PENERAPAN MODEL EGARCH-M DALAM PERAMALAN NILAI HARGA SAHAM DAN PENGUKURAN *VALUE AT RISK* (VAR)

Oleh:

Julianto (1)

Entit Puspita (2)

Fitriani Agustina (2)

ABSTRAK

Dalam melakukan investasi dalam saham, investor biasanya memerhatikan tingkat pengembalian (*return*) dan risiko dari investasi saham tersebut. Dalam penerapannya pada teori finansial, tingkat pengembalian diasumsikan sebagai *mean* dan risiko diasumsikan sebagai volatilitas dari harga saham. Untuk memodelkan harga saham dapat digunakan beberapa model seperti model *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA), dan *Autoregressive Moving Average* (ARMA) yang memiliki asumsi variansi residual konstan atau pun model *Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (ARCH) dan *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (GARCH), dimana model ini dapat memodelkan variansi residual yang tidak konstan. Dalam teori finansial dinyatakan bahwa aset dengan risiko yang lebih tinggi akan memberikan *return* yang lebih tinggi juga pada rata-ratanya. Mengacu pada hal tersebut maka dikembangkan model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic in mean* (GARCH-M). Akan tetapi, model GARCH-M mempunyai asumsi bahwa terdapat gejolak yang bersifat simetris dalam volatilitasnya. Kenyataannya, di lapangan dapat ditemukan beberapa kasus dimana terdapat gejolak yang bersifat asimetris yang biasa disebut *leverage effect* dalam volatilitas. Sehingga untuk kasus seperti ini model yang lebih tepat adalah model volatilitas *Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic in mean* (EGARCH-M). Selain *return*, pengukuran risiko juga merupakan hal yang penting. Salah satu alat ukur yang digunakan untuk mengestimasi risiko adalah *Value at Risk* (VaR).

Kata kunci: Volatilitas, *Return, Heteroscedastic*, Asimetris, EGARCH-M, *Value at Risk* (VaR)

1. PENDAHULUAN

Metode peramalan yang digunakan berdasarkan sejarah data masa lalu dikenal dengan sebutan metode runtun waktu (*time series*). Berdasarkan sifat variansi residualnya, metode runtun waktu terbagi menjadi runtun waktu

(1) Mahasiswa Program Studi Matematika UPI

(2) Staf Pengajar Jurusan Pendidikan Matematika UPI

homoskedastis (variansi residual konstan) dan runtun waktu heteroskedastis (variansi residual tidak konstan). Dalam runtun waktu homoskedastis terdapat model stasioner yang diperkenalkan oleh Box-Jenkins yaitu model *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA), dan model *Autoregressive Moving Average* (ARMA). Sedangkan dalam runtun waktu heteroskedastis terdapat model *Autoregressive Conditional Heteroskedastic* (ARCH). Model ini pertama kali dikembangkan oleh Robert Engle pada tahun 1982.

Model ARCH kemudian disempurnakan oleh Tim Bollerslev pada tahun 1986 yaitu dengan memodelkan variansi tidak hanya berdasarkan residual di masa lalu tetapi juga variansi residual di masa lalu. Model dari Bollerslev ini dikenal dengan model *Generalized Autoregressive Conditonal Heteroskedastic* (GARCH). Kemudian untuk kasus hubungan antara risiko dengan *return* digunakan model GARCH *in mean* yang diperkenalkan pada tahun 1987 oleh Engle, Lilien, dan Robins. Untuk menangkap adanya *leverage effect*, Nelson memperkenalkan model *Exponential* GARCH (EGARCH) dan *Exponential* GARCH-M (EGARCH-M) pada tahun 1991.

Selain *return*, pengukuran risiko merupakan hal yang sangat penting. Ada beberapa alat ukur yang dapat digunakan untuk mengestimasi risiko tersebut, salah satunya adalah *Value at Risk* (VaR).

Dalam tulisan ini, model EGARCH-M akan diterapkan pada peramalan nilai harga saham untuk beberapa periode ke depan dan pengukuran VaR pada data saham PT Gudang Garam Tbk..

2. TINJAUAN PUSTAKA

Box Jenkins memperkenalkan model-model runtun waktu stasioner yaitu:

1. Model *Autoregressive*

   Bentuk umum model *autoregressive* dengan orde p ditulis sebagai:

$$z_t = \phi_1 z_{t-1} + \phi_2 z_{t-2} + \cdots + \phi_p z_{t-p} + a_t$$

2. Model *Moving Average*

   Bentuk umum model *moving average* dengan orde q ditulis sebagai:

$$z_t = a_t + \theta_1 a_{t-1} + \theta_2 a_{t-2} + \cdots + \theta_q a_{t-q}$$

3. Model *Autoregressive Moving Average*

Bentuk umum model *autoregressive moving average* (p,q) ditulis sebagai:

$$z_t = \phi_1 z_{t-1} + \cdots + \phi_p z_{t-p} + a_t + \theta_1 a_{t-1} + \cdots + \theta_q a_{t-q}$$

dimana model-model tersebut memiliki asumsi variansi residual konstan. Tetapi kenyataannya di lapangan dapat ditemukan data runtun waktu yang memiliki variansi residual yang tidak konstan, khususnya data dalam bidang finansial. Untuk mengatasi kasus tersebut, Engle pada tahun 1982 memperkenalkan model *Autoregressive Conditional Heteroskedastic* (ARCH) dengan model sebagai berikut:

$$y_t = x_t' \mu + a_t$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i a_{t-i}^2$$

dengan $\varepsilon_t \sim iid\ N(0,1), \omega > 0$, dan $\alpha_i > 0$ untuk $i = 1,2, \dots, p$.

Model ARCH dikembangkan menjadi model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastic* (GARCH) pada tahun 1986 oleh Tim Bollerslev. Menurut Bollerslev, variansi residual tidak hanya bergantung pada residual periode lalu tetapi juga variansi residual periode lalu. Model ini dikembangkan karena pada proses ARCH dengan orde tinggi memilki kesulitan dalam masalah perhitungan dikarenakan modelnya sangat rumit. Secara umum, proses GARCH (p,q) didefinisikan sebagai proses a_t yang memenuhi:

$$y_t = x_t' \mu + a_t$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t$$

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

dengan $\varepsilon_t \sim iid\ N(0,1), \omega > 0$, $\alpha_i > 0$, $\beta_j > 0$ untuk $i = 1,2, \dots, p$ dan $j = 1,2, \dots, q$, $\sum_{i=1}^{\max(m,s)} (\alpha_i + \beta_j) < 1$ untuk $i > m\ dan\ j > s$.

Pada teori finansial, *return* dari suatu aset mungkin tergantung pada volatilitasnya sehingga model GARCH kurang baik digunakan untuk mengestimasi model volatilitas yang mempunyai hubungan tersebut. Untuk memodelkan fenomena seperti itu, pada tahun 1987, Engle, Lilien, dan Robins mengembangkan model GARCH *in mean* (GARCH-M). Secara umum, proses GARCH(p,q)-M didefinisikan sebagai proses a_t yang memenuhi:

$$y_t = x_t'\mu + \lambda\sigma_t + a_t$$

$$a_t = \sigma_t\varepsilon_t$$

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

dimana parameter λ dinamakan parameter *premium risk*.

3. MODEL *EXPONENTIAL GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSKEDASTIC IN MEAN* (EGARCH-M)

3.1 Proses EGARCH

Exponential GARCH (EGARCH) diajukan Nelson pada tahun 1991 untuk menutupi kelemahan model ARCH/GARCH dalam menangkap fenomona ketidaksimetrisan *good news* dan *bad news* dalam volatilitas. Selain dapat menangkap efek asimetris dari *good news* dan *bad news*, model *Exponential* GARCH memiliki kelebihan lain dibandingkan model ARCH/GARCH, yaitu parameter-parameter pada *Exponential* GARCH tidak perlu dibatasi untuk menjamin variansi selalu positif. Hal ini dikarenakan bentuk persamaan dalam logaritma.

Secara umum, proses EGARCH dengan orde p dan q atau EGARCH(p,q) didefinisikan sebagai proses a_t yang memenuhi:

$$y_t = x_t'\mu + a_t$$

$$a_t = \sigma_t\varepsilon_t$$

$$\ln \sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^{q} \beta_i \ln \sigma_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{p} \alpha_j \frac{a_{t-j}}{\sigma_{t-j}} + \sum_{j=1}^{p} \gamma_j \left[\left| \frac{a_{t-j}}{\sigma_{t-j}} \right| - E \left| \frac{a_{t-j}}{\sigma_{t-j}} \right| \right]$$

dengan $\varepsilon_t \sim iid\ N(0,1)$.

3.2 Proses EGARCH-M

EGARCH *in mean* (EGARCH-M) juga dikembangkan oleh Nelson pada tahun 1991. Sama halnya seperti kelebihan model GARCH-M terhadap GARCH, kelebihan model EGARCH-M terhadap EGARCH juga terletak pada risiko yang berpengaruh terhadap tingkat pengembaliannya.

Secara umum, proses EGARCH(p,q)-M didefinisikan sebagai proses a_t yang memenuhi:

$$y_t = x_t'\mu + \lambda\sigma_t + a_t$$

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t$$

$$\ln \sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^{q} \beta_i \ln \sigma_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{p} \alpha_j \frac{a_{t-j}}{\sigma_{t-j}} + \sum_{j=1}^{p} \gamma_j \left|\frac{a_{t-j}}{\sigma_{t-j}}\right|$$

dimana parameter λ dinamakan parameter *premium risk*.

3.3 Model Pengukur Risiko

Salah satu aspek penting dalam analisis risiko adalah perhitungan *Value at Risk*. *Value at Risk* (VaR) merupakan suatu metode yang cukup baik dan banyak digunakan untuk mengukur risiko. VaR dapat diartikan sebagai estimasi kerugian maksimum yang mungkin dialami dalam rentang waktu/periode tertentu dengan tingkat kepercayaan tertentu (*a given level of confidence*).

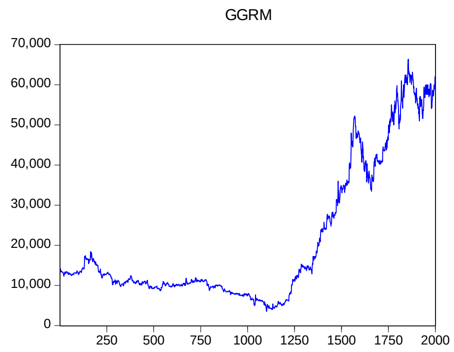
Secara sederhana VaR ingin menjawab pertanyaan "seberapa besar (dalam persen atau sejumlah uang tertentu) investor dapat merugi selama waktu investasi T dengan tingkat kepercayaan sebesar $(1-\alpha)$." VaR pada tingkat kepercayaan $(1-\alpha)$ dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$VaR_{(1-\alpha)} = -W_0 R^*$$

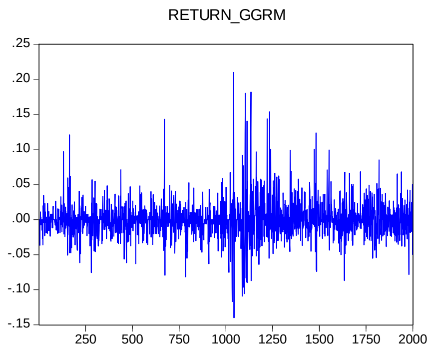
dengan $R^* = \mu - z_\alpha \sigma$ merupakan *quantile* dari distribusi *return*.

4. KASUS

Data yang digunakan adalah data saham harian PT Gudang Garam Tbk. periode 29 Juli 2004 sampai 29 Juni 2012 yang secara keseluruhan berjumlah 2000 data. Data tersebut diambil dari *closing price* yang diambil dari situs www.finance.yahoo.com. Data yang akan diolah dalam studi kasus ini adalah data *return* dari harga saham. Grafik dari harga saham penutupan tersebut ditunjukkan pada Gambar 1 dan plot data *return* harga saham penutupan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1
Plot Data Harga Saham



Gambar 2
Plot Data *Return* Saham

4.1 Uji Stasioneritas

Pengujian stasioneritas dilakukan dengan menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) dengan taraf signifikansi α = 5%, dengan menggunakan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : data tidak stasioner.

H_1 : data stasioner.

Dengan kritera uji yaitu tolak H_0 jika $|\tau_\beta| \geq |\tau_{(n,\alpha)}|$ atau nilai *prob.* < 0.05.

Uji ADF dilakukan dengan menggunakan *Software EViews 6* dengan *output* tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1
Uji Stasioneritas *Augmented Dickey Fuller* (ADF)

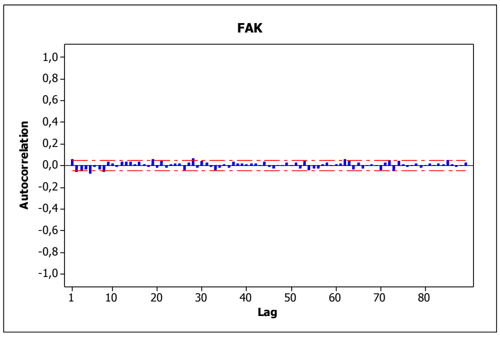
		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-32.59921	0.0000
Test critical values:	1% level	-3.433425	
	5% level	-2.862785	
	10% level	-2.567479	

Dari hasil uji ADF di atas diperoleh nilai kritis *t-statistic* pada taraf signifikansi dengan level 5% nilai $|\tau_\beta| = 32.59921 > 2.862785 = |\tau_{(2000,0.05)}|$ dan nilai probabilitasnya 0 < 0.05. Artinya H_0 ditolak atau data *return* saham stasioner.

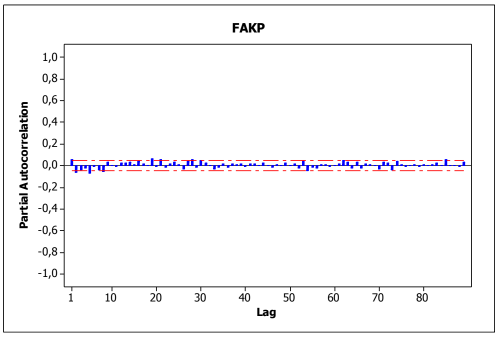
4.2 Pembentukan Model ARMA

4.2.1 Identifikasi Model

Berikut ini disajikan plot fak dan fakp data *return* saham dengan menggunakan *software Minitab 14* seperti pada gambar 3 dan gambar 4.



Gambar 3
FAK data *return* saham



Gambar 4
FAKP data *return* saham

Berdasarkan gambar 3 dan 4, fak terputus setelah lag ke-2 dan fakp terputus setelah lag ke-2. Sehingga model yang mungkin adalah model AR(1), AR(2), MA(1), MA(2), ARMA(1,1), ARMA(2,1), ARMA(1,2), dan ARMA(2,2).

4.2.2 Estimasi Parameter

Hasil penaksiran parameter dengan menggunakan *EViews 6* yaitu sebagai berikut:

Tabel 2
Estimasi Parameter Model ARMA

Model	Koeffisien	Standar *Error*	Prob.
AR(1)	0.056555	0.022361	0.0115
AR(2)	0.060111	0.022367	0.0073
	-0.061348	0.022388	0.0062
MA(1)	0.063651	0.022351	0.0044
MA(2)	0.054999	0.022368	0.0140
	-0.055728	0.022393	0.0129
ARMA(1,1)	-0.300542	0.288827	0.2982
	0.366488	0.281835	0.1936
ARMA(2,1)	0.798759	0.099152	0.0000
	-0.107365	0.022861	0.0000
	-0.746284	0.098237	0.0000

ARMA(1,2)	0.684292 -0.633271 -0.106367	0.113910 0.114408 0.022930	0.0000 0.0000 0.0000
ARMA(2,2)	1.467793 -0.658511 -1.443555 0.598247	0.137368 0.122932 0.146725 0.136079	0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

4.2.3 Verifikasi Model

Verifikasi dilakukan berdasarkan kriteria keberartian koefisien dan berdasarkan nilai AIC dan SC terkecil. Berdasarkan kriteria keberartian koefisien model berarti jika nilai $|Koef > 2SE(koef)|$. Dengan taraf siginifikansi α = 5%, model yang lolos uji keberartian koefisien yaitu model AR(1), AR(2), MA(1), MA(2), ARMA(2,1), ARMA(1,2), dan ARMA(2,2). Kemudian berdasarkan nilai AIC dan SC yang diperlihatkan pada tabel 3 berikut:

Tabel 3
Nilai AIC dan SC

Model	AIC	SC
AR(1)	-4.433301	-4.427695
AR(2)	-4.435600	-4.427188
MA(1)	-4.434214	-4.428611
MA(2)	-4.436150	-4.427745
ARMA(2,1)	-4.441227	-4.430011
ARMA(1,2)	-4.441161	-4.429950
ARMA(2,2)	-4.440548	-4.426528

Dapat disimpulkan bahwa model terbaik yang dapat digunakan yaitu model ARMA(2,1).

4.3 Uji Efek Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas dilakukan dengan uji ARCH-LM pada taraf signifikansi α = 5% dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : Tidak ada efek heteroskedastisitas.

H_1 : Terdapat efek heteroskedastisitas.

Dengan kriteria tolak H_0 jika *prob.* < 0.05. Berikut ini *output software EViews 6* untuk ARCH-LM *test*

Tabel 4
Uji ARCH-LM

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	425.1417	Prob. F(1,1994)	0.0000
Obs*R-squared	350.7785	Prob. Chi-Square(1)	0.0000

Berdasarkan tabel di atas, nilai *prob.* < 0.05, maka H_0 ditolak artinya residual model ARMA(2,1) mengandung efek heteroskedastisitas.

4.4 Uji Efek Asimetris

Pada uji ini, data residual yang digunakan adalah data dari model ARMA(2,1)-GARCH-M. Uji efek asimetris yang dilakukan adalah dengan melihat korelasi antara kuadrat standar residual (a_t^2) dengan *lag* standar residual (a_{t-k}). Dengan tingkat signifikansi 5%, hipotesis yang digunakan adalah:

H_0 : Residual bersifat simetris.

H_1 : Residual bersifat asimetris.

dengan kriteria uji : Tolak H_0 jika nilai Prob(F-Stat)< 0.05.

Tabel 5
Nilai *Prob(F-Statistic)* Model ARMA(2,1)-GARCH-M

Model	Prob.
ARMA(2,1)-GARCH(1,1)-M	0.0000
ARMA(2,1)-GARCH(1,2)-M	0.0000
ARMA(2,1)-GARCH(2,1)-M	0.0000
ARMA(2,1)-GARCH(2,2)-M	0.0000

Dari tabel 5 diperoleh nilai *prob.* < 0.05. Maka H_0 ditolak artinya digunakan model yang bersifat asimetris yaitu model volatilitas EGARCH.

4.5 Pembentukan Model EGARCH-M

4.5.1 Identifikasi Model

Karena belum terdapat kriteria tertentu untuk mengidentifikasi model volatilitas EGARCH-M, maka penulis membentuk beberapa model volatilitas sederhana, yaitu model EGARCH(1,1)-M, EGARCH(1,2)-M, EGARCH(2,1)-M, dan EGARCH(2,2)-M.

4.5.2 Estimasi Parameter

Hasil penaksiran parameter dengan menggunakan *EViews 6* yaitu sebagai berikut:

Tabel 6
Estimasi Parameter Model EGARCH-M

Model	Parameter	Koefisien	Prob.
ARMA(2,1)-EGARCH(1,1)-M	C	-0.004130	0.0026
	ϕ_1	0.869808	0.0000
	ϕ_2	-0.100932	0.0000
	θ_1	-0.814458	0.0000
	λ	0.203566	0.0016
	ω	-1.160935	0.0000
	α_1	-0.030833	0.0278
	γ_1	0.399447	0.0000
	β_1	0.883141	0.0000
ARMA(2,1)-EGARCH(1,2)-M	C	-0.004744	0.0012
	ϕ_1	-0.848886	0.0000
	ϕ_2	0.056149	0.0251
	θ_1	0.890184	0.0000
	λ	0.248190	0.0004
	ω	-1.312461	0.0000
	α_1	-0.030915	0.0656
	γ_1	0.465573	0.0000
	β_1	0.584366	0.0000
	β_2	0.284704	0.0001
ARMA(2,1)-	C	-0.004966	0.0005
	ϕ_1	-0.865744	0.0000
	ϕ_2	0.041347	0.1028
	θ_1	0.892719	0.0000
	λ	0.261326	0.0002
	ω	-0.752155	0.0000

EGARCH(2,1)-M	α_1	0.026624	0.2171
	α_2	-0.081643	0.0002
	γ_1	0.489097	0.0000
	γ_2	-0.212157	0.0000
	β_1	0.926165	0.0000
ARMA(2,1)-EGARCH(2,2)-M	C	-0.004253	0.0047
	ϕ_1	-0.778010	0.0000
	ϕ_2	0.065980	0.0061
	θ_1	0.824235	0.0000
	λ	0.214536	0.0037
	ω	-2.627466	0.0000
	α_1	-0.025947	0.1009
	α_2	-0.031754	0.0597
	γ_1	0.410918	0.0000
	γ_2	0.446624	0.0000
	β_1	-0.113135	0.0000
	β_2	0.844041	0.0000

4.5.3 Verifikasi Model

Uji verifikasi yang digunakan yaitu berdasarkan keberartian koefisien serta berdasarkan Nilai AIC dan SC terkecil Berdasarkan kriteria uji keberartian koefisien, model yang lolos uji keberartian koefisien yaitu model ARMA(2,1)-EGARCH(1,1)-M. Karena hanya terdapat satu model yang sesuai, tidak perlu dilakukan pengujian berdasarkan nilai AIC dan SC. Sehingga model terbaik yang akan digunakan untuk peramalan yaitu model ARMA(2,1)-EGARCH(1,1)-M dengan bentuk persamaannya:

$$z_t = -0.004130 + 0.869808 z_{t-1} - 0.100932 z_{t-2} - 0.0.814458 a_{t-1} + 0.203566 \sigma_t + a_t$$

$$\ln \sigma_t^2 = -1.160935 + 0.883141 \ln \sigma_{t-i}^2 - 0.030833 \frac{a_{t-j}}{\sigma_{t-j}} + 0.399447 \left| \frac{a_{t-j}}{\sigma_{t-j}} \right|$$

4.6 Peramalan

Ramalan yang dilakukan adalah ramalan untuk periode lima hari selanjutnya dari nilai penutupan harga saham PT Gudang Garam Tbk. dengan menggunakan model yang telah lolos uji verifikasi. Berikut adalah hasil ramalan *return*, variansi, dan standar deviasi untuk periode lima hari selanjutnya dari nilai *return* saham PT Gudang Garam Tbk. menggunakan model ARMA(2,1)-EGARCH(1,1)-M.

Tabel 7
Nilai Ramalan *Return* Saham Lima Periode Berikutnya dengan Asumsi Variansi Residual Tidak Konstan (ARMA(2,1)-EGARCH(1,1)-M)

Batas Bawah	Nilai *Return* Saham	Batas Atas
-0.067885	0.005759	0.079403
-0.069923	0.001299	0.072521
-0.068054	0.001070	0.070194
-0.066039	0.001297	0.068633
0.063879	0.001497	0.066873

Tabel 8
Nilai Ramalan Variansi dan Standar Deviasi Lima Periode Berikutnya

Data	Ramalan Variansi	Ramalan SE
2001	0.001356	0.036822
2002	0.001268	0.035611
2003	0.001195	0.034562
2004	0.001134	0.033668
2005	0.001082	0.032688

Kemudian nilai ramalan harga saham serta perbandingan dengan nilai sebenarnya disajikan pada tabel 9.

Tabel 9
Nilai Ramalan Harga Saham dan Harga Saham Lima Periode Berikutnya

Tanggal	Ramalan Harga Saham	Harga Saham
02 Juli 2012	61855.19	62650
03 Juli 2012	61935.61	63000
04 Juli 2012	62001.90	61500
05 Juli 2012	62082.36	61400
06 Juli 2012	62175.36	61500

Jika diperhatikan ternyata nilai ramalan dengan nilai sebenarnya tidak terlalu jauh berbeda. Sehingga dapat disimpulkan bahwa model yang dibentuk cukup baik dalam peramalan.

4.7 Perhitungan *Value at Risk* (VaR)

Selain melakukan peramalan nilai harga saham dan volatilitasnya, hal lain yang juga penting yaitu menghitung besarnya *Value at Risk* (VaR) dengan menggunakan nilai volatilitas (σ) yang telah diperoleh.

Langkah pertama yang dilakukan dalam perhitungan VaR yaitu asumsikan dana yang akan dialokasikan untuk investasi. Dalam tugas akhir ini, diasumsikan bahwa besar dana yang dialokasikan untuk investasi pada PT Gudang Garam Tbk. sebesar Rp 500,000,000.00.

Selanjutnya, perhitungan *Value at Risk* dihitung dengan cara sebagai berikut:

1) Tentukan nilai *return* ke-2001($\hat{r}_{2001}$) dan variansi ke-2001($\hat{\sigma}^2_{2001}$)

   Nilai tersebut telah diperoleh pada bagian sebelumnya pada tabel 7 dan tabel 8, yaitu:

   Nilai *return* ke-2001 adalah $(\hat{r}_{2001}) = 0.005759.$

   Nilai variansi ke-2001 adalah $(\hat{\sigma}^2_{2001}) = 0.001356.$

2) Tentukan nilai volatilitas ke-2001($\hat{\sigma}_{2001}$)

   Nilai volatilitas juga telah diperoleh pada tabel 8 yaitu sebesar 0.036822.

3) Tentukan besarnya *quantile*, dalam hal ini dilambangkan dengan R^*

   Dengan menggunakan $\alpha = 5\%$, maka diperoleh nilai *quantile* dengan menggunakan persamaan:

$$
\begin{aligned}
R^* &= \hat{r}_{2001} - z_\alpha \hat{\sigma}_{2001} \\
&= 0.005759 - 1{,}645(0.036822) \\
&= -0.05481
\end{aligned}
$$

4) Hitung nilai VaR

   Perhitungan nilai VaR dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$
\begin{aligned}
VaR_{(1-\alpha)} &= -W_0 R^* \\
&= -(\text{Rp } 500{,}000{,}000.00) x (-0.05481) \\
&= \text{Rp } 27{,}406{,}595.00
\end{aligned}
$$

Jadi, dapat disimpulkan bahwa dengan selang waktu 24 jam dan tingkat kepercayaan 95%, kemungkinan kerugian maksimum yang dapat ditolerir oleh investor dari dana Rp 500,000,000.00 yang telah diinvestasikan pada PT Gudang Garam Tbk. adalah sebesar Rp 27,406,595.00.

5. KESIMPULAN

1) Model volatilitas EGARCH-M terbaik yang diaplikasikan pada nilai *return* saham PT Gudang Garam Tbk. adalah model ARMA(2,1)-EGARCH(1,1)-M dengan bentuk persamaannya:

$$z_t = -0.004130 + 0.869808 z_{t-1} - 0.100932 z_{t-2} - 0.0.814458 a_{t-1} + 0.203566\sigma_t + a_t$$

$$\ln \sigma_t^2 = -1.160935 + 0.883141 \ln \sigma_{t-i}^2 - 0.030833 \frac{a_{t-j}}{\sigma_{t-j}} + 0.399447 \left|\frac{a_{t-j}}{\sigma_{t-j}}\right|$$

2) Hasil peramalan nilai harga saham PT Gudang Garam Tbk. untuk lima periode ke depan dengan menggunakan model terbaik ARMA(2,1)-EGARCH(1,1)-M tidak jauh berbeda dengan nilai harga saham yang sebenarnya. Sehingga model yang dibentuk cukup baik untuk digunakan dalam peramalan.
3) Jika diasumsikan bahwa besar dana yang dialokasikan untuk investasi pada PT Gudang Garam Tbk. sebesar Rp 500,000,000.00 dan dengan tingkat kepercayaan 95%, maka besarnya VaR adalah Rp 27,406,595.00. Artinya, kemungkinan kerugian maksimum yang dapat ditolerir dari seorang investor dari dana yang telah diinvestasikan adalah sebesar Rp 27,406,595.00.

DAFTAR PUSTAKA

Agung, I.G.N. (2009). *Time Series Data Analysis Using Eviews*. Singapore: John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd.

Best, P. (1998). *Implementing Value at Risk*. England: John Wiley & Sons, Ltd.

Bollerslev, T. (1986). "Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity". *Journal of Econometrics*, 31, 307-327.

Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance* (second ed.). United States of America: Cambridge University Press

Chatfield, C. (2000). *Time-Series Forecasting*. United States of America: Chapman & Hall/CRC.

Engle, R.F. (1982). "Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of U.K. Inflation". *Econometrica*, 50, 987-1008.

Habsah, S. (2009). *Model Volatilitas Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (EGARCH).* Tugas Akhir Sarjana Universitas Pendidikan Indonesia Bandung: tidak diterbitkan.

Halim. S. (2006). *Diktat - Time Series Analysis.* Surabaya: Universitas Kristen Petra.

Hamilton, J.D. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Koulakiotis, A., *et al.* (2006), "More Evidence on The Relationship between Stock Price Returns and Volatility: A Note". *International Research Journal of Finance and Economics*. Issue 1, 21-28.

Oskooe, S.A.P. dan Shamsavari, A. (2011). "Asymmetric Effects in Emerging Stock Markets-The Case of Iran Stock Market". *International Journal of Economics and Finance*. Vol. 3, No. 6.

Pratiwi, I. (2011). *Penerapan Model GARCH-M dalam Peramalan Nilai Harga Saham dan Pengukuran Value at Risk (VaR).* Tugas Akhir Sarjana Universitas Pendidikan Indonesia Bandung: tidak diterbitkan.

Siswanto, E. (2011). *Model Volatilitas Nonlinear Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (N-GARCH).* Tugas Akhir Sarjana Universitas Pendidikan Indonesia Bandung: tidak diterbitkan.

Soejoeti, Z. (1987). *Analisis Runtun Waktu*. Jakarta: Karunia Jakarta Universitas Terbuka.

Tsay, R.S. (2005). *Analysis of Financial Time Series* (second ed.). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.