ISSN: 2339-2541
JURNAL GAUSSIAN, Volume 3, Nomor 4, Tahun 2014, Halaman 655 - 662
Online di: http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian

PERAMALAN VOLATILITAS MENGGUNAKAN MODEL *GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL HETEROSCEDASTICITY IN MEAN* (GARCH-M) (Studi Kasus pada Return Harga Saham PT. Wijaya Karya)

Dwi Hasti Ratnasari[1], Tarno[2], Hasbi Yasin[3]
[1]Mahasiswa Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro
[2,3]Staf Pengajar Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro

ABSTRACT

Stock return volatility in the markets of developing countries (emerging markets) is generally much higher than the markets of developed countries. High volatility illustrates the level of high risk faced by investors due to reflect fluctuations in stock price movement. Therefore, it is probable, stock investments that are carried in Indonesia have a high risk opportunity. Important properties are often owned by time series data in the financial sector in particular to return data that the probability distribution of returns is fat tails and volatility clustering or often referred to as a case of heteroscedasticity.Time series models that can be used to model this condition are ARCH and GARCH. One form of ARCH/GARCH is Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity In Mean (GARCH-M). The purpose of this study is to predict volatility by using GARCH-M model in the return data analysis of daily stock price closing of Wijaya Karya (Persero) Tbk from October 18, 2012 until March 14, 2014 by using the active days (Monday to Friday). The best model is used for forecasting the volatility case in the stock price return of PT. Wijaya Karya is ARIMA (0,0, [35]) GARCH (1,1)-M.

Keywords: *Stocks, Volatility, Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity in Mean (GARCH-M)*

1. PENDAHULUAN

Pasar modal adalah tempat atau sarana bertemunya antara permintaan dan penawaran atas instrumen keuangan jangka panjang (lebih dari satu tahun) seperti saham, obligasi, waran, reksadana, dan berbagai instrumen derivatif seperti opsi, kontrak berjangka, dan instrumen lainnya (Samsul, 2006). Adanya pasar modal memberikan sarana alternatif bagi masyarakat untuk menginvestasikan uangnya dengan harapan mampu menghasilkan keuntungan dengan risiko yang dapat diperhitungkan. Perusahaan dan institusi sejenis juga dapat memanfaatkan pendanaan yang diperoleh dari pasar modal untuk digunakan sebagai pengembangan usaha, penambahan modal kerja dan lain-lainnya. Peran pasar modal tersebut diharapkan mampu meningkatkan aktivitas perekonomian di suatu negara dan memakmurkan masyarakat.

Investasi yang dapat dilakukan di pasar modal salah satunya dalam bentuk saham. Saham (*stock)* merupakan tanda bukti kepemilikan perusahaan yang berupa surat berharga dan diterbitkan oleh perusahaan (Harun, 2003). Indeks LQ-45 memuat saham dari 45 perusahaan yang paling sering diperdagangkan di Bursa Efek Indonesia (BEI). Indeks yang terpilih terdiri dari 45 saham dengan mengacu kepada dua variabel yaitu likuiditas dan kapitalisasi pasar. Saham-saham yang termasuk dalam Indeks LQ-45 selalu diperbaharui setiap enam bulan sekali sehingga memungkinkan terjadinya perubahan dari saham-saham yang terpilih (Darmadji dan Hendy, 2011).

Kegiatan investasi dalam bentuk apapun tidak dapat terhindar dari risiko, begitu juga dengan investasi saham. Indonesia merupakan negara berkembang dan menurut Bekaert dan Harvey (1995) volalitas pasar saham di pasar negara-negara berkembang (*emerging market*) umumnya jauh lebih tinggi daripada pasar negara-negara maju. Volatilitas yang tinggi menggambarkan tingkat risiko yang dihadapi pemodal karena mencerminkan fluktuasi pergerakan harga saham. Sehingga besar kemungkinan investasi saham yang dilakukan di Indonesia mempunyai peluang risiko yang tinggi.

Menurut Bollerslev, Engle dan Nelson (1994) mengemukakan sifat penting yang sering dimiliki oleh data runtun waktu di bidang keuangan khususnya untuk data *return* yaitu distribusi probabilitas dari *return* bersifat *fat tails* (ekor gemuk) dan *volatility clustering* atau sering disebut sebagai kasus heteroskedastisitas. Model runtun waktu yang dapat digunakan untuk memodelkan kondisi ini di antaranya adalah *Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (ARCH) yang dikemukakan oleh Engle (1982) dan *Generalized Autoregressive Condition Heteroskedasticity* (GARCH) yang dikemukakan oleh Bolerslev (1986). Pada penelitian ini akan mengaplikasikan salah satu model varian ARCH/GARCH yaitu *Generalized Autoregressive Condition Heteroskedasticity in Mean* (GARCH-M) dari data return penutupan harga saham harian Wijaya Karya (Persero) Tbk.

1. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 ARIMA

Dasar pemikiran *time series* adalah pengamatan sekarang (Z_t) tergantung pada 1 atau beberapa pengamatan sebelumnya (Z_{t-k}). Dengan kata lain, model *time series* dibuat karena secara statistik ada korelasi antar deret pengamatan (Makridakis, 1999). Model-model *time series*:

1. *Autoregressive* (AR*)*

   Bentuk umum model *autoregressive* orde ke-p AR(p) adalah:

   $$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + ... + \phi_p Z_{t-p} + a_t \qquad (2.1)$$

2. *Moving Average* (MA*)*

   Bentuk umum model *moving average* orde ke-q MA(q) adalah:

   $$Z_t = a_t + \theta_1 a_{t-1} + \theta_2 a_{t-2+...+} \theta_q a \qquad (2.2)$$

2. *Autoregressive Moving Average* (ARMA)

   Secara umum model ARMA(p,q):

   $$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + ... + \phi_p Z_{t-p} + a_t + \theta_1 a_{t-1} + \theta_2 a_{t-2} + ... + \theta_q a_{t-q} \qquad (2.3)$$

3. *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

   Secara umum model ARMA(p,d,q):

   $$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_q(B) + a_t \qquad (2.4)$$

4. Subset ARIMA

   Model subset ARIMA ini merupakan himpunan bagian dari model ARIMA yang tergeneralisasi.

   Sebagai contoh subset ARIMA([1,2],0,[1,10]) dapat ditulis sebagai berikut.

   $$(1-\phi_1 B - \phi_2 B^2)Z_t = (1-\theta_1 B - \theta_{10} B^{10})a_t. \qquad (2.5)$$

2.2 Model *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) dan *Generalized Conditional Heteroscedasticity* (GARCH)

Pada umumnya pemodelan data *time series* harus memenuhi asumsi varian konstan (homokedastisitas). Namun data *time series* pada sektor keuangan sangat tinggi volatilitasnya. Hal ini ditunjukkan oleh pergerakan varian yang tidak konstan (heteroskedastisitas). Untuk mengatasi masalah tersebut, maka digunakan model ARCH oleh Engle (1982) dan GARCH oleh Bollerslev (1986) yang merupakan bentuk umum atau generalisasi dari model ARCH.

Bentuk umum model ARCH(p) menurut Tsay (2002):

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \alpha_2 a_{t-i}^2 + \ldots + \alpha_i a_{t-j}^2 \tag{2.6}$$

Bentuk umum model GARCH(p,q) menurut Tsay (2002):

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i\, a_{t-p}^2 + \sum_{j=1}^{q} \beta_j\, \sigma_{t-q}^2 \tag{2.7}$$

2.3 Model *Generalized Conditional Heteroscedasticity in Mean (GARCH-M)*

Jika dimasukan variansi bersyarat atau deviasi standar ke dalam persamaan *mean* maka akan didapatkan model GARCH *in Mean* (GARCH-M) (Engle, Liliens dan Robins, 1987).

Model GARCH (*p*, *q*)-M dapat didefinisikan sebagai berikut:

$r_t = \mu + c\sigma_t^2 + a_t$; di mana $a_t = \sigma_t \varepsilon_t$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i a_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{q} \beta_j \sigma_{t-j}^2 \tag{2.8}$$

di mana μ dan c adalah konstan.. *c* yang positif menunjukkan bahwa *return* secara positif dipengaruhi oleh volatilitas sebelumnya. Spesifikasi lain *premium risk* yang juga digunakan dalam literatur, meliputi $r_t = \mu + c\sigma_t + a_t$ dan $r_t = \mu + c\log(\sigma_t^2) + a_t$ (Tsay, 2002). Perumusan dari model GARCH-M pada (2.8) menyatakan bahwa ada serial korelasi dalam deret return r_t. Serial korelasi ini ditunjukkan pada proses volatilitas (σ_t^2). Eksistensi dari *premium risk* adalah beberapa *historical* dari return suatu saham mempunyai serial korelasi.

2.4 *Quasi Maximum Likelihood Estimation*

Tsay (2006) dan Lumsdaine (1996) menawarkan aplikasi metode quasi maximum likelihood (QML) untuk analisis time series yang asumsi error-nya tidak mengikuti distribusi Normal $(0, \sigma_a^2)$. QML masih tetap memanfaatkan metode maximum likelihood sebagai dasar, sehingga penghitungan variansi kovariansi quasi juga merupakan nilai-nilai yang dihasilkan dari metode maximum likelihood.

Dalam spesifikasi ARCH/GARCH masih dapat memberikan model yang layak dan parameter yang konsisten berdasarkan peramalan linear dari kuadrat ϵ_t dengan metode *QML* yaitu memaksimalkan log fungsi kemungkinan. Dengan metode ini kekonsistenan error baku tetap dipertahankan sekalipun asumsi sebaran tidak terpenuhi.

Model estimasi parameter QML:

$$f\ (\epsilon_1, \ \ldots, \epsilon_T | \alpha) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_t^2}} exp\left(\frac{-\epsilon_t^2}{2\sigma_t^2}\right) \tag{2.9}$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder, yaitu data saham PT Wijaya Karya yang diperoleh dari www.finance.yahoo.com dari 18

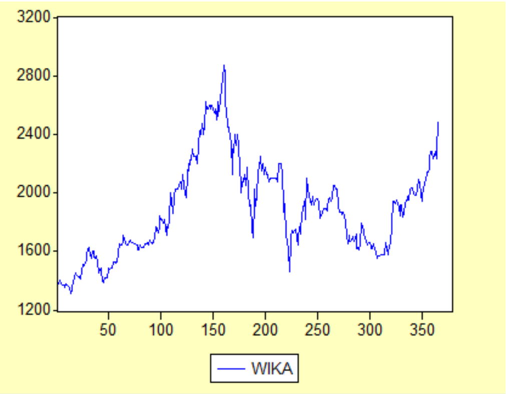
Oktober 2012 sampai 14 Maret 2014. Penelitian ini menggunakan data *return* dari saham tersebut sebanyak 365 data.

Data pada penelitian ini diolah dengan menggunakan *Software Eviews 5.* Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk menganalisis data adalah:

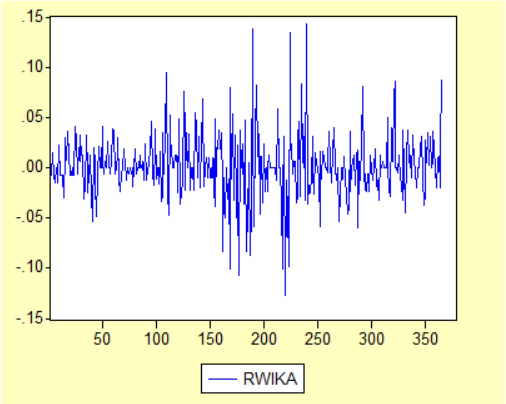
1. Mengubah data saham PT Wijaya Karya menjadi data *return*.
2. Identifikasi model ARIMA berdasarkan plot *time series* agar dapat diputuskan apakah data sudah stasioner. Setelah stasioner, dibuat grafik FAK dan PFAK untuk mengetahui model yang sesuai.
3. Estimasi parameter model ARIMA.
4. Verifikasi model yaitu dengan melakukan uji independensi residual dan normalitas residual. Apabila mungkin diperlukan model yang lebih luas, maka dapat dilakukan underfitting dan overfitting model lain.
5. Melakukan uji Lagrange Multiplier untuk mengetahui apakah ada efek ARCH dalam model.
6. Identifikasi model ARCH dan GARCH.
7. Identifikasi model GARCH-M.
8. Melakukan estimasi menggunakan parameter *Quasi Maximum Likelihood.*
9. Melakukan uji Lagrange Multiplier untuk melihat apakah masih ada efek ARCH dalam model.
10. Melakukan verifikasi model GARCH-M untuk pemilihan model terbaik.
11. Meramalkan volatilitas saham PT Wijaya Karya dengan menggunakan model terbaik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data observasi merupakan harga saham harian penutupan PT. Wijaya Karya dari 18 Oktober 2012 sampai 14 Maret 2014 dengan menggunakan hari aktif senin sampai jumat. Karakteristik data yang dianalisis merupakan data return harga saham penutupan. Grafik dari data perusahaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1, sedangkan return saham seperti tampak dalam Gambar 4.2. Pada Gambar 4.2 terlihat bahwa plot return saham PT. Wijaya Karya telah stasioner dalam mean. Hal ini terlihat dari rata-rata deret pengamatan di sepanjang waku yang selalu konstan (berfluktuasi di sekitar nilai tengah).



Gambar 4.1 Plot harga saham



Gambar 4.2 Plot return harga saham penutupan

4.1 Pembentukan Model Runtun Waktu Box Jenkins

Langkah pertama dalam pemodelan ARIMA yang harus dilakukan adalah identifikasi model untuk mendapatkan model yang sesuai dengan data return saham. Identifikasi ini dapat dilihat berdasarkan corelogram FAK dan FAKP. Hasilnya dugaan sementara untuk data return saham mengikuti model ARIMA(0,0,[35]).

Setelah mendapatkan model sementara, selanjutnya dilakukan estimasi parameter . Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model ARIMA

Model	Parameter	Estimate	t value	Prob.	Keputusan
ARIMA(0,0,[35])	θ_{35}	0,215868	4,083590	<,0001	H_0 ditolak

Dengan tingkat signifikansi yang diambil sebesar 5% (0,05), pada Tabel 4.1 terlihat bahwa probabilita ARIMA(0,0,[35]) lebih kecil dari 0,05 maka H_0 ditolak atau memiliki parameter yang signifikan.

Tahap selanjutnya adalah verifikasi model yang meliputi uji independensi residual dan uji normalitas residual. Pengujian independensi residual dapat dilakukan dengan metode *Ljung-Box*.

Hipotesis

H_0: $\rho_1 = \rho_2 = \ldots = \rho_m = 0$ (tidak ada korelasi residual antar lag).

H_1: Paling sedikit ada satu $\rho_k \neq 0$ dengan k = 1,2,..., m (ada korelasi residual antar lag).

Statistik Uji

$$Q = n(n+2)\sum_{k=1}^{m}(n-k)^{-1}\hat{\rho}_k^{\,2}$$

Hasilnya bahwa pada model ARIMA(0,0,[35]) mempunyai nilai probabilitas lebih kecil dari 0,005 sehingga H_0 ditolak atau ada korelasi residual antar lag. Hal tersebut indikasi dari adanya efek ARCH sehingga asumsi independensi residual tidak terpenuhi.

Sedangkan pengujian asumsi normalitas dapat dilakukan meggunakan uji *Jarque Bera*.

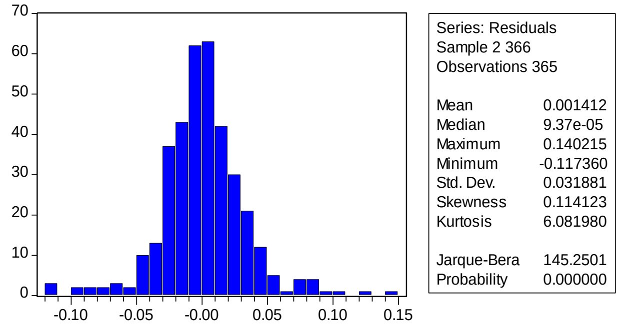
Hipotesis

H_0 = Residual berdistribusi normal

H_1 = Residual tidak berdistribusi normal

Statistik Uji

$$JB = \frac{n-k}{6}\left(S^2 + \frac{(K-3)^2}{4}\right)$$



Gambar 4.3 Histogram Kenormalan Residual

Berdasarkan Gambar 4.3 nilai probabilitas lebih kecil dari 0,05 maka H_0 ditolak atau residual tidak berdistribusi normal. Hal tersebut indikasi dari adanya efek ARCH sehingga asumsi independensi residual tidak terpenuhi.

Untuk memilih model yang terbaik langkah selanjutnya adalah *underfitting/overfitting* dengan memilih model ARIMA yang mempunyai parameter signifikan. Hasil dari model yang terbaik adalah ARIMA(0,0,[35]).

Uji *Lagrange-Multiplier* (LM) yang diperkenalkan oleh Engle digunakan untuk mengecek ada tidaknya efek ARCH/GARCH.

Tabel 4.2 Nilai Statistik Uji *Lagrange Multiplier* (LM)

Model	Nilai LM	Probabilitas	Keputusan
ARIMA(0,0,[35])	27,15205	0,002464	H0 ditolak

Berdasarkan Tabel 4.2 dengan hipotesis bahwa tidak ada efek ARCH/GARCH dalam residual, terlihat bahwa nilai probabilitas lebih kecil dari 0,05, sehingga hipotesis ditolak atau ada efek ARCH/GARCH.

4.2 Model ARCH/GARCH

Pada Tabel 4.2 disimpulkan bahwa model ARIMA(0,0,[35]) mempunyai efek ARCH/GARCH dalam residual, yaitu masalah heteroskedastisitas. Model ARIMA(0,0,[35]) selanjutnya dapat dimodelkan ke dalam model ARCH/GARCH, yaitu ARIMA(0,0,[35]) GARCH(1,1).

Kemudian dilakukan uji signifikansi parameter apakah signifikan atau tidak dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model GARCH

Model	Parameter	Koefisien	Prob.	Keputusan
ARIMA(0,0,[35]) GARCH(1,1)	θ_{35}	0,219902	0,0000	H_0 ditolak
	α_0	0,0000208	0,0132	H_0 ditolak
	α_1	0,090999	0,0000	H_0 ditolak
	β_1	0,896557	0,0000	H_0 ditolak

Terlihat pada Tabel 4.3 bahwa model ARIMA(0,0,[35]) GARCH(1,1) mempunyai parameter yang signifikan sehingga model-model tersebut dapat dipakai dan selanjutnya akan dibawa ke model GARCH-M.

4.3 Pemodelan GARCH-M

Pada metode *Maximum likelihood*, dalam proses estimasinya mensyaratkan kesamaan distribusi dalam *error* yaitu Normal $(0,\sigma_a^2)$. Pada kenyataannya, data keuangan seringkali dijumpai bahwa *error* tidak berdistribusi Normal $(0,\sigma_a^2)$. Oleh karena itu, Tsay (2006) dan Lumsdaine (1996) menawarkan aplikasi metode *quasi-maximum likelihood* (QML) untuk analisis *time series*. Terlihat bahwa model-model GARCH di atas belum memenuhi asumsi normalitas yang variannya konstan, maka model tersebut dilakukan estimasi dengan metode *quasi-maximum likelihood*. Model GARCH-M dengan *Quasi Maximum Likelihood* yang terbentuk adalah ARIMA(0,0,[35]) GARCH(1,1)-M.

Tahap selanjutnya adalah uji signifikansi parameter model ARIMA(0,0,[35]) GARCH(1,1)-M dapat dilihat pada Tabel 4.4. Terlihat bahwa model ARIMA(0,0,[35]) GARCH(1,1)-M mempunyai parameter yang signifikan.

Tabel 4.4 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model GARCH-M

Model	Parameter	Koefisien	Prob.	Keputusan
ARIMA(0,0,[35]) GARCH(1,1)-M	c	0,117064	0,0337	H_0 ditolak
	θ_{35}	0,150210	0,0025	H_0 ditolak
	α_0	0,0000982	0,0217	H_0 ditolak
	α_1	0,239487	0,0002	H_0 ditolak
	β_1	0,691521	0,0000	H_0 ditolak

Model ARIMA(0,0,[35]) GARCH(1,1)-M dilakukan uji independensi residual seperti pada proses ARIMA untuk mendeteksi apakah ada korelasi antar lag. Hasilnya bahwa pada model ARIMA(0,0,[35]) GARCH(1,1)-M mempunyai nilai probabilitas lebih besar dari 0,005 sehingga H_0 diterima atau tidak ada korelasi residual antar lag.

Uji *Lagrange-Multiplier* (LM) yang kedua dilakukan untuk memastikan tidak adanya kasus heteroskedastisitas pada model yang sudah dimodelkan ke dalam GARCH-M. Berdasarkan Tabel 4.5 terlihat bahwa model ARIMA(0,0, [35],) GARCH(1,1)-M sudah tidak memiliki kasus heteroskedastisitas.

Tabel 4.5 Nilai Statistik Uji *Lagrange Multiplier* (LM) GARCH-M

Model	Nilai LM	Probabilitas	Keputusan
ARIMA(0,0, [35],) GARCH(1,1)-M	6,967897	0,728472	H_0 diterima

Pemilihan model terbaik dapat dilihat dari nilai AIC (*Akaike 's Information Criterion)*. Model yang terbaik adalah model yang memiliki nilai *AIC* yang minimal. Dari model yang ada model terbaik yaitu ARIMA(0,0, [35],) GARCH(1,1)-M dengan nilai AIC -4,190072.

Jadi model yang digunakan adalah :

$$Z_t = 0{,}150210 a_{t-35} + 0{,}117064 \sigma_t^2$$

$$\sigma_t^2 = 0{,}0000982 + 0{,}239487\, a_{t-1}^2 + 0{,}691521 \sigma_{t-1}^2.$$

4.4 Peramalan *(Forecasting)*

Langkah terakhir dalam pembentukan model runtun waktu adalah melakukan peramalan volatilitas untuk beberapa periode selanjutnya menggunakan model yang sesuai yaitu ARIMA(0,0,[35]) GARCH(1,1)-M.

Hasil peramalan volatilitas pada *return* harga saham PT. Wijaya Karya menggunakan model ARIMA(0,0,[35]) GARCH(1,1)-M untuk 5 hari ke depan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.6 Hasil *Forecasting* untuk 5 hari ke depan

Tanggal	Peramalan Varian	Peramalan Volatilitas
18 Maret 2014	0,002151	0,046379
19 Maret 2014	0,002101	0,045837
20 Maret 2014	0,002054	0,045321
21 Maret 2014	0,002011	0,044844
22 Maret 2014	0,001970	0,044385

5. KESIMPULAN

Pada umumnya, data keuangan memiliki varian yang tidak konstan (heteroskedastisitas). Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan memodelkan volatilitas. Salah satu model yang sering digunakan adalah model ARCH/GARCH. Jika variansi bersyarat atau simpangan baku dimasukan ke dalam persamaan *mean* maka akan didapatkan model GARCH *in Mean* (GARCH-M).

Penerapan pemodelan GARCH-M pada studi kasus return harga saham harian PT. Wijaya Karya diperoleh model terbaik ARIMA(0,0,[35]) GARCH(1,1)-M berdasarkan nilai AIC yang terkecil. Model return harga saham tersebut dapat ditulis sebagai berikut.

$Z_t = 0{,}150210 a_{t-35} + 0{,}117064\sigma_t^2$ dengan

$\sigma_t^2 = 0{,}0000982 + 0{,}239487\, a_{t-1}^2 + 0{,}691521\sigma_{t-1}^2$.

Dengan model volatilitas tersebut diperoleh estimasi volatilitas selama lima hari dari 18 Maret 2014 sampai 22 Maret 2014. Tidak terlihat nilai ekstrem pada peramalan volatilitas yang dihasilkan. Nilai volatilitas yang diramalkan berkisar 0,044385 sampai 0,046379.

6. DAFTAR PUSTAKA

Ang, R. 1997. *Buku Pintar Pasar Modal Indonesia (The Intelligent Guide to Indonesian Capital Market)*. Jakarta: Mediasoft Indonesia.

Anoraga, P. dan Piji P. 2006. *Pengantar Pasar Modal. Jakarta*: Rineka Cipta.

Bekaert, G. dan Harvey. 1995. *Time-Varying World Market Integration*. The Journal of Finance. Vol.50. No.2.

Darmadji, T. dan Hendy M.F. 2011. *Pasar Modal di Indonesia*. Jakarta: Salemba Empat.

Engle, R.F. 1982. *Autoregressive Conditional Heterocedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation*. Econometrica. Vol. 50. No. 4.

Engle, R.F. David M.L. dan Russell P.R. 1987. *Estimating Time Varying Risk Premia in the Term Strusture: The ARCH-M Model*. Econometrica. Vol. 55. N0. 2.

Husnan, S. dan Pudjiastuti, E. 2004. *Dasar-dasar Manajemen Keuangan.* UPPAMP YKPN, Yogyakarta.

Jorion, P. 2007. *Value at Risk: The New Benchmarking for Managing Financial Risk*. New York: Mc Grow Hill.

Makridakis, S, dkk. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan Edisi Kedua*. (diterjemahkan oleh : Suminto, Hari). Jakarta: Binarupa Aksara.

Rosadi, D. 2011. *Ekonometrika & Analisis Runtun Waktu Terapan dengan EViews*. Yogyakarta: Andi Offset.

Samsul. 2006. Pasar Modal dan Manajemen Portofolio. Jakarta: Erlangga.

Soejoeti, Z. 1987. *Analisis Runtun Waktu*. Jakarta : Karunika.

Sukarna, A. 2006. Analisis Deret Waktu Teori dan Aplikasi. Makassar: Andira Publisher.

Sunariyah. 2004. *Pengantar Pengetahuan Pasar Modal*. Penerbit AMP YKPN, Yogyakarta.

Tsay, R.S. 2002. *Analysis of Financial Time Series*. Canada: John Wiley and Sons, Inc.