PERBANDINGAN INVESTASI PADA MATA UANG DOLAR AMERIKA (USD) DAN YEN JEPANG (JPY) DENGAN MODEL ARIMA DAN GARCH

DEGIKA WIDYA TAMA, MAIYASTRI, YUDIANTRI ASDI

*Program Studi Matematika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas,
Kampus UNAND Limau Manis Padang, Indonesia,
degikawidyatama360@yahoo.com*

Abstrak. Nilai tukar mata uang merupakan hal penting yang harus diperhatikan seseorang apabila akan melakukan investasi. Namun pada kenyataannya nilai tukar mata uang cenderung berubah-ubah dari waktu ke waktu. Naik turunnya nilai tukar mata uang menunjukkan besarnya volatilitas. Data nilai tukar mata uang dapat dimodelkan dengan pemodelan deret waktu. Salah satu model yang sering digunakan yaitu model ARIMA. Untuk memodelkan tingkat volatilitas digunakan model GARCH, kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan resiko kerugian maksimum dengan metode *Value at Risk*. Pada penelitian ini data nilai tukar/kurs yang digunakan adalah kurs Dolar Amerika (USD) dan Yen Jepang (JPY) terhadap Rupiah. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa model ARIMA terbaik untuk kurs USD yaitu ARIMA (0,1,1) dan ARIMA terbaik untuk kurs JPY adalah ARIMA (2,1,2). Dengan model ARIMA terbaik diperoleh nilai peramalan untuk masing-masing kurs, dimana peramalan yang terbesar untuk data sebenarnya adalah kurs USD. Untuk pemodelan volatilitas dengan model GARCH dengan menggunakan data *return* diperoleh model terbaik untuk kurs USD yaitu GARCH (2,1) dan GARCH (1,1) untuk kurs JPY. Dari model GARCH terbaik diperoleh ramalan *return* dan volatilitas yang akan digunakan dalam perhitungan *Value at Risk*. Dari perhitungan *Value at Risk* diperoleh resiko terkecil adalah mata uang USD. Sehingga investasi terbaik dilakukan pada mata uang Dolar Amerika (USD).

Kata Kunci: Nilai tukar, ARIMA, return, GARCH, volatilitas, Value at Risk

1. Pendahuluan

Uang merupakan salah satu hal penting dalam kegiatan perekonomian di seluruh dunia. Pertukaran antara dua mata uang yang berbeda disebut kurs atau nilai tukar. Nilai tukar mata uang cenderung berubah seiring waktu, Naik turunnya nilai tukar mata uang menunjukkan besarnya volatilitas yang terjadi. Volatilitas yang semakin tinggi menunjukkan pergerakan kurs atau nilai tukar yang semakin besar.

Nilai tukar mata uang dan tingkat volatilitas dapat dianalisis dengan menggunakan analisis deret waktu. Model yang digunakan dalam pemodelan deret waktu yaitu model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Memodelkan tingkat fluktuasinya (volatilitas) digunakan model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH) dan untuk melakukan pengukuran resiko terhadap kemungkinan kerugian yang akan dialami digunakan *Value at Risk* (VaR). *Value at Risk* merupakan metode perhitungan untuk menentukan resiko kerugian

maksimum yang dapat terjadi. Pada penelitian ini data nilai tukar/kurs yang digunakan adalah kurs Dolar Amerika (USD) dan Yen Jepang (JPY) terhadap Rupiah.

2. Landasan Teori

Berikut adalah beberapa model deret waktu yang dibahas dalam penelitian ini.

(1) Model *Autoregressive* (AR)

Bentuk umum model MA dengan orde p adalah sebagai berikut:

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \cdots + \phi_p X_{t-p}$$

(2) Model *Moving Average* (MA)

Bentuk umum model MA dengan orde q adalah sebagai berikut:

$$X_t = \epsilon_t - \theta_1 \epsilon_{t-1} - \theta_2 \epsilon_{t-2} - \cdots - \theta_q \epsilon_{t-q}$$

(3) Model *Autoregressive Moving Average* (ARMA)

Bentuk umum model ARMA dengan orde dari AR adalah p dan orde dari MA adalah q dinyatakan sebagai berikut:

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \cdots + \phi_p X_{t-p} + \epsilon_t - \theta_1 \epsilon_{t-1} - \cdots - \theta_q \epsilon_{t-q}$$

(4) Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

Bentuk umum model ARIMA dinyatakan sebagai berikut:

$$\nabla^d X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \cdots + \phi_p X_{t-p} + \epsilon_t - \theta_1 \epsilon_{t-1} - \cdots - \theta_q \epsilon_{t-q}$$

Return yaitu tingkat keuntungan yang diperoleh investor. Cara menghitung *return* yaitu:

$$R_t = \ln \left(\frac{X_t}{X_{t-1}} \right).$$

Volatilitas berasal dari kata *volatile*, yang mengacu pada kondisi yang berarti tidak stabil, cenderung bervariasi dan sulit diperkirakan. Volatilitas digambarkan dengan ragam yang selalu berubah atau datanya heteroskedastisitas. Karena kondisi ini Engle mengembangkan model *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) dan disempurnakan lagi oleh Tim Bollerslev menjadi model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH).

Secara umum, model ARCH(q) dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \cdots + \alpha_q \epsilon_{t-q}^2$$

dengan $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0$.

Bentuk umum model GARCH(p, q)

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

dengan $p \geq 0$, $q > 0$, $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, q$, $\beta_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, p$, dan $(\sum \alpha_i + \sum \beta_j) < 1$.

Perhitungan *Value at Risk* pada tingkat kepercayaan sebesar $(1 - \alpha)$ sebagai berikut

$$VaR = [\hat{r}_t - z_\alpha \hat{\sigma}_t] \cdot W_0.$$

3. Data dan Hasil

(1) Pemodelan kurs USD dan JPY dengan Model ARIMA.

Data nilai tukar rupiah yang dianalisis terdiri dari dua mata uang yang dipilih yaitu mata uang Dolar Amerika (USD) dan mata uang Yen Jepang (JPY) periode tanggal 1 Juli 2013 sampai 21 Juni 2016 berupa data harian dengan data sebanyak 729, berikut plot datanya sebagai berikut.

Gambar 1. Plot data kursUSD

Gambar 2. Plot data kursJPY

Dari plot data pada Gambar 1 dan Gambar 2 diperoleh plot data USD membentuk tren positif sedangkan plot data JPY membentuk plot tidak beraturan. Dari gambar juga dapat dilihat bahwa data tidak berfluktuasi disekitar nilai tengah dan ragam sehingga disimpulkan bahwa data tidak stasioner. karena data belum stasioner maka dilakukan proses pembedaan (*differencing*), dengan plot sebagai berikut.

Gambar 3. Pembedaan pertama data USD

Gambar 4. Pembedaan pertama data JPY

Berdasarkan Gambar 3 dan Gambar 4 dapat dilihat bahwa data berfluktuasi pada suatu nilai konstan. Sehingga secara grafis hal ini menunjukkan bahwa data telah stasioner. Untuk membuktikannya dilakukan uji ADF terhadap data yang telah dilakukan pembedaan pertama. Diperoleh nilai ADF untuk USD yaitu -24.40975 lebih kecil dari nilai kritisnya yaitu -2.568828 . Untuk nilai ADF untuk JPY diperoleh nilai -25.80472 lebih kecil dari nilai kritisnya yaitu -2.568828 , dengan demikian dapat disimpulkan data telah stasioner.

Selanjutnya akan diidentifikasi model $ARIMA(p,1,q)$ yang cocok menggunakan korelogram. Berdasarkan korelogram baik ACF dan PACF pada

data perbedaan pertama kurs USD menunjukkan penurunan secara bertahap menuju nol setelah lag 1. Oleh karena itu, kemungkinan model untuk kurs USD terhadap Rupiah adalah ARIMA (1,1,0), ARIMA (0,1,1), ARIMA (1,1,1). Pada korelogram perbedaan pertama kurs JPY baik ACF dan PACF menunjukkan penurunan secara bertahap menuju nol setelah lag 5. Oleh karena itu, kemungkinan model diantaranya yaitu ARIMA (1,1,1), ARIMA (2,1,2), ARIMA (3,1,3), ARIMA (4,1,4) dan ARIMA (5,1,5).

Langkah selanjutnya adalah mengestimasi parameter model. Berikut adalah hasil estimasi model rata-rata kurs USD dan kurs JPY terhadap Rupiah.

Tabel 1. Estimasi model Rataan Kurs Dolar Amerika (USD) terhadap Rupiah			
	ARIMA(1,1,1)	ARIMA(1,1,0)	ARIMA (0,1,1)
ϕ_1	0.308504 (0.3598)	0.100998 (0.0064)	
θ_1	-0.210340 (0.5435)		0.097978 (0.0081)
AIC	11.50326	11.50085	11.49982
BIC	11.51888	11.50716	11.50612
logLikelihood	-4179.434	-4179.559	-4184.993
peringkat	Tidak signifikan pada ϕ_1 dan θ_1	2	1

Dari Tabel 1 diperoleh model terbaik untuk kurs Dolar Amerika (USD) terhadap Rupiah ARIMA (0,1,1) yaitu

$$\nabla^1 X_t = 0.097978\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t.$$

Tabel 2. Estimasi model Rataan Kurs Yen Jepang (JPY) terhadap Rupiah				
	ARIMA (2,1,2)	ARIMA (3,1,3)	ARIMA (4,1,4)	ARIMA (5,1,5)
ϕ_1	-1.394257 (0.0000)	-2.066937 (0.0000)	0.202745 (0.0000)	1.147772 (0.0000)
θ_1	1.421959 (0.0000)	2.122311 (0.0000)	-0.183189 (0.0000)	-1.130301 (0.0000)
ϕ_2	-0.957028 (0.0000)	-1.888661 (0.0000)	0.199778 (0.0000)	0.083431 (0.0006)
θ_2	0.990787 (0.0000)	1.984738 (0.0000)	-0.200513 (0.0000)	-0.110301 (0.0000)
ϕ_3		-0.632510 (0.0356)	0.173260 (0.0000)	-0.125521 (0.0000)
θ_3		0.689365 (0.0204)	-0.177687 (0.0000)	0.105969 (0.0000)
ϕ_4			-0.969280 (0.0000)	-1.070776 (0.0000)
θ_4			0.987487 (0.0000)	1.125215 (0.0000)
ϕ_5				0.924649 (0.0000)
θ_5				-0.968164 (0.0000)
AIC	2.570769	2.575434	2.577347	2.577119
BIC	2.596045	2.613389	2.628008	2.630514
logLikelihood	-929.1891	-927.5950	-924.9996	-918.0136
peringkat	1	2	3	4

Dari Tabel 2 diperoleh model terbaik untuk kurs Yen Jepang JPY terhadap Rupiah ARIMA (2,1,2) yaitu

$$\nabla^1 X_t = -1.394257X_{t-1} - 0.957028X_{t-2} + 1.421959\varepsilon_{t-1} + 0.990787\varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t.$$

Selanjutnya dilakukan uji asumsi sisaan terhadap model ARIMA (0,1,1) untuk kurs USD terhadap Rupiah dan model ARIMA (2,1,2) untuk kurs JPY terhadap Rupiah. Pada model ARIMA (0,1,1) untuk kurs USD dan ARIMA (2,1,2) untuk kurs JPY pada $\alpha = 10\%$ diperoleh bahwa sisaan tidak terdapat autokorelasi, serta sisaan tidak menyebar normal dan data bersifat homokedastisitas.

Selanjutnya melakukan peramalan kurs USD dan JPY dengan menggunakan model terbaik.

Tabel 3. Nilai dan peramalan data kurs USD

Tanggal	Peramalan	Aktual	error	Tanggal	Peramalan	Aktual	error
22 Juni 2016	12754,53	13232	477,47	12 Juli 2016	12835,08	13085	249.92
23 Juni 2016	12793,61	13199	405,39	13 Juli 2016	12839,69	13030	190.31
24 Juni 2016	12798,21	13230	431,79	14 Juli 2016	12844,3	13023	178.70
27 Juni 2016	12802,82	13428	625,18	15 Juli 2016	12848,91	13021	172.09
28 Juni 2016	12807,43	13190	382,57	18 Juli 2016	12853,52	13046	192.48
29 Juni 2016	12812,04	13100	287,96	19 Juli 2016	12858,13	13021	162.87
30 Juni 2016	12816,65	13114	297,35	20 Juli 2016	12862,74	13034	171.26
01 Juli 2016	12821,26	13106	284,74	21 Juli 2016	12867,34	13056	188.66
04 Juli 2016	12825,87	13106	280,13	23 Juli 2016	12871,95	13036	164.05
11 Juli 2016	12830,48	13046	215,52	25 Juli 2016	12931,23	13069	137.77

Tabel 4. Nilai dan peramalan data kurs JPY

Tanggal	Peramalan	Aktual	error	Tanggal	Peramalan	Aktual	error
22 Juni 2016	121,89	126,68	4,79	12 Juli 2016	122,89	127,01	4.12
23 Juni 2016	122,84	126,08	3,24	13 Juli 2016	122,9	125,16	2.26
24 Juni 2016	122,83	127,70	4,87	14 Juli 2016	122,9	124,67	1.77
27 Juni 2016	122,84	132,00	9,16	15 Juli 2016	122,91	122,63	0.28
28 Juni 2016	122,85	129,29	6,44	18 Juli 2016	122,92	123,54	0.62
29 Juni 2016	122,86	127,82	4,96	19 Juli 2016	122,93	123,00	0.07
30 Juni 2016	122,86	127,62	4,76	20 Juli 2016	122,94	122,92	0.02
01 Juli 2016	122,87	127,29	4,42	21 Juli 2016	122,94	121,86	1.08
04 Juli 2016	122,88	127,29	4,41	23 Juli 2016	122,95	123,09	0.14
11 Juli 2016	122,88	129,63	6,75	25 Juli 2016	122,97	122,68	0.29

(2) Pemodelan kurs USD dan JPY dengan model GARCH

Langkah pertama yang harus dilakukan yaitu menghitung data *return*, data *return* yang telah dihitung kemudian diplot dengan gambar sebagai berikut

Gambar 9. Data *return* kurs USD

Gambar 10. Data *return* kurs JPY

Pada kedua plot data *return* terlihat bahwa *return* JPY memiliki fluktuasi yang lebih besar daripada *return* USD, meskipun demikian kedua plot data

return berfluktuasi disekitar garis nol sehingga data telah stasioner terhadap nilai tengah. Namun pada kedua plot terdapat ketidakseragaman ragam dan tidak ada pola tren, karena itu model konstanta cukup untuk digunakan sebagai model rataaan bagi *return*.

Model Rataan kurs Dolar Amerika (USD) dan kurs Yen Jepang (JPY) terhadap Rupiah yaitu:

- (a) Kurs Dolar Amerika (USD) terhadap Rupiah

$$r_t = 0.000418 + \varepsilon_t.$$

- (b) Kurs Yen Jepang (JPY) terhadap Rupiah

$$r_t = 0.000235 + \varepsilon_t.$$

Selanjutnya dilakukan pemeriksaan apakah terdapat pengaruh ARCH pada sisaan dengan melakukan uji ARCH-LM (*Lagrange Multiplier*). Pada Uji ARCH-LM diperoleh bahwa nilai-p *chi-square* adalah sebesar 0.0960 untuk model rataaan kurs Dolar Amerika (USD) terhadap Rupiah dan nilai-p *chi-square* adalah sebesar 0.0688 untuk model rataaan kurs Yen Jepang (JPY) terhadap Rupiah yang nilai nya lebih kecil dari $\alpha = 10\%$ yang menunjukkan bahwa ada pengaruh ARCH pada sisaan model.

Selanjutnya akan diidentifikasi orde dari model GARCH. Kemungkinan model GARCH yang diperoleh yaitu GARCH (1,1), GARCH (2,1), dan GARCH (1,2). Kemudian diestimasi model-model yang telah diperoleh diatas dengan rangkuman sebagai berikut.

Tabel 5. Estimasi model GARCH untuk Kurs USD terhadap Rupiah

Model	GARCH (1,1)	GARCH (2,1)	GARCH (1,2)
C	$5.88 \times 10^{-6} (0.0000)$	$5.13 \times 10^{-6} (0.0000)$	$6.4 \times 10^{-6} (0.0000)$
α_1	0.257559 (0.0000)	0.281136 (0.0000)	0.349902 (0.0000)
α_2	-	-	-0.310528 (0.0000)
β_1	0.640485 (0.0000)	0.282259 (0.0002)	0.949772 (0.0000)
β_2	-	0.354178 (0.0003)	-
AIC	-7.426757	-7.434327	-7.455380
BIC	-7.401535	-7.402800	-7.423853
log Likelihood	2707.339	2711.095	2718.758
Peringkat	2	1	Ada koefisien negatif pada α_2

Tabel 6. Estimasi model GARCH untuk Kurs JPY terhadap Rupiah

Model	GARCH (1,1)	GARCH (1,2)	GARCH (2,1)
c	$8.72 \times 10^{-6} (0.0024)$	$1.01 \times 10^{-6} (0.0110)$	$5.84 \times 10^{-6} (0.0218)$
α_1	0.052660 (0.0000)	0.064912 (0.0038)	0.123304 (0.0002)
α_2	-	-	-0.076564 (0.0166)
β_1	0.936331 (0.0000)	0.700595 (0.0699)	0.946758 (0.0000)
β_2	-	0.222015 (0.5438)	-
AIC	-6.881826	-6.879778	-6.882777
BIC	-6.856605	-6.848252	-6.851250
log Likelihood	2508.985	2509.239	2510.331
Peringkat	1	Tidak signifikan pada β_2	Ada koefisien yang negatif pada α_2

Berdasarkan hasil estimasi Tabel 5 dan Tabel 6 diperoleh:

- (a) Kurs Dolar Amerika (USD) terhadap Rupiah:

$$r_t = 0.000756 + \varepsilon_t, \text{ dengan } \sigma_t^2 = 0.00000513 + 0.28113\varepsilon_{t-1}^2 + 0.282259\sigma_{t-1}^2 + 0.354178\sigma_{t-1}^2.$$

- (b) Kurs Yen Jepang (JPY) terhadap Rupiah:

$$r_t = 0.000235 + \varepsilon_t, \text{ dengan } \sigma_t^2 = 0.000000872 + 0.052660\varepsilon_{t-1}^2 + 0.936331\sigma_{t-1}^2.$$

Setelah didapatkan model terbaik diatas dilakukan uji asumsi sisaan untuk model terbaik hasil estimasi yaitu GARCH (2,1) untuk kurs USD terhadap Rupiah dan GARCH (1,1) untuk kurs JPY terhadap Rupiah. Pada model GARCH (2,1) untuk kurs USD dan GARCH(1,1) untuk kurs JPY pada $\alpha = 10\%$ diperoleh bahwa sisaan tidak terdapat autokorelasi, serta sisaan tidak menyebar normal dan data bersifat homokedastisitas.

Setelah itu dilakukan peramalan volatiltas dan perhitungan *Value at Risk* dengan hasil seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Ramalan Ragam dan volatilitas kurs USD terhadap Rupiah

Tanggal	Ramalan Return	Ramalan Volatilitas	VaR USD
22 Juni 2016	0.000756	0.005833	3369.55
23 Juni 2016	0.000756	0.006552	3831.74
24 Juni 2016	0.000756	0.006432	3754.57
27 Juni 2016	0.000756	0.006607	3866.76
28 Juni 2016	0.000756	0.006662	3902.13
29 Juni 2016	0.000756	0.006752	3960.46
30 Juni 2016	0.000756	0.006822	4005.18
01 Juli 2016	0.000756	0.006892	4050.33
04 Juli 2016	0.000756	0.006956	4091.04
11 Juli 2016	0.000756	0.007016	4129.48
12 Juli 2016	0.000756	0.007071	4165.13
13 Juli 2016	0.000756	0.007123	4198.46
14 Juli 2016	0.000756	0.007171	4229.55
15 Juli 2016	0.000756	0.007217	4258.60
18 Juli 2016	0.000756	0.007259	4285.74
19 Juli 2016	0.000756	0.007298	4311.12
20 Juli 2016	0.000756	0.007335	4334.85
21 Juli 2016	0.000756	0.007370	4357.05
23 Juli 2016	0.000756	0.007402	4377.83
25 Juli 2016	0.000756	0.007432	4397.28

Tabel 8. Nilai Ramalan Ragam dan Volatilitas untuk JPY terhadap Rupiah

Tanggal	Ramalan Return	Ramalan Volatilitas	VaR JPY
22 Juni 2016	0.000234	0.008494	5340.61
23 Juni 2016	0.000234	0.008499	5343.56
24 Juni 2016	0.000234	0.008503	5346.48
27 Juni 2016	0.000234	0.008508	5349.36
28 Juni 2016	0.000234	0.008512	5352.21
29 Juni 2016	0.000234	0.008516	5355.02
30 Juni 2016	0.000234	0.008521	5357.80
01 Juli 2016	0.000234	0.008525	5360.55
04 Juli 2016	0.000234	0.008529	5363.27
11 Juli 2016	0.000234	0.008534	5365.96
12 Juli 2016	0.000234	0.008538	5368.62
13 Juli 2016	0.000234	0.008542	5371.24
14 Juli 2016	0.000234	0.008546	5373.84
15 Juli 2016	0.000234	0.008550	5376.40
18 Juli 2016	0.000234	0.008554	5378.94
19 Juli 2016	0.000234	0.008558	5381.45
20 Juli 2016	0.000234	0.008562	5383.93
21 Juli 2016	0.000234	0.008566	5386.38
23 Juli 2016	0.000234	0.008570	5388.80
25 Juli 2016	0.000234	0.008573	5391.19

Dari Tabel 8 terlihat bahwa nilai ramalan *return* terlihat stabil, sedangkan untuk ramalan volatiltas terlihat bahwa semakin lama volatilitas semakin besar sehingga nilai VaR juga semakin besar.

4. Kesimpulan

Model Arima terbaik untuk kurs USD adalah ARIMA (0,1,1) dan GARCH terbaik adalah GARCH (2,1). Sedangkan model ARIMA terbaik untuk kurs JPY adalah ARIMA (2,1,2) dengan GARCH terbaik GARCH (1,1). Dari peramalan ARIMA terbesar dan VaR terkecil diperoleh investasi terbaik antara kurs USD dan kurs JPY yaitu kurs USD.

Daftar Pustaka

- [1] Brockwell, P.J. dan R.A. Davis. 2002. *Introduction to Time Series and Forecasting*. Springer, New York.
- [2] Tsay, R.S. 2002. *Analysis of Financial Time Series*. John Wiley & Sons, Inc, New Jersey.
- [3] Wei, W.S. 2006. *Time Series Analysis : Univariate and Multivariate Methods*. Pearson, Boston.