

Estimasi Risiko Pada Saham PT. Gojek Tokopedia Tbk dan Expected Shortfall Menggunakan ARIMA-GARCH Model

Ihsan Fathoni Amri, Linda Puspitasari, Danu Priambodo, Rahma Dewi Azzahrani, M. Al Haris



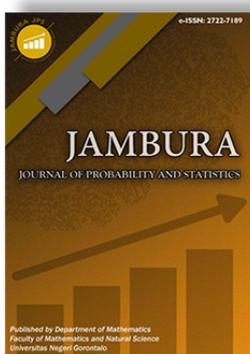
Volume 5, Issue 2, Pages 36–41, November 2024

Received 23 Oktober 2023, Revised 30 May 2024, Accepted 5 September 2024, Published Online 30 November 2024

To Cite this Article : I. F. Fathoni, L. Puspitasari, D. Priambodo, R. D. Azzahrani, and M. A. Haris, "Estimasi Risiko Pada Saham PT. Gojek Tokopedia Tbk dan Expected Shortfall Menggunakan ARIMA-GARCH Model", *Jambura J. Probab. Stat.*, vol. 5, no. 2, pp. 36–41, 2024, <https://doi.org/10.34312/jjps.v5i1.22552>

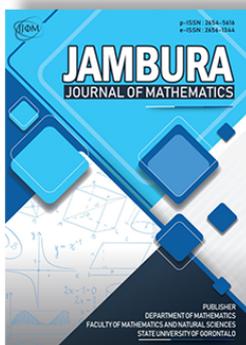
© 2024 by author(s)

JOURNAL INFO • JAMBURA JOURNAL OF PROBABILITY AND STATISTICS



	Homepage	:	https://ejournal.ung.ac.id/index.php/jps/index
	Journal Abbreviation	:	Jambura J. Probab. Stat.
	Frequency	:	Biannual (May and November)
	Publication Language	:	English (preferable), Indonesia
	DOI	:	https://doi.org/10.34312/jjbm
	Online ISSN	:	2722-7189
	Editor-in-Chief	:	Ismail Djakaria
	Publisher	:	Department of Mathematics, Universitas Negeri Gorontalo
	Country	:	Indonesia
	OAI Address	:	http://ejournal.ung.ac.id/index.php/jps/oai
	Google Scholar ID	:	kWdujzMAAAJ
	Email	:	redaksi.jjps@ung.ac.id

JAMBURA JOURNAL • FIND OUR OTHER JOURNALS



Jambura Journal of Mathematics



Jambura Journal of Mathematics Education



Jambura Journal of Biomathematics



EULER : Jurnal Ilmiah Matematika, Sains, dan Teknologi

Estimasi Risiko Pada Saham PT. Gojek Tokopedia Tbk dan Expected Shortfall Menggunakan ARIMA-GARCH Model

Ihsan Fathoni Amri^{1,*}, Linda Puspitasari², Danu Priambodo², Rahma Dewi Azzahrani² dan M. Al Haris²

¹Program Studi Sains Data, Fakultas STP, Universitas Muhammadiyah Semarang

²Program Studi Statistika, Fakultas STP, Universitas Muhammadiyah Semarang

ARTICLE HISTORY

Received 23 Oktober 2023

Revised 30 May 2024

Accepted 5 September 2024

Published 30 November 2024

KATA KUNCI

ARIMA
Expected Shortfall
GARCH
Time Series Model
Value-at-Risk

KEYWORDS

ARIMA
Expected Shortfall
GARCH
Time Series Model
Value-at-Risk.

ABSTRAK. Evaluasi risiko kerugian sangat penting saat berinvestasi di saham dimana perlu pendekatan untuk menghitung resiko, pendekatan yang bisa digunakan adalah Value-at-Risk dan Expected Shortfall. Tujuan dari penelitian ini digunakan sebagai mengestimasi Value-at-Risk dan Expected Shortfall dari saham PT. Gojek Tokopedia Tbk menggunakan metodologi model time series. Harga penutupan harian satu tahun dari saham PT. Gojek Tokopedia Tbk akan digunakan sebagai sumber data penelitian. Selama prosedur pemodelan deret waktu Model ARIMA dimaksudkan sebagai model rata-rata dan model GARCH untuk model volatilitas, keduanya digunakan untuk meramalkan pergerakan saham. Nilai rata-rata dan varian model kemudian ditujukan untuk menghitung masing-masing Value-at-Risk dan Expected Shortfall dari saham yang digunakan. Hasil yang diperoleh nilai VaR yaitu 0,088911 dan nilai ES yaitu 0,122084. Hal ini menunjukkan bahwa metode ES lebih unggul dalam mempertimbangkan risiko investasi saham yang telah dianalisis.

ABSTRACT. Evaluation of losses is very important when investing in stocks where an approach is needed to take into account risk, the approaches that can be used are Value-at-Risk and Expected Shortfall. The purpose of this research is to estimate the Value-at-Risk and Expected Shortfall of PT. Gojek Tokopedia Tbk uses the time series model methodology. One year daily closing price of PT. Gojek Tokopedia Tbk will be used as a source of research data. During the time series modeling process, the ARIMA model is intended as an average model and the GARCH model for model volatility, both of which are used to predict stock movements. The average value and variance models are then intended to calculate the Value-at-Risk and Expected Shortfall of the stocks used, respectively. The results obtained for the VaR value were 0.088911 and the ES value was 0.122084. This shows that the ES method is superior in considering the risk of stock investment that has been analyzed.



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License. *Editorial of JJPS: Department of Statistics, Universitas Negeri Gorontalo, Jln. Prof. Dr. Ing. B. J. Habibie, Bone Bolango 96554, Indonesia.*

1. PENDAHULUAN

Banyak orang saat ini tertarik untuk berinvestasi saham karena potensi pertumbuhan modal jangka panjang yang menjanjikan [1]. Saham adalah salah satu bentuk investasi yang diterbitkan dalam bentuk sekuritas dan dianggap lebih legal daripada jenis investasi lainnya [2]. Keputusan untuk memilih investasi tentu tergantung pada risiko yang terkait dengan investasi, serta variasi harga saham yang terus berubah seiring waktu dan diwakili dalam data dari waktu ke waktu (*time series*) [3]. Serangkaian nilai variabel yang dikelompokkan secara kronologis dikenal sebagai *time series* [4]. Investor harus mengevaluasi data harga saham yang merupakan serangkaian waktu dengan aktivitas tinggi untuk meminimalkan risiko dalam membeli dan menjual saham [5]. Investor harus mengevaluasi data harga saham yang merupakan serangkaian waktu dengan aktivitas tinggi untuk meminimalkan risiko dalam membeli dan menjual saham [6]. Nilai pengembalian yang bervariasi selama waktu tertentu menghasilkan pola ter-

tentu. Oleh karena itu, penilaian risiko begitu penting supaya memaksimalkan pengembalian investor di pasar modal [5].

Salah satu emiten yang berpartisipasi dalam pasar modal adalah PT. Gojek Tokopedia Tbk atau yang banyak diketahui dengan sebutan GOTO. PT. Gojek Tokopedia Tbk adalah hasil penggabungan dua perusahaan yaitu Gojek dan Tokopedia pada tanggal 11 Desember 2015. Perusahaan tersebut merupakan perusahaan besar yang berlokasi di Jakarta [7]. PT. Gojek Tokopedia Tbk adalah *startup* yang signifikan dengan harga *Initial Public Offering* (IPO) Rp 338/share. Namun, harga saham GOTO telah menurun 74,26% sejak waktu IPO dan memicu spekulasi mengenai saham tersebut. Selama tahun 2022, GOTO mengalami kerugian senilai Rp 40.4 triliun, namun penghasilan bersih yang didapat naik 120% per tahun menjadi Rp 11,3 triliun. Perkembangan ini menarik bagi banyak pihak karena GOTO memiliki kapitalisasi pasar sebesar Rp 361.23 triliun dan ditampilkan pada 10 saham teratas pada investasi pasaran terbesar di bursa [8].

Dalam pemrosesan data *time-series*, model yang ser-

*Corresponding Author.

ing kali dipakai adalah *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) untuk model prediksi rata-rata dan *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH) untuk model volatilitas [9]. Penelitian menggunakan ARIMA untuk meramalkan data mendatang berdasarkan perilaku data di masa lalu [10]. Rata-rata dan varian dari model kemudian digunakan untuk menghitung resiko [11]. Suatu cara yang banyak peneliti memakainya dalam menghitung resiko adalah metode *Value-at-Risk* (VaR), namun pada metode ini terdapat keterbatasan dalam estimasi resiko memiliki masalah karena hanya memeriksa kerugian pada tingkat yang ditentukan (*quantile*) dan tidak termasuk kehilangan yang melampaui tingkat itu [12]. Salah satu strategi untuk menangani masalah VaR adalah dengan menggunakan metode *Expected Shortfall* (ES), yaitu suatu *risk metric* yang menunjukkan banyaknya kerugian yang akan berlaku jika terjadi resiko yang lebih dari VaR. ES memiliki keutamaan mampu mengidentifikasi resiko secara konsisten dan dapat dimanfaatkan untuk data yang memiliki distribusi normal [9].

Penelitian ini didasarkan pada penelitian terdahulu, diantaranya pernah dilakukan oleh [13] menggunakan metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) untuk meramalkan penggunaan kuota internet. Hasil penelitian tersebut menemukan bahwa model ARIMA (1,0,0) paling akurat serta menunjukkan peningkatan harian dalam penggunaan kuota. Selanjutnya [14] meneliti harga emas dengan metode ARIMA-GARCH berdasarkan data dari 12 Maret 2016 hingga 31 Desember 2020. Hasil penelitian menemukan bahwa model ARIMA (1,1,1)-GARCH (2,1) sebagai model yang terbaik dengan RMSE 2.375454, MAE 1.702908, dan MAPE 0.001168113. Penelitian ini mengindikasikan investasi emas jangka panjang menguntungkan, sementara untuk jangka pendek perlu pembaruan model berkala. [15] membandingkan model ARCH (1) dan GARCH (1,1) berdasarkan kurtosis dan fungsi autokorelasi, menemukan bahwa GARCH (1,1) memiliki nilai MSE terkecil untuk kurtosis (3,702) dan autokorelasi pada data SMGR.JK (0,0025) dan JMSR.JK (0,0015), sementara model ARCH (1) dengan distribusi t memiliki MSE terkecil pada data MNCN.JK (0,0048).

Penelitian lain yaitu *Estimation and Performance Assessment of Value-at-Risk and Expected Shortfall Based on Long-Memory GARCH-Class Models* dari [16], hasil penelitian menunjukkan bahwa model kelas GARCH non-linier yang mengakomodasi memori panjang dan asimetri dapat menangkap volatilitas pengembalian dengan lebih baik. Penelitian lain yaitu dari [9] mengenai ARIMA-GARCH Model for Estimation of Value-at-Risk and Expected shortfall of Some Stocks in Indonesian Capital Market menunjukkan bahwa saham Bank Mandiri memiliki resiko paling rendah dan saham Mustika Ratu memiliki resiko paling tinggi, dan nilai *Value-at-Risk* saham umumnya lebih kecil dari nilai *Expected Shortfall*. Penelitian yang telah membahas terkait *Expected Shortfall*, di antaranya [17] pada kajian Analisis Risiko Investasi Saham Syariah lewat pemanfaatan *Value-at-Risk* (VaR) dan *Expected Shortfall* (ES) pada saham PT. Unilever Indonesia Tbk (UNVR) pada waktu 16 Februari 2016 sampai dengan 27 Oktober 2016. Analisis ini memperlihatkan bahwa nilai kerugian resiko akibat modal awal saham berdasarkan ES lebih besar dari VaR.

Menurut hasil penelitian terdahulu, dengan mengimplementasikan metode *Value-at-Risk* dan *Expected Shortfall* dalam pemodelan ARIMA-GARCH dapat membantu investor lebih efek-

tif mendeteksi dan mengelola resiko. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini akan mengimplementasikan metode *Value-at-Risk* dan *Expected Shortfall* sebagai perbandingan hasil resiko yang didapat dengan menggunakan model ARIMA-GARCH. Model ARIMA-GARCH digunakan dalam menentukan resiko saham dengan mengintegrasikan perkiraan volatilitas dan perkiraan resiko untuk meningkatkan manajemen portofolio di perusahaan PT. Gojek Tokopedia Tbk. Kombinasi ini diharapkan dapat membantu dalam pengambilan keputusan investasi bagi para investor.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dengan menelusuri jurnal-jurnal dan buku yang terkait dengan metode ARIMA-GARCH dan pengukuran resiko dengan ES. Penelitian ini menggunakan data yang diambil dari *www.financeyahoo.id* antara 10 Mei 2022 hingga 9 Mei 2023 sebanyak 247 observasi. Tahapan penelitian menggunakan ARIMA-GARCH dan pengukuran resiko saham dengan *Expected Shortfall* adalah sebagai berikut:

- a) Mendeskripsikan Harga Penutupan Saham PT. Gojek Tokopedia Tbk
- b) Melakukan pengujian kestasioneran data
- c) Mengidentifikasi model ARIMA berdasarkan plot ACF dan PACF
- d) Menduga parameter model ARIMA
- e) Memeriksa asumsi residual model ARIMA
- f) Memeriksa efek ARCH pada sisaan kuadrat model ARIMA
- g) . Mengidentifikasi ordo model GARCH
- h) Menduga parameter model GARCH
- i) Memeriksa asumsi residual model GARCH
- j) Mengevaluasi model ARIMA-GARCH terbaik dengan nilai MAPE
- k) Melakukan pengukuran resiko saham dengan metode *Expected Shortfall* (ES)

2.1. Saham

Saham adalah bukti kepemilikan modal dari pemegang saham terbatas yang mendistribusikan dividen dan lainnya sesuai dengan ukuran modal yang disetorkan [6]. Investasi saham adalah salah satu metode investasi yang paling menjanjikan karena potensi pengembaliannya yang relatif signifikan. Namun, manfaat ini harus bertentangan dengan resiko yang terlibat. Untuk memeriksa data saham, penting untuk menghitung nilai hasil, hasilnya biasanya digunakan dan dihitung sebagai berikut [11]:

$$r_t = \left(\frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \right) \quad (1)$$

Dimana r_t adalah nilai kembalian data saat masa ke t . P_t adalah nilai data saat masa ke t dan P_{t-1} adalah nilai data saat waktu $t-1$ (satu kali sebelumnya).

Untuk melakukan analisis nilai return saham, umumnya dilakukan *differencing* pada data agar menjadi stasioner. Hal ini dilakukan dengan menghitung selisih antara nilai data pada periode tertentu dengan periode sebelumnya menggunakan rumus *differencing* [9]:

$$r_t = \ln \left(\frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \quad (2)$$

2.2. Uji Normalitas

Distribusi normal adalah kumpulan data bisa ditentukan dengan melakukan uji normalitas. Pada penelitian ini, uji *Jarque-Bera* dipakai untuk menentukan normalitas data residual model pengembalian. Data yang distribusinya normal dan data distribusinya tidak normal masing-masing adalah hipotesis yang dievaluasi. Diberikan oleh [18] [19], persamaan berikut digunakan untuk menentukan statistik pengujian:

$$JB = n \left(\frac{\zeta^2}{6} + \frac{(k-3)^2}{24} \right) \quad (3)$$

dimana n adalah ukuran sampel, ζ adalah *skewness* dan k adalah *kurtosis*. Kriteria tes ditolak H_0 jika $JB \geq \chi^2$.

2.3. Model Rata-Rata

Model ARMA menggabungkan model AR dan MA untuk memprediksi data deret waktu untuk periode tertentu, dan dinotasikan dengan ARMA (p,q), di mana p adalah urutan AR dan q adalah pesanan MA. Persamaan untuk model ARMA (p,q) adalah seperti yang dijelaskan oleh [20] :

$$W_t = \beta_0 + \epsilon_t + \sum_{i=1}^p \beta_i W_{t-i} + \sum_{i=1}^q \theta_i \epsilon_{t-i} \quad (4)$$

di mana W_t adalah β_0 data waktu, adalah konstanta, β_i adalah koefisien parameter model AR yang bergantung pada lag limit, θ_i adalah koefisien parameter model MA yang bergantung pada limit lag, dan ϵ_t adalah *error* data pada waktu t . Untuk memilih p dan q yang baik digunakan PACF dalam menentukan p dan ACF dalam menentukan q . Selain itu, AIC juga bisa digunakan.

Model ARIMA adalah generalisasi dari model ARMA yang digunakan untuk menganalisis dan meramalkan nilai waktu seri di masa depan. Model ini ditandai dengan ARIMA(p,d,q), di mana p adalah urutan proses autoregresi, d adalah derajat integrasi data untuk membuat data menjadi statis, dan q adalah urutan proses rata-rata bergerak. Secara umum, model ditulis sebagai berikut:

$$\beta(L)(1-L)^d W_t = \theta \epsilon_t, \quad \{\epsilon_t\} \sim WN(0, \sigma^2), \quad (5)$$

dengan ϵ_t mengikuti *white noise*. L adalah operator lag di mana $L^k W_t = W_{t-k}$ dimana operator *autoregressive* dan rata-rata bergerak didefinisikan sebagai berikut:

$$\beta(L) = 1 - \beta_1 L - \beta_2 L^2 - \dots - \beta_p L^p \quad (6)$$

$$\theta(L) = 1 - \theta_1 L - \theta_2 L^2 - \dots - \theta_p L^p \quad (7)$$

Fungsi β dan θ adalah polinomial rata-rata *autoregresif* dan bergerak dengan urutan p dan q di L variabel, $\theta(L) \neq 0$ jika $|\theta| < 1$, $\{W_t\}$ stasioner jika dan hanya jika $d = 0$, yang membuat model menjadi ARMA(p,q). Untuk mengestimasi model ini, langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah mengestimasi bentuk model menggunakan *correlograms*, memilih bentuk terbaik, kemudian memverifikasi dan memvalidasi model, serta uji diagnostik [21].

2.4. Model Volalitas

Model ARCH adalah model statistik yang menggambarkan varian dari residual *time series* yang dianalisis. Model ini digunakan ketika *error variance* dalam model mengikuti bentuk *autoregressive* (AR). Untuk memodelkan deret waktu menggunakan proses ARCH(p), digunakan ϵ_t yang menunjukkan pengembalian residual dari model rata-rata, sebagai berikut:

$$\epsilon_t = \sigma_t Z_t, \quad \{Z_t\} \sim \text{iid } N(0, 1) \quad (8)$$

di mana σ_t adalah standar deviasi yang bergantung pada waktu dan Z_t variabel acak yaitu *white noise*. Seri σ_t^2 dimodelkan sebagai berikut [21] :

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \epsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_p \epsilon_{t-p}^2 \quad (9)$$

dimana $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0$, $i = 1, 2, \dots, p$, dan Z_t dengan $\epsilon_1, \epsilon_2, \dots, \epsilon_t$, independen untuk setiap t . Model GARCH adalah generalisasi model ARCH yang dikembangkan oleh Bollerslev pada tahun 1986, dimana jika ARCH digunakan ketika model AR residual digunakan, GARCH digunakan ketika model residual model ARMA. Model GARCH (p,q) memiliki bentuk seperti model ARMA sebagai berikut:

$$\epsilon_t = \sigma_t \epsilon_t, \quad \epsilon_t \sim N(0, 1) \quad (10)$$

Dimana,

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 r_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p r_{t-p}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_q \sigma_{t-q}^2 \quad (11)$$

dengan $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0$, $i = 1, 2, \dots, p$, $\beta_j \geq 0$, $j = 1, 2, \dots, q$.

Jika $\{r_t\}$ adalah kembalian mean, ϵ_t adalah *white noise* Gaussian dengan mean 0 dan unit varians, $\{W_t\} = \{r_1, r_2, \dots, r_{t-1}\}$, maka $\{r_t\}$ adalah GARCH(1,1) jika [21]:

$$\epsilon_t = \sigma_t \epsilon_t, \quad \epsilon_t \sim N(0, 1) \quad (12)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 r_{t-1}^2 + \beta_q \sigma_{t-q}^2 \quad (13)$$

Untuk mengestimasi model ini dari model ARIMA sebelumnya, terlebih dahulu harus dilihat apakah model residualnya heteroskedastis (m mengandung unsur ARCH), jika model yang diestimasi mengandung elemen ARCH, maka model tersebut sudah dapat digunakan. Varians dan rata-rata dari model ini kemudian akan diterapkan dalam fase berikutnya, yaitu estimasi *Value-at-Risk* dan *Expected Shortfall*.

2.5. Value-at-Risk (VaR) dan Expected Shortfall (ES)

Value-at-Risk (VaR) adalah pengukuran risiko investasi yang menunjukkan nilai maksimum kerugian yang mungkin diperoleh. Nilai VaR dihitung pada kondisi pasar tertentu dengan tingkat risiko tertentu dalam jangka waktu tertentu. Estimasi VaR biasanya menggunakan metode standar yang mengasumsikan bahwa data return memiliki satu variabel dan distribusinya normal menggunakan rata-rata (μ) serta standar deviasi (σ) [22][12] :

$$1 - \alpha = \int_{-\infty}^q f(r) dr = \int_{-\infty}^{z(1-\alpha)} \phi(z) dz = N(z_{1-\alpha}) \quad (14)$$

$$byquantileq = z_{1-\alpha}\sigma + \mu, \quad (15)$$

di mana $\phi(z)$ adalah fungsi kerapatan peluang distribusi standar, $N(Z)$ adalah fungsi distribusi normal kumulatif, R adalah nilai variabel acak pengembalian saham yang dilambangkan dengan R , dan $f(R)$ adalah fungsi kerapatan dari normal distribusi *log return* dengan rata-rata dan varians. Maka persamaan yang digunakan untuk menentukan VaR adalah sebagai berikut [22][9] :

$$r_t = \mu_t + \sigma_t + Z_t \quad (16)$$

$$\begin{aligned} \text{VaR}_\alpha^t &= -\inf(r_t \mid F(r_t) \geq \alpha) \\ &= -\hat{\mu}_t - \hat{\sigma}_t F^{-1}(\alpha) \end{aligned} \quad (17)$$

Expected Shortfall (ES) adalah sebuah metrik yang digunakan dalam pasar keuangan untuk mengukur risiko, dimana ES seringkali lebih populer daripada metrik lainnya. [23]. Yamai dan Yoshida (2002) menafsirkan ES, dimana X adalah variabel keuntungan atau kerugian acak dan $\text{VaR}(X)$ dengan tingkat kepercayaan $100(1 - \alpha)\%$, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{ES}_\alpha^t(x) &= -E[X \mid X \leq \text{VaR}_\alpha(X)] \\ &= -\frac{1}{\alpha} \int_{-\infty}^{-\text{VaR}_\alpha} x f(x) dx \\ &= -\mu_t + \sigma_t \frac{\phi(z_{(1-\alpha)})}{\alpha} \end{aligned} \quad (18)$$

di mana ϕ adalah fungsi kepadatan normal standar.

Ada kasus di mana distribusi data tidak normal sebab skewness berlebih dan kurtosis yang mengakibatkan distorsi. Oleh karena itu, untuk mengestimasi VaR dan ES, ekspansi *Cornish-Fisher* akan digunakan untuk mendapatkan formula berikut [11][9]:

$$\begin{aligned} F_{CF}^{-1}(\alpha) &= \phi^{-1}(\alpha) + \frac{\zeta}{6} \left(|\phi^{-1}(\alpha)|^2 - 1 \right) + \\ &\quad \frac{k-3}{24} \left(|\phi^{-1}(\alpha)|^3 - 3\phi^{-1}(\alpha) \right) - \\ &\quad \frac{\zeta^2}{36} \left(2|\phi^{-1}(\alpha)|^3 - 5\phi^{-1}(\alpha) \right) \end{aligned} \quad (19)$$

$$\text{ES}_\alpha^2(x) = -\hat{\mu}_t + \frac{\hat{\sigma}_t}{\alpha\sqrt{2\pi}} e^{\frac{(F_{CF}^{-1}(\alpha))^2}{2}} \quad (20)$$

Dimana $\hat{\mu}_t$ adalah estimasi rata-rata data pada waktu t , $\hat{\sigma}_t$ adalah variansi data pada waktu t , $F_{CF}^{-1}(\alpha)$ adalah kuantil- α dari distribusi z_t , $\phi^{-1}(\alpha)$ adalah kuantil- α dari distribusi normal, dan ζ, k adalah kemiringan dan kurtosis dari \hat{z}_t , $\hat{z}_t = \frac{x_t - \hat{\mu}_t}{\hat{\sigma}_t}$.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Harga penutupan harian historis adalah data yang akan diperhitungkan dalam penelitian ini. Data diambil dari www.financeyahoo.id antara 10 Mei 2022 hingga 9 Mei 2023 sebanyak 247 data.



Gambar 1. Line Chart Harga Penutupan Saham PT. Gojek Tokopedia Tbk

gambar1 menunjukkan bahwa harga saham penutupan memiliki pola yang berfluktuasi serta terdapat lonjakan pada periode tertentu. Lonjakan ini jelas perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk memberikan kepastian terkait keuntungan investasi. Pengujian stasioneritas dan pemodelan awal dengan ARIMA-GARCH akan dilakukan untuk menangani permasalahan tersebut sebelum memasuki metode yang digunakan.

3.1. Pengujian dan Stasioneritas Data

Sebelum memasuki tahap pengujian stasioneritas data menggunakan uji Augmented Dicky Fuller (ADF) data terlebih dahulu dibagi menjadi Data Training dan Data Testing. Fungsi pembagian ini untuk melihat seberapa akurat hasil peramalan yang akan didapat nantinya. Pembagian dilakukan dengan proporsi 95:5. 95% digunakan untuk data training dan 5% digunakan sebagai data testing. Hasil pengujian terhadap rata-rata adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Statistik deskriptif saham secara keseluruhan GOTO

Stock	GOTO
Training Samples (N)	247
Average	206,8097
Median	199
Minimum	82
Maximum	404
Standard Deviation	97,3622
Skewness	0,3381795
Kurtosis	1,730349
ADF Test (p-value)	0,2994

Berdasarkan tabel 1 terlihat bahwa harga saham yang digunakan memiliki rata-rata dan standar deviasi yang cukup besar. Kemudian setelah dilakukan uji ADF yang digunakan untuk mengetahui apakah data ada yang memiliki pola statis atau tidak. Berdasarkan hasil diperoleh kesimpulan bahwa data belum stasioner karena memiliki nilai $p - value > 0,05$ (taraf signifikansi yang dipakai), maka dari itu perlu dilakukan penanganan lebih lanjut yaitu proses *differencing*.

Tabel2 menunjukkan hasil pemeriksaan kestasioneran data saham Gojek Tokopedia Tbk. setelah dilakukan differencing

Tabel 2. Pemeriksaan stasioneritas data setelah differencing

Augmented Dickey Fuller Test		
Dickey-Fuller	Lag Order	p-value
-10,056	6	0,01

sekali. Nilai p-value setelah dilakukan differencing sebesar $0,01 < 0,05$ dengan kata lain harga saham setelah dilakukan differencing satu kali telah stasioner dalam rata-rata. Selanjutnya akan dilakukan identifikasi model ARIMA sementara berdasarkan data yang telah distasionerkan.

3.2. Estimasi Model Mean

Setelah data stasioner model ARIMA dapat dilihat dari plot ACF dan PACF. Model yang diperoleh untuk saham GOTO yaitu sesuai tabel 3. Nilai parameter dari model ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Estimasi Parameter Model ARIMA

Model ARIMA	AIC	Keterangan
ARIMA (1,1,2)	-775,67	Tidak Signifikan
ARIMA (1,1,0)	-547,79	Signifikan
ARIMA (0,1,1)	-666,99	Signifikan

Dari tabel 3 diperoleh model ARIMA (0,1,1), model ini dipilih model melalui nilai AIC terkecil dan taraf signifikansi.

3.3. Estimasi Model Volatilitas

Sebelum mengestimasi model volatilitas, terlebih dahulu ditentukan apakah rata-rata model dari model sebelumnya memiliki elemen ARCH.

Tabel 4. Pengujian Sisaan ARIMA

Kriteria Uji		
Box-Ljung Test	p-value	
	1.882e-11	

Dari tabel 4, setelah dilakukan uji ARCH-LM pada model dapat diketahui bahwa model memiliki elemen ARCH. Karena model memiliki elemen ARCH, estimasi model volatilitas dapat dilakukan yaitu pemodelan ARIMA-GARCH.

Tabel 5. Model Volatilitas ARIMA-GARCH

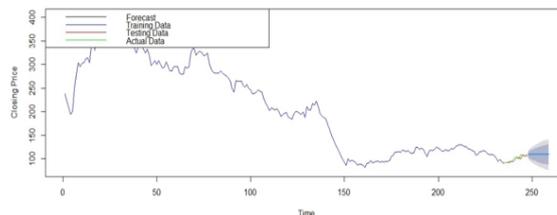
Model	AIC	Signifikansi Parameter
ARIMA (0,1,1) GARCH (1,1)	-3,015623	Tidak Signifikan
ARIMA (0,1,1) GARCH (1,0)	-3,024207	Tidak Signifikan
ARIMA (0,1,1) GARCH (1,2)	-3,005412	Signifikan

Dari Tabel 5 diperoleh model GARCH (1,2) pada saham GOTO. Model ini signifikan setelah di uji validasi dan residu adalah white noise dan tidak berdistribusi normal setelah uji diagnostik. Varian dan rata-rata yang diperoleh dari estimasi model ini kemudian digunakan untuk memperkirakan Value-at-Risk dan Expected Shortfall dibagian selanjutnya.

3.4. Estimasi Value-at Risk dan Expected Shortfall

Dari hasil pemodelan ARIMA-GARCH dilakukan peramalan 12 periode kedepan, hasil peramalan didapat nilai Mean Absolute

Percentage Error (MAPE) 7,566723 dimana nilai MAPE ini menunjukkan bahwa model peramalan yang dipakai sudah sangat baik dan ketepatannya di visualisasikan dengan gambar 2.



Gambar 2. Line Chart Data Keseluruhan

Model yang didapat setelah diidentifikasi dilakukan perhitungan perkiraan Value-at-Risk dan Expected Shortfall digunakan persamaan (18),(19) dan (20). Perkiraan hasil dari saham GOTO ditunjukkan pada tabel dibawah :

Tabel 6. Hasil Value-at-Risk dan Expected Shortfall

Stock	GOTO
Average	0,002078475
Median	0,001475229
Standard Deviation	0,05629202
Skewness z	2,023709
Kurtosis z	5,314311
$\phi^{-1}(5\%)$	-1,644854
$F_{cf}^{-1}(5\%)$	0,003940
$VaR_{5\%}$	0,088911
$ES_{5\%}$	0,122084

Berdasarkan tabel 6 terlihat bahwa VaR saham Gojek Tokopedia adalah 0,088911. Dengan kata lain, jika investasi sebesar Rp 1.000.000 pada saham GOTO dilakukan dalam waktu 12 hari (5% dari 247 hari) dari jangka waktu investasi dengan tingkat kepercayaan 95%, maka kerugian terbesar yang ditanggung oleh pembiayaan adalah sebesar Rp 88.911,00. Jika dibandingkan dengan nilai ES sebesar 0,122084, maka kerugian terbesar yang dapat ditanggung dana adalah Rp 122.084,00 jika investasi saham GOTO senilai Rp 1.000.000 dilakukan dalam waktu 12 hari (5% dari 247 hari masa investasi). Model yang didapat adalah,

$$\hat{\sigma}_t^2 = 4.997e - 04 + 2.033e - 03\hat{\sigma}_{t-1}^2 + 3.102e - 01\alpha_{t-1}^2 + 1.609e - 2\theta_{t-1}^2 + 1.000e - 08\theta_{t-2}^2 \quad (21)$$

4. KESIMPULAN

Artikel ini membahas penggunaan ARIMA-GARCH untuk menghitung Expected Shortfall (ES) dan Value-at-Risk (VaR) untuk Saham Tokopedia (GOTO). Temuan analisis mendukung pernyataan bahwa data penutupan yang digunakan memiliki estimasi nilai stok rata-rata yang ditentukan oleh model ARIMA. (0,1,1). Model volatilitas GARCH (1,2) digunakan pada saham GOTO. VaR serta ES dihitung untuk sampai pada hasil akhir, dengan ES memiliki nilai lebih besar dari VaR.

References

- [1] A. Pambudi, "Penerapan crisp-dm menggunakan mlr k-fold pada data saham pt. telkom indonesia (persero) tbk (tlkm)(studi kasus: Bursa efek indonesia tahun 2015-2022)," *Jurnal Data Mining dan Sistem Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 1–14, 2023.
- [2] M. I. Rizki, T. Ammar, F. Fitriyani, and S. Fasya, "Peramalan indeks harga saham pt verena multi finance tbk dengan metode pemodelan arima dan arch-garch," *J Statistika: Jurnal Ilmiah Teori Dan Aplikasi Statistika*, vol. 14, no. 1, pp. 11–23, 2021.
- [3] Q. Weng, R. Liu, and Z. Tao, "Forecasting tesla's stock price using the arima model," *Proceedings of Business and Economic Studies*, vol. 5, no. 5, pp. 38–45, 2022.
- [4] G. Ardesfira, H. F. Zedha, I. Fazana, J. Rahmadhiyanti, S. Rahima, and S. Anwar, "Peramalan nilai tukar rupiah terhadap dollar amerika dengan menggunakan metode autoregressive integrated moving average (arima)," *Jambura Journal of Probability and Statistics*, vol. 3, no. 2, pp. 71–84, 2022.
- [5] W. Y. Rusyida and V. Y. Pratama, "Prediksi harga saham garuda indonesia di tengah pandemi covid-19 menggunakan metode arima," *Square: Journal of Mathematics and Mathematics Education*, vol. 2, no. 1, pp. 73–81, 2020.
- [6] J. Saputra and A. Simanjuntak, "Estimating the expected shortfall in myor stock using the arima-garch model," *International Journal of Global Operations Research*, vol. 2, no. 3, pp. 118–123, 2021.
- [7] E. Harun *et al.*, "Analisis laporan keuangan sebagai bukti pengukuran kinerja pada pt goto gojek tokopedia tbk tahun 2021," *Value*, vol. 3, no. 1, pp. 82–89, 2022.
- [8] T. Wulandari, "Saham goto menyentuh auto reject bawah (arb), saatnya sell atau buy," *Jurnal Ecoment Global*, vol. 8, no. 1, pp. 30–34, 2023.
- [9] S. E. Sukono, A. Simanjuntak, A. Santoso, P. L. Ghazali, and A. T. Bon, "Arima-garch model for estimation of value-at-risk and expected shortfall of some stocks in indonesian capital market," in *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Riyadh, Saudi Arabia*, 2019, pp. 327–334.
- [10] Y. I. Ajunu, N. ACHMAD, and M. R. F. PAYU, "Perbandingan metode autoregressive integrated moving average dan metode double exponential smoothing dari holt dalam meramalkan nilai impor di indonesia," *Jambura Journal Of Probability And Statistics*, vol. 1, no. 1, pp. 37–46, 2020.
- [11] K. Dowd, *An introduction to market risk measurement*. John Wiley & Sons, 2002.
- [12] A. J. Patton, J. F. Ziegel, and R. Chen, "Dynamic semiparametric models for expected shortfall (and value-at-risk)," *Journal of econometrics*, vol. 211, no. 2, pp. 388–413, 2019.
- [13] T. Yunita, "Peramalan jumlah penggunaan kuota internet menggunakan metode autoregressive integrated moving average (arima)," *Journal of Mathematics: Theory and Applications*, pp. 16–22, 2020.
- [14] S. Setyowibowo, M. As'ad, S. Sujito, and E. Farida, "Forecasting of daily gold price using arima-garch hybrid model," *J. Ekon. Pembang*, vol. 19, no. 2, pp. 257–270, 2022.
- [15] I. K. Hasan, I. Djakaria, and D. N. A. Karim, "Perbandingan model arch (1) dan garch (1, 1) ditinjau dari perilaku kurtosis dan fungsi autokorelasi," *Jambura Journal of Mathematics*, vol. 2, no. 2, pp. 97–107, 2020.
- [16] Loui, "Estimation and performance assessment of value-at-risk and expected shortfall based on long-memory garch-class models." *Finance a Uver: Czech Journal of Economics & Finance*, vol. 65, no. 1, pp. 30–54, 2015.
- [17] Y. Saepudin, H. Yasin, and R. Santoso, "Analisis risiko investasi saham tunggal syariah dengan value at risk (var) dan expected shortfall (es)," *Jurnal Gaussian*, vol. 6, no. 2, pp. 271–280, 2017.
- [18] C. M. Jarque and A. K. Bera, "Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals," *Economics letters*, vol. 6, no. 3, pp. 255–259, 1980.
- [19] H. Situngkir, "Value-at-risk that pays attention to the statistical nature of the return distribution," 2006.
- [20] B. U. Devi, D. Sundar, and P. Alli, "An effective time series analysis for stock trend prediction using arima model for nifty midcap-50," *International Journal of Data Mining & Knowledge Management Process*, vol. 3, no. 1, p. 65, 2013.
- [21] B. S. Sukono, H. Napitupulu, Y. Hidayat, A. S. Putra, and A. T. Bon, "Value-at-risk and modified value-at-risk under asset liability by using time series approach."
- [22] P. Artzner, F. Delbaen, J.-M. Eber, and D. Heath, "Coherent measures of risk," *Mathematical finance*, vol. 9, no. 3, pp. 203–228, 1999.
- [23] S. Patra, "Revisiting value-at-risk and expected shortfall in oil markets under structural breaks: The role of fat-tailed distributions," *Energy Economics*, vol. 101, p. 105452, 2021.