

**VALUE AT RISK MODEL APARCH-M**  
**(Studi Kasus: *Return* Saham LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII)**

**SKRIPSI**

oleh:  
**RIFQI ABDILLAH**  
**0810950059-95**



**PROGRAM STUDI STATISTIKA**  
**JURUSAN MATEMATIKA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**MALANG**  
**2012**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**VALUE AT RISK MODEL APARCH-M**  
**(Studi Kasus: *Return* Saham LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII)**

**SKRIPSI**

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

oleh:

**RIFQI ABDILLAH**  
**0810950059-95**



**PROGRAM STUDI STATISTIKA**  
**JURUSAN MATEMATIKA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**  
**MALANG**  
**2012**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**  
**VALUE AT RISK MODEL APARCH-M**  
**(Studi Kasus: Return Saham LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII)**

oleh:  
**RIFQI ABDILLAH**  
**0810950059-95**

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji  
pada tanggal 11 Juni 2012  
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang statistika

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Dr. Ir. Maria Bernadetha T.M.**  
**NIP. 19520521 198103 2 001**

**Ir. Heni Kusdarwati, MS**  
**NIP. 19611208 198701 2 001**

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

**Dr. Abdul Rouf Alghofari, M.Sc.**  
**NIP. 19670907 199203 1 001**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rifqi Abdillah  
NIM : 0810950059  
Jurusan : Matematika  
Penulis Skripsi Berjudul : *Value at Risk* Model APARCH-M  
(Studi Kasus: *Return* Saham LQ45,  
IHSG, Kompas100 dan JII)

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 dikemudian hari diketahui bahwa isi Skripsi saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung risiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 11 Juni 2012  
Yang menyatakan,

(Rifqi Abdillah)  
NIM. 0810950059

# VALUE AT RISK MODEL APARCH-M (Studi Kasus: *Return* Saham LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII)

## ABSTRAK

Pemodelan ARIMA pada *return* saham yang menghasilkan ragam sisaan tidak konstan, ditangani dengan model GARCH. Beberapa model baru dikembangkan sebagai akibat dari kelemahan model GARCH yang tidak dapat menjelaskan efek asimetris, salah satu adalah model APARCH. Model APARCH-M atau APARCH *in mean* lebih informatif dan mampu menjelaskan hubungan antara *return* dan volatilitas atau risiko. *Value at Risk* (VaR) merupakan prediksi kerugian maksimum yang mungkin diperoleh investor dalam berinvestasi. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan *return* saham LQ45, IHSG, Kompas 100 dan JII menggunakan APARCH-M, mengetahui hubungan antara *return* dan risiko serta memprediksi VaR. Model APARCH-M terbaik bagi *return* saham LQ45, IHSG dan JII adalah APARCH(1,1)-M, sedangkan *return* saham Kompas100 tidak dapat dimodelkan dengan APARCH-M karena tidak terdapat hubungan antara *return* dan risiko. Berdasarkan model APARCH-M, terdapat hubungan negatif antara risiko dan *return* saham LQ45, IHSG dan JII. Pengaruh risiko terhadap *return* saham LQ45, IHSG dan JII berturut-turut sebesar -0.0021, -0.0026 dan -0.0022. Jika dana sebesar Rp. 100.000.000 diinvestasikan, maka prediksi VaR indeks LQ45, IHSG dan JII sepuluh periode mendatang adalah Rp. 6.483.191, Rp. 5.796.099 dan Rp. 3.201.953.

Kata kunci: *return* saham, volatilitas, GARCH, efek asimetris, APARCH-M, *Value at Risk* (VaR)

# **VALUE AT RISK APARCH-M MODEL**

## **(Case Study: IHSG, LQ45, Kompas100 and JII Stock Returns)**

### **ABSTRACT**

ARIMA modeling in stock return that results non constant variance, can be handled by GARCH model. Several new models were developed because of the weakness of GARCH model which cannot explain the asymmetric effect, one of them is APARCH model. APARCH-M or APARCH in mean model is more informative and able to detect the relationship between return and volatility or risk. Value at Risk (VaR) is the prediction of maximum loss that may be gained by the investor. This research aims to model LQ45, IHSG, Kompas100 and JII stock returns using APARCH-M, to detect the relationship between return and risk and to predict VaR. The best APARCH-M model for LQ45, IHSG and JII stock return is APARCH(1,1)-M, whereas Kompas100 stock return cannot be modeled in APARCH-M because no relationship between return and risk was obtained. Based on APARCH-M model, the negative relationship exists between risk and LQ45, IHSG and JII stock returns. The effects of risk to LQ45, IHSG and JII stock returns are respectively -0.0021, -0.0026 and -0.0022. If IDR 100,000,000 is invested, the predictions of VaR of LQ45, IHSG and JII stock indices ten-period ahead are IDR 6,483,191, IDR 5,796,099 and IDR 3,201,953.

**Keyword:** stock return, volatility, GARCH, asymmetric effect, APARCH-M, Value at Risk (VaR)

## KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas limpahan rahmat serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan studi di Program Studi Statistika Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang sekaligus menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW.

Selanjutnya penulis haturkan ucapan terima kasih seiring do'a dan harapan kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan pada:

1. Ibu Dr. Ir. Maria Bernadetha T. M. selaku dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak pengarahan dan pengalaman yang berharga sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik.
2. Ibu Ir. Heni Kusdarwati, MS selaku dosen Pembimbing II yang telah memberikan nasihat, bimbingan serta kesabaran dalam proses penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Eni Sumarminingsih, S.Si, MM selaku Ketua Penguji yang telah memberikan saran dan masukan yang bermanfaat.
4. Bapak Dr. Abdul Rouf A, M.Sc. selaku Ketua Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang.
5. Staf pengajar Statistika dan administrasi Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang atas ilmu pengetahuan dan segala bantuan yang diberikan.
6. Ayahanda, Ibunda dan keluarga tercinta atas kasih sayang, do'a dan restu kepada penulis dalam menuntut ilmu.
7. Sahabatku Damai Fajar, Dany Suhardiyanto, Luthfi Hendra, Dimas Anggoro, Fajri Zufa, Vita Fibriyani, Adi Pranata, Dwi Masrokhah, Angen Dian dan yang lain, yang tidak bosan berbagi semangat dengan penulis.
8. Teman-teman Program Studi Statistika berbagai angkatan dan teman-teman Fakultas MIPA berbagai angkatan dan jurusan atas motivasi yang diberikan.
9. Semua pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi yang tidak dapat disebut satu persatu.



Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan penulisan selanjutnya. Akhir kata, semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak pada umumnya dan bagi penulis sendiri pada khususnya.

Malang, Juni 2012

Penulis



## DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Manfaat .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Analisis Deret Waktu.....	5
2.2 Fungsi Autokorelasi (ACF) Contoh.....	5
2.3 Fungsi Autokorelasi Parsial (PACF) Contoh.....	6
2.4 Kestasioneran Data Deret Waktu.....	7
2.5 ARIMA .....	9
2.6 Data <i>Return</i> .....	13
2.7 Volatilitas.....	14
2.8 ARCH .....	15
2.9 Pendugaan Parameter ARCH.....	16
2.10 GARCH .....	18
2.11 Identifikasi Model GARCH(p,q) .....	18
2.12 Pendugaan Parameter GARCH.....	19
2.13 Pengujian Unsur ARCH/GARCH.....	19
2.14 Efek Asimetris .....	19
2.15 APARCH .....	21
2.16 Identifikasi Model APARCH(p,q).....	23
2.17 APARCH-M .....	23

2. 18	Pendugaan Parameter APARCH-M .....	24
2. 19	Uji Signifikansi Parameter.....	27
2. 20	Diagnostik Model.....	27
2. 21	Pemilihan Model Terbaik .....	27
2. 22	Peramalan Model APARCH-M.....	27
2. 23	<i>Value at Risk</i> .....	28
2. 24	Indeks Harga Saham.....	29
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>31</b>
3.1	Sumber Data .....	31
3.2	Metode Analisis.....	28
3.2.1	Pembentukan Model ARIMA .....	31
3.2.2	Pembentukan Model GARCH.....	32
3.2.3	Pembentukan Model APARCH-M.....	32
3.3	Metode Analisis.....	33
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>37</b>
4.1	Deskriptif.....	37
4.2	Uji Kestasioneran.....	39
4.3	Pemodelan ARIMA .....	40
4.3.1	Identifikasi Model ARIMA.....	40
4.3.2	Hasil Pendugaan Parameter Model ARIMA.....	41
4.3.3	Diagnostik Model ARIMA.....	41
4.4	Pemodelan GARCH.....	43
4.4.1	Pengujian Unsur ARCH/GARCH .....	43
4.4.2	Identifikasi Model GARCH.....	44
4.4.3	Hasil Pendugaan Parameter Model GARCH .....	44
4.5	Efek Asimetris Sisaan.....	46
4.5.1	Hasil <i>Sign Bias Test</i> (SBT).....	46
4.5.2	Kelemahan GARCH Dalam Menjelaskan Efek Asimetris.....	47
4.6	Pemodelan APARCH-M .....	48
4.6.1	Identifikasi Model APARCH-M.....	48
4.6.2	Hasil Pendugaan Parameter Model APARCH-M.....	48
4.6.3	Uji Keberartian Parameter Model	

APARCH-M .....	50
4.6.4 Diagnostik Model APARCH-M .....	51
4.7 Hubungan antara Risiko dan <i>Return</i> .....	52
4.8 Peramalan <i>Return</i> dan Volatilitas .....	53
4.9 <i>Value at Risk</i> .....	53
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>55</b>
5.1 Kesimpulan .....	55
5.2 Saran .....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>57</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>61</b>



## DAFTAR GAMBAR

	Hal.
Gambar 2.1 Pola Eksponensial dan Gelombang Sinus Teredam.....	11
Gambar 2.2 <i>Leverage Effect</i> .....	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Analisis .....	35
Gambar 4.1 Plot Indeks Harga Saham Terhadap Waktu .....	37
Gambar 4.2 Plot <i>Return</i> Terhadap Waktu.....	39
Gambar 4.3 Plot Ragam Bersyarat Terhadap <i>Lag</i> 1 Sisaan Model ARIMA.....	48
Gambar 4.4 Plot <i>Value at Risk</i> Terhadap Waktu .....	54

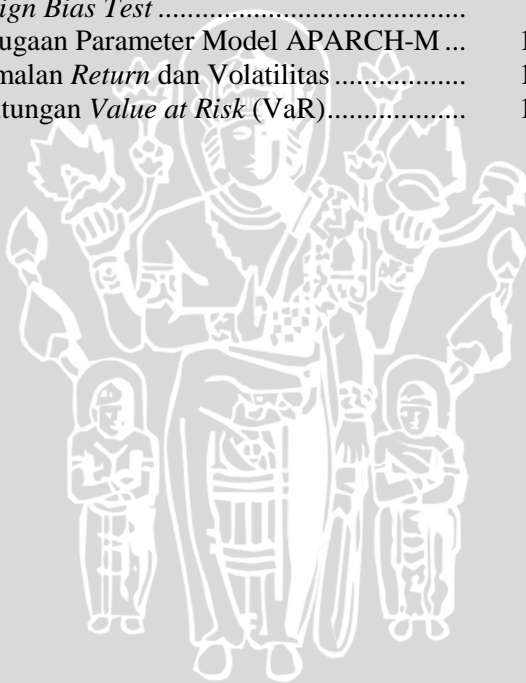


## DAFTAR TABEL

	Hal.
Tabel 2.1 Ciri-ciri ACF dan PACF Model ARIMA .....	10
Tabel 4.1 Nilai $\lambda$ Transformasi <i>Box-Cox</i> .....	40
Tabel 4.2 Hasil Uji Dickey Fuller (DF).....	40
Tabel 4.3 Penduga Parameter Model ARIMA sementara.....	41
Tabel 4.4 Hasil Uji Kelayakan Model ARIMA.....	42
Tabel 4.4 Hasil Uji Kelayakan Model ARIMA.....	42
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Keberadaan Unsur ARCH/GARCH.....	43
Tabel 4.6 Penduga Parameter Model GARCH.....	44
Tabel 4.7 Hasil Pengujian <i>Sign Bias Test</i> (SBT).....	46
Tabel 4.8 Penduga Parameter APARCH(1,1)-M <i>Return</i> LQ45, IHSG, dan JII.....	50
Tabel 4.9 Hasil Uji Ljung-Box.....	51
Tabel 4.10 Penduga Parameter $\omega$ pada Model APARCH-M.....	52

## DAFTAR LAMPIRAN

		Hal.
Lampiran 1	Data Indeks Saham LQ45, IHSG Kompas100 dan JII.....	61
Lampiran 2	Statistik Deskriptif <i>Return</i> .....	63
Lampiran 3	Transformasi <i>Box-Cox</i> .....	64
Lampiran 4	Uji <i>Dickey Fuller</i> (DF).....	69
Lampiran 5	ACF dan PACF <i>Return</i> Saham.....	71
Lampiran 6	Pendugaan Parameter Model ARIMA.....	75
Lampiran 7	Uji <i>Lagrange Multiplier</i> .....	81
Lampiran 8	Pendugaan Parameter Model GARCH.....	83
Lampiran 9	Uji <i>Sign Bias Test</i> .....	99
Lampiran 10	Pendugaan Parameter Model APARCH-M...	100
Lampiran 11	Peramalan <i>Return</i> dan Volatilitas.....	136
Lampiran 12	Perhitungan <i>Value at Risk</i> (VaR).....	139



UNIVERSITAS BRAWIJAYA





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perilaku harga saham dapat dilihat dari dua parameter, yaitu rata-rata dan simpangan baku. Simpangan baku didefinisikan sebagai volatilitas, yaitu ukuran ketidakpastian suatu data deret waktu keuangan atau risiko yang mungkin dihadapi investor dalam perdagangan bursa (Surya dan Hariadi, 2002). Sifat dasar volatilitas yang fluktuatif membuat para ahli ekonomi tertarik untuk melakukan pemodelan dan peramalan volatilitas harga saham.

Nilai pengembalian harga saham disebut *return* saham, yang secara langsung menunjukkan peningkatan atau penurunan harga saham antar periode waktu. Engle (1982) menyajikan beberapa karakteristik *return* saham, antara lain: distribusi dengan keruncingan kurva berlebih (*excess kurtosis*), pengelompokan volatilitas (*volatility clustering*) dan adanya ketergantungan pada kuadrat *return*. Model deret waktu (ARIMA) yang digunakan untuk memodelkan *return* saham, akan menghasilkan ragam sisaan yang tidak konstan, sebagai akibat dari karakteristik *return* saham itu sendiri.

*Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) diperkenalkan Engle tahun 1982 dan *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH) oleh Bollerslev tahun 1986 merupakan model volatilitas yang didasarkan pada ragam sisaan yang berubah-ubah pada beberapa periode waktu. Model GARCH dengan jumlah parameter lebih sedikit merupakan model yang lebih sederhana dibandingkan model ARCH berderajat tinggi. GARCH memodelkan ragam bersyarat atau volatilitas pada waktu tertentu sebagai fungsi dari kuadrat sisaan dan ragam bersyarat pada waktu sebelumnya.

Namun dalam perkembangannya model GARCH memiliki kelemahan, yaitu tidak dapat menangkap suatu gejala volatilitas yang dinamakan efek asimetris. Efek ini terjadi ketika sisaan yang bernilai sama dengan tanda berbeda (positif/negatif) mempunyai pengaruh berbeda terhadap volatilitas. Pada kasus empiris, sering ditemukan fenomena di mana peningkatan volatilitas lebih tinggi pada saat sisaan bertanda negatif daripada ketika sisaan bertanda

positif. Black (1976) dalam Andersen, et al. (2009) menyebut kejadian ini sebagai *leverage effect*.

Untuk mengatasi kelemahan model GARCH dalam menangkap efek asimetris, Ding, et al. (1993) mengembangkan model *Asymmetric Power Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (APARCH) yang didasarkan pada ketergantungan transformasi kuasa dari nilai mutlak *return* saham harian S&P 500. Model ini mengubah momen pusat kedua sisaan menjadi bentuk eksponensial yang lebih fleksibel serta menambahkan koefisien asimetri dalam perhitungan *leverage effect*.

Ditinjau dari kegunaan, model APARCH secara terbatas hanya digunakan untuk memodelkan volatilitas. Model APARCH-M dianggap lebih informatif dan mampu menjelaskan hubungan antara *return* dan volatilitas (atau risiko). Model yang juga disebut APARCH *in mean* ini merupakan pengembangan model ARCH-M (ARCH *in mean*) diperkenalkan oleh Engle, et al. (1987). Pada model ini terdapat parameter yang berfungsi untuk menjelaskan hubungan antara risiko dan *return*.

Penelitian terdahulu tentang model yang digunakan untuk menangani efek asimetris, yaitu pemodelan EGARCH pada *return* saham LQ45 (Wirawati, 2003), menunjukkan bahwa sisaan negatif berpengaruh lebih besar terhadap volatilitas daripada sisaan positif. Safitri (2011) membuktikan bahwa model asimetris *Threshold GARCH* lebih baik dibandingkan GARCH dalam memodelkan *return* indeks harga saham gabungan (IHSG). Sedangkan pada penelitian ARCH-M dan GARCH-M, Wijayanti (2010) menyimpulkan bahwa *return* IHSG cocok untuk dimodelkan dalam GARCH(1,1)-M tanpa memperhitungkan efek asimetris.

Manajemen risiko, menurut Maruddani dan Purbowati (2009), dapat didekati dengan suatu kerangka pikir yang rasional dengan metode statistika sebagai alat untuk menganalisis risiko. *Value at Risk* (*VaR*) merupakan bagian dari manajemen risiko dalam perdagangan saham. *VaR* didefinisikan sebagai prediksi kerugian maksimum yang akan didapat oleh investor selama periode waktu tertentu, dalam kondisi bursa saham normal dan pada tingkat kepercayaan tertentu. Wijayanti (2010) mengemukakan bahwa *VaR* dapat diprediksi setelah diperoleh model yang sesuai untuk kasus yang diteliti.

LQ45 merupakan indeks harga saham unggulan 45 perusahaan teraktif dalam transaksi perdagangan, sedangkan IHSG adalah indeks yang didasarkan pada semua saham yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI). Selain itu, ada Kompas100 yang didasarkan pada 100 perusahaan teraktif dalam transaksi perdagangan versi Kompas, serta *Jakarta Islamic Index* (JII) yang berasal dari 30 saham berbasis syariah. Dalam hal ini indeks harga saham unggulan adalah indeks yang paling banyak diminati investor, di mana penelitian terhadap indeks ini akan sangat bermanfaat tidak hanya bagi investor tetapi juga bagi akademisi.

Pada penelitian ini APARCH-M digunakan untuk memodelkan efek asimetris sisaan terhadap volatilitas pada *return* indeks harga saham LQ45, IHSG, Kompas 100 dan JII. Selain itu juga akan dihitung prediksi *Value at Risk* berdasarkan model yang terbentuk.

## 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana model APARCH-M pada *return* indeks harga saham LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII?
2. Bagaimana pengaruh risiko terhadap *return* berdasarkan model APARCH-M?
3. Berapa *Value at Risk* sepuluh periode mendatang jika dana dengan nilai tertentu diinvestasikan?

## 1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah model rata-rata menggunakan ARIMA.

## 1.4. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Memodelkan *return* indeks harga saham LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII menggunakan APARCH-M.
2. Mengetahui pengaruh risiko terhadap *return* berdasarkan model APARCH-M.
3. Memprediksi *Value at Risk* sepuluh periode mendatang jika dana dengan nilai tertentu diinvestasikan.

### 1.5. Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah mengetahui pemodelan APARCH-M sebagai metode alternatif pada data deret waktu yang mengandung efek asimetris dan memberi informasi bagi investor untuk mengetahui prediksi *Value at Risk*.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Analisis Deret Waktu

Menurut Box dan Jenkins (1976), data deret waktu ( $Y_t$ ) merupakan hasil pengamatan pada waktu ( $t$ ) berbeda dengan jarak waktu sama, di mana hasil pengamatan antar selang waktu sama diasumsikan saling berhubungan. Tujuan analisis deret waktu adalah untuk memprediksi atau meramal  $Y_t$  di luar selang  $t$  berdasarkan  $Y_t$  di dalam selang  $t$  dan deret lain yang berhubungan dengan  $Y_t$  (Cryer dan Chan, 2008).

### 2.2. Fungsi Autokorelasi (ACF) Contoh

Hanke, et al. (2003) mengungkapkan bahwa autokorelasi mengukur keeratan hubungan linier antara  $Y_t$  dengan  $Y_{t-k}$ , di mana  $k = 1, 2, \dots$  merupakan lag atau waktu keterlambatan. Sebagai fungsi dari  $k$ ,  $\rho_k$  disebut fungsi autokorelasi. Cryer dan Chan (2008) menyajikan penduga bagi  $\rho_k$ :

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} \quad (2.1)$$
$$\bar{Y} = \frac{\sum_{t=1}^n Y_t}{n}$$

di mana:

- $r_k$  = fungsi autokorelasi contoh
- $Y_t$  = respons pada waktu  $t$
- $Y_{t-k}$  = respons pada waktu  $t-k$
- $\bar{Y}$  = rata-rata respons
- $n$  = ukuran contoh

### 2.3. Fungsi Autokorelasi Parsial (PACF) Contoh

Autokorelasi parsial merupakan keeratan hubungan linier antara  $Y_t$  dengan  $Y_{t-k}$  dengan mengabaikan ketidakbebasan  $Y_{t-1}$ ,  $Y_{t-2}$ , ...,  $Y_{t-k-1}$  (Makridakis, et al., 1999). Pandang  $Y_t$  yang diregresikan dengan  $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-k}$ :

$$Y_t = \phi_{k1}Y_{t-1} + \phi_{k2}Y_{t-2} + \dots + \phi_{kk}Y_{t-k} + e_t \quad (2.2)$$

$\phi_{ki}$  untuk  $i = 1, 2, \dots, k$  koefisien regresi ke- $i$ , menjelaskan koefisien autokorelasi parsial (Wei, 1990). Jika persamaan 2.2 dikalikan dengan  $Y_{t-j}$  dan nilai harapan dihitung, akan diperoleh:

$$\begin{aligned} E(Y_t Y_{t-j}) &= \phi_{k1}E(Y_{t-1} Y_{t-j}) + \phi_{k2}E(Y_{t-2} Y_{t-j}) + \dots + \\ &\quad \phi_{kk}E(Y_{t-k} Y_{t-j}) + E(e_t Y_{t-j}) \\ \gamma_j &= \phi_{k1}\gamma_{j-1} + \phi_{k2}\gamma_{j-2} + \dots + \phi_{kk}\gamma_{j-k} \end{aligned} \quad (2.3)$$

Perkalian  $\frac{1}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}$  dengan persamaan 2.3 akan menghasilkan:

$$\rho_j = \phi_{k1}\rho_{j-1} + \phi_{k2}\rho_{j-2} + \dots + \phi_{kk}\rho_{j-k} \quad (2.4)$$

Menurut Cryer dan Chan (2008) persamaan 2.3 dan/atau 2.4 disebut persamaan *Yule-Walker*. Sistem persamaan linier untuk  $j = 1, 2, \dots, k$ :

$$\begin{aligned} \rho_1 &= \phi_{k1}\rho_0 + \phi_{k2}\rho_1 + \dots + \phi_{kk}\rho_{k-1} \\ \rho_2 &= \phi_{k1}\rho_1 + \phi_{k2}\rho_0 + \dots + \phi_{kk}\rho_{k-2} \\ &\vdots \\ \rho_k &= \phi_{k1}\rho_{k-1} + \phi_{k2}\rho_{k-2} + \dots + \phi_{kk}\rho_0 \end{aligned}$$

Sebagai fungsi dari  $k$ ,  $\phi_{kk}$  disebut fungsi autokorelasi parsial. Pada pengamatan terhadap contoh,  $\rho_j$  diduga oleh  $r_j$ . Menurut Durbin (1960) dalam Wei (1990)  $\phi_{kk}$  diduga oleh:

$$\hat{\phi}_{kk} = \frac{r_k - \sum_{j=1}^{k-1} \hat{\phi}_{k-1,j} r_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \hat{\phi}_{k-1,j} r_j} \quad (2.5)$$

$$\hat{\varphi}_{kj} = \hat{\varphi}_{k-1,j} - \hat{\varphi}_{kk} \hat{\varphi}_{k-1,k-j}, \text{ untuk } j = 1.2 \dots, k-1$$

dan  $\hat{\varphi}_{kk}$  disebut fungsi autokorelasi parsial contoh (Wei, 1990).

## 2.4. Kestasioneran Data Deret Waktu

Makridakis, et al. (1999) menyatakan bahwa kestasioneran terjadi jika tidak terdapat pertambahan atau pengurangan  $Y_t$  secara nyata saat  $t$  bertambah. Data deret waktu dikatakan stasioner jika  $Y_t$  membentuk pola horisontal pada selang waktu  $t$ , sehingga fluktuasi  $Y_t$  berada di sekitar nilai rata-rata ( $\bar{Y}$ ) konstan dan tidak tergantung pada waktu  $t$ .

Ada dua macam kestasioneran data:

### 1. Kestasioneran terhadap ragam

Jika fluktuasi  $Y_t$  konstan sepanjang waktu dikatakan bahwa data stasioner terhadap ragam (Makridakis, et al., 1999). Penanganan data tidak stasioner terhadap ragam menggunakan transformasi *Box-Cox*:

$$Y_t(\lambda) = \frac{Y_t^\lambda - 1}{\lambda} \quad (2.6)$$

di mana  $Y_t(\lambda)$  dan  $\lambda$  berturut-turut adalah transformasi terhadap  $Y_t$  dan parameter transformasi.

Cryer dan Chan (2008) berpendapat bahwa  $\lambda$  dapat dicoba menggunakan nilai  $\pm 1$ ,  $\pm 1/2$ ,  $\pm 1/3$ ,  $\pm 1/4$ , dan 0. Menurut Wei (1990),  $\lambda$  yang tepat digunakan untuk transformasi adalah  $\lambda$  yang menghasilkan jumlah kuadrat sisaan terkecil, yaitu:

$$S(\lambda) = \sum_{t=1}^n (Y_t(\lambda) - \bar{Y}(\lambda))^2 \quad (2.7)$$

di mana:

$S(\lambda)$  = jumlah kuadrat sisaan

$\bar{Y}(\lambda)$  = penduga rata-rata transformasi  $Y_t$

Jika  $\lambda = 1$  maka  $Y_t(\lambda) = Y_t - 1$  dan anggap  $\bar{Y}$  dan  $s^2$  sebagai penduga rata-rata dan ragam  $Y_t$ , maka:

$$\bar{Y}(\lambda) = \frac{\sum_{t=1}^n Y_t(\lambda)}{n} = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - 1)}{n} = \frac{\sum_{t=1}^n Y_t}{n} - \frac{n}{n} = \bar{Y} - 1$$

dan

$$s_{Y(\lambda)}^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t(\lambda) - \bar{Y}(\lambda))^2}{n-1} = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - 1 - (\bar{Y} - 1))^2}{n-1} = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}{n-1} = s_Y^2$$

di mana  $s_{Y(\lambda)}^2$  adalah penduga ragam transformasi respons. Jika  $\lambda = 1$  maka  $s_{Y(\lambda)}^2 = s_Y^2$ , sehingga transformasi tidak perlu dilakukan.

## 2. Kestasioneran terhadap rata-rata

Data dikatakan stasioner terhadap rata-rata jika fluktuasi  $Y_t$  berada di sekitar  $\bar{Y}$  (Hanke, et al., 2003). Kestasioneran terhadap rata-rata secara deskriptif diketahui dari diagram pencar atau plot  $Y_t$  terhadap  $t$ . Jika tidak terdapat tren (kecenderungan meningkat atau menurun), maka data dikatakan stasioner terhadap rata-rata. Tsay (2002) menyarankan uji *Dickey Fuller* (DF) untuk menguji kestasioneran data terhadap rata-rata. Pandang model deret waktu berikut:

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + e_t \quad (2.9)$$

di mana  $e_t$  adalah sisaan dan untuk menguji hipotesis:

$$H_0 : \phi_1 = 1$$

$$H_1 : \phi_1 < 1$$

Jika  $H_0$  benar maka, statistik uji:

$$\frac{\hat{\phi}_1 - 1}{s(\hat{\phi}_1)} = \frac{\sum_{t=1}^n Y_{t-1} e_t}{\hat{\sigma}_e \sqrt{\sum_{t=1}^n Y_{t-1}^2}} \sim t_{(n-1)} \quad (2.10)$$

di mana  $\phi_1$  diduga menggunakan metode kuadrat terkecil:



$$\hat{\phi}_1 = \frac{\sum_{t=1}^n Y_{t-1} Y_t}{\sum_{t=1}^n Y_{t-1}^2} \quad (2.11)$$

dan ragam sisaan:

$$\hat{\sigma}_e^2 = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{\phi}_1 Y_{t-1})^2}{n-1} \quad (2.12)$$

Penerimaan  $H_0$  menunjukkan  $Y_t$  tidak stasioner terhadap rata-rata.

Menurut Hanke, et al. (2003), data yang tidak stasioner terhadap rata-rata diubah menjadi stasioner melalui *differencing* (pembedaan), yaitu:

$$\nabla^d Y_t = \nabla^{d-1} Y_t - \nabla^{d-1} Y_{t-1} \quad (2.13)$$

$d$  adalah derajat pembedaan ( $d = 1, 2, 3 \dots$ ) dan  $\nabla^0 Y_t = Y_t$ .

Pembedaan dilakukan hingga plot  $\nabla^d Y_t$  terhadap  $t$  tidak menunjukkan pola tren atau uji DF pada  $\nabla^d Y_t$  menghasilkan keputusan penolakan  $H_0$ .

## 2.5. ARIMA

*Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) merupakan model peramalan umum. Suatu deret waktu  $Y_t$  dikatakan mengikuti model ARIMA(p,d,q) jika  $\nabla^d Y_t$  merupakan deret stasioner. Model umum ARIMA(p,d,q) yang disajikan oleh Wei (1990) adalah:

$$\phi_p(B) \nabla^d Y_t = \theta_0 + \theta_q(B) e_t$$

dengan  $\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p)$ ,  $\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)$  dan  $\theta_0 = \mu(1 - \phi_1 - \dots - \phi_p)$  berturut-turut adalah operator AR, MA dan proses rata-rata, di mana:

$\phi_1, \dots, \phi_p$  = parameter *autoregressive*

$\theta_1, \dots, \theta_q$  = parameter *moving average*

B = *backshift operator* (operator mundur)

- $p$  = derajat *autoregressive*
- $d$  = derajat perbedaan
- $q$  = derajat *moving average*
- $e_t$  = sisaan ARIMA waktu  $t$

Sebagai contoh pandang model ARIMA(0,1,1):

$$\nabla^1 Y_t = (1 - \theta B)e_t$$

atau

$$Y_t = Y_{t-1} + e_t - \theta e_{t-1}$$

Prosedur pemodelan ARIMA(p,d,q) yang bersesuaian dengan data:

1. Plot data terhadap waktu  
 Dilakukan untuk mengetahui apakah data deret waktu mengandung tren, pola musiman, pencilan atau ragam tidak konstan (Wei, 1990).

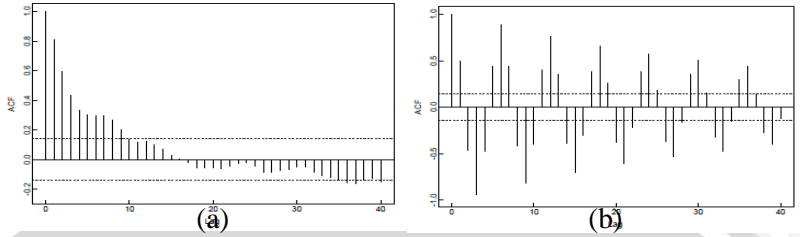
2. Identifikasi model

Orde  $p$  dan  $q$  pada model ARIMA(p,d,q) diidentifikasi berdasarkan ciri-ciri ACF dan PACF contoh pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Ciri-ciri ACF dan PACF Model ARIMA

Model	ACF	PACF
AR (p)	Pola menurun eksponensial/gelombang sinus teredam	Berbeda nyata pada lag 1 sampai p
MA (q)	Berbeda nyata pada lag 1 sampai q	Pola menurun eksponensial/gelombang sinus teredam
ARMA (p,q)	Pola menurun setelah lag (q-p)	Pola menurun setelah lag (p-q)

ACF dan PACF dikatakan berbeda nyata jika penduga ACF dan PACF terletak di luar selang  $\pm 2/\sqrt{n}$ . Sedangkan contoh pola menurun secara eksponensial dan gelombang sinus teredam dapat dilihat pada Gambar 2.1 (Brockwell dan Davis (2002)).



Gambar 2.1. Pola Menurun Eksponensial (a) dan Gelombang Sinus Teredam (b).

### 3. Pendugaan parameter

Pendugaan parameter model ARIMA dilakukan melalui penerapan metode *Conditional Maximum Likelihood* (Wei, 1990). Pandang model ARIMA (p,0,q):

$$Y_t - \mu = \phi_1 (Y_{t-1} - \mu) + \dots + \phi_p (Y_{t-p} - \mu) + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (2.14)$$

di mana  $e_t \sim iidN(0, \sigma_e^2)$ , parameter-parameter yang diduga adalah  $\phi = (\phi_1, \dots, \phi_p)$ ,  $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_q)$ ,  $\mu = E(Y_t)$  dan  $\sigma_e^2 = E(e_t^2)$ . Fungsi kepekatan peluang bersama untuk  $e = (e_1, e_2, \dots, e_n)$  adalah:

$$f(e|\phi, \theta, \mu, \sigma_e^2) = (2\pi\sigma_e^2)^{-n/2} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma_e^2} \sum_{t=1}^n e_t^2\right)$$

Persamaan 2.14 dapat ditulis dalam bentuk:

$$e_t = \theta_1 e_{t-1} + \dots + \theta_q e_{t-q} + (Y_t - \mu) - \phi_1 (Y_{t-1} - \mu) - \dots - \phi_p (Y_{t-p} - \mu) \quad (2.15)$$

Anggap  $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$  dan hitung persamaan 2.15 untuk  $t \geq p + 1$ , fungsi *log likelihood* bersyarat adalah:

$$\ell(\phi, \theta, \mu, \sigma_e^2) = -\frac{(n-p)}{2} \ln 2\pi\sigma_e^2 - \frac{S_*(\phi, \theta, \mu)}{2\sigma_e^2} \quad (2.16)$$

di mana:

$$S_*(\phi, \theta, \mu) = \sum_{t=p+1}^n e_t^2(\phi, \theta, \mu | Y)$$

adalah fungsi jumlah kuadrat bersyarat. Statistik-statistik  $\hat{\phi}$ ,  $\hat{\theta}$  dan  $\hat{\mu}$  yang memaksimumkan persamaan 2.16 dinamakan penduga *maximum likelihood* bersyarat yang diperoleh dengan cara (Wei, 1990):

$$\frac{\partial \ell}{\partial \phi} = 0, \quad \frac{\partial \ell}{\partial \theta} = 0, \quad \frac{\partial \ell}{\partial \mu} = 0$$

#### 4. Uji signifikansi parameter

Tahap ini dilakukan untuk menguji keberartian parameter model ARIMA, yang dilandasi pada hipotesis:

$H_0$  : parameter model tidak nyata

$H_1$  : parameter model nyata

Anggap model AR(1), dan jika  $H_0$  benar maka:

$$\frac{\hat{\phi}_1}{s(\hat{\phi}_1)} \sim t_{(n-1)}$$

di mana:

$\hat{\phi}_1$  = penduga parameter ARIMA(1,0,0)

$s(\hat{\phi}_1)$  = salah baku statistik  $\hat{\phi}_1$

#### 5. Diagnostik model

Diagnostik model bertujuan untuk memeriksa kelayakan model yang akan digunakan untuk peramalan. Model dikatakan layak jika  $e_t$  tidak berautokorelasi. Uji kelayakan model *Ljung-Box* menggunakan statistik  $Q$  dilandasi pada hipotesis:

$H_0$  : model layak

$H_1$  : model tidak layak

Jika  $H_0$  benar maka:

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^K \frac{r_{e_k}^2}{n-k} \sim \chi_{(K-m)}^2 \quad (2.17)$$

di mana:

$r_{e_k}$  = koefisien korelasi antar  $e_t$  dan  $e_{t-k}$

$K$  = lag maksimum

m = banyaknya parameter yang diduga dalam model

#### 6. Pemilihan model terbaik

Menurut Enders (2004), AIC (*Akaike Information Criterion*) terkecil digunakan untuk memilih model terbaik dari beberapa model sementara yang layak. AIC didefinisikan sebagai:

$$AIC = n \ln [\text{jumlah kuadrat sisaan}] + 2p \quad (2.18)$$

di mana:

n = banyak pengamatan

p = banyak parameter dalam model

#### 7. Peramalan

Tujuan pembentukan model ARIMA adalah untuk meramal respons pada periode waktu mendatang. Peramalan model ARIMA (p,0,q) dalam h periode mendatang diperoleh melalui (Cryer dan Chan, 2008):

$$\hat{Y}_t(h) = \phi_1 \hat{Y}_t(h-1) + \dots + \phi_p \hat{Y}_t(h-p) + \theta_0 \\ - \theta_1 E(e_{t+h-1} | Y_1, Y_2, \dots, Y_t) - \dots \\ - \theta_q E(e_{t+h-q} | Y_1, Y_2, \dots, Y_t)$$

$$\text{di mana } E(e_{t+j} | Y_1, Y_2, \dots, Y_t) = \begin{cases} 0, & j > 0 \\ e_{t+j}, & j \leq 0 \end{cases}$$

(2.19)

### 2.6. Data Return

Lo, et al. (1997) dalam Tsay (2002) mengemukakan bahwa penelitian di bidang ekonomi atau keuangan yang berkaitan dengan saham sering menggunakan data *return*, yang menggambarkan peningkatan atau penurunan harga saham secara langsung. *Return* bertanda negatif terjadi jika harga saham mengalami penurunan dari waktu  $t-1$  ke waktu  $t$  dan positif jika terjadi peningkatan harga saham dalam selang waktu sama (Surya dan Hariadi, 2002). Anggap  $P_t$  sebagai harga saham pada waktu  $t$  dan  $P_{t-1}$  harga saham pada waktu  $t-1$ :

$$Z_t = \log \frac{P_t}{P_{t-1}} = \log P_t - \log P_{t-1} \quad (2.20)$$

di mana  $Z_t$  adalah *return* penyusun kontinu (*continuously compounded return*) atau *log return* pada waktu  $t$ .

Engle (1982) juga berpendapat bahwa terdapat beberapa karakteristik *return* saham, antara lain: distribusi dengan keruncingan kurva berlebih (*excess kurtosis*) dan pengelompokkan volatilitas (*volatility clustering*), yaitu ketika *return* tinggi diikuti oleh *return* tinggi dan *return* rendah diikuti oleh *return* rendah. Dalam penelitiannya, Engle (1982) mengemukakan walaupun *return* ( $Z_t$ ) tidak berautokorelasi, namun terdapat ketergantungan pada *return* kuadrat ( $Z_t^2$ ). Taylor (1986) juga mengungkapkan adanya ketergantungan pada nilai mutlak *return*  $|Z_t|$ . Menurut Ding, et al. (1993) jika suatu deret merupakan proses *iid* (*independent and identically distributed*), maka transformasi dari deret tersebut juga sebuah proses *iid*, sebagai contoh pada  $Z_t^2$  dan  $|Z_t|$ . Jika model deret waktu (ARIMA) digunakan untuk memodelkan *return* saham, maka akan menghasilkan ragam sisaan yang tidak konstan, sebagai akibat dari karakteristik *return* saham itu sendiri.

## 2.7. Volatilitas

Perilaku harga aset finansial atau saham dijelaskan oleh dua parameter, yaitu rata-rata dan simpangan baku. Simpangan baku didefinisikan sebagai volatilitas, yaitu ukuran ketidakpastian dari suatu data deret waktu keuangan atau risiko yang mungkin dihadapi investor dalam perdagangan bursa (Surya dan Hariadi, 2002). Semakin besar volatilitas, semakin besar pula kemungkinan harga saham naik atau turun secara drastis yang disebut fluktuatif. Berdasarkan fakta tersebut, para pelaku bisnis sektor finansial tertarik untuk melakukan pemodelan dan peramalan volatilitas harga saham yang dikenal fluktuatif (Andersen, et al., 2009).

Beberapa sifat dasar *return* saham yang telah diteliti berimplikasi pada perkembangan model volatilitas. Beberapa model volatilitas digunakan secara spesifik untuk mengatasi kelemahan yang berkaitan dengan sifat umum volatilitas, misal model ARCH dan GARCH.

## 2.8. ARCH

Model volatilitas pertama adalah ARCH (*Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*) yang diperkenalkan oleh Robert Engle (1982). Secara umum ARCH berorde  $p$  (ARCH( $p$ )) digunakan untuk memodelkan ragam bersyarat ( $\sigma_t^2$ ) pada waktu  $t$  berdasarkan kuadrat sisaan pada waktu  $t-1$  hingga  $t-p$ . Pandang model rata-rata:

$$Y_t = \mu_t + e_t, \quad (2.21)$$

Tsay (2002) menyatakan bahwa  $\mu_t$  merupakan nilai harapan  $Y_t$  bersyarat  $F_{t-1}$ , di mana  $F_{t-1} = \{Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_2, Y_1\}$ . Jika  $Y_t$  dimodelkan ARIMA, maka:

$$\mu_t = E(Y_t | F_{t-1}) = \theta_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i Y_{t-i} - \sum_{j=1}^q \theta_j e_{t-j} \quad (2.22)$$

di mana:

- $Y_t$  = respons pada waktu  $t$
- $F_{t-1}$  = seluruh himpunan informasi pada waktu 1 hingga  $t-1$
- $\mu_t$  = nilai harapan  $Y_t$  bersyarat  $F_{t-1}$
- $e_t$  = sisaan ARIMA waktu  $t$

Tsay (2002) menyatakan bahwa ide dasar dari ARCH adalah sisaan  $e_t$  dari model rata-rata tidak berautokorelasi namun pada orde yang lebih tinggi saling bergantung. Engle (1982) menguraikan  $e_t$ :

$$e_t = \varepsilon_t \sigma_t, \quad e_t | F_{t-1} \sim iidN(0, \sigma_t^2) \\ \varepsilon_t \sim iidN(0, 1) \quad (2.23)$$

berdasarkan persamaan 2.23, diperoleh ragam bersyarat bagi  $e_t$  (Cryer dan Chan, 2008):

$$Var(e_t | F_{t-1}) = E(e_t^2 | F_{t-1}) = E(\varepsilon_t^2 \sigma_t^2 | F_{t-1}) = \sigma_t^2 E(\varepsilon_t^2 | F_{t-1}) \\ = \sigma_t^2 \quad (2.24)$$

dan ragam bersyarat yang mendefinisikan model ARCH dengan orde  $p$  yaitu:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{j=1}^p \alpha_j e_{t-j}^2$$

$\alpha_0$  dan  $\alpha_j$  merupakan parameter ARCH,  $\alpha_0 \geq 0$ ,  $\alpha_j \geq 0$ ,  $p \geq 0$  dan  $j = 1, 2, \dots, p$  untuk menjamin  $\sigma_t^2 \geq 0$ .

## 2.9. Pendugaan Parameter ARCH

Metode *maximum likelihood* digunakan untuk menduga parameter ARCH (Tsay, 2002). Di bawah asumsi kenormalan, fungsi *likelihood* model ARCH(p):

$$\begin{aligned} f(e_1, \dots, e_n | \eta) &= f(e_n | F_{n-1}) f(e_{n-1} | F_{n-2}) \dots f(e_{p+1} | F_p) f(e_1, \dots, e_p | \eta) \\ &= \prod_{t=p+1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_t^2}} \exp\left[-\frac{e_t^2}{2\sigma_t^2}\right] \times f(e_1, \dots, e_p | \eta) \end{aligned}$$

di mana  $\eta = (\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_p)$  dan  $f(e_1, \dots, e_p | \eta)$  adalah fungsi kepekatan peluang bersama dari  $e_1, \dots, e_p$  dengan fungsi *likelihood* bersyarat:

$$f(e_{p+1}, \dots, e_n | \eta, e_1, \dots, e_p) = \prod_{t=p+1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_t^2}} \exp\left[-\frac{e_t^2}{2\sigma_t^2}\right],$$

Fungsi *log likelihood* bersyarat adalah:

$$\ell(e_{p+1}, \dots, e_n | \eta, e_1, \dots, e_p) = \sum_{t=p+1}^n \left[ -\frac{1}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \ln(\sigma_t^2) - \frac{1}{2} \frac{e_t^2}{\sigma_t^2} \right]$$

karena  $\ln(2\pi)$  tidak melibatkan parameter, fungsi *log likelihood* bersyarat menjadi:

$$\ell(e_{p+1}, \dots, e_n | \eta, e_1, \dots, e_p) = - \sum_{t=p+1}^n \left[ \frac{1}{2} \ln(\sigma_t^2) + \frac{1}{2} \frac{e_t^2}{\sigma_t^2} \right] \quad (2.25)$$

di mana  $\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 e_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p e_{t-p}^2$  dihitung secara rekursif. Penduga parameter ARCH didapat dengan menyelesaikan turunan



parsial fungsi *log likelihood* bersyarat terhadap parameter dan disamakan dengan nol, yaitu (Tsay, 2002):

$$\frac{\partial \ell}{\partial \alpha_0} = 0, \quad \frac{\partial \ell}{\partial \alpha_j} = 0$$

Turunan parsial tidak dapat dihitung secara langsung dan metode iteratif digunakan sebagai solusi (Berndt, et al. (1974) dalam Wahyudi (2010)). Pandang vektor parameter ARCH  $\eta' = (\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_p)$ . Metode Newton Rhapsion dengan perkiraan deret Taylor orde 2 untuk fungsi *likelihood* dengan nilai awal  $\eta_0$  yaitu:

$$\ell_t(\eta) = \ell_t|_{\eta_0} + \left. \frac{\partial \ell_t}{\partial \eta} \right|_{\eta_0} (\eta - \eta_0)' + \frac{1}{2} (\eta - \eta_0)' \left. \frac{\partial^2 \ell_t}{\partial \eta \partial \eta'} \right|_{\eta_0} (\eta - \eta_0) \quad (2.26)$$

Untuk memperoleh kondisi optimum persamaan 2.26 diturunkan terhadap  $\eta$  dan disamakan dengan nol:

$$\frac{\partial \ell_t}{\partial \eta} = 0 + \left[ \left. \frac{\partial \ell_t}{\partial \eta} \right|_{\eta_0} \right] + \left[ \left. \frac{\partial^2 \ell_t}{\partial \eta \partial \eta'} \right|_{\eta_0} \right] (\eta - \eta_0) = 0 \quad (2.27)$$

Substitusi  $\eta_1$  ke  $\eta$  pada persamaan 2.27 menghasilkan:

$$\eta_1 = - \left[ \left. \frac{\partial^2 \ell_t}{\partial \eta \partial \eta'} \right|_{\eta_0} \right]^{-1} \left[ \left. \frac{\partial \ell_t}{\partial \eta} \right|_{\eta_0} \right] + \eta_0$$

sehingga diperoleh bentuk umum:

$$\eta_{s+1} = - \left[ \left. \frac{\partial^2 \ell_t}{\partial \eta \partial \eta'} \right|_{\eta_s} \right]^{-1} \left[ \left. \frac{\partial \ell_t}{\partial \eta} \right|_{\eta_s} \right] + \eta_s$$

Metode iterasi Berndt, Hall, Hall & Hausman (BHHH) dikembangkan dari Metode Newton Rhapsion dengan menambahkan aturan bilangan besar (*law of large number*) dengan bentuk umum (Berndt, et al., 1974 dalam Wahyudi, 2010):

$$\eta_{s+1} = \left[ - \left( \sum_{t=p+1}^n \frac{\partial^2 \ell_t}{\partial \eta \partial \eta'} \Big|_{\eta_s} \right) \right]^{-1} \left[ \frac{\partial \ell_t}{\partial \eta} \Big|_{\eta_s} \right] + \eta_s \quad (2.28)$$

di mana  $\ell_t$  adalah:

$$\ell_t = \frac{1}{2} \ln(\sigma_t^2) + \frac{1}{2} \frac{e_t^2}{\sigma_t^2}$$

Iterasi dimulai dengan nilai awal  $\eta_0$  dan berhenti jika  $\eta_{s+1} - \eta_s \approx 0$ .

## 2.10. GARCH

Model GARCH (*Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*) merupakan pengembangan model ARCH yang diperkenalkan oleh Bollerslev (1986). GARCH merupakan model sederhana dengan jumlah parameter lebih sedikit dibandingkan model ARCH berorde tinggi. Secara umum GARCH dengan orde  $p$  dan  $q$  ditulis GARCH( $p,q$ ), di mana ragam bersyarat waktu  $t$  dimodelkan sebagai fungsi dari kuadrat sisaan pada waktu  $t-1$  hingga  $t-p$  dan ragam bersyarat pada waktu  $t-1$  hingga  $t-q$ .

Model GARCH diturunkan seperti pada persamaan 2.21 hingga 2.24:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{j=1}^p \alpha_j e_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^q \beta_i \sigma_{t-i}^2 \quad (2.29)$$

di mana  $\alpha_0$ ,  $\alpha_j$  dan  $\beta_i$  adalah parameter GARCH,  $\alpha_0 \geq 0$ ,  $\alpha_j \geq 0$ ,  $\beta_i \geq 0$ ,  $p \geq 0$ ,  $q \geq 0$  untuk  $j = 1, 2, \dots, p$  dan  $i = 1, 2, \dots, q$  yang digunakan untuk menjamin  $\sigma_t^2 \geq 0$ .

## 2.11. Identifikasi Model GARCH( $p,q$ )

Tsay (2002) menyatakan bahwa identifikasi atau penentuan orde model GARCH( $p,q$ ) tidak mudah. Pada berbagai penerapan hanya digunakan GARCH dengan orde rendah, yaitu GARCH(1,1), GARCH(1,2) dan GARCH(2,1). Safitri (2011) pada penelitiannya juga menggunakan GARCH dengan orde tertinggi 2 dalam memodelkan IHSG.

## 2.12. Pendugaan Parameter GARCH

Menurut Tsay (2002), pendugaan parameter model GARCH identik dengan model ARCH diperoleh melalui:

$$\frac{\partial \ell}{\partial \alpha_0} = 0, \quad \frac{\partial \ell}{\partial \alpha_j} = 0, \quad \frac{\partial \ell}{\partial \beta_i} = 0 \quad (2.30)$$

di mana  $\ell$  sama dengan yang tersaji pada persamaan 2.25. Persamaan 2.30 tidak dapat dihitung secara langsung dan penggunaan iterasi BHHH sesuai persamaan 2.28 digunakan sebagai penyelesaian.

## 2.13. Pengujian Unsur ARCH/GARCH

Sebelum pemodelan perlu dilakukan pendeteksian keberadaan unsur ARCH/GARCH pada sisaan menggunakan uji *Lagrange Multiplier* yang diperkenalkan oleh Engle (1982). Uji ini dilakukan dengan cara meregresikan kuadrat sisaan waktu  $t$  terhadap 1 hingga  $p$  lag kuadrat sisaan, yaitu:

$$e_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 e_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p e_{t-p}^2 + v_t \quad ; t = p + 1, \dots, T \quad (2.31)$$

Persamaan 2.31 adalah autoregresi dari  $e_t^2$ , di mana  $v_t$  merupakan sisaan model tersebut dan  $p$  nilai yang telah ditentukan (Tsay, 2002).

Statistik uji *Lagrange Multiplier* adalah  $TR^2$ ,  $T$  sebagai ukuran contoh dan  $R^2$  merupakan koefisien determinasi yang diperoleh dari analisis regresi linier persamaan 2.31, berdasarkan hipotesis:

$H_0$  :  $\alpha_0 = \dots = \alpha_p = 0$  (tidak terdapat unsur ARCH/GARCH)

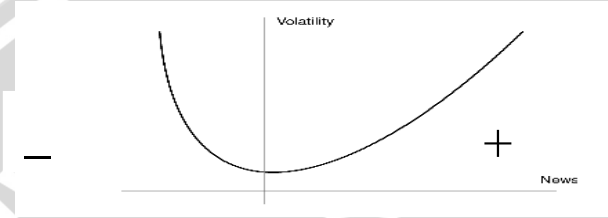
$H_1$  : paling tidak ada satu  $j$ , di mana  $\alpha_j \neq 0$  dan  $j=0,1,\dots,p$  (terdapat unsur ARCH/GARCH)

Jika  $H_0$  benar  $TR^2 \sim \chi_p^2$  dan penolakan  $H_0$  menunjukkan keberadaan unsur ARCH/GARCH dalam sisaan.

## 2.14. Efek Asimetris

Efek asimetris terjadi ketika sisaan model ARIMA yang bernilai sama dengan tanda berbeda (positif/negatif) mempunyai pengaruh berbeda terhadap volatilitas. Dalam bidang ekonomi sering

ditemukan kasus di mana peningkatan volatilitas lebih tinggi pada saat sisaan negatif daripada ketika sisaan bertanda positif (Gambar 2.2). Istilah ini oleh Black (1976) dalam Andersen, et al. (2006) disebut *leverage effect*. Sisaan negatif (*bad news*) terjadi ketika penduga respons lebih besar daripada respons aktual dan sebaliknya untuk sisaan positif (*good news*).



Gambar 2.2. Leverage Effect

Model ARCH/GARCH mengasumsikan bahwa sisaan ARIMA negatif atau positif berpengaruh sama terhadap volatilitas, sedangkan pada sebagian besar data di bidang ekonomi dalam periode waktu panjang sering terjadi kasus *leverage effect*.

Untuk mengetahui keberadaan efek asimetri, Engle dan Ng (1993) mengembangkan suatu pengujian yaitu *Sign Bias Test* (SBT). Pandang model GARCH(1,1):

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 e_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

anggap:

$$I_t^- = \begin{cases} 1, & e_t < 0 \\ 0, & e_t \geq 0 \end{cases}$$

SBT didasarkan signifikansi  $\omega_1$  pada:

$$\varepsilon_t^2 = \omega_0 + \omega_1 I_{t-1}^- + v_t, \quad \varepsilon_t^2 = \frac{e_t^2}{\sigma_t^2}, \quad v_t \sim iid N(0, \sigma_v^2)$$

berlandaskan hipotesis:

$$H_0 : \omega_1 = 0$$

$$H_1 : \omega_1 \neq 0$$

di mana  $\sigma_t^2$  ragam bersyarat,  $e_t$  sisaan model ARIMA dan  $\varepsilon_t$  sisaan yang dibakukan. Berdasarkan sebaran penarikan contoh  $\hat{\omega}_1 \sim N(\mu, \sigma^2)$  dan jika  $H_0$  benar, maka statistik uji:

$$\frac{\hat{\omega}_1}{s(\hat{\omega}_1)} \sim t_{(n-2)}$$

Penduga parameter  $\hat{\omega}_1$ :

$$\hat{\omega}_1 = \frac{\sum_{t=1}^n (I_t^- - \bar{I}^-)(\varepsilon_t^2 - \bar{\varepsilon}^2)}{\sum_{t=1}^n (I_t^- - \bar{I}^-)^2}$$

dan salah baku  $\hat{\omega}_1$ :

$$s(\hat{\omega}_1) = \sqrt{\frac{S^2}{\sum_{t=1}^n (I_t^- - \bar{I}^-)^2}}$$

di mana:

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (\varepsilon_t^2 - \bar{\varepsilon}^2)^2$$

Keberadaan efek asimetris ditunjukkan oleh penolakan  $H_0$ .

## 2.15. APARCH

*Asymmetric Power Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (APARCH) diperkenalkan oleh Ding, Granger dan Engle (1993). Model ini digunakan untuk menutupi kelemahan model ARCH/GARCH dalam menangkap gejala yang bersifat asimetris. Model APARCH berorde p dan q (APARCH(p,q)), didasarkan adanya ketergantungan pada transformasi kuasa dari nilai mutlak *return* saham harian S&P 500 ( $|Z_t|^\delta$ ) (Ding et al., 1993). Model ini mengubah momen pusat kedua sisian menjadi bentuk eksponen yang lebih fleksibel serta menambahkan koefisien asimetri dalam perhitungan *leverage effect*. Ding, et al. (1993) memperlihatkan bahwa model APARCH lebih baik dalam memodelkan volatilitas *return* saham harian S&P 500 dibandingkan model GARCH. Secara umum model APARCH(p,q) ditulis:

$$\begin{aligned}
Y_t &= \mu_t + e_t \quad t = 1, 2, \dots, n \\
\sigma_t^\delta &= \alpha_0 + \sum_{j=1}^p \alpha_j (|e_{t-j}| - \gamma_j e_{t-j})^\delta + \sum_{i=1}^q \beta_i \sigma_{t-i}^\delta \\
e_t &= \varepsilon_t \sigma_t, \quad e_t | F_{t-1} \sim N(0, \sigma_t^2) \\
\varepsilon_t &\sim iid N(0, 1)
\end{aligned}
\tag{2.32}$$

di mana:

- $\sigma_t^\delta$  = transformasi kuasa dari simpangan baku bersyarat pada waktu  $t$
- $e_t$  = sisaan pada waktu  $t$
- $\alpha_0, \alpha_j, \beta_i$  = parameter APARCH
- $\delta$  = parameter transformasi kuasa
- $\gamma_j$  = parameter *leverage effect*

di mana  $\alpha_0 \geq 0$ ,  $\delta > 0$ ,  $\beta_i \geq 0$  ( $i = 1, \dots, q$ ),  $-1 \leq \gamma_j \leq 1$ ,  $\alpha_j \geq 0$  ( $j = 1, \dots, p$ ) (Ding, et al., 1993).

Menurut Laurent (2003),  $\gamma_j > 0$  memperlihatkan bahwa sisaan negatif berpengaruh lebih besar terhadap volatilitas daripada sisaan positif dan sebaliknya. Parameter  $\gamma_j$  pada model APARCH berperan untuk mengatasi efek asimetris. Berbeda dengan model ARCH dan GARCH yang mengasumsikan bahwa tidak ada perbedaan pengaruh tanda sisaan terhadap volatilitas. Hal ini dilihat pada bentuk model ARCH dan GARCH, di mana volatilitas dipengaruhi oleh kuadrat sisaan. Jika sisaan negatif atau positif dengan nilai sama dikuadratkan, akan menghasilkan nilai sama dan dikatakan bahwa model ARCH dan GARCH tidak dapat menangani efek asimetris. Jika pada model APARCH  $\gamma_j = 0$  maka tidak terdapat efek asimetris pada sisaan, di mana akan menjadi model GARCH dengan kondisi  $\delta = 2$  dan menjadi model ARCH dengan kondisi  $\delta = 2$  dan  $\beta_i = 0$ .

Parameter  $\delta$  pada model APARCH merupakan parameter transformasi kuasa simpangan baku bersyarat  $\sigma_t$ . Ding, et al (1993) melakukan penelitian dan menyimpulkan bahwa dasar dari keberadaan parameter  $\delta$  pada model APARCH adalah adanya ketergantungan pada transformasi kuasa nilai mutlak suatu *return*

saham harian ( $|Z_t|^\delta$ ), yaitu S&P 500 pada periode 3 Januari 1928 hingga 30 April 1991 sejumlah 17054 pengamatan. Pada penelitian tersebut, ukuran ketergantungan diduga dengan autokorelasi contoh menggunakan berbagai macam nilai  $\delta$  berkisar dari 0,125 hingga 3 dan diperoleh autokorelasi tertinggi pada saat  $\delta$  di sekitar 1. Keberadaan parameter  $\delta$  membuat model APARCH dikatakan lebih fleksibel karena model ini mengizinkan  $\delta$  bernilai bebas. Atau dengan kata lain pada kasus umum, APARCH memodelkan transformasi kuasa nilai mutlak sisaan ( $|e_t|^\delta$ ) yang berautokorelasi tinggi pada  $\delta$  tertentu, di mana  $e_t$  sendiri tidak berautokorelasi (Ding, et al. (1993)).

## 2.16. Identifikasi Model APARCH(p,q)

Untuk melakukan identifikasi model APARCH(p,q), Karanasos dan Kim (2005) berpendapat bahwa pemilihan orde p dan q menggunakan orde maksimum 3 atau 4, kemudian dibuat model sementara dengan orde lebih rendah. Laurent (2003) juga menyatakan bahwa model APARCH(p,q) terbaik dipilih berdasarkan *information criterion* (kriteria informasi).

## 2.17. APARCH-M

Model yang juga disebut APARCH *in mean* ini merupakan pengembangan model ARCH *in mean* (ARCH-M) yang diperkenalkan oleh Engle, Lilien dan Robins (1987). Model APARCH-M dengan orde p dan q (APARCH(p,q)-M) ini dianggap lebih informatif dan mampu menjelaskan hubungan antara *return* dan volatilitas (atau risiko), di mana *return* merupakan fungsi linier dari volatilitas (Paul, 2008). Alasan pengembangan model ini adalah keinginan investor memperoleh premi risiko, yaitu besarnya tingkat pengembalian yang diharapkan investor sebagai kompensasi atas kesanggupan untuk menanggung risiko lebih besar, di mana risiko diukur dari volatilitas. Bentuk model APARCH-M adalah:

$$Z_t = \mu_t + \omega\sigma_t + e_t,$$

di mana  $\mu_t$  diuraikan:

$$\mu_t = \theta_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i Z_{t-i} - \sum_{j=1}^q \theta_j e_{t-j}$$

dan  $\sigma_t$  merupakan volatilitas yang diperoleh pada pemodelan APARCH:

$$\sigma_t = \left[ \alpha_0 + \sum_{j=1}^p \alpha_j (|e_{t-j}| - \gamma_j e_{t-j})^\delta + \sum_{i=1}^q \beta_i \sigma_{t-i}^\delta \right]^{1/\delta} \quad (2.33)$$

di mana:

- $Z_t$  = return waktu ke- $t$
- $e_t$  = sisaan waktu ke- $t$
- $\omega$  = parameter premi risiko

Tsay (2002) menyatakan bahwa  $\omega$  positif menunjukkan return berhubungan lurus dengan volatilitas.

## 2.18. Pendugaan Parameter APARCH-M

Metode *maximum likelihood* digunakan untuk menduga parameter model APARCH-M. Di bawah asumsi kenormalan, fungsi log likelihood  $Y_t$  untuk  $n$  pengamatan adalah (Enders, 2004):

$$\ell = \sum_{t=1}^n \left[ -\frac{1}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \ln(\sigma_t^2) - \frac{1}{2} \frac{e_t^2}{\sigma_t^2} \right] \quad (2.34)$$

di mana  $e_t = Y_t - \mu_t - \omega \sigma_t$ . Definiskan dahulu vektor  $\gamma' = (\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_p)$ ,  $\theta' = (\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_q)$  dan  $C' = (\phi_1, \dots, \phi_p, \theta_0, \theta_1, \dots, \theta_q)$ . Vektor  $\eta' = (\gamma, \theta, \delta, C, \omega)$  merupakan vektor parameter yang tidak diketahui, diduga melalui turunan parsial  $\ell(\eta)$  terhadap  $\eta$ , di mana  $\ell(\eta)$  sama dengan  $\ell$  pada persamaan 2.34, yaitu (Laurent, 2003):

$$\frac{\partial \ell}{\partial \eta} = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^n \frac{\partial \ln(\sigma_t^2)}{\partial \eta} - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^n \left[ \frac{1}{\sigma_t^2} \frac{\partial e_t^2}{\partial \eta} - \frac{e_t^2}{\sigma_t^4} \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial \eta} \right]$$



$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{2} \sum_{t=1}^n \left[ -\frac{1}{\sigma_t^2} \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial \eta} - \frac{1}{\sigma_t^2} \frac{\partial e_t^2}{\partial \eta} + \frac{e_t^2}{\sigma_t^4} \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial \eta} \right] \\
&= \frac{1}{2} \sum_{t=1}^n \left[ \frac{e_t^2 - \sigma_t^2}{\sigma_t^4} \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial \eta} - \frac{1}{\sigma_t^2} \frac{\partial e_t^2}{\partial \eta} \right]
\end{aligned} \tag{2.35}$$

Untuk mempermudah perhitungan persamaan 2.35,  $\sigma_t^2$  ditulis sebagai  $(\sigma_t^\delta)^{2/\delta}$ , sehingga:

$$\frac{\partial \sigma_t^2}{\partial \eta} = \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial \sigma_t^\delta} \frac{\partial \sigma_t^\delta}{\partial \eta} = \frac{2\sigma_t^2}{\delta \sigma_t^\delta} \frac{\partial \sigma_t^\delta}{\partial \eta} \tag{2.36}$$

Penurunan secara terpisah dilakukan untuk menyelesaikan persamaan 2.36:

1. Turunan  $\sigma_t^\delta$  terhadap  $\gamma$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \sigma_t^\delta}{\partial \gamma} &= \frac{\partial \alpha_0}{\partial \gamma} + \sum_{j=1}^p \frac{\partial \alpha_j (|e_{t-j}| - \gamma_j e_{t-j})^\delta}{\partial \gamma} + \sum_{i=1}^q \frac{\partial \beta_i \sigma_{t-i}^\delta}{\partial \gamma} \\
&= \sum_{j=1}^p \alpha_j \frac{\partial k(e_{t-j})^\delta}{\partial \gamma} + \sum_{i=1}^q \beta_i \frac{\partial \sigma_{t-i}^\delta}{\partial \gamma}
\end{aligned} \tag{2.37}$$

di mana:

$$\frac{\partial k(e_{t-j})^\delta}{\partial \gamma_j} = \begin{cases} -\delta k(e_{t-j})^{\delta-1} e_{t-j}, & t > 0 \\ -\frac{\delta}{n} \sum_{s=1}^n (|e_s| - \gamma_j e_s)^{\delta-1} e_s, & t \leq 0 \end{cases} \tag{2.38}$$

dan

$$\frac{\partial \sigma_{t-i}^\delta}{\partial \gamma} = 0, t \leq 0 \tag{2.39}$$

2. Turunan  $\sigma_t^\delta$  terhadap  $\delta$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_t^\delta}{\partial \delta} &= \frac{\partial \alpha_0}{\partial \delta} + \sum_{j=1}^p \frac{\partial \alpha_j (|e_{t-j}| - \gamma_j e_{t-j})^\delta}{\partial \delta} + \sum_{i=1}^q \frac{\partial \beta_i \sigma_{t-i}^\delta}{\partial \delta} \\ &= \sum_{j=1}^p \alpha_j \left[ (|e_{t-j}| - \gamma_j e_{t-j})^\delta \text{Ln}(|e_{t-j}| - \gamma_j e_{t-j}) \right]^{F_{t-j}} \\ &\quad \times \left[ \frac{1}{n} \sum_{s=1}^n (|e_s| - \gamma_j e_s)^\delta \text{Ln}(|e_s| - \gamma_j e_s) \right]^{1-F_{t-j}} \\ &\quad + \sum_{i=1}^q \beta_i \left( \frac{\partial \sigma_{t-i}^\delta}{\partial \delta} \right)^{F_{t-i}} \left[ 0.5 \left( \frac{1}{n} \sum_{s=1}^n e_s^2 \right)^{\frac{\delta}{2}} \text{Ln} \left( \frac{1}{n} \sum_{s=1}^n e_s^2 \right) \right]^{1-F_{t-i}} \end{aligned}$$

di mana  $F_t = \begin{cases} 1, & t > 0 \\ 0, & t \leq 0 \end{cases}$  (2.40)

3. Turunan  $\sigma_t^\delta$  terhadap  $\theta$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_t^\delta}{\partial \theta} &= \frac{\partial \alpha_0}{\partial \theta} + \sum_{j=1}^p \frac{\partial \alpha_j (|e_{t-j}| - \gamma_j e_{t-j})^\delta}{\partial \theta} + \sum_{i=1}^q \frac{\partial \beta_i \sigma_{t-i}^\delta}{\partial \theta} \\ &= \sum_{j=1}^p \alpha_j \frac{\partial k(e_{t-j})^\delta}{\partial \theta} + \sum_{i=1}^q \beta_i \frac{\partial \sigma_{t-i}^\delta}{\partial \theta} \end{aligned}$$

(2.41)

dan

$$\frac{\partial \sigma_{t-i}^\delta}{\partial \theta} = 0, t \leq 0$$

Penduga parameter APARCH-M diperoleh dengan menurunkan persamaan 2.34 terhadap parameter dan disamakan dengan nol, yaitu:

$$\frac{\partial \ell}{\partial \eta} = 0$$

(2.42)

Persamaan 2.42 tidak dapat dihitung secara langsung dan penggunaan iterasi BHHH sesuai persamaan 2.28 digunakan sebagai penyelesaian.

## 2.19. Uji Signifikansi Parameter

Keberartian parameter di dalam model APARCH-M diuji dengan hipotesis yang dilandasi:

$H_0$  : parameter model tidak nyata

$H_1$  : parameter model nyata

Anggap  $\hat{\eta}$  penduga parameter model APARCH-M. Jika  $H_0$  benar:

$$\frac{\hat{\eta}}{s(\hat{\eta})} \sim N(0,1)$$

Penolakan  $H_0$  menunjukkan parameter berpengaruh nyata terhadap model (Enders (2004) dalam Wahyudi (2010)).

## 2.20. Diagnostik Model

Diagnostik model bertujuan untuk menguji kelayakan model dengan mempertimbangkan sisaan model APARCH-M ( $e_t$ ) dan menguji  $e_t \sim N(0, \sigma_t^2)$  dan  $\rho_{e_t e_{t-k}} = 0$  dengan prosedur menghitung  $r_{e_t e_{t-k}}$ , ( $k = 1, 2, \dots, K$ ), di mana  $K$  adalah *lag* maksimum dan menguji signifikansi statistik Ljung-Box ( $Q$ ) seperti disajikan pada subbab 2.5. Cryer dan Chan (2008) mengemukakan bahwa penerimaan  $H_0$  menunjukkan model layak.

## 2.21. Pemilihan Model Terbaik

Indikator kebaikan model adalah *Akaike Information Criterion* (AIC) terkecil. Enders (2004) mendefinisikan AIC sebagai berikut:

$$AIC = n \ln [\text{jumlah kuadrat sisaan}] + 2p \quad (2.44)$$

di mana:

$n$  = ukuran contoh

$p$  = banyaknya parameter yang diduga

## 2.22. Peramalan Model APARCH-M

Peramalan model APARCH-M dilakukan secara rekursif. Anggap model yang terbentuk adalah APARCH(1,1)-M, maka

peramalan volatilitas satu periode mendatang adalah (Lambert dan Laurent, 2001):

$$\hat{\sigma}_{t+1}^{\delta} = \hat{\sigma}_t^{\delta}(1) = \alpha_0 + \alpha_1(|\hat{e}_t| - \gamma_1 \hat{e}_t)^{\delta} + \beta_1 \hat{\sigma}_t^{\delta}$$

Peramalan dilakukan dengan mengasumsikan terlebih dahulu  $\sigma_0 = 0$  dan  $e_0 = 0$  (Wijayanti, 2010). Peramalan *return* satu periode mendatang:

$$\hat{Z}_{t+1} = \mu_t + \omega \hat{\sigma}_{t+1}$$

### 2.23. Value at Risk

Menurut Maruddani dan Purbowati (2009) salah satu pandangan penting manajemen risiko adalah bahwa risiko dapat didekati dengan suatu kerangka pikir yang rasional, menggunakan metode statistika sebagai alat untuk menganalisis risiko. *Value at Risk (VaR)* merupakan bagian dari manajemen risiko dalam perdagangan saham. *VaR* didefinisikan sebagai penduga kerugian maksimum yang akan didapat oleh investor selama periode waktu tertentu, dalam kondisi bursa saham normal dan pada tingkat kepercayaan tertentu. Hingga saat ini penggunaan *VaR* dapat diterima, diterapkan dan dianggap sebagai metode baku untuk mengukur risiko. Secara sederhana *VaR* ingin menjawab pertanyaan “seberapa besar (dalam persen atau sejumlah uang tertentu) investor merugi dalam periode waktu investasi t dengan tingkat kepercayaan  $(1-\alpha)$ .”

Periode waktu yang digunakan dalam mengukur tingkat risiko tergantung pada jenis bisnis suatu perusahaan. Semakin dinamis pergerakan faktor-faktor bisnis tertentu, semakin singkat periode waktu yang digunakan untuk mengukur tingkat risiko. Sebagai contoh, perbankan dan bursa saham melakukan pemantauan atas tingkat risiko yang dihadapi secara harian.

Tsay (2002) mengemukakan metode perhitungan *VaR* sebagai salah satu pendekatan dengan model deret waktu. Wijayanti (2010) juga berpendapat bahwa *VaR* diperoleh setelah ditentukan terlebih dahulu model yang sesuai untuk kasus yang diteliti. Dengan asumsi sisaan berdistribusi normal dan  $M$  adalah dana awal investasi, maka *VaR* (Giot dan Laurent (2003)):

$$VaR = -M \times [\hat{Z}_t - Z_\alpha \hat{\sigma}_t] \quad (2.45)$$

di mana:

- $\hat{Z}_t$  = penduga *return* waktu ke- $t$
- $\hat{\sigma}_t$  = penduga volatilitas waktu ke- $t$
- $\alpha$  = tingkat kesalahan
- $Z_\alpha$  = nilai kritis sebaran normal pada  $\alpha$  tertentu

## 2.24. Indeks Harga Saham

Di sebuah bursa efek terdapat banyak saham yang diterbitkan oleh berbagai perusahaan. Bursa efek menyediakan sebuah angka indikator untuk melihat kinerja bursa secara umum. Angka indikator ini berupa indeks harga saham yang terdaftar di sebuah bursa.

PT. Bursa Efek Indonesia (BEI) memiliki 8 macam indeks harga saham yang secara terus menerus disebarluaskan melalui media cetak maupun elektronik sebagai salah satu pedoman bagi investor untuk berinvestasi di pasar modal. Indeks harga saham Indonesia yang paling banyak diminati investor antara lain: LQ45, Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), Kompas 100 dan *Jakarta Islamic Index (JII)*.

### 1. LQ45

Indeks ini terdiri dari 45 saham perusahaan dengan likuiditas (LiQuid) tinggi, yang diseleksi melalui beberapa kriteria pemilihan. Selain penilaian atas likuiditas, seleksi atas saham-saham tersebut mempertimbangkan kapitalisasi pasar.

### 2. Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG)

Perhitungan indeks ini didasarkan keseluruhan saham yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI). IHSG pertama kali diperkenalkan pada tanggal 1 April 1983 sebagai indikator pergerakan harga saham yang tercatat di bursa. Hari dasar perhitungan indeks adalah tanggal 10 Agustus 1982.

### 3. Kompas 100

Indeks yang resmi diterbitkan pada tanggal 10 Agustus 2007 ini merupakan indeks dari 100 saham

perusahaan publik yang diperdagangkan di BEI. Indeks ini diterbitkan oleh BEI bekerjasama dengan koran Kompas. Saham-saham terpilih untuk dimasukkan dalam indeks Kompas 100 ini selain memiliki likuiditas tinggi, serta nilai kapitalisasi pasar yang besar, juga merupakan saham-saham yang memiliki fundamental dan kinerja yang baik.

4. *Jakarta Islamic Index (JII)*

Indeks ini terdiri dari 30 saham yang dipilih dari saham-saham yang sesuai dengan syariah Islam. JII diharapkan menjadi tolak ukur kinerja saham-saham yang berbasis syariah serta lebih mengembangkan pasar modal syariah (Anonim, 2011).



## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1. Sumber Data

Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini adalah (sumber: [finance.yahoo.com](http://finance.yahoo.com)):

1. Harga penutupan indeks harga saham harian LQ45 dari tanggal 1 Juli 2002–13 Januari 2012 (2365 indeks).
2. Harga penutupan indeks harga saham harian IHSG dari tanggal 1 Juli 2002–16 Januari 2012 (2335 indeks).
3. Harga penutupan indeks harga saham harian Kompas100 dari tanggal 10 Agustus 2007–13 Januari 2012 (1073 indeks).
4. Harga penutupan indeks harga saham harian *Jakarta Islamic Index* dari tanggal 1 Juli 2002–13 Januari 2012 (2333 indeks).

### 3.2. Metode Analisis

Berikut ini merupakan prosedur untuk memprediksi *Value at Risk (VaR)* dengan model APARCH-M.

#### 3.2.1. Pembentukan Model ARIMA

1. Hitung statistik deskriptif dan plot data indeks harga saham ( $P_t$ ) terhadap waktu ( $t$ ).
2. Hitung *return* saham ( $Z_t$ ) menggunakan persamaan 2.20.
3. Hitung statistik deskriptif dan plot  $Z_t$  terhadap  $t$ .
4. Uji kestasioneran  $Z_t$  terhadap ragam dengan melihat plot  $Z_t$  terhadap  $t$  dan melakukan transformasi *Box-Cox* (persamaan 2.6) dengan berbagai nilai  $\lambda$  seperti telah dijelaskan pada subbab 2.4. Kemudian hitung jumlah kuadrat sisaan hasil transformasi berdasarkan persamaan 2.7. Hasil transformasi dengan  $\lambda$  bersesuaian yang menghasilkan jumlah kuadrat sisaan terkecil digunakan untuk analisis berikut.
5. Uji kestasioneran  $Z_t$  terhadap rata-rata dengan melihat plot  $Z_t$  terhadap  $t$  dan uji DF berdasarkan persamaan 2.9–2.12. Jika  $Z_t$  telah stasioner maka analisis dilanjutkan ke langkah 6. Jika belum, dilakukan pembedaan sesuai persamaan 2.13 dan dilakukan uji kestasioneran ulang terhadap hasil pembedaan.

6. Hitung ACF dan PACF  $Z_t$  stasioner menggunakan persamaan 2.1 dan 2.5.
7. Identifikasi model ARIMA sementara berdasarkan ACF dan PACF pada Tabel 2.1.
8. Duga parameter model ARIMA sementara sesuai menggunakan metode *maximum likelihood*.
9. Uji signifikansi parameter model ARIMA. Jika uji parameter model nyata dilanjutkan ke langkah 10. Model sementara dengan parameter tidak nyata tidak digunakan.
10. Uji kelayakan model ARIMA sementara dengan uji kelayakan model *Ljung-Box* (persamaan 2.17). Jika model layak maka lanjut ke langkah 10, jika tidak ulangi langkah 7.
11. Pilih model ARIMA terbaik berdasarkan AIC (persamaan 2.18).
12. Hitung sisaan ( $\hat{\epsilon}_t$ ) berdasarkan model ARIMA terbaik.

### 3.2.2. Pembentukan Model GARCH

1. Uji keberadaan unsur ARCH/GARCH pada  $e_t$  menggunakan uji *Lagrange Multiplier* (subbab 2.13). Jika pengujian menyimpulkan keberadaan unsur ARCH/GARCH, maka analisis dilanjutkan ke tahap selanjutnya. Jika tidak maka analisis berhenti dan didapat model ARIMA.
2. Bentuk model GARCH (p,q) terbaik dan duga parameter (persamaan 2.30) menggunakan iterasi BHHH (persamaan 2.28).
3. Hitung ragam bersyarat  $\hat{\sigma}_t^2$  berdasarkan model GARCH (p,q).

### 3.2.3. Pembentukan Model APARCH-M

1. Hitung sisaan yang dibakukan ( $\epsilon_t$ ).
2. Uji efek asimetris menggunakan *Sign Bias Test* (SBT) (subbab 2.14). Jika hasil pengujian nyata maka analisis dilanjutkan ke tahap selanjutnya. Jika tidak maka model yang terbentuk adalah model GARCH (p,q).
3. Identifikasi orde p dan q model APARCH(p,q)-M dengan orde maksimum 3.
4. Bentuk dan duga parameter model APARCH(p,q)-M menggunakan metode *maximum likelihood*.



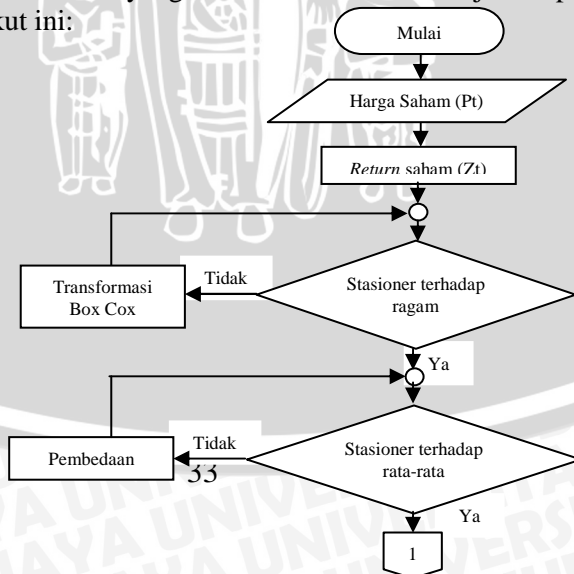
5. Uji signifikansi parameter model APARCH(p,q)-M. Jika uji parameter nyata dilanjutkan ke langkah selanjutnya. Model dengan parameter tidak nyata tidak digunakan.
6. Uji kelayakan model APARCH-M dengan statistik Ljung-Box. Jika model layak dilanjutkan ke tahap selanjutnya. Jika tidak perlu dilakukan identifikasi model ulang.
7. Pemilihan model terbaik menggunakan AIC (persamaan 2.44).
8. Peramalan volatilitas dan *return* sepuluh periode mendatang menggunakan model APARCH-M terbaik.
9. Alokasi dana investasi dan menghitung *VaR* sesuai persamaan 2.45.

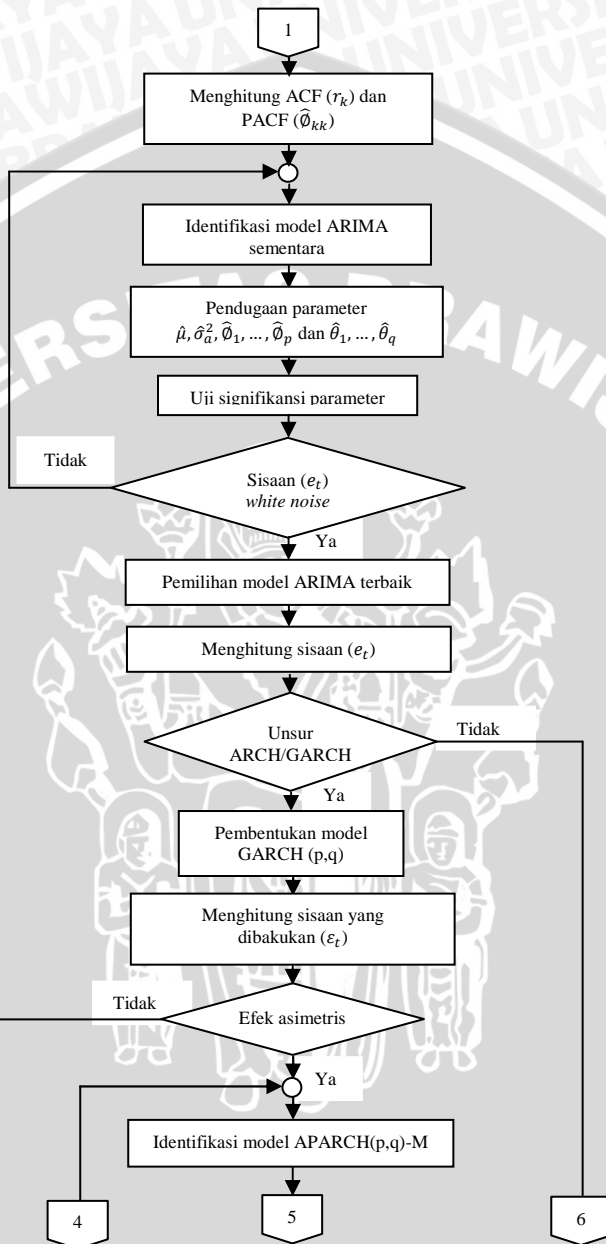
Untuk mempermudah analisis, beberapa *software* digunakan dalam penelitian ini:

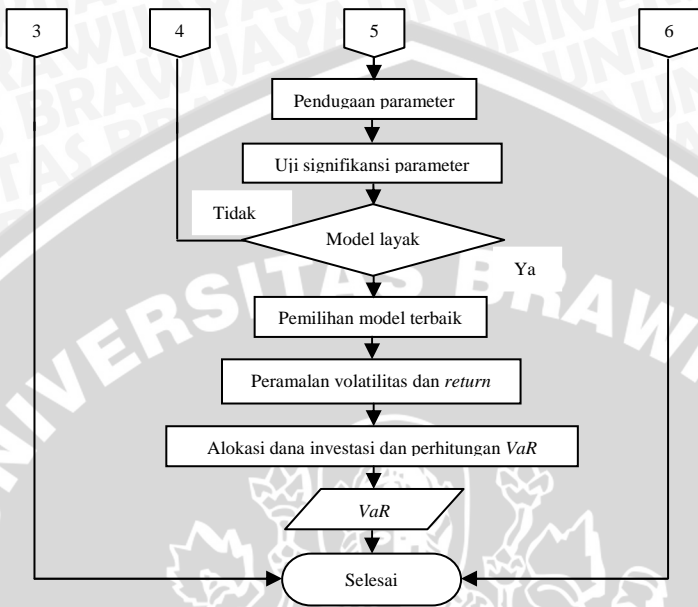
1. Microsoft Excel 2007, untuk menghitung data *return* dan *VaR*.
2. Minitab 16, untuk menghitung statistik deskriptif, membuat diagram pencar, transformasi Box-Cox dan menghitung ACF dan PACF.
3. Eviews 6, untuk membentuk model ARIMA, menguji keberadaan unsur ARCH/GARCH, membentuk model GARCH, menguji keberadaan efek asimetri dan membentuk model APARCH dan APARCH-M.

### 3.3. Diagram Alir Metode Analisis

Prosedur analisis yang lebih informatif disajikan pada diagram alir berikut ini:







Gambar 3.1. Diagram Alir Metode Analisis

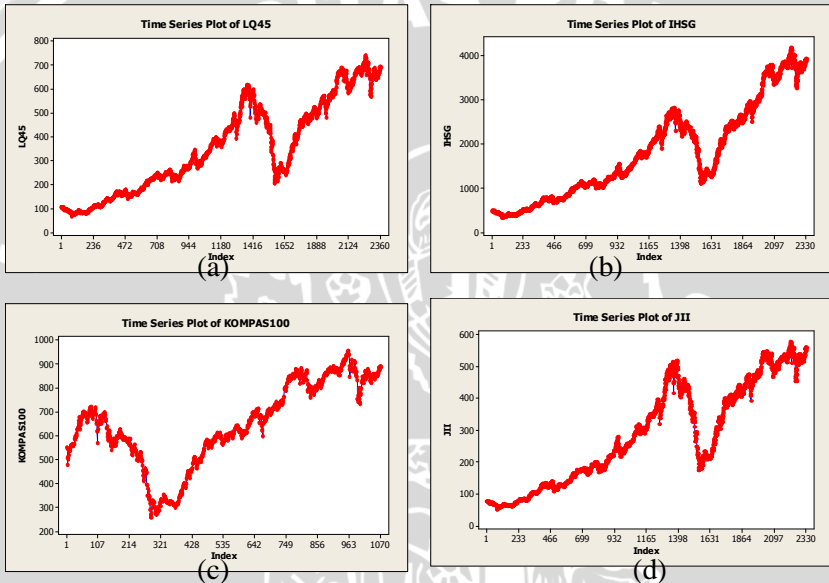
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Deskriptif

Data dan pola pergerakan indeks harga saham LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII terhadap waktu secara berturut-turut dapat dilihat pada Lampiran 1 dan Gambar 4.1.



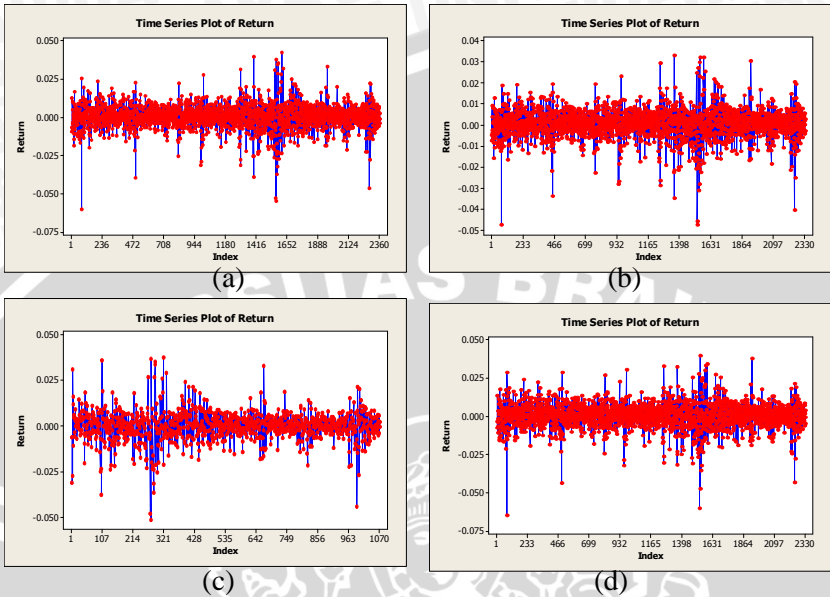
Gambar 4.1. Plot Indeks Harga Saham LQ45 (a), IHSG (b), Kompas100 (c) dan JII (d) Terhadap Waktu

Secara umum indeks-indeks harga saham Indonesia yang diteliti ini berpola hampir sama, hanya indeks Kompas100 yang berbeda karena jumlah indeks harga saham lebih sedikit (1073) dibanding tiga indeks lain. Kecuali indeks Kompas100, pergerakan indeks-indeks harga saham ini memiliki tren naik dan berfluktuasi rendah dalam jangka waktu lama dari hari awal ( $t=1$ ) hingga hari ke-1375 (LQ45), ke-1354 (IHSG) dan ke-1390 (JII) (Gambar 4.1 (a), (b) dan (d)). Sedangkan Gambar 4.1 (c) memperlihatkan indeks Kompas100 memiliki tren naik dan berfluktuasi rendah pada hari ke-288 hingga ke-1073.

Pada 10 Oktober 2008, indeks LQ45 (hari ke-1579) dan IHSG (hari ke-1547) menunjukkan penurunan drastis dengan indeks berturut-turut sebesar 206.68 dan 1111.39. Indeks harga saham lain, Kompas100 dan JII juga mengalami hal sama pada bulan Oktober 2008, yaitu indeks Kompas100 sebesar 299.4 pada hari ke-287 dan indeks JII sebesar 172.71 (hari ke-1547). Penurunan secara tajam pada indeks harga saham secara keseluruhan diakibatkan oleh krisis keuangan Amerika Serikat yang berdampak pada krisis ekonomi global yang juga terjadi pada Oktober 2008. Setelah kondisi perekonomian dunia kembali normal pada permulaan tahun 2009, empat indeks menunjukkan peningkatan dengan fluktuasi rendah.

Data *return* diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.20 dengan nilai yang berkisar dari -1 hingga +1. *Return* bertanda negatif jika harga saham mengalami penurunan dari waktu  $t-1$  ke waktu  $t$  dan positif jika terjadi peningkatan harga saham dalam selang waktu sama. Plot data *return* empat indeks harga saham terhadap waktu (Gambar 4.2) menggambarkan *return* antar waktu berfluktuasi tinggi. Hal inilah yang memunculkan teori bahwa data *return* mempunyai ragam tidak konstan. Fluktuasi tertinggi empat *return* terjadi pada saat indeks harga saham mengalami penurunan drastis. Fluktuasi tinggi terjadi ketika terdapat *return* tinggi dan *return* rendah pada jangka waktu tidak terlalu lama. Gambar 4.2 (a), (b) dan (d) memperlihatkan fluktuasi *return* tinggi pada sekitar hari ke-1500, begitu juga Gambar 4.2 (c) pada hari ke-287.

Statistik deskriptif *return* yang tersaji pada Lampiran 2 menunjukkan bahwa empat rata-rata *return* berada di sekitar nol dengan ragam relatif sama, yang menunjukkan fluktuasi *return-return* tersebut juga relatif sama. *Return* tertinggi pada indeks LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII sebesar 0.043; 0.033; 0.04 dan 0.04, sedangkan *return* terendah berturut-turut sebesar -0.06; -0.048; -0.051 dan -0.065. *Return* terendah LQ45 dan JII terjadi pada bulan Oktober 2002, di mana indeks harga saham pada waktu itu juga bergejolak akibat peristiwa bom yang meledak di Bali. *Return* IHSG dan Kompas100 paling rendah terjadi pada Oktober 2008 bertepatan dengan krisis ekonomi global. Sedangkan *return* tertinggi (pada LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII) terjadi pada akhir bulan Desember 2008 bertepatan dengan kondisi perekonomian dunia yang kembali normal setelah terjadi krisis.



Gambar 4.2. Plot *Return* Indeks Harga Saham LQ45 (a), IHSG (b), Kompas100 (c) dan JII (d) Terhadap Waktu

## 4.2. Uji Kestasioneran

Data *return* stasioner (terhadap ragam dan rata-rata) diperlukan sebelum model ARIMA diduga. Kestasioneran *return* terhadap ragam dapat diduga dengan melihat plot pada Gambar 4.2 atau diuji dengan mencoba berbagai nilai  $\lambda$  pada transformasi *Box-Cox* yang menghasilkan jumlah kuadrat sisaan terkecil (persamaan 2.7). Pemilihan nilai  $\lambda$  pada transformasi *Box-Cox* yang tersaji pada Lampiran 3 diringkas pada Tabel 4.1. Fluktuasi tinggi pada plot *return* terhadap waktu (Gambar 4.2) menunjukkan data tidak stasioner terhadap ragam dan hasil transformasi ke- $i$  yang telah stasioner terhadap ragam ditunjukkan oleh  $\lambda=1$  (Tabel 4.1).

Tabel. 4.1. Nilai  $\lambda$  Transformasi *Box-Cox*

<i>Return</i>	Nilai $\lambda$ pada transformasi ke-i		
	i=1	i=2	i=3
LQ45	5	2	1
IHSG	5	2	1
Kompas100	5	1	-
JII	5	1	-

Transformasi sebanyak tiga kali yang diperlukan *return* LQ45 dan IHSG agar stasioner terhadap ragam memperlihatkan bahwa dua *return* tersebut lebih fluktuatif daripada *return* Kompas100 dan JII yang memerlukan dua kali transformasi.

Kestasioneran *return* terhadap rata-rata diuji menggunakan statistik t uji *Dickey Fuller* (DF). Lampiran 4 menyajikan hasil lengkap uji DF yang disederhanakan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil Uji DF

<i>Return</i>	Statistik uji t	Nilai-p
LQ45	-44.60393*	0.0001
IHSG	-43.35259*	0.0000
Kompas100	-29.63199*	0.0000
JII	-45.34942*	0.0001

Nilai-p mendekati nol memberi kesimpulan bahwa empat *return* saham telah stasioner terhadap rata-rata. Hasil pengujian juga diperkuat oleh Gambar 4.2 yang memperlihatkan *return* LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII tidak menunjukkan tren dan berfluktuasi di sekitar nol.

### 4.3. Pemodelan ARIMA

#### 4.3.1. Identifikasi Model ARIMA

Identifikasi merupakan langkah pertama dalam membentuk model ARIMA yang dilakukan dengan cara melihat plot ACF dan PACF terhadap *lag* data stasioner (Lampiran 5). Pada *return* LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII, ACF dan PACF berbeda nyata pada *lag* 1, sehingga model ARIMA sementara yang terbentuk: ARIMA(1,0,0), ARIMA(0,0,1) dan ARIMA(1,0,1).



### 4.3.2. Hasil Pendugaan Parameter Model ARIMA

Penduga parameter model ARIMA sementara *return* LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII disajikan pada Lampiran 6 dan diringkas pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Penduga Parameter Model ARIMA sementara

<i>Return</i>	ARIMA(1,0,0)	ARIMA(0,0,1)	ARIMA(1,0,1)	
	$\hat{\phi}$	$\hat{\theta}$	$\hat{\phi}$	$\hat{\theta}$
LQ45	-0.4514*	-0.9972*	0.1013*	-0.9975*
IHSG	-0.4456*	-0.9974*	0.1336*	-0.9974*
Kompas100	-0.4694*	-0.9975*	0.0966*	-0.9973*
JII	-0.4571*	-0.9972*	0.0697*	-0.9974*

Semua parameter model ARIMA(1,0,0), ARIMA(0,0,1) dan ARIMA(1,0,1) pada *return* LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII nyata pada taraf 5%, di mana statistik uji t dan nilai-p tersaji pada Lampiran 6. Pada model ARIMA(1,0,0), pengaruh *return* waktu t-1 terhadap *return* waktu t ditunjukkan oleh penduga parameter ( $\hat{\phi}$ ) bertanda negatif. Pengaruh dengan besar sama pada empat *return* didapatkan model ARIMA(0,0,1) dengan  $\hat{\theta} = -0.997$ , yang memperlihatkan bahwa *return* waktu t dipengaruhi oleh sisaan waktu t-1 sebesar -0.997. Model ARIMA(1,0,1) empat *return* juga menghasilkan  $\hat{\theta}$  sama, namun  $\hat{\phi}$  berbeda. Hal ini memperlihatkan bahwa pada *return* LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII, diperoleh besar pengaruh berbeda *return* waktu t-1 terhadap *return* waktu t, namun diperoleh besar pengaruh sama sisaan waktu t-1 terhadap *return* waktu t.

### 4.3.3. Diagnostik Model ARIMA

Model ARIMA yang terbentuk dikatakan layak jika sisaan model adalah *white noise*. Uji kelayakan atau diagnostik model dengan statistik Ljung Box (Q) disajikan pada Tabel 4.4. Hasil pengujian kelayakan model memperlihatkan bahwa beberapa model tentatif memiliki statistik Q *lag* 15 dan *lag* 20 berbeda nyata pada taraf 5%, oleh karena itu model layak ditentukan dari ada atau tidaknya autokorelasi sisaan pada *lag* 5 dan *lag* 10. ARIMA(1,0,1) merupakan satu-satunya model layak bagi *return* LQ45, IHSG,

Kompas100 dan JII karena hanya pada model tersebut statistik Q (lag 5 dan lag 10) tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Pada Lampiran 6 juga ditunjukkan bahwa ARIMA(1,0,1) adalah model terbaik bagi empat *return*, karena mempunyai AIC terkecil di antara model sementara yang lain.

Tabel 4.4. Hasil Uji Kelayakan Model ARIMA

Return	ARIMA	Kriteria	Lag			
			5	10	15	20
LQ45	(1,0,0)	Q	280.6	283.1	296.4	299.7
		Nilai-p	0.000	0.000	0.000	0.000
	(0,0,1)	Q	23.94	30.78	46.58	48.65
		Nilai-p	0.000	0.000	0.000	0.000
	(1,0,1)	Q	5.81	10.61	25.47	27.31
		Nilai-p	0.121	0.225	0.020	0.073
IHSG	(1,0,0)	Q	270.9	272.3	283.1	294.3
		Nilai-p	0.000	0.000	0.000	0.000
	(0,0,1)	Q	33.17	39.39	58.51	64.61
		Nilai-p	0.000	0.000	0.000	0.000
	(1,0,1)	Q	6.78	10.74	24.79	31.53
		Nilai-p	0.079	0.217	0.025	0.025
Kompas100	(1,0,0)	Q	101.8	103.7	121	123.6
		Nilai-p	0.000	0.000	0.000	0.000
	(0,0,1)	Q	18.39	22.61	40.99	42.85
		Nilai-p	0.001	0.007	0.000	0.001
	(1,0,1)	Q	8.47	11.93	28.19	30.28
		Nilai-p	0.037	0.154	0.019	0.035
JII	(1,0,0)	Q	300.2	304.8	318.4	321.4
		Nilai-p	0.000	0.000	0.000	0.000
	(0,0,1)	Q	12.69	18.01	39.11	40.72
		Nilai-p	0.013	0.035	0.000	0.003
	(1,0,1)	Q	3.78	8.26	28.86	30.60
		Nilai-p	0.286	0.408	0.017	0.032

Model terbaik bagi *return* LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII adalah ARIMA(1,0,1) dengan bentuk:

1. LQ45

$$Z_t = 0.1013Z_{t-1} + e_t + 0.9975e_{t-1}$$

2. IHSG

$$Z_t = 0.1336Z_{t-1} + e_t + 0.9974e_{t-1}$$

3. Kompas100

$$Z_t = 0.0966Z_{t-1} + e_t + 0.9973e_{t-1}$$

4. JII

$$Z_t = 0.0697Z_{t-1} + e_t + 0.9974e_{t-1}$$

Model pada *return* LQ45 menunjukkan bahwa *return* pada waktu  $t$  dipengaruhi oleh 0.1013 *return* waktu  $t-1$ , sisaan waktu  $t$  dan -0.9975 sisaan waktu  $t-1$ .

#### 4.4. Pemodelan GARCH

##### 4.4.1. Pengujian Unsur ARCH/GARCH

Model GARCH yang digunakan untuk memodelkan ragam bersyarat atau volatilitas, dapat dibentuk setelah diketahui bahwa sisaan model ARIMA mengandung unsur ARCH/GARCH. Uji *Lagrange Multiplier* (LM) dilakukan untuk mengetahui keberadaan unsur ARCH/GARCH pada sisaan model ARIMA. Jika hasil pengujian nyata (pada taraf 5%) maka ragam sisaan tidak homogen atau terdapat unsur ARCH/GARCH pada sisaan. Tabel 4.5 meringkas hasil uji LM dari Lampiran 7.

Tabel 4.5. Hasil Pengujian Keberadaan Unsur ARCH/GARCH

Return	Kriteria	Lag			
		5	10	15	20
LQ45	$TR^2$	9.419	15.730	28.821	31.409
	Nilai-p	0.094	0.108	0.017	0.05
IHSG	$TR^2$	9.179	14.365	27.607	35.687
	Nilai-p	0.102	0.157	0.024	0.017
Kompas100	$TR^2$	14.138	18.211	32.392	35.235
	Nilai-p	0.015	0.052	0.006	0.019
JII	$TR^2$	7.035	12.270	32.001	34.321
	Nilai-p	0.218	0.267	0.006	0.024

Hasil pengujian LM *return* LQ45, IHSG, Kompas dan JII nyata pada taraf 5% (*lag* 15 dan 20) yang memberi kesimpulan bahwa terdapat unsur ARCH/GARCH pada sisaan model ARIMA(1,0,1) empat *return* dan pemodelan GARCH dapat dilakukan.

#### 4.4.2. Identifikasi Model GARCH

Tsay (2002) berpendapat bahwa identifikasi atau penentuan orde model GARCH(p,q) tidak mudah dan pada berbagai penerapan hanya digunakan GARCH dengan orde rendah. Pada penelitian ini GARCH(1,1), GARCH(1,2), GARCH(2,1) dan GARCH(2,2) akan digunakan untuk memodelkan volatilitas *return* LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII.

#### 4.4.3. Hasil Pendugaan Parameter Model GARCH

Penduga parameter model GARCH empat *return* diringkas pada Tabel 4.6 dan disajikan secara lengkap pada Lampiran 8.

Tabel 4.6. Penduga Parameter Model GARCH

GARCH	Penduga Parameter	Nilai Penduga Parameter			
		LQ45	IHSG	Kompas 100	JII
GARCH (1,1)	$\hat{\alpha}_0$	0,0003*	0.0002*	0.0001*	0.0001*
	$\hat{\alpha}_1$	0,1435*	0.1393*	0,1999*	0.1284*
	$\hat{\beta}_1$	0,7937*	0.8051*	0.7476*	0.8098*
GARCH (1,2)	$\hat{\alpha}_0$	0.0003*	0.0002*	0.0001*	0.0001*
	$\hat{\alpha}_1$	0.1682*	0.1522*	0.2014*	0.1478*
	$\hat{\beta}_1$	0.6020*	0.6180*	0.5920*	0.5990*
GARCH (2,1)	$\hat{\beta}_2$	0.1564	0.1727	0.1566	0.1792
	$\hat{\alpha}_0$	0.0003*	0.0002*	0.0001*	0.0001*
	$\hat{\alpha}_1$	0.1326*	0.1366*	0.1330*	0.1196*
	$\hat{\alpha}_2$	0.0100	0.0049	0.0990*	0.0117
GARCH (2,2)	$\hat{\beta}_1$	0.7939*	0.7979*	0.7034*	0.8009*
	$\hat{\alpha}_0$	0.0004	0.0002	0.0001	0.0001
	$\hat{\alpha}_1$	0.1386*	0.1432*	0.1482*	0.1256*
	$\hat{\alpha}_2$	0.0349	0.0302	0.0761	0.0315
	$\hat{\beta}_1$	0.5225	0.5254	0.5397	0.5145
	$\hat{\beta}_2$	0.2279	0.2310	0.1813	0.2487

Tabel 4.6 memperlihatkan pada model GARCH(1,1) *return* LQ45, rata-rata ragam bersyarat yang ditunjukkan oleh  $\hat{\alpha}_0$  sebesar 0,000345, besar pengaruh kuadrat sisaan waktu t-1 terhadap ragam

bersyarat waktu  $t$  ditunjukkan oleh  $\hat{\alpha}_1$  sebesar 0,143503 dan pengaruh ragam bersyarat waktu  $t-1$  terhadap ragam bersyarat waktu  $t$  ditunjukkan oleh  $\hat{\beta}_1$  sebesar 0,793722. Interpretasi sama juga dapat dilakukan pada model dan *return* yang lain. Selain itu syarat non negatif bagi semua parameter model GARCH, yaitu  $\alpha_0 \geq 0$ ,  $\alpha_j \geq 0$  dan  $\beta_i \geq 0$  terpenuhi.

Uji keberartian parameter model GARCH yang tersaji pada Lampiran 8 diringkas pada pembahasan berikut.

1. Pada *return* LQ45, semua parameter model GARCH(1,1), yaitu  $\alpha_0$ ,  $\alpha_1$  dan  $\beta_1$  nyata pada taraf 5% dengan nilai-p mendekati nol. Pada GARCH(1,2) dan GARCH(2,1) parameter  $\beta_2$  dan  $\alpha_2$  tidak nyata (nilai-p>0.05), sedangkan GARCH(2,2) hanya parameter  $\alpha_1$  nyata. Hasil pengujian tersebut memperlihatkan bahwa GARCH(1,1) adalah model paling tepat bagi *return* LQ45.
2. Hasil pengujian model GARCH pada *return* IHSG sama dengan *return* LQ45. Model dengan semua parameter nyata (taraf 5%) adalah GARCH(1,1), sedangkan pada GARCH(1,2), GARCH(2,1) dan GARCH(2,2) terdapat satu atau beberapa parameter model yang memiliki nilai-p>0.05 (tidak nyata).
3. Semua parameter model GARCH(1,1) dan GARCH(2,1) pada *return* Kompas100 nyata pada taraf 5%. Berdasarkan AIC, GARCH(1,1) lebih baik daripada GARCH(2,1) karena memiliki AIC lebih kecil.
4. GARCH(1,1) juga merupakan model paling tepat bagi *return* JII, karena hanya pada model tersebut semua parameter memiliki nilai-p<0,05. Sedangkan pada model GARCH(1,2), GARCH(2,1) dan GARCH(2,2) terdapat parameter yang tidak nyata.

Hasil pengujian memperlihatkan bahwa GARCH(1,1) adalah model yang paling tepat bagi *return* LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII, dengan bentuk:

1. LQ45

$$\sigma_t^2 = 0.000345 + 0.143503e_{t-1}^2 + 0.793722\sigma_{t-1}^2$$

2. IHSG

$$\sigma_t^2 = 0.000232 + 0.139380e_{t-1}^2 + 0.805131\sigma_{t-1}^2$$

3. Kompas100

$$\sigma_t^2 = 0.000108 + 0.199943e_{t-1}^2 + 0.747622\sigma_{t-1}^2$$

#### 4. JII

$$\sigma_t^2 = 0.000089 + 0.128405e_{t-1}^2 + 0.809858\sigma_{t-1}^2$$

Hasil pemodelan GARCH pada penelitian ini mempunyai kesamaan dengan pernyataan Lo (2003), yaitu model GARCH yang paling sering digunakan sebagian besar data ekonomi dan keuangan adalah GARCH(1,1).

#### 4.5. Efek Asimetris Sisaan

Perbedaan pengaruh sisaan model ARIMA ( $e_t$ ) positif atau negatif terhadap ragam bersyarat atau yang disebut efek asimetris diuji menggunakan *Sign Bias Test* (SBT). Sisaan positif terjadi ketika prediksi *return* lebih kecil daripada *return* aktual dan sebaliknya sisaan negatif terjadi ketika prediksi *return* lebih besar daripada *return* aktual. Prosedur SBT adalah membuat peubah kategorik ( $I_t^-$ ) yang didasarkan pada tanda  $e_t$  (positif/negatif), yaitu:

$$I_t^- = \begin{cases} 1, & e_t < 0 \\ 0, & e_t \geq 0 \end{cases}$$

serta menguji keberartian parameter  $\omega_1$  pada persamaan 4.1:

$$\varepsilon_t^2 = \omega_0 + \omega_1 I_{t-1}^- + v_t, \quad \varepsilon_t^2 = \frac{e_t^2}{\sigma_t^2} \quad (4.1)$$

di mana  $\varepsilon_t$  adalah sisaan yang dibakukan. Jika  $\omega_1$  berbeda nyata pada taraf 5% maka terdapat efek asimetris sisaan.

##### 4.5.1. Hasil *Sign Bias Test* (SBT)

Hasil SBT yang disajikan pada Lampiran 9 diringkas pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Hasil Pengujian SBT

<i>Return</i>	$\hat{\omega}_1$	Statistik uji t	Nilai-p
LQ45	0,381	4,729	0,000
IHSG	0,440	5,449	0,000
Kompas100	0,339	2,752	0,006
JII	0,436	4,756	0,000

Pada *return* LQ45,  $\hat{\omega}_1=0.381$  berbeda nyata pada taraf 5% karena memiliki nilai-p mendekati nol, sehingga pada sisaan model ARIMA

*return* LQ45 terdapat efek asimetris. Efek asimetris juga terdapat pada sisaan model ARIMA *return* IHSG, Kompas100 dan JII karena  $\hat{\omega}_1$  pada persamaan 4.1 nyata dengan nilai- $p < 0.05$ .

#### 4.5.2. Kelemahan GARCH Dalam Menjelaskan Efek Asimetris

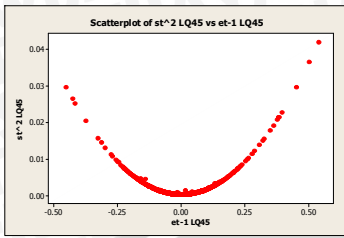
Model GARCH mengasumsikan sisaan positif dan negatif berpengaruh sama terhadap volatilitas, yang dapat dijelaskan pada bentuk model GARCH(1,1) persamaan 4.2.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 e_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (4.2)$$

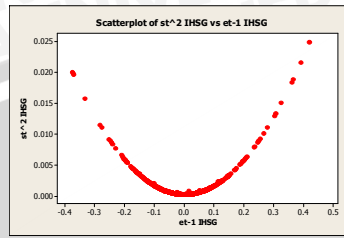
Persamaan 4.2 menunjukkan bahwa pada model GARCH, volatilitas dipengaruhi oleh kuadrat sisaan, di mana sisaan bernilai sama dengan tanda berbeda (positif/negatif) jika dikuadratkan akan berpengaruh sama terhadap volatilitas. Pada pengujian SBT diperoleh kesimpulan bahwa terdapat efek asimetris sisaan model ARIMA *return* LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII. Jika didasarkan pada definisi efek asimetris, yaitu terdapat perbedaan pengaruh sisaan positif dan negatif terhadap volatilitas, maka model GARCH tidak tepat digunakan untuk memodelkan volatilitas *return* LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII.

Pada Gambar 4.3 (a), (b), (c) dan (d) juga dijelaskan secara visual pengaruh sisaan terhadap volatilitas model GARCH(1,1) *return* LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII melalui plot  $\sigma_t^2$  terhadap  $e_{t-1}$ . Jika terdapat efek asimetris sisaan terhadap volatilitas, maka seharusnya volatilitas lebih tinggi pada saat sisaan negatif dan lebih rendah pada saat sisaan positif, atau sebaliknya. Namun pada Gambar 4.3 (a), (b), (c) dan (d) terlihat bahwa sisaan positif dan negatif mempunyai pengaruh sama besar terhadap volatilitas yang ditunjukkan pada empat kurva berbentuk simetris dengan puncak tepat pada  $e_{t-1} = 0$ .

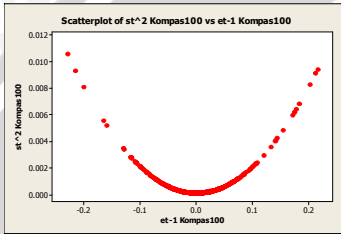
Keberadaan efek asimetris pada sisaan mengakibatkan pemodelan volatilitas menggunakan model GARCH tidak dapat dilakukan. Oleh karena itu, pemodelan volatilitas *return* LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII memerlukan model yang dapat menjelaskan efek asimetris yaitu APARCH-M.



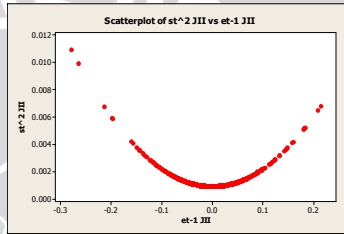
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4.3. Plot ragam bersyarat ( $\sigma_t^2$ ) terhadap lag 1 sisaan model ARIMA ( $e_{t-1}$ ) return LQ45 (a), IHSG (b), Kompas100(c) dan JII (d)

## 4.6. Pemodelan APARCH-M

APARCH *in mean* merupakan salah satu model yang digunakan jika terdapat efek asimetris pada sisaan. Model ini mampu mengatasi kelemahan model GARCH yang tidak dapat mengatasi efek asimetris.

### 4.6.1. Identifikasi Model APARCH-M

Menurut Karanasos dan Kim (2005) orde p dan q model APARCH(p,q)-M paling tinggi digunakan orde 3 dan dibuat model sementara dengan orde yang lebih rendah. Model APARCH(p,q)-M yang diduga: APARCH(1,1)-M, APARCH(1,2)-M, APARCH(1,3)-M, APARCH(2,1)-M, APARCH(2,2)-M, APARCH(2,3)-M, APARCH(3,1)-M, APARCH(3,2)-M dan APARCH(3,3)-M.

### 4.6.2. Hasil Pendugaan Parameter Model APARCH-M

Penduga parameter model APARCH-M return LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII secara lengkap disajikan pada Lampiran 10.



Berdasarkan Lampiran 10 A, model APARCH(1,1)-M pada *return* LQ45 dapat disusun dalam persamaan 4.3:

$$Z_t = \mu_t - 0.0021 \sigma_t + e_t \quad (4.3)$$

pada persamaan 4.3,  $\mu_t$  dan  $\sigma_t$  diuraikan pada persamaan 4.4 dan 4.5:

$$\mu_t = 0.0061 + 0.0038 Z_{t-1} + 0.0827 e_{t-1} \quad (4.4)$$

$$\sigma_t^{1.8949} = 0.0004 + 0.1283(|e_{t-1}| - 0.3643e_{t-1})^{1.8949} + 0.8093\sigma_{t-1}^{1.8949} \quad (4.5)$$

Persamaan 4.4 menyajikan  $\mu_t$  sebagai fungsi dari  $Z_{t-1}$  atau *return* waktu t-1 dan  $e_{t-1}$  atau sisaan waktu t-1. Nilai  $\hat{\theta}_0 = 0.0061$  menunjukkan sebuah konstanta,  $\hat{\theta}_1 = 0.0038$  adalah pengaruh *return* waktu t-1 terhadap *return* waktu t dan  $\hat{\theta}_2 = -0.0827$  merupakan pengaruh sisaan waktu t-1 terhadap *return* waktu t.

Pada persamaan 4.5, volatilitas waktu t ( $\sigma_t^{1.8949}$ ) merupakan fungsi dari sisaan waktu t-1 ( $e_{t-1}$ ) dan volatilitas waktu t-1 ( $\sigma_{t-1}^{1.8949}$ ). Pangkat atau nilai  $\delta$  sebesar 1.8949 menunjukkan terdapat autokorelasi tinggi pada saat nilai mutlak sisaan berpangkat 1.8949 ( $|e_t|^{1.8949}$ ). Laurent (2003) berpendapat bahwa  $\delta$  sebagai momen ke- $\delta$  deret  $e_t$ . Karena asumsi  $E(e_t) = 0$ , momen ke- $\delta$   $e_t$  sama dengan momen pusat ke- $\delta$   $e_t$ . Jika  $\delta = 2$ , maka momen ke-2  $e_t$  disebut ragam sisaan ( $\sigma_t^2$ ). Karena  $\delta = 1.8949$ ,  $\sigma_t^{1.8949}$  sebagai volatilitas dengan pangkat 1.8949 yang merupakan *best-fitting* pada model APARCH-M. Nilai  $\hat{\alpha}_0 = 0.0004$  menunjukkan rata-rata volatilitas dan  $\hat{\alpha}_1 = 0.1283$  adalah pengaruh sisaan waktu t-1 terhadap volatilitas waktu t. Pengaruh sisaan positif dan negatif waktu t-1 ditunjukkan oleh  $\hat{\gamma}_1$  sebesar 0.3643. Menurut Laurent (2003),  $\hat{\gamma}_j > 0$  memperlihatkan bahwa sisaan negatif berpengaruh lebih besar terhadap volatilitas daripada sisaan positif, di mana hal ini terjadi pada *return* LQ45. Pada saat sisaan waktu t-1 positif, penambahan pengaruh sisaan terhadap volatilitas saat ini sebesar  $0.1283(0.6257)^{1.8949}$  dan sebesar  $0.1283(1.3643)^{1.8949}$  jika sisaan waktu t-1 negatif. Pengaruh volatilitas waktu t-1 terhadap volatilitas waktu t ditunjukkan oleh  $\hat{\beta}_1$  sebesar 0.8093.

Pada persamaan 4.3,  $Z_t$  atau *return* waktu  $t$  merupakan fungsi dari  $\mu_t$  dan  $\sigma_t$  yang telah diuraikan pada persamaan 4.4 dan persamaan 4.5, di mana  $\sigma_t$  diperoleh dengan cara  $(\sigma_t^{1.8949})^{1/1.8949}$ . Nilai  $\hat{\omega}$  sebesar -0.0021 adalah pengaruh volatilitas atau risiko waktu  $t$  ( $\sigma_t$ ) terhadap *return* waktu  $t$ , di mana terdapat hubungan negatif antara risiko dan *return* yang ditunjukkan oleh  $\hat{\omega}$  bertanda negatif.

Interpretasi sama juga dapat dilakukan pada model APARCH-M *return* LQ45, IHSG, Kompas100 dan JII yang lain berdasarkan Lampiran 10.

#### 4.6.3. Uji Keberartian Parameter Model APARCH-M

Berdasarkan keberartian parameter, model paling tepat *return* LQ45, IHSG dan JII adalah APARCH(1,1)-M disajikan pada Tabel 4.8, sedangkan *return* Kompas100 tidak dapat dimodelkan APARCH-M karena tidak terdapat hubungan antara risiko dan *return*. Model APARCH-M yang diduga selain APARCH(1,1)-M mengandung parameter yang tidak berarti pada model. Penduga parameter APARCH-M secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 10 A (*return* LQ45), Lampiran 10 B (*return* IHSG), Lampiran 10 C (*return* Kompas100) dan Lampiran 10 D (*return* JII).

Tabel 4.8. Penduga Parameter APARCH(1,1)-M *return* LQ45, IHSG dan JII.

Penduga Parameter	APARCH(1,1)-M		
	LQ45	IHSG	JII
$\hat{\omega}$	-0.0021*	-0.0026*	-0.0022*
$\hat{\theta}_0$	0.0061*	0.0053*	0.0030*
$\hat{\theta}_1$	0.0038*	0.1001*	-0.2165*
$\hat{\theta}_1$	-0.0827*	-0.0075*	-0.2804*
$\hat{\alpha}_0$	0.0004	0.0005	0.0002
$\hat{\alpha}_1$	0.1283*	0.1296*	0.1100*
$\hat{\gamma}_1$	0.3643*	0.3863*	0.3857*
$\hat{\beta}_1$	0.8093*	0.8139*	0.8458*
$\hat{\delta}$	1.8949*	1.7576*	1.6680*

#### 4.6.4. Diagnostik Model APARCH-M

Tahap ini dilakukan untuk menguji kelayakan model APARCH-M *return* LQ45, IHSG dan JII, sedangkan pada *return* Kompas100 tidak dilakukan karena tidak terdapat model APARCH-M yang tepat. Model dianggap layak jika sisaan model ( $e_t$ ) tidak berautokorelasi. Uji kelayakan model dilakukan menggunakan uji Ljung-Box dengan statistik Q, di mana hasil pengujian disajikan pada Tabel 4.9.

Statistik Q *lag* 15 pada model APARCH(1,1)-M *return* JII nyata pada taraf 5%, yang menunjukkan model tidak layak. Namun jika mempertimbangkan *lag* 5, 10 dan 20 model dapat dikatakan layak. Selain itu, APARCH(1,1)-M merupakan satu-satunya model yang tepat pada *return* JII, mengingat model dengan orde lebih tinggi mengandung parameter tidak nyata. Selain APARCH(1,1)-M *return* JII, hasil uji statistik Q model pada *return* lain tidak nyata, yang menunjukkan bahwa model APARCH(1,1)-M *return* LQ45 dan IHSG serta layak.

Tabel 4.9. Hasil Uji Ljung-Box

Return	Model	Kriteria	Lag			
			5	10	15	20
LQ45	APARCH(1,1)-M	Q	1.19	4.56	13.51	16.14
		Nilai-P	0.754	0.804	0.409	0.583
IHSG	APARCH(1,1)-M	Q	1.79	5.32	11.04	13.16
		Nilai-P	0.615	0.723	0.608	0.782
JII	APARCH(1,1)-M	Q	0.96	4.38	23.05	23.66
		Nilai-P	0.810	0.822	0.041	0.166

Karena hanya terdapat satu model layak pada setiap *return*, maka pemilihan model terbaik menggunakan AIC tidak dilakukan. Berdasarkan hasil uji kelayakan, model terbaik pada *return* LQ45, IHSG, dan JII adalah APARCH(1,1)-M. Berikut ini disajikan model terbaik dalam bentuk persamaan sesuai dengan penduga parameter pada Lampiran 10 A (LQ45), 10 B (IHSG), dan 10 D (JII):

1. APARCH(1,1)-M *return* LQ45

$$Z_t = \mu_t - 0.0021 \sigma_t + e_t$$

$$\mu_t = 0.0061 + 0.0038 Z_{t-1} + 0.0827 e_{t-1}$$

$$\sigma_t^{1.8949} = 0.0004 + 0.1283(|e_{t-1}| - 0.3643e_{t-1})^{1.8949} + 0.8093\sigma_{t-1}^{1.8949}$$

2. APARCH(1,1)-M *return* IHSG

$$Z_t = \mu_t - 0.0026 \sigma_t + e_t$$

$$\mu_t = 0.0053 + 0.1001 Z_{t-1} + 0.0075e_{t-1}$$

$$\sigma_t^{1.7576} = 0.0005 + 0.1296(|e_{t-1}| - 0.3863e_{t-1})^{1.7576} + 0.8139\sigma_{t-1}^{1.7576}$$

3. APARCH(1,1)-M *return* JII

$$Z_t = \mu_t - 0.0022 \sigma_t + e_t$$

$$\mu_t = 0.003 - 0.2165 Z_{t-1} + 0.2804e_{t-1}$$

$$\sigma_t^{1.6680} = 0.0002 + 0.1100(|e_{t-1}| - 0.3857e_{t-1})^{1.6680} + 0.8458\sigma_{t-1}^{1.6680}$$

Hasil pemodelan juga mempunyai kesamaan dengan beberapa peneliti yang menggunakan orde (1,1) dalam memodelkan APARCH atau APARCH-M.

#### 4.7. Hubungan antara Risiko dan *Return*

*Return* saham suatu periode dapat dipengaruhi oleh volatilitas atau risiko. Model APARCH-M yang didapat menunjukkan adanya hubungan antara *return* dan risiko, diperlihatkan oleh penduga parameter  $\omega$  (premi risiko) nyata terhadap model *return* LQ45, IHSG dan JII pada taraf 5% (Tabel 4.10).

Tabel 4.10. Penduga Parameter  $\omega$  pada Model APARCH-M

<i>Return</i>	Model Terbaik	$\hat{\omega}$	Nilai-p
LQ45	APARCH(1,1)-M	-0.0021	0.0074
IHSG	APARCH(1,1)-M	-0.0026	0.0142
JII	APARCH(1,1)-M	-0.0022	0.0226

Nilai  $\hat{\omega}$  negatif pada tiga model menunjukkan bahwa terdapat hubungan negatif antara risiko waktu ke-t ( $\sigma_t$ ) dan *return* waktu ke-t ( $Z_t$ ). Pada *return* LQ45, nilai  $\hat{\omega} = -0.0021$  memperlihatkan pengaruh risiko terhadap *return* LQ45, begitu pula  $\hat{\omega} = -0.0026$  dan  $\hat{\omega} = -0.0022$  menunjukkan pengaruh risiko terhadap *return* IHSG dan JII.

#### 4.8. Peramalan *Return* dan Volatilitas

Tahap ini dilakukan secara rekursif dengan mengasumsikan terlebih dahulu  $Z_0 = 0$ ,  $\sigma_0 = 0$  dan  $e_0 = 0$ . Lampiran 11 menyajikan perhitungan dan hasil peramalan *return* LQ45, IHSG dan JII secara rinci. Hasil peramalan *return* LQ45 sepuluh periode mendatang ( $t=2374$ ) sebesar 0.00057 menunjukkan terjadi peningkatan indeks harga saham satu periode (2373 ke 2374), ditunjukkan oleh *return* bertanda positif. Pada *return* IHSG juga diramalkan terdapat peningkatan indeks harga saham dari periode 2343 ke 2344 dengan peramalan *return* sebesar 0.00057. Hal sama juga diperoleh pada *return* JII di mana hasil peramalan *return* sepuluh periode mendatang sebesar 0.00067.

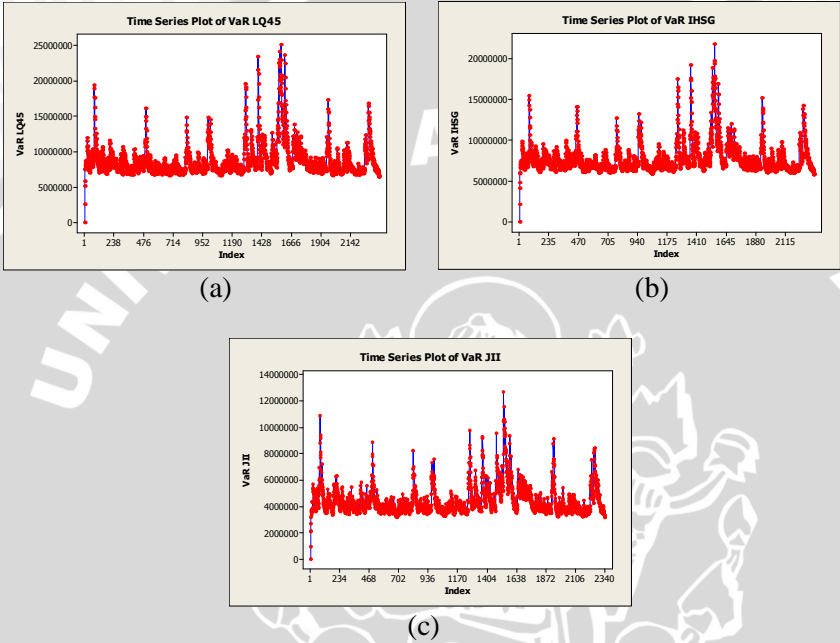
Selain digunakan untuk meramalkan *return*, model APARCH-M juga digunakan untuk meramalkan volatilitas atau risiko ( $\hat{\sigma}_t$ ), di mana perhitungan dan hasil peramalan tersaji pada Lampiran 11. Hasil peramalan volatilitas *return* LQ45, IHSG dan JII sepuluh periode mendatang berturut-turut 0.0398; 0.0356 dan 0.0198, yang menunjukkan bahwa LQ45 lebih berisiko dibandingkan IHSG dan JII karena memiliki volatilitas lebih tinggi.

#### 4.9. *Value at Risk*

Berdasarkan hasil peramalan *return* ( $\hat{Z}_t$ ) dan volatilitas ( $\hat{\sigma}_t$ ) pada subbab sebelumnya dapat dihitung *Value at Risk* (*VaR*) masing-masing indeks harga saham menggunakan persamaan 2.45. Perhitungan *VaR* tiap periode waktu secara rinci dengan investasi dana Rp. 100.000.000 dan tingkat kesalahan 5% disajikan pada Lampiran 12.

Gambar 4.4 merupakan plot *VaR* terhadap  $t$ , yang menunjukkan prediksi kerugian maksimum indeks LQ45, IHSG dan JII pada waktu  $t$ . Pada Gambar 4.4 (a), *VaR* tertinggi indeks LQ45 terjadi pada periode 1584 yaitu pada tanggal 10 Oktober 2008 sebesar Rp. 25.086.269. *VaR* tertinggi IHSG pada Gambar 4.4 (b) sebesar Rp. 21.737.109 juga terjadi pada akhir tahun 2008, di mana pada waktu itu sedang terjadi krisis ekonomi yang melanda dunia. Gambar 4.4 (c) memperlihatkan JII memiliki *VaR* tinggi pada bulan Oktober tahun 2008 sebesar Rp. 12.705.972. Jika Gambar 4.4 dibandingkan dengan plot indeks harga saham dan plot *return*

terhadap waktu (Gambar 4.1 dan Gambar 4.2), *VaR* tertinggi indeks LQ45, IHSG dan JII terjadi pada waktu yang sama saat indeks harga saham mengalami penurunan drastis dan pada saat *return* rendah.



Gambar 4.4. Plot *Value at Risk* LQ45 (a), IHSG (b) dan JII (c) Terhadap Waktu

Hasil peramalan *VaR* indeks LQ45 sepuluh periode mendatang sebesar Rp. 6.483.191, yang memiliki arti jika diinvestasikan dana Rp. 100.000.000 dengan tingkat kesalahan 5%, maka besar risiko maksimum yang mungkin diperoleh investor dalam menanam modal pada perusahaan yang tergabung dalam indeks LQ45 sepuluh periode mendatang sebesar Rp. 6.483.191. Peramalan *VaR* bagi IHSG dan JII sepuluh periode mendatang berturut-turut Rp. 5.796.099 dan Rp. 3.201.953, yang juga memperlihatkan bahwa indeks LQ45 berisiko lebih tinggi daripada indeks IHSG dan JII.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pemodelan APARCH-M yang telah dilakukan, dapat disimpulkan:

1. Model terbaik bagi *return* saham LQ45, IHSG dan JII adalah APARCH(1,1)-M, sedangkan *return* Kompas100 tidak sesuai jika dimodelkan APARCH-M. Berikut ini model APARCH(1,1)-M *return* LQ45, IHSG dan JII:

a. LQ45

$$Z_t = \mu_t - 0.0021 \sigma_t + e_t$$

$$\mu_t = 0.0061 + 0.0038 Z_{t-1} + 0.0827 e_{t-1}$$

$$\sigma_t^{1.8949} = 0.0004 + 0.1283(|e_{t-1}| - 0.3643e_{t-1})^{1.8949} + 0.8093\sigma_{t-1}^{1.8949}$$

b. IHSG

$$Z_t = \mu_t - 0.0026 \sigma_t + e_t$$

$$\mu_t = 0.0053 + 0.1001 Z_{t-1} + 0.0075 e_{t-1}$$

$$\sigma_t^{1.7576} = 0.0005 + 0.1296(|e_{t-1}| - 0.3863e_{t-1})^{1.7576} + 0.8139\sigma_{t-1}^{1.7576}$$

c. JII

$$Z_t = \mu_t - 0.0022 \sigma_t + e_t$$

$$\mu_t = 0.003 - 0.2165 Z_{t-1} + 0.2804 e_{t-1}$$

$$\sigma_t^{1.6680} = 0.0002 + 0.1100(|e_{t-1}| - 0.3857e_{t-1})^{1.6680} + 0.8458\sigma_{t-1}^{1.6680}$$

2. Terdapat hubungan negatif antara volatilitas atau risiko dan *return* LQ45, IHSG dan JII. Pengaruh risiko terhadap *return* LQ45, IHSG dan JII berturut-turut sebesar -0.0021, -0.0026 dan -0.0022. Pada *return* Kompas100, tidak terdapat hubungan antara *return* dan risiko.
3. Dengan dana investasi sebesar Rp. 100.000.000, *Value at Risk* (*VaR*) atau prediksi kerugian maksimum yang mungkin diperoleh investor dalam menanam modal pada perusahaan yang tergabung pada indeks LQ45, IHSG dan JII sepuluh periode mendatang berturut-turut sebesar Rp. 6.483.191, Rp. 5.796.099 dan Rp. 3.201.953.

## 5.2. Saran

Ada beberapa model volatilitas yang dapat digunakan untuk mengatasi efek asimetris selain APARCH, yaitu EGARCH dan *Threshold* GARCH. Namun penelitian yang sudah ada tentang dua model tersebut, hanya digunakan untuk memodelkan volatilitas dan belum membahas hubungan antara volatilitas dan risiko. Oleh karena itu pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menerapkan EGARCH-M, *Threshold* GARCH-M dan APARCH-M pada data indeks harga saham atau data finansial yang lain, kemudian tiga model tersebut dibandingkan satu sama lain.





## DAFTAR PUSTAKA

- Andersen, T.G., R.A. Davis, J.P. Kreib, dan T. Mikosch. 2009. *Handbook of Financial Time Series*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.
- Bollerslev, T. 1986. *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*. Journal of Econometrics, 31, 307-327.
- Box, G.E.P. dan G.M. Jenkins. 1976. *Time Series Analysis, Forecasting and Control*. Holden-Day. San Fransisco.
- Brockwell, P.J. dan R.A. Davis. 2002. *Introduction to Time Series and Forecasting*. Springer-Verlag. New York.
- Cryer, J.D. dan K.S. Chan. 2008. *Time Series Analysis with Application in R*. Springer-Verlag. New York.
- Ding, Z., C.W.J. Granger dan R.F. Engle. 1993. *A Long Memory of Stock Returns and a New Model*. Journal of Empirical Finance, 1, 83-106.
- Enders, W. 2004. *Applied Econometrics Time Series*. John Wiley and Son, Inc. New York.
- Engle, R.F. 1982. *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflatons*. Econometrica, 50, 987-1007.
- Engle, R.F., D.M. Lilien dan R.P. Robins. 1987. *Estimating Time Varying Risk Premia in the Term Structure: The ARCH-M Model*. Econometrica, 55, 391-407.
- Engle, R.F. dan V.K. Ng. 1993. *Measuring and Testing the Impact of News and Volatility*. Journal of Finance, 48, 1749-1778.
- Giot, P. dan S. Laurent. 2003. *Value at Risk for Long and Short Trading Positions*. Journal of Applied Econometrics, 18, 641-664.
- Hanke, J.E., A.G. Reitsch dan D.W. Wichern. 2003. *Peramalan Bisnis*. Edisi Ketujuh. Alih Bahasa: Devy Anantanur. PT. Prehallindo. Jakarta.

- He, C. dan T. Terasvirta. 1999. *Statistical Properties of the Asymmetric Power ARCH Process*. Stockholm School of Economics, Working Paper Series in Economics and Finance, No. 199.
- Karanasos, M. dan J. Kim. 2005. *A Re-examination of The Asymmetric Power ARCH Model*. Journal of Empirical Finance, 13, 113-128.
- Laurent, S. 2003. *Analytical Derivatives of the APARCH Model*. Computational Economics, 24, 51-57.
- Lo, M.S. 2003. *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic Time Series Model*. A Project Submitted in Partial Fulfillment of Requirement for Degree of Master of Science. Simon Fraser University.
- Makridakis, S., S.C. Wheelwright dan V. McGee. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Alih Bahasa: Ir. Hari Suminto. Edisi Kedua. Binarupa Aksara. Jakarta.
- Maruddani, D.A.I. dan A. Purbowati. 2009. *Pengukuran Value at Risk Pada Aset Tunggal dan Portofolio dengan Simulasi Monte Carlo*. Media Statistika, Vol. 2, No. 2, 93-104.
- McKenzie, M. dan H. Mitchell. 1998. *Generalized Asymmetric Power ARCH Modeling of Exchange Rate Volatility*. Department of Economics and Finance RMIT. Melbourne.
- Paul, R.K. 2008. *Autoregressive Conditional Heteroscedastic (ARCH) Family of Models For Describing Volatility*. IASRI, Library Avenue, New Delhi.
- Safitri, E. 2011. *Peramalan Volatilitas Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) Menggunakan Model GARCH dan Threshold GARCH*. Program Studi Statistika Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang. Tidak Dipublikasikan.
- Surya, Y. dan Y. Hariadi. 2002. *Kulminasi Prediksi Data Deret Waktu Keuangan Volatilitas dalam GARCH (1,1)*. Working Paper WPF2002.

- Tsay, R.S. 2002. *Analysis of Financial Time Series*. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Wahyudi, D.M. 2010. *Peramalan Nilai Tukar Rupiah Terhadap Yen Menggunakan Model Volatilitas APARCH*. Tugas Akhir Sarjana Universitas Pendidikan Indonesia Bandung. Tidak Dipublikasikan.
- Wei, W.W.S. 1990. *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Method*. Addison-Wesley Publishing Company. New York.
- Wijayanti, W. 2010. *Value at Risk Model Volatilitas ARCH-M dan GARCH-M (Pada Data Indeks Harga Saham)*. Program Studi Statistika Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang. Tidak Dipublikasikan.
- Wirawati, I. 2007. *Pemodelan Efek Asimetris dalam Volatilitas EGARCH*. Program Studi Statistika Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang. Tidak Dipublikasikan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 1. Data Indeks Saham LQ45, IHSG, Kompas 100 dan  
 JII

LQ45		IHSG	
Tanggal	Indeks	Tanggal	Indeks
7/1/02	106.47	7/1/02	492.27
7/2/02	104.2	7/2/02	483.78
7/3/02	102.69	7/3/02	478.53
7/4/02	105.74	7/4/02	488.72
7/5/02	106.91	7/5/02	492.78
7/8/02	104.84	7/8/02	484.61
7/9/02	103.82	7/9/02	480.31
7/10/02	103.03	7/10/02	477.38
7/11/02	101.25	7/11/02	470.82
7/12/02	103.72	7/12/02	479.61
7/15/02	104.22	7/15/02	480.9
7/16/02	104.37	7/16/02	481.77
7/17/02	104.08	7/17/02	479.38
7/18/02	106.33	7/18/02	488.22
:	:	:	:
:	:	:	:
:	:	:	:
12/27/11	670.02	12/27/11	3789.43
12/28/11	663.69	12/28/11	3769.21
12/29/11	671.11	12/29/11	3808.77
12/30/11	673.51	12/30/11	3821.99
1/2/12	670.81	1/3/12	3857.88
1/3/12	680.66	1/4/12	3907.42
1/4/12	691.84	1/5/12	3906.26
1/5/12	691.69	1/6/12	3869.42
1/6/12	682.93	1/9/12	3889.07
1/9/12	687.8	1/10/12	3938.84
1/10/12	697.51	1/11/12	3909.64
1/11/12	691.52	1/12/12	3909.5
1/12/12	689.89	1/13/12	3935.33
1/13/12	694.05	1/16/12	3909.69

Lampiran 1. (Lanjutan)

Kompas 100		JII	
Tanggal	Indeks	Tanggal	Indeks
8/10/07	554.22	7/1/02	76.25
8/14/07	546.91	7/2/02	74.95
8/15/07	509.48	7/3/02	74.36
8/16/07	478.52	7/4/02	76.71
8/20/07	514.2	7/5/02	77.35
8/21/07	501.96	7/8/02	75.5
8/22/07	521.28	7/9/02	75.24
8/23/07	536.1	7/10/02	74.56
8/24/07	541.86	7/11/02	73.46
8/27/07	549.94	7/12/02	74.83
8/28/07	546	7/15/02	75.42
8/29/07	539.28	7/16/02	75.63
8/30/07	543.25	7/17/02	75.17
8/31/07	555.04	7/18/02	77.17
:	:	:	:
:	:	:	:
:	:	:	:
12/27/11	859.59	12/27/11	532.56
12/28/11	852.8	12/28/11	529.18
12/29/11	862.34	12/29/11	534.17
12/30/11	865.2	12/30/11	537.03
1/2/12	861.88	1/2/12	533.45
1/3/12	874.19	1/3/12	542.18
1/4/12	887.25	1/4/12	553.08
1/5/12	886.96	1/5/12	555.23
1/6/12	877.28	1/6/12	547.61
1/9/12	882.81	1/9/12	550.08
1/10/12	894.72	1/10/12	559.15
1/11/12	887.28	1/11/12	553.02
1/12/12	886.93	1/12/12	552.4
1/13/12	891.99	1/13/12	557.34

## Lampiran 2. Statistik Deskriptif *Return*

### LQ45

Variable	Mean	StDev	Variance	Minimum
LQ45	0.000344	0.007708	0.000059	-0.059968
Maximum				0.042580

### IHSG

Variable	Mean	StDev	Variance	Minimum
IHSG	0.000386	0.006676	0.000045	-0.047572
Maximum				0.033108

### Kompas 100

Variable	Mean	StDev	Variance	Minimum
Kompas100	0.000193	0.008499	0.000072	-0.051409
Maximum				0.037945

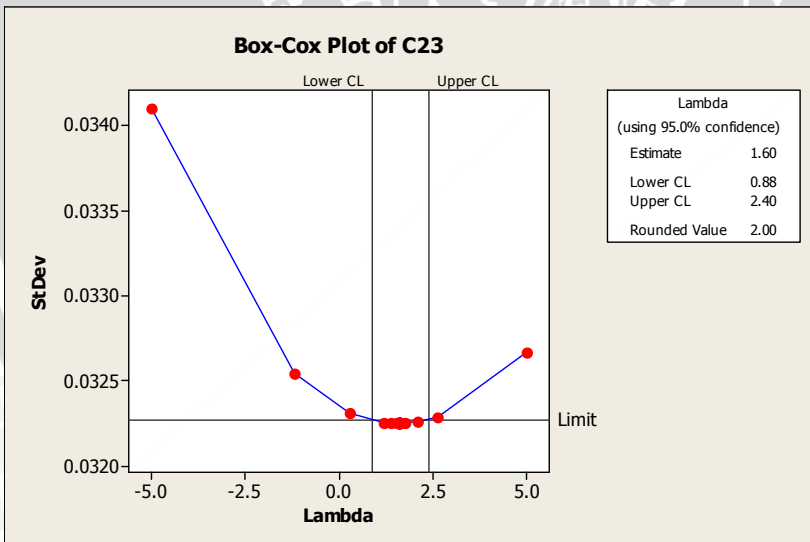
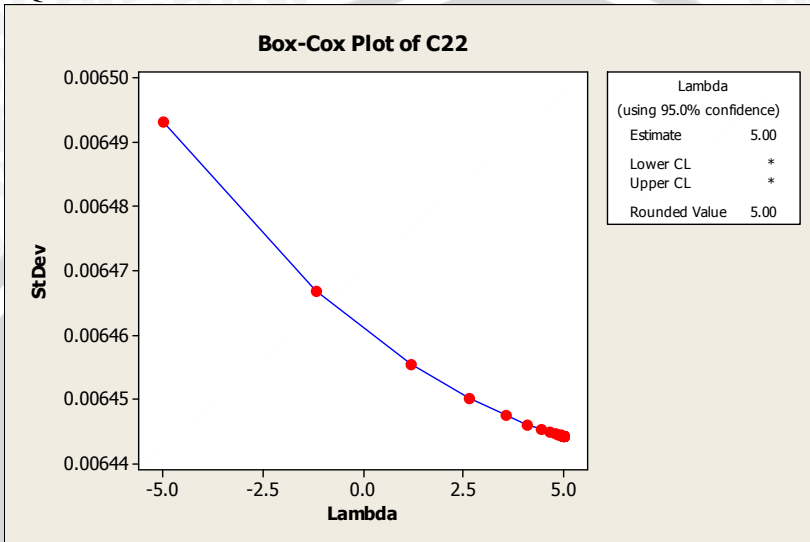
### JII

Variable	Mean	StDev	Variance	Minimum
JII	0.000370	0.007881	0.000062	-0.064664
Maximum				0.039526



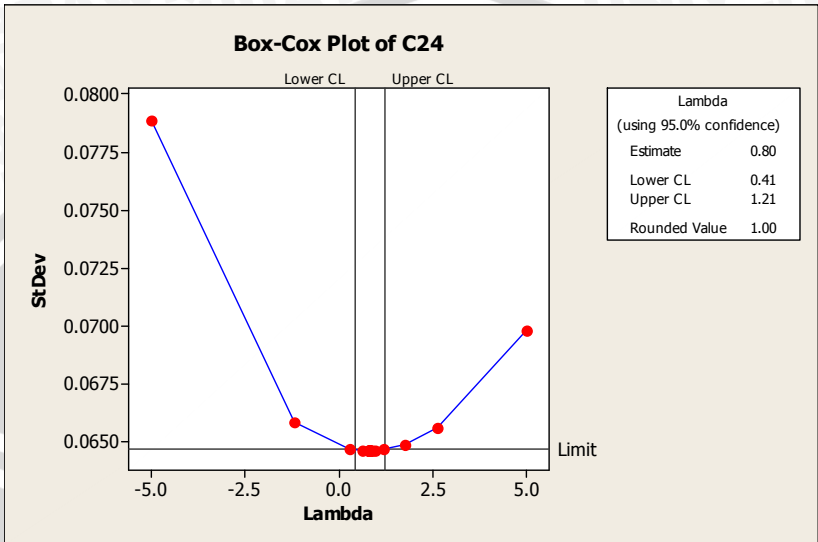
Lampiran 3. Transformasi *Box-Cox*

LQ45

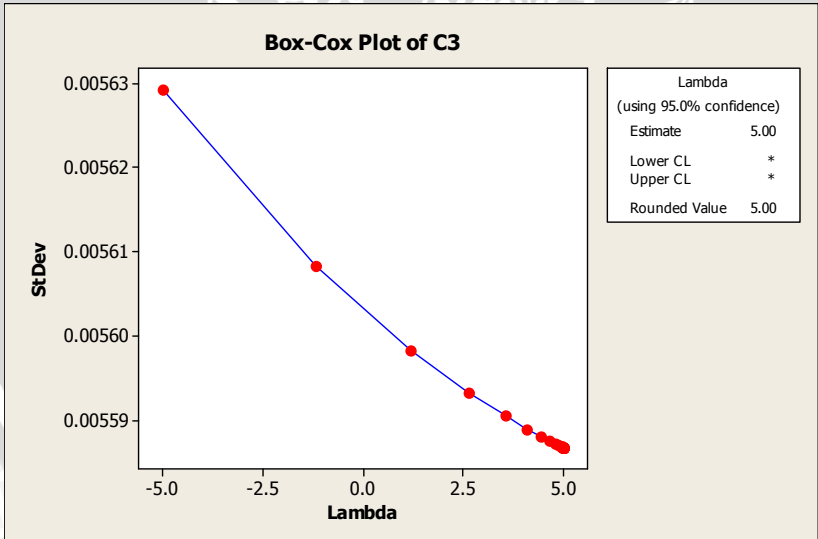




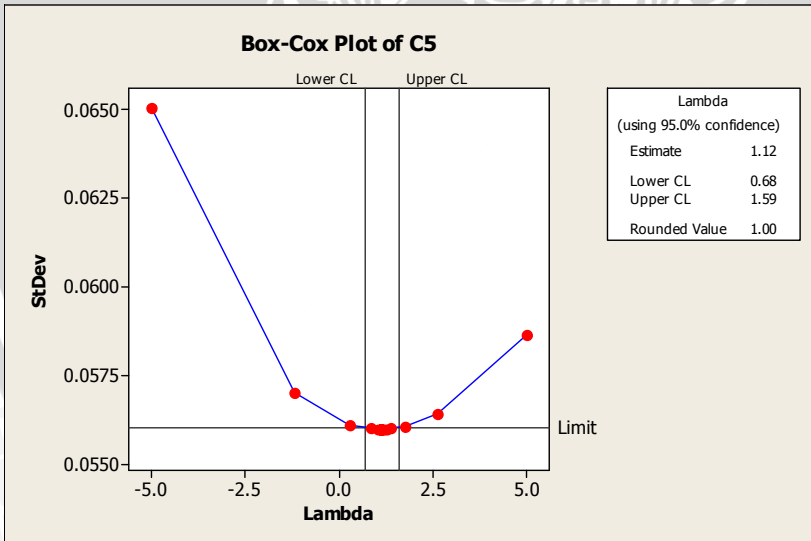
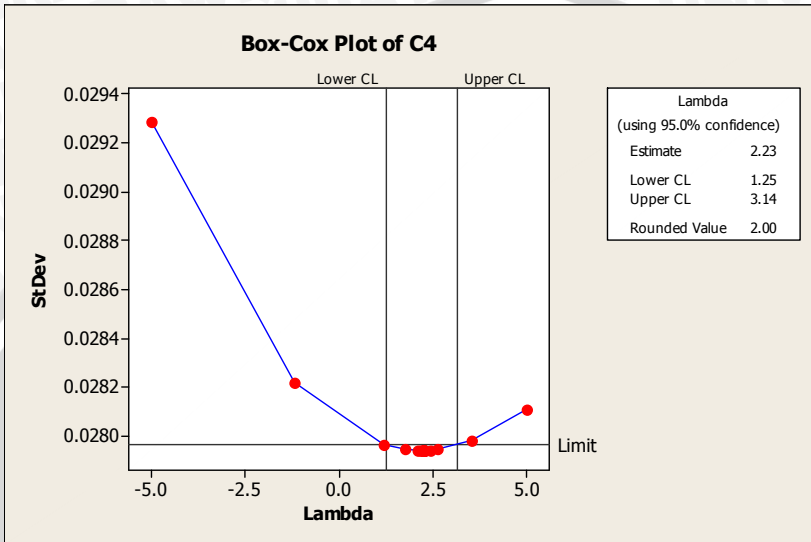
### Lampiran 3. (Lanjutan)



### IHSG

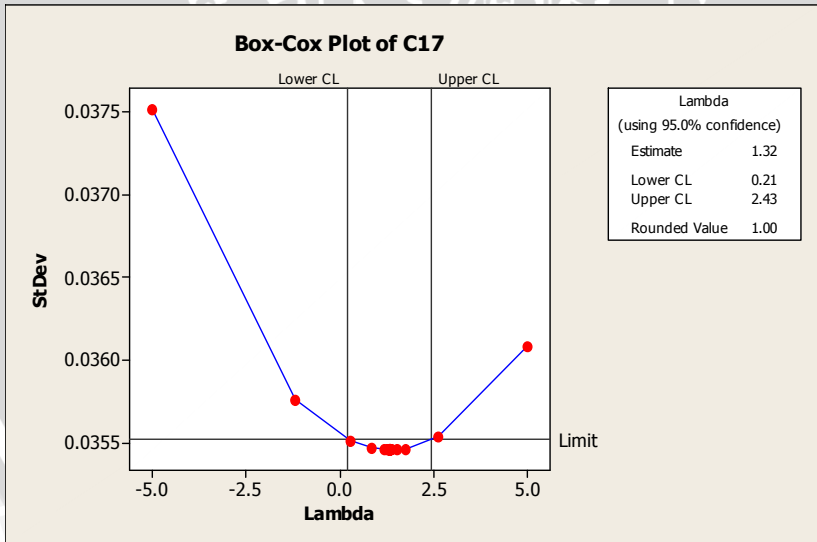
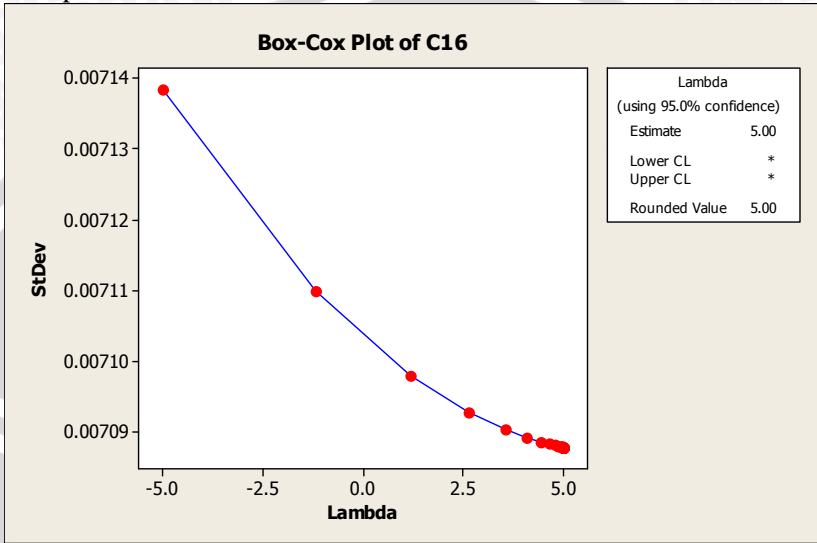


Lampiran 3. (Lanjutan)



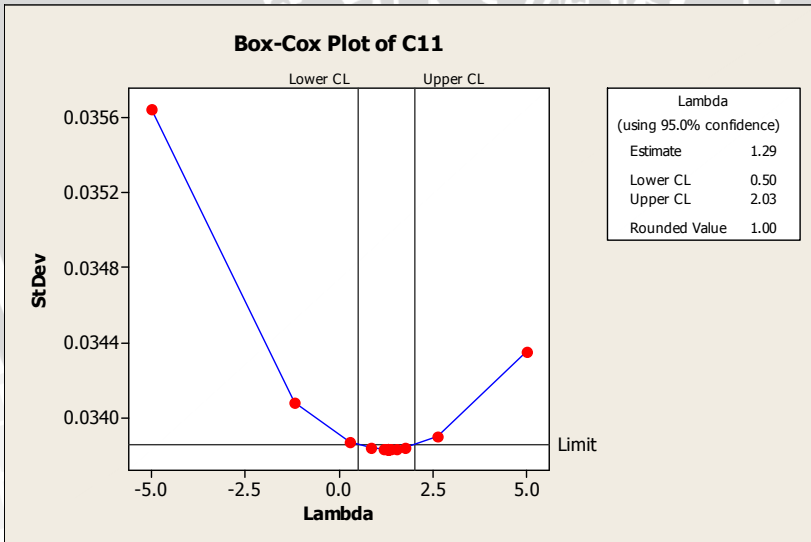
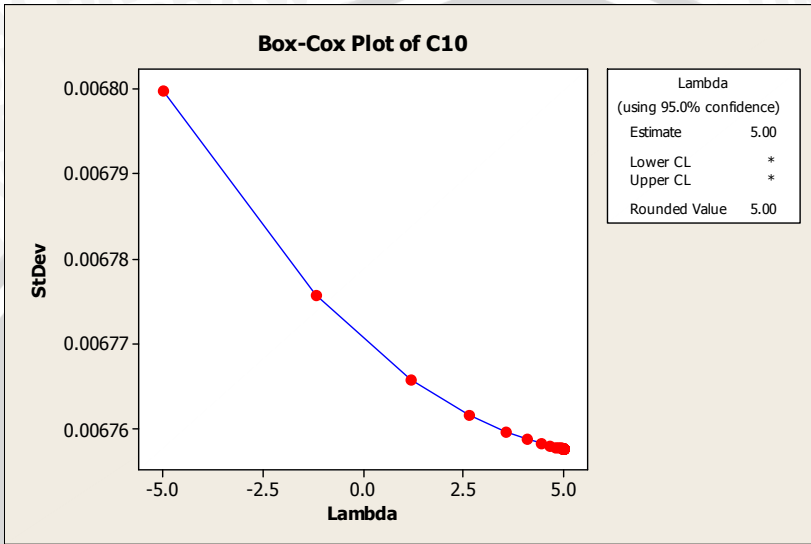
### Lampiran 3. (Lanjutan)

#### Kompas 100



Lampiran 3. (Lanjutan)

JII



#### Lampiran 4. Uji *Dickey Fuller* (DF)

##### LQ45

Null Hypothesis: LQ45 has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-44.60393	0.0001
Test critical values: 1% level	-3.432922	
5% level	-2.862562	
10% level	-2.567360	

##### IHSG

Null Hypothesis: IHSG has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-43.35259	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.432958	
5% level	-2.862578	
10% level	-2.567368	

##### Kompas 100

Null Hypothesis: KOMPAS100 has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=21)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-29.63199	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.436238	
5% level	-2.864028	
10% level	-2.568146	

## Lampiran 4. (Lanjutan)

### JII

Null Hypothesis: JII has a unit root

Exogenous: Constant

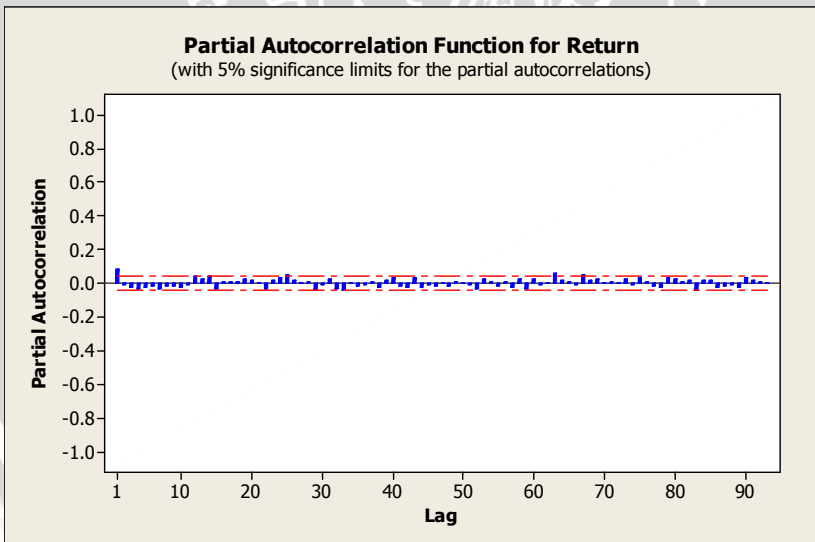
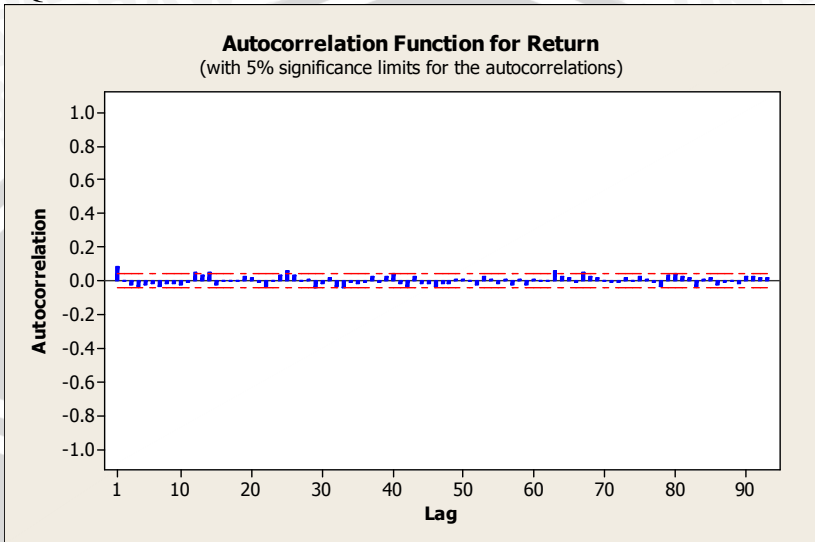
Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-45.34942	0.0001
Test critical values: 1% level	-3.432960	
5% level	-2.862579	
10% level	-2.567369	



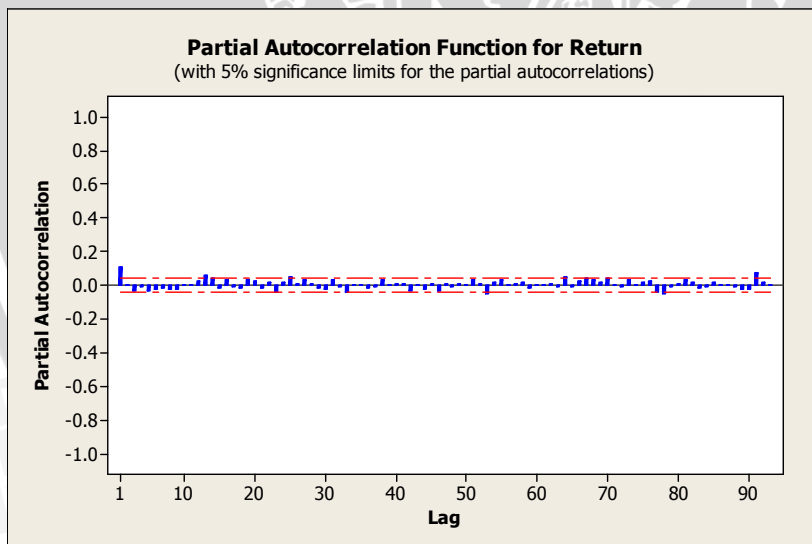
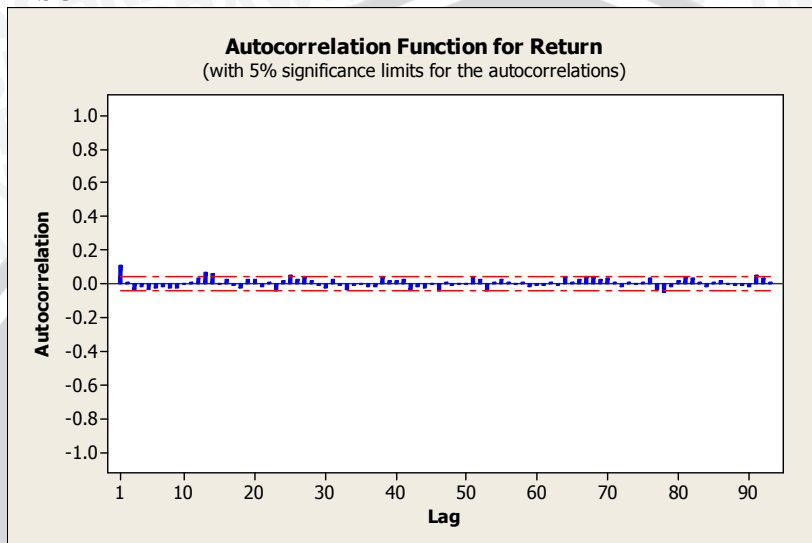
## Lampiran 5. ACF dan PACF *Return* Saham

LQ45



## Lampiran 5. (Lanjutan)

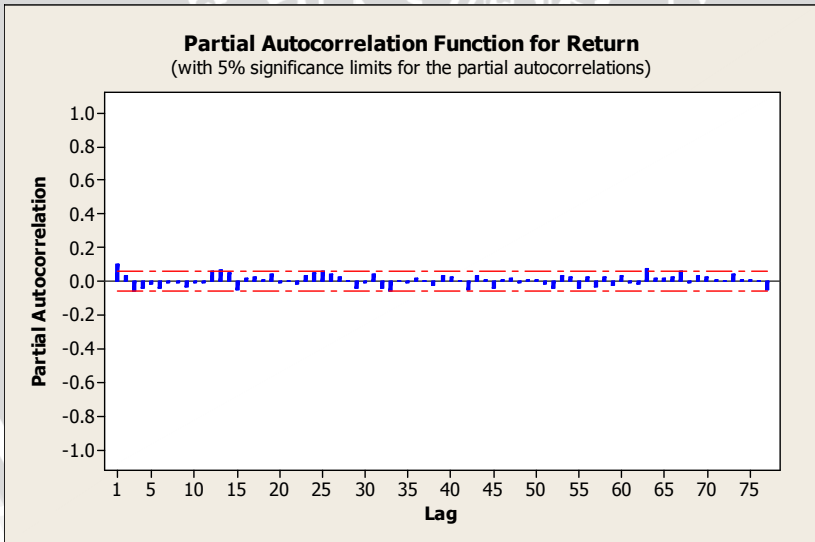
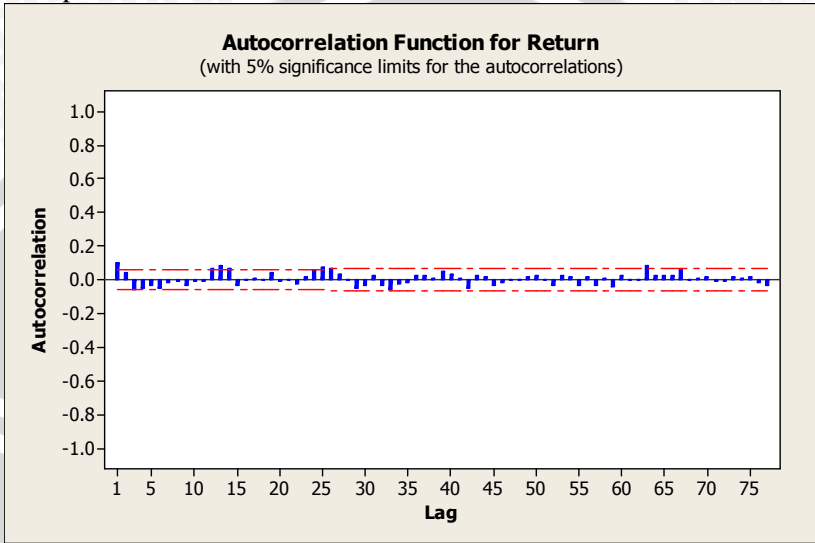
### IHSG





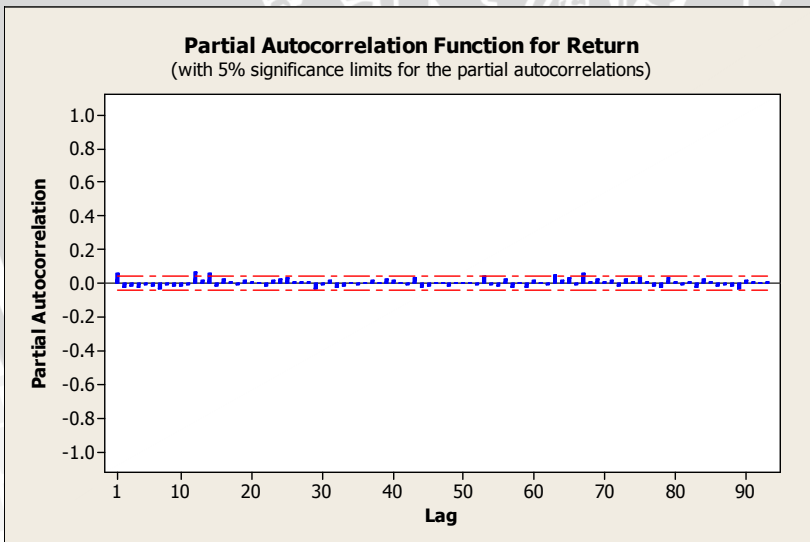
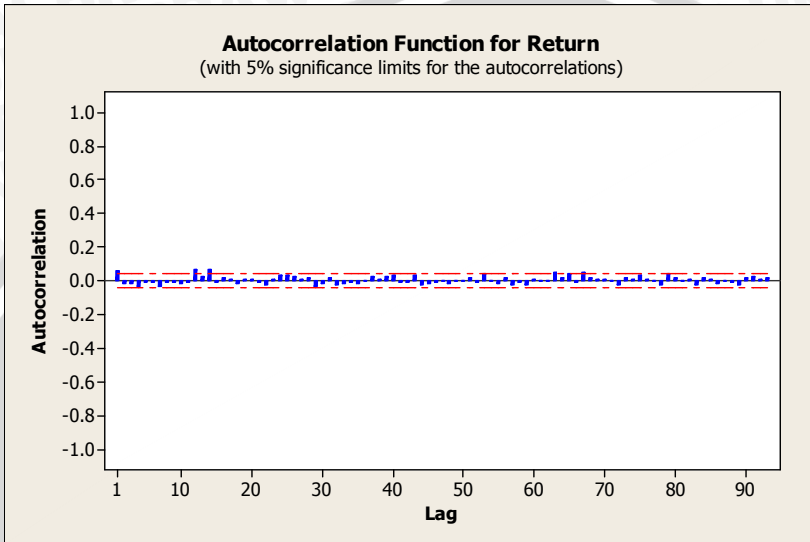
Lampiran 5. (Lanjutan)

Kompas 100



Lampiran 5. (Lanjutan)

JII



## Lampiran 6. Pendugaan Parameter Model ARIMA

LQ45

ARIMA(1,0,0)

Dependent Variable: D(LQ45,0)

Sample (adjusted): 3 2364

Method: Least Squares

Included observations: 2362 after adjustments

Date: 08/16/11 Time: 09:53

Convergence achieved after 3 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.451427	0.018364	-24.58185	0.0000
R-squared	0.203782	Mean dependent var		3.73E-05
Adjusted R-squared	0.203782	S.D. dependent var		0.103398
S.E. of regression	0.092264	Akaike info criterion		-1.927912
Sum squared resid	20.09817	Schwarz criterion		-1.925470
Log likelihood	2277.864	Hannan-Quinn criter.		-1.927023
Durbin-Watson stat	2.269927			
Inverted AR Roots	-0.45			

ARIMA(0,0,1)

Dependent Variable: D(LQ45,0)

Sample (adjusted): 2 2364

Method: Least Squares

Included observations: 2363 after adjustments

Date: 08/16/11 Time: 09:55

Convergence achieved after 7 iterations

MA Backcast: 1

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(1)	-0.997206	0.002144	-465.0458	0.0000
R-squared	0.452129	Mean dependent var		4.92E-05
Adjusted R-squared	0.452129	S.D. dependent var		0.103378
S.E. of regression	0.076519	Akaike info criterion		-2.302139
Sum squared resid	13.82979	Schwarz criterion		-2.299698
Log likelihood	2720.977	Hannan-Quinn criter.		-2.301250
Durbin-Watson stat	1.830299			
Inverted MA Roots	1.00			

## Lampiran 6. (Lanjutan)

### ARIMA(1,0,1)

Dependent Variable: D(LQ45,0)                      Sample (adjusted): 3 2364  
 Method: Least Squares                      Included observations: 2362 after adjustments  
 Date: 08/16/11 Time: 10:06                      Convergence achieved after 19 iterations  
 MA Backcast: 2

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.101303	0.020584	4.921531	0.0000
MA(1)	-0.997458	0.002388	-417.7340	0.0000
R-squared	0.456158	Mean dependent var		3.73E-05
Adjusted R-squared	0.455928	S.D. dependent var		0.103398
S.E. of regression	0.076268	Akaike info criterion		-2.308280
Sum squared resid	13.72767	Schwarz criterion		-2.303396
Log likelihood	2728.078	Hannan-Quinn criter.		-2.306502
Durbin-Watson stat	2.028242			
Inverted AR Roots	.10			
Inverted MA Roots	1.00			

### IHSG

### ARIMA(1,0,0)

Dependent Variable: D(IHSG,0)                      Sample (adjusted): 3 2334  
 Method: Least Squares                      Included observations: 2332 after adjustments  
 Date: 08/16/11 Time: 11:12                      Convergence achieved after 3 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.445547	0.018545	-24.02579	0.0000
R-squared	0.198484	Mean dependent var		7.87E-06
Adjusted R-squared	0.198484	S.D. dependent var		0.088232
S.E. of regression	0.078992	Akaike info criterion		-2.238522
Sum squared resid	14.54468	Schwarz criterion		-2.236054
Log likelihood	2611.116	Hannan-Quinn criter.		-2.237623
Durbin-Watson stat	2.252198			
Inverted AR Roots	-.45			

## Lampiran 6. (Lanjutan)

### ARIMA(0,0,1)

Dependent Variable: D(IHSG,0)

Sample (adjusted): 2 2334

Method: Least Squares

Included observations: 2333 after adjustments

Date: 08/16/11 Time: 11:13

Convergence achieved after 7 iterations

MA Backcast: 1

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(1)	-0.997394	0.001852	-538.5449	0.0000
R-squared	0.438915	Mean dependent var		1.93E-05
Adjusted R-squared	0.438915	S.D. dependent var		0.088215
S.E. of regression	0.066078	Akaike info criterion		-2.595543
Sum squared resid	10.18211	Schwarz criterion		-2.593077
Log likelihood	3028.701	Hannan-Quinn criter.		-2.594645
Durbin-Watson stat	1.786840			
Inverted MA Roots	1.00			

### ARIMA(1,0,1)

Dependent Variable: D(IHSG,0)

Sample (adjusted): 3 2334

Method: Least Squares

Included observations: 2332 after adjustments

Date: 08/16/11 Time: 11:14

Convergence achieved after 12 iterations

MA Backcast: 2

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.133612	0.020682	6.460228	0.0000
MA(1)	-0.997441	0.002193	-454.7749	0.0000
R-squared	0.444991	Mean dependent var		7.87E-06
Adjusted R-squared	0.444753	S.D. dependent var		0.088232
S.E. of regression	0.065746	Akaike info criterion		-2.605184
Sum squared resid	10.07145	Schwarz criterion		-2.600249
Log likelihood	3039.645	Hannan-Quinn criter.		-2.603386
Durbin-Watson stat	2.051773			
Inverted AR Roots	.13			
Inverted MA Roots	1.00			

Lampiran 6. (Lanjutan)

Kompas 100  
ARIMA(1,0,0)

Dependent Variable: D(KOMPAS100,0) Sample (adjusted): 3 1072  
 Method: Least Squares Included observations: 1070 after adjustments  
 Date: 08/16/11 Time: 11:15 Convergence achieved after 3 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.469379	0.026940	-17.42338	0.0000
R-squared	0.221166	Mean dependent var		0.000147
Adjusted R-squared	0.221166	S.D. dependent var		0.056710
S.E. of regression	0.050047	Akaike info criterion		-3.150766
Sum squared resid	2.677549	Schwarz criterion		-3.146116
Log likelihood	1686.660	Hannan-Quinn criter.		-3.149004
Durbin-Watson stat	2.243303			
Inverted AR Roots	-.47			

ARIMA(0,0,1)

Dependent Variable: D(KOMPAS100,0) Sample (adjusted): 2 1072  
 Method: Least Squares Included observations: 1071 after adjustments  
 Date: 08/16/11 Time: 11:15 Convergence achieved after 7 iterations  
 MA Backcast: 1

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(1)	-0.997488	5.91E-06	-168799.1	0.0000
R-squared	0.444643	Mean dependent var		3.82E-05
Adjusted R-squared	0.444643	S.D. dependent var		0.056795
S.E. of regression	0.042325	Akaike info criterion		-3.485958
Sum squared resid	1.916777	Schwarz criterion		-3.481312
Log likelihood	1867.731	Hannan-Quinn criter.		-3.484198
Durbin-Watson stat	1.798131			
Inverted MA Roots	1.00			

## Lampiran 6. (Lanjutan)

### ARIMA(1,0,1)

Dependent Variable: D(KOMPAS100,0) Sample (adjusted): 3 1072  
 Method: Least Squares Included observations: 1070 after adjustments  
 Date: 08/16/11 Time: 11:16 Convergence achieved after 8 iterations  
 MA Backcast: 2

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.096536	0.030358	3.179944	0.0015
MA(1)	-0.997272	0.002588	-385.3389	0.0000
R-squared	0.453711	Mean dependent var		0.000147
Adjusted R-squared	0.453199	S.D. dependent var		0.056710
S.E. of regression	0.041935	Akaike info criterion		-3.503546
Sum squared resid	1.878085	Schwarz criterion		-3.494246
Log likelihood	1876.397	Hannan-Quinn criter.		-3.500023
Durbin-Watson stat	2.019336			
Inverted AR Roots	.10			
Inverted MA Roots	1.00			

### JII

### ARIMA(1,0,0)

Dependent Variable: D(JII,0) Sample (adjusted): 3 2332  
 Method: Least Squares Included observations: 2330 after adjustments  
 Date: 08/16/11 Time: 11:17 Convergence achieved after 3 iterations

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.457176	0.018429	-24.80726	0.0000
R-squared	0.209007	Mean dependent var		1.57E-05
Adjusted R-squared	0.209007	S.D. dependent var		0.053599
S.E. of regression	0.047670	Akaike info criterion		-3.248591
Sum squared resid	5.292532	Schwarz criterion		-3.246122
Log likelihood	3785.609	Hannan-Quinn criter.		-3.247692
Durbin-Watson stat	2.290534			
Inverted AR Roots	-.46			

## Lampiran 6. (Lanjutan)

### ARIMA(0,0,1)

Dependent Variable: D(JII,0) Sample (adjusted): 2 2332  
 Method: Least Squares Included observations: 2331 after adjustments  
 Date: 08/16/11 Time: 11:17 Convergence achieved after 12 iterations  
 MA Backcast: 1

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(1)	-0.997240	0.001942	-513.4712	0.0000
R-squared	0.465903	Mean dependent var		2.41E-05
Adjusted R-squared	0.465903	S.D. dependent var		0.053590
S.E. of regression	0.039164	Akaike info criterion		-3.641675
Sum squared resid	3.573847	Schwarz criterion		-3.639206
Log likelihood	4245.372	Hannan-Quinn criter.		-3.640776
Durbin-Watson stat	1.877384			
Inverted MA Roots	1.00			

### ARIMA(1,0,1)

Dependent Variable: D(JII,0) Sample (adjusted): 3 2332  
 Method: Least Squares Included observations: 2330 after adjustments  
 Date: 08/16/11 Time: 11:18 Convergence achieved after 8 iterations  
 MA Backcast: 2

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.069696	0.020751	3.358658	0.0008
MA(1)	-0.997355	0.002096	-475.9078	0.0000
R-squared	0.467925	Mean dependent var		1.57E-05
Adjusted R-squared	0.467696	S.D. dependent var		0.053599
S.E. of regression	0.039106	Akaike info criterion		-3.644237
Sum squared resid	3.560115	Schwarz criterion		-3.639298
Log likelihood	4247.536	Hannan-Quinn criter.		-3.642437
Durbin-Watson stat	2.011613			
Inverted AR Roots	.07			
Inverted MA Roots	1.00			



## Lampiran 7. Uji Lagrange Multiplier

### LQ45

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	1.885746	Prob. F(5,2355)	0.0936
Obs*R-squared	9.418839	Prob. Chi-Square(5)	0.0935

F-statistic	1.575548	Prob. F(10,2350)	0.1076
Obs*R-squared	15.73027	Prob. Chi-Square(10)	0.1076

F-statistic	1.931125	Prob. F(15,2345)	0.0167
Obs*R-squared	28.82066	Prob. Chi-Square(15)	0.0170

F-statistic	1.576825	Prob. F(20,2340)	0.0496
Obs*R-squared	31.40949	Prob. Chi-Square(20)	0.0500

### IHSG

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	1.838120	Prob. F(5,2325)	0.1022
Obs*R-squared	9.178519	Prob. Chi-Square(5)	0.1022

F-statistic	1.438341	Prob. F(10,2320)	0.1570
Obs*R-squared	14.36528	Prob. Chi-Square(10)	0.1570

F-statistic	1.849150	Prob. F(15,2315)	0.0239
Obs*R-squared	27.60670	Prob. Chi-Square(15)	0.0242

F-statistic	1.795174	Prob. F(20,2310)	0.0164
Obs*R-squared	35.68728	Prob. Chi-Square(20)	0.0167

## Lampiran 7. (Lanjutan)

### Kompas 100

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

---

F-statistic	2.848278	Prob. F(5,1063)	0.0146
Obs*R-squared	14.13780	Prob. Chi-Square(5)	0.0148

---

---

F-statistic	1.832604	Prob. F(10,1058)	0.0511
Obs*R-squared	18.21050	Prob. Chi-Square(10)	0.0515

---

---

F-statistic	2.192021	Prob. F(15,1053)	0.0054
Obs*R-squared	32.39173	Prob. Chi-Square(15)	0.0057

---

---

F-statistic	1.784674	Prob. F(20,1048)	0.0181
Obs*R-squared	35.23475	Prob. Chi-Square(20)	0.0189

---

### JII

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

---

F-statistic	1.407910	Prob. F(5,2323)	0.2182
Obs*R-squared	7.035266	Prob. Chi-Square(5)	0.2180

---

---

F-statistic	1.227567	Prob. F(10,2318)	0.2678
Obs*R-squared	12.27007	Prob. Chi-Square(10)	0.2674

---

---

F-statistic	2.147606	Prob. F(15,2313)	0.0063
Obs*R-squared	32.00098	Prob. Chi-Square(15)	0.0064

---

---

F-statistic	1.725449	Prob. F(20,2308)	0.0236
Obs*R-squared	34.32059	Prob. Chi-Square(20)	0.0240

---

## Lampiran 8. Pendugaan Parameter Model GARCH

LQ45

GARCH(1,1)

Dependent Variable: D(LQ45,0)

Method: ML - ARCH (BHHH) - Normal distribution

Date: 10/07/11 Time: 06:31

Sample (adjusted): 3 2364

Included observations: 2362 after adjustments

MA Backcast: 2

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GARCH = C(3) + C(4)\*RESID(-1)^2 + C(5)\*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.086979	0.022471	3.870703	0.0001
MA(1)	-0.997168	5.17E-05	-19275.88	0.0000

### Variance Equation

C	0.000345	4.03E-05	8.540746	0.0000
RESID(-1)^2	0.143503	0.012488	11.49148	0.0000
GARCH(-1)	0.793722	0.015249	52.05138	0.0000

R-squared	0.456202	Mean dependent var	3.73E-05
Adjusted R-squared	0.455279	S.D. dependent var	0.103398
S.E. of regression	0.076313	Akaike info criterion	-2.561814
Sum squared resid	13.72657	Schwarz criterion	-2.549605
Log likelihood	3030.502	Hannan-Quinn criter.	-2.557369
Durbin-Watson stat	2.000159		

Inverted AR Roots	.09
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 8. (Lanjutan)

GARCH(1,2)

Dependent Variable: D(LQ45,0)

Method: ML - ARCH (BHHH) - Normal distribution

Date: 10/07/11 Time: 06:32

Sample (adjusted): 3 2364

Included observations: 2362 after adjustments

MA Backcast: 2

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GARCH = C(3) + C(4)\*RESID(-1)^2 + C(5)\*GARCH(-1) + C(6)\*GARCH(-2)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.092443	0.022923	4.032721	0.0001
MA(1)	-0.997390	5.12E-05	-19498.05	0.0000

Variance Equation

C	0.000396	5.95E-05	6.651724	0.0000
RESID(-1)^2	0.168222	0.020104	8.367501	0.0000
GARCH(-1)	0.602060	0.148232	4.061618	0.0000
GARCH(-2)	0.156475	0.125628	1.245545	0.2129

R-squared	0.456251	Mean dependent var	3.73E-05
Adjusted R-squared	0.455097	S.D. dependent var	0.103398
S.E. of regression	0.076326	Akaike info criterion	-2.561027
Sum squared resid	13.72533	Schwarz criterion	-2.546377
Log likelihood	3030.573	Hannan-Quinn criter.	-2.555693
Durbin-Watson stat	2.010802		

Inverted AR Roots	.09
Inverted MA Roots	1.00

## Lampiran 8. (Lanjutan)

### GARCH(2,1)

Dependent Variable: D(LQ45,0)

Method: ML - ARCH (BHHH) - Normal distribution

Date: 10/07/11 Time: 06:33

Sample (adjusted): 3 2364

Included observations: 2362 after adjustments

MA Backcast: 2

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GARCH = C(3) + C(4)\*RESID(-1)^2 + C(5)\*RESID(-2)^2 + C(6)\*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.094350	0.022190	4.252006	0.0000
MA(1)	-0.997242	5.30E-05	-18809.76	0.0000

#### Variance Equation

C	0.000344	4.51E-05	7.623947	0.0000
RESID(-1)^2	0.132646	0.020510	6.467518	0.0000
RESID(-2)^2	0.010020	0.025484	0.393184	0.6942
GARCH(-1)	0.793915	0.019183	41.38628	0.0000

R-squared	0.456180	Mean dependent var	3.73E-05
Adjusted R-squared	0.455025	S.D. dependent var	0.103398
S.E. of regression	0.076331	Akaike info criterion	-2.560720
Sum squared resid	13.72713	Schwarz criterion	-2.546070
Log likelihood	3030.211	Hannan-Quinn criter.	-2.555386
Durbin-Watson stat	2.014670		

Inverted AR Roots	.09
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 8. (Lanjutan)

GARCH(2,2)

Dependent Variable: D(LQ45,0)

Method: ML - ARCH (BHHH) - Normal distribution

Date: 10/07/11 Time: 06:33

Sample (adjusted): 3 2364

Included observations: 2362 after adjustments

MA Backcast: 2

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

$$\text{GARCH} = C(3) + C(4)*\text{RESID}(-1)^2 + C(5)*\text{RESID}(-2)^2 + C(6)*\text{GARCH}(-1) + C(7)*\text{GARCH}(-2)$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.095680	0.022276	4.295101	0.0000
MA(1)	-0.997461	5.05E-05	-19768.36	0.0000

Variance Equation

C	0.000407	0.001753	0.232029	0.8165
RESID(-1)^2	0.138678	0.020910	6.632147	0.0000
RESID(-2)^2	0.034997	0.752104	0.046532	0.9629
GARCH(-1)	0.522501	5.472653	0.095475	0.9239
GARCH(-2)	0.227926	4.400528	0.051795	0.9587

R-squared	0.456244	Mean dependent var	3.73E-05
Adjusted R-squared	0.454858	S.D. dependent var	0.103398
S.E. of regression	0.076343	Akaike info criterion	-2.560411
Sum squared resid	13.72551	Schwarz criterion	-2.543319
Log likelihood	3030.846	Hannan-Quinn criter.	-2.554188
Durbin-Watson stat	2.017146		

Inverted AR Roots	.10
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 8. (Lanjutan)

IHSG

GARCH(1,1)

Dependent Variable: D(IHSG,0)

Method: ML - ARCH (BHHH) - Normal distribution

Date: 10/07/11 Time: 06:34

Sample (adjusted): 3 2334

Included observations: 2332 after adjustments

MA Backcast: 2

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GARCH = C(3) + C(4)\*RESID(-1)^2 + C(5)\*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.114626	0.022203	5.162561	0.0000
MA(1)	-0.997294	3.59E-05	-27770.16	0.0000

Variance Equation				
C	0.000232	2.86E-05	8.121025	0.0000
RESID(-1)^2	0.139380	0.011856	11.75642	0.0000
GARCH(-1)	0.805131	0.014065	57.24364	0.0000

R-squared	0.445323	Mean dependent var	7.87E-06
Adjusted R-squared	0.444370	S.D. dependent var	0.088232
S.E. of regression	0.065768	Akaike info criterion	-2.832274
Sum squared resid	10.06542	Schwarz criterion	-2.819936
Log likelihood	3307.432	Hannan-Quinn criter.	-2.827779
Durbin-Watson stat	2.014192		

Inverted AR Roots	.11
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 8. (Lanjutan)

GARCH(1,2)

Dependent Variable: D(IHSG,0)

Method: ML - ARCH (BHHH) - Normal distribution

Date: 10/07/11 Time: 06:34

Sample (adjusted): 3 2334

Included observations: 2332 after adjustments

MA Backcast: 2

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GARCH = C(3) + C(4)\*RESID(-1)^2 + C(5)\*GARCH(-1) + C(6)\*GARCH(-2)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.110928	0.022655	4.896467	0.0000
MA(1)	-0.997478	3.48E-05	-28698.02	0.0000

Variance Equation

C	0.000240	4.09E-05	5.855864	0.0000
RESID(-1)^2	0.152226	0.018965	8.026896	0.0000
GARCH(-1)	0.618067	0.163682	3.776034	0.0002
GARCH(-2)	0.172718	0.142081	1.215628	0.2241

R-squared	0.445405	Mean dependent var	7.87E-06
Adjusted R-squared	0.444213	S.D. dependent var	0.088232
S.E. of regression	0.065778	Akaike info criterion	-2.831920
Sum squared resid	10.06393	Schwarz criterion	-2.817115
Log likelihood	3308.019	Hannan-Quinn criter.	-2.826526
Durbin-Watson stat	2.006653		

Inverted AR Roots	.11
Inverted MA Roots	1.00



## Lampiran 8. (Lanjutan)

### GARCH(2,1)

Dependent Variable: D(IHSG,0)

Method: ML - ARCH (BHHH) - Normal distribution

Date: 10/07/11 Time: 06:35

Sample (adjusted): 3 2334

Included observations: 2332 after adjustments

MA Backcast: 2

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GARCH = C(3) + C(4)\*RESID(-1)^2 + C(5)\*RESID(-2)^2 + C(6)\*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.108115	0.022350	4.837400	0.0000
MA(1)	-0.997493	3.31E-05	-30096.03	0.0000

#### Variance Equation

C	0.000250	3.26E-05	7.665281	0.0000
RESID(-1)^2	0.136666	0.020864	6.550276	0.0000
RESID(-2)^2	0.004988	0.026003	0.191828	0.8479
GARCH(-1)	0.797961	0.018229	43.77411	0.0000

R-squared	0.445419	Mean dependent var	7.87E-06
Adjusted R-squared	0.444227	S.D. dependent var	0.088232
S.E. of regression	0.065777	Akaike info criterion	-2.831239
Sum squared resid	10.06368	Schwarz criterion	-2.816434
Log likelihood	3307.225	Hannan-Quinn criter.	-2.825845
Durbin-Watson stat	2.001028		

Inverted AR Roots	.11
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 8. (Lanjutan)

GARCH(2,2)

Dependent Variable: D(IHSG,0)

Method: ML - ARCH (BHHH) - Normal distribution

Date: 10/07/11 Time: 06:35

Sample (adjusted): 3 2334

Included observations: 2332 after adjustments

MA Backcast: 2

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

$$\text{GARCH} = C(3) + C(4)*\text{RESID}(-1)^2 + C(5)*\text{RESID}(-2)^2 + C(6)*\text{GARCH}(-1) + C(7)*\text{GARCH}(-2)$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.102409	0.022561	4.539092	0.0000
MA(1)	-0.997384	3.34E-05	-29834.64	0.0000

Variance Equation

C	0.000292	0.000515	0.566850	0.5708
RESID(-1)^2	0.143200	0.021409	6.688736	0.0000
RESID(-2)^2	0.030223	0.309875	0.097534	0.9223
GARCH(-1)	0.525423	2.211521	0.237584	0.8122
GARCH(-2)	0.231001	1.785985	0.129341	0.8971

R-squared	0.445379	Mean dependent var	7.87E-06
Adjusted R-squared	0.443948	S.D. dependent var	0.088232
S.E. of regression	0.065793	Akaike info criterion	-2.830917
Sum squared resid	10.06440	Schwarz criterion	-2.813643
Log likelihood	3307.849	Hannan-Quinn criter.	-2.824623
Durbin-Watson stat	1.989734		

Inverted AR Roots	.10
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 8. (Lanjutan)

Kompas100  
GARCH(1,1)

Dependent Variable: D(KOMPAS100,0)  
Method: ML - ARCH (BHHH) - Normal distribution  
Date: 10/07/11 Time: 06:36  
Sample (adjusted): 3 1072  
Included observations: 1070 after adjustments  
MA Backcast: 2  
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)  
GARCH = C(3) + C(4)\*RESID(-1)^2 + C(5)\*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.070850	0.035430	1.999699	0.0455
MA(1)	-0.997340	1.41E-05	-70783.48	0.0000

Variance Equation				
C	0.000108	1.54E-05	7.008377	0.0000
RESID(-1)^2	0.199944	0.024035	8.319012	0.0000
GARCH(-1)	0.747621	0.018853	39.65537	0.0000

R-squared	0.453401	Mean dependent var	0.000147
Adjusted R-squared	0.451348	S.D. dependent var	0.056710
S.E. of regression	0.042005	Akaike info criterion	-3.792623
Sum squared resid	1.879151	Schwarz criterion	-3.769374
Log likelihood	2034.054	Hannan-Quinn criter.	-3.783816
Durbin-Watson stat	1.965812		

Inverted AR Roots	.07
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 8. (Lanjutan)

GARCH(1,2)

Dependent Variable: D(KOMPAS100,0)

Method: ML - ARCH (BHHH) - Normal distribution

Date: 10/07/11 Time: 06:36

Sample (adjusted): 3 1072

Included observations: 1070 after adjustments

MA Backcast: 2

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GARCH = C(3) + C(4)\*RESID(-1)^2 + C(5)\*GARCH(-1) + C(6)\*GARCH(-2)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.061433	0.036803	1.669232	0.0951
MA(1)	-0.997459	9.21E-06	-108320.3	0.0000
Variance Equation				
C	0.000103	2.27E-05	4.554936	0.0000
RESID(-1)^2	0.201470	0.033822	5.956852	0.0000
GARCH(-1)	0.592063	0.199899	2.961808	0.0031
GARCH(-2)	0.156641	0.166154	0.942744	0.3458
R-squared	0.453129	Mean dependent var		0.000147
Adjusted R-squared	0.450559	S.D. dependent var		0.056710
S.E. of regression	0.042036	Akaike info criterion		-3.793855
Sum squared resid	1.880087	Schwarz criterion		-3.765955
Log likelihood	2035.712	Hannan-Quinn criter.		-3.783286
Durbin-Watson stat	1.946066			
Inverted AR Roots	.06			
Inverted MA Roots	1.00			

## Lampiran 8. (Lanjutan)

### GARCH(2,1)

Dependent Variable: D(KOMPAS100,0)

Method: ML - ARCH (BHHH) - Normal distribution

Date: 10/07/11 Time: 06:36

Sample (adjusted): 3 1072

Included observations: 1070 after adjustments

MA Backcast: 2

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GARCH = C(3) + C(4)\*RESID(-1)^2 + C(5)\*RESID(-2)^2 + C(6)\*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.069963	0.032621	2.144755	0.0320
MA(1)	-0.997488	1.18E-05	-84641.50	0.0000

#### Variance Equation

C	0.000127	1.77E-05	7.203631	0.0000
RESID(-1)^2	0.133072	0.031209	4.263895	0.0000
RESID(-2)^2	0.099060	0.043704	2.266635	0.0234
GARCH(-1)	0.703465	0.022001	31.97470	0.0000

R-squared	0.453418	Mean dependent var	0.000147
Adjusted R-squared	0.450850	S.D. dependent var	0.056710
S.E. of regression	0.042025	Akaike info criterion	-3.786596
Sum squared resid	1.879091	Schwarz criterion	-3.758697
Log likelihood	2031.829	Hannan-Quinn criter.	-3.776027
Durbin-Watson stat	1.963825		

Inverted AR Roots	.07
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 8. (Lanjutan)

GARCH(2,2)

Dependent Variable: D(KOMPAS100,0)

Method: ML - ARCH (BHHH) - Normal distribution

Date: 10/07/11 Time: 06:36

Sample (adjusted): 3 1072

Included observations: 1070 after adjustments

MA Backcast: 2

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

$$\text{GARCH} = C(3) + C(4)*\text{RESID}(-1)^2 + C(5)*\text{RESID}(-2)^2 + C(6)*\text{GARCH}(-1) + C(7)*\text{GARCH}(-2)$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.058865	0.033859	1.738519	0.0821
MA(1)	-0.997249	6.12E-05	-16304.81	0.0000

Variance Equation

C	0.000105	7.94E-05	1.317677	0.1876
RESID(-1)^2	0.148253	0.032759	4.525591	0.0000
RESID(-2)^2	0.076186	0.163869	0.464917	0.6420
GARCH(-1)	0.539739	0.958700	0.562990	0.5734
GARCH(-2)	0.181388	0.750819	0.241587	0.8091

R-squared	0.452969	Mean dependent var	0.000147
Adjusted R-squared	0.449881	S.D. dependent var	0.056710
S.E. of regression	0.042062	Akaike info criterion	-3.792613
Sum squared resid	1.880636	Schwarz criterion	-3.760063
Log likelihood	2036.048	Hannan-Quinn criter.	-3.780282
Durbin-Watson stat	1.940911		

Inverted AR Roots	.06
Inverted MA Roots	1.00

## Lampiran 8. (Lanjutan)

### JII

#### GARCH(1,1)

Dependent Variable: D(JII,0)

Method: ML - ARCH (BHHH) - Normal distribution

Date: 10/07/11 Time: 06:37

Sample (adjusted): 3 2332

Included observations: 2330 after adjustments

MA Backcast: 2

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GARCH = C(3) + C(4)\*RESID(-1)^2 + C(5)\*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.066203	0.022206	2.981278	0.0029
MA(1)	-0.997441	9.88E-05	-10094.03	0.0000
Variance Equation				
C	8.95E-05	8.91E-06	10.05129	0.0000
RESID(-1)^2	0.128405	0.010516	12.21008	0.0000
GARCH(-1)	0.809858	0.011930	67.88636	0.0000
R-squared	0.467974	Mean dependent var		1.57E-05
Adjusted R-squared	0.467059	S.D. dependent var		0.053599
S.E. of regression	0.039129	Akaike info criterion		-3.835187
Sum squared resid	3.559781	Schwarz criterion		-3.822840
Log likelihood	4472.993	Hannan-Quinn criter.		-3.830688
Durbin-Watson stat	2.004713			
Inverted AR Roots	.07			
Inverted MA Roots	1.00			

Lampiran 8. (Lanjutan)

GARCH(1,2)

Dependent Variable: D(JII,0)

Method: ML - ARCH (BHHH) - Normal distribution

Date: 10/07/11 Time: 06:37

Sample (adjusted): 3 2332

Included observations: 2330 after adjustments

MA Backcast: 2

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GARCH = C(3) + C(4)\*RESID(-1)^2 + C(5)\*GARCH(-1) + C(6)\*GARCH(-2)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.068052	0.022798	2.984985	0.0028
MA(1)	-0.997342	0.000108	-9240.887	0.0000
Variance Equation				
C	0.000105	1.55E-05	6.768004	0.0000
RESID(-1)^2	0.147880	0.016343	9.048758	0.0000
GARCH(-1)	0.599013	0.151720	3.948151	0.0001
GARCH(-2)	0.179272	0.130580	1.372892	0.1698
R-squared	0.467934	Mean dependent var		1.57E-05
Adjusted R-squared	0.466789	S.D. dependent var		0.053599
S.E. of regression	0.039139	Akaike info criterion		-3.834690
Sum squared resid	3.560051	Schwarz criterion		-3.819874
Log likelihood	4473.414	Hannan-Quinn criter.		-3.829292
Durbin-Watson stat	2.008416			
Inverted AR Roots	.07			
Inverted MA Roots	1.00			



## Lampiran 8. (Lanjutan)

### GARCH(2,1)

Dependent Variable: D(JII,0)

Method: ML - ARCH (BHHH) - Normal distribution

Date: 10/07/11 Time: 06:37

Sample (adjusted): 3 2332

Included observations: 2330 after adjustments

MA Backcast: 2

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GARCH = C(3) + C(4)\*RESID(-1)^2 + C(5)\*RESID(-2)^2 + C(6)\*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.064126	0.021940	2.922725	0.0035
MA(1)	-0.997324	9.86E-05	-10115.78	0.0000

#### Variance Equation

	C	RESID(-1)^2	RESID(-2)^2	GARCH(-1)
C	9.66E-05	1.01E-05	9.594391	0.0000
RESID(-1)^2	0.119646	0.017942	6.668502	0.0000
RESID(-2)^2	0.011722	0.024326	0.481882	0.6299
GARCH(-1)	0.800922	0.015941	50.24144	0.0000

R-squared	0.467949	Mean dependent var	1.57E-05
Adjusted R-squared	0.466804	S.D. dependent var	0.053599
S.E. of regression	0.039138	Akaike info criterion	-3.833208
Sum squared resid	3.559951	Schwarz criterion	-3.818392
Log likelihood	4471.688	Hannan-Quinn criter.	-3.827810
Durbin-Watson stat	2.000762		

Inverted AR Roots	.06
Inverted MA Roots	1.00

## Lampiran 8. (Lanjutan)

### GARCH(2,2)

Dependent Variable: D(JII,0)

Method: ML - ARCH (BHHH) - Normal distribution

Date: 10/07/11 Time: 06:38

Sample (adjusted): 3 2332

Included observations: 2330 after adjustments

MA Backcast: 2

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GARCH = C(3) + C(4)\*RESID(-1)^2 + C(5)\*RESID(-2)^2 + C(6)\*GARCH(-1)  
+ C(7)\*GARCH(-2)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.069987	0.022162	3.157893	0.0016
MA(1)	-0.997289	0.000105	-9497.315	0.0000

#### Variance Equation

C	0.000112	0.000302	0.369540	0.7117
RESID(-1)^2	0.125680	0.019116	6.574492	0.0000
RESID(-2)^2	0.031595	0.432609	0.073034	0.9418
GARCH(-1)	0.514571	3.471187	0.148241	0.8822
GARCH(-2)	0.248710	2.833481	0.087776	0.9301

R-squared	0.467903	Mean dependent var	1.57E-05
Adjusted R-squared	0.466528	S.D. dependent var	0.053599
S.E. of regression	0.039149	Akaike info criterion	-3.833586
Sum squared resid	3.560260	Schwarz criterion	-3.816300
Log likelihood	4473.127	Hannan-Quinn criter.	-3.827288
Durbin-Watson stat	2.012242		

Inverted AR Roots	.07
Inverted MA Roots	1.00

## Lampiran 9. Uji Sign Bias Test

### LQ45

Dependent Variable: RESID2

Method: Least Squares

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.004676	0.000491	9.531973	0.0000
DUMMY(-1)	0.002183	0.000682	3.202105	0.0014

### IHSG

Dependent Variable: RESID2

Method: Least Squares

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.003287	0.000341	9.639967	0.0000
DUMMY(-1)	0.002048	0.000481	4.254417	0.0000

### Kompas 100

Dependent Variable: RESID2

Method: Least Squares

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.001365	0.000201	6.803019	0.0000
DUMMY(-1)	0.000773	0.000286	2.698568	0.0071

### JII

Dependent Variable: RESID2

Method: Least Squares

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.001208	0.000123	9.809513	0.0000
DUMMY(-1)	0.000621	0.000172	3.606940	0.0003

Lampiran 10. Pendugaan Parameter Model APARCH-M

A. Return LQ45

APARCH(1,1)-M

Dependent Variable: D(LQ45,0)

$$\text{@SQRT(GARCH)}^{\text{C}(9)} = \text{C}(5) + \text{C}(6) * (\text{ABS}(\text{RESID}(-1))) - \text{C}(7) * \text{RESID}(-1))^{\text{C}(9)} + \text{C}(8) * \text{@SQRT(GARCH}(-1))^{\text{C}(9)}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.002090	0.000780	-2.679040	0.0074
C	0.006074	0.002210	2.748416	0.0059
AR(1)	0.003825	0.001782	2.146465	0.0318
MA(1)	-0.082711	0.017445	-4.741244	0.0000
Variance Equation				
C(5)	0.000402	0.000229	1.753876	0.0795
C(6)	0.128303	0.013852	9.262554	0.0000
C(7)	0.364269	0.049389	7.375486	0.0000
C(8)	0.809283	0.016579	48.81460	0.0000
C(9)	1.894958	0.216402	8.756667	0.0000
R-squared	0.453872	Mean dependent var		3.73E-05
Adjusted R-squared	0.452016	S.D. dependent var		0.103398
S.E. of regression	0.076542	Akaike info criterion		-2.584407
Sum squared resid	13.78537	Schwarz criterion		-2.562432
Log likelihood	3061.185	Hannan-Quinn criter.		-2.576406
F-statistic	244.4396	Durbin-Watson stat		2.022323
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.10			
Inverted MA Roots	1.00			

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(1,2)-M

Dependent Variable: D(LQ45,0)

$$\text{@SQRT(GARCH)}^{\text{C}(10)} = \text{C}(5) + \text{C}(6) * (\text{ABS}(\text{RESID}(-1)) - \text{C}(7) * \text{RESID}(-1))^{\text{C}(10)} + \text{C}(8) * \text{@SQRT(GARCH}(-1))^{\text{C}(10)} + \text{C}(9) * \text{@SQRT(GARCH}(-2))^{\text{C}(10)}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.002133	0.002214	2.336495	0.0195
C	0.005173	8.34E-05	2.484783	0.0130
AR(1)	0.003401	0.001223	2.780867	0.0054
MA(1)	-0.093241	0.019231	-4.848474	0.0000

Variance Equation

C(5)	0.000423	0.000252	1.677643	0.0934
C(6)	0.148821	0.019603	7.591737	0.0000
C(7)	0.380970	0.051276	7.429790	0.0000
C(8)	0.578866	0.147295	3.929970	0.0001
C(9)	0.196949	0.129206	1.524304	0.1274
C(10)	1.931930	0.220048	8.779567	0.0000

R-squared	0.453840	Mean dependent var	3.73E-05
Adjusted R-squared	0.451750	S.D. dependent var	0.103398
S.E. of regression	0.076560	Akaike info criterion	-2.585027
Sum squared resid	13.78618	Schwarz criterion	-2.560610
Log likelihood	3062.917	Hannan-Quinn criter.	-2.576137
F-statistic	217.1589	Durbin-Watson stat	2.025637
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.10
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(1,3)-M

Dependent Variable: D(LQ45,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(11) = & C(5) + C(6)*(ABS(RESID(-1)) - C(7)*RESID( \\ & -1))^C(11) + C(8)*@SQRT(GARCH(-1))^C(11) + C(9)*@SQRT(GARCH( \\ & -2))^C(11) + C(10)*@SQRT(GARCH(-3))^C(11) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.002122	0.000768	-2.763046	0.0057
C	0.005252	0.001797	2.922649	0.0035
AR(1)	0.003134	0.001386	2.261183	0.0237
MA(1)	-0.088198	0.019235	-4.585287	0.0000

Variance Equation

C(5)	0.000420	0.000256	1.642033	0.1006
C(6)	0.160251	0.022057	7.265451	0.0000
C(7)	0.379766	0.051295	7.403593	0.0000
C(8)	0.524986	0.136747	3.839096	0.0001
C(9)	0.116880	0.160992	0.725998	0.4678
C(10)	0.112928	0.098967	1.141069	0.2538
C(11)	1.963898	0.226309	8.677962	0.0000

R-squared	0.453813	Mean dependent var	3.73E-05
Adjusted R-squared	0.451490	S.D. dependent var	0.103398
S.E. of regression	0.076578	Akaike info criterion	-2.584372
Sum squared resid	13.78687	Schwarz criterion	-2.557514
Log likelihood	3063.143	Hannan-Quinn criter.	-2.574593
F-statistic	195.3384	Durbin-Watson stat	2.019750
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.10
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(2,1)-M

Dependent Variable: D(LQ45,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(11) = & C(5) + C(6)*(ABS(RESID(-1)) - C(7)*RESID(-1))^C(11) + C(8)*(ABS(RESID(-2)) - C(9)*RESID(-2))^C(11) + C(10) \\ & * @SQRT(GARCH(-1))^C(11) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.002195	0.000888	-2.470574	0.0135
C	0.006231	0.002341	2.661683	0.0078
AR(1)	0.002911	0.001023	2.845552	0.0044
MA(1)	-0.098145	0.021425	-4.580863	0.0000

Variance Equation

C(5)	0.000494	0.000259	1.910685	0.0560
C(6)	0.106162	0.020957	5.065798	0.0000
C(7)	0.537777	0.118279	4.546692	0.0000
C(8)	0.012766	0.080907	0.157781	0.8746
C(9)	-0.809852	6.103113	-0.132695	0.8944
C(10)	0.806903	0.022394	36.03233	0.0000
C(11)	1.819242	0.204820	8.882172	0.0000

R-squared	0.453763	Mean dependent var	3.73E-05
Adjusted R-squared	0.451440	S.D. dependent var	0.103398
S.E. of regression	0.076582	Akaike info criterion	-2.583313
Sum squared resid	13.78812	Schwarz criterion	-2.556454
Log likelihood	3061.892	Hannan-Quinn criter.	-2.573534
F-statistic	195.2995	Durbin-Watson stat	2.017243
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.10
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(2,2)-M

Dependent Variable: D(LQ45,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(12) = & C(5) + C(6)*(ABS(RESID(-1)) - C(7)*RESID(-1))^C(12) + C(8)*(ABS(RESID(-2)) - C(9)*RESID(-2))^C(12) + C(10) \\ & *@SQRT(GARCH(-1))^C(12) + C(11)*@SQRT(GARCH(-2))^C(12) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.002216	0.000790	-2.803765	0.0051
C	0.005883	0.001984	2.965222	0.0030
AR(1)	0.003405	0.001241	2.743755	0.0061
MA(1)	-0.092256	0.024135	-3.822498	0.0001
Variance Equation				
C(5)	0.000511	0.000295	1.731978	0.0833
C(6)	0.130326	0.022266	5.853157	0.0000
C(7)	0.534077	0.101252	5.274736	0.0000
C(8)	0.014167	0.217190	0.065231	0.9480
C(9)	-0.790908	14.08116	-0.056168	0.9552
C(10)	0.509302	0.372676	1.366607	0.1717
C(11)	0.252344	0.297567	0.848022	0.3964
C(12)	1.878238	0.207647	9.045323	0.0000
R-squared	0.453709	Mean dependent var	3.73E-05	
Adjusted R-squared	0.451152	S.D. dependent var	0.103398	
S.E. of regression	0.076602	Akaike info criterion	-2.584482	
Sum squared resid	13.78949	Schwarz criterion	-2.555182	
Log likelihood	3064.274	Hannan-Quinn criter.	-2.573814	
F-statistic	177.4306	Durbin-Watson stat	2.016746	
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.10			
Inverted MA Roots	1.00			



Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(2,3)-M

Dependent Variable: D(LQ45,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(13) = & C(5) + C(6)*(ABS(RESID(-1)) - C(7)*RESID(-1))^C(13) + C(8)*(ABS(RESID(-2)) - C(9)*RESID(-2))^C(13) + C(10) \\ & *@SQRT(GARCH(-1))^C(13) + C(11)*@SQRT(GARCH(-2))^C(13) + \\ & C(12)*@SQRT(GARCH(-3))^C(13) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.002238	0.000786	-2.847582	0.0044
C	0.006128	0.001743	3.515777	0.0004
AR(1)	0.004150	0.002022	2.052423	0.0401
MA(1)	-0.088753	0.026132	-3.396334	0.0007

Variance Equation

C(5)	0.000508	0.000327	1.554459	0.1201
C(6)	0.141834	0.023690	5.987181	0.0000
C(7)	0.520123	0.094124	5.525965	0.0000
C(8)	0.021950	0.123318	0.177993	0.8587
C(9)	-0.418558	3.677001	-0.113831	0.9094
C(10)	0.473814	0.439901	1.077092	0.2814
C(11)	0.124236	0.253498	0.490088	0.6241
C(12)	0.140265	0.139388	1.006293	0.3143
C(13)	1.910401	0.212631	8.984593	0.0000

R-squared	0.453711	Mean dependent var	3.73E-05
Adjusted R-squared	0.450920	S.D. dependent var	0.103398
S.E. of regression	0.076618	Akaike info criterion	-2.583351
Sum squared resid	13.78944	Schwarz criterion	-2.551609
Log likelihood	3063.937	Hannan-Quinn criter.	-2.571794
F-statistic	162.5768	Durbin-Watson stat	2.013136
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.10
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 10 (Lanjutan)

APARCH(3,1)-M

Dependent Variable: D(LQ45,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(13) = & C(5) + C(6)*(ABS(RESID(-1)) - C(7)*RESID(-1))^C(13) + C(8)*(ABS(RESID(-2)) - C(9)*RESID(-2))^C(13) + C(10) \\ & *(ABS(RESID(-3)) - C(11)*RESID(-3))^C(13) + C(12)*@SQRT(GARCH(-1))^C(13) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.002388	0.000805	-2.967385	0.0030
C	0.006436	0.001871	3.439872	0.0006
AR(1)	0.004405	0.002166	2.033703	0.0419
MA(1)	-0.091276	0.031323	-2.914025	0.0036

Variance Equation

C(5)	0.000294	0.000162	1.815011	0.0695
C(6)	0.153190	0.025209	6.076792	0.0000
C(7)	0.575720	0.094857	6.069335	0.0000
C(8)	-0.054663	0.075159	-0.727293	0.4670
C(9)	0.852314	1.272641	0.669721	0.5030
C(10)	0.007598	0.056353	0.134828	0.8927
C(11)	-0.725656	6.455082	-0.112416	0.9105
C(12)	0.846921	0.021110	40.11869	0.0000
C(13)	1.902036	0.208406	9.126608	0.0000

R-squared	0.453469	Mean dependent var	3.73E-05
Adjusted R-squared	0.450677	S.D. dependent var	0.103398
S.E. of regression	0.076635	Akaike info criterion	-2.585167
Sum squared resid	13.79555	Schwarz criterion	-2.553425
Log likelihood	3066.082	Hannan-Quinn criter.	-2.573610
F-statistic	162.4181	Durbin-Watson stat	2.010912
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.10
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(3,2)-M

Dependent Variable: D(LQ45,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(14) = & C(5) + C(6)*(ABS(RESID(-1)) - C(7)*RESID(-1))^C(14) + C(8)*(ABS(RESID(-2)) - C(9)*RESID(-2))^C(14) + C(10) \\ & *(ABS(RESID(-3)) - C(11)*RESID(-3))^C(14) + C(12)*@SQRT(GARCH) \\ & (-1))^C(14) + C(13)*@SQRT(GARCH(-2))^C(14) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.002251	0.000888	-2.534773	0.0113
C	0.006021	0.001575	3.822857	0.0001
AR(1)	0.003535	0.001033	3.422072	0.0006
MA(1)	-0.080837	0.018026	-4.484467	0.0000

Variance Equation

C(5)	0.000403	0.000314	1.283778	0.1992
C(6)	0.147268	0.024365	6.044129	0.0000
C(7)	0.560182	0.095327	5.876400	0.0000
C(8)	0.012597	0.380971	0.033065	0.9736
C(9)	-0.742264	27.52932	-0.026963	0.9785
C(10)	-0.033816	0.041560	-0.813658	0.4158
C(11)	0.721564	1.265349	0.570249	0.5685
C(12)	0.490571	0.690738	0.710212	0.4776
C(13)	0.310355	0.580362	0.534761	0.5928
C(14)	1.880192	0.210999	8.910910	0.0000

R-squared	0.453732	Mean dependent var	3.73E-05
Adjusted R-squared	0.450708	S.D. dependent var	0.103398
S.E. of regression	0.076633	Akaike info criterion	-2.584234
Sum squared resid	13.78891	Schwarz criterion	-2.550051
Log likelihood	3065.981	Hannan-Quinn criter.	-2.571788
F-statistic	150.0198	Durbin-Watson stat	2.006227
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.09
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 10. (Lanjutan)

### APARCH(3,3)-M

Dependent Variable: D(LQ45,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(15) = & C(5) + C(6)*(ABS(RESID(-1)) - C(7)*RESID(-1))^C(15) + C(8)*(ABS(RESID(-2)) - C(9)*RESID(-2))^C(15) + C(10) \\ & *(ABS(RESID(-3)) - C(11)*RESID(-3))^C(15) + C(12)*@SQRT(GARCH(-1))^C(15) + C(13)*@SQRT(GARCH(-2))^C(15) + C(14) \\ & *@SQRT(GARCH(-3))^C(15) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.002325	0.000891	-2.608264	0.0091
C	0.006266	0.001602	3.911361	0.0000
AR(1)	0.004123	0.001224	3.368464	0.0008
MA(1)	-0.078248	0.019224	-4.070329	0.0000

#### Variance Equation

C(5)	0.000544	0.000378	1.438525	0.1503
C(6)	0.137773	0.024331	5.662530	0.0000
C(7)	0.543951	0.099039	5.492292	0.0000
C(8)	0.026415	0.123058	0.214658	0.8300
C(9)	0.067724	1.830776	0.036992	0.9705
C(10)	0.017313	0.105958	0.163397	0.8702
C(11)	-0.435977	4.535383	-0.096128	0.9234
C(12)	0.374715	0.722919	0.518336	0.6042
C(13)	0.183750	0.665489	0.276113	0.7825
C(14)	0.151456	0.205542	0.736861	0.4612
C(15)	1.923039	0.210676	9.127943	0.0000

R-squared	0.453594	Mean dependent var	3.73E-05
Adjusted R-squared	0.450335	S.D. dependent var	0.103398
S.E. of regression	0.076659	Akaike info criterion	-2.581737
Sum squared resid	13.79240	Schwarz criterion	-2.545112
Log likelihood	3064.031	Hannan-Quinn criter.	-2.568402
F-statistic	139.1672	Durbin-Watson stat	2.016522
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.10
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 10. (Lanjutan)

B. *Return IHSG*

APARCH(1,1)-M

Dependent Variable: D(IHSG,0)

$$\text{@SQRT(GARCH)}^{\text{C(9)}} = \text{C(5)} + \text{C(6)} * (\text{ABS}(\text{RESID}(-1))) - \text{C(7)} * \text{RESID}(-1))^{\text{C(9)}} + \text{C(8)} * \text{@SQRT(GARCH}(-1))^{\text{C(9)}}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.002622	0.001070	-2.451205	0.0142
C	0.005259	0.002211	2.378561	0.0174
AR(1)	0.100132	0.023044	4.345253	0.0000
MA(1)	-0.007531	0.002133	-3.530708	0.0004
Variance Equation				
C(5)	0.000461	0.000258	1.786342	0.0740
C(6)	0.129646	0.013735	9.438722	0.0000
C(7)	0.386314	0.055601	6.947923	0.0000
C(8)	0.813966	0.015641	52.03909	0.0000
C(9)	1.757560	0.202529	8.678073	0.0000
R-squared	0.442983	Mean dependent var		7.87E-06
Adjusted R-squared	0.441065	S.D. dependent var		0.088232
S.E. of regression	0.065964	Akaike info criterion		-2.854116
Sum squared resid	10.10788	Schwarz criterion		-2.831908
Log likelihood	3336.900	Hannan-Quinn criter.		-2.846025
F-statistic	230.9288	Durbin-Watson stat		2.029104
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.13			
Inverted MA Roots	1.00			

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(1,2)-M

Dependent Variable: D(IHSG,0)

$$\text{@SQRT(GARCH)}^{\text{C}(10)} = \text{C}(5) + \text{C}(6) * (\text{ABS}(\text{RESID}(-1)) - \text{C}(7) * \text{RESID}(-1))^{\text{C}(10)} + \text{C}(8) * \text{@SQRT(GARCH}(-1))^{\text{C}(10)} + \text{C}(9) * \text{@SQRT(GARCH}(-2))^{\text{C}(10)}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.002556	0.001054	-2.423626	0.0154
C	0.006393	0.002198	2.908553	0.0036
AR(1)	0.102013	0.021116	4.831076	0.0000
MA(1)	-0.006205	0.001933	-3.210036	0.0013
Variance Equation				
C(5)	0.000532	0.000301	1.766848	0.0773
C(6)	0.150784	0.019177	7.862758	0.0000
C(7)	0.400431	0.057256	6.993728	0.0000
C(8)	0.566810	0.141889	3.994743	0.0001
C(9)	0.213454	0.124511	1.714335	0.0865
C(10)	1.762445	0.200479	8.791155	0.0000
R-squared	0.443060	Mean dependent var		7.87E-06
Adjusted R-squared	0.440901	S.D. dependent var		0.088232
S.E. of regression	0.065973	Akaike info criterion		-2.855470
Sum squared resid	10.10649	Schwarz criterion		-2.830794
Log likelihood	3339.478	Hannan-Quinn criter.		-2.846480
F-statistic	205.2455	Durbin-Watson stat		2.030701
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.13			
Inverted MA Roots	1.00			

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(1,3)-M

Dependent Variable: D(IHSG,0)

$$\text{@SQRT(GARCH)}^{\text{C(11)}} = \text{C(5)} + \text{C(6)} * (\text{ABS}(\text{RESID}(-1)) - \text{C(7)} * \text{RESID}(-1))^{\text{C(11)}} + \text{C(8)} * \text{@SQRT(GARCH}(-1))^{\text{C(11)}} + \text{C(9)} * \text{@SQRT(GARCH}(-2))^{\text{C(11)}} + \text{C(10)} * \text{@SQRT(GARCH}(-3))^{\text{C(11)}}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.002590	0.001046	-2.476376	0.0133
C	0.005283	0.001873	2.820609	0.0048
AR(1)	0.107263	0.021809	4.918291	0.0000
MA(1)	-0.007747	0.002014	-3.846574	0.0001
Variance Equation				
C(5)	0.000554	0.000314	1.768460	0.0770
C(6)	0.161489	0.021949	7.357549	0.0000
C(7)	0.406958	0.057734	7.048868	0.0000
C(8)	0.527911	0.133577	3.952109	0.0001
C(9)	0.144498	0.155675	0.928199	0.3533
C(10)	0.092418	0.094742	0.975473	0.3293
C(11)	1.769345	0.201871	8.764722	0.0000
R-squared	0.443047	Mean dependent var		7.87E-06
Adjusted R-squared	0.440647	S.D. dependent var		0.088232
S.E. of regression	0.065988	Akaike info criterion		-2.854607
Sum squared resid	10.10673	Schwarz criterion		-2.827463
Log likelihood	3339.472	Hannan-Quinn criter.		-2.844718
F-statistic	184.6318	Durbin-Watson stat		2.027707
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.13			
Inverted MA Roots	1.00			

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(2,1)-M

Dependent Variable: D(IHSG,0)

$$\text{@SQRT(GARCH)}^{\text{C}(11)} = \text{C}(5) + \text{C}(6) * (\text{ABS}(\text{RESID}(-1))) - \text{C}(7) * \text{RESID}(-1)^{\text{C}(11)} + \text{C}(8) * (\text{ABS}(\text{RESID}(-2))) - \text{C}(9) * \text{RESID}(-2)^{\text{C}(11)} + \text{C}(10) * \text{@SQRT(GARCH}(-1))^{\text{C}(11)}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.002856	0.001105	-2.584711	0.0097
C	0.005003	0.002015	2.482878	0.0130
AR(1)	0.100532	0.022171	4.534392	0.0000
MA(1)	-0.008203	0.002851	-2.877236	0.0000
Variance Equation				
C(5)	0.000624	0.000294	2.121276	0.0339
C(6)	0.084411	0.029894	2.823728	0.0047
C(7)	0.828455	0.330049	2.510100	0.0121
C(8)	0.023796	0.068342	0.348190	0.7277
C(9)	-0.857188	3.117132	-0.274993	0.7833
C(10)	0.811576	0.020059	40.45933	0.0000
C(11)	1.644154	0.176157	9.333457	0.0000
R-squared	0.442732	Mean dependent var	7.87E-06	
Adjusted R-squared	0.440331	S.D. dependent var	0.088232	
S.E. of regression	0.066007	Akaike info criterion	-2.855448	
Sum squared resid	10.11244	Schwarz criterion	-2.828304	
Log likelihood	3340.452	Hannan-Quinn criter.	-2.845558	
F-statistic	184.3964	Durbin-Watson stat	2.020582	
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.12			
Inverted MA Roots	1.00			



Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(2,2)-M

Dependent Variable: D(IHSG,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(12) = & C(5) + C(6)*(ABS(RESID(-1)) - C(7)*RESID(-1))^C(12) + C(8)*(ABS(RESID(-2)) - C(9)*RESID(-2))^C(12) + C(10) \\ & * @SQRT(GARCH(-1))^C(12) + C(11)* @SQRT(GARCH(-2))^C(12) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.002841	0.001086	-2.615601	0.0089
C	0.005142	0.002143	2.399440	0.0164
AR(1)	0.101267	0.024511	4.131492	0.0000
MA(1)	-0.007703	0.002931	-2.628113	0.0086

Variance Equation

C(5)	0.000719	0.000361	1.994470	0.0461
C(6)	0.109093	0.027961	3.901561	0.0001
C(7)	0.787020	0.226397	3.476278	0.0005
C(8)	0.026206	0.143033	0.183214	0.8546
C(9)	-0.862297	5.840329	-0.147645	0.8826
C(10)	0.489708	0.243290	2.012861	0.0441
C(11)	0.277397	0.197024	1.407940	0.1591
C(12)	1.664215	0.173979	9.565623	0.0000

R-squared	0.442802	Mean dependent var	7.87E-06
Adjusted R-squared	0.440160	S.D. dependent var	0.088232
S.E. of regression	0.066017	Akaike info criterion	-2.857108
Sum squared resid	10.11118	Schwarz criterion	-2.827496
Log likelihood	3343.388	Hannan-Quinn criter.	-2.846319
F-statistic	167.6080	Durbin-Watson stat	2.016864
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.12
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(2,3)-M

Dependent Variable: D(IHSG,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(13) = & C(5) + C(6)*(ABS(RESID(-1)) - C(7)*RESID(-1))^C(13) + C(8)*(ABS(RESID(-2)) - C(9)*RESID(-2))^C(13) + C(10) \\ & *@SQRT(GARCH(-1))^C(13) + C(11)*@SQRT(GARCH(-2))^C(13) + \\ & C(12)*@SQRT(GARCH(-3))^C(13) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.002908	0.001094	-2.657881	0.0079
C	0.005231	0.002231	2.344688	0.0190
AR(1)	0.114212	0.023257	4.910866	0.0000
MA(1)	-0.008435	0.002416	-3.491308	0.0005
Variance Equation				
C(5)	0.000709	0.000387	1.829073	0.0674
C(6)	0.121628	0.027365	4.444715	0.0000
C(7)	0.714684	0.177911	4.017075	0.0001
C(8)	0.026217	0.163249	-0.160594	0.8724
C(9)	-0.792410	6.272666	-0.126327	0.8995
C(10)	0.517083	0.346369	1.492867	0.1355
C(11)	0.133786	0.208450	0.641813	0.5210
C(12)	0.106998	0.121163	0.883087	0.3772
C(13)	1.678445	0.179138	9.369544	0.0000
R-squared	0.442756	Mean dependent var		7.87E-06
Adjusted R-squared	0.439872	S.D. dependent var		0.088232
S.E. of regression	0.066034	Akaike info criterion		-2.855301
Sum squared resid	10.11201	Schwarz criterion		-2.823222
Log likelihood	3342.280	Hannan-Quinn criter.		-2.843613
F-statistic	153.5459	Durbin-Watson stat		2.014855
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.12			
Inverted MA Roots	1.00			

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(3,1)-M

Dependent Variable: D(IHSG,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(13) = & C(5) + C(6)*(ABS(RESID(-1)) - C(7)*RESID(-1))^C(13) + C(8)*(ABS(RESID(-2)) - C(9)*RESID(-2))^C(13) + C(10) \\ & *(ABS(RESID(-3)) - C(11)*RESID(-3))^C(13) + C(12)*@SQRT(GARCH(-1))^C(13) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.003142	0.001138	-2.762365	0.0057
C	0.005333	0.002041	2.612935	0.0089
AR(1)	0.102155	0.028435	3.592580	0.0003
MA(1)	-0.008798	0.002153	-4.086391	0.0000

Variance Equation

C(5)	0.000386	0.000183	2.108362	0.0350
C(6)	0.145512	0.029933	4.861259	0.0000
C(7)	0.761819	0.164998	4.617138	0.0000
C(8)	-0.070337	0.058209	-1.208369	0.2269
C(9)	0.872258	0.850822	1.025194	0.3053
C(10)	0.017371	0.048866	0.355485	0.7222
C(11)	-0.807294	2.818993	-0.286377	0.7746
C(12)	0.857170	0.018046	47.49928	0.0000
C(13)	1.683766	0.173061	9.729292	0.0000

R-squared	0.442406	Mean dependent var	7.87E-06
Adjusted R-squared	0.439521	S.D. dependent var	0.088232
S.E. of regression	0.066055	Akaike info criterion	-2.859702
Sum squared resid	10.11835	Schwarz criterion	-2.827622
Log likelihood	3347.412	Hannan-Quinn criter.	-2.848014
F-statistic	153.3286	Durbin-Watson stat	2.008698
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.12
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(3,2)-M

Dependent Variable: D(IHSG,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(14) = & C(5) + C(6)*(ABS(RESID(-1)) - C(7)*RESID(-1))^C(14) + C(8)*(ABS(RESID(-2)) - C(9)*RESID(-2))^C(14) + C(10) \\ & *(ABS(RESID(-3)) - C(11)*RESID(-3))^C(14) + C(12)*@SQRT(GARCH(-1))^C(14) + C(13)*@SQRT(GARCH(-2))^C(14) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.003134	0.001124	-2.787276	0.0053
C	0.005414	0.002313	2.340683	0.0192
AR(1)	0.112249	0.025613	4.382501	0.0000
MA(1)	-0.007503	0.002025	-3.705185	0.0002

Variance Equation

C(5)	0.000818	0.000424	1.931005	0.0535
C(6)	0.107981	0.034096	3.166919	0.0015
C(7)	0.865561	0.302877	2.857796	0.0043
C(8)	0.009418	0.192603	0.048901	0.9610
C(9)	-0.834526	22.57536	-0.036966	0.9705
C(10)	0.023945	0.097231	0.246274	0.8055
C(11)	-0.865266	4.760830	-0.181747	0.8558
C(12)	0.421409	0.384630	1.095622	0.2732
C(13)	0.332354	0.322579	1.030303	0.3029
C(14)	1.633627	0.164905	9.906465	0.0000

R-squared	0.442389	Mean dependent var	7.87E-06
Adjusted R-squared	0.439262	S.D. dependent var	0.088232
S.E. of regression	0.066070	Akaike info criterion	-2.856830
Sum squared resid	10.11866	Schwarz criterion	-2.822284
Log likelihood	3345.064	Hannan-Quinn criter.	-2.844244
F-statistic	141.4633	Durbin-Watson stat	2.019379
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.12
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(3,3)-M

Dependent Variable: D(IHSG,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(15) = & C(5) + C(6)*(ABS(RESID(-1)) - C(7)*RESID(-1))^C(15) + C(8)*(ABS(RESID(-2)) - C(9)*RESID(-2))^C(15) + C(10) \\ & *(ABS(RESID(-3)) - C(11)*RESID(-3))^C(15) + C(12)*@SQRT(GARCH(-1))^C(15) + C(13)*@SQRT(GARCH(-2))^C(15) + C(14) \\ & *@SQRT(GARCH(-3))^C(15) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.003115	0.001129	-2.758129	0.0058
C	0.005572	0.002491	2.236853	0.0253
AR(1)	0.125209	0.027677	4.520324	0.0000
MA(1)	-0.008609	0.002301	-3.741417	0.0001

Variance Equation

C(5)	0.000857	0.000448	1.910700	0.0560
C(6)	0.119289	0.029844	3.997050	0.0001
C(7)	0.798298	0.216436	3.688376	0.0002
C(8)	0.015818	0.090838	0.174130	0.8618
C(9)	-0.337994	4.545893	-0.074352	0.9407
C(10)	0.030742	0.080710	0.380899	0.7033
C(11)	-0.602913	2.578716	-0.233804	0.8151
C(12)	0.422713	0.413706	1.021770	0.3069
C(13)	0.192438	0.430060	0.447467	0.6545
C(14)	0.120071	0.176603	0.679890	0.4966
C(15)	1.642182	0.167493	9.804482	0.0000

R-squared	0.442433	Mean dependent var	7.87E-06
Adjusted R-squared	0.439064	S.D. dependent var	0.088232
S.E. of regression	0.066082	Akaike info criterion	-2.854614
Sum squared resid	10.11788	Schwarz criterion	-2.817600
Log likelihood	3343.480	Hannan-Quinn criter.	-2.841129
F-statistic	131.3251	Durbin-Watson stat	2.017122
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.12
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 10. (Lanjutan)

C. *Return Kompas100*

APARCH(1,1)-M

Dependent Variable: D(KOMPAS100,0)

$$\text{@SQRT(GARCH)}^{\text{C}(8)} = \text{C}(4) + \text{C}(5) * (\text{ABS}(\text{RESID}(-1))) - \text{C}(6) * \text{RESID}(-1)^{\text{C}(8)} + \text{C}(7) * \text{@SQRT(GARCH}(-1))^{\text{C}(8)}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	0.001312	0.001326	0.989442	0.3224
AR(1)	0.236605	0.081803	2.892376	0.0038
MA(1)	0.131694	0.041025	3.210091	0.0013

Variance Equation

C(4)	0.000413	0.000293	1.408149	0.1591
C(5)	0.157011	0.020161	7.787770	0.0000
C(6)	0.434378	0.079636	5.454561	0.0000
C(7)	0.809005	0.019391	41.72167	0.0000
C(8)	1.499414	0.212865	7.043958	0.0000

R-squared	0.453182	Mean dependent var	0.000147
Adjusted R-squared	0.449577	S.D. dependent var	0.056710
S.E. of regression	0.042073	Akaike info criterion	-3.823629
Sum squared resid	1.879904	Schwarz criterion	-3.786429
Log likelihood	2053.641	Hannan-Quinn criter.	-3.809537
Durbin-Watson stat	1.976757		

Inverted AR Roots	.08
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(1,2)-M

Dependent Variable: D(KOMPAS100,0)

$$\text{@SQRT(GARCH)}^{\text{C}(10)} = \text{C}(5) + \text{C}(6) * (\text{ABS}(\text{RESID}(-1)) - \text{C}(7) * \text{RESID}(-1))^{\text{C}(10)} + \text{C}(8) * \text{@SQRT(GARCH}(-1))^{\text{C}(10)} + \text{C}(9) * \text{@SQRT(GARCH}(-2))^{\text{C}(10)}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	0.006163	0.006369	0.967656	0.3332
C	0.001301	0.000434	2.997696	0.0027
AR(1)	0.234675	0.074516	3.149324	0.0016
MA(1)	0.120105	0.034214	3.510405	0.0004

Variance Equation

C(5)	0.001410	0.000864	1.631455	0.1028
C(6)	0.148403	0.023765	6.244602	0.0000
C(7)	0.693685	0.120752	5.744696	0.0000
C(8)	0.715079	0.179203	3.990337	0.0001
C(9)	0.096254	0.156982	0.613156	0.5398
C(10)	1.184734	0.172151	6.881936	0.0000

R-squared	0.455101	Mean dependent var	0.000147
Adjusted R-squared	0.450475	S.D. dependent var	0.056710
S.E. of regression	0.042039	Akaike info criterion	-3.821245
Sum squared resid	1.873305	Schwarz criterion	-3.774745
Log likelihood	2054.366	Hannan-Quinn criter.	-3.803630
F-statistic	98.36839	Durbin-Watson stat	1.996284
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.08
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(1,3)-M

Dependent Variable: D(KOMPAS100,0)

$$\text{@SQRT(GARCH)}^{\text{C}(10)} = \text{C}(4) + \text{C}(5) * (\text{ABS}(\text{RESID}(-1)) - \text{C}(6) * \text{RESID}(-1))^{\text{C}(10)} + \text{C}(7) * \text{@SQRT(GARCH}(-1))^{\text{C}(10)} + \text{C}(8) * \text{@SQRT(GARCH}(-2))^{\text{C}(10)} + \text{C}(9) * \text{@SQRT(GARCH}(-3))^{\text{C}(10)}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-8.37E-05	8.89E-05	-0.941937	0.3462
AR(1)	0.221474	0.072011	3.075558	0.0021
MA(1)	0.122764	0.042055	2.919130	0.0035
Variance Equation				
C(4)	0.000637	0.000429	1.485881	0.1373
C(5)	0.232013	0.039867	5.819701	0.0000
C(6)	0.451239	0.077343	5.834231	0.0000
C(7)	0.489856	0.145975	3.355752	0.0008
C(8)	0.117161	0.157005	0.746226	0.4555
C(9)	0.100974	0.114516	0.881744	0.3779
C(10)	1.524951	0.201507	7.567752	0.0000
R-squared	0.453106	Mean dependent var		0.000147
Adjusted R-squared	0.448463	S.D. dependent var		0.056710
S.E. of regression	0.042116	Akaike info criterion		-3.817518
Sum squared resid	1.880163	Schwarz criterion		-3.771019
Log likelihood	2052.372	Hannan-Quinn criter.		-3.799903
Durbin-Watson stat	1.973622			
Inverted AR Roots	.08			
Inverted MA Roots	1.00			



Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(2,1)-M

Dependent Variable: D(KOMPAS100,0)

$$\text{@SQRT(GARCH)}^{\text{C(11)}} = \text{C(5)} + \text{C(6)} * (\text{ABS}(\text{RESID}(-1))) - \text{C(7)} * \text{RESID}(-1)^{\text{C(11)}} + \text{C(8)} * (\text{ABS}(\text{RESID}(-2))) - \text{C(9)} * \text{RESID}(-2)^{\text{C(11)}} + \text{C(10)} * \text{@SQRT(GARCH}(-1))^{\text{C(11)}}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	0.005977	0.006635	0.900829	0.3677
C	0.001424	0.000495	2.876768	0.0040
AR(1)	0.210534	0.070354	2.992495	0.0028
MA(1)	0.121522	0.040151	3.026624	0.0025

Variance Equation

C(5)	0.001797	0.001007	1.784752	0.0743
C(6)	0.118909	0.029195	4.072861	0.0000
C(7)	0.956215	0.265636	3.599715	0.0003
C(8)	0.025769	0.054338	0.474232	0.6353
C(9)	-0.999959	3.335386	-0.299803	0.7643
C(10)	0.826422	0.021293	38.81258	0.0000
C(11)	1.065198	0.159391	6.682935	0.0000

R-squared	0.454952	Mean dependent var	0.000147
Adjusted R-squared	0.449805	S.D. dependent var	0.056710
S.E. of regression	0.042064	Akaike info criterion	-3.823113
Sum squared resid	1.873818	Schwarz criterion	-3.771964
Log likelihood	2056.365	Hannan-Quinn criter.	-3.803737
F-statistic	88.39481	Durbin-Watson stat	1.965853
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.07
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(2,2)-M

Dependent Variable: D(KOMPAS100,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(11) = & C(4) + C(5)*(ABS(RESID(-1)) - C(6)*RESID(-1))^C(11) + C(7)*(ABS(RESID(-2)) - C(8)*RESID(-2))^C(11) + C(9) \\ & *@SQRT(GARCH(-1))^C(11) + C(10)*@SQRT(GARCH(-2))^C(11) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-8.81E-05	8.62E-05	-1.021482	0.3070
AR(1)	0.201107	0.070354	2.858501	0.0043
MA(1)	0.120209	0.043133	2.786938	0.0053

Variance Equation

C(4)	0.000621	0.000477	1.301620	0.1930
C(5)	0.131313	0.034966	3.755409	0.0002
C(6)	0.665461	0.201793	3.297736	0.0010
C(7)	0.101423	0.120276	0.843258	0.3991
C(8)	0.073482	0.388855	0.188969	0.8501
C(9)	0.552846	0.599967	0.921460	0.3568
C(10)	0.147942	0.459882	0.321694	0.7477
C(11)	1.534429	0.207631	7.390160	0.0000

R-squared	0.453104	Mean dependent var	0.000147
Adjusted R-squared	0.447940	S.D. dependent var	0.056710
S.E. of regression	0.042136	Akaike info criterion	-3.814811
Sum squared resid	1.880171	Schwarz criterion	-3.763662
Log likelihood	2051.924	Hannan-Quinn criter.	-3.795435
Durbin-Watson stat	1.976078		

Inverted AR Roots	.08
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(2,3)-M

Dependent Variable: D(KOMPAS100,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(12) = & C(4) + C(5)*(ABS(RESID(-1)) - C(6)*RESID(-1))^C(12) + C(7)*(ABS(RESID(-2)) - C(8)*RESID(-2))^C(12) + C(9) \\ & *@SQRT(GARCH(-1))^C(12) + C(10)*@SQRT(GARCH(-2))^C(12) + \\ & C(11)*@SQRT(GARCH(-3))^C(12) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-8.10E-05	8.52E-05	-0.950170	0.3420
AR(1)	0.211153	0.080188	2.633224	0.0085
MA(1)	0.131451	0.042886	3.065126	0.0022
Variance Equation				
C(4)	0.000582	0.000424	1.371849	0.1701
C(5)	0.138310	0.036870	3.751301	0.0002
C(6)	0.662000	0.197076	3.359116	0.0008
C(7)	0.099813	0.098849	1.009756	0.3126
C(8)	0.100579	0.337374	0.298122	0.7656
C(9)	0.478535	0.506715	0.944387	0.3450
C(10)	0.095939	0.428737	0.223771	0.8229
C(11)	0.131238	0.138478	0.947721	0.3433
C(12)	1.519712	0.207364	7.328734	0.0000
R-squared	0.453072	Mean dependent var		0.000147
Adjusted R-squared	0.447386	S.D. dependent var		0.056710
S.E. of regression	0.042157	Akaike info criterion		-3.816964
Sum squared resid	1.880281	Schwarz criterion		-3.761165
Log likelihood	2054.076	Hannan-Quinn criter.		-3.795826
Durbin-Watson stat	1.968259			
Inverted AR Roots	.07			
Inverted MA Roots	1.00			

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(3,1)-M

Dependent Variable: D(KOMPAS100,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(12) = & C(4) + C(5)*(ABS(RESID(-1)) - C(6)*RESID(-1))^C(12) + C(7)*(ABS(RESID(-2)) - C(8)*RESID(-2))^C(12) + C(9) \\ & *(ABS(RESID(-3)) - C(10)*RESID(-3))^C(12) + C(11)*@SQRT(GARCH(-1))^C(12) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-7.14E-05	8.69E-05	-0.821912	0.4111
AR(1)	0.213356	0.082017	2.601363	0.0093
MA(1)	0.129581	0.042346	3.060053	0.0022

Variance Equation

C(4)	0.000472	0.000291	1.624160	0.1043
C(5)	0.114352	0.040301	2.837420	0.0045
C(6)	0.817601	0.314743	2.597674	0.0094
C(7)	-0.010353	0.057022	-0.181565	0.8559
C(8)	0.791972	5.582343	-0.141871	0.8872
C(9)	0.078105	0.039942	1.955450	0.0505
C(10)	-0.233481	0.268925	-0.868199	0.3853
C(11)	0.759626	0.029516	25.73636	0.0000
C(12)	1.516051	0.194205	7.806439	0.0000

R-squared	0.453235	Mean dependent var	0.000147
Adjusted R-squared	0.447550	S.D. dependent var	0.056710
S.E. of regression	0.042151	Akaike info criterion	-3.826086
Sum squared resid	1.879721	Schwarz criterion	-3.770287
Log likelihood	2058.956	Hannan-Quinn criter.	-3.804948
Durbin-Watson stat	1.975593		

Inverted AR Roots	.08
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(3,2)-M

Dependent Variable: D(KOMPAS100,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(13) = & C(4) + C(5)*(ABS(RESID(-1)) - C(6)*RESID(-1))^C(13) + C(7)*(ABS(RESID(-2)) - C(8)*RESID(-2))^C(13) + C(9) \\ & *(ABS(RESID(-3)) - C(10)*RESID(-3))^C(13) + C(11)*@SQRT(GARCH(-1))^C(13) + C(12)*@SQRT(GARCH(-2))^C(13) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-9.75E-05	8.94E-05	-1.090411	0.2755
AR(1)	0.206542	0.080021	2.581097	0.0098
MA(1)	0.130601	0.042115	3.101057	0.0019

Variance Equation

C(4)	0.000656	0.000455	1.440696	0.1497
C(5)	0.112057	0.040106	2.794014	0.0052
C(6)	0.789076	0.308217	2.560129	0.0105
C(7)	0.023938	0.065023	0.368151	0.7128
C(8)	0.765964	2.293104	0.334029	0.7384
C(9)	0.126420	0.049377	2.560331	0.0105
C(10)	-0.099205	0.156442	-0.634135	0.5260
C(11)	0.484612	0.315765	1.534724	0.1249
C(12)	0.175054	0.238920	0.732687	0.4637
C(13)	1.537102	0.196524	7.821450	0.0000

R-squared	0.453133	Mean dependent var	0.000147
Adjusted R-squared	0.446925	S.D. dependent var	0.056710
S.E. of regression	0.042174	Akaike info criterion	-3.818944
Sum squared resid	1.880071	Schwarz criterion	-3.758495
Log likelihood	2056.135	Hannan-Quinn criter.	-3.796044
Durbin-Watson stat	1.989559		

Inverted AR Roots	.08
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(3,3)-M

Dependent Variable: D(KOMPAS100,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(14) = & C(4) + C(5)*(ABS(RESID(-1)) - C(6)*RESID(-1))^C(14) + C(7)*(ABS(RESID(-2)) - C(8)*RESID(-2))^C(14) + C(9) \\ & *(ABS(RESID(-3)) - C(10)*RESID(-3))^C(14) + C(11)*@SQRT(GARCH(-1))^C(14) + C(12)*@SQRT(GARCH(-2))^C(14) + C(13) \\ & *@SQRT(GARCH(-3))^C(14) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-9.29E-05	8.97E-05	-1.035604	0.3004
AR(1)	0.242135	0.079837	3.032867	0.0024
MA(1)	0.131205	0.044108	2.974630	0.0029

Variance Equation

C(4)	0.000655	0.000483	1.355624	0.1752
C(5)	0.116851	0.040483	2.886447	0.0039
C(6)	0.782563	0.291761	2.682206	0.0073
C(7)	0.035714	0.063710	0.560575	0.5751
C(8)	0.788186	1.659426	0.474975	0.6348
C(9)	0.127482	0.068894	1.850412	0.0643
C(10)	-0.114249	0.268917	-0.424847	0.6709
C(11)	0.379017	0.305649	1.240042	0.2150
C(12)	0.119262	0.348737	0.341983	0.7324
C(13)	0.146148	0.252571	0.578641	0.5628
C(14)	1.530062	0.203739	7.509924	0.0000

R-squared	0.453068	Mean dependent var	0.000147
Adjusted R-squared	0.446335	S.D. dependent var	0.056710
S.E. of regression	0.042197	Akaike info criterion	-3.821061
Sum squared resid	1.880296	Schwarz criterion	-3.755962
Log likelihood	2058.267	Hannan-Quinn criter.	-3.796400
Durbin-Watson stat	1.977386		

Inverted AR Roots	.08
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 10. (Lanjutan)

D. *Return* JII

APARCH(1,1)-M

Dependent Variable: D(JII,0)

$$\text{@SQRT(GARCH)}^{\text{C(9)}} = \text{C(5)} + \text{C(6)} * (\text{ABS}(\text{RESID}(-1))) - \text{C(7)} * \text{RESID}(-1) + \text{C(8)} * \text{@SQRT(GARCH}(-1))^{\text{C(9)}}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.002236	0.000981	-2.279432	0.0226
C	0.003022	0.001253	2.411812	0.0159
AR(1)	-0.216519	0.084025	-2.576840	0.0099
MA(1)	-0.280433	0.090231	-3.107945	0.0019
Variance Equation				
C(5)	0.000220	0.000142	1.554767	0.1200
C(6)	0.110008	0.011473	9.588705	0.0000
C(7)	0.385666	0.055185	6.988583	0.0000
C(8)	0.845784	0.012370	68.37206	0.0000
C(9)	1.668002	0.198349	8.409427	0.0000
R-squared	0.465840	Mean dependent var		1.57E-05
Adjusted R-squared	0.463999	S.D. dependent var		0.053599
S.E. of regression	0.039241	Akaike info criterion		-3.853752
Sum squared resid	3.574064	Schwarz criterion		-3.831527
Log likelihood	4498.621	Hannan-Quinn criter.		-3.845654
F-statistic	253.0172	Durbin-Watson stat		2.017342
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.08			
Inverted MA Roots	1.00			

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(1,2)-M

Dependent Variable: D(JII,0)

$$\text{@SQRT(GARCH)}^{\text{C}(10)} = \text{C}(5) + \text{C}(6) * (\text{ABS}(\text{RESID}(-1)) - \text{C}(7) * \text{RESID}(-1))^{\text{C}(10)} + \text{C}(8) * \text{@SQRT(GARCH}(-1))^{\text{C}(10)} + \text{C}(9) * \text{@SQRT(GARCH}(-2))^{\text{C}(10)}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.002156	0.000943	-2.286278	0.0222
C	0.003797	0.001349	2.814678	0.0049
AR(1)	-0.217425	0.080352	-2.705907	0.0068
MA(1)	-0.282324	0.093525	-3.018701	0.0025
Variance Equation				
C(5)	0.000293	0.000182	1.605718	0.1083
C(6)	0.134845	0.016803	8.025239	0.0000
C(7)	0.411120	0.057193	7.188236	0.0000
C(8)	0.572058	0.149379	3.829582	0.0001
C(9)	0.238150	0.129820	1.834458	0.0666
C(10)	1.644759	0.192765	8.532452	0.0000
R-squared	0.465953	Mean dependent var		1.57E-05
Adjusted R-squared	0.463882	S.D. dependent var		0.053599
S.E. of regression	0.039246	Akaike info criterion		-3.856341
Sum squared resid	3.573303	Schwarz criterion		-3.831647
Log likelihood	4502.637	Hannan-Quinn criter.		-3.847343
F-statistic	224.9101	Durbin-Watson stat		2.022208
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.08			
Inverted MA Roots	1.00			



Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(1,3)-M

Dependent Variable: D(JII,0)

$$\text{@SQRT(GARCH)}^{\text{C}(11)} = \text{C}(5) + \text{C}(6) * (\text{ABS}(\text{RESID}(-1)) - \text{C}(7) * \text{RESID}(-1))^{\text{C}(11)} + \text{C}(8) * \text{@SQRT(GARCH}(-1))^{\text{C}(11)} + \text{C}(9) * \text{@SQRT(GARCH}(-2))^{\text{C}(11)} + \text{C}(10) * \text{@SQRT(GARCH}(-3))^{\text{C}(11)}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.001997	0.000906	-2.205291	0.0274
C	0.003722	0.001646	2.261239	0.0237
AR(1)	-0.211436	0.081421	-2.596824	0.0094
MA(1)	-0.281340	0.090032	-3.124889	0.0018

Variance Equation

C(5)	0.000355	0.000215	1.649686	0.0990
C(6)	0.155286	0.019402	8.003818	0.0000
C(7)	0.429758	0.057062	7.531366	0.0000
C(8)	0.474119	0.122068	3.884046	0.0001
C(9)	0.146325	0.144216	1.014625	0.3103
C(10)	0.158465	0.100163	1.582074	0.1136
C(11)	1.631980	0.187103	8.722363	0.0000

R-squared	0.466176	Mean dependent var	1.57E-05
Adjusted R-squared	0.463874	S.D. dependent var	0.053599
S.E. of regression	0.039246	Akaike info criterion	-3.856881
Sum squared resid	3.571817	Schwarz criterion	-3.829718
Log likelihood	4504.266	Hannan-Quinn criter.	-3.846984
F-statistic	202.5125	Durbin-Watson stat	2.017969
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.08
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(2,1)-M

Dependent Variable: D(JII,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(11) = & C(5) + C(6)*(ABS(RESID(-1)) - C(7)*RESID(-1))^C(11) + C(8)*(ABS(RESID(-2)) - C(9)*RESID(-2))^C(11) + C(10) \\ & *@SQRT(GARCH(-1))^C(11) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.002721	0.000998	-2.725545	0.0064
C	0.003505	0.001622	2.160912	0.0307
AR(1)	-0.222657	0.082772	-2.690004	0.0071
MA(1)	-0.209598	0.084485	-2.480890	0.0131
Variance Equation				
C(5)	0.000197	0.000116	1.697611	0.0896
C(6)	0.181066	0.022939	7.893288	0.0000
C(7)	0.556160	0.083646	6.648975	0.0000
C(8)	-0.083691	0.035587	-2.351749	0.0187
C(9)	0.831686	0.394314	2.109198	0.0349
C(10)	0.881739	0.012515	70.45629	0.0000
C(11)	1.600685	0.174332	9.181827	0.0000
R-squared	0.465291	Mean dependent var		1.57E-05
Adjusted R-squared	0.462985	S.D. dependent var		0.053599
S.E. of regression	0.039278	Akaike info criterion		-3.860104
Sum squared resid	3.577736	Schwarz criterion		-3.832941
Log likelihood	4508.022	Hannan-Quinn criter.		-3.850208
F-statistic	201.7938	Durbin-Watson stat		1.998010
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.07			
Inverted MA Roots	1.00			

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(2,2)-M

Dependent Variable: D(JII,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(12) = & C(5) + C(6)*(ABS(RESID(-1)) - C(7)*RESID(-1))^C(12) + C(8)*(ABS(RESID(-2)) - C(9)*RESID(-2))^C(12) + C(10) \\ & * @SQRT(GARCH(-1))^C(12) + C(11)* @SQRT(GARCH(-2))^C(12) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.002248	0.000946	-2.377166	0.0174
C	0.003406	0.001756	1.939636	0.0524
AR(1)	-0.233556	0.083267	-2.804905	0.0050
MA(1)	-0.215432	0.089037	-2.419578	0.0155

Variance Equation

C(5)	0.000266	0.000162	1.643664	0.1002
C(6)	0.174087	0.022725	7.660723	0.0000
C(7)	0.489202	0.082427	5.935000	0.0000
C(8)	-0.041658	0.052331	-0.796044	0.4260
C(9)	0.842214	0.977772	0.861360	0.3890
C(10)	0.578926	0.171188	3.381813	0.0007
C(11)	0.246785	0.140116	1.761293	0.0782
C(12)	1.632295	0.179612	9.087883	0.0000

R-squared	0.465872	Mean dependent var	1.57E-05
Adjusted R-squared	0.463337	S.D. dependent var	0.053599
S.E. of regression	0.039266	Akaike info criterion	-3.857726
Sum squared resid	3.573849	Schwarz criterion	-3.828094
Log likelihood	4506.251	Hannan-Quinn criter.	-3.846929
F-statistic	183.7984	Durbin-Watson stat	2.013436
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.07
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(2,3)-M

Dependent Variable: D(JII,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(13) = & C(5) + C(6)*(ABS(RESID(-1)) - C(7)*RESID(-1))^C(13) + C(8)*(ABS(RESID(-2)) - C(9)*RESID(-2))^C(13) + C(10) \\ & *@SQRT(GARCH(-1))^C(13) + C(11)*@SQRT(GARCH(-2))^C(13) + \\ & C(12)*@SQRT(GARCH(-3))^C(13) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.002178	0.000945	-2.304016	0.0212
C	0.003484	0.001583	2.200884	0.0277
AR(1)	-2.234711	0.081155	-2.892132	0.0038
MA(1)	-0.223441	0.088716	-2.518610	0.0118
Variance Equation				
C(5)	0.000319	0.000240	1.327661	0.1843
C(6)	0.178601	0.022717	7.861891	0.0000
C(7)	0.472296	0.080158	5.892078	0.0000
C(8)	-0.026442	0.087008	-0.303902	0.7612
C(9)	0.843089	2.071153	0.407063	0.6840
C(10)	0.509312	0.350686	1.452331	0.1464
C(11)	0.121320	0.154485	0.785316	0.4323
C(12)	0.160348	0.163200	0.982525	0.3258
C(13)	1.643626	0.183927	8.936279	0.0000
R-squared	0.465978	Mean dependent var	1.57E-05	
Adjusted R-squared	0.463212	S.D. dependent var	0.053599	
S.E. of regression	0.039270	Akaike info criterion	-3.855781	
Sum squared resid	3.573138	Schwarz criterion	-3.823679	
Log likelihood	4504.985	Hannan-Quinn criter.	-3.844085	
F-statistic	168.4811	Durbin-Watson stat	2.013091	
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.07			
Inverted MA Roots	1.00			

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(3,1)-M

Dependent Variable: D(JII,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(13) = & C(5) + C(6)*(ABS(RESID(-1)) - C(7)*RESID(-1))^C(13) + C(8)*(ABS(RESID(-2)) - C(9)*RESID(-2))^C(13) + C(10) \\ & *(ABS(RESID(-3)) - C(11)*RESID(-3))^C(13) + C(12)*@SQRT(GARCH(-1))^C(13) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.003088	0.000997	-3.098649	0.0019
C	0.003546	0.01536	2.308596	0.0209
AR(1)	-2.241206	0.082231	-2.933273	0.0034
MA(1)	-0.221587	0.087062	-2.545163	0.0109

Variance Equation

C(5)	0.000228	0.000127	1.789962	0.0735
C(6)	0.161014	0.022719	7.087168	0.0000
C(7)	0.662856	0.097249	6.816097	0.0000
C(8)	-0.076796	0.041433	-1.853503	0.0638
C(9)	0.861747	0.560909	1.536340	0.1245
C(10)	0.016117	0.024317	0.662782	0.5075
C(11)	-0.461519	1.149181	-0.401607	0.6880
C(12)	0.867106	0.016820	51.55198	0.0000
C(13)	1.591233	0.170483	9.333673	0.0000

R-squared	0.464747	Mean dependent var	1.57E-05
Adjusted R-squared	0.461975	S.D. dependent var	0.053599
S.E. of regression	0.039315	Akaike info criterion	-3.857883
Sum squared resid	3.581376	Schwarz criterion	-3.825782
Log likelihood	4507.434	Hannan-Quinn criter.	-3.846187
F-statistic	167.6495	Durbin-Watson stat	1.997605
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.07
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(3,2)-M

Dependent Variable: D(JII,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(14) = & C(5) + C(6)*(ABS(RESID(-1)) - C(7)*RESID(-1))^C(14) + C(8)*(ABS(RESID(-2)) - C(9)*RESID(-2))^C(14) + C(10) \\ & *(ABS(RESID(-3)) - C(11)*RESID(-3))^C(14) + C(12)*@SQRT(GARCH(-1))^C(14) + C(13)*@SQRT(GARCH(-2))^C(14) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.002813	0.000982	-2.864271	0.0042
C	0.003738	0.001531	2.441541	0.0146
AR(1)	-2.228958	0.086955	-2.633063	0.0085
MA(1)	-0.223311	0.083198	-2.684091	0.0073

Variance Equation

C(5)	0.000308	0.000197	1.567834	0.1169
C(6)	0.144774	0.022716	6.373268	0.0000
C(7)	0.637575	0.108060	5.900167	0.0000
C(8)	-0.030963	0.073727	-0.419962	0.6745
C(9)	0.869282	1.433637	0.606347	0.5443
C(10)	0.019029	0.085893	0.221544	0.8247
C(11)	-0.753234	4.994889	-0.150801	0.8801
C(12)	0.530603	0.402195	1.319268	0.1871
C(13)	0.277310	0.352134	0.787514	0.4310
C(14)	1.609045	0.172300	9.338637	0.0000

R-squared	0.465150	Mean dependent var	1.57E-05
Adjusted R-squared	0.462148	S.D. dependent var	0.053599
S.E. of regression	0.039309	Akaike info criterion	-3.855504
Sum squared resid	3.578676	Schwarz criterion	-3.820933
Log likelihood	4505.663	Hannan-Quinn criter.	-3.842908
F-statistic	154.9377	Durbin-Watson stat	2.007559
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.07
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 10. (Lanjutan)

APARCH(3,3)-M

Dependent Variable: D(JII,0)

$$\begin{aligned} @SQRT(GARCH)^C(15) = & C(5) + C(6)*(ABS(RESID(-1)) - C(7)*RESID(-1))^C(15) + C(8)*(ABS(RESID(-2)) - C(9)*RESID(-2))^C(15) + C(10) \\ & *(ABS(RESID(-3)) - C(11)*RESID(-3))^C(15) + C(12)*@SQRT(GARCH(-1))^C(15) + C(13)*@SQRT(GARCH(-2))^C(15) + C(14) \\ & *@SQRT(GARCH(-3))^C(15) \end{aligned}$$

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	-0.002628	0.001007	-2.609867	0.0091
C	0.003709	0.001554	2.386744	0.0169
AR(1)	-0.225645	0.087387	-2.582135	0.0098
MA(1)	-0.223728	0.082996	-2.695648	0.0070

Variance Equation

C(5)	0.000384	0.000244	1.572695	0.1158
C(6)	0.149390	0.022609	6.607401	0.0000
C(7)	0.592443	0.101438	5.840432	0.0000
C(8)	-0.008890	0.074268	-0.119695	0.9047
C(9)	0.869306	5.407781	0.160751	0.8723
C(10)	0.026398	0.070083	0.376667	0.7064
C(11)	-0.537261	2.390645	-0.224735	0.8222
C(12)	0.410869	0.367444	1.118181	0.2635
C(13)	0.139265	0.343965	0.404880	0.6856
C(14)	0.207349	0.144218	1.437741	0.1505
C(15)	1.625458	0.177066	9.179972	0.0000

R-squared	0.465399	Mean dependent var	1.57E-05
Adjusted R-squared	0.462166	S.D. dependent var	0.053599
S.E. of regression	0.039308	Akaike info criterion	-3.853451
Sum squared resid	3.577012	Schwarz criterion	-3.816410
Log likelihood	4504.270	Hannan-Quinn criter.	-3.839955
F-statistic	143.9524	Durbin-Watson stat	2.007533
Prob(F-statistic)	0.000000		

Inverted AR Roots	.07
Inverted MA Roots	1.00

Lampiran 11. Peramalan *Return* dan Volatilitas

1. LQ45

- t=1

$$\begin{aligned}\hat{\sigma}_1^{1.8949} &= 0.0004 + 0.1283(|e_0| - 0.3643e_0)^{1.8949} \\ &\quad + 0.8093\sigma_0^{1.8949} = 0,0004 + 0 + 0 + 0 \\ &= 0,0004\end{aligned}$$

$$\hat{\sigma}_1 = (\hat{\sigma}_1^{1.8949})^{1/1.8949} = (0,0004)^{1/1.8949} = 0,0161$$

$$\begin{aligned}\hat{Z}_1 &= 0.0061 + 0.0038(Z_0) + 0.0827(e_0) - 0.0021(\hat{\sigma}_1) \\ &= 0.0061 + 0.0038(0) + 0.0827(0) \\ &\quad - 0.0021(0,0161) = 0.0060\end{aligned}$$

$$e_1 = Z_1 - \hat{Z}_1 = -0,08975 - 0.0060 = -0.0958$$

$$\text{Transformasi } \hat{Z}_1^{1/10} = 0.0060^{1/10} = 0.0006$$

- t=2

$$\begin{aligned}\hat{\sigma}_2^{1.8949} &= 0.0004 + 0.1283(|e_1| - 0.3643e_1)^{1.8949} \\ &\quad + 0.8093\hat{\sigma}_1^{1.8949} = 0.0014\end{aligned}$$

$$\hat{\sigma}_2 = (\hat{\sigma}_2^{1.8949})^{1/1.8949} = (0,0014)^{1/1.8949} = 0,0307$$

$$\begin{aligned}\hat{Z}_2 &= 0.0061 + 0.0038(\hat{Z}_1) + 0.0827(\hat{e}_1) - 0.0021(\hat{\sigma}_2) \\ &= 0.0061 + 0.0038(0.0060) \\ &\quad + 0.0827(-0,0958) - 0.0021(0,0307) \\ &= -0.00187\end{aligned}$$

$$e_2 = Z_2 - \hat{Z}_2 = -0,06126 - (-0.00187) = -0.05975$$

$$\text{Transformasi } \hat{Z}_2^{1/10} = -0.00187^{1/10} = -0.000187$$

⋮

- t=2374

$$\begin{aligned}\hat{\sigma}_{2374}^{1.8949} &= 0.0004 + 0.1283(|e_{2373}| - 0.3643e_{2373})^{1.8949} \\ &\quad + 0.8093\hat{\sigma}_{2373}^{1.8949} = 0.00222\end{aligned}$$

$$\hat{\sigma}_{2374} = (\hat{\sigma}_{2374}^{1.8949})^{1/1.8949} = (0.00222)^{1/1.8949} = 0.0398$$

$$\begin{aligned}\hat{Z}_{2374} &= 0.0061 + 0.0038(Z_{2373}) + 0.0827(e_{2373}) \\ &\quad - 0.0021(\hat{\sigma}_{2374}) \\ &= 0.0061 + 0.0038(0.00578) \\ &\quad + 0.0827(-0.0054) - 0.0021(0.0396) \\ &= 0.00578\end{aligned}$$

$$\text{Transformasi } \hat{Z}_{2374}^{1/10} = 0.00578^{1/10} = 0.00057$$



Lampiran 11. (Lanjutan)

2. IHSG

- t=1

$$\begin{aligned}\hat{\sigma}_1^{1.7576} &= 0,0005 + 0,1296(|e_0| - 0,3863e_0)^{1.7576} \\ &\quad + 0,8139\sigma_0^{1.7576} = 0,0005 + 0 + 0 + 0 \\ &= 0,0005\end{aligned}$$

$$\hat{\sigma}_1 = (\hat{\sigma}_1^{1.7576})^{1/1.7576} = (0,0005)^{1/1.7576} = 0,0132$$

$$\begin{aligned}\hat{Z}_1 &= 0,0053 + 0,1001(Z_0) + 0,0075(e_0) - 0,0026(\hat{\sigma}_1) \\ &= 0,0053 + 0,1001(0) + 0,0075(0) \\ &\quad - 0,0026(0,0132) = 0,0053\end{aligned}$$

$$e_1 = Z_1 - \hat{Z}_1 = -0,07304 - (0,0053) = -0,0783$$

$$\text{Transformasi } \hat{Z}_1^{1/10} = 0,0053^{1/10} = 0,00053$$

- t=2

$$\begin{aligned}\hat{\sigma}_2^{1.7576} &= 0,0005 + 0,1296(|e_1| - 0,3863e_1)^{1.7576} \\ &\quad + 0,8139\hat{\sigma}_1^{1.7576} = 0,0015\end{aligned}$$

$$\hat{\sigma}_2 = (\hat{\sigma}_2^{1.7576})^{1/1.7576} = (0,0015)^{1/1.7576} = 0,0250$$

$$\begin{aligned}\hat{Z}_2 &= 0,0053 + 0,1001(\hat{Z}_1) + 0,0075(e_1) - 0,0026(\hat{\sigma}_2) \\ &= 0,0053 + 0,1001(0,0052) \\ &\quad + 0,0075(-0,0783) - 0,0026(0,0250) \\ &= 0,0051\end{aligned}$$

$$e_2 = Z_2 - \hat{Z}_2 = -0,04639 - (0,0051) = -0,0515$$

$$\text{Transformasi } \hat{Z}_2^{1/10} = 0,0051^{1/10} = 0,00051$$

⋮

- t=2344

$$\begin{aligned}\hat{\sigma}_{2344}^{1.7576} &= 0,0005 + 0,1296(|e_{2343}| - 0,3863e_{2343})^{1.7576} \\ &\quad + 0,8139\sigma_{2343}^{1.7576} = 0,00284\end{aligned}$$

$$\hat{\sigma}_{2344} = (\hat{\sigma}_{2344}^{1.7576})^{1/1.7576} = (0,00284)^{1/1.7576} = 0,0356$$

$$\begin{aligned}\hat{Z}_{2344} &= 0,0053 + 0,1001(Z_{2343}) + 0,0075(e_{2343}) \\ &\quad - 0,0026(\hat{\sigma}_{2344}) \\ &= 0,0053 + 0,1001(0,0057) \\ &\quad + 0,0075(-0,0054) - 0,0026(0,0356) \\ &= 0,00574\end{aligned}$$

$$\text{Transformasi } \hat{Z}_{2344}^{1/10} = 0,00574^{1/10} = 0,00057$$

Lampiran 11. (Lanjutan)

3. JII

- t=1
 
$$\hat{\sigma}_1^{1,668} = 0,0002 + 0,11(|e_0| - 0,3857e_0)^{1,668}$$

$$+ 0,8458\sigma_0^{1,6684} = 0,0002 + 0 + 0 + 0$$

$$= 0,0002$$

$$\hat{\sigma}_1 = (\hat{\sigma}_1^{1,668})^{1/1,668} = (0,0002)^{1/1,668} = 0,0061$$

$$\hat{Z}_1 = 0,003 - 0,2165(Z_0) + 0,2804(e_0) - 0,0022(\hat{\sigma}_1)$$

$$= 0,003 - 0,2165(0) + 0,2804(0)$$

$$- 0,0022(0,0061) = 0,00299$$

$$e_1 = Z_1 - \hat{Z}_1 = -0,03679 - (0,00299) = -0,03977$$

$$\text{Transformasi } \hat{Z}_1^{1/5} = 0,00299^{1/5} = 0,00059$$
- t=2
 
$$\hat{\sigma}_2^{1,668} = 0,0002 + 0,11(|e_1| - 0,3857e_1)^{1,668}$$

$$+ 0,8458\sigma_1^{1,6684} = 0,00059$$

$$\hat{\sigma}_2 = (\hat{\sigma}_2^{1,668})^{1/1,668} = (0,00059)^{1/1,668} = 0,01164$$

$$\hat{Z}_2 = 0,003 - 0,2165(\hat{Z}_1) + 0,2804(e_1) - 0,0022(\hat{\sigma}_2)$$

$$= 0,003 - 0,2165(0,00299)$$

$$+ 0,2804(-0,03977) - 0,0022(0,01164)$$

$$= -0,00882$$

$$e_2 = Z_2 - \hat{Z}_2 = -0,01704 - 0,00882 = -0,00822$$

$$\text{Transformasi } \hat{Z}_2^{1/5} = -0,00882^{1/5} = -0,00177$$
- ⋮
- t=2342
 
$$\hat{\sigma}_{2342}^{1,668} = 0,0002 + 0,11(|e_{2341}| - 0,3857e_{2341})^{1,668}$$

$$+ 0,8458\sigma_{2341}^{1,6684} = 0,00145$$

$$\hat{\sigma}_{2342} = (\hat{\sigma}_{2342}^{1,668})^{1/1,668} = (0,00145)^{1/1,668} = 0,0198$$

$$\hat{Z}_{2342} = 0,003 - 0,2165(Z_{2341}) + 0,2804(e_{2341}) -$$

$$0,0022(\hat{\sigma}_{2342}) = 0,003 - 0,2165(0,0003) +$$

$$0,2804(0,0018) - 0,0022(0,0198) = 0,00339$$

$$\text{Transformasi } \hat{Z}_{2342}^{1/5} = 0,00243^{1/5} = 0,00067$$

## Lampiran 12. Perhitungan *Value at Risk* (VaR)

### 1. LQ45

t=1

$$\begin{aligned} VaR &= -100000000 \times [0.0006 - 1,645 \times 0.0161] \\ &= 2587778 \end{aligned}$$

t=2

$$\begin{aligned} VaR &= -100000000 \times [-0.00018 - 1,645 \times 0.0307] \\ &= 5075281 \end{aligned}$$

⋮  
⋮  
⋮

t=2374

$$\begin{aligned} VaR &= -100000000 \times [0.00057 - 1,645 \times 0.0398] \\ &= 6483191 \end{aligned}$$

### 2. IHSG

t=1

$$\begin{aligned} VaR &= -100000000 \times [0.00052 - 1,645 \times 0.01323] \\ &= 2125276 \end{aligned}$$

t=2

$$\begin{aligned} VaR &= -100000000 \times [0.00051 - 1,645 \times 0.0250] \\ &= 4065819 \end{aligned}$$

⋮  
⋮  
⋮

t=2344

$$\begin{aligned} VaR &= -100000000 \times [0.00057 - 1,645 \times 0.0356] \\ &= 5796099 \end{aligned}$$

Lampiran 12. (Lanjutan)

3. JII

t=1

$$\begin{aligned} VaR &= -100000000 \times [0.00059 - 1,645 \times 0.00606] \\ &= 937023 \end{aligned}$$

t=2

$$\begin{aligned} VaR &= -100000000 \times [-0.00177 - 1,645 \times 0.0116] \\ &= 2091987 \end{aligned}$$

⋮  
⋮  
⋮

t=2342

$$\begin{aligned} VaR &= -100000000 \times [0.00067 - 1,645 \times 0.0198] \\ &= 3201953 \end{aligned}$$

