

ANALISIS DERET WAKTU DENGAN RAGAM GALAT HETEROGEN DAN ASIMETRIK Studi Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) Periode 1999-2008

Nirawita Untari¹, Ahmad Ansori Mattjik, Asep Saefuddin
Departemen Statistika FMIPA IPB

E-mail : ¹nirawita_u@yahoo.com

Abstrak

Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) merupakan salah satu indikator yang digunakan pemerintah dalam mengambil kebijakan dalam bidang ekonomi. Selain itu pemerintah menganggap pentingnya pasar modal sebagai alternatif pembiayaan selain perbankan. Fluktuasi yang sangat besar terjadi di pasar bursa, karena setiap transaksi tercatat dengan skala waktu yang kecil sehingga perubahan nilai yang terjadi begitu cepat. Pada kasus ini asumsi kehomogenan ragam tidak terpenuhi. Pada pasar bursa juga memperlihatkan adanya pengaruh asimetrik(leverage), yaitu hubungan yang negatif antara perubahan nilai return dengan pergerakan volatilitasnya. Model EGARCH yang memodelkan ragam bersyarat sebagai fungsi log-linear digunakan sebagai fungsi ragam dalam memodelkan nilai harian IHSG, sehingga nilai ragam bersyarat yang diprediksi tidak akan pernah negatif. Model EGARCH terpilih adalah MA(1)-EGARCH(1,1). Model EGARCH terbukti sangat baik dalam memodelkan nilai harian IHSG, tetapi belum cukup baik untuk meramalkan nilai IHSG yang akan datang. Selain ramalan terhadap nilai harian IHSG, pemodelan fungsi ragam juga menghasilkan peramalan terhadap ragam bersyaratnya. Ramalan ragam bersyarat sangat berguna bagi pemegang aset dalam melihat perilaku pergerakan IHSG dan untuk menghitung besarnya resiko memegang suatu aset di masa yang akan datang.

Kata kunci : Heteroskedastis, Asimetris, Leverage, EGARCH

PENDAHULUAN

Data keuangan memiliki tiga sifat khas yang membedakan dengan data lain, yaitu memiliki ekor yang gemuk (fat tail), pengelompokkan return (volatility clustering), dan memiliki efek leverage. Hal tersebut yang menyebabkan asumsi ragam galat menjadi tak homogen dan asimetrik. Sebagai contoh pada data indeks saham dan valuta asing. Nilai Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) merupakan salah satu indeks pasar saham yang digunakan oleh Bursa Efek Indonesia (BEI). Nilai tersebut merepresentasikan pergerakan seluruh harga saham yang tercatat di BEI. Karena setiap transaksi tercatat dengan skala waktu yang kecil, perubahan yang terjadi pada nilai IHSG sangat cepat dan tidak pasti. Ketidakpastian yang dihadapi IHSG merupakan kecenderungan adanya ketidak konstanan dalam volatilitas, maka asumsi datanya menjadi heteroskedastis.

Keberadaan pengaruh ragam heterogen pada data IHSG dapat dideteksi dengan melihat

korelogram kuadrat sisaannya dan melalui uji Lagrange Multiplier (LM). Ketika dihadapkan pada kasus ragam galat heterogen, pemodelan data deret waktu dengan menggunakan metode AR, MA, dan ARIMA menjadi kurang tepat untuk digunakan karena ragam bersyaratnya tidak konstan atau berubah menurut waktu (Enders, 2004).

Salah satu solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah keheterogenan ragam adalah dengan memodelkan fungsi rata-rata dan fungsi ragam secara simultan. Model yang dapat digunakan sebagai fungsi ragam adalah model Autoregressive Heteroscedasticity (ARCH). Model ARCH pertama kali diperkenalkan oleh Engle (1982) untuk mengatasi keheterogenan ragam. Model ARCH dibuat secara khusus untuk memodelkan dan meramalkan ragam bersyaratnya. Ragam dari peubah tak bebas dimodelkan sebagai fungsi dari sejumlah q data acak sebelumnya. Kebutuhan terhadap ketersediaan pangan dalam jumlah yang cukup terus meningkat. Oleh karena itu perlu diupayakan peningkatan produktivitas padi yang

merupakan bahan makanan pokok sebagian besar masyarakat. Peningkatan produksi pangan erat kaitannya dengan penggunaan pupuk yang semakin meningkat baik jumlah maupun jenisnya. Pada data finansial dengan tingkat volatilitas yang lebih besar, model ARCH memerlukan orde yang besar pula dalam memodelkan ragamnya. Hal tersebut mempersulit proses identifikasi dan pendugaan model. Maka Bollerslev (1986) mengembangkan model ARCH menjadi *Generalized ARCH* (GARCH) untuk mengatasi orde yang terlalu besar pada model ARCH. Pada model GARCH, perubahan ragam bersyaratnya dipengaruhi oleh data acak sebelumnya dan ragam dari data acak sebelumnya. Model GARCH lebih tepat digunakan untuk memodelkan data acak dengan tingkat volatilitas yang tinggi. Model GARCH dengan derajat p, q dapat dituliskan sebagai berikut

$$\varepsilon_t = v_t \cdot \sqrt{\sigma_t^2}$$

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

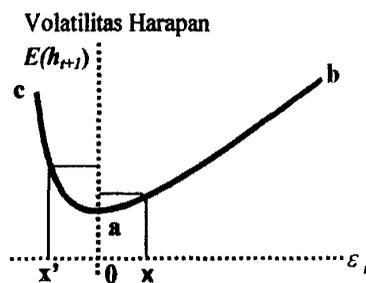
Dengan $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0$ dan $\beta_i \geq 0$ (Enders, 2004). Dapat terlihat bahwa model ARCH merupakan model khusus dari GARCH dengan nilai $p=0$. Namun, masih terdapat kekurangan yang dimiliki oleh model GARCH. Tsay (2002) menuturkan beberapa kekurangan yang dimiliki model GARCH, yaitu :

1. Model GARCH mengasumsikan guncangan positif dan negatif memiliki pengaruh yang sama pada volatilitas. Sedangkan kenyataannya, beberapa data finansial memiliki hubungan yang negatif antara volatilitas dengan perubahan nilai *return*nya (efek *leverage*). Model GARCH tidak dapat mengatasi pengaruh asimetrik.
2. Model GARCH membatasi nilai parameternya agar ragam bersyaratnya tidak negatif.
3. Model GARCH terlalu *over* dalam memprediksi nilai volatilitasnya. Karena nilai ε_{t-1}^2 atau σ_{t-1}^2 yang besar akan menghasilkan nilai σ_t^2 yang besar pula. Ini berarti nilai ε_{t-1}^2 yang besar akan cenderung diikuti nilai ε_t^2 yang besar pula.

Pada beberapa data finansial, terdapat perbedaan besarnya perubahan pada volatilitas ketika terjadi pergerakan nilai *return*, yang disebut dengan pengaruh keasimetrian. Keasimetrian yang terjadi dapat berupa korelasi negatif atau positif antara nilai *return* sekarang dengan volatilitas yang akan datang. Korelasi negatif antara nilai *return* dengan perubahan volatilitasnya, yaitu kecenderungan volatilitas menurun ketika *return* naik dan volatilitas meningkat ketika *return* lemah disebut efek *leverage* (Enders, 2004).

Pengaruh keasimetrian (*leverage*) ini terjadi akibat adanya volatilitas yang sangat besar pada pasar saham dan resiko yang besar dalam

memegang suatu aset. Keberadaan efek *leverage* pada data finansial menyebabkan model GARCH menjadi tidak tepat digunakan untuk menduga model. Karena model GARCH hanya dapat menduga perubahan reaksi yang bersifat simetrik (yaitu perubahan yang sama pada volatilitas yang disebabkan adanya perubahan nilai *return*). Sehingga model *Exponential GARCH* (EGARCH) yang diperkenalkan Nelson (1991) dapat digunakan sebagai fungsi ragam. Dengan menggunakan transformasi logaritma pada ragam bersyaratnya, model EGARCH akan menghasilkan dugaan ragam yang selalu positif. Pengaruh efek *leverage* dapat dilihat pada Gambar 1.



Informasi pemberitaan
Gambar 1 Efek *leverage*.

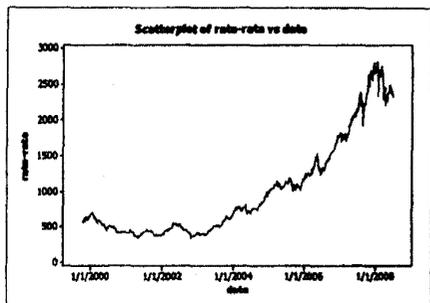
Untuk mengetahui keberadaan efek *leverage*, dapat dilakukan pengujian terhadap hipotesis adanya korelasi antara kuadrat sisaan dengan lag sisaannya. Jika nilai F dari hipotesis $a_1 = a_2 = \dots = a_q$ melebihi nilai kritis dari F tabel, maka terdapat korelasi antara kuadrat sisaan dengan lag sisaannya, dengan kata lain terdapat pengaruh efek *leverage*. Selain itu, kesimetrian data juga dapat diperiksa secara visual dengan memplotkan sisaan dari model EGARCH dengan ragam bersyaratnya, yang dikenal dengan Kurva *News Impact* (Kurva Pengaruh Pemberitaan).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Eksplorasi Data

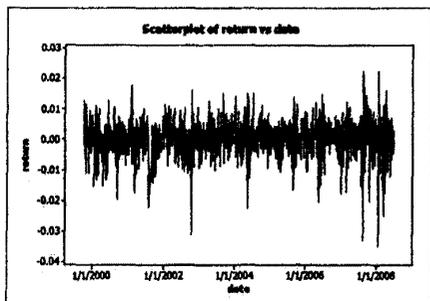
Plot deret waktu data rata-rata nilai IHSG dari tanggal 1 Oktober 1999 – 30 Juni 2008 dapat dilihat pada Gambar 2. Sejak awal pasar bursa dibuka, indeks harga saham telah mengalami fluktuasi dari waktu ke waktu. Pemerintah menggunakan IHSG sebagai patokan kebijakannya dalam rangka melihat penerimaan pasar atas kebijakan yang diambil. Pada tahun 1998, Indonesia sempat mengalami krisis ekonomi yang berimbas pada nilai indeks harga saham gabungan yang menurun secara drastis, hingga mencapai titik terendahnya. Namun kini nilai rata-rata harian IHSG memiliki kecenderungan meningkat hingga sempat mencapai titik tertinggi pada level 2820.81 pada tanggal 14 Januari 2008.

Plot ACF dari nilai rata-rata harian IHSG memperlihatkan pola yang *dying down*, hal ini membuktikan adanya ketidastasioneran data. Maka perlu dilakukan pembedaan untuk mengatasi ketidastasioneran rata-rata dan transformasi untuk mengatasi ketidastasioner dalam ragam.



Gambar 2 Plot deret waktu nilai rata-rata harian IHSG.

Dalam bidang finansial dikenal nilai *return* sebagai besarnya nilai pengembalian yang akan diperoleh sebagai hasil investasi. Menggunakan nilai *return* pada analisis ini sama halnya melakukan pembedaan (*differencing*) dan transformasi logaritma pada data rata-rata harian IHSG, sehingga data akan stasioner. Nilai *return* diperoleh dari $\log(Y_t/Y_{t-1})$. Besarnya *return* merupakan besar perubahan nilai indeks yang terjadi pada waktu ke t dengan nilai indeks pada waktu ke $t-1$. Gambar 3 merupakan plot data deret waktu nilai *return* harian IHSG.



Gambar 3 Plot deret waktu *return* harian IHSG.

Statistika deskriptif dari data *return* disajikan pada Tabel 1. Rata-rata nilai *return* yang bernilai positif memberikan arti bahwa tingkat pengembalian selama periode pengamatan mengalami peningkatan sebesar 0.000296. Sedangkan nilai *kurtosis* (keruncingan) digunakan untuk mengukur keruncingan atau kelandaian dari sebaran data. Nilai keruncingan yang sangat besar (bernilai positif) mengindikasikan bahwa sebaran data memiliki ekor yang lebih panjang dari sebaran normal. Hal ini dapat dibuktikan oleh uji Jarque-Bera. Sehingga ketika dilakukan pendugaan terhadap nilai parameter, deviasi dari asumsi

sebaran normal dapat dikoreksi dengan metode penduga *quasi-maximum likelihood*. Selain itu, Lo (2003) menjabarkan bahwa sifat dari data yang dipengaruhi proses ARCH antara lain adalah memiliki nilai keruncingan yang lebih dari 3. Nilai keruncingan *return* IHSG yang diperoleh dari statistika deskriptif sebesar 7.6 mengindikasikan bahwa sebaran data memiliki ekor yang lebih panjang dari sebaran normal dan dicurigai data *return* memiliki pengaruh ARCH. Melalui informasi ini, akan dilakukan uji lanjut untuk melihat keberadaan pengaruh ARCH lebih jelas.

Tabel 1 Statistika deskriptif data *return* IHSG

Statistik	Return
Mean	0.000296
Median	0.000676
Maksimum	0.022525
Minimum	-0.035026
Simpangan baku	0.005126
Skewness	-0.869706
Kurtosis	7.599322
Jarque-Bera	2124.757
Prob	0.000000
Jumlah	0.623462
Jumlah Kuadrat	0.055384
Simpangan	
Jumlah pengamatan	2109

Fungsi rata-rata awal

Pemilihan fungsi rata-rata awal dilakukan untuk melihat gambaran model deret waktu bagi data deret waktu pengamatan. Pemilihan fungsi rata-rata awal didasarkan pada plot deret waktu, plot ACF dan PACF. Plot ACF dan PACF data *return* dapat dilihat pada Lampiran 1. Pemodelan fungsi rata-rata awal dilakukan mengikuti prosedur Box-Jenkins. Kandidat model yang diperoleh pada pemodelan fungsi rata-rata dapat dilihat pada Lampiran 2a. Kandidat model terbaik yang dipilih adalah MA(1) tanpa konstanta. Model dipilih karena memiliki penduga yang nyata dan nilai SC minimum.

Setelah didapat kandidat model terbaik, maka dilakukan *overfitting* untuk melihat apakah model yang dipilih sudah sesuai. *Overfitting* dilakukan dengan menambahkan parameter modelnya, sehingga modelnya menjadi MA(2). Hasil *overfitting* dapat dilihat pada Lampiran 2b. Berdasarkan hasil *overfitting*, ternyata penduga parameter MA(2) tidak signifikan. Berarti model MA(1) sudah fit.

Uji pengaruh ARCH

Nilai keruncingan yang dihasilkan dari statistika deskriptif menjadi salah satu indikasi adanya pengaruh ARCH, atau ragam sisaan yang heterogen. Cara lain untuk mendeteksi keberadaan pengaruh ARCH dapat dilakukan dengan melihat korelogram kuadrat sisaan dan melakukan uji formal Lagrange Multiplier (LM).

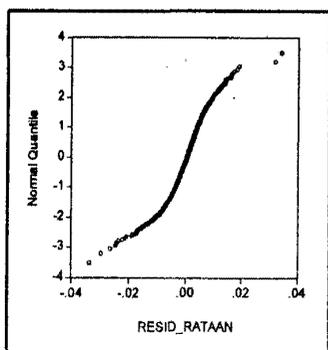
Korelogram kuadrat sisaan dari fungsi rata-ran awal dapat dilihat pada Lampiran 3. Korelogram kuadrat sisaan menunjukkan adanya autokorelasi dari lag ke-1 sampai lag ke-36. Hal ini merupakan salah satu indikasi adanya ragam sisaan yang tidak homogen (heterogen).

Hasil uji LM dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan hasil uji LM, nilai peluang LM sampai lag ke-12 kurang dari taraf nyata 5%, dengan kata lain mempunyai nilai LM yang signifikan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ragam sisaan tidak homogen. Banyaknya lag yang nyata menunjukkan besaran orde yang diperlukan pada model ARCH. Orde yang sangat besar pada model ARCH dapat diatasi dengan menggunakan model GARCH.

Tabel 2 Uji Lagrange-Multiplier sisaan fungsi rata-ran awal

Lag ke-	F-statistik	Prob
1	270.7279	0
2	153.3424	0
3	111.2537	0
4	86.40776	0
5	71.16017	0
6	61.47713	0
7	52.75649	0
8	46.19728	0
9	41.01245	0
10	37.22222	0
11	33.86916	0
12	31.20122	0

Uji Kenormalan Jarque-Bera terhadap sisaan dari fungsi rata-ran awal menghasilkan nilai statistik JB sebesar 3759.717 dan nilai-p kurang dari taraf nyata 5%, artinya sisaan tidak menyebar normal. Maka metode pendugaan parameter yang akan digunakan pada pendugaan fungsi rata-ran dan fungsi ragam secara simultan adalah *quasi maximum likelihood* agar deviasinya dapat terkoreksi. Plot quantil-quantil sebaran sisaannya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Plot quantil-quantil sisaan fungsi rata-ran awal.

Model GARCH

Berdasarkan nilai keruncingan data, korelogram kuadrat sisaan dari fungsi rata-ran awal, dan uji

Lagrange Multiplier, dapat disimpulkan bahwa data *return* IHSG pada periode pengamatan memiliki pengaruh ARCH. Sehingga salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi adanya pengaruh ragam tak homogen adalah dengan memodelkan fungsi rata-ran dan fungsi ragam secara simultan. Model ragam pertama yang akan digunakan adalah model GARCH.

Model yang dipilih dari pendugaan fungsi rata-ran dan fungsi ragam secara simultan dengan model GARCH adalah MA(1)-GARCH(1,1) karena mempunyai koefisien yang signifikan, koefisien ragam yang bernilai positif, dan memiliki nilai SC terkecil. Hasil pendugaan dapat dilihat pada Tabel 3. Model nya dapat ditulis sebagai berikut.

Fungsi rata-ran :

$$y_t = 0.000545 + \epsilon_t + 0.519\epsilon_{t-1}$$

Fungsi ragam :

$$\sigma_t^2 = 2.56E-06 + 0.673\sigma_{t-1}^2 + 0.220\epsilon_{t-1}^2$$

Artinya nilai harian IHSG hari ini dipengaruhi oleh sisaan periode sebelumnya, sedangkan ragam bersyaratnya merupakan fungsi dari sisaan dan ragam bersyarat periode sebelumnya.

Diagnostik sisaan

Karena belum ada litelatur yang menjelaskan tentang cara menentukan model GARCH terbaik, maka dilakukan diagnostik sisaan untuk melihat apakah model yang dipilih sudah sesuai. Diantara asumsi yang diperiksa adalah keacakkan sisaan, kenormalan galat sisaan, dan kebebasan antar sisaan. Hasil uji Lagrange-Multiplier pada lag ke-1 memperlihatkan nilai probabilitas sebesar 0.8033, yang lebih besar dari taraf nyata 5%, sehingga hipotesis nol bahwa antar sisaan tidak memiliki korelasi atau sisaan tidak memiliki pengaruh ARCH diterima. Artinya, sisaan memiliki ragam yang homogen dan antar sisaan saling bebas. Sedangkan korelogram kuadrat sisaannya dapat dilihat pada Lampiran 4. Semua lag menghasilkan probabilitas yang tidak signifikan, artinya antar sisaan sudah tidak ada autokorelasi.

Uji Jarque Bera dari sisaan model GARCH menghasilkan probabilitas yang kurang dari taraf nyata 5%. Artinya, sisaan tidak memiliki sebaran normal, asumsi kenormalan telah dilanggar. Tapi, adanya pelanggaran terhadap asumsi kenormalan tidak terlalu berpengaruh terhadap pemodelan. Karena adanya penyimpangan terhadap asumsi kenormalan sisaan merupakan indikasi bahwa data memiliki volatilitas yang sangat acak. Plot quantil-quantil sisaannya dapat dilihat pada Gambar 5.

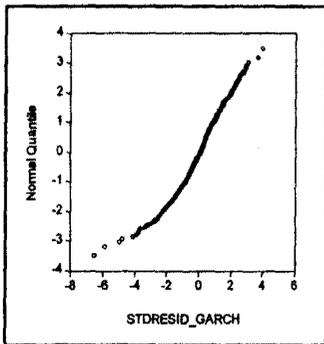
Model EGARCH

Pada beberapa data finansial, adakalanya terdapat korelasi negatif antara nilai *return* dengan volatilitasnya (pengaruh keasimetrian). Ketika dihadapi data yang demikian, model GARCH menjadi kurang tepat untuk digunakan. Maka Nelson (1991) memperkenalkan model

Tabel 3 Pendugaan fungsi rata-rata dan fungsi ragam dengan model GARCH

Model	Parameter	Koef.	Std.Error	Z-Statistik	Prob	AIC	SC	
MA(1)-GARCH(1,1)						-8.0607	-8.0473	
	Fungsi rata-rata							
	C	0.000545	0.000136	4.007264	0.0001			
	MA(1)	0.518827	0.022173	23.39878	0.0000			
	Fungsi ragam							
	C	2.56E-06	5.31E-07	4.822331	0.0000			
	α	0.219528	0.039506	5.556887	0.0000			
	β	0.672813	0.044024	15.28286	0.0000			

Ekspensial-GARCH (EGARCH) sebagai fungsi logaritma dari ragam bersyaratnya. Sebelumnya akan diuji terlebih dahulu untuk melihat keberadaan pengaruh asimetrik pada data *return* IHSB.



Gambar 5. Plot quantil-quantil sisaan model GARCH.

Uji pengaruh asimetrik (efek leverage)

Untuk menguji adanya pengaruh keasimetrian (efek *leverage*) pada data, dilakukan pengujian autokorelasi antara sisaan kuadrat dari model GARCH terhadap lag sisaannya. Persamaan regresi yang diperoleh sebagai berikut.

$$s_t^2 = 0.989 - 0.112s_{t-1} - 0.079s_{t-2} - 0.061s_{t-3}$$

Nilai probabilitas yang dihasilkan dari pendugaan regresinya kurang dari taraf nyata 5%, artinya sisaan kuadrat model GARCH berkorelasi nyata dengan lag ke-1 sisaannya. Yang mengindikasikan bahwa terdapat efek *leverage* (pengaruh asimetrik) pada data. Sehingga untuk mengatasi pengaruh keasimetrian pada data, akan lebih tepat jika pemodelan dilakukan dengan model Ekspensial-GARCH (EGARCH).

Model EGARCH

Setelah diyakini data *return* harian IHSB memiliki pengaruh asimetrik, maka fungsi ragam data *return* akan dimodelkan dengan model EGARCH. Pada model EGARCH, koefisien-koefisiennya diizinkan bernilai negatif, karena bentuk log-linier pada fungsi ragamnya akan berakibat nilai ragam bersyaratnya tidak akan pernah bernilai negatif. Hasil pendugaan fungsi rata-rata dan fungsi ragam dengan model EGARCH

dapat dilihat pada Tabel 5. Model yang dipilih adalah MA(1)-EGARCH(1,1), karena memiliki nilai koefisien yang signifikan dan nilai statistik SC yang minimum. Modelnya dapat ditulis sebagai berikut.

Fungsi rata-rata

$$y_t = \epsilon_t + 0.511\epsilon_{t-1}; \epsilon_{t-1} = \frac{\epsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}}$$

Fungsi ragam :

$$\log(\sigma_t^2) = -1.893 + 0.852\log(\sigma_{t-1}^2) + 0.384|e_{t-1}| - 0.108(e_{t-1})$$

Dari hasil pendugaan diperoleh nilai koefisien $\gamma = -0.108$ nilai tersebut menunjukkan adanya pengaruh keasimetrian karena $\gamma \neq 0$, dan membuktikan adanya efek *leverage* karena nilai γ bernilai negatif (kurang dari 0).

Tabel 4. Hasil pendugaan model regresi kuadrat sisaan terhadap lag sisaannya

Var	Coeff	Std. Error	t-Statistik	Prob
C	0.989	0.048	20.724	0.000
s(-1)	-0.112	0.048	-2.349	0.019
s(-2)	-0.079	0.048	-1.655	0.098
s(-3)	-0.061	0.048	-1.273	0.203
F-statistic		3.484		
Probability		0.015		

Diagnostik sisaan

Seperti halnya model GARCH, belum ditemukan pula litelatur yang menjelaskan cara untuk menentukan model EGARCH terbaik. Maka dilakukan diagnostik sisaan untuk melihat apakah model EGARCH yang dipilih sudah sesuai. Asumsi yang diperiksa adalah keacakan sisaan, kenormalan galat sisaan, dan kebebasan antar sisaan.

Hasil uji Lagrange-Multiplier pada lag ke-1 memperlihatkan nilai probabilitas sebesar 0.72832, yang lebih besar dari taraf nyata 5%, sehingga hipotesis nol bahwa antar sisaan tidak memiliki korelasi atau sisaan tidak memiliki pengaruh ARCH diterima. Artinya, sisaan memiliki ragam yang homogen dan antar sisaan saling bebas. Sedangkan korelogram kuadrat sisaannya dapat dilihat pada Lampiran 5. Hasil korelogram kuadrat sisaan sudah

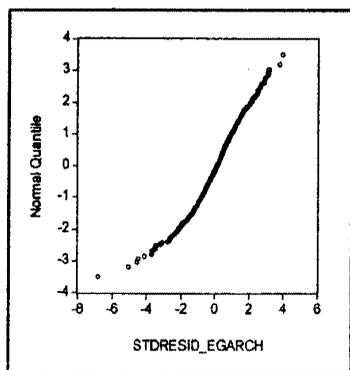
Tabel 5. Pendugaan fungsi rata-rata dan fungsi ragam dengan model EGARCH

Model	Parameter	Koef.	Std.Error	Z-Statistik	Prob	AIC	SC
MA(1)- EGARCH(1,1)	Fungsi rata-rata					-8.0666	-8.0532
	MA(1)	0.5111	0.022743	22.47108	0.0000		
	Fungsi ragam						
	C	-1.8934	0.390158	-4.85301	0.0000		
	α	0.3838	0.056158	6.83401	0.0000		
	γ	-0.1083	0.037692	-2.87440	0.0040		
	β	0.8523	0.033756	25.24853	0.0000		

tidak signifikan, artinya antar sisaan sudah tidak ada autokorelasi.

Hasil uji Lagrange-Multiplier pada lag ke-1 memperlihatkan nilai probabilitas sebesar 0.72832, yang lebih besar dari taraf nyata 5%, sehingga hipotesis nol bahwa antar sisaan tidak memiliki korelasi atau sisaan tidak memiliki pengaruh ARCH diterima. Artinya, sisaan memiliki ragam yang homogen dan antar sisaan saling bebas. Sedangkan korelogram kuadrat sisaannya dapat dilihat pada Lampiran 6. Hasil korelogram kuadrat sisaan sudah tidak signifikan, artinya antar sisaan sudah tidak ada autokorelasi.

Jarque Bera dari sisaan model EGARCH menghasilkan nilai probabilitas kurang dari taraf nyata 5%. Artinya, sisaan tidak memiliki sebaran normal, asumsi kenormalan telah dilanggar. Tapi, adanya pelanggaran terhadap asumsi kenormalan tidak terlalu berpengaruh terhadap pemodelan. Karena adanya penyimpangan terhadap asumsi kenormalan sisaan merupakan indikasi bahwa data memiliki volatilitas yang sangat acak dan memiliki nilai-nilai yang ekstrim. Plot quantil-quantil sisaannya dapat dilihat pada Gambar 6.

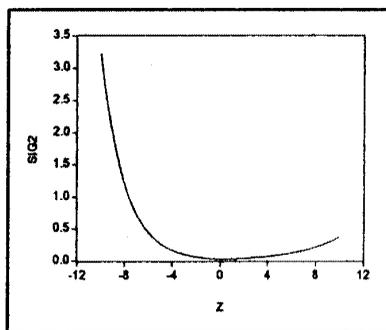


Gambar 6. Plot quantil-quantil sisaan model EGARCH.

Kurva News Impact

Gambar 7 merupakan kurva News Impact yang memplotkan sisaan dengan ragam bersyarat model EGARCH. Gambar tersebut memperlihatkan adanya guncangan yang negatif dari z (nilai return turun) akan mempunyai pengaruh yang lebih besar

terhadap volatilitas (pergerakan ragam bersyarat) dibandingkan guncangan yang positif dengan besaran yang sama.



Gambar 7. Kurva News Impact.

Validasi Model

Melalui pemeriksaan keasimetrian data diketahui bahwa data return IHSG selama periode pengamatan memiliki pengaruh yang asimetrik maka akan lebih fit jika dimodelkan dengan fungsi ragam model EGARCH.

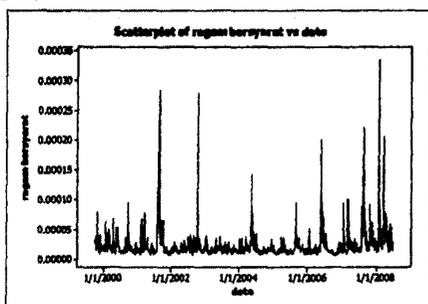
Validasi model dilakukan menggunakan data harian IHSG yang digunakan untuk membangun model, yaitu data dari bulan Oktober 1999 sampai Juni 2008. Nilai-nilai statistik hasil validasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Nilai Statistik validasi model EGARCH

Statistik	Validasi
Mean Error	0.517782
Mean Absolute Error	9.039488
Mean Square Error	330.5033
Root Mean Square Error	18.17975
Mean Absolute Percent Error	0.780479

Suatu model dikatakan baik jika menghasilkan nilai-nilai statistik yang kecil. Berdasarkan nilai statistik hasil validasi pada Tabel 6, nilai MAPE yang diperoleh adalah 0.78%. Pada Lampiran 6a juga dapat terlihat bahwa plot deret waktu antara nilai aktual dan prediksi hampir berhimpit sempurna.

Model GARCH, dan EGARCH mencoba memodelkan ragam bersyaratnya sebagai fungsi dari data sebelumnya dan ragam dari data sebelumnya. Maka, selain hasil prediksi dari nilai rata-rata harian IHSG, model GARCH, dan EGARCH juga menghasilkan prediksi dari ragam bersyaratnya. Ragam bersyarat ini memperlihatkan secara visual tentang perilaku pergerakan nilai harian IHSG selama periode pengamatan. Nilai ragam yang diperoleh menunjukkan besarnya resiko sebagai hasil investasi. Berdasarkan model yang diperoleh, nilai ragam bersyarat dari data *in-sample* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Ragam bersyarat data *in-sample*.

Berdasarkan nilai ragam bersyarat data *in-sample* yang dapat dilihat pada Gambar 8, memperlihatkan perubahan yang liar pada ragam bersyaratnya. Terutama pada periode-periode terakhir. Hal ini disebabkan oleh nilai IHSG yang tidak stabil pada periode tersebut.

Simulasi Peramalan

Peramalan dilakukan menggunakan data dari tanggal 1 Juli 2008 – 29 September 2008. Peramalan dilakukan dengan dua cara, peramalan *one-step ahead* dan peramalan *multi-step ahead*. Peramalan *one-step ahead* dilakukan untuk melihat nilai IHSG untuk persatu hari kedepan. Metode ini biasanya hanya digunakan untuk mengamati kecenderungan pergerakan datanya selama periode pengamatan. Sedangkan peramalan *multi-step ahead* dilakukan untuk melihat nilai IHSG dalam beberapa hari ke depan, untuk jangka panjang. Nilai-nilai statistik dari peramalan persatu hari ke depan dapat dilihat pada Tabel 7.

Peramalan yang dihasilkan memberikan nilai MAPE yang masih baik, yaitu sebesar 1.45%. Sedangkan nilai statistik hasil peramalan 3 bulan ke depan dapat dilihat pada Tabel 8.

Nilai MAPE yang dihasilkan peramalan 3 bulan ke depan sebesar 13.27%. Hal tersebut berakibat model tidak cukup baik dalam meramalkan nilai harian IHSG. Plot hasil peramalan satu hari ke depan dan 3 bulan ke depan dapat dilihat pada Lampiran 6b.

Tabel 7. Nilai Statistik peramalan *one-step ahead* model EGARCH

Statistik	<i>One-step ahead</i>
Mean Error	-5.6297
Mean Absolute Error	29.45606
Mean Square Error	1666.039
Root Mean Square Error	40.81714
Mean Absolute Percent Error	1.450485

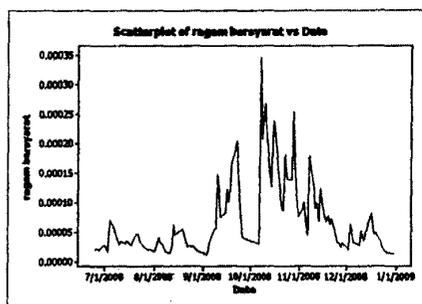
Tabel 8. Nilai Statistik peramalan *multi-step ahead* model EGARCH

Statistik	<i>Multi-step ahead</i>
Mean Error	-262.44
Mean Absolute Error	263.2698
Mean Square Error	98425.82
Root Mean Square Error	313.7289
Mean Absolute Percent Error	13.26681

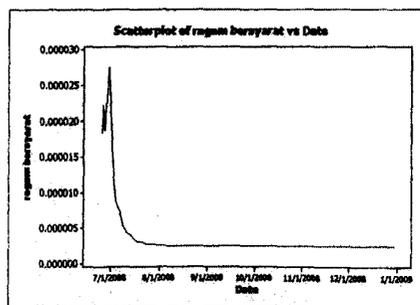
Ragam Bersyarat

Peramalan terhadap ragam bersyarat akan membantu para pemegang aset dalam menentukan perilaku nilai yang akan datang. Ramalan ragam bersyarat ini selanjutnya dapat digunakan untuk menghitung besarnya resiko dalam memegang aset yang akan dihadapi di masa yang akan datang.

Hasil peramalan *one-step ahead* ragam bersyarat untuk data *out-sample* dapat dilihat pada Gambar 9. Sedangkan Gambar 10 memperlihatkan hasil peramalan *multi-step ahead*.



Gambar 9. Peramalan ragam bersyarat *one-step ahead*.



Gambar 10. Peramalan ragam bersyarat *multi-step ahead*.

Gambar 9 memperlihatkan nilai ragam bersyarat dalam jangka pendek. Pola yang diperlihatkan masih liar. Terutama pada pertengahan periode, dikarenakan nilai IHSB yang tidak stabil. Sedangkan Gambar 10 memperlihatkan nilai ragam bersyarat dalam jangka panjang. Dimana nilai ragam bersyaratnya akan konvergen menuju suatu nilai. Dengan asumsi nilai IHSB stabil. Besarnya resiko yang dihadapi pemegang saham di masa yang akan datang dapat dihitung melalui analisis resiko.

Evaluasi Model GARCH vs EGARCH

Evaluasi ini dilakukan untuk melihat kekurangan pada model GARCH yang dapat diatasi oleh model EGARCH. Pertama, model GARCH membatasi nilai parameternya agar ragam bersyaratnya bernilai positif. Yaitu masing-masing parameternya harus positif, $\alpha_1 \geq 0$ dan $\beta_1 \geq 0$. Sedangkan model EGARCH tidak membatasi nilai parameternya, karena fungsi ragamnya berupa fungsi logaritma yang tidak akan menghasilkan nilai ragam negatif. Hasil pendugaan parameter model GARCH dan EGARCH dapat terlihat pada Tabel 4 dan 8. Dimana parameter yang dihasilkan model GARCH yaitu $\alpha = 0.220$ dan $\beta = 0.673$, keduanya memiliki nilai positif, sedangkan parameter model EGARCH $\alpha = 0.384$, $\beta = 0.852$, dan $\gamma = -0.108$, dengan salah satu parameternya (γ) bernilai negatif.

Nilai parameter γ yang negatif dan tidak sama dengan nol, sekaligus menunjukkan keunggulan yang kedua model EGARCH dari model GARCH yaitu model EGARCH mempertimbangkan adanya pengaruh keasimetrikan (efek *leverage*). Pengaruh asimetrik ditunjukkan adanya perbedaan pengaruh perubahan guncangan terhadap volatilitasnya. Ketika terjadi guncangan positif ($\varepsilon_t \geq 0$), perubahan volatilitasnya sebesar $(\gamma + \alpha) = 0.276$. Sedangkan ketika terjadi guncangan negatif ($\varepsilon_t < 0$), perubahan volatilitasnya sebesar $(\gamma - \alpha) = -0.492$. Perubahan volatilitas yang diakibatkan adanya guncangan negatif lebih besar dari guncangan positif.

Terakhir, sebagai akibat dari tidak dapat mengatasi pengaruh asimetrik, model GARCH terlalu *over* dalam memprediksi ragam bersyaratnya, hal ini diakibatkan oleh nilai ε_{t-1}^2 atau σ_{t-1}^2 yang besar akan menghasilkan nilai σ_t^2 yang besar pula. Seperti terlihat pada Lampiran 8, ragam bersyarat yang dihasilkan oleh model GARCH pada validasi dan peramalan *one-step ahead* lebih liar dibandingkan nilai ragam bersyarat yang dihasilkan model EGARCH, nilai ragam yang ekstrim pada model GARCH (yang merupakan akibat dari efek *leverage*) dapat diatasi oleh model EGARCH. Sedangkan pada peramalan *multi-step ahead* nilai

ragam bersyarat yang dihasilkan model GARCH lebih besar dari model EGARCH.

KESIMPULAN

Data IHSB memiliki fluktuasi yang sangat besar. Sehingga ragam bersyarat yang dimiliki menjadi tidak homogen. Selain itu, terdapat pula pengaruh ketidaksimetrikan setelah dilakukan pemeriksaan korelasi antara kuadrat sisaan model GARCH dengan lagnya. Maka pemodelan dilakukan dengan model EGARCH. Model EGARCH yang diperoleh adalah MA(1)-EGARCH(1,1).

Validasi model terhadap data *in-sample* menghasilkan nilai MAPE sebesar 0.78%, yang menunjukkan bahwa model yang digunakan sudah baik dalam memodelkan data IHSB selama periode pengamatan (Oktober 1999-Juni 2008). Sedangkan untuk peramalannya, model ini cukup baik dalam melakukan peramalan persatu hari ke depan dengan nilai MAPE yang dihasilkan sebesar 1.45%. Tapi kurang baik dalam melakukan peramalan nilai harian IHSB untuk 3 bulan ke depan, karena nilai MAPE yang dihasilkan sebesar 13.27%.

Peramalan terhadap ragam bersyarat akan membantu para pemegang aset dalam menentukan perilaku nilai yang akan datang. Ramalan ragam bersyarat ini selanjutnya dapat digunakan untuk menghitung besarnya resiko yang akan dihadapi di masa yang akan datang. Ragam bersyarat yang dihasilkan model GARCH lebih liar dan lebih besar dibandingkan model EGARCH, karena pengaruh efek *leverage* tidak teratasi.

SARAN

Nilai Indeks Harga Saham Gabungan memiliki volatilitas yang sangat besar. Untuk mendapat model yang kekar diperlukan jumlah data yang besar pula, agar model tidak bias. Sehingga perlu menambahkan jumlah data pengamatan untuk memperoleh model yang lebih kekar.

Pemodelan ragam bersyarat dengan model EGARCH terus mengalami perkembangan. Diantara modifikasi dari model EGARCH adalah FIEGARCH, REGARCH, dan Matrix EGARCH. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan modifikasi model EGARCH tersebut dengan harapan mendapatkan hasil pemodelan dan peramalan yang lebih baik.

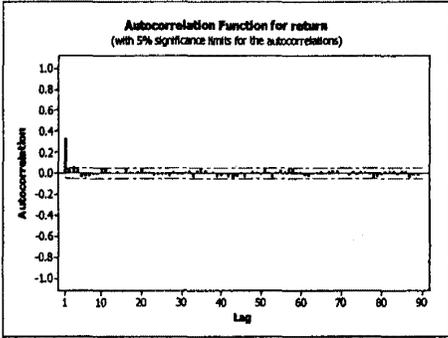
Selain itu, perlu dipertimbangkan untuk memasukkan peubah eksogen yang berpengaruh terhadap nilai IHSB ke dalam model agar hasil peramalan menjadi lebih baik, seperti tingkat inflasi dan tingkat suku bunga bank.

DAFTAR PUSTAKA

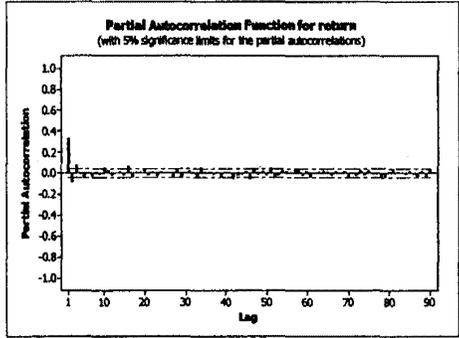
- Anonim. 2008. Jarque-Bera Test. http://en.wikipedia.org/wiki/Jarque-Bera_Test. [25 Agustus 2008].
- Anonim. 2008. Indeks Harga Saham Gabungan. <http://id.wikipedia.org/wiki/Indeks-harga-saham-gabungan> [18Desember 2008].
- Chen YT & Kuan CM. 2003. A Generalized Jarque-Bera Test of Conditional Normality. *IEAS Working Paper* No. 03-A003. www.econ.sinica.edu.tw/upload/file/03-a003-abs.pdf [25 Agustus 2008].
- Enders W. 2004. *Applied Econometric Time Series*. New York : John Wiley & Sons, Inc.
- EvIEWS User's Guide. 2002. Quantitative Micro Software. USA.
- Firdaus M. 2006. *Analisis Deret Waktu Satu Ragam*. Bogor : IPB Press.
- Gadza V & Výrost T. 2003. Application of GARCH Models In Forecasting the Slovak Share Index (SAX). *BIATEC XI : 2*. http://www.nbs.sk/BIATEC/BIA02_03/17_20.PDF [9 September 2008].
- Gospodinov N, Gavala A, Jiang D. 2006. Forecasting Volatility. *Journal of Forecasting* 25:381-400. <http://pages.stern.nyu.edu/~sfiglews/Docs/Forecasting%20Volatility.pdf> [25Agustus 2008].
- Gunanjar, B. 2006. Penerapan Model ARCH/GARCH dan Model MSAR (Markov-Switching Autoregression) Pada Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dolar dan IHSG. [Skripsi]. Bogor : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Kurnia A, Saefuddin A, Sutriyati. 2004. Analisis deret waktu pada data dengan ragam galat tak homogen : studi nilai tukar rupiah periode tahun 2001-2003. *Forum Statistika dan Komputasi* 9:23-33.
- Lo, MS. 2003. Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic Time Series Models. [Thesis] Departement of Statistics and Actuarial Science, Simon Fraser University.
- Tsay, R. S. 2002. *Analysis of Financial Time Series*. John Wiley & Sons, Inc. <http://www.scribd.com/tsaychapter3.pdf> [20 Agustus 2008]
- Surya Y, Haryadi Y. 2003. Kulminasi Prediksi Data Deret Waktu Keuangan Volatilitas dalam GARCH (1,1). *Working Paper WPF2003:1-7*. <http://www.bandungfe.net/?go=xpb&&crp=44ce27ca> [19 Juni 2008].
- Yoon S, Lee KS. 2008. The Volatility and Asymmetry of Won/Dollar Exchange Rate. *Journal of Social Sciences* 4 (1):7-9. <http://www.scipub.org/fulltext/jss/jss417-9.pdf> [2 Agustus 2008].

Lampiran 1. Plot ACF dan PACF nilai *return* IHSG

a. Plot ACF nilai *return* IHSG



b. Plot PACF nilai *return* IHSG



Lampiran 2. Kandidat model fungsi rata-rata awal dan *overfitting*

a. Kandidat Model

Model	Parameter	Std.Error	Statistik t	Nilai-p	AIC	SC
AR(3)	C	0.000156	1.829947	0.0674	-7.83325	-7.82251
	AR(1)	0.021708	8.481836	0.0000*		
	AR(2)	0.022953	-3.04258	0.0024*		
	AR(3)	0.021707	2.360824	0.0183*		
MA(1)	C	0.000142	2.08566	0.0371*	-7.829350	-7.82399
	MA(1)	0.020368	17.44003	0.0000*		
ARMA(1,2)	C	0.000143	2.103644	0.0355*	-7.83033	-7.81961
	AR(1)	0.032331	-29.1477	0.0000*		
	MA(1)	0.034079	38.22013	0.0000*		
	MA(2)	0.020437	17.22821	0.0000*		
Tanpa konstanta						
AR(3)	AR(1)	0.021699	16.62739	0.0000*	-7.83261	-7.82456
	AR(2)	0.022959	-4.68621	0.0000*		
	AR(3)	0.021698	3.658709	0.0003*		
MA(1)	MA(1)	0.020353	17.51569	0.0000*	-7.82824	-7.82556

Keterangan : (*) signifikan pada level 5%

b. *Overfitting*

Model	Parameter	Std.Error	Statistik t	Nilai-p	AIC	SC
MA(2)	MA(1)	0.0218	16.5865	0.0000	-7.82751	-7.82215
	MA(2)	0.021794	0.635131	0.5254		

Keterangan : (*) signifikan pada level 5%

Lampiran 3. Korelogram kuadrat sisaan dari fungsi rata-rata awal

Korelogram kuadrat sisaan				
Lag	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.338	0.338	240.57	
2	0.223	0.123	345.21	0.000
3	0.197	0.103	427.16	0.000
4	0.169	0.067	487.53	0.000
5	0.161	0.065	542.24	0.000
6	0.043	-0.073	546.16	0.000
7	0.060	0.017	553.67	0.000
8	0.058	0.013	560.84	0.000
9	0.042	0.003	564.51	0.000
10	0.062	0.038	572.64	0.000
11	0.048	0.016	577.44	0.000
12	0.016	-0.029	577.97	0.000
13	0.032	0.015	580.12	0.000
14	0.032	0.009	582.30	0.000
15	0.051	0.029	587.90	0.000
16	0.023	-0.008	589.07	0.000
17	0.026	0.011	590.49	0.000
18	0.002	-0.031	590.50	0.000
19	0.016	0.011	591.06	0.000
20	0.021	0.007	592.00	0.000

Lampiran 4. Korelogram kuadrat sisaan dari model GARCH

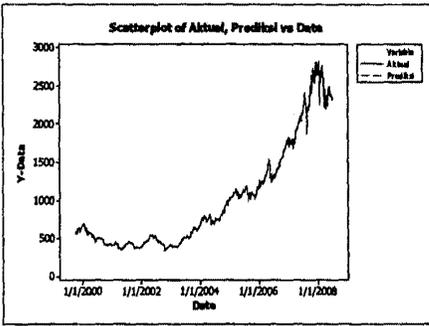
Korelogram kuadrat sisaan				
Lag	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.005	0.005	0.0622	
2	-0.010	-0.010	0.2595	0.610
3	0.015	0.015	0.7315	0.694
4	-0.004	-0.004	0.7689	0.857
5	-0.016	-0.015	1.2868	0.864
6	-0.024	-0.024	2.5098	0.775
7	-0.016	-0.015	3.0222	0.806
8	0.002	0.003	3.0343	0.882
9	-0.005	-0.005	3.0914	0.928
10	0.038	0.038	6.1430	0.726
11	0.010	0.009	6.3763	0.783
12	-0.025	-0.026	7.7319	0.737
13	0.002	0.000	7.7372	0.805
14	-0.002	-0.003	7.7471	0.860
15	0.028	0.030	9.4551	0.801
16	-0.002	0.000	9.4613	0.852
17	0.001	0.003	9.4636	0.893
18	-0.018	-0.020	10.1710	0.896
19	-0.018	-0.018	10.8570	0.900
20	0.028	0.028	12.5820	0.859

Lampiran 5. Korelogram kuadrat sisaan dari model EGARCH

Korelogram kuadrat sisaan				
Lag	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	0.008	0.008	0.1210	
2	-0.009	-0.009	0.3065	0.580
3	0.019	0.019	1.0811	0.582
4	0.010	0.010	1.2947	0.730
5	-0.014	-0.014	1.7199	0.787
6	-0.018	-0.018	2.4228	0.788
7	-0.004	-0.005	2.4608	0.873
8	0.008	0.009	2.6083	0.919
9	-0.003	-0.003	2.6327	0.955
10	0.039	0.040	5.8571	0.754
11	0.014	0.012	6.2449	0.794
12	-0.030	-0.030	8.1248	0.702
13	0.007	0.007	8.2364	0.766
14	0.003	0.002	8.2606	0.826
15	0.031	0.033	10.3120	0.739
16	-0.009	-0.007	10.4660	0.789
17	0.002	0.003	10.4750	0.841
18	-0.008	-0.011	10.6080	0.876
19	-0.014	-0.014	11.0060	0.894
20	0.023	0.023	12.0990	0.881

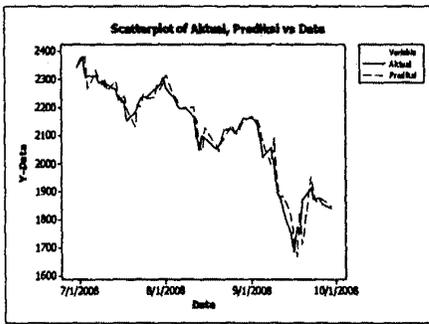
Lampiran 6. Validasi model EGARCH dan hasil peramalan model EGARCH

a. Validasi model EGARCH

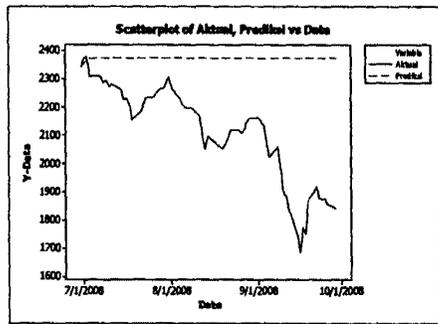


b. Hasil peramalan *One-step ahead* dan *Multi-step ahead* model EGARCH

Peramalan *One-step ahead*

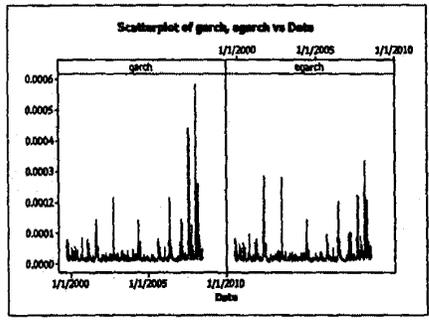


Peramalan *Multi-step ahead*



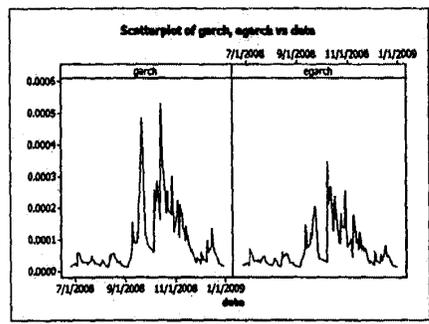
Lampiran 8. Evaluasi ragam bersyarat model GARCH vs EGARCH

a. Validasi model GARCH vs EGARCH



b. Hasil peramalan *One-step ahead* dan *Multi-step ahead* model GARCH vs EGARCH

Peramalan *One-step ahead*



Peramalan *Multi-step ahead*

