

PERAMALAN VOLATILITAS *RETURN* NILAI TUKAR RUPIAH TERHADAP US DOLLAR MENGGUNAKAN METODE EGARCH, TGARCH, DAN APARCH

Made Nonik Pramesti Karana^{1§}, I Wayan Sumarjaya², Kartika Sari³

¹Program Studi Matematika, Fakultas MIPA-Universitas Udayana [Email: nonikpramsti23ixh@gmail.com]

²Program Studi Matematika, Fakultas MIPA-Universitas Udayana [Email: sumarjaya@unud.ac.id]

³Program Studi Matematika, Fakultas MIPA-Universitas Udayana [Email: sarikartika@unud.ac.id]

[§]Corresponding Author

ABSTRACT

Exchange rates play a crucial role among macroeconomic variables, exerting a significant influence on a country's economic landscape. Fluctuations in these rates can impact a nation's stability and economic activities. Consequently, it becomes essential to engage in forecasting endeavors, particularly in predicting the exchange rate of the rupiah against foreign currencies, with a focus on the US dollar. Certain instances in financial data reveal an asymmetric volatility response, often referred to as the leverage effect. To address this challenge, asymmetric GARCH models, including EGARCH, TGARCH, and APARCH, prove instrumental. This research endeavors to identify the most effective model among EGARCH, TGARCH, and APARCH using data pertaining to the rupiah's exchange rate against the US Dollar from March 2, 2020, to June 2, 2022. The findings indicate that the APARCH (1,2) model stands out as the optimal choice for predicting volatility, boasting the smallest AIC value in comparison to its counterparts. As per the research outcomes, volatility witnessed a decline from the initial day to the fourteenth day.

Keywords: GARCH, EGARCH, TGARCH, APARCH, Volatility

1. PENDAHULUAN

Nilai tukar merupakan salah satu bagian dari variabel makroekonomi yang berperan penting terhadap perekonomian suatu negara karena perubahan nilai tukar dapat memengaruhi stabilitas dan kegiatan ekonomi suatu negara (Firman, 2020).

Data nilai tukar setiap waktunya dapat berubah-ubah atau cenderung tidak konstan tergantung dengan kondisi saat terjadi perubahan terhadap nilai tukar itu sendiri (Laila, 2018). Kecenderungan peningkatan inflasi di Indonesia, misalnya, merupakan dampak langsung dari melemahnya nilai rupiah dibandingkan *dollar*. Hal ini menjadi contoh bagaimana fluktuasi nilai tukar dapat berdampak pada perekonomian suatu negara. (Elvitra *et al.*, 2013). Fluktuasi nilai tukar dipengaruhi oleh beberapa faktor, khususnya biaya pinjaman, peningkatan nilai tukar, dan tingkat pertumbuhan ekonomi. Fluktuasi nilai tukar merupakan sumber risiko bagi para investor, organisasi, dan bank di bursa global (Dewi, 2012). Oleh karena itu, peramalan perlu dilakukan dengan tujuan untuk memprediksi

nilai tukar rupiah terhadap mata uang lain, seperti *US dollar*. Menurut Bau *et al.*, (2016) pemantauan nilai tukar rupiah terhadap *US dollar* harus dilakukan untuk memastikan perekonomian negara tetap stabil atau tidak.

Karena volatilitas data nilai tukar biasanya tidak konstan, varians sisa merupakan ukuran dinamis dari fluktuasi ini. Menurut Tsay (2005), volatilitas dapat memberikan perbedaan kenaikan atau penurunan yang disebut sebagai keasimetrisan (*leverage effect*), di mana pada data terdapat perbedaan dalam besarnya perubahan volatilitas saat nilai bergerak (heteroskedastisitas) pada data.

Permasalahan heteroskedastisitas bisa ditangani dengan model ARCH/GARCH. Engle mempresentasikan model *autoregressive conditional heteroskedasticity* (ARCH) pada tahun 1982 yang digunakan untuk mengatasi heterogenitas varians dengan memodelkan *mean* dan varians secara bersamaan (Tsay, 2005). Namun, model ini dipandang kurang efektif jika diterapkan pada data keuangan yang memiliki

volatilitas yang tinggi, karena membutuhkan tingkat orde yang tinggi dalam memodelkan variansnya, hal ini menyulitkan tahapan identifikasi dan estimasi model (Untari *et al.*, 2009). Tahun 1986, Bollerslev mengembangkan model ARCH jadi *generalized autoregressive conditional heteroscedasticity* (GARCH) (Tsay,2005). Model ARCH dan GARCH menunjukkan volatilitas yang simetris atau disesuaikan kepada berbagai kemungkinan dan guncangan, lebih spesifiknya, guncangan berita yang baik dan berita buruk (Elvitra *et al.*, 2013).

Kekurangan model ARCH/GARCH ini bisa diatasi dengan memakai model GARCH asimetris (Tsay, 2005). Model EGARCH (*exponential GARCH*) yang diusulkan oleh Nelson pada tahun 1991. TGARCH (*threshold GARCH*) yang dikemukakan oleh Zakoian pada tahun 1994. Sementara itu, APARCH (*assymetric power ARCH*) yang diusulkan oleh Ding, Granger, dan Engle pada tahun 1993.

Berdasarkan uraian pada bagian terdahulu, tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui hasil peramalan volatilitas *return* nilai tukar mata uang rupiah terhadap US *dollar* berdasarkan model terbaik di antara model EGARCH, TGARCH, dan APARCH.

2. METODE PENELITIAN

Untuk keperluan penelitian ini digunakan data sekunder yang diperoleh dari situs resmi Bank Indonesia yang dapat dilihat di www.bi.go.id. Data yang digunakan data kurs jual rupiah terhadap US *dollar* pada tanggal 2 Maret 2020 hingga tanggal 2 Juni 2022, yang merupakan jangka waktu pengamatan data. Jumlah pengamatan adalah 559 hari selama hari kerja sesuai ketentuan Bank Indonesia.

Adapun langkah-langkah analisis data yaitu:

1. Menghitung data *return* memakai persamaan:

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

dengan P_t adalah harga aset pada waktu ke- t dan \ln ialah logaritma natural.

2. Menghitung *mean*, standar deviasi, *skewness*, dan kurtosis untuk melihat gambaran dari data *return*.

3. Memeriksa kestasioneran data *return* melalui plot data, grafik korelogram ACF dan PACF. Selain itu penggunaan uji ADF dengan hipotesis:

$H_0: \beta = 0$ (ditemukan unit *root* ataupun data tidak stasioner)

$H_1: \beta < 0$ (tidak ditemukan unit *root* ataupun data stasioner)

Statistik uji yang diterapkan dalam uji ADF:

$$ADF = \frac{\hat{\beta}-1}{SE(\hat{\beta})} \quad (2)$$

dengan $SE(\hat{\beta})$ adalah nilai standar *error* dari estimasi β . Daerah kritis: hipotesis H_0 ditolak apabila $p - value < \alpha$, yang menunjukkan yaitu data stasioner (Tsay, 2005). Jika data *return* tidak stasioner bisa dilakukan *differencing*.

4. Pengecekan kepada residual kuadrat yang mencakup:

- a. Melakukan pengujian korelasi untuk melihat ada tidaknya autokorelasi dengan uji *Ljung-Box* dengan hipotesis:

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_l = 0$ (tidak terdapat autokorelasi)

$H_1 : \text{terdapat } \rho_h \neq 0 \text{ untuk } h = 1, 2, \dots, l$ (terdapat autokorelasi)

Statistik uji yang diterapkan:

$$Q(l) = T(T + 2) \sum_{h=1}^l \frac{\hat{\rho}_h^2}{(T-h)} \quad (3)$$

dengan l sebagai jumlah *lag* yang diuji dan $\hat{\rho}_h$ sebagai nilai autokorelasi pada *lag* h . Daerah kritis: hipotesis H_0 ditolak apabila $Q(l) > \chi_{\alpha}^2$ atau ketika $p - value < \alpha$ (Tsay, 2005).

- b. Menguji efek ARCH dengan menerapkan uji ARCH-LM guna menilai apakah ditemukan efek ARCH ataupun tidak, hipotesisnya:

$H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \dots = \alpha_m = 0$ (tidak ditemukan efek ARCH)

$H_1 : \text{terdapat } \alpha_i \neq 0, i = 1, 2, 3, \dots, m$ (ada efek ARCH)

Statistik uji yang diterapkan dalam uji ARCH-LM yaitu:

$$LM = \frac{(SSR_0 - SSR_1)/m}{\frac{SSR_1}{N-2m-1}} \quad (4)$$

dengan $SSR_0 = \sum_{t=m+1}^N (\alpha_t^2 - \bar{\omega})^2$, $\bar{\omega} = \frac{\sum_{t=1}^N \alpha_t^2}{N}$ yang merupakan nilai *mean* dari α_t^2 ,

$SSR_1 = \sum_{t=m+1}^N \hat{e}_t^2$ dengan \hat{e}_t^2 berikut adalah residual kuadrat terkecil pada waktu t , m adalah derajat bebas, dan N adalah banyak pengujian. Daerah kritis adalah tolak H_0 apabila nilai $LM > \chi_m^2(\alpha)$ atau $p - value < \alpha$.

Ketika tidak ditemukan korelasi dan tidak ditemukan efek ARCH, maka proses yang sebelumnya tidak akan dilanjutkan. Sebaliknya, ketika ditemukan korelasi dan

- ditemukan efek ARCH, maka bisa dilanjutkan pada langkah selanjutnya yaitu langkah 5.
- Memakai *maximum likelihood estimation* untuk dilakukan estimasi parameter model GARCH.
 - Penentuan model GARCH terbaik dengan melihat nilai AIC terkecil memakai persamaan berikut:

$$AIC = -\frac{2}{T}l + \frac{2}{T}k \quad (5)$$

- Melakukan uji efek asimetris dengan uji *sign* dan *size* bias pada model GARCH dengan hipotesis:

$$H_0 : \varphi_1 = \varphi_2 = \dots = \varphi_m = 0 \quad (\text{residual sifatnya simetris})$$

$$H_1 : \text{terdapat } \varphi_i \neq 0; i = 1, 2, \dots, m \quad (\text{residual sifatnya asimetris})$$

Statistik uji yang dipakai yakni:

$$F = \frac{SSR_0/k}{SSR_1/T-k-1} \quad (6)$$

Daerah kritis adalah tolak H_0 jika $F > \chi_m^2(\alpha)$ atau $p - \text{value} < \alpha$. Jika efek asimetris pada data tidak ada, model GARCH bisa digunakan untuk peramalan. Pengujian hanya akan dilanjutkan ke langkah selanjutnya (langkah 8) apabila ditemukan adanya efek asimetris.

- Melakukan estimasi parameter untuk model EGARCH, TGARCH, dan APARCH mempergunakan metode *maximum likelihood estimation*. Persamaan model EGARCH yaitu:

$$\ln \sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i \frac{|a_{t-i}| + \gamma_i a_{t-i}}{\sigma_{t-i}} + \sum_{j=1}^s \beta_j \ln(\sigma_{t-j}^2) \quad (7)$$

dengan notasi γ_i merupakan efek asimetris dari γ_i merupakan efek asimetris dari a_{t-i} .

Persamaan model TGARCH yaitu:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m (\alpha_i a_{t-i}^2 + \gamma_i N_{t-i}^- a_{t-i}^2) + \sum_{j=1}^s \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (8)$$

dengan N_{t-i}^- adalah indikator dari a_{t-i} negatif atau variabel *dummy* yang memiliki nilai 1 ketika $a_{t-i} < 0$ dan 0 ketika $a_{t-i} \geq 0$. Kemudian, model APARCH yaitu:

$$\sigma_t^\delta = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i (|a_{t-i}| + \gamma_i a_{t-i})^\delta + \sum_{j=1}^s \beta_j \sigma_{t-j}^\delta \quad (9)$$

dengan γ_i merupakan efek asimetris antara volatilitas dan *return* ketika $\gamma \neq 0$, dan δ merupakan pangkat volatilitas ketika $\delta \neq 1$.

- Penentuan model yang mempunyai nilai AIC terkecil untuk model terbaik dari model EGARCH, TGARCH, dan APARCH.

- Melakukan peramalan volatilitas data dengan model yang terpilih untuk empat belas hari ke depan yaitu 3 Juni 2022 sampai dengan 16 Juni 2022.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Return

Mengacu kepada data kurs jual nilai tukar rupiah terhadap US *dollar*, data pertama adalah 14.485,07 dan data kedua adalah 14.293,11. Sehingga perhitungan *return* pada periode pertama dengan memakai persamaan (1) yaitu:

$$r_1 = \ln \frac{14.293,11}{14.485,07} = -0,013341$$

Dengan metode yang serupa, nilai *return* dihitung pada periode $t = 2, 3, \dots, 559$ untuk data nilai tukar rupiah terhadap US *dollar*.

3.2 Statistika Deskriptif Data Return

Analisis deskriptif mengenai data *return* nilai tukar rupiah terhadap US *dollar* bisa ditemukan melalui Tabel 1.

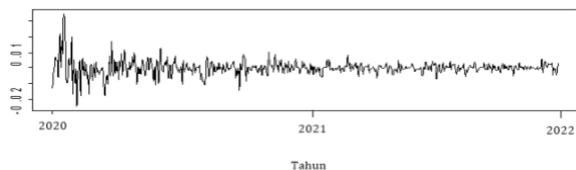
Tabel 1. Statistika Deskriptif Data Return Nilai Tukar Rupiah Terhadap US Dollar

Statistika Deskriptif	Nilai
Maximum	0,035083
Minimum	-0,02500
Mean	0,000022
Deviasi Standar	0,004892
Kurtosis	11,17140
Skewness	0,956387

Nilai *mean* positif melalui Tabel 1 menunjukkan adanya kemungkinan memperoleh keuntungan. Nilai *return* tersebut mempunyai nilai standar deviasi yang tidak setara atau nilai yang tidak nol, menunjukkan yaitu data tersebut tidak sama atau sesuatu yang mempunyai kecenderungan pada data berbeda (heterogen). Kemudian pada data *return* mempunyai kurtosis memiliki nilai lebih dari tiga yang menunjukkan yaitu nilai *return* mempunyai bentuk kurva sebarang yang meruncing yang berarti nilai *return* tidak berdistribusi normal. Selain nilai kurtosis, sebaran data juga bisa ditinjau dari nilai *skewness*. Terdeteksi bahwa distribusi data *return* mempunyai ekor kanan yang lebih panjang dari ekor kiri, artinya data *return* tersebut memiliki nilai *skewness* yang lebih besar dari nol. Oleh karena itu, pada data *return* terdapat ketidaksimetrisan.

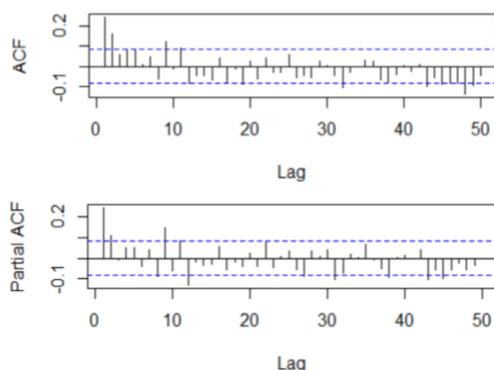
3.3 Pengujian Kestasioneran Data

Data *return* nilai tukar rupiah terhadap US *dollar* menghasilkan plot yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Plot Data *Return* Nilai Tukar Rupiah Terhadap US *Dollar*

Gambar 1, menunjukkan yaitu data *return* tersebut stasioner dalam *mean*, yang artinya data *return* nilai tukar rupiah terhadap US *dollar* bergerak pada kisaran nilai *mean*. Ada beberapa teknik atau cara untuk melihat dan mengukur data stasioner, beberapa diantaranya harus terlihat dari grafik korelogram ACF dan PACF. Kedua bisa diuji memakai uji ADF. Berikut ini adalah grafik korelogram nilai ACF dan PACF yang bisa diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik ACF dan PACF Data *Return*

Berdasarkan Gambar 2, hanya beberapa *lag* keluar dari garis putus-putus (garis *bartlett*). Namun secara umum, data sudah stasioner.

Berdasarkan data *return* pada data dan perhitungan memakai persamaan (2), diperoleh hasil uji ADF dengan taraf signifikan 0,05, nilai tukar rupiah terhadap US *dollar* memiliki nilai *p-value* sebesar 0,01. Dengan demikian H_0 ditolak yang berarti data *return* sudah stasioner.

3.4 Uji Autokorelasi dan Heteroskedastisitas

Berdasarkan data *return* akan dihitung nilai Q untuk uji Ljung-Box dan nilai LM memakai untuk menguji ARCH-LM.

Hasil Uji *Ljung-Box* diperoleh *p-value* $2,2 \times 10^{-16}$. Karena *p-value* lebih rendah dibandingkan taraf signifikan 0,05, terdapat bukti yang cukup untuk menolak spekulasi H_0 .

Hal ini menunjukkan adanya autokorelasi pada data *return*.

Selain itu hasil uji ARCH-LM diperoleh *p-value* $2,2 \times 10^{-16} < 0,05$ yang artinya tidak cukup bukti untuk menerima H_0 . Sehingga ditemukan efek ARCH atau heteroskedastisitas pada data *return*. Model GARCH diterapkan karena terdapat autokorelasi dan efek ARCH pada data *return*.

3.5 Estimasi Model GARCH

Hasil estimasi parameter untuk model GARCH bisa diamati melalui Tabel 2.

Tabel 2. Estimasi Parameter Model GARCH(m,s)

Model	Parameter	Estimasi Parameter	<i>t-statistic</i>	<i>p-value</i>
GARCH (1,1)	α_0	$1,959 \times 10^{-7}$	1,691	0,04076
	α_1	$8,244 \times 10^{-2}$	2,605	0,00917
	β_1	$9,023 \times 10^{-1}$	25,568	2×10^{-16}
GARCH (1,2)	α_0	$2,649 \times 10^{-7}$	1,707	0,05783
	α_1	$1,118 \times 10^{-1}$	2,624	0,00870
	β_1	$6,350 \times 10^{-1}$	3,068	0,00215
	β_2	$2,345 \times 10^{-1}$	1,181	$2,6 \times 10^{-16}$
GARCH (2,1)	α_0	$2,547 \times 10^{-7}$	1,613	0,1068
	α_1	$1,007 \times 10^{-1}$	2,454	0,0141
	α_2	1×10^{-8}	0	1
	β_1	$8,825 \times 10^{-1}$	18,791	2×10^{-16}
GARCH (2,2)	α_0	$3,360 \times 10^{-7}$	1,916	0,05540
	α_1	$6,073 \times 10^{-2}$	2,428	0,01520
	α_2	$8,787 \times 10^{-2}$	2,917	0,00353
	β_1	1×10^{-8}	NA	NA
	β_2	$8,246 \times 10^{-1}$	NA	NA

Suatu model disebutkan signifikan ketika mempunyai *p-value* $< 0,05$. Mengacu pada Tabel 2, model GARCH(1,1) dan GARCH(1,2) menunjukkan signifikan. Selanjutnya, dilakukan penentuan model GARCH terbaik dengan memilih nilai AIC paling kecil.

3.6 Pemilihan Model GARCH

Model yang signifikan dan memiliki nilai AIC terkecil dilakukan untuk memilih model GARCH terbaik yang bisa diamati melalui Tabel 3.

Tabel 3. Nilai AIC Model GARCH

Model	AIC
GARCH(1,1)	-8,423104
GARCH(1,2)	-8,415345

Mengacu melalui Tabel 3, bisa dilihat bahwa nilai AIC yang paling kecil di antara model GARCH adalah model GARCH(1,1). Oleh karena itu, model yang dipilih adalah model GARCH(1,1). Sehingga model GARCH(1,1) pada nilai tukar rupiah terhadap US *dollar* dan nilai parameter α_0 , α_1 , dan β_1 adalah:

$$\begin{aligned} \sigma_t^2 &= \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \\ &= 0,0000001959 + \\ &\quad 0,08244 a_{t-1}^2 + 0,9023 \sigma_{t-1}^2. \end{aligned}$$

3.7 Uji Sign dan Size Bias

Hasil uji *sign* dan *size* bias dari model GARCH(1,1) nilai tukar rupiah terhadap US dollar bisa dicermati melalui Tabel 4.

Tabel 4. Uji Sign dan Size Bias Model GARCH(1,1)

	<i>t</i> -statistic	<i>p</i> -value	Sig
<i>Sign Bias</i>	0,4445994	0,65678325	
<i>Negative Size Bias</i>	0,1372183	0,89090819	
<i>Positive Size Bias</i>	2,1004300	0,03614327	**
<i>Join Effect</i>	4,6272990	0,20121270	

Parameter *positive size bias* adalah signifikan, sebagaimana terlihat dalam Tabel 4. Sehingga, keputusan yang diambil adalah menolak H_0 di mana bahwa residu dari model GARCH(1,1) bersifat asimetris. Sehingga volatilitas nilai tukar rupiah terhadap US dollar bisa dimodelkan memakai model GARCH yang bersifat asimetris.

3.8 Estimasi Parameter Model GARCH Asimetris

Hasil estimasi parameter model EGARCH, TGARCH, dan APARCH pada nilai tukar rupiah terhadap US dollar disajikan tersendiri dalam Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7.

Tabel 4. Estimasi Parameter Model EGARCH Return Nilai Tukar Rupiah Terhadap US Dollar

Model	Parameter	Estimasi Parameter	<i>t</i> -statistic	<i>p</i> -value
EGARCH (1,1)	α_0	-0,106486	-26,4786	0
	α_1	0,011414	7,0916	0
	β_1	0,989927	5075,9260	0
	γ_1	0,139315	4,8480	0,000001
EGARCH (1,2)	α_0	-0,087397	-2,72551	0,006420
	α_1	0,040502	1,15569	0,247807
	β_1	0,531884	589,49261	0
	β_2	0,459781	392,26682	0
	γ_1	0,148537	1,88618	0,059271
EGARCH (2,1)	α_0	-0,012418	$-7,9110 \times 10$	0
	α_1	0,176381	$3,8349 \times 10$	0,000126
	α_2	-0,149147	$-2,9495 \times 10$	0,003183
	β_1	0,998975	$1,6022 \times 10^6$	0
	γ_1	0,163577	$4,5327 \times 10$	0,000006
	γ_2	-0,123143	$-2,8614 \times 10$	0,004217
EGARCH (2,2)	α_0	-0,171551	-1,53957	0,123666
	α_1	0,063576	2,76591	0,005676
	α_2	-0,038309	-2,02302	0,043072
	β_1	0,016881	1,64969	0,099007
	β_2	0,966997	10730,30717	0
	γ_1	0,140190	3,62044	0,000294
γ_2	0,108606	2,44421	0,014517	

Tabel 6. Estimasi Parameter Model TGARCH Return Nilai Tukar Rupiah Terhadap US Dollar

Model	Parameter	Estimasi Parameter	<i>t</i> -statistic	<i>p</i> -value
TGARCH (1,1)	α_0	$6,185 \times 10^{-5}$	1,448	0,0476
	α_1	$9,495 \times 10^{-2}$	2,550	0,0108
	β_1	$7,550 \times 10^{-3}$	0,061	0,0510
	γ_1	$9,128 \times 10^{-1}$	24,771	2×10^{-16}
TGARCH (1,2)	α_0	$4,146 \times 10^{-5}$	1,163	0,2446
	α_1	$8,916 \times 10^{-2}$	2,448	0,0144
	β_1	$-1,696 \times 10^{-1}$	-0,755	0,4502
	β_2	$5,463 \times 10^{-1}$	2,056	0,0398
	γ_1	$3,752 \times 10^{-1}$	1,358	0,1745
TGARCH (2,1)	α_0	$8,482 \times 10^{-5}$	1,363	0,1729
	α_1	$1,158 \times 10^{-1}$	2,269	0,0233
	α_2	1×10^{-8}	0,001	0,9993
	β_1	$1,731 \times 10^{-3}$	0,015	0,9879
	γ_1	$1,209 \times 10^{-1}$	NA	NA
	γ_2	$8,922 \times 10^{-1}$	17,361	2×10^{-16}
TGARCH (2,2)	α_0	$5,894 \times 10^{-5}$	1,494	0,13515
	α_1	$7,007 \times 10^{-2}$	2,792	0,00524
	α_2	$6,122 \times 10^{-2}$	2,196	0,02813
	β_1	$-5,84 \times 10^{-1}$	-2,706	0,00682
	β_2	$5,834 \times 10^{-1}$	3,919	$8,88 \times 10^{-5}$
	γ_1	1×10^{-8}	NA	NA
	γ_2	$8,847 \times 10^{-1}$	NA	NA

Tabel 7. Estimasi Parameter Model APARCH Return Nilai Tukar Rupiah Terhadap US Dollar

Model	Parameter	Estimasi Parameter	<i>t</i> -statistic	<i>p</i> -value
APARCH (1,1)	α_0	0	0,017446	0,986081
	α_1	0,064586	2,678108	0,007404
	β_1	0,891210	18,826832	0
	γ_1	0,022725	0,390146	0,696428
	δ	2,611074	33,313757	0
APARCH (1,2)	α_0	0	0,005288	0
	α_1	0,063618	2,553730	0,010658
	β_1	0,453837	2,420853	0,015484
	β_2	0,437168	2,563754	0,010355
	γ_1	-0,039207	-1,053043	0,002321
	δ	2,644953	36,521069	0
APARCH (2,1)	α_0	0	0,01829	0,985407
	α_1	0,031797	1,96403	0,049527
	α_2	0,027837	2,38594	0,017035
	β_1	0,897425	27,42135	0
	γ_1	-0,030116	-0,15864	0,873952
	δ	0,057020	0,20160	0,840228
APARCH (2,2)	α_0	0	0,016198	0,987076
	α_1	0,030885	0,655645	0,512052
	α_2	0,028597	2,453249	0,014157
	β_1	0,418044	4,512734	0,000006
	β_2	0,475990	17,244133	0
	γ_1	-0,181918	-0,309794	0,756717
	γ_2	0,149529	0,900709	0,367743
	δ	2,573845	43,277230	0

Berdasarkan Tabel 5, 6, dan 7 diperoleh bahwa di antara hasil estimasi parameter model EGARCH, TGARCH, dan APARCH nilai tukar rupiah terhadap US dollar, model EGARCH(1,1), EGARCH(2,1), TGARCH(1,1), & APARCH(1,2) yang memiliki tingkat signifikansi karena memperoleh nilai *p*-value < 0,05. Kemudian, dipilih model terbaik dari model-model tersebut.

3.9 Pemilihan Model GARCH Asimetris

Nilai AIC dari model EGARCH, TGARCH, dan APARCH pada nilai tukar rupiah terhadap US *dollar* bisa diamati melalui Tabel 8.

Tabel 5. Nilai AIC Model EGARCH, TGARCH, APARCH

Model	AIC
EGARCH(1,1)	-8,3943
EGARCH(2,1)	-8,4017
TGARCH(1,1)	2,4619
APARCH(1,2)	-8,4254

Nilai AIC yang diperoleh dari Tabel 8 menunjukkan yaitu AIC yang paling kecil diantara model EGARCH, TGARCH dan APARCH adalah model APARCH(1,2).

Persamaan model APARCH(1,2) untuk data *return* nilai tukar rupiah terhadap US *dollar* berdasarkan persamaan (9) adalah

$$\begin{aligned} \sigma_t^\delta &= \alpha_0 + \alpha_1(|\alpha_{t-1}| + \gamma_1\alpha_{t-1})^\delta + \beta_1\sigma_{t-1}^\delta \\ &\quad + \beta_2\sigma_{t-2}^\delta \\ &= 0,063618(|\alpha_{t-1}| + 0,039207\alpha_{t-1})^{2,644953} \\ &\quad + 0,453837\sigma_{t-1}^{2,644953} + 0,437168\sigma_{t-2}^{2,644953} \end{aligned}$$

3.10 Peramalan Volatilitas

Hasil peramalan volatilitas untuk *return* nilai tukar rupiah terhadap US *dollar* selama 14 periode berikutnya, mulai 3 Juni 2022 sampai 16 Juni 2022 yang dihasilkan memakai model APARCH(1,2) ditunjukkan melalui Tabel 9.

Tabel 6. Hasil Peramalan Volatilitas *Return* Nilai Tukar Rupiah Terhadap US *Dollar*

Tanggal	Hasil Peramalan
3 Juni 2022	0,002602
4 Juni 2022	0,002547
5 Juni 2022	0,002570
6 Juni 2022	0,002558
7 Juni 2022	0,002561
8 Juni 2022	0,002557
9 Juni 2022	0,002557
10 Juni 2022	0,002555
11 Juni 2022	0,002554
12 Juni 2022	0,002553
13 Juni 2022	0,002551
14 Juni 2022	0,002550
15 Juni 2022	0,002549
16 Juni 2022	0,002548

Berdasarkan Tabel 9, hasil peramalan pada periode pertama sampai periode empat belas sebesar 0,002602 sampai 0,002548, di mana prakiraan volatilitas *return* nilai tukar rupiah terhadap US *dollar* selama 14 periode berikutnya mengalami penurunan dari periode awal hingga periode keempat belas. Hal ini menunjukkan adanya penurunan tingkat *return* pada periode tersebut. Penurunan volatilitas yang terus menerus menunjukkan bahwa nilai tukar rupiah terhadap US *dollar* semakin stabil. Peramalan akan menjadi lebih akurat jika dilakukan dalam jangka waktu yang lebih pendek, khususnya untuk 14 periode berikutnya, mengingat data keuangan cenderung berubah setiap waktunya.

4. SIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan analisis terhadap data nilai tukar rupiah terhadap US *dollar* periode 2 Maret 2020 sampai 2 Juni 2022 diperoleh model terbaik untuk memodelkan volatilitas nilai tukar rupiah terhadap US *dollar* adalah APARCH(1,2) dengan persamaan modelnya sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \sigma_t^\delta &= 0,063618(|\alpha_{t-1}| + 0,039207\alpha_{t-1})^{2,644953} + \\ &\quad 0,453837\sigma_{t-1}^{2,644953} + 0,437168\sigma_{t-2}^{2,644953} \end{aligned}$$

Hasil peramalan volatilitas *return* nilai tukar rupiah terhadap US *dollar* dengan memakai model APARCH(1,2) didapat mengalami penurunan sampai periode ke empat belas, yang berarti bahwa tingkat *return* selama periode tersebut mengalami penurunan. Penurunan volatilitas yang terus menerus menunjukkan nilai tukar rupiah terhadap US *dollar* semakin stabil. Investor dapat melakukan investasi pada periode waktu tersebut karena penurunan volatilitas dapat mengindikasikan stabilitas nilai tukar rupiah terhadap US *dollar* yang dapat mengurangi risiko mata uang.

Mengingat pada penelitian ini hanya memakai model EGARCH, TGARCH, dan APARCH yang di mana penelitian ini belum melibatkan model lain untuk dijadikan perbandingan. Untuk penelitian berikutnya dapat mempertimbangkan untuk menambahkan perbandingan dengan berbagai model lainnya guna menetapkan model terbaik, seperti EGARCH-M, IGARCH, GJR-GARCH atau model asimetris lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bau, A. F., Kumaat, R. J., & Niode, A. O. 2016. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Fluktuasi Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dollar Amerika Serikat. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, 16(3), 524-535.
- Dewi, N. S. 2012. Neural Network Ensembles Untuk Peramalan Nilai Tukar Dollar Terhadap Rupiah. *Skripsi: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta*.
- Elvitra, C. W., Warsito, B., & Hoyyi, A. 2013. Metode Peramalan dengan Memakai Model Volatilitas Asymmetric Power Arch (APARCH). *Jurnal Gaussian*, 2(4), 289-300.
- Firman, N. A. 2020. Model Peramalan Kurs Referensi Dollar Terhadap Rupiah Memakai Metode Jaringan Syaraf Tiruan dengan Propogasi Balik. *Skripsi: Program Studi Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar*.
- Laila, N. F. 2018. Perbandingan Prakiraan Return Kurs Dollar Australia Terhadap Rupiah Menggunakan Model Exponential GARCH dengan Model Threshold GARCH dalam Periode Bulanan dari Januari 2001 sampai dengan Agustus 2017. *Skripsi: Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta*.
- Untari, N., Mattjik, A.A., & Saefuddin, A. 2009. Analisis Deret Waktu dengan Ragam Galat Heterogen dan Asimetrik. *Forum Statistika dan Komputasi*, (14): 22-33.
- Tsay, R. S. 2005. *Analysis of Financial Time Series*. Second Edition. Canada: John Wiley & Sons, Inc.