

Time Series ARIMA and Asymmetric GARCH Modeling on Stock Return at PT. Telecommunication Indonesia Tbk

Hana Rahma Trifanni*, Dony Permana, Nonong Amalita, Atus Amadi Putra

Departemen Statistika, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

*Corresponding author: trifannihanarahma@gmail.com

Submitted : 11 Agustus 2022

Revised : 17 November 2022

Accepted : 05 Januari 2023

ABSTRACT

Stock returns are economic and financial data that have non-constant variances. This can lead to heteroscedasticity problems in the residuals, so an ARCH/GARCH model is needed. In addition, stock returns have high volatility. The magnitude of the change in volatility when there is a movement in the return value is called the asymmetric effect or leverage effect. The existence of volatility can cause market risk and investor uncertainty, therefore volatility estimation is carried out through a modelling process to control and reduce market risk. The right model to use is the asymmetric GARCH. The purpose of this study is to model the time series on stock return at PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk uses ARIMA and asymmetric GARCH, then the best model is selected based on the level of accuracy of the model. This research is an applied research. This research begins with studying and analyzing relevant theories to the problem, then continues with data collection. The data used is daily stock return data from February 2020 to February 2022 as many as 488 data. The result showed that the best model in modeling stock return is ARMA(0,1). The accuracy of this model is very good with MAD value of 0,0018 and RMSE value of 0,0025.

Keywords: *Asymmetric GARCH, GARCH, Modeling, Stock Return, Volatility.*



This is an open access article under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2022 by author and Universitas Negeri Padang.

I. PENDAHULUAN

Ketersediaan dana dijadikan sebagai faktor utama untuk kelangsungan suatu perusahaan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperoleh dana yaitu menggunakan modal pemilik perusahaan dan keuntungan yang diperoleh perusahaan pada periode sebelumnya. Akan tetapi, perusahaan-perusahaan besar tidak mungkin mengandalkan dana yang ada dalam perusahaan saja. Perusahaan tersebut juga membutuhkan dana dari luar perusahaan berbentuk saham melalui pasar modal. Menurut (Rusdiana, 2017), pasar modal memiliki peranan penting dalam pertumbuhan perekonomian suatu negara dengan adanya fungsi ekonomi dan fungsi keuangan yang dijalankan secara bersamaan.

PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk merupakan salah satu perusahaan telekomunikasi yang memiliki *market share* terbesar di Indonesia. Perusahaan ini termasuk ke dalam indeks LQ45 sehingga memiliki risiko yang kecil ketika ingin berinvestasi. LQ45 merupakan indeks yang terdiri dari 45 saham pilihan dengan mengacu pada 2 variabel yakni likuiditas perdagangan dan kapitalisasi pasar. Setiap 6 bulan, terdapat pembaharuan terhadap saham-saham yang masuk ke dalam indeks LQ45 tersebut (Marthalena dan Malinda, 2011: 100). *Return* yang diperoleh investor apabila berinvestasi pada saham dapat berupa *capital gain* atau dividen. Namun, kebanyakan investor menginginkan keuntungan dengan cepat sehingga lebih menginginkan keuntungan dalam bentuk *capital gain* dibandingkan dividen (Jogiyanto, 2013).

Di global investasi saham, terdapat beberapa indikator penting yang dibutuhkan untuk mengantisipasi aset dari kerugian. Salah satu indikator penting yang harus diamati adalah volatilitas. Adanya volatilitas akan menyebabkan risiko dan ketidakpastian investor semakin besar. Investor bisa mengontrol serta mengurangi risiko pasar yang berasal dari aset-aset yang diperdagangkan seperti saham dengan cara mengestimasi volatilitas melalui proses pemodelan.

Return saham yang memiliki volatilitas tinggi dapat menyebabkan variansi residual akan selalu berubah seiring dengan perubahan atau tidak konstan. Pada kondisi tersebut, adanya kemungkinan terjadi heteroskedastisitas atau variansi tidak homogen (Khairunnisa, 2014). Terkait dengan adanya volatilitas tinggi, model *Autoregressive*

Integrated Moving Average (ARIMA) kurang dapat memberikan model yang sesuai untuk data yang mengandung heteroskedastisitas. Sehingga diperlukan pemodelan yang dapat mengakomodasi permasalahan heteroskedastisitas pada data yaitu model *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) dan *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH).

GARCH dibedakan menjadi dua yaitu GARCH simetris dan GARCH asimetris. GARCH simetris memiliki respon volatilitas yang sama pada guncangan, sedangkan GARCH asimetris respon volatilitasnya tidak sama pada guncangan. Di beberapa data finansial, tidak semua data memiliki respon volatilitas yang sama pada guncangan. Ada beberapa data finansial yang memiliki besarnya perbedaan dari perubahan volatilitas ketika terjadi pergerakan nilai *return* yang disebut dengan pengaruh keasimetrisan atau *leverage effect*. Menurut (Arifin et al., 2017), keberadaan efek asimetris di data finansial bisa menyebabkan model GARCH simetris tidak memungkinkan untuk digunakan menduga model karena memiliki kelemahan dalam menangkap fenomena keasimetris terhadap volatilitas. Kelemahan ini dapat diperbaiki dengan menggunakan model GARCH asimetris.

Berdasarkan uraian yang telah dijabarkan, adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pemodelan runtun waktu pada *return* saham di PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk menggunakan ARIMA dan GARCH asimetris dan untuk mengetahui model terbaik untuk memodelkan *return* saham di PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk.

II. METODE PENELITIAN

A. Box-Jenkins

Metode *Box-Jenkins* merupakan pemodelan *time series* yang hanya menggunakan satu variabel. Variabel yang digunakan ialah data di masa lalu. Metode *Box-Jenkins* terdiri dari AR(*Autoregressive*), MA(*Moving Average*), untuk data stasioner ARMA(*Autoregressive Moving Average*) dan untuk data tidak stasioner ARIMA(*Autoregressive Integrated Moving Average*). Data dapat dikatakan stasioner jika polanya dari satu periode ke periode lainnya konsisten dalam mean atau variansinya. Jika proses stasioner telah tercapai, maka model AR, MA, ARMA atau ARIMA dilakukan proses identifikasi lebih lanjut untuk mendapatkan model terbaik (Ramadhani et al., 2020). Menurut (Winarno, 2017), model AR, MA, ARMA atau ARIMA dapat dituliskan sebagai:

- Model *Autoregressive* (AR)
$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t$$
- Model *Moving Average* (MA)
$$Y_t = c + \theta_1 e_{t-1} + \theta_2 e_{t-2} + \dots + \theta_q e_{t-q}$$
- Model *Autoregressive Moving Average* (ARMA)
$$Y_t = c + \phi_1 Y_{t-1} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + \theta_1 e_{t-1} + \dots + \theta_q e_{t-q}$$
- Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)
$$(1 - \phi_p B)(1 - B)Y_t = c + (1 + \theta_q B) e_t$$

dimana c = konstanta; Y_t = nilai variabel pada waktu ke- t ; ϕ_p = parameter *autoregressive*(AR); θ_q = parameter *moving average*(MA); B = *backshift* operator; dan e_t = nilai error atau residual pada waktu ke- t .

B. Uji Lagrange Multiplier (LM)

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui masalah heteroskedastisitas dalam runtun waktu yang dikembangkan oleh Engle dimana $\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 e_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p e_{t-p}^2$. Hipotesis awal yang digunakan pada penelitian ini yaitu $\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_p = 0$ yang menyatakan bahwa tidak terdapatnya efek ARCH, dengan taraf signifikansi 0,05. Statistik uji yang digunakan yaitu pada persamaan (1)

$$LM = \frac{SSR_0 - SSR_1}{\frac{p}{SSR_1}} \quad (1)$$

dengan

$$SSR_0 = \sum_{t=p+1}^T (e_t^2 - w)^2$$

$$w = \frac{\sum_{t=1}^T e_t^2}{T}$$

$$SSR_1 = \sum_{t=p+1}^T w_t^2$$

Hipotesis awal ditolak jika $LM > x_p^2$ atau $prob < \alpha$.

C. GARCH Simetris

Pada tahun 1986, Bollerssev memperkenalkan model GARCH (*Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*) yang merupakan perluasan dari model ARCH. Bentuk umum dari model GARCH adalah:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i u_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (2)$$

dengan

$$u_t = \sigma_t v_t$$

dimana σ_t = akar dari σ_t^2 ; dan v_t = proses i.i.d(*independent and identically distributed*).

D. GARCH Asimetris

- Model *Asymmetric Power Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (APARCH)

APARCH merupakan model yang dikembangkan oleh Ding, Granger dan Engle tahun 1993 untuk memperbaiki model ARCH/GARCH. APARCH memiliki kemampuan untuk menangkap bentuk data asimetris dalam volatilitas. Koefisien *asymmetric* dalam perhitungan APARCH digunakan untuk menyatakan dan mengatasi efek asimetris (SIDADADOLOG et al., 2020).

$$\sigma_t^\delta = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i (|\alpha_{t-1}| - \gamma_i \alpha_{t-1})^\delta + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^\delta \quad (3)$$

- Model *Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (EGARCH)

EGARCH yang diajukan oleh Nelson (1991) memiliki kelebihan lain dibandingkan model ARCH/GARCH yaitu parameter-parameter pada EGARCH tidak perlu dibatasi untuk menjamin variansi selalu positif. Menurut (Chen et al., 2019), proses EGARCH dengan orde p dan q atau EGARCH(p,q) didefinisikan sebagai:

$$\ln \sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \beta_i \ln(\sigma_{t-i}^2) + \sum_{j=1}^p \gamma_j \frac{\alpha_{t-j}}{\sigma_{t-j}} + \sum_{j=1}^p \alpha_j \left[\left| \frac{\alpha_{t-j}}{\sigma_{t-j}} \right| - E \left[\left| \frac{\alpha_{t-j}}{\sigma_{t-j}} \right| \right] \right] \quad (4)$$

- Model *Threshold Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (TGARCH)

TGARCH diperkenalkan Zakoian pada tahun 1994 yang merupakan pengembangan dari model EGARCH dan GJR-GARCH.

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i \alpha_{t-1} + \gamma_i \alpha_{t-1} \alpha_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (5)$$

E. Pemilihan Model Terbaik

Kriteria pemilihan model terbaik dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu:

- Prinsip *parsimony*, yaitu model harus bisa sesederhana mungkin, dalam arti mengandung sedikit mungkin parameternya sehingga model stabil.
- *Akaike Information Criterion* (AIC)

$$AIC = e^{\frac{k}{2n} \sum u_t^2} = e^{\frac{k}{2n} SSR} \quad (6)$$

dengan akurasi pemodelan yang digunakan pada penelitian ini yaitu,

- *Mean Absolute Deviation* (MAD)

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{N} \quad (7)$$

- *Mean Squared Error* (MSE)

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{N} \quad (8)$$

- *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE)

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right|}{N} \times 100\% \quad (9)$$

- *Root Mean Squared Error* (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{MSE} \quad (10)$$

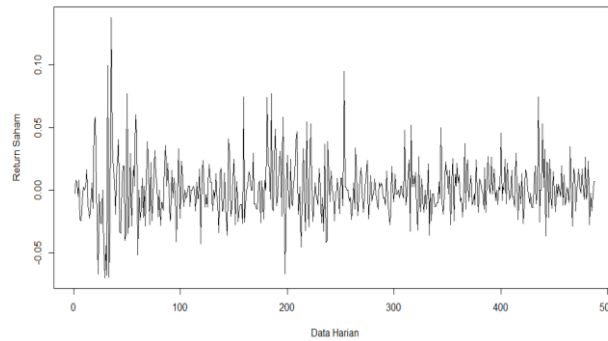
F. Jenis Penelitian dan Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang berasal dari website resmi Bursa Efek Indonesia yaitu www.idx.co.id dan juga diperoleh dari www.yahoo-finance.com. Data ini berupa data harian *close price* (harga penutupan) saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk periode 5 Februari 2020 sampai dengan 4 Februari 2022 sebanyak 489 data. Adapun langkah-langkah yang digunakan untuk menganalisis data pada penelitian ini adalah (1) Mencari nilai *return* saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk; (2) Melakukan uji stasioneritas data; (3) Mengidentifikasi model ARMA; (4) Melakukan uji ARCH-LM; (5) Mengidentifikasi model GARCH; (6) Melakukan uji efek asimetris; (7) Mengidentifikasi model GARCH asimetris; dan (8) Menentukan model terbaik.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembentukan Return Saham

Data harga penutupan saham diubah ke dalam bentuk *return* menghasilkan plot yang disajikan pada Gambar 1.

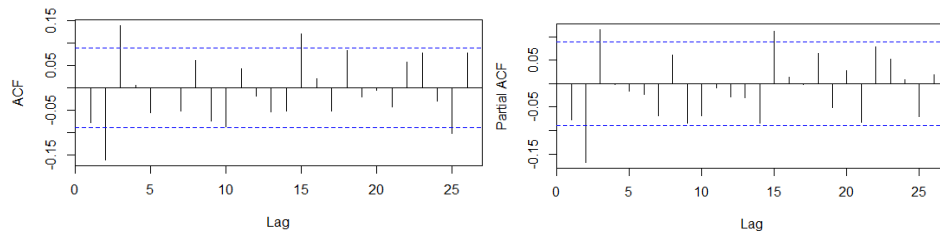


Gambar 1. Plot *Return Saham*

Berdasarkan Gambar 1, data *return* saham menunjukkan bahwa data stasioner. Plot ini juga menunjukkan volatilitas yang berubah-ubah karena pada hari ke-1 sampai hari ke-255 fluktuasi relatif tinggi, sedangkan dari hari ke-256 sampai hari ke-489 fluktuasi relatif rendah. Perubahan fluktuasi yang relatif tinggi dan relatif rendah dapat menyebabkan variansi residual akan selalu berubah seiring dengan perubahan waktu atau tidak konstan, sehingga adanya kemungkinan terjadi heteroskedastisitas atau variansi tidak homogen.

B. Identifikasi Model ARMA

Identifikasi model ARMA menggunakan plot fungsi autokorelasi (ACF) dan fungsi autokorelasi parsial (PACF) dengan melihat lag yang terpotong pada plot ACF dan plot PACF yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Plot ACF dan PACF

Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa plot ACF terputus pada lag ke 2 dan 3 sehingga model yang terbentuk dari plot ACF adalah MA(1), MA(2) dan MA(3). Kemudian plot PACF juga terputus pada lag ke 2 dan 3 sehingga model yang terbentuk dari plot PACF adalah AR(1), AR(2) dan AR(3), dengan melihat model yang signifikansi, terdapat 3 kandidat model yaitu ARMA(2,0), ARMA(0,1) dan ARMA(2,1). Akan tetapi, berdasarkan prinsip parsimony dimana prinsip ini digunakan untuk memilih orde paling sederhana pada kandidat model yang dihasilkan untuk pembentukan model sehingga model yang terpilih adalah model ARMA(0,1).

Selanjutnya model ARMA(0,1) dilakukan uji ARCH-LM untuk mengetahui ada atau tidaknya efek ARCH (heteroskedastisitas) pada residual model ARMA tersebut. Hasil uji ARCH-LM disajikan pada Tabel 1.

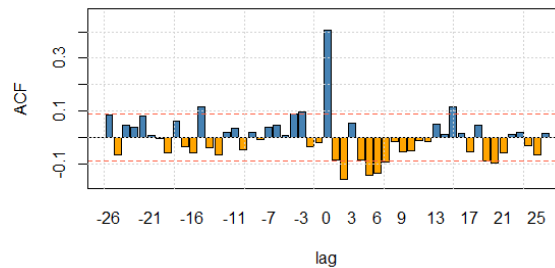
Tabel 1. Hasil Uji ARCH-LM

Model	<i>X-Squared</i>	<i>P-value</i>	Keputusan
ARMA(0,1)	18,598	0,0000	H ₀ ditolak

Berdasarkan Tabel 1, $p\text{-value}_{(0,0000)} < \alpha_{(0,05)}$ artinya H₀ ditolak dimana residual dari model ARMA(0,1) pada data *return* saham terdapat efek ARCH atau mengandung efek heteroskedastisitas.

C. Identifikasi Model GARCH

Pada subbab B sebelumnya diketahui bahwa data *return* saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk memiliki efek heteroskedastisitas, kemudian dimodelkan ke dalam bentuk GARCH. Kandidat model yang terbentuk adalah GARCH(1,1), GARCH(1,2), GARCH(1,3) dan GARCH(1,4), dari beberapa kandidat model, dilakukan verifikasi model dimana model-model tersebut di uji signifikansi parameternya. Model yang signifikansi parameternya adalah model GARCH(1,1). Model GARCH(1,1) di uji dengan menggunakan *cross-correlation* untuk mengetahui ada atau tidaknya efek asimetris pada volatilitas. Kriteria pengujiaannya yaitu jika terdapat batang yang melebihi batas signifikansi pada *cross-correlation*, maka adanya efek asimetris terhadap volatilitas. Hasil *cross-correlation* disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil *Cross-correlation* dari Residual Kuadrat deng Lag Residual

Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa adanya batang yang melebihi batas signifikansi yang berarti terdapat efek asimetris pada volatilitas di dalam data *return* saham.

D. Identifikasi Model GARCH Asimetris

Model GARCH(1,1) yang telah di uji asimetrisnya, kemudian dibawa ke model asimetris. Model asimetris yang akan digunakan adalah APARCH, EGARCH dan TGARCH. Model-model tersebut akan di uji signifikansinya dan dilihat nilai AIC terkecil. Hasil uji signifikansi beserta nilai AIC disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Signifikansi

Model	Sign.	AIC
APARCH(1,1)	Ya	-4,8623
APARCH(1,2)	Tidak	-4,8579
APARCH(2,1)	Ya	-4,8556
APARCH(2,2)	Tidak	-4,8605
EGARCH(1,1)	Ya	-4,8622
EGARCH(1,2)	Ya	-4,8579
EGARCH(2,1)	Tidak	-4,8562
EGARCH(2,2)	Tidak	-4,8570
TGARCH(1,1)	Ya	-4,8649
TGARCH(1,2)	Tidak	-4,8682
TGARCH(2,1)	Tidak	-4,8842
TGARCH(2,2)	Tidak	-4,8801

Berdasarkan Tabel 2, terdapat 5 kandidat model yang signifikansi yaitu APARCH(1,1), APARCH(2,1), EGARCH(1,1), EGARCH(1,2) dan TGARCH(1,1), dari 5 kandidat model yang signifikansi, dipilih model yang memiliki nilai AIC terkecil ialah TGARCH(1,1).

E. Pemilihan Model Terbaik

Model yang telah didapatkan dari masing-masing kandidat yaitu ARMA(0,1), GARCH(1,1) dan TGARCH(1,1), dari ketiga model tersebut, dibandingkan tingkat keakuratannya menggunakan MAD dan RMSE. Hasil perbandingan tingkat keakuratan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perbandingan Tingkat Keakuratan Model

Akurasi	Model				
	ARMA (0,1)	GARCH (1,1)	GARCH Asimetris		
			APARCH (1,1)	EGARCH (1,1)	TGARCH (1,1)
MAD	0,0018	0,0043	0,0032	0,0030	0,0027
RMSE	0,0025	0,0059	0,0044	0,0041	0,0036

Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwa MAD dan RMSE terkecil dari hasil perbandingan yaitu model ARMA(0,1) sebesar 0,0018 dan 0,0025. Sehingga tingkat keakuratan model ARMA(0,1) lebih tinggi dibandingkan model yang lain. Hasil dari penelitian ini tidak sesuai dengan teori yang telah ada, dimana model GARCH asimetris lebih baik dalam memodelkan *return* saham. Hal ini dapat disebabkan oleh model yang lebih sederhana.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka didapatkan kesimpulan bahwa model runtun waktu untuk memodelkan *return* saham di PT. Telekomunikasi Indonesia adalah ARMA(0,1), GARCH(1,1), APARCH(1,1), EGARCH(1,1) dan TGARCH(1,1); dan model runtun waktu terbaik untuk memodelkan *return* saham di PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk adalah ARMA(0,1). Tingkat akurasi yang dihasilkan oleh model ini yaitu nilai MAD sebesar 0,0018 dan nilai RMSE sebesar 0,0025. Penelitian selanjutnya bisa menambahkan perbandingan model GARCH simetris dan GARCH asimetris lainnya untuk mendapatkan model terbaik, seperti IGARCH, GARCH-M, QGARCH dan lainnya, ataupun model ini dapat diimplementasikan pada kasus-kasus lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M., Tarno, & Warsito, B. (2017). Pemodelan Return Portofolio Saham Menggunakan Metode GARCH Asimetris. *Jurnal Gaussian*, 6(1), 51–60. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian>
- Bollerslev. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity. *Journal of Econometrics*, 3(1): 307-327.
- Chen, H., Zhang, J., Tao, Y., & Tan, F. (2019). Asymmetric GARCH type models for asymmetric volatility characteristics analysis and wind power forecasting. *Protection and Control of Modern Power Systems*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s41601-019-0146-0>
- Engle, RF. (1982). Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Journal of Econometrics*, 4(4): 987-1007.
- Jogiyanto, H.M. (2013). *Teori Portofolio dan Analisis Investasi, Edisi Kedua, Cetakan Pertama*. Yogyakarta: BPFE.
- Khoirunnisa, E. (2014). Penerapan Metode ARCH/GARCH pada Pemodelan Harga Penutupan Saham di Bursa Efek Indonesia Peiode 2005-2013.
- Martalena & Malinda, M. (2011). *Pengantar Pasar Modal*. Yogyakarta: ANDI.
- Ramadhani, F., Sukiyono, K., & Suryanty, M. (2020). Forecasting of Paddy Grain and Rice's Price: An ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) Model Application. *SOCA: Jurnal Sosial, Ekonomi Pertanian*, 14(2), 224. <https://doi.org/10.24843/soca.2020.v14.i02.p04>
- Rusdiana. (2017). *Manajemen Pasar Uang dan Pasar Modal*. Bandung: Pustaka Setia.

SIDADADOLOG, J. H., SUMARJAYA, I. W., & TASTRAWATI, N. K. T. (2020). Peramalan Volatilitas Return Saham Menggunakan Metode Asymmetric Power Arch (Aparch). *E-Jurnal Matematika*, 9(3), 157. <https://doi.org/10.24843/mtk.2020.v09.i03.p293>

Winarno, W. (2017). *Analisis Ekonometrika dan Statistika dengan Eviews*. Yogyakarta: STIM YKPN.