

Sifat Asimetris Model Prediksi *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) dan *Exponential Generalized Autoregressive Conditional* (EGARCH)

Asymmetrical Characteristic of Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (ARCH) and Exponential Generalized Autoregressive Conditional (EGARCH) Model Prediction

Dara Ayu Lestari¹, Dr. Deni Saepudin, S.Si, M.Si.², Aniq Atiqi Rohmawati, S.Si, M.Si.³
^{1,2,3}Ilmu Komputasi, Fakultas Informatika, Universitas Telkom
 darayulestari@gmail.com

ABSTRAK

Volatilitas sering digunakan sebagai penanda naik atau turunnya harga saham. Oleh karena itu, dibutuhkan model prediksi volatilitas. Semakin tinggi volatilitas, maka semakin tinggi pula fluktuasi harga saham yang terjadi. Salah satu sifat volatilitas yang dapat diamati adalah asimetris, yaitu volatilitas akan lebih tinggi jika harga turun dan akan lebih rendah jika harga naik. Sifat asimetris ini berkaitan dengan sifat *leverage effect*. Penulisan tugas akhir ini menggunakan model *Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* ARCH(1) dan *Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* EGARCH(1,1) untuk prediksi nilai harga saham periode berikutnya menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Error* (MAE). Pada tugas akhir ini dilakukan analisis tentang sifat asimetris pada model volatilitas *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* ARCH(1) dan *Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* EGARCH(1,1). Dengan nilai RMSE EGARCH(1,1) adalah 0.015 dan ARCH(1) adalah 0.023. Hal itu menunjukkan bahwa model EGARCH(1,1) lebih baik untuk memprediksi dibandingkan model ARCH(1).

Kata Kunci : ARCH, EGARCH, Volatilitas, Return, Asimetris.

ABSTRACT

Volatility is often used as a marker of rise or fall in the price of the stock. Therefore, the required model prediction of volatility. The higher the volatility, the higher the stock price fluctuations occur. One of the properties of the volatility that can be observed is asymmetric, i.e. the volatility will be higher if the prices come down and would be lower if the price goes up. This asymmetrical nature with regard to the nature of the leverage effect. Writing this final task using Autoregressive model Conditionals Heteroskedasticity ARCH (1) and Exponential Generalized Autoregressive Conditionals EGARCH Heteroskedasticity (1.1) for the prediction of the next period's share price values using the Root Mean Square Error (RMSE) and Mean Absolute Error (MAE). In this final task performed an analysis of the nature of asymmetrical volatility Autoregressive models Conditionals Heteroscedasticity ARCH (1) and Exponential Generalized Autoregressive Conditionals EGARCH Heteroskedasticity (1,1). With RMSE value EGARCH(1,1) is 0.015 and ARCH(1) were 0.023. It shows to do predictions, EGARCH model (1,1) is much better compared to the model ARCH (1) visible from the RMSE values that model EGARCH (1,1) is smaller than the model of the ARCH (1).

Keywords: ARCH, EGARCH, Volatility, Return, Asymmetric

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pasar modal menjalankan dua fungsi yaitu sebagai sarana pendanaan bagi perusahaan dan sarana investasi bagi masyarakat. Investasi dapat dilakukan melalui instrument keuangan seperti saham, obligasi, dan reksadana. Volatilitas adalah ukuran penyebaran dari besarnya perubahan harga suatu instrumen finansial. Dengan kata lain, volatilitas mengukur seberapa besar dan cepat nilai dari suatu instrumen finansial berubah. Volatilitas dalam model keuangan, sering menggunakan asumsi dengan nilai volatilitas konstan. Namun, untuk data finansial terdapat suatu periode dimana volatilitas berubah-ubah. Perubahan ini disebabkan oleh adanya reaksi pasar finansial terhadap berbagai macam tekanan antara lain kondisi politik yang memburuk, krisis ekonomi, perang, bencana alam dan lain-lain (Posedel, 2005).

Pemodelan volatilitas membutuhkan instrumen finansial yang baik sehingga model yang dibangun dapat akurat. Instrumen finansial yang banyak digunakan adalah return aset. Menurut Tsay (2001), setidaknya

terdapat dua alasan mengapa return banyak digunakan daripada harga. Pertama, return memiliki ringkasan investasi yang lengkap. Kedua, harga berkorelasi sangat tinggi sehingga variansi dari harga terus meningkat seiring berjalannya waktu yang membuat harga menjadi tidak stasioner.

Volatilitas erat kaitannya dengan prediksi nilai return di masa depan. Volatilitas dimodelkan untuk memprediksi nilai instrumen finansial di masa depan. Pada dasarnya, model volatilitas didasari oleh tiga keluarga model yaitu *Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (ARCH) adalah salah satu model time series yang diperkenalkan oleh Engle (1982), model *Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (EGARCH) yang dikembangkan oleh Nelson (1991)

Berdasarkan pemaparan di atas, pada tugas akhir ini, dilakukan analisis pemodelan volatilitas dititikberatkan pada leverage effect. Selain itu, dilakukan analisis prediksi Indeks Harga saham NASDAQ. Model volatilitas yang digunakan adalah ARCH (1) dan EGARCH(1,1).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka dirumusan masalah yang dibahas di dalam Tugas Akhir ini, yaitu

1. Bagaimana model dan nilai prediksi Indeks Harga saham NASDAQ dengan menggunakan ARCH(1) dan EGARCH(1,1)?
2. Bagaimana keakuratan model dan nilai prediksi kedua model tersebut?
3. Bagaimana sifat asimetris atau *leverage effect* dari volatilitas pada model ARCH (1) dan EGARCH(1,1)?

1.3 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Menentukan model prediksi nilai *return* Indeks Harga Saham nilai risiko NASDAQ periode berikutnya dengan model volatilitas ARCH(1) dan EGARCH(1,1)
2. Menganalisa hasil prediksi kedua model dengan *Mean Square Error* (MSE) dan Mean Absolute Error (MAE).

2. Kajian Pustaka

2.1 Return

Menurut Wahyudi (2003) *return* saham adalah keuntungan yang dinikmati investor atas investasi saham yang dilakukannya. atas investasi saham yang dilakukannya. *Return* tersebut memiliki dua komponen yaitu *capital gain* dan *capital loss*. *Capital gain* merupakan suatu kondisi dimana seorang investor menjual sahamnya di saat harga saham melebihi harga beli saham tersebut (mendapat keuntungan)[6]. *Capital loss* merupakan suatu kondisi seorang investor menjual sahamnya di saat harga saham lebih rendah daripada saat membeli saham tersebut (mendapat kerugian). Ross et al (2008) menyatakan bahwa return adalah hasil yang diperoleh dari investasi dengan cara menghitung selisih harga saham. Untuk menghitung nilai return secara sederhana gunakan rumus berikut ini:

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 \tag{2.1}$$

dimana

X_t : Harga saham sekarang

X_{t-1} : Harga saham kemarin

Pada Tugas Akhir ini *Return* yang digunakan adalah *return* majemuk. *Return* majemuk, karena dapat memenuhi dua sifat utama pada *return*, yaitu bebas skala. Bebas skala merupakan *return* suatu aset dapat dibandingkan dengan aset lain yang berbeda kategori.. Nilai *return* majemuk (R_t) pada waktu t , didefinisikan sebagai berikut *Return* majemuk biasa disebut *log return*. Bentuk ini juga memenuhi sifat *return* yang pertama yaitu bebas skala

$$R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 \tag{2.2}$$

2.2 Volatilitas

Volatilitas merupakan ukuran perubahan *return* suatu saham yang bergerak terhadap waktu dan dinyatakan sebagai deviasi standar bersyarat. Semakin tinggi volatilitas, maka semakin tinggi pula fluktuasi harga saham yang mungkin terjadi. Dengan kata lain, volatilitas mengukur seberapa besar dan cepat nilai dari suatu instrumen finansial berubah. volatilitas memberikan informasi mengenai kemungkinan keuntungan dan kerugian yang akan di terima oleh investor. Perhitungan volatilitas menggunakan data historis dari harga saham pada interval waktu tertentu, misalnya harian, mingguan, atau bulanan [1]. Model volatilitas yang baik adalah model yang dapat memenuhi dan mengakomodasi sifat-sifat volatilitas dari sebuah *return* saham[1].Perbedaan nilai volatilitas yang dihasilkan oleh perbedaan perubahan harga saham menyebabkan pencarian nilai volatilitas yang bersifat asimetri.

Dalam Tugas Akhir ini didefinisikan tiga macam taksiran volatilitas yang dapat diperoleh dari data, yaitu

1. Volatilitas Tipe 1

Volatilitas tipe 1 dikenal sabagai variansi bersyarat yang didefinisikan sebagai berikut

$$(\sigma_t^2) = \text{Var}(r_t | \mathcal{F}_{t-1})$$

$$= \frac{1}{(t-1)} \sum_{i=1}^t (r_i - \bar{r})^2$$

Namun dikarenakan perubahan harga saham dari waktu ke waktu jarang terjadi lonjakan, sehingga dapat diasumsikan rata-rata perubahannya nol, sehingga

$$(\sigma_t^2) = \frac{1}{(t-1)} \sum_{i=1}^t r_i^2 \tag{2.3}$$

2. Volatilitas Tipe 2

Berdasarkan bentuk volatilitas tipe 1, jika periode waktu semakin besar maka volatilitasnya akan menuju nol. Hal ini menjadi dasar untuk mengembangkan bentuk lain dengan menghilangkan pengali $\frac{1}{(t-1)}$ sehingga bentuknya menjadi

$$(\sigma_t^2) = \sum_{i=1}^t (r_i - \bar{r})^2$$

dengan asumsi bahwa ekspektasi *return* sama dengan nol, sehingga

$$(\sigma_t^2) = \sum_{i=1}^t r_i^2 \tag{2.4}$$

3. Volatilitas Tipe 3

Volatilitas tipe 3 merupakan keragaman dari *return* aset sebagai besarnya *return* terhadap nilai rata-rata *return* atau diambil nilai mutlaknya, sehingga

$$(\sigma_t^2) = \sum_{i=1}^t |r_i - \bar{r}|$$

dengan asumsi bahwa ekspektasi *return* sama dengan nol, maka

2.3 Sifat Asimetri $(\sigma_t^2) = \sum_{i=1}^t |r_i| \tag{2.5}$

Sifat asimetri pada volatilitas merupakan relasi negative dengan *return* volatilitasnya. Teori *lverage effect* berkaitan dengan relasi negatif antara return dan volatilitas, dan dalam mencari nilai volatilitas sering terjadi asimetri volatilitas yang disebabkan adanya perbedaan antara nilai volatilitas yang didapatkan dengan

perubahan harga saham.. Menurut black(1976) dan Nelson (1991) sifat *leverage effect* volatilitas cenderung meningkat saat terjadi berita buruk (*bad news*) dan cenderung menurun saat terjadi berita baik (good news).

Cont (2000) menyatakan bahwa *leverage effect* untuk suatu aset pada periode waktu tertentu adalah korelasi antara *return* dan *return* kuadrat pada periode waktu yang berbeda[2] dan dinotasikan sebagai berikut :

$$\sigma_{\tau}^2 = \omega^2 (|\epsilon_t + \beta \epsilon_t^2|, \epsilon_{t-\tau}^2) \tag{2.6}$$

dimana τ menyatakan lag dari *return*. Pada awalnya *leverage effect* akan bernilai negatif dan selanjutnya bergerak menuju nol. Volatilitas merupakan variabel yang berkebalikan dengan *return*, sehingga nilai volatilitas dapat diperoleh dari $|R(t + \tau)|^2$ karena mengambil nilai volatilitas tipe 1. berdasarkan persamaan $\sigma_t^2 = \omega^2 + \beta \epsilon_t^2$ dan asumsi bahwa ϵ_t^2 berdistribusi $N(0,1)$, sehingga nilai ω^2 dapat dihampiri oleh ϵ_t^2 . Oleh karena itu, definisi L dapat digunakan untuk mengukur korelasi antara *return* dan volatilitas pada waktu yang berbeda

2.4 Model ARCH(1)

Model *Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (ARCH) merupakan salah satu model time series yang diperkenalkan oleh Engle (1982). Model ARCH(1) adalah bentuk model *Time Series* yang mengidentifikasi nilainya dengan menggunakan nilai dari obeservasi sebelumnya, dimana standar deviasinya selalu berubah terhadap waktu. Model ARCH(1) merupakan model yang dapat diobservasi karena nilai standar deviasinya tidak konstan terhadap waktu. Tugas akhir ini menggunakan ARCH(1), dan dapat didefinisikan sebagai berikut

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 \tag{2.7}$$

dengan $\epsilon_t \sim N(0,1)$ dan $\{\epsilon_t\}$ merupakan barisan peubah acak yang saling bebas dan berdistribusi identik normal baku. Selain itu ω, α_1 saling bebas, ϵ_{t-1}^2 saling bebas dan ϵ_t tidak saling bebas dengan ϵ_{t-1}^2 dan ϵ_t tidak saling bebas dengan ϵ_{t-1} .

Terlihat bahwa nilai mean dari ϵ_t adalah nol dan nilai variansi ϵ_t bergantung pada nilai parameternya. Parameter ω, α_1 yang terdapat pada model akan digunakan untuk membangun model ARCH(1)

2.5 Model EGARCH

Model *Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* EGARCH(1,1) sebagai pengembangan dari model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (GARCH) yang memiliki kelemahan dalam menangkap ketidaksimetrisan *good news* dan *bad news* dalam volatilitas. EGARCH memiliki kelebihan lain dibandingkan model ARCH yaitu parameter-parameter pada *Exponential GARCH* tidak perlu dibatasi untuk menjamin variansi selalu positif [5]. Model ini dikenal sebagai EGARCH (1,1), Dan didefinisikan sebagai berikut

$$\ln \sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \left(\frac{\epsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} + \left| \frac{\epsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right) + \alpha_2 \ln \sigma_{t-1}^2 \tag{2.9}$$

$$= \omega + \alpha_1 \left[\frac{\epsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} + \left(\left| \frac{\epsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right) \right] + \alpha_2 \ln \sigma_{t-1}^2$$

atau secara eksplisit adalah

$$\ln \sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \frac{\epsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} + \alpha_2 \left(\left| \frac{\epsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right) + \alpha_2 \ln \sigma_{t-1}^2 \tag{2.11}$$

Persamaan diatas berfungsi untuk mencari nilai variansi pada model EGARCH(1,1) yaitu σ^2 .

Namun variansi yang dibutuhkan adalah σ maka bentuk $\ln \sigma$ diubah menjadi $\sigma = \sqrt{e^{\ln \sigma}}$. Kemudian untuk batas dari nilai penaksir parameter $\omega < 0, \alpha_1, \alpha_2 \geq 0$, dan $\alpha_1 \geq 0$.

2.6 Validasi Model

Dalam membuat validasi model dibutuhkan kriteria untuk menentukan model yang baik dan akurat. Karena tidak bisa dengan mudah melihat hasil visualisasi plot prediksi dan nilai asli, Pemilihan model dan validasi

dapat menggunakan *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Error* (MAE), dan dinotasikan sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \tag{2.12}$$

dimana

y_i : nilai riil

\hat{y}_i : nilai prediksi

n : banyakya data prediksi

Semakin kecil nilai RMSE dan MAE, maka semakin baik model tersebut. *Mean Absolute Error* (MAE) diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|}{n} \tag{2.13}$$

Dengan \hat{y}_i menyatakan nilai prediksi dan n menyatakan banyakya data prediksi

2.7 Estimasi Maksimum likelihood

Fungsi *likelihood* merupakan bentuk lain dari distribusi peluang gabungan y_1, y_2, \dots, y_n

$$L(\theta) = L(y_1, y_2, \dots, y_n) \propto f(y_1, \theta) \dots f(y_n, \theta) \tag{2.14}$$

Fungsi logaritma adalah fungsi yang monoton naik, dan fungsi *likelihood* ditransformasikan menjadi fungsi log-likelihood terhadap fungsi sebenarnya untuk memudahkan perhitungan, maka fungsi log-likelihood dapat dinotasikan sebagai:

$$l(\theta) = \ln L(\theta) = \sum_{i=1}^n \ln f(y_i, \theta) \tag{2.15}$$

Untuk menaksir parameter model dapat dilakukan dengan mencari nilai parameter yang memaksimalkan nilai fungsi *likelihood*. $\hat{\theta}$ dikatakan estimator untuk θ ketika

$$\hat{\theta} = \arg \max_{\theta} l(\theta) \tag{2.16}$$

yang merupakan

$$\frac{d}{d\theta} l(\theta) = 0$$

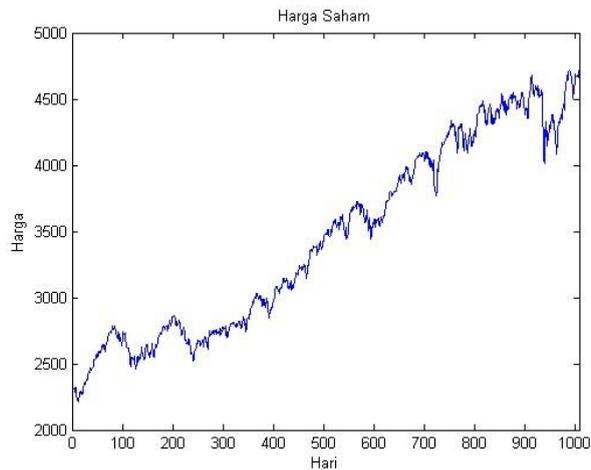
BAB III PERANCANGAN SISTEM

3.1 Deskripsi Sistem

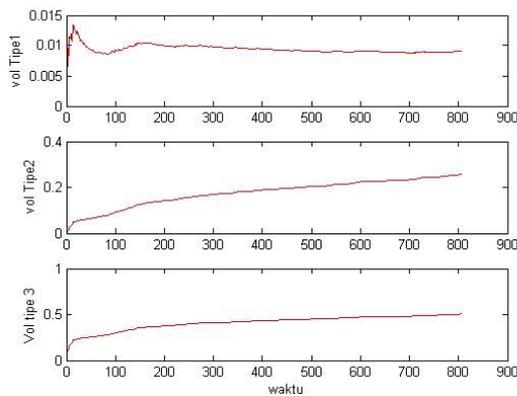
Pada tugas akhir ini dilakukan analisis model prediksi Indeks Harga Saham NASDAQ dengan model ARCH(1) dan EGARCH(1,1). Dilakukan analisis sifat asimetris pada kedua model. Data yang digunakan yaitu data *Close Price* dari Indeks Harga Saham NASDAQ

3.2 Data

Data yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah data indeks harga saham NASDAQ periode 2 Desember 2011 sampai 2 Desember 2015 dengan jumlah 1008 data. NASDAQ menjadi suatu indikator perubahan harga saham terhadap waktu pada beberapa perusahaan yang tercatat didalam PT. Bursa Efek Indonesia . NASDAQ merupakan sebuah indeks pasar saham dari saham biasa. Indeks NASDAQ sangat diikuti di Amerika Serikat sebagai indikator kinerja saham perusahaan teknologi dan perusahaan pertumbuhan. Berikut merupakan grafik plot harga Indeks Saham NASDAQ



Gambar 3.1 Grafik harga Indeks Harga Saham NASDAQ periode 2 Desember 2011 sampai 2 Desember 2015

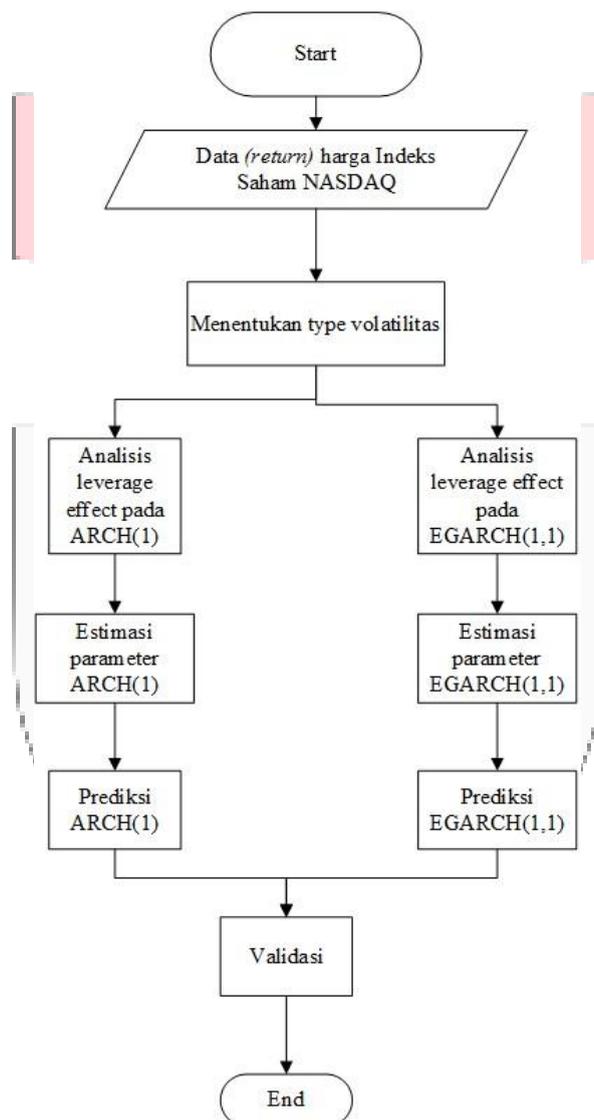


Gambar 3.2: Tipe-tipe Volatilitas Data

Pada Gambar 3.2 terdapat tiga tipe volatilitas yang bergerak terhadap waktu. Diantara ketiga visual tipe volatilitas tersebut, yang memenuhi sifat ke asimetrisan volatilitas adalah volatilitas tipe 1. Dapat dilihat ketika harga saham naik di antara rentan data ke 200 sampai 300 maka volatilitas saham akan turun dan ketika grafik harga saham bergerak naik yang menyebabkan volatilitas pun cenderung menurun. Dapat disimpulkan volatilitas data menggunakan volatilitas tipe 1 bersesuaian dengan sifat asimetris pada volatilitas.

3.3 Perancangan Sistem

Alur perancangan sistem pada Tugas Akhir model prediksi ini yang akan dibangun untuk mengetahui ukuran hasil prediksi penulis menggunakan metode ARCH(1,1) dan model EGARCH(1,1). Berikut merupakan kerja perancangan sistem:



Gambar 3.3 Diagram Alur Perancangan Sistem

Berikut adalah penjelasan dari alur perancangan sistem di atas :

1. Data

Pada tahap data terdapat pengolahan data, di dalam rujukan mencari nilai *return*, *return* majemuk, *mean*, *max*, *min*, dan plot grafik data dengan memakai nilai close. Pada tahap ini adalah sebagai tahap acuan untuk proses berikutnya.

2. Mencari Volatilitas
Pada tahap ini nilai volatilitas dari *return* majemuk pada indeks harga saham NASDAQ. Selanjtnya dilakukan analisis sifat asimetris pada kedua model.
3. Analisis *Leverage Effect* pada model ARCH(1)
Pada tahap ini akan dilakukan pencarian nilai dari parameter-parameter yang dibutuhkan model ARCH(1) dan dilakukan analisis adanya sifat *leverage effect* pada model ARCH(1).
4. Analisis *Leverage Effect* pada model EGARCH(1,1)
Pada tahap ini akan dilakukan pencarian nilai dari parameter-parameter yang dibutuhkan model EGARCH(1,1) dan dilakukan analisis adanya sifat *leverage effect* pada model EGARCH(1,1).
5. Estimasi Parameter ARCH (1)
Menentukan estimasi parameter dari kedua model yaitu ARCH (1) dengan menggunakan metode maximum likelihood (MLE)
6. Estimasi Parameter EGARCH (1,1)
Menentukan estimasi parameter dari kedua model yaitu EGARCH (1,1) dengan menggunakan metode maximum likelihood (MLE)
7. Hasil Prediksi ARCH(1)
Setelah melakukan estimasi parameter maka didapatkan prediksi terhadap nilai *return* dengan volatilitas dari model ARCH (1)
8. Hasil Prediksi EGARCH(1,1)
Setelah melakukan estimasi parameter maka didapatkan prediksi terhadap nilai *return* dengan volatilitas dari model EGARCH (1,1)
9. Validasi
Proses terakhir adalah validasi data dari kedua model ARCH (1) dan EGARCH (1,1) dengan metode *Root Mean Square Error* (RMSE) dan *Mean Absolute Error* (MAE) untuk mendapatkan hasil akurasi.

BAB IV
HASIL ANALISIS DAN PENGUJIAN

4.1 Analisis Sifat Asimetris pada Model ARCH

Tabel 4.1: Hasil Korelasi *return* dan *return* kuadrat model ARCH(1)

τ	$\rho(\epsilon_t, \epsilon_t^2)$
1	0,058938497
3	0,092043192
5	-0,030076987

Berdasarkan Tabel 4.1 nilai ρ tidak memberikan hasil yang tidak konsisten, terlihat dari nilai lag-nya yang menghasilkan korelasi positif dan menghasilkan korelasi negatif. Hal ini menunjukkan bahwa nilai korelasi sesuai dengan definisi *leverage effect*.

4.2 Estimasi Parameter ARCH(1)

Berdasarkan metode Maksimum Likelihood diperoleh nilai parameter ω dan α_1 . Berikut parameter ARCH(1):

Tabel 4.2: Estimasi Parameter ARCH(1)

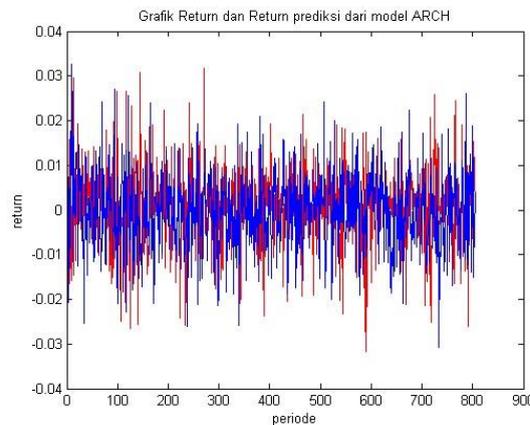
ω	α_1
7.442398159582040e-05	0.081000430999008

Setelah mendapatkan nilai parameter, maka dilakukan *return* prediksi dari data training menggunakan model ARCH(1,1) dengan parameter yang telah diperoleh. Berikut modelnya:

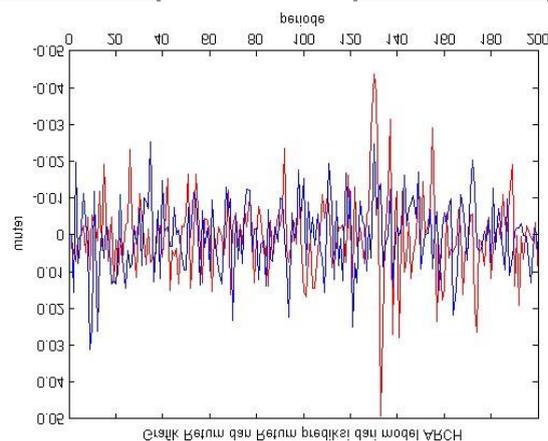
$$\sigma_i^2 = 7.442398159582040e-05 + 0.081000430999008(\sigma_{i-1}^2) \quad (4.12)$$

$$r_i = \sigma_i \epsilon_i \quad (4.13)$$

Persamaan (4.12) dan (4.13) memperoleh nilai *return* prediksi dari model ARCH(1).



Gambar 4.1 Plot *return* training dan *return* prediksi model ARCH(1)



Gambar 4.2 Plot *return* testing dan *return* prediksi model ARCH(1)

Menurut Gambar 4.1 dan 4.2, terlihat bahwa prediki *return* model ARCH(1), terjadi penyimpangan yang cukup jauh terhadap *return* data.

4.3 Estimasi Parameter EGARCH(1,1)

Estimasi parameter menggunakan maksimuman likelihood, dihasilkan empat parameter:

Tabel 4.3: Estimasi Parameter EGARCH(1,1)

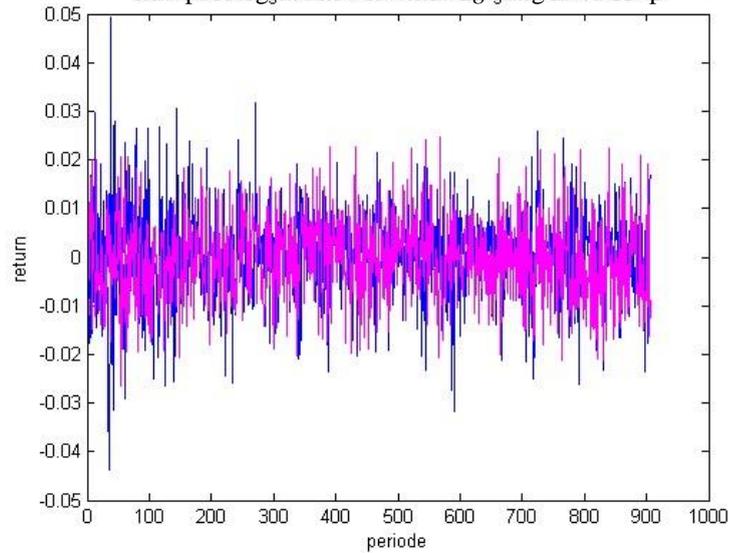
ω	-9.750348940143141
α_1	-0.047757033931843
β_1	-0.03358744409570
γ_1	-0.023067543195716

Setelah mendapatkan nilai parameter, maka dilakukan prediksi *return* menggunakan data training menggunakan model EGARCH(1,1) Berikut

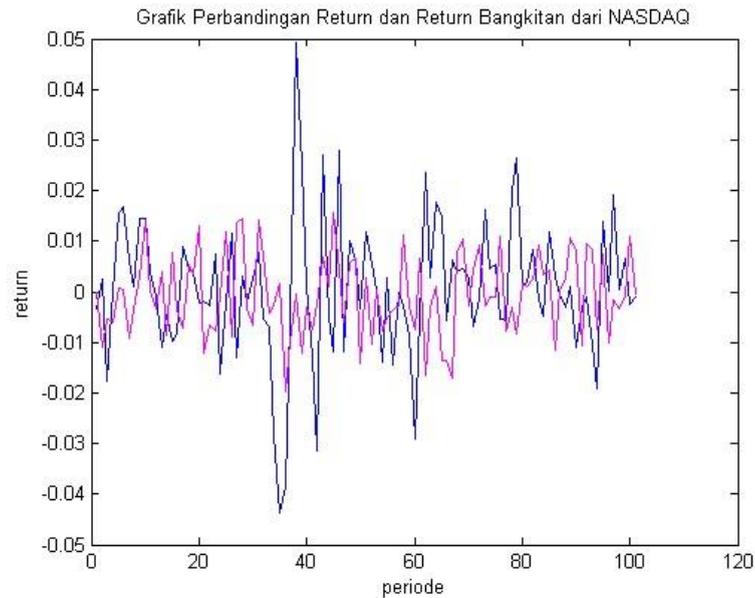
$$\ln \sigma_t^2 = -9.7503489401 + 0.047757033 - (-0.033587444) + (|\epsilon_{t-1}| - \sqrt{2}) + (-0.0230675431) \ln \epsilon_{t-1}^2 \quad (4.18)$$

$$\epsilon_t = \sigma_t \epsilon_t \quad (4.19)$$

Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 merupakan grafik *return* training dengan *return* prediksi model EGARCH(1,1)



Gambar 4.3 Plot training dan *return* prediksi



Gambar 4.4 Plot testing dan *return* prediksi
 Menurut Gambar 4.3 dan Gambar 4.4, terlihat bahwa prediksi *return* model EGARCH(1,1) terjadi penyimpangan yang tidak terlalu jauh dibandingkan dengan model ARCH(1)

Tabel 4.4 : Hasil korelasi *return* dan *return* kuadrat model EGARCH(1,1)

τ	$\rho_{\epsilon_t, \epsilon_t^2}$
1	-0,062219745
3	-0,021694863
5	-0,116869673

Dari Tabel 4.4, dapat dilihat nilai korelasi yang dihasilkan model EGARCH(1,1) memberikan hasil yang konsisten, pada lag ke 1, 3 dan 5 menghasilkan korelasi negatif. Hal ini berarti hasil dari korelasi *return* dan *return* kuadrat model EGARCH sesuai dengan definisi *leverage effect*. Model EGARCH(1,1) memiliki nilai korelasi yang dipengaruhi oleh nilai parameter α_1 nya. Oleh karena itu model EGARCH (1,1) dapat mengakomodasi sifat asimetris pada volatilitas.

4.4 Validasi Model

Validasi model digunakan untuk memilih model yang terbaik dengan melihat *error* masing-masing model. Semakin kecil *error*, semakin baik model tersebut.

Tabel 4.5: Tabel validasi model

Model	RMSE	MAE
ARCH(1)	0.023041509396885	0.01524123071454
EGARCH(1,1)	0.015721923420613	0.01179384643688

Menurut Tabel 4.5 *return* indeks harga saham NASDAQ jika diprediksi dengan model EGARCH akan lebih akurat dibandingkan dengan model ARCH. Hal ini dapat terlihat dari nilai RMSE dan MAE dari model EGARCH yang lebih kecil dibandingkan model ARCH. Berdasarkan hasil korelasi antara *return* dan *return* kuadratnya, model EGARCH(1,1) memiliki kemampuan lebih dalam mengakomodasi adanya sifat asimetris atau *leverage effect* dibanding dengan model ARCH(1).

Tabel 4.6 Hasil validasi silang

Observasi	ARCH(1)	EGARCH(1,1)
-0,0030542	-0,006990344060994	-0,0271673629468021
-0,002273234	0,0111475347876659	-0,002858639849573
-0,013318182	0,00245505658853261	-0,127211429455195
0,000838226	0,00814541401547243	0,0011938373910971
0,003715897	0,00414184944147254	-0,0191669600606616

Tabel 4-6 adalah hasil validasi silang untuk prediksi lima hari kedepan antara model ARCH (1) dan EGARCH(1,1) Selanjutnya didapat pula prediksi untuk periode berikutnya, yaitu *return* pada 1 Januari 2015, sebagai berikut:

Tabel 4.7 Prediksi model ARCH(1) dan EGARCH(1,1)

Periode	ARCH	EGARCH
3/12/2015	-0.01163502857426	0.037370603851374

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari Tugas Akhir ini adalah :

- 1) Untuk hasil prediksi, model EGARCH jauh lebih baik daripada model ARCH, terlihat dari nilai RMSE dan MAE. dengan RMSE model ARCH adalah 0.023 dan model EGARCH adalah 0.015. MAE model ARCH adalah 0.015 dan model EGARCH adalah 0.011.
- 2) Hasil analisis dengan data NASDAQ periode 2 Desember 2011 sampai 2 Desember, model EGARCH dapat memenuhi sifat asimetri pada volatilitas karena model EGARCH dapat mengakomodasi sifat asimetris pada model volatilitas tipe 1.
- 3) Berdasarkan estimasi parameter dengan metode maximum likelihood diperoleh parameter model ARCH(1) adalah $\omega_0 = 7.442$ dan $\omega_1 = 0.08$. Untuk model EGARCH(1,1) adalah $\omega_0 = -9.750$, $\omega_1 = -0.047$, $\omega_2 = 0.033$ dan $\omega_3 = -0.023$

5.2 Saran

Saran yang bisa penulis berikan setelah pengerjaan Tugas Akhir ini adalah :

- 1) Asumsi untuk model dapat menggunakan keluarga distribusi ekor tebal, seperti distribusi t.
- 2) Menggunakan model *time series heteroscedasticity* lainnya yang dapat mengakomodasi sifat asimetris dalam memprediksi data yang berfluktuasi ekstrim maupun tidak.