
Peramalan Volatilitas Risiko Berinvestasi Saham Menggunakan Metode GARCH–M dan ARIMAX–GARCH

Wella Cintya Pradewita*, Nur Karomah Dwidayati, Sugiman

Jurusan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia
Gedung D7 Lt. 1, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229
*E-mail: w.cintya.p@gmail.com

Diterima 19 Desember 2020

Disetujui 2 Maret 2021

Dipublikasikan 30 April 2021

Abstrak

Model GARCH–M merupakan pengembangan model GARCH yang dimasukkan variansi bersyarat ke dalam persamaan *mean*. Model ARIMAX–GARCH merupakan penggabungan model ARIMAX dan GARCH. Kedua model tersebut dapat digunakan untuk mengatasi masalah heteroskedastisitas pada data. Penelitian ini bertujuan menemukan model terbaik untuk peramalan volatilitas risiko berinvestasi saham. Penelitian ini menggunakan literature dengan tahapan perumusan masalah, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data, serta penarikan kesimpulan. Dalam analisis dan pembahasan meliputi statistika deskriptif, uji stasioneritas, pembentukan dan menentukan model terbaik kedua model, perbandingan kedua model, dan peramalan volatilitas saham. Dari hasil penelitian ini diperoleh model terbaik untuk peramalan volatilitas saham yaitu GARCH (1,1) – M dengan nilai MAPE=118,0299 lebih kecil dibanding nilai MAPE pada model ARIMAX (2,1,2)– GARCH (1,1) =191,3115. Berdasarkan model terbaik tersebut diperoleh hasil peramalan volatilitas saham sebesar 0,07629 dan apabila dana yang dialokasikan oleh investor saham sebesar Rp 200.000.000,00 maka nilai *VaR* yang diperoleh sebesar Rp 85.615.826,00.

Kata kunci: GARCH, GARCH-M, ARIMAX, Return, VaR

Abstract

GARCH-M is an expansion of the GARCH model that entered conditional variance into the mean equation. ARIMAX - GARCH is combination of ARIMAX model and GARCH model. Both models can be used to solve the problem of heteroscedasticity on data. The purpose of this research was to find the best model for forecasting of the risk of investing in stocks. The method of this research was problem formulation, data collection, data processing and analysis, and conclusions. In the analysis and discussion include descriptive statistics, stationary test, estimate and determine the best models of both models, comparison of both models, and stock volatility forecasting. The results of this research obtained the best model for forecasting of stock volatility is GARCH (1,1) - M with MAPE value = 118.0299 smaller than MAPE value of ARIMAX (2,1,2) - GARCH (1,1) = 191, 3115. Based on the best model is obtained forecasting of stock volatility is 0.07629 and if the fund allocated by investors are Rp 200,000,000.00, so the value of VaR obtained Rp 85.615.826.00.

Keywords: GARCH, GARCH-M, ARIMAX, Return, VaR

How to cite:

Pradewita W.C., Dwidayati N.K., & Sugiman. (2021). Peramalan Volatilitas Risiko Berinvestasi Saham Menggunakan Metode GARCH–M dan ARIMAX–GARCH. *Indones. J. Math. Nat. Sci.*, 44(1), 12-21

PENDAHULUAN

Pasar modal merupakan suatu tempat bertemunya permintaan dan penawaran atas instrumen keuangan jangka panjang seperti saham, obligasi, reksadana, dan berbagai instrumen turunan seperti opsi, kontrak berjangka, dan instrumen lainnya. Adanya pasar modal memberikan sarana alternatif bagi masyarakat untuk menginvestasikan uangnya dengan harapan mampu menghasilkan keuntungan dengan risiko yang dapat diperhitungkan. Investasi yang dapat dilakukan di pasar modal salah satunya dalam bentuk saham. Saham dikenal memiliki karakteristik *high risk–high return*, artinya saham merupakan surat berharga yang memberikan peluang keuntungan yang tinggi namun juga berpotensi risiko tinggi.

Data runtun waktu pada analisis keuangan biasanya memiliki ragam pengembalian harga saham yang tidak konstan di setiap titik waktunya. Kondisi data runtun waktu yang memiliki ragam seperti ini disebut

heteroskedastisitas bersyarat. Salah satu cara untuk mengakomodasi heteroskedastisitas adalah dengan pemodelan ragam yang dilakukan dengan peramalan yang tepat.

Model runtun waktu yang paling populer dan banyak digunakan dalam peramalan data runtun waktu univariat adalah model *Autoregressive Integrated Moving Average* atau lebih dikenal dengan model ARIMA (Makridakis, 1999). Pada perkembangan data runtun waktu, muncul perluasan dari ARIMA yang dikenal dengan model ARIMAX, yakni model ARIMA dengan variabel eksogen. Dalam model ini, faktor-faktor yang mempengaruhi variabel dependen Y pada waktu ke-t tidak hanya dipengaruhi fungsi variabel T dalam waktu, tetapi juga oleh variabel-variabel independen lainnya pada waktu ke-t. Sebagai salah satu metode analisis data runtun waktu, ARIMA dan ARIMAX menjadi metode yang dipakai secara luas dalam ekonometrika. Model ini harus memenuhi beberapa syarat, antara lain data bersifat stasioner, residual dari model tersebut harus bersifat *white noise* yaitu residual mempunyai mean nol dan mempunyai varians yang konstan (Box & Jenkins, 1976).

Model runtun waktu yang dapat digunakan untuk memodelkan kondisi heteroskedastisitas diantaranya adalah *Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (ARCH) oleh Engle *et al.* (1982) dan *Generalized Autoregressive Condition Heteroskedasticity* (GARCH) Bolerslev (1986), dan *Generalized Autoregressive Condition Heteroscedasticity in Mean* (GARCH-M) sebagai pengembangan model GARCH yang dikembangkan oleh Engle *et al.* (1982).

Ratnasari *et al.* (2014) menunjukkan bahwa pada umumnya data keuangan memiliki varian yang tidak konstan (heteroskedastisitas). Salah satu cara mengatasinya dengan memodelkan volatilitas. Model yang sering digunakan adalah model ARCH/GARCH. Jika variansi bersyarat dimasukkan ke dalam persamaan *mean*, maka didapatkan model GARCH-M. Faustina *et al.* (2016) menunjukkan bahwa model ARIMAX – GARCH dapat digunakan untuk meramalkan data dengan adanya variabel kurs sebagai variabel eksogen dan model GARCH yang dapat mengatasi data yang terindikasi adanya heteroskedastisitas. Oleh sebab kedua model dapat digunakan untuk meramalkan data yang terindikasi adanya heteroskedastisitas, maka dalam penelitian ini dilakukan perbandingan kedua model untuk mendapatkan model terbaik dengan melihat nilai MAPE terkecil, yang selanjutnya akan digunakan untuk peramalan volatilitas risiko berinvestasi saham.

Dalam praktiknya model runtun waktu yang stasioner sangat sukar dijumpai, untuk itu perlu dilakukan proses *differencing* agar data menjadi stasioner. Model data yang stasioner melalui proses *differencing* ini disebut model ARIMA. Secara umum proses ARIMA (p, d, q) dapat ditulis sebagai berikut (Soejoeti, 1987):

$$\phi_p(B)(1-B)^d Y_t = \theta_q(B) + a_t \quad (1)$$

Secara umum, bentuk model ARIMAX (p, d, q) dapat diberikan dengan persamaan berikut:

$$(1 - a_i B)^d (1 - B)^d Y_t = c + (1 - b_j B^j) \varepsilon_t + s_t X_t \quad (2)$$

Model ARCH diperkenalkan pertama kali oleh Engle *et al.* (1982) untuk memodelkan volatilitas residual yang sering terjadi pada data-data keuangan. Dalam model ARCH, varian residual data runtun waktu tidak hanya dipengaruhi variabel independen, tetapi juga dipengaruhi oleh nilai residual variabel.

GARCH merupakan generalisasi dari model ARCH. Model GARCH digunakan untuk mengatasi orde yang terlalu besar pada model ARCH. Bentuk umum model GARCH (p, q) (Tsay, 2005):

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^p \alpha_i a_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (3)$$

Jika dimasukkan variansi bersyarat atau deviasi standar ke dalam persamaan *mean*, maka akan didapatkan model GARCH-M (Engle *et al.*, 1982). Model GARCH (p, q)-M dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$r_t = \mu + c \sigma_t^2 + a_t; \text{ di mana } a_t = \sigma_t \varepsilon_t \quad (4)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i a_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (5)$$

Tujuan penelitian ini adalah (1) memperoleh bentuk pemodelan peramalan volatilitas saham menggunakan model GARCH-M, (2) memperoleh bentuk pemodelan peramalan volatilitas saham menggunakan model ARIMAX-GARCH, (3) mengetahui model terbaik dalam peramalan volatilitas risiko berinvestasi saham, (4) memperoleh hasil peramalan volatilitas dan nilai risiko berinvestasi saham.

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah perumusan masalah, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data, dan penarikan kesimpulan. Perumusan masalah diperlukan untuk membatasi permasalahan, sehingga didapatkan bahan kajian yang jelas. Oleh karena itu, akan lebih mudah untuk menentukan langkah dalam memecahkan masalah tersebut. Adapun permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah (1) Bagaimana pemodelan volatilitas saham menggunakan model GARCH-M, (2)

Bagaimana pemodelan volatilitas saham menggunakan model ARIMAX–GARCH, (3) Model manakah yang terbaik dalam peramalan volatilitas risiko berinvestasi saham, (4) Bagaimanakah hasil peramalan volatilitas dan nilai risiko berinvestasi saham.

Pada pengumpulan data, data diperoleh dengan metode dokumentasi. Metode ini dilakukan dengan mengambil data sekunder yang diperoleh dari situs web www.finance.yahoo.com. **Data yang diambil berupa** data harga saham perhari kerja dan data nilai tukar (kurs) tengah rupiah harian terhadap dolar Amerika diperoleh dari situs web www.bi.go.id periode 6 Juni 2014 hingga 31 Mei 2017, dengan jumlah observasi 728 data yang digunakan sebagai sampel penelitian.

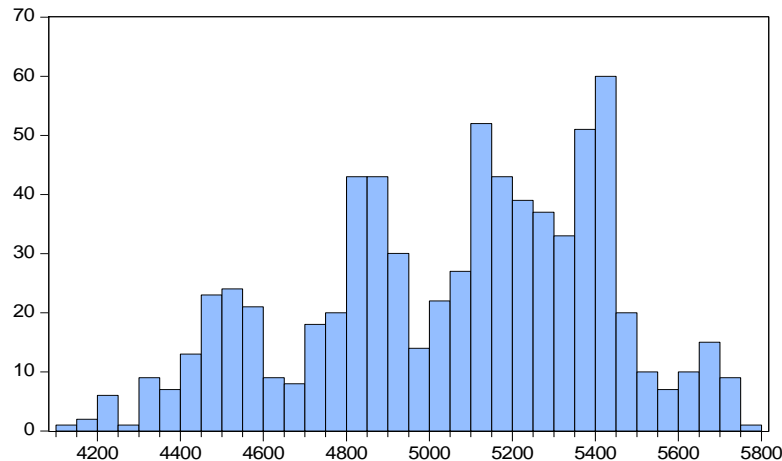
Pada pengolahan dan analisis data, data terlebih dahulu diuji stasioneritas dan uji heteroskedastisitas untuk mengetahui karakteristik data saham. Uji heteroskedastisitas menunjukkan bahwa terdapat pengaruh ARCH pada data IHSG yang bersifat sangat acak dan memiliki volatilitas yang tinggi atau varian *error* tidak konstan. Untuk itu dibutuhkan model yang dapat digunakan untuk menguji efisiensi pasar modal dengan kondisi heteroskedastisitas yaitu model GARCH-M dan ARIMAX–GARCH. Adapun Tahapan analisis data adalah sebagai berikut.

1. Uji Stasioneritas
Uji stasioneritas menggunakan uji akar unit *Augmented Dickey–Fuller* (ADF-Test). Jika data belum stasioner maka perlu ditransformasi diferensi agar data menjadi stasioner.
2. Identifikasi model ARIMA dan ARIMAX
Pada tahap ini dilakukan identifikasi dengan model ARIMA dan ARIMAX. Pada model ARIMAX, akan dilakukan identifikasi dengan menambahkan variabel eksogen terhadap data return saham untuk mendapatkan model yang tepat.
3. Estimasi Parameter ARIMA dan ARIMAX
Pada tahap ini, model–model yang diperoleh pada tahap identifikasi masalah akan diestimasi berdasarkan signifikansi model.
4. Uji diagnostik terhadap model ARIMA dan ARIMAX
Uji diagnostik ini dilakukan untuk mengetahui apakah model ARIMA dan ARIMAX yang diperoleh sudah cukup baik untuk memodelkan data return saham IHSG.
5. Pemilihan model terbaik untuk ARIMA dan ARIMAX
Pada tahap ini dipilih satu model ARIMA dan ARIMAX yang signifikan dan lulus uji diagnostik. Pemilihan model ARIMA terbaik berdasarkan nilai SIC terkecil.
6. Deteksi unsur ARCH
Pada tahap ini dilakukan uji untuk mengetahui adanya unsur ARCH atau heteroskedastisitas pada kedua model yang diperoleh. Jika tidak, maka model ARIMA tidak dilanjutkan ke tahap GARCH–M dan pada model ARIMAX tanpa memasukkan model GARCH ke dalam persamaan
7. Estimasi model GARCH dan GARCH–M
Tahap ini tahap lanjutan apabila model ARIMA dan ARIMAX yang diperoleh terdapat unsur ARCH. Tahap ini dilakukan untuk menghilangkan unsur ARCH dengan memasukkan model GARCH ke dalam kedua model tersebut.
8. Uji diagnostik model GARCH dan GARCH–M
Uji ini dilakukan untuk melihat model yang diperoleh pada tahap sebelumnya sudah mengandung unsur ARCH di dalamnya, serta telah memenuhi uji normalitas dan uji autokorelasi.
9. *Hybrid* GARCH–M dan ARIMAX–GARCH
Pada tahap ini dilakukan penggabungan hasil estimasi data dengan model ARIMA dan GARCH–M sehingga diperoleh model GARCH–M serta model ARIMAX dan GARCH sehingga diperoleh model ARIMAX-GARCH.
10. Pemilihan model terbaik untuk kedua model
Pada tahap ini, merupakan tahap pemilihan model terbaik apabila didapatkan model yang signifikan lebih dari satu model, dengan cara membandingkan nilai SIC (Schwarz Information Criterion).
11. Perbandingan kedua model
Pada tahap ini merupakan tahapan dimana akan membandingkan kedua model terbaik dengan menggunakan perhitungan MAPE (yang nilainya terkecil adalah model terbaik untuk peramalan risiko investasi saham)
12. *Forecasting* kedua model.
Melakukan peramalan volatilitas dan nilai risiko investasi saham IHSG dengan menggunakan model terbaik antara GARCH–M dan ARIMAX-GARCH.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Statistika Deskriptif

Pada penelitian ini, statistik deskriptif digunakan untuk melihat karakteristik data saham IHSG. Dengan bantuan program *E-views 8.0* diperoleh output statistika deskriptif yang dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 1.



Gambar 1. Grafik Histogram data saham IHSG 6 Juni 2014 hingga 31 Mei 2017
(Sumber: www.finance.yahoo.com)

Tabel 1. Hasil Statistika Deskriptif Data Saham IHSG 6 Juni 2014 Hingga 31 Mei 2017

Jenis Uji Statistik	Nilai
Observation	728
Mean	5060.596
Median	5127.715
Maximum	5791.880
Minimum	4120.500
Std. Deviation	353.6370
Skewness	-0.37316
Kurtosis	2.379269
Jarque-Bera	28.58368
P - Value	0.000001

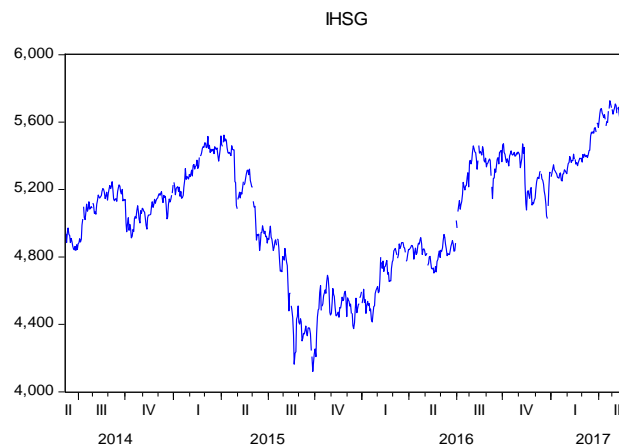
(Sumber: www.finance.yahoo.com)

Pada Gambar 1 terlihat adanya range data yang sangat besar. Range tersebut ditunjukkan dengan adanya data yang sangat tinggi dibandingkan dengan data yang lain. Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa data saham IHSG memiliki nilai maksimum sebesar 5791.880, artinya keuntungan maksimum yang dihasilkan dari harga saham sebesar 5791.880. Nilai minimum pada *return* saham sebesar 4120.500, artinya kerugian maksimum yang dihasilkan dari harga saham sebesar 4120.500. Dilihat dari nilai maksimum dan minimum harga saham IHSG, diketahui bahwa data memiliki *range* yang cukup jauh yaitu sebesar 1671.38. Besarnya *range* data disebabkan karena adanya perubahan pola pada data saham IHSG dan adanya gejala heteroskedastik.

Uji Stasioneritas

Stasioneritas dilakukan untuk melihat kestasioneran data. Selain melihat plot grafik data, stasioneritas dapat pula dilakukan dengan uji akar unit. Salah satu uji akar unit yang dapat digunakan adalah Uji ADF. Hasil uji stasioneritas untuk data saham IHSG dapat dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 2. Dari

Tabel 2 diperoleh nilai probabilitas ADF sebesar 0.6999. Nilai tersebut lebih dari taraf signifikansi sebesar 5%, maka H_0 diterima, artinya data IHSG tidak stasioner.

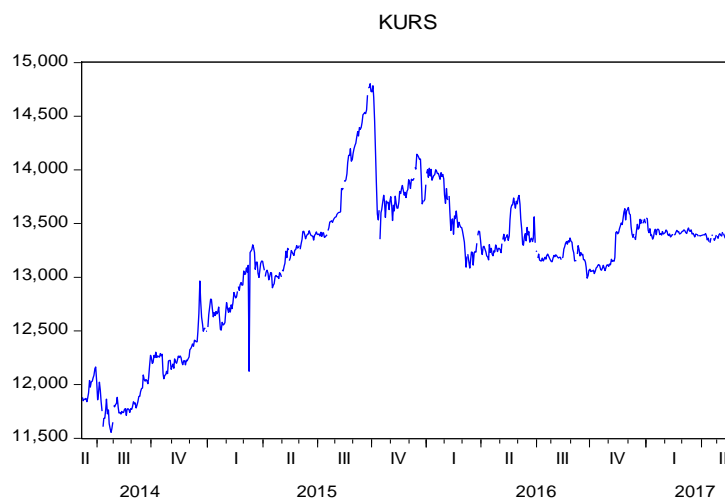


Gambar 2. Grafik Data IHSG 6 Juni 2014 Hingga 31 Mei 2017 (Sumber: www.finance.yahoo.com)

Tabel 2. Uji ADF IHSG 6 Juni 2014 Hingga 31 Mei 2017 (Sumber: www.finance.yahoo.com)

Augmented Dickey-Fuller test statistic	t-Statistic	Prob.*
	-1,143890	0,6999
Test critical values: 1% level	-3.439117	
5% level	-2.865300	
10% level	-2.568828	

Hasil uji stasioneritas untuk data nilai tukar (kurs) rupiah sebagai variabel eksogen dapat dilihat pada Gambar 3 dan Tabel 3. Dari Tabel 3 diperoleh nilai probabilitas ADF sebesar 0.2332. Nilai tersebut lebih dari taraf signifikansi sebesar 5%, maka H_0 diterima, artinya data IHSG tidak stasioner.



Gambar 3. Grafik Data Nilai Kurs 6 Juni 2014 Hingga 31 Mei 2017 (Sumber: www.bi.go.id)

Tabel 3. Uji ADF Nilai Kurs Rupiah

Augmented Dickey-Fuller test statistic	t-Statistic	Prob.*
	-2.129464	0.2332
Test critical values: 1% level	-3.439130	
5% level	-2.865305	
10% level	-2.568831	

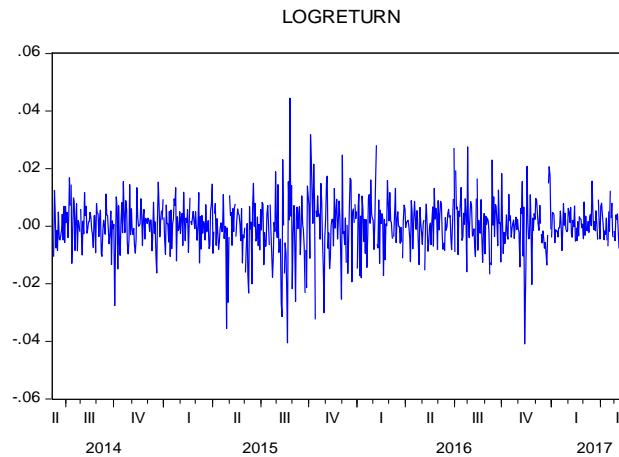
Differencing dan Transformasi Log

Karena data IHSG dan data nilai kurs tidak stasioner dalam *mean* maupun varian, maka perlu dilakukan proses *differencing*. *Differencing* dan transformasi log untuk data IHSG sebagai berikut:

$$X_t = \log \left(\frac{IHSG_t}{IHSG_{t-1}} \right) \quad (6)$$

di mana X_t merupakan data *Return* atau tingkat pengembalian.

Hasil uji stasioneritas untuk data *return* saham IHSG dapat dilihat pada Gambar 4 dan Tabel 4.



Gambar 4. Grafik Data *Return* IHSG

Tabel 4. Uji ADF Data *Return*

Augmented Dickey-Fuller test statistic	t-Statistic	Prob.*
	-25.72972	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.439130	
5% level	-2.865305	
10% level	-2.568831	

Dari Tabel 4 diperoleh nilai probabilitas ADF sebesar 0.0000. Nilai tersebut kurang dari taraf signifikansi sebesar 5%, maka H_0 ditolak, artinya data *return* stasioner. Data nilai kurs rupiah juga dilakukan *differencing* dengan bantuan program *Eviews* 8.0 dengan uji ADF data nilai kurs rupiah. Adapun hasil uji stasioneritas dengan uji ADF terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji ADF Data *Return*

Augmented Dickey-Fuller test statistic	t-Statistic	Prob.*
	-32.43257	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.439130	
5% level	-2.865305	
10% level	-2.568831	

Dari Tabel 5 diperoleh nilai probabilitas ADF sebesar 0.0000. Nilai tersebut kurang dari taraf signifikansi sebesar 5%, maka H_0 ditolak, artinya data nilai kurs yang telah dilakukan *differencing* stasioner.

Membentuk Model ARIMA

Estimasi parameter model ARIMA dapat dilakukan dengan melihat *Correlogram* yaitu grafik yang menunjukkan nilai ACF dan PACF pada berbagai lag. Dari *correlogram* terlihat bahwa nilai ACF dan PACF menurun secara bertahap menuju nol setelah lag ke-2, sehingga diperoleh hasil estimasi model ARIMA seperti terlihat pada Tabel 6.

Dari tabel 6, diperoleh model ARIMA (2,1,2) tanpa konstanta nilai probabilitas <5% dan nilai SIC terkecil sehingga diperoleh persamaan model ARIMA sebagai berikut:

$$Z_t = 1.528289Z_{t-1} - 0.962087Z_{t-2} - 1.516881\varepsilon_{t-1} + 0.933693\varepsilon_{t-2} - \varepsilon_t$$

Tabel 6. Estimasi Model ARIMA

Model	Parameter	P – Value	SIC
ARIMA (1,1,1)	C	0.5223	
	ϕ_1	0.6672	-6.568152
	θ_1	0.5949	
ARIMA (1,1,1) tanpa konstanta	ϕ_1	0.6678	-6.576659
	θ_1	0.5949	
ARIMA (1,1,2)	C	0.5392	
	ϕ_1	0.4729	-6.559568
	θ_1	0.4212	
	θ_2	0.3431	
ARIMA (1,1,2) tanpa konstanta	ϕ_1	0.4683	-6.568120
	θ_1	0.4163	
	θ_2	0.3299	
ARIMA (2,1,1)	C	0.4245	
	ϕ_1	0.0000	-6.566173
	ϕ_2	0.0201	
	θ_1	0.0000	
ARIMA (2,1,1) tanpa konstanta	ϕ_1	0.0000	-6.574384
	ϕ_2	0.0200	
	θ_1	0.0000	
ARIMA (2,1,2)	C	0.5171	
	ϕ_1	0.0000	-6.563282
	ϕ_2	0.0000	
	θ_1	0.0000	
	θ_2	0.0000	
ARIMA (2,1,2) tanpa konstanta	ϕ_1	0.0000	-6.571784
	ϕ_2	0.0000	
	θ_1	0.0000	
	θ_2	0.0000	

Membentuk Model GARCH-M

Setelah didapatkan model ARIMA terbaik, selanjutnya dilakukan Uji ARCH–LM untuk mengetahui apakah variansi model terdapat efek ARCH atau tidak, dengan kata lain, apakah mengandung heteroskedastisitas atau tidak. Adapun hasil Uji ARCH–LM dengan program *Eviews* 8.0 dapat dilihat pada Tabel 7. Dari Tabel 7 diperoleh nilai *probability* kurang dari taraf signifikan 5%, artinya terdapat efek ARCH atau terdapat heteroskedastisitas

Tabel 7. Uji ARCH–LM

F – statistic	17.89747
Probability	0.0000

Pendugaan model GARCH–M dapat dilihat pada plot ACF dan PACF residual model. Pada plot residual model ARIMA, nilai ACF dan PACF menurun secara bertahap menuju nol setelah lag ke-1. Dari proses tersebut diperoleh estimasi model GARCH–M seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Kriteria Estimasi Model

Model	SSE	AIC	SBC
ARCH (1)	0.008969	-6.627964	-6.609028
ARCH (1) tanpa konstanta	0.008965	-6.629920	-6.617295
ARCH (2) tanpa konstanta	0.008965	-6.655604	-6.636668
GARCH (1,1)-M tanpa konstanta	0.008959	-6.706451	-6.655845

Dari Tabel 8 diperoleh model GARCH (1,1)–M memiliki nilai SSE, AIC, dan SBC terkecil. Kemudian model GARCH (1,1)-M dilakukan uji residual untuk mendeteksi apakah ada korelasi antar lag atau tidak. Hasilnya bahwa model GARCH (1,1)–M mempunyai nilai probabilitas sebesar 0,8294, lebih besar dari 5%

sehingga H_0 diterima atau tidak ada korelasi residual antar lag, sehingga didapatkan model GARCH (1,1)-M adalah sebagai berikut dengan *mean* model ARIMA (2,1,2) tanpa konstanta:

$$\sigma_t^2 = 0.00000805 + 0.154665a_{t-1}^2 + 0.748731\sigma_{t-1}^2$$

$$Z_t = 0.184736Z_{t-1} - 0.377275Z_{t-2} - 0.148225\varepsilon_{t-1} + 0.343926\varepsilon_{t-2} - \sigma_t^2$$

Membentuk Model ARIMAX

Estimasi parameter model ARIMAX dilakukan seperti pada proses estimasi model ARIMA. Dari *correlogram* terlihat bahwa nilai ACF dan PACF menurun secara bertahap menuju nol setelah lag ke-2, sehingga diperoleh hasil estimasi model ARIMAX seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Estimasi Model ARIMAX

Model	Parameter	P – Value	SIC
ARIMAX (1,1,1)	C	0.4149	-6.608842
	X	0.0000	
	ϕ_1	0.5908	
	θ_1	0.5610	
ARIMAX (1,1,1) tanpa konstanta	X	0.0000	-6.616995
	ϕ_1	0.5919	
	θ_1	0.5612	
ARIMAX (1,1,2)	C	0.2614	-6.611164
	X	0.0000	
	ϕ_1	0.0000	
	θ_1	0.0000	
	θ_2	0.0596	
ARIMAX (1,1,2) tanpa konstanta	X	0.0000	-6.618524
	ϕ_1	0.0000	
	θ_1	0.0000	
	θ_2	0.0602	
ARIMAX (2,1,1)	C	0.2562	-6.613386
	X	0.0000	
	ϕ_1	0.0000	
	ϕ_2	0.0000	
	θ_1	0.0000	
ARIMAX (2,1,1) tanpa konstanta	X	0.0000	-6.620722
	ϕ_1	0.0000	
	ϕ_2	0.0293	
	θ_1	0.0000	
ARIMAX (2,1,2)	C	0.3326	-6.608727
	X	0.0000	
	ϕ_1	0.0000	
	ϕ_2	0.0000	
	θ_1	0.0000	
	θ_2	0.0000	
ARIMAX (2,1,2) tanpa konstanta	X	0.0000	-6.616515
	ϕ_1	0.0000	
	ϕ_2	0.0000	
	θ_1	0.0000	
	θ_2	0.0000	

Dari tabel 9, diperoleh model ARIMAX (2,1,2) tanpa konstanta nilai probabilitas < 5% dan nilai SIC terkecil, sehingga diperoleh persamaan model ARIMA sebagai berikut:

$$Z_t = -0.0000254 + 1.427369Z_{t-1} - 0.749598Z_{t-2} - 1.424642\varepsilon_{t-1} + 0.695245\varepsilon_{t-2} - \varepsilon_t$$

Membentuk Model GARCH

Setelah didapatkan model ARIMAX terbaik, selanjutnya dilakukan Uji ARCH-LM. Adapun hasil Uji ARCH – LM dengan program *Eviews* 8.0 dapat dilihat pada Tabel 10.

F – statistic	12.89351
Probability	0.0004

Dari Tabel 10 diperoleh nilai *probability* kurang dari taraf signifikan 5%, yang artinya terdapat efek ARCH atau terdapat heteroskedastisitas.

Pendugaan model GARCH dapat dilihat pada plot ACF dan PACF residual model. Pada plot residual model ARIMAX, nilai ACF dan PACF menurun secara bertahap menuju nol setelah lag ke-1, sehingga diperoleh estimasi model GARCH seperti pada Tabel 11.

Model	Parameter	P – Value	SIC
GARCH (0,1)	α_0	0.9581	-6.614425
	β_1	0.9492	
GARCH (1,0)	α_0	0.0000	-6.647377
	α_1	0.0000	
GARCH (1,1)	α_0	0.0004	-6.715156
	α_1	0.0000	
	β_1	0.0000	

Dari Tabel 11 diperoleh model GARCH (1,1) merupakan model terbaik. Kemudian dilakukan uji residual untuk mendeteksi apakah ada korelasi antar lag atau tidak. Hasilnya bahwa model GARCH (1,1) mempunyai nilai probabilitas sebesar 0,9412 lebih besar dari 5% sehingga H_0 diterima atau tidak ada korelasi residual antar lag, sehingga didapatkan model GARCH(1,1) adalah sebagai berikut dengan *mean* model ARIMA (2,1,2) tanpa konstanta:

$$\sigma_t^2 = 0.00000885 + 0.153889a_{t-1}^2 + 0.733160\sigma_{t-1}^2$$

$$Z_t = -2.54E - 05 + 1.43Z_{t-1} - 0.75Z_{t-2} - 1.42\varepsilon_{t-1} + 0.7\varepsilon_{t-2} - \varepsilon_t$$

Pembandingan Kedua Model

Ukuran pembandingan yang digunakan untuk pemodelan yaitu MAPE (*Mean Absolute Percentage Error*). Hasil perhitungan MAPE untuk model GARCH-M sebesar 118,0299 sedangkan MAPE untuk model ARIMAX-GARCH sebesar 191.3115. Hal ini menunjukkan bahwa model GARCH-M lebih baik digunakan dalam melakukan peramalan dibandingkan model ARIMAX-GARCH.

Peramalan (*Forecasting*) Volatilitas dan Nilai Risiko Berinvestasi

Peramalan Volatilitas menggunakan model terbaik yang didapatkan yaitu GARCH (1,1)-M. Peramalan volatilitas selanjutnya akan digunakan untuk memperoleh nilai *VaR* untuk saham IHSG. Sehingga dapat diketahui besar risiko berinvestasi saham pada IHSG. Pada persamaan model GARCH (1,1)-M dengan *mean* ARIMA (2,1,2) tanpa konstanta akan diperoleh nilai $Z_{729} = -0,30258$ dan nilai variansi $\sigma_{729}^2 = 0.0058202$, sehingga diperoleh nilai volatilitasnya

$$\sigma_{729} = \sqrt{0.0058202} = 0.07629$$

Setelah diperoleh nilai volatilitas, akan dihitung besar *quantile* dengan $\alpha = 5\%$ (tingkat kepercayaan 95%), yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Quantile}(0.05) &= Z_{729} - 1.645\sigma_{729} \\ &= -0.30258 - 1.645(0.07629) \\ &= -0.42808 \end{aligned}$$

Jika diasumsikan dana yang dialokasikan oleh investor saham sebesar Rp 200.000.000,00 maka, diperoleh nilai *VaR* untuk saham IHSG adalah:

$$\begin{aligned} VaR &= -0.42808 \times (-Rp\ 200.000.000,00) \\ &= Rp\ 85.615.826,00 \end{aligned}$$

sehingga *VaR* diperkirakan dengan tingkat kepercayaan 95%, kemungkinan kerugian maksimum yang dapat ditolerir oleh seorang investor dari dana yang telah diinvestasikan adalah sebesar Rp 85.615.826, 00.

SIMPULAN

Model terbaik GARCH-M untuk meramalkan volatilitas saham IHSG adalah GARCH (1,1)-M diperoleh persamaan varian $\sigma_t^2 = 0.00000805 + 0.154665a_{t-1}^2 + 0.748731\sigma_{t-1}^2$ dengan persamaan *mean* model ARIMA (2,1,2) $Z_t = 0.184736Z_{t-1} - 0.377275Z_{t-2} - 0.148225\varepsilon_{t-1} + 0.343926\varepsilon_{t-2} - \sigma_t^2$. Model

terbaik ARIMAX- GARCH untuk meramalkan volatilitas saham IHSG adalah ARIMAX (2,1,2) – GARCH (1,1) diperoleh persamaan varian $\sigma_t^2 = 0.00000885 + 0.153889a_{t-1}^2 + 0.733160\sigma_{t-1}^2$ dengan persamaan *mean* model ARIMAX (2,1,2) $Z_t = -2.54E - 05 + 1.43Z_{t-1} - 0.75Z_{t-2} - 1.42\varepsilon_{t-1} + 0.7\varepsilon_{t-2} - \sigma_t^2$. Model terbaik diantara model GARCH–M dan model ARIMAX–GARCH dalam meramalkan volatilitas saham IHSG adalah model GARCH-M. Hasil peramalan volatilitas saham untuk 1 hari kedepan pada tanggal 1 Juni 2017 dengan menggunakan model GARCH (1,1)–M adalah sebesar 0.07629. Nilai *VaR* untuk saham sebesar Rp 85.615.826,00, hanya 5% peluang terjadinya kerugian yang melebihi Rp 85.615.826, 00 dalam waktu 24 jam kedepan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of econometrics*, 31(3), 307-327.
- Box, G. E., & Jenkins, G. M. (1976). *Time series analysis: Forecasting and control*. San Francisco: Calif Holden-Day.
- Engle, R.F., Lilien, D. & Robins. (1982). Estimation of time varying risk premium in the term structure. *Discussion paper*, 85-17.
- Faustina, R. S., Agoestanto, A., & Hendikawati, P. (2017). Model hybrid ARIMA-GARCH untuk estimasi volatilitas harga emas menggunakan software R. *UNNES Journal of Mathematics*, 6(1), 11-24.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & McGee, V. E. (1999). *Metode dan aplikasi peramalan*. Jilid 1. Penerjemah Suminto, H. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Ratnasari, D. H., Tarno, T., & Yasin, H. (2014). Peramalan volatilitas menggunakan model generalized autoregressive conditional heteroscedasticity in mean (Garch-m) (Studi kasus pada return harga saham PT. Wijaya Karya). *Jurnal Gaussian*, 3(4), 655-662.
- Soejoeti, Z. (1987). *Analisis runtun waktu modul 1-9. Diktat Universitas Terbuka*. Jakarta: Penerbit Karunia.
- Tsay, R.S. (2005). *Analysis of financial time series (Vol 543)*. New York: A John Wiley & Sonc, Inc. Publication.