

**PEMODELAN RETURN IHSG PERIODE 15 SEPTEMBER
1998 – 13 SEPTEMBER 2013 MENGGUNAKAN
*THRESHOLD GENERALIZED AUTOREGRESSIVE
CONDITIONAL HETEROSKEDASTICITY (TGARCH(1,1))*
DENGAN DUA THRESHOLD**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang statistika

oleh:

SUMA SUCI SHOLIHAH

0910950068-95



**PROGRAM STUDI STATISTIKA
JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2013**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PEMODELAN RETURN IHSG PERIODE 15 SEPTEMBER 1998
– 13 SEPTEMBER 2013 MENGGUNAKAN *THRESHOLD
GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL
HETEROSKEDASTICITY* (TGARCH(1,1)) DENGAN DUA
*THRESHOLD***

oleh:

**SUMA SUCI SHOLIAH
0910950068-95**

**Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 3 Desember 2013
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Statistika**

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**Ir. Heni Kusdarwati, MS
NIP. 196112081987012001**

**Dr. Rahma Fitriani, S.Si., M.Sc
NIP. 197603281999032001**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika
Fakultas MIPA
Universitas Brawijaya**

**Dr. Abdul Rouf Alghofari, M.Sc
NIP. 196709071992031001**

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : SUMA SUCI SHOLIAH
NIM : 0910950068
Program Studi : STATISTIKA
Penulis Skripsi Berjudul :

**PEMODELAN RETURN IHSG PERIODE 15 SEPTEMBER 1998
– 13 SEPTEMBER 2013 MENGGUNAKAN *THRESHOLD*
GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL
HETEROSKEDASTICITY (TGARCH(1,1)) DENGAN DUA
*THRESHOLD***

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka Skripsi ini semata-mata digunakan sebagai acuan/referensi.
2. Apabila kemudian hari diketahui bahwa isi Skripsi saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 3 Desember 2013
Yang meyakatakan,

SUMA SUCI SHOLIAH
NIM. 0910950068-95

**PEMODELAN RETURN IHSG PERIODE 15 SEPTEMBER 1998
– 13 SEPTEMBER 2013 MENGGUNAKAN *THRESHOLD*
GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL
HETEROSKEDASTICITY (TGARCH(1,1)) DENGAN DUA
*THRESHOLD***

ABSTRAK

Data *time series* merupakan data pengamatan yang dikumpulkan berdasarkan urutan waktu dalam suatu periode tertentu. Salah satu pemodelan data *time series* adalah model ARIMA yang merupakan salah satu pemodelan data *time series* dengan mengasumsikan volatilitas konstan, tetapi terdapat banyak kasus data ekonomi dan keuangan yang memiliki volatilitas tidak konstan. Hal tersebut mengakibatkan terjadinya masalah heteroskedastisitas pada sisaan. Selain heteroskedastisitas, salah satu permasalahan yang terdapat pada sisaan adalah adanya efek asimetris atau *leverage effect*. Permasalahan tersebut tidak dapat diatasi dengan pemodelan ARIMA. Oleh karena itu, dikembangkan model, yaitu model TGARCH. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemodelan data *time series* yang mempunyai volatilitas tidak konstan dan *leverage effect* menggunakan model TGARCH (*Threshold Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*) dengan dua nilai *threshold* pada data Indeks Harga Saham Gabungan pada periode 15 September 1998 - 13 September 2013. Pada awalnya, model yang dihasilkan adalah TGARCH(1,2) dengan *dua threshold*, tetapi pada model tersebut diketahui bahwa terdapat salah satu parameter yang tidak memenuhi syarat sehingga parameter tersebut harus direduksi. Oleh karena itu, model yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah TGARCH(1,1) dengan dua *threshold*. Model TGARCH(1,1) dengan dua *threshold* yang dihasilkan sudah tidak terdapat sifat heteroskedastisitas pada sisaan dan layak digunakan.

Kata kunci: efek asimetris, heteroskedastisitas, data *return*, TGARCH, *threshold*, *time series*.

**MODELING THE RETURN JCI IN PERIODE SEPTEMBER
15TH 1998 - SEPTEMBER 13TH 2013 BY USING THRESHOLD
GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL
HETEROSKEDASTICITY (TGARCH(1,1)) WITH TWO
THRESHOLD**

ABSTRACT

Time series data are observational data which are collected in chronological time also in a given period. One of the model time series data is ARIMA model which is one of model time series data by assuming a constant volatility, but there are many cases of economic and financial data which have inconstant volatility. This case impacts to residual heteroskedasticity problems. Beside heteroskedasticity, one of the problems which are contained to residual is asymmetrical effect or leverage effect. Those problems could not be solved with ARIMA model. Therefore, there is model which is developed, that is TGARCH models. This research aims to perform the model of time series data which has inconstant volatility and leverage effect which uses TGARCH model (Threshold Generalized Autoregressive Conditional heteroskedasticity) with two threshold values on Composite Stock Price Index data for the period September 15th 1998 - September 13th 2013. In beginning, the model which has been generated is TGARCH (1,2) with two thresholds, but on this model it was known that there is one parameter which did not qualify, so these parameters must be reduced. Therefore, the model which is generated in this research is TGARCH(1,1) with two thresholds. TGARCH(1,1) model with two thresholds which is generated has not consisted of the nature heteroskedasticity to residual and acceptable again to be used.

Keywords: asymmetric effects, heteroskedasticity, the data return, TGARCH , threshold, time series.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Pemodelan Return IHSG Periode 15 September 1998 – 13 September 2013 Menggunakan Threshold Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (TGARCH(1,1)) dengan Dua Threshold* dengan baik dan lancar. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan bagi penulis.

Skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik tanpa bantuan, bimbingan serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Heni Kusdarwati, MS selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Dr. Rahma Fitriani, S.Si, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan pengarahan dan masukan dengan sabar kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Eni Sumarminingsih, S.Si., M.M. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan pengarahan dan masukan dengan sabar kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Abdul Rouf Alghofari, M.Sc selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya.
4. Ibu Bapak Dosen Statistika atas ilmu yang telah diberikan selama kuliah serta segenap staf dan karyawan TU Jurusan Matematika atas segala bantuannya.
5. Ibu, Bapak, adik-adikku (Putri dan Lori) dan seluruh keluarga tercinta untuk kasih sayang, semangat, dukungan serta doa yang selalu diberikan.
6. Semua sahabat terbaikku Niar, Bayu, Adik Ranti, Simon, Anggun, Delbra, Dian Norras, Satria, Jul, Dimas, Mbak Dewi, Hasby, Lia, Gilang, Ema, Lintang, Marta, Ira, Wida, Funky, Intan, dan teman-teman Statistika 2009, 2010, 2008 atas doa, semangat, dan bantuannya selama ini.
7. Saudara-saudara Kertoasri 126 B atas doa, semangat, kebersamaan, dan bantuannya selama ini.
8. Keluarga besar Studio Statistika dan HIMAMASTER atas pelajaran-pelajaran yang tidak sengaja telah diberikan yang tidak didapatkan di bangku kuliah.

9. Semua pihak yang telah membantu penulisan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Semoga Allah SWT memberikan anugerah dan barokah-Nya kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan mengingat keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi tersusunnya penulisan yang lebih baik. Semoga penulisan Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Malang, 3 Desember 2013

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Data Time Series	5
2.2. Data Return.....	5
2.3. Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF)	6
2.3.1. Autocorrelation Function (ACF)	6
2.3.2. Partial Autocorrelation Function (PACF)	6
2.4. Sample Autocorrelation Function (SACF) dan Sample Partial Autocorrelation Function (SPACF) .	7
2.4.1. Sample Autocorrelation Function (SACF)	7
2.4.2. Sample Partial Autocorrelation Function (SPACF)	8
2.5. Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)	8
2.5.1. Identifikasi Model ARIMA	9
2.5.2. Pendugaan Parameter Model ARIMA.....	9
2.6. Uji Kenormalan Data	11
2.7. Model Volatilitas	12
2.7.1. Volatilitas.....	12

2.7.2.	Model ARCH/GARCH	12
2.7.3.	Pengujian Efek ARCH/GARCH	13
2.7.4.	Pendugaan Parameter ARCH/GARCH	14
2.8.	Model Asimetris	15
2.8.1.	Pengaruh Asimetris	15
2.8.2.	Pemodelan TGARCH	17
2.8.3.	Pendugaan Parameter Model TGARCH.....	18
2.9.	Pengujian Signifikansi Parameter	19
2.10.	Pengujian Kelayakan Model	19
2.11.	Pemilihan Model Terbaik	20
2.12.	Diagnostik Model TGARCH	20
2.13.	Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG)	21
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1.	Data Penelitian	23
3.2.	Metode Analisis Data	23
3.3.	Diagram Alir.....	25
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1.	Plot Data	27
4.2.	Data <i>Return</i>	28
4.3.	Model ARIMA	28
4.3.1.	Identifikasi Model ARIMA.....	29
4.3.2.	Pendugaan Parameter Model ARIMA dan..... Pengujian Parameter.....	29
4.3.3.	Pemilihan Model ARIMA Terbaik.....	30
4.3.4.	Uji Kelayakan Model ARIMA	30
4.4.	Uji Kenormalan <i>Return</i>	31
4.5.	Model ARCH/GARCH	32
4.5.1.	Pengujian Efek ARCH/GARCH.....	32
4.5.2.	Pendugaan Parameter ARCH/GARCH dan Pengujian Parameter.....	33
4.5.3.	Pemilihan Model GARCH Terbaik.....	33
4.6.	Model Asimetris	34
4.6.1.	Pengujian Pengaruh Asimetris	34
4.6.2.	Pemodelan TGARCH	35
4.7.	Diagnostik Model TGARCH(1,1) dengan Dua <i>Threshold</i>	38

4.7.1. Kelayakan Model	39
4.7.2. Pengujian Efek ARCH/GARCH	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	41
5.1. Kesimpulan	41
5.2. Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	45



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Karakteristik ACF dan PACF pada Model ARIMA.....	9
Tabel 4.1 Pendugaan Parameter Model ARIMA	29
Tabel 4.2 Pemilihan Model Terbaik	30
Tabel 4.3 Hasil Uji <i>Lagrange-Multiplier</i> Engle.....	32
Tabel 4.4 Hasil Pendugaan Parameter Model GARCH	33
Tabel 4.5 Pemilihan Model GARCH Terbaik	34
Tabel 4.6 Pendugaan Parameter TGARCH(1,2) dengan Satu <i>Threshold</i>	36
Tabel 4.7 Pendugaan Parameter TGARCH(1,2) dengan Dua <i>Threshold</i>	37
Tabel 4.8 Pendugaan Parameter TGARCH(1,1) dengan Dua <i>Threshold</i>	38
Tabel 4.9 Hasil Uji <i>Lagrange-Multiplier</i> Engle TGARCH(1,1) dengan Dua <i>Threshold</i>	39



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Diagram Alir Pemodelan TGARCH	25
Gambar 3.2 Diagram Alir Pemodelan ARIMA	26
Gambar 4.1 Plot Data <i>Return</i> IHSG Periode 15 September 1998 – 13 September 2013	27
Gambar 4.2 Histogram Data <i>Return</i> IHSG Periode 15 September 1998 – 13 September 2013.....	31



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data IHSG Periode 15 September 1998 – 13 September 2013	45
Lampiran 2. Data <i>Return</i> IHSG Periode 15 September 1998 –13 September 2013.....	46
Lampiran 3. Plot SACF dan SPACF Data <i>Return</i>	47
Lampiran 4. Pendugaan Parameter Model ARIMA.....	48
Lampiran 5. Hasil Uji Kelayakan Model ARIMA.....	52
Lampiran 6. Hasil Uji <i>Lagrange-Multiplier Engle</i>	53
Lampiran 7. Plot SACF dan SPACF Kuadrat Sisaan.....	54
Lampiran 8. Pendugaan Parameter Model GARCH	55
Lampiran 9. <i>Sign Bias Test</i> (SBT), <i>The Negative Sign Bias Test</i> (NSBT), dan <i>The Positive Sign Bias Test</i> (PSBT) Serempak pada GARCH	59
Lampiran 10. <i>Sign Bias Test</i> (SBT) pada GARCH.....	60
Lampiran 11. <i>The Negative Sign Bias Test</i> (NSBT) pada GARCH.....	61
Lampiran 12. <i>The Positive Sign Bias Test</i> (PSBT) pada GARCH.....	62
Lampiran 13. Pendugaan Parameter TGARCH(1,2) dengan Satu <i>Threshold</i>	63
Lampiran 14. <i>Sign Bias Test</i> (SBT), <i>The Negative Sign Bias Test</i> (NSBT), dan <i>The Positive Sign Bias Test</i> (PSBT) Serempak pada TGARCH(1,2) Satu <i>Threshold</i>	64
Lampiran 15. <i>Sign Bias Test</i> (SBT) pada TGARCH(1,2) Satu <i>Threshold</i>	65
Lampiran 16. <i>The Negative Sign Bias Test</i> (NSBT) pada TGARCH(1,2) Satu <i>Threshold</i>	66
Lampiran 17. <i>The Positive Sign Bias Test</i> (PSBT) pada TGARCH(1,2) Satu <i>Threshold</i>	67
Lampiran 18. Pendugaan Parameter TGARCH(1,2) dengan Dua <i>Threshold</i>	68
Lampiran 19. Pendugaan Parameter TGARCH(1,1) dengan Dua <i>Threshold</i>	69

Lampiran 20. Pengujian <i>Lagrange-Multiplier Engle</i> TGARCH(1,1) dengan Dua <i>Threshold</i>	70
Lampiran 21. Pengujian Kelayakan Model	71

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Data *time series* merupakan data pengamatan yang dikumpulkan berdasarkan urutan waktu dalam suatu periode tertentu. Salah satu pemodelan data *time series* adalah model ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) yang merupakan salah satu pemodelan data *time series* dengan mengasumsikan volatilitas konstan. Penggunaan asumsi volatilitas yang konstan secara logika tidak konsisten dan secara statistik tidak efisien ketika deret tersebut bergerak berdasarkan waktu selama periode tertentu. Apalagi volatilitas data *time series* pada bidang ekonomi dan keuangan yang sensitif dengan perubahan-perubahan kebijakan ekonomi maupun non ekonomi.

Data *time series* dalam bidang ekonomi dan keuangan khususnya untuk data *return* memiliki sifat *leptokurtic* dan adanya *volatility clustering*. *Return* merupakan tingkat pengembalian atau laba atas investasi yang dilakukan. *Return* yang didefinisikan sebagai *log return* dapat digunakan untuk pendekatan fluktuasi harga (Surya dan Situngkir, 2003:4). *Leptokurtic* adalah suatu keadaan di mana distribusi probabilitas *return* bersifat *fat tails* dibandingkan dengan distribusi normal, sedangkan *volatility clustering* terjadi apabila volatilitas data yang relatif tinggi pada suatu waktu sehingga akan menyebabkan terjadinya kecenderungan yang sama dalam kurun waktu selanjutnya begitupun sebaliknya. Kedua sifat tersebut menyebabkan terjadinya permasalahan heteroskedastisitas (Rosadi, 2012:240). Oleh karena itu, model ARIMA tidak dapat mengatasi masalah tersebut sehingga dikembangkan suatu model, yaitu model ARCH/GARCH.

Model ARCH (*Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*) dikemukakan oleh Robert Engle pada tahun 1982, kemudian Bollerslev mengembangkan model ARCH menjadi model GARCH (*Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*) pada tahun 1986 (Rosadi, 2012:240). Varian model ARCH hanya tergantung dari sisaan periode lalu, sedangkan model GARCH tergantung dari sisaan periode lalu dan varian sisaan periode lalu. Model ARCH dan GARCH merupakan model simetris yang tidak

mempertimbangkan arah dari sisaan padahal banyak kasus data *time series* yang mempunyai pengaruh berbeda ketika arah sisaan berbeda.

Carbon dan Francq (2011:55) mengatakan bahwa terdapat pengaruh yang berbeda terhadap arah *return* yang berbeda. Efek arah *return* tersebut dinamakan dengan efek *leverage* (*leverage effect*). *Leverage effect* merupakan efek asimetris yang menggambarkan perubahan *return* terhadap volatilitas (Hariadi dan Surya, 2005:2). Perubahan arah *return* berkorelasi negatif dengan volatilitas karena efek *return* negatif pada periode lalu dapat meningkatkan volatilitas lebih besar pada periode sekarang dibandingkan efek *return* positif. Dengan kata lain dapat dikatakan bahwa *bad news* memberikan pengaruh lebih besar terhadap volatilitas dibandingkan dengan *good news*. Oleh karena itu, model ARCH/GARCH dikembangkan menjadi model TGARCH (*Threshold Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*) yang telah mempertimbangkan adanya *leverage effect* pada suatu data.

Safitri (2011) telah meneliti volatilitas Indeks Harga Saham Gabungan atau IHSG menggunakan model GARCH (1,2) dan TGARCH (1,2) dengan satu jumlah *threshold*. Pada penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa model TGARCH (1,2) lebih baik dibandingkan dengan model GARCH (1,2) karena pada data yang digunakan dalam penelitian tersebut terdapat efek asimetris. Penelitian tersebut hanya menggunakan satu *threshold* karena setelah dilakukan diagnostik sudah tidak terdapat efek asimetris pada sisaan. Penelitian Safitri (2011) dijadikan acuan untuk penelitian ini, yaitu pemodelan TGARCH untuk data IHSG yang masih terdapat efek asimetris setelah dilakukan diagnostik sehingga harus menambah jumlah *threshold* untuk mengatasi efek asimetris tersebut. Data yang digunakan pada penelitian Safitri (2011) adalah data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) periode 4 Januari 2000 sampai dengan 30 Desember 2009, sedangkan pada penelitian ini menggunakan data Indeks Harga Saham Gabungan pada periode 15 September 1998 sampai dengan 13 September 2013.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang diteliti adalah bagaimana pemodelan data *time series* dengan mempertimbangkan volatilitas yang tidak konstan

dan *leverage effect* dengan dua nilai *threshold* pada data Indeks Harga Saham Gabungan pada periode 15 September 1998 sampai dengan 13 September 2013.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah melakukan pemodelan data *time series* yang mempunyai volatilitas tidak konstan dan *leverage effect* menggunakan model TGARCH (*Threshold Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*) dengan dua nilai *threshold* pada data Indeks Harga Saham Gabungan pada periode 15 September 1998 sampai dengan 13 September 2013.

1.4. Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah dapat memberikan informasi dan gambaran mengenai pengembangan pemodelan statistika pada data *time series* dengan TGARCH (*Threshold Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*) dari satu nilai *threshold* ke dua nilai *threshold* pada data Indeks Harga Saham Gabungan pada periode 15 September 1998 sampai dengan 13 September 2013.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Data Time Series

Data *time series* merupakan data pengamatan yang dikumpulkan berdasarkan urutan waktu dalam suatu periode tertentu. Wei (2006:1) mengatakan bahwa data *time series* merupakan sekumpulan data berdasarkan urutan pengamatan dalam beberapa interval waktu yang sama. Menurut Box dan Jenkins (1976:23), data *time series* adalah sekumpulan data pengamatan berdasarkan urutan waktu.

2.2. Data Return

Fluktuasi harga merupakan salah satu pusat perhatian dalam penelitian data keuangan karena dapat menggambarkan perubahan harga yang disebabkan oleh mekanisme pasar. Pendekatan fluktuasi harga dapat menggunakan *return* yang didefinisikan sebagai log *return* (Surya dan Situngkir, 2003:4). *Return* merupakan tingkat pengembalian atau laba atas investasi yang dilakukan.

Data *return* digunakan karena beberapa alasan, yaitu data *return* memuat ringkasan informasi yang lengkap dari suatu aset investasi bagi sebagian besar investor dan lebih mudah ditangani dibandingkan dengan data aset jika ditinjau dari segi statistika (Tsay, 2002:2). Data *return* juga dapat digunakan untuk melihat peningkatan dan penurunan indeks harga saham secara lebih jelas (Surya dan Hariadi, 2003:3).

Menurut Tsay (2002:2) *simple return* untuk satu periode dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} R_t &= \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 \\ &= \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}, \end{aligned} \quad (2.1)$$

di mana:

R_t : return saham periode ke- t ,

P_t : harga saham periode ke- t ,

P_{t-1} : harga saham periode ke- $t-1$.

Data yang biasa digunakan untuk penelitian adalah berupa data log *return* yang dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} r_t &= \ln(1 + R_t) \\ &= \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} \\ &= \ln(P_t) - \ln(P_{t-1}) \end{aligned} \quad (2.2)$$

(Tsay, 2002:4).

2.3. *Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF)*

Fungsi autokorelasi dan fungsi autokorelasi parsial merupakan hal utama yang dibutuhkan dalam identifikasi model data *time series*. Plot fungsi autokorelasi dan autokorelasi parsial dapat digunakan dalam pengujian stasioneritas data *time series*.

2.3.1. *Autocorrelation Function (ACF)*

Autokorelasi menunjukkan keeratan hubungan nilai-nilai pada variabel yang diamati. Box dan Jenkins (1976:27) menyatakan bahwa koefisien autokorelasi merupakan hubungan antara nilai-nilai variabel yang sama pada periode yang berbeda. Menurut Wei (2006:10) *autocorrelation function (ACF)* merupakan hubungan antara r_t dan r_{t+k} yang dipisahkan oleh k *time lag* sehingga dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\rho_k = \frac{Cov(r_t, r_{t+k})}{\sqrt{Var(r_t)}\sqrt{Var(r_{t+k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}, \quad (2.3)$$

di mana $Var(r_t) = Var(r_{t+k}) = \gamma_0$ dan γ_k merupakan fungsi autokovarian dari r_t dan r_{t+k} .

2.3.2. *Partial Autocorrelation Function (PACF)*

Partial Autocorrelation Function (PACF) digunakan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan antara pasangan data r_t dan r_{t+k} setelah dependensi linear dalam variabel $r_{t+1}, r_{t+2}, \dots$, dan r_{t+k-1} telah dihilangkan (Wei, 2006:11).

Fungsi autokorelasi parsial (PACF) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$P_k = \frac{Cov[(r_t - \hat{r}_t), (r_{t+k} - \hat{r}_{t+k})]}{\sqrt{Var(r_t - \hat{r}_t)}\sqrt{Var(r_{t+k} - \hat{r}_{t+k})}}. \quad (2.4)$$

Persamaan (2.4) juga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\phi_{kk} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \dots & \rho_{k-2} & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \dots & \rho_{k-3} & \rho_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \dots & \rho_1 & \rho_k \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \dots & \rho_{k-2} & \rho_{k-1} \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \dots & \rho_{k-3} & \rho_{k-2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \dots & \rho_1 & 1 \end{vmatrix}}. \quad (2.5)$$

2.4. Sample Autocorrelation Function (SACF) dan Sample Partial Autocorrelation Function (SPACF)

Nilai-nilai eksak ACF dan PACF tidak dapat diketahui secara pasti, tetapi hanya dapat diduga. Pendugaan nilai-nilai tersebut dilakukan dengan menggunakan rata-rata waktu (Wei, 2006:17).

2.4.1. Sample Autocorrelation Function (SACF)

Menurut Cryer dan Chan (2008:109) koefisien fungsi autokorelasi (ρ_k) dapat diduga dengan:

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (r_t - \bar{r})(r_{t-k} - \bar{r})}{\sum_{t=1}^n (r_t - \bar{r})^2}. \quad (2.6)$$

Pendugaan koefisien autokorelasi ($\hat{\rho}_k$) dilakukan secara teoritis sehingga memungkinkan nilai $\hat{\rho}_k$ tidak sama persis dengan nilai ρ_k karena adanya *error sampling*. Sama halnya dengan nilai koefisien korelasi, pendugaan nilai koefisien autokorelasi ($\hat{\rho}_k$) mendekati 1 mempunyai arti bahwa terdapat hubungan yang kuat, sedangkan pendugaan nilai koefisien autokorelasi ($\hat{\rho}_k$) mendekati 0 mempunyai arti bahwa terdapat hubungan yang lemah.

2.4.2. Sample Partial Autocorrelation Function (SPACF)

Menurut Cryer dan Chan (2008:115) koefisien fungsi autokorelasi parsial dapat diduga dengan:

$$\phi_{kk} = \frac{\rho_k - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \rho_j}, \quad (2.7)$$

di mana

$\phi_{kj} = \phi_{k-1,j} - \phi_{kk} \phi_{k-1,k-j}$ untuk $j = 1, 2, \dots, k-1$,

ϕ_{kk} : koefisien autokorelasi parsial pada lag k ,

ρ_k : koefisien autokorelasi pada lag k yang diduga dengan $\hat{\rho}_k$,

ρ_j : koefisien autokorelasi pada lag j yang diduga dengan $\hat{\rho}_j$,

ρ_{k-j} : koefisien autokorelasi pada lag $k-j$ yang diduga dengan $\hat{\rho}_{k-j}$.

2.5. Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Model ARIMA dikembangkan oleh Box dan Jenkins dengan teknik-teknik korelasi. Model ARIMA merupakan salah satu pemodelan data *time series* yang tidak stasioner. Model ARIMA merupakan penggabungan proses AR (*Autoregressive*), proses MA (*Moving Average*), dan proses *differencing* pada data yang digunakan untuk menstasionerkan model. Menurut Cryer dan Chan (2008:92) model ARIMA (p, d, q) secara umum dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} W_t &= \nabla^d r_t \\ &= \phi_1 W_{t-1} + \dots + \phi_p W_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots \\ &\quad - \theta_q a_{t-q}, \end{aligned} \quad (2.8)$$

keterangan:

ϕ : parameter *autoregressive*,

θ : parameter *moving average*,

p : derajat *autoregressive*,

d : derajat *pembedaan (differencing)*,

q : derajat *moving average*,

a_t : galat acak (*white noise*).

2.5.1. Identifikasi Model ARIMA

Identifikasi model merupakan salah satu tahapan yang dilakukan dalam pemodelan data *time series* yang bertujuan untuk mengidentifikasi kemungkinan model yang representatif untuk data yang bersangkutan. Identifikasi model dapat dilakukan dengan menggunakan plot ACF dan PACF dari data yang telah stasioner. Menurut Box dan Jenkins (1976:176) karakteristik ACF dan PACF pada model ARIMA dijelaskan pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1. Karakteristik ACF dan PACF pada Model ARIMA

Model	ACF	PACF
AR (p)	Turun secara eksponensial atau membentuk gelombang sinus	Cut off setelah lag ke- p
MA (q)	Cut off setelah lag ke- q	Turun secara eksponensial atau membentuk gelombang sinus
ARMA (p, q)	Turun secara eksponensial dari lag pertama	Turun secara eksponensial dari lag pertama

2.5.2. Pendugaan Parameter Model ARIMA

Pendugaan parameter model dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu metode momen, *least squares estimators*, dan *maximum likelihood estimators* (Cryer dan Chan, 2008:149). Metode momen hanya dapat digunakan untuk beberapa model saja sedangkan metode *least square estimators* lebih luas digunakan untuk model-model yang tidak dapat diduga dengan metode momen. Selain itu, terdapat metode *maximum likelihood estimators* yang dapat mengatasi pendugaan parameter yang tidak dapat dilakukan pendugaan dengan metode momen. Metode *maximum likelihood estimators* merupakan metode yang dapat mencakup seluruh informasi dari data yang digunakan dibandingkan dengan kedua metode sebelumnya. Selain itu, metode *maximum likelihood estimators* merupakan metode yang digunakan dalam berbagai

kondisi, tetapi harus mengetahui dengan spesifik fungsi kepadatan peluang dari proses.

Pendugaan parameter menggunakan metode *least square estimators* dengan bantuan paket program *Eviews*. Metode ini membentuk penduga yang meminimumkan jumlah kuadrat galat (Cryer and Chan, 2008:154). Misalnya, pendugaan parameter pada model AR (1) berikut:

$$r_t - \mu = \phi(r_{t-1} - \mu) + \varepsilon_t, \quad (2.9)$$

di mana:

- r_t : data pada waktu ke t ,
- μ : rata – rata,
- ϕ : parameter model AR,
- r_{t-1} : data pada waktu ke $t-1$,
- ε_t : galat pada waktu ke t .

Galat pada waktu ke- t adalah

$$\varepsilon_t = (r_t - \mu) - \phi(r_{t-1} - \mu). \quad (2.10)$$

Jumlah kuadrat galat persamaan (2.10) adalah

$$S_c(\phi, \mu) = \sum_{t=2}^n [(r_t - \mu) - \phi(r_{t-1} - \mu)]^2. \quad (2.11)$$

Persamaan (2.11) merupakan jumlah kuadrat galat untuk model AR(1), sedangkan persamaan secara umum jumlah kuadrat galat model AR(p) dinyatakan sebagai berikut:

$$S_c(\phi, \mu) = \sum_{t=p+1}^n [(r_t - \mu) - \phi_1(r_{t-1} - \mu) - \dots - \phi_p(r_{t-p} - \mu)]^2. \quad (2.12)$$

Langkah selanjutnya adalah meminimumkan persamaan jumlah kuadrat galat yang telah dihasilkan. Misalnya, jumlah kuadrat galat untuk AR(2) adalah sebagai berikut:

$$S_c(\phi, \mu) = \sum_{t=p+1}^n [(r_t - \mu) - \phi_1(r_{t-1} - \mu) - \phi_2(r_{t-2} - \mu)]^2, \quad (2.13)$$

sehingga didapatkan penduga bagi AR(2) adalah:

$$\hat{\phi}_1 = \frac{\hat{\rho}_1(1 - \hat{\rho}_2)}{1 - \hat{\rho}_1^2}, \quad (2.14)$$

$$\hat{\phi}_2 = \frac{(\hat{\rho}_2 - \hat{\rho}_1^2)}{1 - \hat{\rho}_1^2}, \quad (2.15)$$

di mana:

$\hat{\phi}_1, \hat{\phi}_2$: parameter model AR,

$\hat{\rho}_1$: penduga koefisien autokorelasi pada lag ke-1,

$\hat{\rho}_2$: penduga koefisien autokorelasi pada lag ke-2.

2.6. Uji Kenormalan Return

Data dapat dikatakan berdistribusi normal jika tidak menceng (*non-skewed*) atau simetris sehingga *skewness* dari data bernilai 0, ekor yang relatif tidak tebal, bersifat unimodal dengan kurtosis bernilai 3 (Rosadi, 2012:30). Hipotesis yang digunakan untuk uji kenormalan data adalah sebagai berikut:

H_0 : Data berasal dari distribusi normal,

H_1 : Data tidak berasal dari distribusi normal.

Salah satu uji yang sering digunakan untuk menguji kecocokan data dengan distribusi normal adalah uji Jarque Bera. Menurut Rosadi (2012:35) statistik uji Jarque Bera dapat dituliskan sebagai berikut:

$$JB = \frac{n}{6} \left(S^2 + \frac{(K - 3)^2}{4} \right), \quad (2.16)$$

dengan n adalah banyaknya observasi, S dan K adalah estimasi dari *skewness* dan kurtosis yang didefinisikan sebagai berikut:

$$S = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^3}{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2 \right)^{3/2}}, \quad (2.17)$$

$$K = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^4}{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2 \right)^2}, \quad (2.18)$$

di mana:

n : banyaknya observasi,

r_i : nilai dari pengamatan ke- i ,

$\bar{r}$: rata-rata sampel dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\bar{r} = \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{n}.$$

Pengambilan keputusan untuk pengujian kenormalan adalah membandingkan nilai statistik uji JB dengan nilai χ^2_2 , jika nilai $JB > \chi^2_2$

maka H_0 ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa data tidak berasal dari distribusi normal.

2.7. Model Volatilitas

Salah satu sifat data *time series* adalah terdapat volatilitas. Pemodelan data *time series* yang tepat untuk kasus volatilitas adalah model ARCH dan GARCH serta perluasan dari ARCH/GARCH.

2.7.1. Volatilitas

Volatilitas merupakan suatu nilai ketidakpastian data deret waktu keuangan atau risiko yang mungkin diterima investor dalam perdagangan bursa (Surya dan Situngkir, 2003:5). Menurut Surya dan Hariadi (2003:6) volatilitas merupakan besaran yang digunakan untuk mengukur terjadinya perubahan pada data *return* yang akan berpengaruh langsung pada perubahan harga saham. Baik volatilitas tinggi maupun rendah akan memberikan pengaruh terhadap harga saham. Volatilitas tinggi menguntungkan investor yang melakukan strategi *trading*, sedangkan volatilitas rendah menguntungkan investor jangka panjang.

2.7.2. Model ARCH/GARCH

ARCH merupakan salah satu pemodelan data *time series* yang dapat mengatasi heteroskedastisitas. Pemodelan ini telah diperkenalkan oleh Engle pada tahun 1982. Enders (2004:114) menyatakan bahwa proses ARCH(m) adalah suatu proses dengan kondisional varian tidak konstan di mana strategi pemodelan kondisional varian menggunakan proses AR(q) dengan estimasi kuadrat sisaan. Model ARCH(m) dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} a_t &= \sigma_t \varepsilon_t \\ \sigma_t^2 &= \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \dots + \alpha_m a_{t-m}^2, \end{aligned} \quad (2.19)$$

di mana ε_t merupakan variabel random yang independen dan identik dengan mean nol dan varian 1, $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0$, untuk $i > 0$, a_t merupakan *mean-corrected return*, dan σ_t^2 merupakan kondisional varian (Tsay, 2002:83). Tsay (2002:86) menyatakan beberapa kelemahan model ARCH yaitu sebagai berikut:

- Model ARCH mengasumsikan bahwa *error* positif dan *error* negatif memiliki pengaruh yang sama terhadap volatilitas.
- Model ARCH dengan orde lebih tinggi akan mempunyai batasan yang rumit.
- Model ARCH hanya menyediakan cara mekanis untuk menjelaskan perilaku varian bersyarat.
- Model ARCH merespon secara lambat perubahan yang besar terhadap *return*.

Dalam perkembangan analisis data *time series*, model ARCH dikembangkan menjadi model GARCH yang diperkenalkan oleh Bollerslev pada tahun 1986. Menurut Enders (2004:118) model GARCH dikembangkan untuk menghindari orde yang terlalu tinggi pada model ARCH berdasarkan prinsip parsimoni atau pemilihan model yang lebih sederhana sehingga akan menjamin variansi yang selalu positif. Model GARCH diasumsikan mengikuti model ARMA. Orde GARCH (m, s) dapat ditentukan dari nilai ACF kuadrat kuadrat sisaan ($\hat{a}_t^2$) (Enders, 2004:118).

Model GARCH(m, s) dapat dituliskan dalam persamaan (2.20) sebagai berikut:

$$a_t = \sigma_t \varepsilon_t, \quad (2.20)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i a_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j \sigma_{t-j}^2,$$

di mana ε_t merupakan rangkaian variabel random yang independen dan identik dengan mean nol dan varian 1, $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0$, $\beta_j \geq 0$ untuk $i > 0$ dan $\sum_{i=1}^s \alpha_i + \sum_{j=1}^m \beta_j < 1$.

2.7.3. Pengujian Efek ARCH/GARCH

Pengujian efek ARCH/GARCH dengan uji *Lagrange-Multiplier* Engle. Pengujian tersebut bertujuan untuk mengetahui adanya unsur heteroskedastisitas. Menurut Enders (2004:148) langkah-langkah pengujian *Lagrange-Multiplier* Engle adalah sebagai berikut:

- Menghitung sisaan model ARIMA.
- Meregresikan kuadrat sisaan ke- t ($\hat{a}_t^2$) terhadap konstan dan nilai *lag* ke- k , $a_{t-1}^2, a_{t-2}^2, \dots, a_{t-k}^2$ sehingga membentuk persamaan regresi sebagai berikut:

$$a_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \dots + \alpha_k a_{t-k}^2, \quad (2.21)$$

nilai k menunjukkan *lag* maksimum.

3. Menguji hipotesis berikut:

$H_0: \alpha_1 = \dots = \alpha_k = 0$ (tidak terdapat unsur ARCH/GARCH),

H_1 : minimal ada satu $\alpha_k \neq 0$ (terdapat unsur ARCH/GARCH).

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$LM = T \times R^2, \quad (2.22)$$

di mana T merupakan jumlah observasi dan R^2 merupakan koefisien determinasi yang didapatkan dari hasil regresi pada langkah kedua. Pengambilan keputusan dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut: jika $TR^2 > \chi_{\alpha/2,k}^2$ maka H_0 ditolak sehingga terdapat unsur ARCH/GARCH dalam kuadrat sisaan model ARIMA dan jika $TR^2 < \chi_{\alpha/2,k}^2$ maka terima H_0 yang berarti kuadrat sisaan model ARIMA tidak mengandung unsur ARCH/GARCH.

2.7.4. Pendugaan Parameter ARCH/GARCH

Pendugaan parameter ARCH/GARCH dilakukan dengan menggunakan metode *maximum likelihood estimators*. Menurut Enders (2004:138) fungsi *likelihood* dari sisaan (a_t) yang mengikuti model $a_t = Z_t - bX_t$ dan $a_t \approx N(0, \sigma_a^2)$ dapat dituliskan sebagai berikut:

$$L_t = \left\{ \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_a^2}} \right\} \exp \left\{ \frac{-a_t^2}{2\sigma_a^2} \right\}. \quad (2.23)$$

Fungsi *likelihood* dengan T banyaknya observasi serta mempunyai varian sama diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$L = \prod_{t=1}^T \left\{ \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_a^2}} \right\} \exp \left\{ \frac{-a_t^2}{2\sigma_a^2} \right\}. \quad (2.24)$$

Fungsi *log likelihood* yang dibentuk berdasarkan persamaan (2.24) adalah sebagai berikut:

$$\ln(L) = l = -\frac{T}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \ln \sigma_t^2 - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{a_t^2}{\sigma_t^2}, \quad (2.25)$$

karena $\ln(2\pi)$ tidak termasuk parameter maka fungsi *log likelihood* dituliskan sebagai berikut:

$$\ln(L) = l = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \ln \sigma_t^2 - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{a_t^2}{\sigma_t^2}. \quad (2.26)$$

Misalnya, model ARCH(1) dengan persamaan $\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2$ maka dihasilkan fungsi log *likelihood* untuk sisaan sebagai berikut:

$$l = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (\ln \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{a_t^2}{(\alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2)}. \quad (2.27)$$

Parameter-parameter model diperoleh dengan cara mencari turunan parsial pertama terhadap setiap parameter dan disamadengkan nol. seperti berikut:

$$\begin{aligned} \frac{\partial l}{\partial \alpha_0} &= -\frac{1}{2} \left\{ \sum_{t=1}^T [\alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2]^{-1} \right\} + \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{a_t^2}{(\alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2)^2} = 0, \\ \frac{\partial l}{\partial \alpha_1} &= -\frac{1}{2} \left\{ \sum_{t=1}^T a_{t-1}^2 \left[\sum_{t=1}^T \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 \right]^{-1} \right\} + \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{a_{t-1}^2 a_t^2}{(\alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2)} = 0. \end{aligned}$$

Penyelesaian dilakukan dengan iterasi karena persamaan yang didapatkan tidak linear. Metode iterasi yang digunakan untuk menyelesaikan pendugaan parameter tersebut adalah metode Marquardt dengan bantuan paket program *Eviews*.

2.8. Model Asimetris

Pada dasarnya sisaan positif dan sisaan negatif model ARIMA memberikan pengaruh yang berbeda pada volatilitas. Pengaruh tersebut yang disebut dengan pengaruh asimetris. Pemodelan ARCH/GARCH tidak mempertimbangkan pengaruh asimetris sehingga dikembangkan pemodelan yang merupakan perluasan model ARCH/GARCH, yaitu model TGARCH.

2.8.1. Pengaruh Asimetris

Pengaruh simetris yaitu pengaruh yang memberikan dampak yang sama pada varian bersyarat σ_t^2 ketika terdapat sisaan positif maupun negatif. Pada dasarnya, sisaan positif dan sisaan negatif mempunyai pengaruh yang berbeda pada varian bersyarat σ_t^2 . Oleh karena itu, dikembangkan model dengan mempertimbangkan pengaruh sisaan positif dan sisaan negatif. Pengaruh tersebut dinamakan dengan pengaruh asimetris.

Pengaruh asimetris pada data *time series* dikenal juga dengan istilah *leverage effect*. Pengaruh tersebut merupakan salah satu pengaruh yang penting dalam analisis *time series*. *Leverage effect* merupakan kecenderungan pada volatilitas untuk turun ketika *return* naik dan sebaliknya, volatilitas akan naik ketika *return* turun (Enders, 2004:141). Harris dan Sollis (2003:233) mengatakan bahwa *leverage effect* merupakan salah satu karakteristik pergerakan harga saham di mana penurunan tak terduga cenderung meningkatkan volatilitas dibandingkan jika terjadi kenaikan tak terduga pada posisi yang sama atau dapat dikatakan bahwa *bad news* cenderung meningkatkan volatilitas dibandingkan dengan *good news*.

Engle dan Ng mengusulkan tiga tes yang dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh asimetris, yaitu *Sign Bias Test* (SBT), *the Negative Sign Bias Test* (NSBT), dan *the Positive Sign Bias Test* (PSBT) (Harris and Sollis, 2003:236). Ketiga tes tersebut masing-masing dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} v_t^2 &= a + bS_{t-1}^- + e_t, \\ v_t^2 &= a + bS_{t-1}^- a_{t-1} + e_t, \\ v_t^2 &= a + bS_{t-1}^+ a_{t-1} + e_t. \end{aligned} \quad (2.28)$$

Ketiga tes tersebut juga dapat dilakukan secara bersama-sama menggunakan rumus berikut:

$$v_t^2 = a + b_1 S_{t-1}^- + b_2 S_{t-1}^- a_{t-1} + b_3 S_{t-1}^+ a_{t-1} + e_t, \quad (2.29)$$

$$v_t^2 = \frac{a_t^2}{\sigma_t^2}, \quad (2.30)$$

di mana:

a_t^2 : nilai duga sisaan,

S_{t-1}^- : variabel *dummy* dengan nilai 1 jika $a_{t-1} < 0$ dan nilai 0 jika $a_{t-1} \geq 0$,

S_{t-1}^+ : variabel *dummy* dengan nilai 0 jika $a_{t-1} < 0$ dan nilai 1 jika $a_{t-1} \geq 0$.

Semua tes tersebut digunakan untuk mengetahui nyata atau tidaknya nilai b pada setiap tes sehingga dapat dilakukan dengan cara meregresikan setiap persamaan tersebut dengan statistik uji t . Hipotesis yang digunakan untuk persamaan (2.28) adalah sebagai berikut:

$H_0 : b = 0$ (tidak terdapat pengaruh asimetris),

$H_1 : b \neq 0$ (terdapat pengaruh asimetris).

Hipotesis yang digunakan untuk persamaan (2.29) adalah sebagai berikut:

$H_0 : b_1 = b_2 = b_3 = 0$ (tidak terdapat pengaruh asimetris),

$H_1 : \text{terdapat salah satu dari nilai } b \text{ yang tidak sama dengan nol}$
(terdapat pengaruh asimetris).

Tes secara bersama-sama akan lebih meyakinkan dibandingkan dengan tes secara individu.

2.8.2. Pemodelan TGARCH

Pemodelan ARCH/GARCH belum dapat mencakup pengaruh asimetris dalam volatilitas sehingga dikembangkan suatu model yang dapat mencakup pengaruh asimetris pada volatilitas, yaitu *Threshold Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* yang dikenal dengan TGARCH. Hal tersebut dilakukan karena banyak bukti yang menyatakan bahwa pengaruh arah sisaan, yaitu positif dan negatif sangat mempengaruhi volatilitas. Pemodelan TGARCH dikembangkan oleh Glosten, Jagannathan, dan Runkle pada tahun 1993 untuk pemodelan varian, kemudian pada tahun 1994 Zakoian mengembangkan pemodelan TGARCH berdasarkan standar deviasi (Lutkepohl and Kratzig, 2004:203).

Menurut Enders (2004:141) model TGARCH (1,1) dengan 1 jumlah *threshold* adalah sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \lambda_1 S_{t-1}^- a_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2, \quad (2.31)$$

di mana $\alpha_0, \alpha_1, \lambda_1, \beta$ merupakan konstanta parameter model TGARCH(1,1) dengan satu *threshold*, dan S_{t-1}^- merupakan variabel *dummy* dengan nilai 1 ketika $a_{t-1} < 0$ dan 0 ketika $a_{t-1} \geq 0$, dengan $a_{t-1} = 0$ merupakan batas yang menandakan bahwa terdapat perbedaan antara efek sisaan negatif dan positif. Menurut Enders (2004:141) jika $a_{t-1} \geq 0$ maka akan memberikan efek sebesar $\alpha_1 a_{t-1}^2$ terhadap σ_t^2 dan jika $a_{t-1} < 0$ akan memberikan efek sebesar $(\alpha_1 + \lambda_1) a_{t-1}^2$. Sisaan negatif akan memberikan efek yang lebih besar dibandingkan sisaan positif jika nilai $\lambda_1 > 0$ dan jika nilai λ_1 berbeda dari nol, secara statistik maka data mengandung efek *threshold* (Enders, 2004:142).

Model TGARCH (1,1) dengan 2 jumlah *threshold* merupakan perluasan model (2.31) ditulis sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \lambda_1 S_{t-1}^- a_{t-1}^2 + \lambda_2 S_{t-1}^{2-} a_{t-2}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2, \quad (2.32)$$

di mana $\alpha_0, \alpha_1, \lambda_1, \lambda_2, \beta$ merupakan konstanta parameter model TGARCH(1,1) dengan dua *threshold*, dan S_{t-1}^- merupakan variabel *dummy* bernilai 1 ketika $a_{t-1} < 0$ dan bernilai 0 ketika $a_{t-1} \geq 0$, sedangkan S_{t-1}^{2-} merupakan variabel *dummy* bernilai 1 ketika $a_{t-2} < 0$ dan bernilai 0 ketika $a_{t-2} \geq 0$, dengan $a_{t-1} = 0$ merupakan batas yang menandakan bahwa terdapat perbedaan antara efek sisaan negatif dan positif.

2.8.3. Pendugaan Parameter Model TGARCH

Pendugaan parameter TGARCH dapat dilakukan dengan menggunakan *Maximum Likelihood Estimators* (MLE). Pendugaan parameter model TGARCH sama halnya dengan pendugaan parameter pada model ARCH/GARCH, yaitu menggunakan sisaan pada model ARIMA yang telah didapatkan, sehingga fungsi *likelihood* dapat dituliskan sebagai berikut:

$$L_t = \left\{ \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_t^2}} \right\} \exp \left\{ \frac{-a_t^2}{2\sigma_t^2} \right\}. \quad (2.33)$$

Fungsi *likelihood* dengan T banyaknya observasi serta mempunyai varian sama diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$L = \prod_{t=1}^T \left\{ \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_t^2}} \right\} \exp \left\{ \frac{-a_t^2}{2\sigma_t^2} \right\}. \quad (2.34)$$

Fungsi *log likelihood* yang dibentuk berdasarkan persamaan (2.34) adalah sebagai berikut:

$$\ln(L) = l = -\frac{T}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \ln \sigma_t^2 - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{a_t^2}{\sigma_t^2}, \quad (2.35)$$

karena $\ln(2\pi)$ tidak termasuk parameter maka fungsi *log likelihood* dituliskan sebagai berikut:

$$\ln(L) = l = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \ln \sigma_t^2 - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{a_t^2}{\sigma_t^2}. \quad (2.36)$$

Secara umum, model TGARCH dituliskan sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i a_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^n \lambda_k S_{t-1}^- a_{t-k}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j \sigma_{t-j}^2, \quad (2.37)$$

sehingga untuk mendapatkan parameter-parameter model, persamaan (2.37) disubstitusikan ke dalam persamaan (2.36) kemudian mencari turunan parsial pertama terhadap setiap parameter dan disamadengankan nol. Penyelesaian dilakukan dengan iterasi karena persamaan yang didapatkan tidak linear.

2.9. Pengujian Signifikansi Parameter

Pengujian signifikansi parameter digunakan untuk mengetahui apakah suatu parameter berpengaruh atau tidak terhadap suatu model yang terbentuk. Statistik uji yang digunakan dalam pengujian tersebut adalah statistik uji t . Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \theta_p = 0,$$

$$H_1 : \theta_p \neq 0.$$

Menurut Makridakis, dkk (1988:247), statistik uji t sesuai dengan persamaan berikut:

$$t_{(n-2)} = \frac{\theta_p - (\theta_p^*)}{se(\hat{\theta}_p)}, \quad (2.38)$$

di mana:

θ_p : nilai duga parameter,

θ_p^* : nilai hipotesis,

$$se(\hat{\theta}_p) : \sqrt{\frac{\sum e^2}{n-2}} \sqrt{\frac{1}{\sum (r_t - \bar{r}_t)^2}}.$$

Pengambilan keputusan dapat dilakukan dengan membandingkan nilai statistik uji t dengan titik kritis, apabila nilai statistik uji t lebih besar dari titik kritis maka dapat disimpulkan bahwa parameter berpengaruh terhadap model, begitu pun sebaliknya.

2.10. Pengujian Kelayakan Model

Model yang telah didapatkan harus dilakukan uji kelayakan model. Menurut Tsay (2002:39) model yang layak adalah model

yang mempunyai sisaan bersifat *white noise*. Pengujian tersebut dapat dilakukan dengan statistik uji Ljung-Box. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0,$$

$$H_1 : \text{paling tidak ada satu } \rho_k \neq 0.$$

Menurut Cyer and Chan (2008:184) statistik uji Ljung-Box sesuai dengan persamaan berikut:

$$Q = n(n+2) \left(\frac{\hat{r}_1^2}{n-1} + \frac{\hat{r}_2^2}{n-2} + \dots + \frac{\hat{r}_K^2}{n-K} \right), \quad (2.39)$$

di mana:

n : banyaknya observasi,

$\hat{r}_1^2, \hat{r}_2^2, \dots, \hat{r}_K^2$: koefisien autokorelasi sisaan pada *lag* K , dengan $K = 1, 2, \dots, K$,

K : *lag* maksimum.

Statistik uji Ljung-Box dibandingkan dengan titik kritis pada χ_{K-p-q}^2 dengan taraf nyata α untuk pengambilan keputusan, jika nilai $Q < \chi_{K-p-q}^2$ maka H_0 diterima sehingga model yang didapatkan layak untuk digunakan. Selain menggunakan uji Ljung-Box dapat juga dilakukan dengan melihat plot SACF dan SPACF dari sisaan, apabila semua nilai autokorelasi tidak signifikan atau berada di dalam batas $\pm \frac{2}{\sqrt{n}}$ maka dikatakan model layak untuk digunakan.

2.11. Pemilihan Model Terbaik

Kriteria yang paling sering digunakan untuk pemilihan model terbaik adalah *Akaike Information Criterion* yang sering disebut dengan AIC. AIC merupakan nilai yang dapat menggambarkan seberapa besar ketepatan model tersebut. Rumus AIC dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$AIC = -2 \times (\text{maksimum log likelihood}) + 2 \times s, \quad (2.40)$$

di mana s adalah jumlah parameter dalam model. Model yang terbaik adalah model yang mempunyai nilai AIC terkecil.

2.12. Diagnostik Model TGARCH

Diagnostik model berhubungan dengan pengujian *goodness of fit* dari model (Cyer and Chan, 2008:175). Pengujian ini dilakukan

untuk mengetahui ketepatan model dalam memodelkan data. Menurut Rosadi (2012:253) perlu dilakukan beberapa pengujian untuk diagnostik model yaitu sebagai berikut:

1. ARCH LM Test yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya efek ARCH/GARCH yang tersisa dalam sisaan hasil pendugaan model TGARCH.
2. Uji korelasi serial untuk sisaan yang distandarisasi dengan menggunakan statistik uji Ljung-Box.

2.13. Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG)

Indeks harga saham merupakan suatu informasi yang menggambarkan pergerakan harga saham (Indonesia Stock Exchange, 2010:2). Indek Harga Saham Gabungan (IHSG) diperkenalkan pertama pada tanggal 1 April 1983 sebagai indikator pergerakan harga saham di BEJ. IHSG dapat digunakan sebagai tolak ukur dalam mengetahui kecenderungan pasar dan perkembangan tingkat harga saham yang diperjualbelikan. Menurut Chabachib dan Witjaksono (2011:63), IHSG merupakan suatu indeks yang berisi seluruh catatan saham di Bursa Efek Indonesia sehingga indeks tersebut sering diperhatikan oleh para investor.

Dasar perhitungan IHSG adalah agregat nilai pasar di seluruh saham yang tercatat. Rumus perhitungan IHSG ditunjukkan pada persamaan (2.41).

$$IHSG = \frac{\sum \text{Nilai pasar}}{\sum \text{Nilai dasar}} \times 100, \quad (2.41)$$

di mana:

Nilai pasar : jumlah saham hari ini dikali harga pasar hari ini (kapitalisasi pasar),

Nilai dasar : jumlah saham pada hari dasar dikali harga pasar pada hari dasar.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), data IHSG periode 15 September 1998 – 13 September 2013 sebanyak 3637 pengamatan (sumber data: <http://finance.yahoo.com>).

3.2. Metode Analisis Data

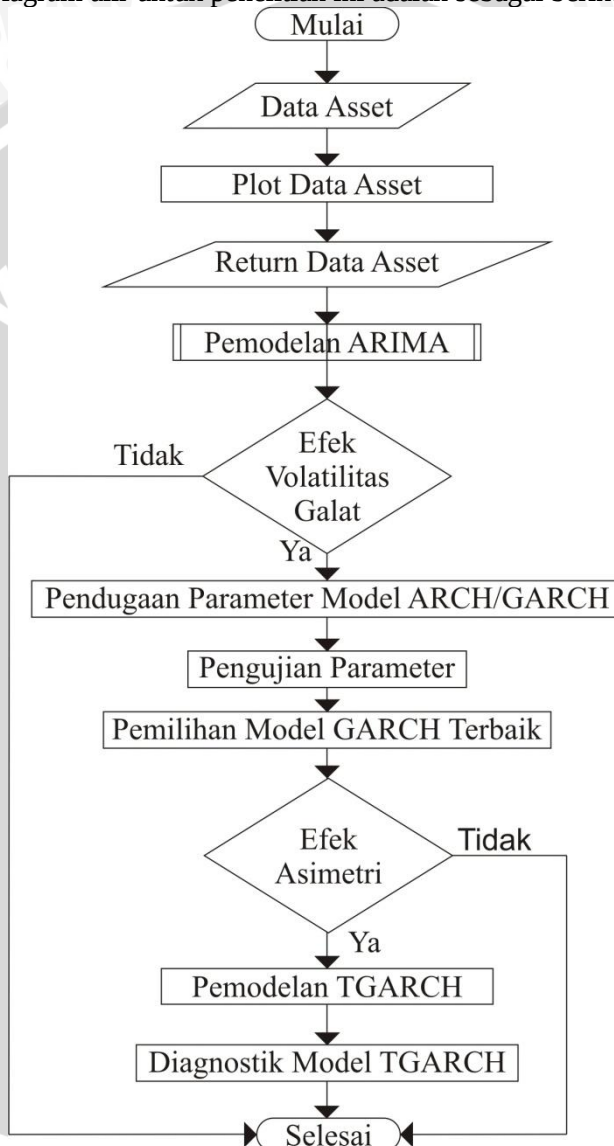
Pemodelan data *time series* dengan pemodelan TGARCH dapat dilihat pada Gambar 3.1 dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Membuat plot data asset.
2. Mentransformasikan data asset menjadi data *return* dengan menggunakan rumus (2.2).
3. Membentuk model ARIMA dapat dilihat pada Gambar 3.2 dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - a. Membuat plot SACF dan SPACF dengan menghitung nilai SACF dengan menggunakan persamaan (2.6) dan SPACF dengan persamaan (2.7).
 - b. Mengidentifikasi model ARIMA berdasarkan plot SACF dan SPACF.
 - c. Melakukan pendugaan parameter menggunakan metode *least square estimators*.
 - d. Melakukan pengujian parameter pada setiap model tentatif sesuai dengan persamaan (2.38).
 - e. Memilih model ARIMA terbaik dengan menggunakan kriteria AIC pada persamaan (2.39).
 - f. Melakukan uji kenormalan *return* dengan statistik uji Jarque Bera pada persamaan (2.16).
 - g. Melakukan pengujian kelayakan pada model terbaik yang terpilih dengan statistik uji Ljung-Box pada persamaan (2.40).
4. Melakukan pengujian efek ARCH dari sisaan model ARIMA terbaik dengan langkah-langkah sebagai berikut:

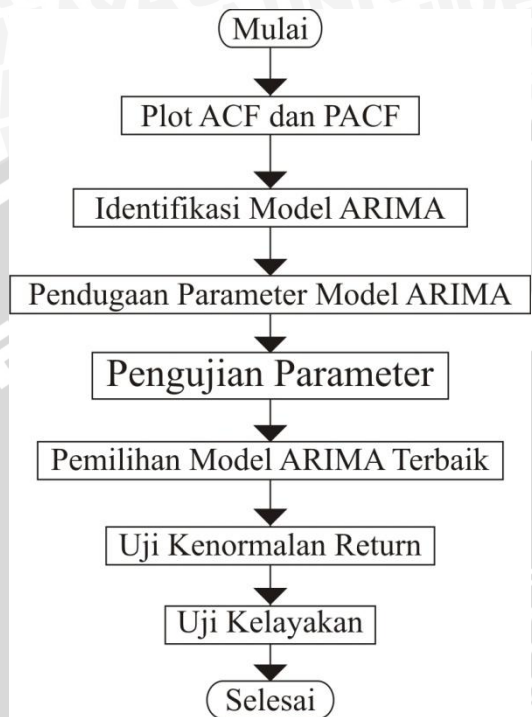
- a. Menghitung $\hat{a}_t^2$ di mana $\hat{a}_t$ adalah nilai duga sisaan model ARIMA terbaik.
- b. Menguji pengaruh ARCH/GARCH dengan menggunakan uji *Lagrange-Multiplier* Engle dengan menggunakan persamaan (2.22), jika terdapat pengaruh ARCH/ GARCH pada nilai duga sisaan ARIMA terbaik maka analisis dilanjutkan ke langkah 5, jika tidak maka model ARIMA yang terbaik itulah yang merupakan model yang layak digunakan.
5. Menduga parameter model GARCH (m,s) menggunakan metode *maximum likelihood estimators*.
6. Melakukan pengujian parameter pada setiap model.
7. Menentukan model GARCH terbaik dengan menggunakan AIC pada persamaan (2.39).
8. Menguji pengaruh asimetris secara individu dengan menggunakan uji SBT, NSBT, dan PSBT menggunakan rumus (2.28) serta uji secara bersama-sama menggunakan rumus (2.29) untuk mengetahui adanya pengaruh antara sisaan positif dan sisaan negatif pada volatilitas, jika terdapat pengaruh asimetris maka dilanjutkan ke langkah 9, jika tidak terdapat pengaruh asimetris maka model yang layak digunakan sesuai dengan langkah 7.
9. Membentuk model TGARCH dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - a. Mengisi jumlah *threshold* 1 pada model GARCH(1,2).
 - b. Melakukan pendugaan parameter model TGARCH dengan menggunakan metode *maximum likelihood estimators*.
 - c. Melakukan diagnostik model TGARCH yaitu memeriksa kembali efek asimetris secara individu dengan menggunakan uji SBT, NSBT, dan PSBT menggunakan rumus (2.28) serta uji secara bersama-sama menggunakan rumus (2.29), jika efek asimetris masih terlihat kembali dalam sisaan TGARCH maka kembali ke langkah 5a dengan menambah jumlah *threshold* menjadi 2.
10. Melakukan diagnostik model.
Langkah-langkah analisis yang dilakukan menggunakan bantuan *software Eviews versi 6*.

3.3. Diagram Alir

Diagram alir untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Pemodelan TGARCH



Gambar 3.2 Diagram Alir Pemodelan ARIMA

BAB IV

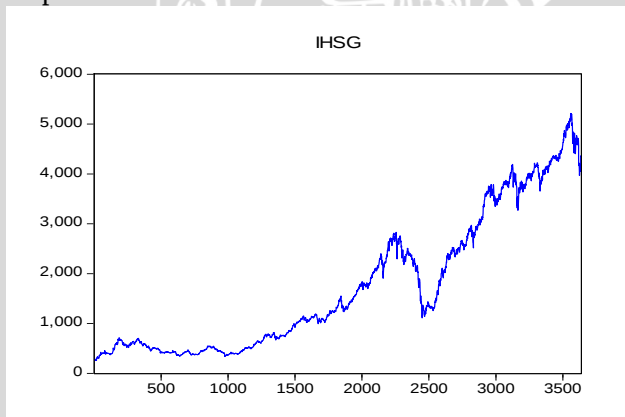
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas hasil serta pembahasan penelitian data IHSG periode 15 September 1998-13 September 2013 menggunakan pemodelan TGARCH(1,1) dengan dua *threshold*. Pemodelan tersebut digunakan untuk data yang mengandung heteroskedastisitas dan efek asimetris. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data yang telah ditransformasikan menjadi data *return*.

Sebelum mendapatkan model TGARCH(1,1) dengan dua *threshold* terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan. Tahap paling awal adalah membuat plot data *return*. Tahap selanjutnya adalah pemodelan ARIMA, pengujian kenormalan data, pengujian efek ARCH/GARCH, pemodelan ARCH/GARCH, pengujian efek asimetris, dan pemodelan TGARCH. Tahapan tidak berakhir pada pemodelan TGARCH saja, tetapi harus dilakukan diagnostik pada model yang telah didapatkan.

4.1. Plot Data

Langkah awal dalam pemodelan *time series* adalah membuat plot data. Hal tersebut dilakukan untuk melihat tren deterministik data. Gambar 4.1 merupakan plot data IHSG periode 15 September 1998-13 September 2013.



Gambar 4.1 Plot Data IHSG Periode 15 September 1998–13 September 2013

Pada Gambar 4.1 terlihat bahwa data IHSG Periode 15 September 1998-13 September 2013 cenderung memiliki tren naik, tetapi pada tahun 2008 sampai awal 2009 mengalami penurunan. Menurut *Outlook Ekonomi Indonesia Tahun 2009-2014 Edisi Januari 2009*, hal tersebut terjadi karena runtuhnya stabilitas ekonomi global (Bank Indonesia, 2013). Hal tersebut diperkuat oleh lampiran pidato kenegaraan tahun 2010 bab 5 (Bappenas, 2013). Pada tahun 2009 terlihat bahwa IHSG mengalami kenaikan kembali.

4.2. Data Return

Transformasi data aset menjadi data *return* merupakan salah satu cara untuk mengatasi data yang tidak stationer menjadi stationer. Data *return* juga dapat digunakan untuk melihat peningkatan dan penurunan indeks harga saham secara lebih jelas (Surya dan Hariadi, 2003:3).

Data *return* dapat dilihat pada Lampiran 2, pada Lampiran 2 tersebut terlihat bahwa periode 15/09/1998 sampai dengan periode 21/09/1998 terjadi penurunan harga saham kemudian pada periode 22/09/1998 sampai dengan periode 24/09/1998 terjadi kenaikan harga saham. Hal tersebut terlihat jika dalam satu periode terjadi penurunan volatilitas maka akan terjadi kecenderungan mengalami penurunan volatilitas untuk beberapa periode ke depan, begitu pun sebaliknya. Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat indikasi *volatility clustering*. *Volatility clustering* merupakan keadaan di mana volatilitas data yang relatif tinggi pada suatu waktu maka akan terjadi kecenderungan yang sama dalam kurun waktu selanjutnya begitu pun sebaliknya (Rosadi, 2012:240). Sifat *volatility clustering* merupakan salah satu indikasi bahwa suatu data mempunyai efek heteroskedastisitas.

4.3. Model ARIMA

Langkah selanjutnya untuk mendapatkan model TGARCH(1,1) dengan dua *threshold* adalah pemodelan ARIMA pada data *return*. Langkah awal yang dapat dilakukan adalah mengidentifikasi model ARIMA dengan menggunakan plot SACF dan SPACF, kemudian melakukan pendugaan parameter model ARIMA dengan menggunakan metode *least square estimators*.

4.3.1. Identifikasi Model ARIMA

Identifikasi model ARIMA dapat dilakukan dengan melihat plot SACF dan plot SPACF dari data *return*, selain itu dapat dilakukan juga dengan membandingkan nilai SACF dan SPACF. Dengan nilai $\pm 0,033163$ pada Lampiran 3 dapat diketahui bahwa hanya pada nilai autokorelasi pertama yang signifikan baik pada SACF maupun SPACF, sehingga dapat diidentifikasi model tentatif yang digunakan untuk data *return* IHSG tersebut adalah ARMA(2,1), ARMA(2,2), ARMA(1,1), dan ARMA(1,2).

4.3.2. Pendugaan Parameter Model ARIMA dan Pengujian Parameter

Setelah didapatkan model tentatif dari model ARIMA, langkah selanjutnya adalah melakukan pendugaan parameter. Pendugaan parameter model ARIMA menggunakan metode *least square estimators* dengan bantuan paket program *Eviews*. Pendugaan parameter model ditunjukkan pada Tabel 4.1 dan secara lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 4.1 Pendugaan Parameter Model ARIMA

Model	ϕ_1	ϕ_2	θ_1	θ_2	c
ARMA(2,1)	0,722472 (0,0036)	-0,084336 (0,0106)	-0,598304 (0,0161)	-	-
ARMA(2,1)	0,740372 (0,0013)	-0,089016 (0,0030)	-0,617984 (0,0071)	-	0,000778 (0,0068)
ARMA(2,2)	1,069227 (0,0000)	-0,487207 (0,0000)	-0,958596 (0,0000)	0,408159 (0,0000)	-
ARMA(2,2)	1,085958 (0,0000)	-0,495172 (0,0000)	-0,976916 (0,0000)	0,413852 (0,0000)	0,000774 (0,0056)
ARMA(1,1)	0,200687 (0,1201)	-	-0,076990 (0,5579)	-	-
ARMA(1,1)	0,189410 (0,1501)	-	-0,067466 (0,6139)	-	0,000747 (0,0133)
ARMA(1,2)	-0,224059 (0,6453)	-	0,347703 (0,4744)	0,058438 (0,3071)	-
ARMA(1,2)	-0,270156 (0,5858)	-	0,392113 (0,4284)	0,061905 (0,2769)	0,000745 (0,0130)

Pada Tabel 4.1 terlihat bahwa terdapat beberapa parameter model tidak signifikan yang ditandai dengan *p-value* (angka yang terdapat dalam tanda kurung) yang berwarna merah, sehingga model

yang mempunyai parameter tidak signifikan tersebut diabaikan untuk pemilihan model terbaik. Model-model yang akan dipilih menjadi model terbaik adalah ARMA(2,1) tanpa konstanta, ARMA(2,1) dengan konstanta, ARMA(2,2) tanpa konstanta, dan ARMA(2,2) dengan konstanta.

4.3.3. Pemilihan Model ARIMA Terbaik

Langkah selanjutnya adalah pemilihan model terbaik. Kriteria yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan AIC. Model dengan nilai AIC terkecil adalah model yang terpilih menjadi model terbaik. Perbandingan AIC dari setiap model dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan secara lebih lengkap dijelaskan pada Lampiran 4.

Tabel 4.2 Pemilihan Model Terbaik

Model	AIC
ARMA(2,1) tanpa konstanta	-5,458117
ARMA(2,1) dengan konstanta	-5,459561
ARMA(2,2) tanpa konstanta	-5,461216
ARMA(2,2) dengan konstanta	-5,462767

Pada Tabel 4.2 terlihat bahwa model ARMA(2,2) dengan konstanta yang ditandai dengan tulisan berwarna merah mempunyai nilai AIC terkecil dibandingkan dengan model-model lain, yaitu sebesar -5,462767. Oleh karena itu, model ARMA(2,2) dengan konstanta merupakan model ARIMA yang terbaik yang akan digunakan untuk analisis lebih lanjut dalam penelitian ini.

4.3.4. Uji Kelayakan Model ARIMA

Pengujian kelayakan model pada penelitian ini menggunakan uji Ljung-Box dengan hipotesis pengujian sebagai berikut:

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0,$$

$$H_1 : \text{paling tidak ada satu } \rho_k \neq 0.$$

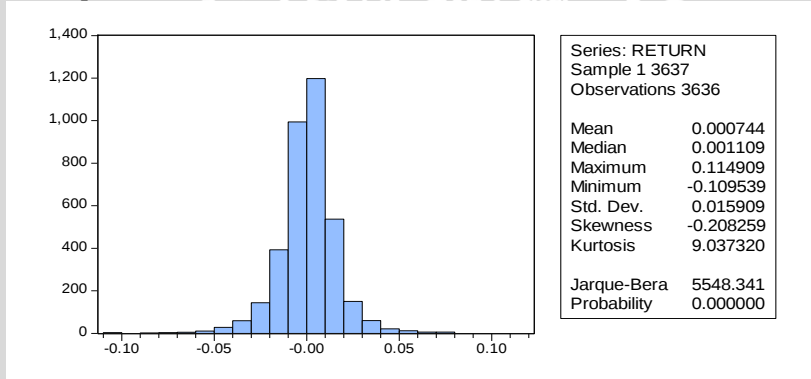
Selain menggunakan uji Ljung-Box dapat juga dilakukan dengan melihat plot SACF dan SPACF.

Hasil pengujian kelayakan model dapat dilihat pada Lampiran 5. Statistik uji Q dibandingkan dengan $\chi^2_{0,05;8} = 15,507$. Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa terdapat nilai Q lebih besar

dari $\chi^2_{0,05;8}$, sehingga dapat diambil keputusan untuk menolak H_0 . Selain itu, dapat juga dilihat dari plot SACF dan SPACF pada Lampiran 5, batas nilai autokorelasi dari plot tersebut bernilai $\pm 0,033163$, terdapat nilai autokorelasi yang melebihi batas yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa model yang dihasilkan tidak layak untuk digunakan. Oleh karena itu, pengujian dilanjutkan dengan menguji efek heteroskedastisitas dan asimetris pada sisaan sehingga didapatkan model yang layak untuk digunakan.

4.4. Uji Kenormalan Return

Uji kenormalan data digunakan untuk menguji apakah data mengikuti distribusi normal atau tidak. Terdapat beberapa hal yang dapat digunakan untuk menentukan hal tersebut, yaitu nilai *skewness*, *kurtosis*, statistik uji Jarque Bera, dan *p-value*. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4.2 Histogram Data Return IHSG Periode 15 September 1998 – 13 September 2013

Pada Gambar 4.2 ditunjukkan bahwa nilai *skewness* $\neq 0$, *kurtosis* $\neq 3$, dan ekor relatif tebal. Hal tersebut menunjukkan bahwa data tidak simetris atau tidak berasal dari distribusi normal. Selain itu, nilai statistik uji Jarque Bera adalah 5548,341 lebih besar dari $\chi^2_2 = 5,991$, maka dapat disimpulkan bahwa data tidak berasal dari distribusi normal.

4.5. Model ARCH/GARCH

Pada pembahasan plot data *return* dan kenormalan data terdapat beberapa indikasi bahwa data bersifat heteroskedastisitas. Salah satu model yang dapat mengatasi heteroskedastisitas adalah model ARCH/GARCH.

4.5.1. Pengujian Efek ARCH/GARCH

Pengujian efek ARCH/GARCH dalam penelitian ini menggunakan uji *Lagrange-Multiplier* Engle. Hipotesis yang diuji adalah sebagai berikut:

$H_0: \alpha_1 = \dots = \alpha_k$ (tidak terdapat unsur ARCH/GARCH),

H_1 : minimal ada satu $\alpha_k \neq 0$ (terdapat unsur ARCH/GARCH).

Hasil pengujian ditunjukkan dalam Tabel 4.3 dan hasil lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 6.

Tabel 4.3 Hasil Uji *Lagrange-Multiplier* Engle

Kriteria Uji	Nilai
LM	319,5171
<i>Prob. Chi – Square</i> ₍₁₂₎	0,0000

Dari Tabel 4.3 terlihat bahwa dari semua kriteria uji menunjukkan hasil yang signifikan. Nilai $F_{(12,3609)} = 29,09773$ jika dibandingkan dengan $F_{0,05(12,3609)}$ yang bernilai $< 1,75$ maka diputuskan tolak H_0 karena $F_{(12,3609)} > F_{0,05(12,3609)}$. Kriteria uji yang lain adalah statistik uji LM yang akan dibandingkan dengan $\chi^2_{0,05,12} = 21,026$, nilai statistik uji LM $> \chi^2_{0,05,12}$ maka didapatkan keputusan yang sama, yaitu tolak H_0 . *P-value* yang tercantum juga menunjukkan hasil yang sama, yaitu tolak H_0 karena *p-value* $< 0,05$. Pada Lampiran 6 ditunjukkan hasil yang sama, yaitu terdapat beberapa α yang signifikan. Dari semua kriteria uji yang telah dibahas dapat disimpulkan bahwa terdapat efek heteroskedastisitas pada sisaan.

Selain itu, pengujian efek ARCH/GARCH dapat dilakukan secara grafis dengan menggunakan plot SACF dan SPACF dari kuadrat sisaan yang dapat dilihat pada Lampiran 7. Plot SACF dan SPACF kuadrat sisaan terlihat masih terdapat banyak nilai autokorelasi yang signifikan sehingga dapat dikatakan bahwa pada sisaan masih terdapat efek heteroskedastisitas. Walaupun terdapat

banyak nilai autokorelasi yang signifikan, akan tetapi pada penelitian ini hanya dibatasi maksimal menggunakan model GARCH(2,2).

4.5.2. Pendugaan Parameter ARCH/GARCH dan Pengujian Parameter

Setelah diketahui bahwa terdapat efek heteroskedastisitas pada sisaan maka dapat dilanjutkan dengan pemodelan ARCH/GARCH. Pada penelitian ini hanya dilakukan pendugaan parameter pada model GARCH(1,1), GARCH(1,2), GARCH(2,1), dan GARCH(2,2). Hasil pendugaan seperti terlihat pada Tabel 4.4 dan secara lebih lengkap diberikan pada Lampiran 8.

Tabel 4.4 Hasil Pendugaan Parameter Model GARCH

Model	α_0	α_1	α_2	β_1	β_2
GARCH(1,1)	8,38E-06 (0,0000)	0,144484 (0,0000)	-	0,828179 (0,0000)	-
GARCH(1,2)	9,90E-06 (0,0000)	0,175370 (0,0000)	-	0,546183 (0,0000)	0,246268 (0,0026)
GARCH(2,1)	7,06E-06 (0,0000)	0,202158 (0,0000)	-0,079541 (0,0001)	0,854379 (0,0000)	-
GARCH(2,2)	1,53E-06 (0,0015)	0,208672 (0,0000)	-0,177356 (0,0000)	-1,463241 (0,0000)	0,499662 (0,0000)

Pada Tabel 4.4 terlihat bahwa semua parameter dari setiap model adalah signifikan dengan ditandai *p-value* (nilai yang terdapat dalam tanda kurung) $< 0,05$, akan tetapi terdapat parameter dari dua model, yaitu model GARCH(2,1) dan GARCH(2,2) yang tidak memenuhi syarat dengan ditandai nilai parameter yang berwarna merah. Parameter dari model GARCH harus lebih dari nol, sedangkan pada model GARCH (2,1) dan GARCH(2,2) kurang dari nol sehingga model tersebut tidak layak untuk digunakan. Oleh karena itu, hanya dua model saja yang akan dipilih menjadi model terbaik, yaitu GARCH(1,1) dan GARCH(1,2).

4.5.3. Pemilihan Model GARCH Terbaik

Langkah selanjutnya adalah memilih model GARCH terbaik dari dua model yang terpilih, yaitu GARCH(1,1) dan GARCH(1,2). Pemilihan model terbaik dalam penelitian ini menggunakan kriteria AIC. Pada Tabel 4.5 ditunjukkan hasil perbandingan nilai AIC dari kedua model tersebut.

Tabel 4.5 Pemilihan Model GARCH Terbaik

Model	AIC
GARCH(1,1)	-5,705888
GARCH(1,2)	-5,706573

Pada Tabel 4.5 terlihat bahwa nilai AIC GARCH(1,2) yang ditandai dengan tulisan berwarna merah lebih kecil dibandingkan dengan GARCH(1,1), sehingga GARCH(1,2) adalah model terbaik yang akan digunakan untuk analisis lebih lanjut dalam penelitian ini.

4.6. Model Asimetris

Pada beberapa kasus data terdapat perbedaan pengaruh antara sisaan positif dan sisaan negatif, misalnya pada data IHSG yang digunakan dalam penelitian ini. Pengaruh tersebut dinamakan pengaruh asimetris. Model ARCH/GARCH belum menangani masalah tersebut. Dalam penelitian ini menggunakan model TGARCH untuk menangani masalah tersebut.

4.6.1. Pengujian Pengaruh Asimetris

Pengujian pengaruh asimetris dalam penelitian ini menggunakan tes yang diusulkan oleh Engle dan Ng, yaitu *Sign Bias Test* (SBT), *the Negative Sign Bias Test* (NSBT), dan *the Positive Sign Bias Test* (PSBT) (Harris and Sollis, 2003:236). Ketiga tes tersebut dapat dilakukan secara serempak maupun secara individu. Hasil dari ketiga tes tersebut secara serempak diberikan pada Lampiran 9. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa terdapat salah satu parameter yang tidak signifikan, yaitu pada parameter PSBT (tulisan berwarna merah), hal tersebut dikarenakan $p\text{-value} = 0,8115$ lebih dari nilai $\alpha = 0,05$. Pada Lampiran 9 juga ditunjukkan bahwa masih terdapat efek asimetris pada sisaan, yaitu dari nilai $p\text{-value}=0,000300$ (bertanda bintang) memiliki nilai kurang dari nilai $\alpha=0,05$.

Hasil pengujian secara individu ditunjukkan pada Lampiran 10, 11 dan 12. Lampiran 10 menunjukkan hasil pengujian SBT, pada hasil pengujian SBT secara individu terlihat bahwa terdapat efek asimetris pada sisaan. Hal tersebut dapat dilihat dari $p\text{-value}$ (tulisan berwarna merah) kurang dari nilai $\alpha = 0,05$. Selain itu, terlihat juga bahwa semua parameter menunjukkan hasil yang signifikan karena

p -value (bertanda bintang) menunjukkan nilai yang kurang dari nilai $\alpha = 0,05$. Pada Lampiran 11 ditunjukkan hasil pengujian NSBT, pada hasil pengujian NSBT terlihat bahwa parameter dan konstanta tidak signifikan serta tidak terdapat efek asimetris. Hal tersebut dapat diketahui dari semua nilai p -value lebih besar dari $\alpha = 0,05$. Demikian juga dengan hasil pengujian PSBT yang menunjukkan bahwa tidak terdapat efek asimetris pada sisaan. Hasil pengujian PSBT tersebut dapat dilihat pada Lampiran 12.

Pada pengujian serempak, hasil menunjukkan bahwa terdapat efek asimetris pada sisaan sedangkan secara individu hanya pada hasil SBT saja yang menunjukkan hasil yang serupa. Walaupun demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat efek asimetris pada sisaan.

4.6.2. Pemodelan TGARCH

Hasil pengujian efek asimetris menunjukkan bahwa terdapat efek asimetris pada sisaan, sehingga pemodelan tidak berhenti pada pemodelan GARCH saja, tetapi harus dilanjutkan dengan pemodelan yang dapat mengatasi efek asimetris tersebut. Pada penelitian ini, untuk mengatasi hal tersebut digunakan pemodelan TGARCH(1,2). Pada langkah awal hanya digunakan satu *threshold* untuk mengatasi efek asimetris pada data IHSG yang digunakan pada penelitian ini. Kemudian dilakukan pengecekan ulang untuk pengaruh asimetris pada model TGARCH(1,2) dengan satu *threshold*, jika terbukti masih terdapat efek asimetris maka ditambahkan jumlah *threshold* menjadi dua. Penelitian ini hanya dibatasi menggunakan dua *threshold*.

A. Pemodelan TGARCH(1,2) dengan Satu Threshold

Sisaan pada pemodelan GARCH terbukti masih mengandung efek asimetris. Oleh karena itu, untuk mengatasi hal tersebut dilakukan pemodelan TGARCH dengan satu *threshold*. Hasil pendugaan parameter TGARCH dengan satu *threshold* dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan secara lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 13.

Tabel 4.6 Pendugaan Parameter TGARCH(1,2) dengan Satu *Threshold*

Parameter	Koefisien	<i>P-value</i>
α_0	0,0000122	0,0000
α_1	0,117546	0,0000
λ_1	0,131224	0,0000
β_1	0,493252	0,0000
β_2	0,279206	0,0003

Berdasarkan Tabel 4.6 terlihat bahwa semua parameter signifikan, yaitu dari *p-value* kurang dari nilai $\alpha = 0,05$. Selain itu, semua parameter telah memenuhi syarat karena semua koefisien positif sehingga model yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = 0,0000122 + 0,117546 a_{t-1}^2 + 0,131224 S_{t-1}^- a_{t-1}^2 + 0,493252 \sigma_{t-1}^2 + 0,279206 \sigma_{t-2}^2.$$

Setelah diketahui model TGARCH(1,2) dengan satu *threshold*, kemudian dilakukan pengecekan ulang pada sisaan untuk mengetahui ada atau tidaknya efek asimetris.

B. Pengujian Efek Asimetris pada TGARCH(1,2) dengan Satu *Threshold*

Langkah selanjutnya adalah dilakukan pengujian efek asimetris pada model TGARCH(1,2) dengan satu *threshold*. Hasil pengujian efek asimetris dapat dilihat pada Lampiran 14, 15, 16, dan 17. Pengujian efek asimetris secara serempak dapat dilihat pada Lampiran 14. Pada hasil pengujian tersebut dapat dilihat bahwa terdapat dua parameter dan konstanta yang tidak signifikan (tulisan berwarna merah) karena *p-value* lebih besar dari nilai $\alpha = 0,05$. Walaupun demikian, dapat disimpulkan bahwa pada sisaan masih terdapat efek asimetris karena *p-value* = 0,010710 (bertanda bintang) menunjukkan nilai yang lebih kecil dari nilai $\alpha = 0,05$.

Pengujian efek secara individu dapat dilihat pada Lampiran 15, 16, dan 17. Lampiran 15 merupakan hasil pengujian untuk SBT. Pada hasil tersebut dapat dilihat bahwa semua parameter signifikan karena *p-value* kurang dari nilai $\alpha = 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat efek asimetris. Hal tersebut dapat dilihat juga dari *p-value* (bertanda bintang) bernilai kurang dari nilai $\alpha = 0,05$. Berbeda dengan hasil pengujian SBT, pengujian NSBT mendapatkan hasil

yang sebaliknya seperti pada Lampiran 16. Semua parameter tidak signifikan karena $p\text{-value}$ lebih dari nilai $\alpha = 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat efek asimetris pada pengujian tersebut. Sama halnya dengan pengujian NSBT, pada Lampiran 17 pengujian PSBT mendapatkan hasil yang sama yaitu semua parameter tidak signifikan sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat efek asimetris pada pengujian tersebut.

Berdasarkan hasil pengujian efek asimetris, pengujian serempak mendapatkan hasil bahwa terdapat efek asimetris pada sisaan. Pada pengujian secara individu hanya pada pengujian SBT saja yang mendapatkan hasil terdapat efek asimetris. Walaupun demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat efek asimetris pada sisaan TGARCH(1,2) dengan satu *threshold*.

C. Pemodelan TGARCH dengan Dua *Threshold*

Pada sisaan TGARCH dengan satu *threshold* terbukti masih terdapat efek asimetris, sehingga pada penelitian ini mencoba untuk menambahkan jumlah *threshold* menjadi dua untuk mengatasi hal tersebut. Setelah ditambahkan jumlah *threshold* menjadi dua maka dilakukan pendugaan parameter dengan hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4.7 dan secara lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 18.

Tabel 4.7 Pendugaan Parameter TGARCH(1,2) dengan Dua *Threshold*

Parameter	Koefisien	<i>P-value</i>
α_0	0,00000157	0,0000
α_1	0,028185	0,0000
λ_1	0,315920	0,0000
λ_2	-0,307530	0,0000
β_1	1,424629	0,0000
β_2	-0,462565	0,0000

Hasil pendugaan parameter pada Tabel 4.7 menunjukkan bahwa semua parameter signifikan karena nilai $p\text{-value}$ kurang dari nilai $\alpha = 0,05$, namun terdapat parameter β_2 yang tidak memenuhi syarat karena bernilai negatif. Oleh karena itu, pada penelitian ini harus mereduksi parameter yang tidak memenuhi syarat tersebut sehingga dilakukan pemodelan TGARCH(1,1) dengan dua *threshold*. Hasil pendugaan parameter untuk model TGARCH(1,1) dengan dua

threshold dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan secara lebih jelas dapat dilihat pada Lampiran 19.

Tabel 4.8. Pendugaan Parameter TGARCH(1,1) dengan Dua *Threshold*

Parameter	Koefisien	<i>P-value</i>
α_0	0,00000694	0,0000
α_1	0.080269	0,0000
λ_1	0.286644	0,0000
λ_2	-0.216529	0,0000
β_1	0.860207	0,0000

Hasil pendugaan parameter pada model TGARCH(1,1) dengan dua *threshold* seperti tercantum pada Tabel 4.8 di atas menghasilkan parameter yang signifikan karena *p-value* kurang dari nilai $\alpha = 0,05$ dan telah memenuhi syarat karena semua parameter memiliki nilai positif kecuali pada koefisien *threshold*, sehingga model yang dihasilkan pada penelitian ini untuk data IHSG adalah sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = 0,00000694 + 0,080269 a_{t-1}^2 + 0,286644 S_{t-1}^- a_{t-1}^2 - 0,216529 S_{t-1}^{2-} a_{t-2}^2 + 0,860207 \sigma_{t-1}^2,$$

di mana S_{t-1}^- merupakan variabel *dummy* bernilai 1 ketika $a_{t-1} < 0$ dan bernilai 0 ketika $a_{t-1} \geq 0$, sedangkan S_{t-1}^{2-} merupakan variabel *dummy* bernilai 1 ketika $a_{t-2} < 0$ dan bernilai 0 ketika $a_{t-2} \geq 0$. Pada model σ_t^2 di atas, diketahui bahwa pengaruh kuadrat sisaan satu periode sebelumnya (a_{t-1}) terhadap volatilitas (σ_t^2) adalah sebesar 0,080269 untuk sisaan positif ($a_{t-1} \geq 0$), sedangkan untuk sisaan negatif ($a_{t-1} < 0$) berpengaruh sebesar 0,366913. Selain itu, volatilitas (σ_t^2) juga dipengaruhi oleh kuadrat sisaan dua periode sebelumnya (a_{t-2}^2) yaitu sebesar 0,216529 untuk sisaan negatif ($a_{t-2} < 0$), sedangkan sisaan positif ($a_{t-2} \geq 0$) tidak berpengaruh pada volatilitas.

4.7. Diagnostik Model TGARCH(1,1) dengan Dua *Threshold*

Diagnostik model dilakukan untuk menguji ketepatan model. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian untuk memastikan bahwa sudah tidak terdapat lagi sifat heteroskedasitas dengan uji

Lagrange-Multiplier Engle dan kelayakan model menggunakan uji Ljung-Box.

4.7.1. Kelayakan Model

Pengujian kelayakan model pada penelitian ini menggunakan uji Ljung-Box dengan hipotesis pengujian sebagai berikut:

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0,$

$H_1 : \text{paling tidak ada satu } \rho_k \neq 0.$

Selain menggunakan uji Ljung-Box dapat juga dilakukan dengan melihat plot SACF dan SPACF.

Hasil pengujian kelayakan model dapat dilihat pada Lampiran 21. Statistik uji Q dibandingkan dengan $\chi^2_{0,05;8} = 15,507$. Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa nilai Q kurang dari $\chi^2_{0,05;8}$, sehingga dapat diambil keputusan menerima H_0 . Selain itu, dapat dilihat dari plot SACF dan SPACF pada Lampiran 21, batas nilai autokorelasi dari plot tersebut bernilai $\pm 0,033163$. Dari semua nilai autokorelasi tidak ada yang melebihi batas yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa model yang dihasilkan layak untuk digunakan.

4.7.2. Pengujian Efek ARCH/GARCH

Pengujian efek ARCH/GARCH dalam penelitian ini menggunakan uji *Lagrange-Multiplier Engle*. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$H_0: \alpha_1 = \dots = \alpha_k = 0$ (tidak terdapat unsur ARCH/GARCH),

$H_1: \text{minimal ada satu } \alpha_k \neq 0$ (terdapat unsur ARCH/GARCH).

Hasil pengujian dapat dilihat dalam Tabel 4.9 dan hasil lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 20.

Tabel 4.9 Hasil Uji *Lagrange-Multiplier Engle* TGARCH(1,1) dengan Dua *Threshold*

Kriteria Uji	Nilai
LM	12,26756
$Prob . Chi - Square_{(12)}$	0,4244

Dari Tabel 4.9 terlihat bahwa dari semua kriteria uji menunjukkan hasil yang signifikan. Statistik uji LM yang akan dibandingkan dengan $\chi^2_{0,05;12} = 21,026$, nilai statistik uji LM yang

diperoleh kurang dari $\chi^2_{0.05,12}$ maka didapatkan keputusan untuk menerima H_0 . P -value yang tercantum juga menunjukkan hasil yang sama yaitu menerima H_0 karena p -value lebih dari nilai $\alpha = 0,05$. Pada Lampiran 20 juga ditunjukkan hasil yang sama, yaitu semua α tidak signifikan. Dari semua kriteria uji diketahui bahwa sudah tidak terdapat efek heteroskedastisitas pada sisaan.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Pemodelan data IHSG periode 15 September 1998-13 September 2013 pada penelitian ini mendapatkan model TGARCH(1,1) dengan dua *threshold* sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = 0,00000694 + 0,080269 a_{t-1}^2 + 0,286644 S_{t-1}^- a_{t-1}^2 - 0,216529 S_{t-1}^2 a_{t-2}^2 + 0,860207 \sigma_{t-1}^2.$$

Model TGARCH(1,1) dengan dua *threshold* yang dihasilkan sudah tidak terdapat sifat heteroskedastisitas pada sisaan dan layak digunakan.

5.2. Saran

Pada pemodelan TGARCH penggunaan satu *threshold* atau dua *threshold* tergantung dari karakteristik data, sehingga peneliti harus melakukan serangkaian pengujian terlebih dahulu untuk menentukan penggunaan jumlah *threshold* yang tepat.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR PUSTAKA

- Bank Indonesia. 2013. <http://www.bi.go.id/NR/rdonlyres/D39BC89A-1079-47E3-9803-BF9CC812E89D/16508/Bab3KrisisEkonomiGlobaldanDampaknyaterhadapPerekon.pdf>. Tanggal akses: 12 November 2013.
- Bappenas. 2013. http://www.bappenas.go.id/files/7113/5027/5954/bab-5---ekonomi2010093012323327725_20110128112920_2926_5.pdf. Tanggal akses: 12 November 2013.
- Box, G. E. P. and G. M. Jenkins. 1976. *Time Series Analysis Forecasting and Control. Revised Edition*. Holden-Day, Inc. California.
- Carbon, M. dan C. Francq. 2011. "Portmanteau Goodness of Fit Test for Asymmetric Power GARCH Models". *Australian Journal of Statistics*. 40 (1&2): 55-64.
- Chabachib, H.M. dan A. A. Witjaksono. 2011. "Analisis Pengaruh Fundamental Makro dan Indeks Harga Global terhadap IHSG". *Karisma*. 5 (2): 63-72.
- Cryer, J. D. dan K. Chan. 2008. *Time Series Analysis with Application in R. Second Edition*. Springer. New York.
- Enders, W. 2004. *Applied Econometric Time Series*. 2nd Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Hariadi, Y dan Y. Surya. 2005. "Asimetri GARCH dan simulasi Monte Carlo pada peramalan GBP/USD". Working Papers WPF 2005. Bandung FE Institute.
- Harris, R. dan R. Sollis. 2003. *Applied Time Series Modelling and Forecasting*. John Wiley & Sons Ltd. England.

- Indonesia Stock Exchange. 2010. *Buku Panduan Indeks Harga Saham Bursa Efek Indonesia*. Indonesia Stock Exchange Building. Jakarta.
- Lutkepohl, H. dan M. Kratzig. 2004. *Applied Time Series Econometrics*. Cambridge University Press. UK.
- Makridakis, S., C.W. Steven dan E.M. Victor. 1988. *Metode Dan Aplikasi Peramalan*. Edisi Kedua. Alih Bahasa: Untung Sus Andriyanto dan Abdul Basith. Erlangga. Jakarta
- Rosadi, D. 2012. *Ekonometrika dan Analisis Runtun Waktu Terapan dengan Eviews*. Andi Yogyakarta. Yogyakarta.
- Safitri, E. 2011. "Skripsi Peramalan Volatilitas IHSG Menggunakan Model GARCH dan *Threshold* GARCH". Universitas Brawijaya. Malang.
- Surya, Y. dan H. Situngkir. 2003. "Sifat Statistika Data Ekonomi Keuangan". Working Papers WPF 2003. Bandung FE Institute.
- Surya, Y. dan Y. Hariadi. 2003. "Kulminasi Prediksi Data Deret Waktu Keuangan: Volatilitas dalam GARCH (1,1)". Working Papers WPF 2003. Bandung FE Institute.
- Surya, Y. dan Y. Hariadi. 2003. "Peramalan dalam Selang GARCH(1,1)". Working Papers WPF 2003. Bandung FE Institute.
- Tsay, R. S. 2002. *Analysis of Financial Time Series*. John Wiley & Sons, Inc. Canada.
- Wei, W. W. S. 2006. *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods. Second Edition*. Pearson Education, Inc. USA.

Lampiran 1. Data IHSG Periode 15 September 1998 – 13 September 2013

Tanggal	IHSG
15/09/1998	292.15
16/09/1998	290.92
17/09/1998	285.48
18/09/1998	271.67
21/09/1998	256.83
22/09/1998	260.88
23/09/1998	262.25
24/09/1998	282.16
25/09/1998	275.22
28/09/1998	275.00
29/09/1998	274.01
30/09/1998	276.15
01/10/1998	273.87
02/10/1998	263.23
05/10/1998	261.31
...	...
02/09/2013	4101.23
03/09/2013	4164.01
04/09/2013	4073.46
05/09/2013	4050.86
06/09/2013	4072.35
09/09/2013	4191.26
10/09/2013	4358.14
11/09/2013	4349.42
12/09/2013	4356.60
13/09/2013	4375.54

Lampiran 2. Data *Return* IHSG Periode 15 September 1998 – 13 September 2013

Tanggal	Return
15/09/1998	NA
16/09/1998	-0.004219
17/09/1998	-0.018876
18/09/1998	-0.049584
21/09/1998	-0.056174
22/09/1998	0.015646
23/09/1998	0.005238
24/09/1998	0.073176
25/09/1998	-0.024904
28/09/1998	-0.000800
29/09/1998	-0.003606
30/09/1998	0.007780
01/10/1998	-0.008291
02/10/1998	-0.039625
05/10/1998	-0.007321
...	...
02/09/2013	-0.022628
03/09/2013	0.015192
04/09/2013	-0.021986
05/09/2013	-0.005564
06/09/2013	0.005291
09/09/2013	0.028781
10/09/2013	0.039044
11/09/2013	-0.002003
12/09/2013	0.001649
13/09/2013	0.004338

Lampiran 3. Plot SACF dan SPACF Data *Return*

Date: 09/15/13 Time: 23:11

Sample: 1 3637

Included observations: 3636

Autocorrelation			Partial Correlation			AC	PAC	Q-Stat	Prob	
*			*			1	0.123	0.123	55.027	0.000
						2	0.025	0.010	57.305	0.000
						3	-0.019	-0.023	58.597	0.000
						4	-0.026	-0.022	61.132	0.000
						5	-0.037	-0.031	66.216	0.000
						6	-0.018	-0.010	67.408	0.000
						7	-0.006	-0.002	67.536	0.000
						8	-0.012	-0.013	68.095	0.000
						9	-0.018	-0.017	69.224	0.000
						10	0.021	0.024	70.798	0.000
						11	0.057	0.052	82.676	0.000
						12	0.037	0.022	87.719	0.000
						13	0.043	0.033	94.340	0.000
						14	0.047	0.040	102.52	0.000
						15	-0.014	-0.021	103.20	0.000
						16	0.004	0.013	103.26	0.000
						17	0.025	0.030	105.55	0.000
						18	-0.003	-0.005	105.58	0.000
						19	0.020	0.025	106.97	0.000
						20	0.032	0.031	110.63	0.000
						21	-0.014	-0.022	111.32	0.000
						22	0.006	0.010	111.44	0.000
						23	-0.017	-0.019	112.51	0.000
						24	0.023	0.023	114.52	0.000
						25	0.046	0.039	122.26	0.000
						26	0.003	-0.010	122.30	0.000
						27	0.015	0.011	123.11	0.000
						28	0.034	0.031	127.29	0.000
						29	0.018	0.013	128.51	0.000
						30	-0.003	-0.011	128.54	0.000
						31	0.026	0.026	131.12	0.000
						32	0.001	-0.002	131.12	0.000
						33	-0.050	-0.052	140.18	0.000
						34	-0.021	-0.006	141.86	0.000
						35	0.007	0.013	142.03	0.000
						36	-0.008	-0.018	142.29	0.000

Lampiran 4. Pendugaan Parameter Model ARIMA

ARMA(2,1) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 09/16/13 Time: 01:18

Sample (adjusted): 4 3637

Included observations: 3634 after adjustments

Convergence achieved after 15 iterations

MA Backcast: 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(2)	-0.084336	0.032965	-2.558335	0.0106
AR(1)	0.722472	0.248228	2.910515	0.0036
MA(1)	-0.598304	0.248424	-2.408396	0.0161
R-squared	0.015656	Mean dependent var		0.000751
Adjusted R-squared	0.015114	S.D. dependent var		0.015910
S.E. of regression	0.015790	Akaike info criterion		-5.458117
Sum squared resid	0.905239	Schwarz criterion		-5.453000
Log likelihood	9920.398	Hannan-Quinn criter.		-5.456294
Durbin-Watson stat	2.005709			

ARMA(2,1) dengan konstanta

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 09/16/13 Time: 01:23

Sample (adjusted): 4 3637

Included observations: 3634 after adjustments

Convergence achieved after 15 iterations

MA Backcast: 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000778	0.000287	2.709286	0.0068
AR(2)	-0.089016	0.029930	-2.974095	0.0030
AR(1)	0.740372	0.229309	3.228706	0.0013
MA(1)	-0.617984	0.229554	-2.692109	0.0071
R-squared	0.017617	Mean dependent var		0.000751
Adjusted R-squared	0.016805	S.D. dependent var		0.015910
S.E. of regression	0.015776	Akaike info criterion		-5.459561
Sum squared resid	0.903436	Schwarz criterion		-5.452738
Log likelihood	9924.022	Hannan-Quinn criter.		-5.457130
F-statistic	21.69918	Durbin-Watson stat		2.006278
Prob(F-statistic)	0.000000			

Lampiran 4. (lanjutan)

ARMA(2,2) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 09/16/13 Time: 01:24

Sample (adjusted): 4 3637

Included observations: 3634 after adjustments

Convergence achieved after 88 iterations

MA Backcast: 2 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(2)	-0.487207	0.090142	-5.404887	0.0000
AR(1)	1.069227	0.132682	8.058571	0.0000
MA(2)	0.408159	0.092018	4.435656	0.0000
MA(1)	-0.958596	0.136482	-7.023620	0.0000
R-squared	0.019242	Mean dependent var		0.000751
Adjusted R-squared	-0.018432	S.D. dependent var		0.015910
S.E. of regression	0.015763	Akaike info criterion		-5.461216
Sum squared resid	0.901942	Schwarz criterion		-5.454394
Log likelihood	9927.030	Hannan-Quinn criter.		-5.458786
Durbin-Watson stat	1.983627			

ARMA(2,2) dengan konstanta

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 09/16/13 Time: 01:25

Sample (adjusted): 4 3637

Included observations: 3634 after adjustments

Convergence achieved after 43 iterations

MA Backcast: 2 3

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000774	0.000279	2.772951	0.0056
AR(2)	-0.495172	0.089614	-5.525582	0.0000
AR(1)	1.085958	0.128205	8.470498	0.0000
MA(2)	0.413852	0.091889	4.503811	0.0000
MA(1)	-0.976916	0.132379	-7.379701	0.0000
R-squared	0.021301	Mean dependent var		0.000751
Adjusted R-squared	0.020222	S.D. dependent var		0.015910
S.E. of regression	0.015749	Akaike info criterion		-5.462767
Sum squared resid	0.900049	Schwarz criterion		-5.454239
Log likelihood	9930.847	Hannan-Quinn criter.		-5.459729
F-statistic	19.74554	Durbin-Watson stat		1.984605
Prob(F-statistic)	0.000000			

Lampiran 4. (lanjutan)

ARMA(1,1) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 09/16/13 Time: 01:28

Sample (adjusted): 3 3637

Included observations: 3635 after adjustments

Convergence achieved after 9 iterations

MA Backcast: 2

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.200687	0.129085	1.554694	0.1201
MA(1)	-0.076990	0.131376	-0.586028	0.5579
R-squared	0.013553	Mean dependent var		0.000746
Adjusted R-squared	0.013281	S.D. dependent var		0.015911
S.E. of regression	0.015805	Akaike info criterion		-5.456389
Sum squared resid	0.907554	Schwarz criterion		-5.452979
Log likelihood	9918.988	Hannan-Quinn criter.		-5.455175
Durbin-Watson stat	1.999955			

ARMA(1,1) dengan konstanta

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 09/16/13 Time: 01:28

Sample (adjusted): 3 3637

Included observations: 3635 after adjustments

Convergence achieved after 10 iterations

MA Backcast: 2

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000747	0.000301	2.477709	0.0133
AR(1)	0.189410	0.131582	1.439486	0.1501
MA(1)	-0.067466	0.133705	-0.504590	0.6139
R-squared	0.015212	Mean dependent var		0.000746
Adjusted R-squared	0.014669	S.D. dependent var		0.015911
S.E. of regression	0.015794	Akaike info criterion		-5.457522
Sum squared resid	0.906028	Schwarz criterion		-5.452406
Log likelihood	9922.046	Hannan-Quinn criter.		-5.455700
F-statistic	28.05085	Durbin-Watson stat		1.999867
Prob(F-statistic)	0.000000			

Lampiran 4. (lanjutan)

ARMA(1,2) dengan konstanta

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 09/16/13 Time: 01:30

Sample (adjusted): 3 3637

Included observations: 3635 after adjustments

Convergence achieved after 8 iterations

MA Backcast: 1 2

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000745	0.000300	2.485201	0.0130
AR(1)	-0.270156	0.495741	-0.544955	0.5858
MA(1)	0.392113	0.495030	0.792099	0.4284
MA(2)	0.061905	0.056927	1.087447	0.2769
R-squared	0.015486	Mean dependent var		0.000746
Adjusted R-squared	0.014673	S.D. dependent var		0.015911
S.E. of regression	0.015794	Akaike info criterion		-5.457251
Sum squared resid	0.905775	Schwarz criterion		-5.450430
Log likelihood	9922.553	Hannan-Quinn criter.		-5.454821
F-statistic	19.03804	Durbin-Watson stat		1.999909
Prob(F-statistic)	0.000000			

ARMA(1,2) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 09/16/13 Time: 01:30

Sample (adjusted): 3 3637

Included observations: 3635 after adjustments

Convergence achieved after 8 iterations

MA Backcast: 1 2

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.224059	0.486654	-0.460407	0.6453
MA(1)	0.347703	0.485994	0.715448	0.4744
MA(2)	0.058438	0.057215	1.021386	0.3071
R-squared	0.013817	Mean dependent var		0.000746
Adjusted R-squared	0.013274	S.D. dependent var		0.015911
S.E. of regression	0.015805	Akaike info criterion		-5.456107
Sum squared resid	0.907311	Schwarz criterion		-5.450992
Log likelihood	9919.475	Hannan-Quinn criter.		-5.454285
Durbin-Watson stat	1.999893			

Lampiran 5. Hasil Uji Kelayakan Model ARIMA

Date: 11/12/13 Time: 00:01

Sample: 4 3637

Included observations: 3634

Q-statistic
probabilities adjusted
for 4 ARMA term(s)

Autocorrelation			Partial Correlation			AC	PAC	Q-Stat	Prob	
						1	0.008	0.008	0.2135	
						2	-0.012	-0.012	0.7364	
						3	-0.000	0.000	0.7364	
						4	0.014	0.013	1.4019	
						5	-0.007	-0.008	1.6060	0.205
						6	-0.000	0.000	1.6060	0.448
						7	0.002	0.001	1.6154	0.656
						8	-0.013	-0.014	2.2637	0.687
						9	-0.026	-0.026	4.7890	0.442
						10	0.011	0.011	5.2466	0.513
						11	0.049	0.049	14.135	0.049
						12	0.026	0.026	16.626	0.034

Lampiran 6. Hasil Uji *Lagrange-Multiplier* Engle

Heteroskedasticity Test: ARCH				
F-statistic	29.09773	Prob. F(12,3609)	0.0000	
Obs*R-squared	319.5171	Prob. Chi-Square(12)	0.0000	
Test Equation: Dependent Variable: RESID^2 Method: Least Squares Date: 09/16/13 Time: 01:44 Sample (adjusted): 16 3637 Included observations: 3622 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000106	1.40E-05	7.559540	0.0000
RESID^2(-1)	0.107469	0.016645	6.456734	0.0000
RESID^2(-2)	0.163048	0.016687	9.770972	0.0000
RESID^2(-3)	0.067177	0.016893	3.976631	0.0001
RESID^2(-4)	-0.008109	0.016932	-0.478901	0.6320
RESID^2(-5)	0.049795	0.016931	2.941006	0.0033
RESID^2(-6)	0.025279	0.016943	1.492013	0.1358
RESID^2(-7)	0.028909	0.016935	1.707094	0.0879
RESID^2(-8)	-0.002350	0.016857	-0.139421	0.8891
RESID^2(-9)	0.016920	0.016852	1.004019	0.3154
RESID^2(-10)	0.040171	0.016818	2.388550	0.0170
RESID^2(-11)	0.074565	0.016617	4.487408	0.0000
RESID^2(-12)	0.007197	0.016566	0.434467	0.6640
R-squared	0.088216	Mean dependent var	0.000246	
Adjusted R-squared	0.085184	S.D. dependent var	0.000688	
S.E. of regression	0.000658	Akaike info criterion	-11.81237	
Sum squared resid	0.001561	Schwarz criterion	-11.79013	
Log likelihood	21405.20	Hannan-Quinn criter.	-11.80445	
F-statistic	29.09773	Durbin-Watson stat	2.000736	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Lampiran 7. Plot SACF dan SPACF Kuadrat Sisaan

Date: 09/16/13 Time: 01:43

Sample: 1 3637

Included observations: 3634

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
*	*	1	0.171	0.171	106.31	0.000
*	*	2	0.213	0.189	271.32	0.000
*	*	3	0.144	0.087	346.53	0.000
*	*	4	0.083	0.014	371.89	0.000
*	*	5	0.119	0.068	423.13	0.000
*	*	6	0.090	0.041	452.44	0.000
*	*	7	0.092	0.038	483.35	0.000
		8	0.070	0.015	501.27	0.000
*		9	0.082	0.036	525.86	0.000
*		10	0.094	0.050	558.37	0.000
*	*	11	0.123	0.075	613.80	0.000
*		12	0.075	0.007	634.11	0.000
*		13	0.106	0.044	675.25	0.000
*		14	0.099	0.041	710.99	0.000
		15	0.067	0.003	727.46	0.000
*		16	0.085	0.022	754.04	0.000
*		17	0.078	0.025	776.31	0.000
		18	0.044	-0.016	783.35	0.000
		19	0.052	-0.000	793.11	0.000
		20	0.051	0.009	802.51	0.000
		21	0.035	-0.009	806.92	0.000
		22	0.037	-0.006	811.92	0.000
		23	0.012	-0.025	812.43	0.000
		24	0.035	0.004	816.96	0.000
		25	0.072	0.049	835.71	0.000
		26	0.023	-0.017	837.60	0.000
*		27	0.081	0.041	861.82	0.000
		28	0.052	0.016	871.81	0.000
		29	0.067	0.028	888.04	0.000
		30	0.073	0.026	907.83	0.000
		31	0.048	0.003	916.43	0.000
		32	0.032	-0.015	920.11	0.000
		33	0.047	0.016	928.23	0.000
*		34	0.088	0.064	956.67	0.000
		35	0.053	0.009	967.09	0.000
*		36	0.077	0.025	988.70	0.000

Lampiran 8. Pendugaan Parameter Model GARCH

GARCH(1,1)

Dependent Variable: RETURN

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 09/16/13 Time: 01:46

Sample (adjusted): 4 3637

Included observations: 3634 after adjustments

Convergence achieved after 27 iterations

MA Backcast: 2 3

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GARCH = $C(6) + C(7)*RESID(-1)^2 + C(8)*GARCH(-1)$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.001230	0.000230	5.336337	0.0000
AR(2)	-0.106084	0.148375	-0.714968	0.4746
AR(1)	0.700641	0.259118	2.703947	0.0069
MA(2)	0.025609	0.154509	0.165743	0.8684
MA(1)	-0.588610	0.259513	-2.268137	0.0233

Variance Equation

C	8.38E-06	9.15E-07	9.153700	0.0000
RESID(-1)^2	0.144484	0.008487	17.02467	0.0000
GARCH(-1)	0.828179	0.009404	88.06389	0.0000

R-squared	0.017037	Mean dependent var	0.000751
Adjusted R-squared	0.015139	S.D. dependent var	0.015910
S.E. of regression	0.015789	Akaike info criterion	-5.705888
Sum squared resid	0.903970	Schwarz criterion	-5.692244
Log likelihood	10375.60	Hannan-Quinn criter.	-5.701028
F-statistic	8.977916	Durbin-Watson stat	1.983988
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.48	.22
Inverted MA Roots	.54	.05

Lampiran 8. (lanjutan)

GARCH(1,2)

Dependent Variable: RETURN

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 09/16/13 Time: 01:48

Sample (adjusted): 4 3637

Included observations: 3634 after adjustments

Convergence achieved after 26 iterations

MA Backcast: 2 3

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GARCH = C(6) + C(7)*RESID(-1)^2 + C(8)*GARCH(-1) + C(9)*GARCH(-2)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.001249	0.000232	5.389333	0.0000
AR(2)	-0.094188	0.150489	-0.625881	0.5314
AR(1)	0.670907	0.246924	2.717061	0.0066
MA(2)	0.016709	0.156110	0.107036	0.9148
MA(1)	-0.560583	0.247247	-2.267306	0.0234
Variance Equation				
C	9.90E-06	1.20E-06	8.252499	0.0000
RESID(-1)^2	0.175370	0.014404	12.17478	0.0000
GARCH(-1)	0.546183	0.093801	5.822779	0.0000
GARCH(-2)	0.246268	0.081904	3.006780	0.0026
R-squared	0.016746	Mean dependent var		0.000751
Adjusted R-squared	0.014576	S.D. dependent var		0.015910
S.E. of regression	0.015794	Akaike info criterion		-5.706573
Sum squared resid	0.904238	Schwarz criterion		-5.691223
Log likelihood	10377.84	Hannan-Quinn criter.		-5.701105
F-statistic	7.717070	Durbin-Watson stat		1.980166
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.47	.20		
Inverted MA Roots	.53	.03		

Lampiran 8. (lanjutan)

GARCH(2,1)

Dependent Variable: RETURN

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 09/16/13 Time: 01:47

Sample (adjusted): 4 3637

Included observations: 3634 after adjustments

Failure to improve Likelihood after 14 iterations

MA Backcast: 2 3

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GARCH = C(6) + C(7)*RESID(-1)^2 + C(8)*RESID(-2)^2 + C(9)*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.001273	0.000242	5.257013	0.0000
AR(2)	-0.075352	0.027670	-2.723208	0.0065
AR(1)	-1.052950	0.031649	-33.26924	0.0000
MA(2)	0.196656	0.017996	10.92756	0.0000
MA(1)	1.179247	0.021052	56.01681	0.0000

Variance Equation

C	7.06E-06	9.30E-07	7.591469	0.0000
RESID(-1)^2	0.202158	0.019092	10.58849	0.0000
RESID(-2)^2	-0.079541	0.020311	-3.916131	0.0001
GARCH(-1)	0.854379	0.010628	80.38590	0.0000

R-squared	0.015195	Mean dependent var	0.000751
Adjusted R-squared	0.013022	S.D. dependent var	0.015910
S.E. of regression	0.015806	Akaike info criterion	-5.708452
Sum squared resid	0.905664	Schwarz criterion	-5.693102
Log likelihood	10381.26	Hannan-Quinn criter.	-5.702985
F-statistic	6.991411	Durbin-Watson stat	2.001336
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	-.08	-.98
Inverted MA Roots	-.20	-.98

Lampiran 8. (lanjutan)

GARCH(2,2)

Dependent Variable: RETURN

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 09/16/13 Time: 01:47

Sample (adjusted): 4 3637

Included observations: 3634 after adjustments

Convergence achieved after 34 iterations

MA Backcast: 2 3

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GARCH = $C(6) + C(7)*RESID(-1)^2 + C(8)*RESID(-2)^2 + C(9)*GARCH(-1) + C(10)*GARCH(-2)$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.001288	0.000233	5.533924	0.0000
AR(2)	-0.074945	0.148733	-0.503891	0.6143
AR(1)	0.499806	0.246053	2.031297	0.0422
MA(2)	0.015313	0.151680	0.100954	0.9196
MA(1)	-0.392159	0.245295	-1.598724	0.1099

Variance Equation

C	1.53E-06	4.83E-07	3.166592	0.0015
RESID(-1)^2	0.208672	0.018661	11.18233	0.0000
RESID(-2)^2	-0.177356	0.015232	-11.64353	0.0000
GARCH(-1)	1.463241	0.080685	18.13514	0.0000
GARCH(-2)	-0.499662	0.071567	-6.981723	0.0000

R-squared	0.015453	Mean dependent var	0.000751
Adjusted R-squared	0.013008	S.D. dependent var	0.015910
S.E. of regression	0.015806	Akaike info criterion	-5.711063
Sum squared resid	0.905426	Schwarz criterion	-5.694007
Log likelihood	10387.00	Hannan-Quinn criter.	-5.704988
F-statistic	6.320135	Durbin-Watson stat	1.972856
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.25+.11i	.25-.11i
Inverted MA Roots	.35	.04

Lampiran 9. *Sign Bias Test (SBT)*, *The Negative Sign Bias Test (NSBT)*, dan *The Positive Sign Bias Test (PSBT)* Serempak pada GARCH.

Dependent Variable: VT
 Method: Least Squares
 Date: 09/16/13 Time: 01:54
 Sample (adjusted): 5 3637
 Included observations: 3633 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DUMMY	-0.002940	0.000775	-3.795140	0.0001
DUMMY*(RESIDARMA(-1))	-0.106333	0.034002	-3.127249	0.0018
(1-DUMMY)*(RESIDARMA(-1))	-0.008497	0.035631	-0.238462	0.8115
C	0.001351	0.000549	2.459611	0.0140
R-squared	0.005168	Mean dependent var		0.000435
Adjusted R-squared	0.004346	S.D. dependent var		0.016760
S.E. of regression	0.016724	Akaike info criterion		-5.342877
Sum squared resid	1.014968	Schwarz criterion		-5.336053
Log likelihood	9709.337	Hannan-Quinn criter.		-5.340447
F-statistic	6.284155	Durbin-Watson stat		1.990938
Prob(F-statistic)	0.000300*			

Lampiran 10. *Sign Bias Test* (SBT) pada GARCH

Dependent Variable: VT

Method: Least Squares

Date: 09/16/13 Time: 01:55

Sample (adjusted): 5 3637

Included observations: 3633 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DUMMY	-0.001666	0.000556	-2.999417	0.0027
C	0.001259	0.000391	3.222306	0.0013
R-squared	0.002472	Mean dependent var		0.000435
Adjusted R-squared	0.002197	S.D. dependent var		0.016760
S.E. of regression	0.016742	Akaike info criterion		-5.341272
Sum squared resid	1.017720	Schwarz criterion		-5.337860
Log likelihood	9704.420	Hannan-Quinn criter.		-5.340056
F-statistic	8.996499	Durbin-Watson stat		2.042809
Prob(F-statistic)	0.002723*			

Lampiran 11. *The Negative Sign Bias Test (NSBT)* pada GARCH

Dependent Variable: VT

Method: Least Squares

Date: 09/16/13 Time: 01:56

Sample (adjusted): 5 3637

Included observations: 3633 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DUMMY*(RESIDARMA(-1))	-0.025173	0.028170	-0.893598	0.3716
C	0.000297	0.000318	0.932243	0.3513
R-squared	0.000220	Mean dependent var		0.000435
Adjusted R-squared	-0.000055	S.D. dependent var		0.016760
S.E. of regression	0.016761	Akaike info criterion		-5.339017
Sum squared resid	1.020017	Schwarz criterion		-5.335605
Log likelihood	9700.324	Hannan-Quinn criter.		-5.337801
F-statistic	0.798517	Durbin-Watson stat		1.959427
Prob(F-statistic)	0.371596			

Lampiran 12. *The Positive Sign Bias Test (PSBT)* pada GARCH

Dependent Variable: VT

Method: Least Squares

Date: 09/16/13 Time: 01:57

Sample (adjusted): 5 3637

Included observations: 3633 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
(1-DUMMY)*(RESIDARMA(-1))	0.044453	0.029297	1.517312	0.1293
C	0.000191	0.000321	0.595091	0.5518
R-squared	0.000634	Mean dependent var		0.000435
Adjusted R-squared	0.000358	S.D. dependent var		0.016760
S.E. of regression	0.016757	Akaike info criterion		-5.339431
Sum squared resid	1.019595	Schwarz criterion		-5.336019
Log likelihood	9701.076	Hannan-Quinn criter.		-5.338215
F-statistic	2.302235	Durbin-Watson stat		2.017879
Prob(F-statistic)	0.129275			

Lampiran 13. Pendugaan Parameter TGARCH(1,2) dengan Satu Threshold

Dependent Variable: RETURN					
Method: ML – ARCH					
Date: 09/16/13 Time: 02:04					
Sample (adjusted): 4 3637					
Included observations: 3634 after adjustments					
Convergence achieved after 26 iterations					
MA Backcast: 2 3					
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)					
GARCH = C(6) + C(7)*RESID(-1)^2 + C(8)*RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0) + C(9)*GARCH(-1) + C(10)*GARCH(-2)					
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.	
C	0.000952	0.000249	3.829257	0.0001	
AR(2)	-0.012331	0.141787	-0.086972	0.9307	
AR(1)	0.355305	0.392541	0.905142	0.3654	
MA(2)	-0.026784	0.137038	-0.195447	0.8450	
MA(1)	-0.231819	0.391628	-0.591939	0.5539	
Variance Equation					
C	1.22E-05	1.27E-06	9.657900	0.0000	
RESID(-1)^2	0.117546	0.013273	8.856098	0.0000	
RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0)	0.131224	0.016664	7.874710	0.0000	
GARCH(-1)	0.493252	0.089214	5.528884	0.0000	
GARCH(-2)	0.279206	0.077783	3.589563	0.0003	
R-squared	0.015588	Mean dependent var	0.000751		
Adjusted R-squared	0.013143	S.D. dependent var	0.015910		
S.E. of regression	0.015805	Akaike info criterion	-5.714776		
Sum squared resid	0.905303	Schwarz criterion	-5.697720		
Log likelihood	10393.75	Hannan-Quinn criter.	-5.708700		
F-statistic	6.376012	Durbin-Watson stat	2.005120		
Prob(F-statistic)	0.000000				

Lampiran 14. *Sign Bias Test (SBT), The Negative Sign Bias Test (NSBT), dan The Positive Sign Bias Test (PSBT)*
Serempak pada TGARCH(1,2) Satu Threshold

Dependent Variable: VT2

Method: Least Squares

Date: 09/16/13 Time: 02:05

Sample (adjusted): 5 3637

Included observations: 3633 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DUMMY	-0.002479	0.000835	-2.970421	0.0030
DUMMY*(RESIDARMA(-1))	-0.068105	0.036639	-1.858795	0.0631
(1-DUMMY)*(RESIDARMA(-1))	-0.005486	0.038395	-0.142873	0.8864
C	0.001044	0.000592	1.763779	0.0779
R-squared	0.003080	Mean dependent var	0.000162	
Adjusted R-squared	0.002256	S.D. dependent var	0.018041	
S.E. of regression	0.018021	Akaike info criterion	-5.193485	
Sum squared resid	1.178509	Schwarz criterion	-5.186661	
Log likelihood	9437.966	Hannan-Quinn criter.	-5.191054	
F-statistic	3.737376	Durbin-Watson stat	2.000072	
Prob(F-statistic)	0.010710*			

Lampiran 15. *Sign Bias Test (SBT)* pada TGARCH(1,2) Satu Threshold

Dependent Variable: VT2

Method: Least Squares

Date: 09/16/13 Time: 02:07

Sample (adjusted): 5 3637

Included observations: 3633 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DUMMY	-0.001663	0.000598	-2.780909	0.0054
C	0.000984	0.000421	2.340583	0.0193
R-squared	0.002125	Mean dependent var		0.000162
Adjusted R-squared	0.001850	S.D. dependent var		0.018041
S.E. of regression	0.018024	Akaike info criterion		-5.193629
Sum squared resid	1.179637	Schwarz criterion		-5.190217
Log likelihood	9436.227	Hannan-Quinn criter.		-5.192413
F-statistic	7.733453	Durbin-Watson stat		2.029971
Prob(F-statistic)	0.005449*			

Lampiran 16. *The Negative Sign Bias Test (NSBT)* pada
TGARCH(1,2) Satu *Threshold*

Dependent Variable: VT2

Method: Least Squares

Date: 09/16/13 Time: 02:08

Sample (adjusted): 5 3637

Included observations: 3633 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
DUMMY*(RESIDARMA(-1))	0.000865	0.030327	0.028515	0.9773
C	0.000167	0.000343	0.486867	0.6264
R-squared	0.000000	Mean dependent var		0.000162
Adjusted R-squared	-0.000275	S.D. dependent var		0.018041
S.E. of regression	0.018044	Akaike info criterion		-5.191501
Sum squared resid	1.182150	Schwarz criterion		-5.188090
Log likelihood	9432.362	Hannan-Quinn criter.		-5.190286
F-statistic	0.000813	Durbin-Watson stat		1.977966
Prob(F-statistic)	0.977253*			

Lampiran 17. *The Positive Sign Bias Test (PSBT)* pada
TGARCH(1,2) Satu *Threshold*

Dependent Variable: VT2

Method: Least Squares

Date: 09/16/13 Time: 02:09

Sample (adjusted): 5 3637

Included observations: 3633 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
(1-DUMMY)*(RESIDARMA(-1))	0.046390	0.031537	1.470957	0.1414
C	-9.24E-05	0.000346	-0.267312	0.7892
R-squared	0.000596	Mean dependent var	0.000162	
Adjusted R-squared	0.000320	S.D. dependent var	0.018041	
S.E. of regression	0.018038	Akaike info criterion	-5.192097	
Sum squared resid	1.181446	Schwarz criterion	-5.188685	
Log likelihood	9433.444	Hannan-Quinn criter.	-5.190882	
F-statistic	2.163714	Durbin-Watson stat	2.010359	
Prob(F-statistic)	0.141389*			

Lampiran 18. Pendugaan Parameter TGARCH(1,2) dengan Dua Threshold

Dependent Variable: RETURN					
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution					
Date: 09/24/13 Time: 00:47					
Sample (adjusted): 4 3637					
Included observations: 3634 after adjustments					
Convergence achieved after 36 iterations					
MA Backcast: 2 3					
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)					
GARCH = C(6) + C(7)*RESID(-1)^2 + C(8)*RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0) + C(9)*RESID(-2)^2*(RESID(-2)<0) + C(10)*GARCH(-1) + C(11)*GARCH(-2)					
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.	
C	0.000929	0.000229	4.049832	0.0001	
AR(2)	-0.187554	0.117646	-1.594230	0.1109	
AR(1)	0.894518	0.205357	4.355927	0.0000	
MA(2)	0.085286	0.122765	0.694712	0.4872	
MA(1)	-0.779192	0.207624	-3.752903	0.0002	
Variance Equation					
C	1.57E-06	2.87E-07	5.469739	0.0000	
RESID(-1)^2	0.028185	0.003820	7.378636	0.0000	
RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0)	0.315920	0.028992	10.89683	0.0000	
RESID(-2)^2*(RESID(-2)<0)	-0.307530	0.027638	-11.12713	0.0000	
GARCH(-1)	1.424629	0.052295	27.24212	0.0000	
GARCH(-2)	-0.462565	0.048094	-9.617967	0.0000	
R-squared	0.018310	Mean dependent var	0.000751		
Adjusted R-squared	0.015600	S.D. dependent var	0.015910		
S.E. of regression	0.015786	Akaike info criterion	-5.725032		
Sum squared resid	0.902799	Schwarz criterion	-5.706271		
Log likelihood	10413.38	Hannan-Quinn criter.	-5.718349		
F-statistic	6.757410	Durbin-Watson stat	1.992448		
Prob(F-statistic)	0.000000				
Inverted AR Roots	.56	.34			
Inverted MA Roots	.65	.13			

Lampiran 19. Pendugaan Parameter TGARCH(1,1) dengan Dua
Threshold

Dependent Variable: RETURN					
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution					
Date: 09/16/13 Time: 02:11					
Sample (adjusted): 4 3637					
Included observations: 3634 after adjustments					
Convergence achieved after 23 iterations					
MA Backcast: 2 3					
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)					
GARCH = C(6) + C(7)*RESID(-1)^2 + C(8)*RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0) + C(9)*RESID(-2)^2*(RESID(-2)<0) + C(10)*GARCH(-1)					
Variable	Coefficient	t	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.000950		0.000243	3.907467	0.0001
AR(2)	-0.005683		0.132932	-0.042752	0.9659
AR(1)	-0.974529		0.138007	-7.061433	0.0000
MA(2)	0.117980		0.131667	0.896052	0.3702
MA(1)	1.092978		0.135799	8.048490	0.0000
Variance Equation					
C	6.94E-06		7.93E-07	8.759329	0.0000
RESID(-1)^2	0.080269		0.007660	10.47965	0.0000
RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0)	0.286644		0.034857	8.223379	0.0000
RESID(-2)^2*(RESID(-2)<0)	-0.216529		0.035081	-6.172309	0.0000
GARCH(-1)	0.860207		0.009726	88.44552	0.0000
R-squared	0.016586	Mean dependent var		0.000751	
Adjusted R-squared	0.014143	S.D. dependent var		0.015910	
S.E. of regression	0.015797	Akaike info criterion		-5.721464	
Sum squared resid	0.904385	Schwarz criterion		-5.704409	
Log likelihood	10405.90	Hannan-Quinn criter.		-5.715389	
F-statistic	6.791124	Durbin-Watson stat		1.985677	
Prob(F-statistic)	0.000000				

Lampiran 20. Pengujian *Lagrange-Multiplier Engle* TGARCH(1,1)
dengan Dua *Threshold*

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	1.022089	Prob. F(12,3609)	0.4249
Obs*R-squared	12.26756	Prob. Chi-Square(12)	0.4244

Test Equation:

Dependent Variable: WGT_RESID^2

Method: Least Squares

Date: 10/16/13 Time: 21:23

Sample (adjusted): 16 3637

Included observations: 3622 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.012754	0.067152	15.08146	0.0000
WGT_RESID^2(-1)	-0.012391	0.016645	-0.744446	0.4567
WGT_RESID^2(-2)	0.032590	0.016644	1.958030	0.0503
WGT_RESID^2(-3)	0.019532	0.016652	1.172965	0.2409
WGT_RESID^2(-4)	-0.023449	0.016657	-1.407733	0.1593
WGT_RESID^2(-5)	0.012950	0.016661	0.777265	0.4371
WGT_RESID^2(-6)	-0.022576	0.016663	-1.354907	0.1755
WGT_RESID^2(-7)	-0.002761	0.016663	-0.165698	0.8684
WGT_RESID^2(-8)	0.011424	0.016660	0.685723	0.4929
WGT_RESID^2(-9)	-0.007112	0.016657	-0.426996	0.6694
WGT_RESID^2(-10)	-0.013230	0.016653	-0.794451	0.4270
WGT_RESID^2(-11)	0.004350	0.016646	0.261312	0.7939
WGT_RESID^2(-12)	-0.010891	0.016644	-0.654353	0.5129
R-squared	0.003387	Mean dependent var		1.001244
Adjusted R-squared	0.000073	S.D. dependent var		2.126073
S.E. of regression	2.125996	Akaike info criterion		4.349940
Sum squared resid	16312.16	Schwarz criterion		4.372174
Log likelihood	-7864.742	Hannan-Quinn criter.		4.357861
F-statistic	1.022089	Durbin-Watson stat		1.999986
Prob(F-statistic)	0.424935			

Lampiran 21. Pengujian Kelayakan Model

Date: 10/16/13 Time: 22:54

Sample: 4 3637

Included observations: 3634

Q-statistic
probabilities adjusted
for 4 ARMA term(s)

Autocorrelation			Partial Correlation			AC	PAC	Q-Stat	Prob	
						1	0.026	0.026	2.3698	
						2	0.028	0.028	5.2642	
						3	0.014	0.013	5.9734	
						4	-0.000	-0.002	5.9741	
						5	-0.017	-0.017	6.9911	0.008
						6	-0.004	-0.004	7.0620	0.029
						7	0.000	0.002	7.0624	0.070
						8	-0.010	-0.010	7.4552	0.114
						9	0.004	0.005	7.5285	0.184
						10	0.028	0.028	10.417	0.108
						11	0.030	0.029	13.733	0.056
						12	0.016	0.013	14.683	0.066