,1,2) GARCH(1,1)	ω	0.9966	2.91×10^{-9}	Ya
	α_1	0.9860	1.94×10^{-7}	
	μ	0.05755	0.957140	
	AR(1)	0.01714	0.966657	
	AR(2)	0.51161	0.183560	
	AR(3)	0.47402	0.001823	
	MA(1)	1.00000	0.003236	
ARIMA(0,1,1) GARCH(1,0)	MA(2)	0.52277	0.003327	Ya
	ω	0.46162	2.1×10^{-11}	
	α_1	0.71352	2.81×10^{-5}	
	β_1	0.30903	0.000619	
ARIMA(0,1,1) GARCH(1,1)	μ	59.5781	2×10^{-16}	Ya
	MA(1)	0.7366	2×10^{-16}	
	ω	3.1623	4.86×10^{-9}	
	α_1	0.8675	7.77×10^{-15}	
ARIMA(0,1,1) GARCH(1,1)	μ	59.03431	2×10^{-16}	Ya
	MA(1)	0.79956	2×10^{-16}	
	ω	0.38644	0.063	
	α_1	0.51335	2.83×10^{-6}	
	β_1	0.50757	2.02×10^{-10}	

Berdasarkan Tabel 12, didapatkan model yang signifikan, yaitu ARIMA(0,1,1)GARCH(1,0), ARIMA(0,1,1)GARCH(1,1), dan ARIMA(1,1,0)GARCH(1,0). Hasil estimasi parameter dari model ARIMA-GARCH RUIS disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil estimasi model ARIMA-GARCH RUIS

Model	Parameter	Coefficient	p-value	Signifikan
ARIMA(3,1,2) GARCH(1,0)	μ	0.4150	2×10^{-16}	Tidak
	AR(1)	0.2990	2×10^{-16}	
	AR(2)	0.9518	2×10^{-16}	
	AR(3)	-0.2632	2×10^{-16}	
	MA(1)	0.6626	2×10^{-16}	
	MA(2)	-0.4235	2×10^{-16}	
	ω	0.5561	9.11×10^{-12}	
ARIMA(0,1,1) GARCH(1,0)	α_1	0.4372	0.1046	Ya
	μ	30.60226	2×10^{-16}	
	MA(1)	0.71526	2×10^{-16}	
	ω	0.88521	1.44×10^{-5}	
ARIMA(0,1,1) GARCH(1,1)	α_1	0.96839	8.88×10^{-16}	Ya
	μ	36.47111	2×10^{-16}	
	MA(1)	0.85021	2×10^{-16}	
	ω	0.17574	0.080717	
	β_1	0.31886	0.000129	
		0.66445	2×10^{-16}	

Berdasarkan Tabel 13, didapatkan model yang signifikan, yaitu ARIMA(0,1,1)GARCH(1,0) dan ARIMA(0,1,1)GARCH(1,1). Untuk mengetahui model terbaik dapat dilihat dari nilai AIC. Nilai AIC untuk masing-masing model ARIMA-GARCH 4 perusahaan disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Nilai AIC model ARIMA-GARCH

	Model	AIC
APEX	ARIMA(1,1,0) GARCH(1,0)	4.612655
	ARIMA(0,1,1) GARCH(1,1)	2.543815
ELSA	ARIMA(1,1,0) GARCH(1,0)	5.778898
	ARIMA(0,1,1) GARCH(1,1)	5.65927
RUIS	ARIMA(1,1,0) GARCH(1,0)	4.873360
	ARIMA(0,1,1) GARCH(1,1)	4.849532

Berdasarkan Tabel 14, diperoleh model ARIMA-GARCH terbaik untuk APEX, ELSA, dan RUIS, yaitu ARIMA(0,1,1)GARCH(1,1).

F. Uji Diagnostik

Uji diagnostik dilakukan untuk menganalisis uji asumsi residual dari model yang didapatkan. Pada uji diagnostik ini, model akan di uji asumsi

residualnya yaitu uji autokorelasi, uji normalitas, dan uji homoskedastisitas. Pada uji diagnostik, digunakan *Jarque-Bera Test* untuk uji normalitas dengan hipotesis H_0 residual data berdistribusi normal, *Ljung-Box Test* untuk uji autokorelasi dengan hipotesis H_0 tidak terdapat autokorelasi pada residual data, dan *ARCH-LM Test* untuk uji Heteroskedastisitas dengan hipotesis H_0 tidak terdapat gejala heteroskedastisitas pada residual data. Uji diagnostik model ARIMA-GARCH untuk perusahaan APEX, ELSA, dan RUIS serta model ARIMA untuk perusahaan MEDC disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. Uji diagnostik model ARIMA dan ARIMA-GARCH

Data	Model	p-value		
		Uji Normalitas	Uji Autokorelasi	Uji Heteroskedastisitas
APEX	ARIMA(0,1,1) GARCH(1,1)	0.3025	0	0.3735
ELSA	ARIMA(0,1,1) GARCH(1,1)	3.898×10^{-3}	8.182×10^{12}	3.583×10^{-8}
MEDC	ARIMA(4,1,4)	2.2×10^{-16}	0.9961	0.9466
RUIS	ARIMA(0,1,1) GARCH(1,0)	0.0029	0	0.00032

Berdasarkan Tabel 15, uji normalitas pada model 4 perusahaan dapat disimpulkan bahwa hanya model ARIMA-GARCH APEX yang memiliki residual data berdistribusi normal. Untuk uji autokorelasi pada model 4 perusahaan disimpulkan bahwa hanya pada model ARIMA MEDC yang tidak terdapat autokorelasi pada data. Untuk uji heteroskedastisitas pada model 4 perusahaan dapat disimpulkan bahwa hanya model ARIMA MEDC dan ARIMA-GARCH APEX tidak terdapat heteroskedastisitas pada residual data.

G. Peramalan

Setelah didapatkan model ARIMA dan ARIMA-GARCH pada 4 perusahaan, selanjutnya dilakukan *forecasting* atau peramalan dengan model yang telah didapatkan yang disajikan pada Tabel 16.

Tabel 16. Model ARIMA dan ARIMA-GARCH

Perusahaan	Model
APEX	ARIMA(0,1,1)GARCH(1,1)
ELSA	ARIMA(0,1,1)GARCH(1,1)

MEDC	ARIMA(4,1,4)
RUIS	ARIMA(0,1,1)GARCH(1,1)

Berdasarkan Tabel 16, didapatkan persamaan matematis untuk model ARIMA dan ARIMA-GARCH sebagai berikut:

1. Model ARIMA(0,1,1)GARCH(1,1) APEX
 Pada model ARIMA-GARCH APEX didapatkan persamaan matematis sebagai berikut:

$$Y_t = 24.27968 + Y_{t-1} + 0.73146e_{t-1} + e_t$$

dan

$$\sigma_t^2 = 0.99651 + 0.49002e_{t-1}^2 + 0.48433\sigma_{t-1}^2 + e_t$$

2. Model ARIMA(0,1,1)GARCH(1,1) ELSA
 Pada model ARIMA-GARCH ELSA didapatkan persamaan matematis sebagai berikut:

$$Y_t = 59.03431 + Y_{t-1} + 0.79956e_{t-1} + e_t$$

dan

$$\sigma_t^2 = 3.8644 + 0.51335e_{t-1}^2 + 0.50757\sigma_{t-1}^2 + e_t$$

3. Model ARIMA(4,1,4) MEDC
 Pada model ARIMA-GARCH ELSA didapatkan persamaan matematis sebagai berikut:

$$Y_t = Y_{t-1} - 0.639064Y_{t-1} + 0.639064Y_{t-2} + 0.188087Y_{t-2} - 0.188087Y_{t-3} - 0.641934Y_{t-3} + 0.641934Y_{t-4} - 0.936179Y_{t-4} + 0.936179Y_{t-5} + 0.711261e_{t-1} - 0.221940e_{t-2} + 0.712097e_{t-3} + 0.999032e_{t-4} + e_t$$

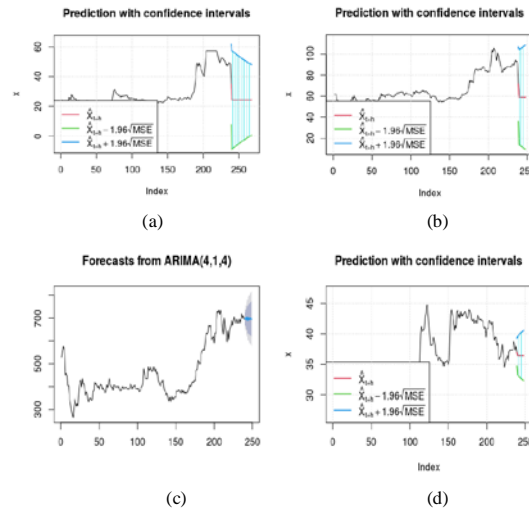
4. Model ARIMA(0,1,1)GARCH(1,0) RUIS
 Pada model ARIMA-GARCH APEX didapatkan persamaan matematis sebagai berikut:

$$Y_t = 36.47111 + Y_{t-1} + 0.850216e_{t-1} + e_t$$

dan

$$\sigma_t^2 = 0.17574 + 0.31886e_{t-1}^2 + 0.66445\sigma_{t-1}^2 + e_t$$

Setah didapatkan model untuk 4 perusahaan, maka dilakuakn *forecasting*, yaitu meramalkan 10 data harga saham penutupan untuk masing-maisng 4 perusahaan untuk mengukur nilai akurasi dengan membandingkan data hasil peramalan dan data riil, di mana akan diramalkan harga saham penutupan dari tanggal 1 Maret 2021. Hasil peramalan 4 perusahaan dapat dilihat pada plot sebagai berikut:



Gambar 3. Plot hasil peramalan (a) APEX, (b) ELSA, (c) MEDC, (d) RUIS

Berdasarkan Gambar 3, hasil peramalan masih dalam bentuk transformasi. Oleh karena itu diperlukan pengembalian data transformasi ke data asli dengan menggunakan Persamaan (3). Hasil peramalan setelah pengembalian data transformasi ke data asli disajikan pada Tabel 17.

Tabel 17. Hasil peramalan ARIMA dan ARIMA-GARCH

No	Forecasting			
	APEX	ELSA	MEDC	RUIS
1	285.0054	285.4715	695.5060	245.5738
2	149.9544	218.0348	701.0539	239.6236
3	149.9544	218.0348	691.6119	239.6236
4	149.9544	218.0348	703.3553	239.6236
5	149.9544	218.0348	690.0395	239.6236
6	149.9544	218.0348	701.6252	239.6236
7	149.9544	218.0348	693.0176	239.6236
8	149.9544	218.0348	698.2515	239.6236
9	149.9544	218.0348	698.3164	239.6236
10	149.9544	218.0348	693.9386	239.6236

Berdasarkan Tabel 17, akan dibandingkan dengan data *out sample* dari harga saham penutupan masing-masing 4 perusahaan dari tanggal 1 Maret 2021. Perbandingan ini bertujuan untuk mengukur kesalahan dalam model ARIMA dan ARIMA-GARCH berdasarkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dengan rumus sebagai berikut:

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

Berdasarkan rumus MAPE didapatkan hasil akurasi peramalan untuk masing-masing 4 perusahaan disajikan pada Tabel 18.

Tabel 18. Hasil akurasi peramalan

No	Perusahaan	MAPE
1	APEX	67.32667%
2	ELSA	42.49374%
3	MEDC	5.269889%
4	RUIS	4.113383%

Berdasarkan Tabel 18, untuk model ARIMA-GARCH APEX dan ELSA didapatkan nilai MAPE di atas 10%. Maka untuk model ARIMA-GARCH belum dikatakan baik digunakan untuk peramalan harga saham perusahaan APEX dan ELSA. Untuk model ARIMA pada MEDC dan ARIMA-GARCH RUIS didapatkan nilai MAPE dibawah 10%. Maka untuk model dapat dikatakan baik digunakan untuk peramalan harga saham perusahaan MEDC dan RUIS.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Model ARIMA dan ARIMA-GARCH untuk peramalan harga penutupan saham harian sebagai berikut:
 - APEX didapatkan model mean atau ARIMA dengan orde $AR(p)$ adalah 0 dan $MA(q)$ adalah 1 dengan satu kali *differencing* sedangkan model varian atau GARCH didapatkan orde $ARCH(p)$ adalah 1 dan orde $GARCH(q)$ adalah 1.
 - ELSA didapatkan model mean atau ARIMA dengan orde $AR(p)$ adalah 0 dan $MA(q)$ adalah 1 dengan satu kali *differencing* sedangkan model varian atau GARCH didapatkan orde $ARCH(p)$ adalah 1 dan orde $GARCH(q)$ adalah 1.
 - MEDC didapatkan model mean atau ARIMA dengan orde $AR(p)$ adalah 4 dan $MA(q)$ adalah 4.
 - RUIS didapatkan model mean atau ARIMA dengan orde $AR(p)$ adalah 0 dan $MA(q)$ adalah 1 dengan satu kali *differencing* sedangkan model varian atau GARCH didapatkan orde $ARCH(p)$ adalah 1 dan orde $GARCH(q)$ adalah 1.
- Hasil *forecasting* atau peramalan untuk 10 hari kedepan yang dimulai pada tanggal 01 Maret 2021. Dari hasil peramalan didapatkan nilai akurasi yang diperoleh dengan membandingkan data hasil peramalan dan data *out sample* berdasarkan nilai MAPE yaitu untuk APEX diperoleh nilai akurasi 67.32667%, untuk ELSA diperoleh nilai

akurasi 41.82999%, untuk MEDC diperoleh nilai akurasi 5.269889%, dan untuk RUIS diperoleh nilai akurasi 4.113383%. Dari nilai MAPE yang diperoleh, hasil akurasi untuk model peramalan ARIMA-GARCH untuk APEX dan ELSA masih di atas 10% yang di artikan model belum baik digunakan untuk peramalan. Sedangkan untuk nilai MAPE yang diperoleh untuk model peramalan ARIMA dan ARIMA-GARCH untuk MEDC dan RUIS sudah di bawah 10% yang di artiakan model sudah cukup baik digunakan untuk peramalan.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu membandingkan dengan metode lain seperti perbandingan dengan *Fuzzy Time Series Markov Chain*. Metode ARIMA memiliki keterbatasan yaitu hanya meramalkan untuk jangka pendek. Maka dari itu, untuk penelitian selanjutnya menggunakan metode peramalan lain yang dapat meramalkan untuk jangka waktu yang panjang seperti *Generalized Regression Neural Network*. Penelitian selanjutnya disarankan melanjutkan dengan menggunakan metode dari pengembangan GARCH yaitu seperti EGARCH, IGARCH, GARCH-M, dan TGARCH untuk mengatasi uji diagnostik yang belum terpenuhi dan menghasilkan nilai akurasi MAPE dibawah 10%.

DAFTAR PUSTAKA

- Angraeny, Nella. 2019. Penerapan Metode ARCH GARCH untuk Analisis Peramalan Nilai Ekspor Indonesia. Skripsi. FMIPA, Matematika, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Ati, Enggar Niken Laras. 2015. Analisis Volatilitas Forecasting Sembilan Bahan Pokok menggunakan Metode GARCH dengan Program R. Skripsi. FMIPA, Matematika, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Darmayati, Novi dkk. 2020. Dampak Vovid-19 Terhadap Perubahan Harga dan *Return* Saham. *Jurnal Ekonomi dan Keuangan*, Vol. 4 No. 4, Hal. 462-480
- Faustina, Riza Silvia dkk. 2017. Model *Hybrid* ARIMA-GARCH untuk Estimasi Volatilitas Harga Emas Menggunakan Software R. *UNNES Journal of Mathematics*. Vol. 6 No. 1, Hal. 11-24

- Farizah, Icak (2017), “Penerapan Model GARCH dalam Mengukur Risioko Berinvestasi”. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi, Matematika, Universitas Islam Negeri Alaudin, Makassar.
- Hikmah, Nur Falilah Nurul Hikmah. 2018. Perbandingan Metode Arima-Garch Dan Fuzzy Time Series Markov Chain Dalam Peramalan Data Harga Minyak Mentah Dunia (Studi Kasus: Data Harga Minyak Mentah Dunia Tahun 2001-2017). Skripsi. FMIPA, Statistika, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Raneo, Agung Putra dan Fida Muthia 2018. Penerapan Model GARCH dalam Peramalan Volatilitas di Bursa Efek Indonesia. *Jurnal Manajemen dan Bisnis Sriwijaya*, Vol. 15 No. 3, Hal 194-202
- Wicaksono, Agung dan Rahandika Ivan Adyaksana. 2020. Analisis Reaksi Investor Sebagai Dampak Covid-19 pada Sektor Perbankan di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Akuntansi Fakultas Ekonomi*. Vol. 6 No. 2, Hal. 129-138
- Widyastuti, Nur Laila dan Hanan Nugroho. 2020. Dampak Covid-19 terhadap Industri Minyak dan Gas Bumi: Rekomendasi Kebijakan untuk Indonesia. *The Indonesian Journal of Development Planning*. Vol. 4 No. 2, Hal. 166-176
- Yolanda, Natasya Bella dkk. 2017. Penerapan Model ARIMA-GARCH untuk Memprediksi Harga Saham Bank BRI. *Jurnal MIPA UNSRAT*. Vol. 6 No. 2, Hal. 92-96