

PERAMALAN NILAI TUKAR DOLAR SINGAPURA (SGD) TERHADAP DOLAR AMERIKA (USD) DENGAN MODEL ARIMA DAN GARCH

FATIHA TUR RAMADHANI, MAIYASTRI, YUDIANTRI ASDI

*Program Studi Matematika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas,
Kampus UNAND Limau Manis Padang, Indonesia,
email : fatihaturramadhani@gmail.com*

Abstrak. Uang memegang peranan penting dalam perekonomian setiap negara. Namun nilai tukar mata uang dapat berubah-ubah dari waktu ke waktu. Naik turunnya nilai tukar uang di pasar uang dapat mempengaruhi tingkat kestabilan ekonomi suatu negara. Salah satu cara untuk melihat keadaan ekonomi suatu negara dapat dilakukan dengan memodelkan nilai tukar mata uang negara tersebut. Salah satu model untuk memodelkan rata-rata adalah model ARIMA. Sedangkan untuk memodelkan besarnya volatilitas menggunakan model GARCH. Setelah itu ditentukan nilai resiko kerugian maksimum dengan menggunakan *Value at Risk*. Pada penelitian ini dianalisis model ARIMA dan GARCH pada data nilai tukar mata uang Dolar Singapura (SGD) terhadap Dolar Amerika (USD). Diperoleh model terbaik adalah ARIMA(0,1,1) dan GARCH(1,1). Berdasarkan estimasi VaR diperoleh bahwa dengan taraf kepercayaan 90% kerugian maksimum yang mungkin akan dialami dengan menginvestasikan uang sebesar US \$300.000 adalah sebesar US \$2881.977.

Kata Kunci: Model ARIMA, Model GARCH, *Value at Risk*

1. PENDAHULUAN

Uang memegang peranan penting dalam perekonomian setiap negara. Aktifitas ekonomi yang dapat dilakukan suatu negara dengan menggunakan uang adalah perdagangan. Untuk melakukan kegiatan tersebut, suatu negara harus memiliki mata uang yang sesuai dengan negara yang ditujunya sehingga diperlukan kegiatan menukar uang. Tingkat harga yang disepakati kedua negara untuk nilai tukar uang tersebut dinamakan kurs atau exchange rate. Naik turunnya nilai tukar mata uang di pasar uang menunjukkan besarnya volatilitas yang terjadi pada mata uang suatu negara dengan negara lain.

Perdagangan nilai tukar uang sudah dilakukan berbagai negara di dunia. Termasuk salah satu wilayah di Asia yaitu Asia Tenggara. Singapura dan merupakan negara yang berada di kawasan Asia Tenggara. Singapura merupakan pusat keuangan terdepan keempat di dunia dan sebuah negara yang memegang peranan penting dalam perdagangan dan keuangan internasional. Karena hal tersebut maka akan dilihat bagaimana model nilai tukar mata uang Dolar Singapura.

Analisis data yang digunakan untuk nilai tukar uang dan besarnya volatilitas adalah analisis *time series*. Model peramalan analisis *time series* yang dapat digu-

nakan untuk meramalkan nilai tukar uang adalah model ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) dan untuk menganalisis besarnya volatilitas nilai tukar uang digunakan model GARCH (*Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*) yang diperkenalkan oleh Bollerslev tahun 1986.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Model Deret Waktu

- (1) Model *Autoregressive* (AR).

Bentuk umum model AR orde ke-p atau AR(p) adalah

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

dengan:

X_t : nilai pengamatan pada waktu ke-t

ϕ_i : parameter ke-i, $i = 1, 2, \dots, p$

ε_t : nilai *error* pada saat t, dengan $\varepsilon_t \sim WN(0, \sigma^2)$.

- (2) Model *Moving Average* (MA).

Bentuk umum model MA orde ke-q atau MA(q) adalah

$$X_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

dengan:

θ_i : koefisien *moving average*, $i = 1, 2, \dots, p$

ε_t : nilai *error* pada saat t, dengan $\varepsilon_t \sim WN(0, \sigma^2)$.

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

Bentuk umum model ARMA(p,q) adalah

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

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

Bentuk umum model ARIMA(p,d,q) adalah

$$\nabla^d X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

2.2. Return

Return adalah tingkat keuntungan yang diperoleh investor. Cara menghitung *return* adalah

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

dengan:

r_t : *return* pada waktu ke-t,

X_t : harga nilai tukar mata uang pada waktu ke-t

X_{t-1} : harga nilai tukar mata uang pada waktu ke- t-1

2.3. Model ARCH-GARCH

Dengan memanfaatkan heterokedastisitas dalam residu yang tepat, akan diperoleh varians yang lebih efisien. Model dengan varians yang lebih efisien ini dikenal dengan nama *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) dan *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH).

Secara umum, model ARCH(q) adalah sebagai berikut.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2,$$

dengan $e_t \sim N(0, 1)$, $\alpha_0 > \alpha_i > 0$, $i = 1, 2, \dots, q$.

Secara umum, model GARCH(p,q) didefinisikan sebagai berikut.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_p \sigma_{t-p}^2,$$

dengan $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \leq 0$, $i = 1, 2, \dots, q$, $\beta_j \leq 0$, $j = 1, 2, \dots, p$, $\left(\sum_{i=1}^q \beta_i + \sum_{j=1}^p \beta_j \right) < 1$.

2.4. Value at Risk

Value at Risk (VaR) merupakan resiko maksimum yang akan didapatkan dari pada suatu periode waktu tertentu pada kondisi pasar normal dengan tingkat kepercayaan tertentu. Rumus VaR pada tingkat kepercayaan $1 - \alpha$ adalah

$$VaR = (\hat{r}_t - z_\alpha \hat{\sigma}_t) \times W_0.$$

3. Data dan Hasil

3.1. Pemodelan Nilai Tukar SGD dengan Model ARIMA

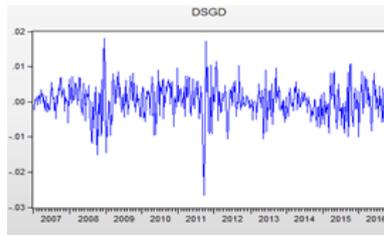
Data nilai tukar yang akan dianalisis adalah data nilai tukar mata uang Dolar Singapura (SGD) terhadap Dolar Amerika (USD) dengan periode mingguan dari tanggal 1 Januari 2007 sampai 26 September 2016. Langkah awal yang dilakukan adalah memplot data untuk melihat kestasionerannya, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Plot Data Nilai Tukar SGD terhadap USD

Dari plot data terlihat bahwa data mengalami kenaikan dan penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa data tidak stasioner. Untuk melihat apakah data sudah stasioner terhadap varian dilihat dari transformasi *Box-Cox*. Pada pengujian *Box-Cox* plot diperoleh λ sebesar satu. Ini berarti data sudah stasioner terhadap varian.

Karena pada plot data menunjukkan bahwa data tidak stasioner, ini menunjukkan bahwa data tidak stasioner terhadap mean sehingga harus dilakukan proses pembedaan (*differencing*). Pada Gambar 2 diberikan plot hasil pembedaan.



Gambar 2. Data Pembedaan Pertama Nilai Tukar SGD terhadap USD

Plot data menunjukkan bahwa data telah berda di sekitar nilai tengah, yang berarti data sudah stasioner terhadap *mean*. Untuk membuktikan dilakukan uji ADF terhadap data yang telah dilakukan pembedaan pertama. Diperoleh nilai ADF sebesar -15.60213 dengan nilai kritisnya sebesar -2.569751 . berdasarkan uji ADF diperoleh nilai statistik ADF lebih kecil daripada nilai kritisnya. Ini berarti data sudah stasioner terhadap *mean*.

Selanjutnya akan diidentifikasi model ARIMA yang cocok dengan melihat korelogram ACF dan PACF. Berdasarkan korelogram diperoleh koefisien ACF dan PACF signifikan pada lag 1. Dengan demikian, kemungkinan model untuk kurs SGD terhadap USD adalah ARIMA(1,1,0), ARIMA(1,1,1), dan ARIMA(0,1,1). Setelah kemungkinan model diperoleh maka akan diestimasi parameter model. Pada Tabel 1 diberikan hasil estimasi model ARIMA.

Tabel 1. Estimasi Parameter Model ARIMA kurs SGD terhadap USD

	ARIMA (1,1,0)	ARIMA (1,1,1)	ARIMA (0,1,1)
ϕ_1	0.350530	0.188726	-
(<i>p-value</i>)	(0.0000)	(0.1172)	
θ_1	-	0.187052	0.352479
(<i>p-value</i>)		(0.1209)	(0.0000)

Dari hasil estimasi parameter model pada Tabel 1 diperoleh bahwa terdapat model yang tidak layak masuk ke dalam kandidat model ARIMA karena terdapat parameter yang probabilitasnya lebih besar dari taraf nyata $\alpha = 10\%$. Sehingga kandidat model yang layak masuk adalah ARIMA (1,1,0) dan ARIMA(0,1,1).

Selanjutnya dari masing-masing kandidat model akan dipilih model terbaik dengan membandingkan nilai AIC, BIC, dan HQ pada masing-masing model, seperti dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari analisis yang telah dilakukan pada semua kemungkinan model diperoleh model terbaik untuk kurs Dolar Singapura terhadap Dolar Amerika adalah

Tabel 2. Perbandingan Nilai Berdasarkan Model Kurs SGD terhadap USD

Model	AIC	BIC	HQ	Peringkat
ARIMA(1,1,0)	-8.022576	-8.014236	-8.019305	2
ARIMA(0,1,1)	-8.024677	-8.016350	-8.021412	1

ARIMA(0,1,1) yaitu

$$\nabla^1 X_t = -0.352479\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t.$$

Selanjutnya pada Tabel 3 diberikan peramalan nilai tukar mata uang Dolar Singapura terhadap Dolar Amerika dengan model terbaik.

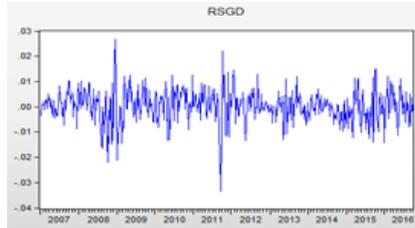
Tabel 3. Peramalan Nilai Tukar Kurs SGD terhadap USD

Tanggal	Peramalan	Aktual	Eror
03 Oktober 2016	0.733049	0.729347	0.003702
10 Oktober 2016	0.733208	0.722519	0.010689
17 Oktober 2016	0.733366	0.718899	0.014467
24 Oktober 2016	0.733525	0.718064	0.015461
31 Oktober 2016	0.733683	0.721157	0.012526
7 November 2016	0.733842	0.713386	0.020474
14 November 2016	0.734	0.704141	0.029859
21 November 2016	0.734159	0.700166	0.033993
28 November 2016	0.734317	0.70184	0.032477
5 Desember 2016	0.734476	0.701927	0.032549
12 Desember 2016	0.734634	0.696089	0.038545
19 Desember 2016	0.734792	0.691019	0.043773
26 Desember 2016	0.734951	0.690338	0.044613
2 Januari 2017	0.735109	0.693667	0.041442
9 Januari 2017	0.735268	0.698408	0.03686
16 Januari 2017	0.735426		
23 Januari 2017	0.735585		
30 Januari 2017	0.735743		
6 Februari 2017	0.735902		
13 Februari 2017	0.73606		

3.2. *Pemodelan Nilai Tukar SGD terhadap USD dengan Model GARCH*

Langkah pertama adalah menghitung *return* pada data. Setelah data *return* diperoleh maka plot data untuk melihat kestasionerannya, seperti pada Gambar 3.

Pada plot data diperoleh bahwa data berfluktuasi disekitar garis nol sehingga dapat dilihat bahwa data telah stasioner. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan



Gambar 3. Plot Data Return Nilai Tukar SGD terhadap USD

melakukan uji ADF. Dari uji ADF diperoleh bahwa nilai statistik uji ADF -15.69289 lebih kecil dari daripada nilai kritisnya -2.569751 . disimpulkan bahwa data telah stasioner.

Selanjutnya akan ditentukan model rataaan return dengan korelogram ACF dan PACF. Berdasarkan korelogram diperoleh ACF dan PACF mengalami penurunan drastis pada lag pertama sehingga kemungkinan model untuk kurs SGD terhadap USD adalah ARMA(0,1), ARMA(1,1) dan ARMA(1,0).

Setelah kemungkinan model diperoleh maka akan diestimasi parameter model. Pada Tabel 4 diberikan hasil estimasi model ARIMA.

Tabel 4. Estimasi Parameter Model Rataan *Return* kurs SGD terhadap USD

	ARMA(1,0)	ARMA(1,1)	ARMA(0,1)
ϕ_1	0.345630	0.180064	-
<i>p-value</i>	(0.0000)	(0.1407)	
θ_1		0.190124	0.349966
<i>p-value</i>		(0.1196)	(0.0000)
AIC	-7.409752	-7.411061	-7.412165
BIC	-7.401412	-7.394381	-7.403837
HQ	-7.406481	-7.404520	-7.408899
Peringkat	2	Tidak signifikan pada ϕ_1 dan θ_1	1

Dari Tabel 4 diperoleh model terbaik untuk rataaan *return* adalah ARMA(0,1) yaitu

$$r_t = -0.349966\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t.$$

Selanjutnya akan diperiksa apakah terdapat efek ARCH pada sisaan dengan menggunakan uji ARCH-LM. Pada uji ARCH-LM diperoleh bahwa nilai probabilitas dari *chi-square* untuk model rataaan nilai tukar Dolar Singapura terhadap Dolar Amerika sebesar 0.0000. Ini berarti nilai probabilitas *chi-square* untuk model rataaan lebih kecil daripada nilai $\alpha = 10\%$ yang menunjukkan bahwa ada pengaruh ARCH pada sisaan model.

Selanjutnya akan diidentifikasi orde dari model ARCH/GARCH. Model yang akan diduga hanya model GARCH(1,1), GARCH(1,2), dan GARCH(2,1) karena

pendugaan model diambil dari lag terkecil yaitu lag 1 dan lag 2. Pada Tabel 5 diberikan rangkuman hasil estimasi parameter terhadap kemungkinan model GARCH.

Tabel 5. Estimasi Model GARCH untuk Nilai Tukar SGD terhadap USD

	GARCH(1,1)	GARCH(2,1)	GARCH(1,2)
C	1.47×10^{-6}	2.16×10^{-6}	1.41×10^{-6}
<i>p-value</i>	(0.0418)	(0.0338)	(0.0499)
α_1	0.149945	0.204213	0.175378
<i>p-value</i>	(0.0000)	(0.0000)	(0.0001)
α_2	-	-	-0.037572
<i>p-value</i>			(0.5383)
β_1	0.813093	0.281727	0.825867
<i>p-value</i>	(0.0000)	(0.1931)	(0.0000)
β_2	-	0.457225	-
<i>p-value</i>		(0.0228)	
AIC	-7.588377	-7.587891	-7.585187
BIC	-7.555066	-7.546253	-7.543549
HQ	-7.575315	-7.571563	-7.568860
Peringkat	1	Tidak signifikan pada β_1	Ada koefisien negatif pada α_2

Berdasarkan Tabel 5 diperoleh model terbaik untuk peramalan volatilitas nilai tukar Dolar Singapura terhadap Dolar Amerika adalah GARCH (1,1).

$$r_t = \varepsilon_t - 0.369610\varepsilon_{t-1},$$

$$\sigma_t^2 = 0.00000147 + 0.149945\varepsilon_{t-1}^2 + 0.813093\sigma_{t-1}^2.$$

Setelah didapat model terbaik maka dilakukan uji asumsi sisaan untuk model terbaik. Pada model GARCH(1,1) kurs SGD dengan $\alpha = 10\%$ diperoleh bahwa sisaan tidak terdapat autokorelasi, sisaan tidak menyebar normal dan data bersifat homokedastisitas.

Selanjutnya akan ditentukan peramalan volatilitas menggunakan model GARCH terbaik dan dihitung VaR dari ramalan return dan volatilitas.

Pada Tabel 6 terlihat bahwa nilai ramalan return cenderung stabil dan nilai ramalan ragam serta volatilitasnya semakin besar. Karena nilai volatilitas semakin tinggi mengakibatkan *Value at Risk* juga tinggi yang artinya resiko berinvestasi akan semakin tinggi. Namun kenaikan nilai resiko pada mata uang Dolar Singapura naik secara bertahap yang berarti keadaan ekonomi negara Singapura cenderung stabil.

4. Kesimpulan

Model ARIMA terbaik untuk kurs SGD adalah ARIMA (0,1,1) dan model GARCH terbaik adalah GARCH(1,1). Dari nilai peramalan ARIMA dan VaR yang telah

Tabel 6. Nilai Ramalan Ragam dan Volatilitas Kurs SGD terhadap USD

Tanggal	Ramalan Return	Ramalan Ragam	Ramalan Volatilitas	VaR SGD
03 Oktober 2016	-0.001673	0.0000380	0.006174	2881.977
10 Oktober 2016	0.000000	0.0000380	0.006575	2534.663
17 Oktober 2016	0.000000	0.0000381	0.006580	2536.59
24 Oktober 2016	0.000000	0.0000382	0.006586	2538.903
31 Oktober 2016	0.000000	0.0000382	0.006591	2540.831
7 November 2016	0.000000	0.0000383	0.00659659	2542.986
14 November 2016	0.000000	0.0000383	0.00660158	2544.908
21 November 2016	0.000000	0.0000384	0.00660637	2546.757
28 November 2016	0.000000	0.0000385	0.00661099	2548.536
5 Desember 2016	0.000000	0.0000385	0.00661543	2550.248
12 Desember 2016	0.000000	0.0000386	0.0066197	2551.896
19 Desember 2016	0.000000	0.0000386	0.00662382	2553.482
26 Desember 2016	0.000000	0.0000387	0.00662778	2555.009
2 Januari 2017	0.000000	0.0000387	0.00663159	2556.478
9 Januari 2017	0.000000	0.0000387	0.00663526	2557.892
16 Januari 2017	0.000000	0.0000388	0.00663879	2559.253
23 Januari 2017	0.000000	0.0000388	0.00664219	2560.564
30 Januari 2017	0.000000	0.0000389	0.00664546	2561.825
6 Februari 2017	0.000000	0.0000389	0.00664861	2563.039
13 Februari 2017	0.000000	0.0000389	0.00665164	2564.207

diperoleh dapat dikatakan bahwa keadaan ekonomi negara Singapura cenderung stabil karena volatilitas yang diperoleh cukup kecil.

Daftar Pustaka

- [1] Brockwell, P.J., dan R.A. Davis. 2002. *Introduction to Time Series and Forecasting*. Springer, New York.
- [2] Enders, W. 1995. *Applied Econometric Time Series*. John Wiley & Sons, New York.
- [3] Rosadi, Dedi. 2012. *Ekonometrika dan Analisis Runtun Waktu Terapan dengan EViews*. Andi Offset, Yogyakarta.
- [4] Tsay, R.S. 2002. *Analysis of Financial Time Series*. John Wiley & Sons, Inc, New Jersey.