



ANALISIS MODEL THRESHOLD GARCH DAN MODEL EXPONENTIAL GARCH PADA PERAMALAN IHSG

Skripsi
disusun sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Matematika

oleh
Susanti
4111411026

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2015

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas plagiat, dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.

Semarang, Mei 2015



Susanti

4111411026

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Analisis Model Threshold GARCH dan Model Exponential GARCH Pada
Peramalan IHSG

disusun oleh

Susanti

4111411026

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang pada tanggal 22 Mei 2015.

Panitia:

Ketua,



Prof. Dr. Wiyanto, M.Si.

196310121988031001

Sekretaris,

Drs. Arief Agoestanto, M.Si.

196807221993031005

Ketua Pengaji,

Putriaji Hendikawati, S.Si., M.Pd., M.Sc.

198208182006042001

Anggota Pengaji/
Pembimbing I,

A handwritten signature of Prof. Dr. Zaenuri.

Prof. Dr. Zaenuri, S.E., M.Si, Akt.
196412231988031001

Anggota Pengaji/
Pembimbing II,

A handwritten signature of Dr. Scastika Mariani.

Dr. Scastika Mariani, M.Si.
196502101991022001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain) (Q.S Al-
Insyirah: 6).

Yang hebat di dunia ini bukanlah tempat dimana kita berada, melainkan arah yang kita tuju (Oliver Wendell Holmes).

Barang siapa menempuh suatu jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan memudahkan baginya jalan ke surga (H.R. Muslim).

PERSEMBAHAN

Skripsi ini aku persembahkan untuk:

- ☞ Bapak, Ibu, Mbak Tina, Mbak Tari beserta keluarga tercinta yang senantiasa memberikan dukungan, semangat serta doa.
- ☞ Sahabat-sahabatku, Ika, Nikmah, Cynthia, Iin, Efri, Yanti, Gesti, dan Ruli yang selalu memberi semangat.
- ☞ Teman-teman Matematika Angkatan 2011.
- ☞ Teman-teman KKN.
- ☞ Almamaterku Universitas Negeri Semarang.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Analisis Model Threshold GARCH dan Model Exponential GARCH Pada Peramalan IHSG”**.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis memperoleh bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Prof. Dr. Wiyanto, M.Si., Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang.
3. Drs. Arief Agoestanto, M.Si., Ketua Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Semarang.
4. Dra. Kristina Wijayanti, M.S., Ketua Prodi Matematika FMIPA Universitas Negeri Semarang.
5. Prof. Dr. Zaenuri, S.E, M.Si, Akt., selaku Dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi.
6. Dr. Scolastika Mariani, M.Si., selaku Dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi.
7. Putriaji Hendikawati, S.Si., M.Pd., M.Sc, selaku penguji utama telah memberikan inspirasi, saran dan motivasi kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.

8. Bapak dan Ibu dosen Matematika yang telah membimbing dan memberikan ilmu kepada penulis.
9. Bapak, Ibu serta Kakakku tercinta yang telah memberikan dukungan baik secara moral maupun spiritual.
10. Semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dengan keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang penulis miliki, dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, Mei 2015

Penulis

ABSTRAK

Susanti. 2015. *Analisis Model Threshold GARCH dan Model Exponential GARCH Pada Peramalan IHSG*. Skripsi, Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing I Prof.Dr. Zaenuri, S.E, M.Si, Akt dan Pembimbing II Dr.Scolastika Mariani, M.Si.

Kata Kunci: IHSG, Asimetris, Threshold GARCH, Exponential GARCH.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui (1) model yang terbaik di antara model Threshold GARCH dan model Exponential GARCH dalam meramalkan nilai Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) di Bursa Efek Indonesia dan (2) hasil peramalan nilai IHSG di Bursa Efek Indonesia dengan menggunakan model yang terbaik untuk beberapa hari berikutnya. Penelitian ini difokuskan pada analisis model Threshold GARCH dan model Exponential GARCH pada peramalan IHSG. Prosedur atau langkah-langkah yang digunakan pada penelitian ini adalah merumuskan masalah, pengumpulan data, analisis data dan penarikan kesimpulan. Pengumpulan data dilakukan dengan metode dokumentasi yaitu dengan pengambilan data sekunder dan studi pustaka. Perangkat lunak EViews 6 digunakan sebagai alat bantu analisis data IHSG.

Penelitian ini menghasilkan simpulan yaitu (1) Model terbaik di antara model Threshold GARCH dan model Exponential GARCH dalam meramalkan nilai IHSG di Bursa Efek Indonesia adalah model Threshold GARCH (2) Hasil peramalan nilai IHSG di Bursa Efek Indonesia dengan menggunakan model Threshold GARCH untuk hari peramalan ke- 42 sebesar 5112.81 dan untuk hari ke-43 sampai dengan ke-50 diperoleh nilai sebesar 5112.82 (konstan).

Investor lebih baik tidak melakukan investasi pada hari ke-971 sampai hari ke-974, hari ke-980 sampai hari ke-983, hari ke-989 sampai hari ke-992, hari ke-998 sampai hari ke-1001 dan hari ke-1008 untuk meminimalkan resiko. Investor lebih baik melakukan investasi pada hari ke-975 sampai hari ke-979, hari ke-984 sampai hari ke-988, hari ke-993 sampai hari ke-997, dan hari ke-1002 sampai hari ke-1005 karena tingkat pengembalian pada hari-hari tersebut mengalami peningkatan.

DAFTAR ISI

halaman

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN	ii
PENGESAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Indeks Harga Saham Gabungan	7
2.2 Return	8

2.3 Stasioneritas	9
2.3.1 Stasioneritas dalam <i>mean</i>	9
2.3.2 Stasioneritas dalam varian	10
2.4 Transformasi	10
2.4.1 Transformasi diferensi	10
2.4.2 Transformasi log	11
2.5 Pengujian <i>Unit Root</i>	12
2.5.1 Uji Dickey-Fuller	13
2.6 Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF)	13
2.7 Model Box Jenkins	22
2.7.1 Macam-macam Model Box Jenkins	22
2.7.1.1 Model <i>Autoregressive</i> (AR)	22
2.7.1.2 Model <i>Moving Average</i> (MA)	23
2.7.1.3 Model <i>Autoregressive Moving Average</i> (ARMA)	24
2.7.1.4 Model <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (ARIMA)	25
2.7.2 Prosedur Pembentukan ARIMA	26
2.7.2.1 Identifikasi Model	26
2.7.2.2 Estimasi Parameter	28
2.7.2.2.1 Taksiran Awal Model AR	28
2.7.2.2.2 Taksiran Awal Model MA	31
2.7.2.2.3 Taksiran Awal Model ARMA	37

2.7.2.3 Evaluasi Model	40
2.8 Heteroskedastisitas	41
2.9 Model <i>Autoregressive Conditional Heterokedasticity</i> (ARCH)	41
2.9.1 Uji ARCH- <i>Lagrange Multiplier</i> (ARCH-LM)	42
2.10 Model <i>Generalized Autoregressive Conditional Heterokedasticity</i> (GARCH)	45
2.10.1 Estimasi Maximum Likelihood	47
2.11 Model <i>Asymmetric Autoregressive Conditional Heterokedasticity</i> ..	51
2.12 Schwarz Info Criterion	53
2.13 Ukuran Akurasi Peramalan	53
2.13.1 <i>Mean Absolute Prediction Error</i> (MAPE).....	54
2.14 EVIEWS	54
2.15 Kerangka Berpikir	55
BAB III METODE PENELITIAN	57
3.1 Merumuskan Masalah	57
3.2 Pengumpulan Data	58
3.3 Analisis Data	58
3.4 Penarikan Kesimpulan	73
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	75
4.1 Deskripsi Objek Penelitian	75
4.1.1 Pengujian Stasioneritas	75

4.1.2 <i>Differencing</i> dan Transformasi Log	76
4.1.3 Identifikasi Model Box Jenkins	78
4.1.4 Estimasi parameter ARIMA.....	80
4.1.5 <i>Overfitting</i>	80
4.1.6 Pemilihan Model ARIMA Terbaik	80
4.1.7 Uji Pengaruh ARCH	88
4.1.8 Pendugaan Parameter GARCH	89
4.1.9 Pemilihan Model GARCH Terbaik	93
4.1.10 Uji Pengaruh ARCH pada model GARCH	94
4.1.11 Uji Asimetris	94
4.1.12 Pendugaan Parameter TGARCH dan EGARCH	96
4.1.13 Pemilihan model yang terbaik	97
4.1.14 Akurasi Peramalan	98
4.1.15 Peramalan Data IHSG	99
4.2 Pembahasan.....	100
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	104
5.1 SIMPULAN	104
5.2 SARAN	104
DAFTAR PUSTAKA	105

DAFTAR TABEL

halaman

Tabel 2.1 Identifikasi Orde Model ARIMA	27
Tabel 4.1 Uji ADF Data IHSG	76
Tabel 4.2 Uji ADF Data <i>Return</i>	77
Tabel 4.3 Estimasi Model ARMA	81
Tabel 4.4 <i>Overfitting</i>	88
<i>Tabel 4.5 Uji ARCH-Lagrange Multiplier</i>	89
Tabel 4.6 Pendugaan parameter GARCH	90
Tabel 4.7 Uji ARCH-Lagrange Multiplier	94
Tabel 4.8 Pendugaan Parameter TGARCH dan EGARCH	96
Tabel 4.9 Nilai MAPE	98
Tabel 4.10 <i>Forecast of</i> IHSG	99

DAFTAR GAMBAR

halaman

Gambar 2.1	Konsep Kerangka Berpikir	56
Gambar 3.1	Diagram Alir Tenik Analisis Data	74
Gambar 4.1	Grafik data IHSG	75
Gambar 4.2	Grafik data <i>return</i> IHSG	77
Gambar 4.3	<i>Correlogram return</i> IHSG.....	79
Gambar 4.5	Uji Asimetris	95

DAFTAR LAMPIRAN

halaman

Lampiran 1 Data IHSG di Bursa Efek Indonesia Periode 3 Januari 2011 sampai 22 Desember 2014.....	107
Lampiran 2 Uji Stasioneritas Data IHSG	122
Lampiran 3 Uji Stasioneritas Data <i>Return</i> IHSG	122
Lampiran 4 Estimasi Parameter ARMA	123
Lampiran 5 Uji ARCH- <i>Lagrange Multiplier</i>	157
Lampiran 6 Estimasi Parameter GARCH	157
Lampiran 7 Uji ARCH- <i>Lagrange Multiplier</i>	166
Lampiran 8 Estimasi Model TGARCH dan EGARCH	166
Lampiran 9 Nilai MAPE	168

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pasar modal memiliki peran strategis dalam perekonomian suatu negara. Dengan keberadaan Pasar Modal, perusahaan-perusahaan akan lebih mudah memperoleh dana sehingga akan mendorong perekonomian nasional menjadi lebih maju yang selanjutnya akan menciptakan kesempatan kerja yang luas, serta meningkatkan pendapatan pajak bagi pemerintah. Dana tersebut diperoleh perusahaan dari investor yang melakukan investasi pada beberapa perusahaan melalui pembelian efek-efek yang baru ditawarkan ataupun yang diperdagangkan di Pasar Modal (Badan Pengawas Pasar Modal, 2003).

Investasi disebut juga sebagai *the trade off between Risk and return*. Apabila seorang investor menghendaki tingkat pengembalian yang lebih tinggi, dia harus berani atau bersedia mengambil resiko yang lebih tinggi (*High risk high return*) (Siahaan, 2007). Bangkrutnya para investor di bursa saham, atau perolehan keuntungan yang sedang-sedang saja, dapat disebabkan oleh banyak hal. Salah satunya adalah karena investor terlalu sering mengambil langkah yang salah. Kesalahan yang berakibat resiko tinggi tersebut tidak hanya dilakukan oleh para investor awam tetapi juga oleh mereka yang telah bertahun-tahun menekuni profesi sebagai investor. Pengalaman justru berbahaya jika hal tersebut membuat investor

bertahan pada kebiasaan-kebiasaan buruk. Artinya, investor tidak boleh hanya mengandalkan pada pengalaman semata atau sekedar intuisi (Gumanti, 2011: 59). Investor perlu memahami model-model penilaian harga saham karena investor memiliki kepentingan dengan perubahan harga saham yang berkenaan dengan perubahan harapan kemakmuran (Gumanti, 2011: 224). Data harga saham biasanya bersifat sangat acak (random) dan memiliki volatilitas yang tinggi atau varian error tidak konstan (heteroskedastisitas) (Eliyawati, Hidayat, & Azizah, 2011).

Saat ini ilmu Ekonometri banyak digunakan untuk meramalkan kondisi pasar modal. Berbagai model statistik, grafik, *software computer*, dan indikator teknikal lainnya diperjual-belikan atau disediakan pada *website-website* besar seperti *Yahoo*, *Google*, *Blomberg*, Kontan online, *Meta stock*, dan lain sebagainya (Dzikevicius & Saranda, 2010). Metode alternatif yang mulai banyak digunakan secara luas oleh para investor dan analis semenjak tahun 1970-an ini mampu merefleksikan *trend* harga saham yang disebabkan oleh perubahan sikap investor terhadap berbagai isu-isu ekonomi, sosial, politik dan tekanan psikologi investor (Dian, Arfan, & Abdullah, 2014).

ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) merupakan tipe model peramalan dalam bidang keuangan (Wilson & Keating, 2007: 332). Zhang (2003) menyatakan bahwa ARIMA tidak mampu memodelkan *time series* yang non-linier. Aspek-aspek AR dan MA dari model ARIMA hanya berkenaan dengan deret berkala yang stasioner.

Pada tahun 1982, Engle memperkenalkan model *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH). Model ini digunakan untuk mengatasi keheterogenan ragam dengan memodelkan fungsi rataan dan fungsi ragam secara simultan. Namun, pada data finansial dengan tingkat volatilitas yang lebih besar, model ARCH memerlukan orde yang besar pula dalam memodelkan ragamnya. Hal tersebut mempersulit proses identifikasi dan pendugaan model (Untari, Mattjik, & Saefuddin, 2009).

Bollerslev (1986) menggeneralisasi model ARCH dengan mencakup nilai lag dari variansi bersyarat yang dikenal dengan GARCH (*Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*). Model GARCH memiliki karakteristik respon volatilitas yang simetris terhadap guncangan. Dengan kata lain, sepanjang intensitasnya sama maka respon volatilitas terhadap suatu guncangan adalah sama, baik guncangan positif (*good news*) maupun negatif (*bad news*).

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

Pengaruh keasimetrikan (*leverage effect*) ini terjadi akibat adanya volatilitas yang sangat besar pada pasar saham dan resiko yang besar dalam memegang suatu aset. Keberadaan efek *leverage* pada data finansial menyebabkan model GARCH menjadi tidak tepat digunakan untuk menduga model (Ariefianto, 2012: 101).

Pengembangan model GARCH yang selanjutnya mengakomodasi kemungkinan adanya respons volatilitas yang asimetris. Terdapat dua teknik pemodelan respons GARCH asimetris, yakni model Threshold GARCH oleh Glosten, Jagannathan dan Runkle (1993) dan Exponential GARCH (EGARCH) dari Nelson (1991).

Islam (2014) dalam penelitiannya menggunakan model Threshold GARCH dalam memodelkan volatilitas harga saham dengan keberadaaan efek *leverage*. Sementara itu, Barimah (2014) menggunakan model Exponential GARCH dalam memodelkan volatilitas inflasi di Ghana. Penelitian ini akan membandingkan model Threshold GARCH dan model Exponential GARCH pada peramalan nilai Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG). Nilai IHSG merupakan salah satu indeks pasar saham yang digunakan oleh Bursa Efek Indonesia (BEI). Nilai tersebut merepresentasikan pergerakan seluruh harga saham yang tercatat di BEI. Karena setiap transaksi tercatat dengan skala waktu yang kecil, perubahan yang terjadi pada nilai IHSG sangat cepat dan tidak pasti. Ketidakpastian yang dihadapi IHSG merupakan kecenderungan adanya ketidakkonstanan dalam volatilitas, maka asumsi datanya menjadi heteroskedastis.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang di atas maka permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Manakah model yang terbaik di antara model Threshold GARCH dan model Exponential GARCH dalam meramalkan nilai Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) di Bursa Efek Indonesia?
2. Bagaimana hasil peramalan nilai IHSG di Bursa Efek Indonesia dengan menggunakan model yang terbaik untuk beberapa hari berikutnya?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penulisan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui model yang terbaik di antara model Threshold GARCH dan model Exponential GARCH dalam meramalkan nilai IHSG di Bursa Efek Indonesia.
2. Untuk mengetahui hasil peramalan nilai IHSG di Bursa Efek Indonesia dengan menggunakan model yang terbaik untuk beberapa hari berikutnya.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi Peneliti

Dapat memberikan gambaran tentang penerapan metode Threshold GARCH dan metode Exponential GARCH dalam meramalkan nilai IHSG di Bursa Efek Indonesia.

2. Bagi Investor

Dapat memperkirakan nilai IHSG berdasarkan peramalan dengan menggunakan metode Exponential GARCH dan metode Threshold GARCH.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Indeks Harga Saham Gabungan

Indeks harga saham merupakan ringkasan dari pengaruh simultan dan kompleks dari berbagai macam variabel yang berpengaruh, terutama tentang kejadian-kejadian ekonomi. Agar dapat melakukan investasi di pasar modal dengan baik, maka investor harus mengetahui indeks harga saham. Di BEJ terdapat enam jenis indeks yaitu: Indeks Harga Saham Individual (IHSI), Indeks Harga Saham Sektoral (IHSS), Indeks LQ45 (ILQ45), Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG), Indeks Syariah atau *Jakarta Islamic Index* (JII) dan Indeks Papan Utama atau *Main Board Index* (MBI) dan Indeks Papan Pengembangan atau *Development Board Index* (DBI).

IHSG menggunakan seluruh saham yang tercatat di bursa dengan menggunakan rumus

(2.1)

$$IHSG_t = \frac{NP_t}{ND} \times 100.$$

Keterangan:

$IHSG_t$ = Indeks Harga Saham Gabungan pada hari ke- t

NP_t = Nilai pasar pada hari ke- t , diperoleh dari jumlah lembar yang tercatat di bursa dikalikan dengan harga pasar per lembar.

ND = Nilai dasar, BEI memberi nilai dasar IHSG 100 pada tanggal 10 agustus 1982.

IHSG untuk tanggal 10 Agustus 1982 selalu disesuaikan dengan kejadian-kejadian seperti penawaran saham perdana (*initial public offering*), *right issues*, *company listing*, *delisting* dan konversi. Rumus untuk mencari nilai dasar yang baru karena adanya kejadian-kejadian tersebut adalah

(2.2)

$$NDB = \frac{NPL + NPT}{NPL} \times NDL.$$

Keterangan:

NDB = Nilai Dasar Baru

NDL = Nilai Dasar Lama

NPL = Nilai Pasar Lama

NPT = Nilai Pasar Tambahan (Halim, 2005: 12-14).

2.2 Return

Return merupakan tingkat pengembalian. Pada pemodelan runtun waktu diperlukan suatu kondisi stasioneritas terhadap rata-rata dan ragam. Salah satu cara untuk membuat data menjadi stasioner terhadap rata-rata dan ragam adalah transformasi data menjadi data *return*. Pendekatan untuk fluktuasi harga adalah

perubahan relatif atau *return* yang didefinisikan sebagai *Continuously Compounded Return* yaitu

(2.3)

$$X_t = \log \left(\frac{IHSG_t}{IHSG_{t-1}} \right)$$

(Elvitra, 2013: 480).

2.3 Stasioneritas

Stasioneritas berarti bahwa tidak terdapat perubahan yang drastis pada data. Fluktuasi data berada di sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu dan variansi dari fluktuasi tersebut (Makridakis, 1995: 351). Data *time series* dikatakan stasioner jika rata-rata dan variansinya konstan, tidak ada unsur *trend* dalam data, dan tidak ada unsur musiman.

Stasioneritas dibagi menjadi dua (Wei, 2006: 80) yaitu sebagai berikut.

2.3.1 Stasioner dalam *mean*

Stasioner dalam *mean* adalah fluktuasi data berada di sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu dan variansi dari fluktuasi tersebut. Dari bentuk plot data seringkali dapat diketahui bahwa data tersebut stasioner atau tidak stasioner. Apabila dilihat dari plot ACF, maka nilai-nilai autokorelasi dari data stasioner akan turun menuju nol sesudah *time lag* (selisih waktu) kedua atau ketiga. Apabila data tidak stasioner, maka perlu dilakukan transformasi untuk menghasilkan data yang stasioner.

2.3.2 Stasioner dalam varian

Suatu data *time series* dikatakan stasioner dalam varian apabila struktur data dari waktu ke waktu mempunyai fluktuasi data yang tetap atau konstan dan tidak berubah-ubah. Secara visual untuk melihat hal tersebut dapat dibantu dengan menggunakan plot *time series*, yaitu dengan melihat fluktuasi data dari waktu ke waktu.

2.4 Transformasi

Transformasi yang biasa digunakan dalam analisis data runtun waktu adalah transformasi diferensi dan transformasi log.

2.4.1 Transformasi diferensi

Transformasi diferensi merupakan salah satu transformasi yang sering digunakan dalam analisis data runtun waktu. Tujuan dari transformasi ini adalah membentuk barisan data runtun waktu yang bersifat stasioner, yakni untuk mencari komponen stasioner dari data yang memuat komponen *trend* dan/atau komponen musiman. Didefinisikan diferensi orde 1 dari suatu data runtun waktu Y_t dengan persamaan

(2.4)

$$\Delta Y_t = (1 - B)Y_t = Y_t - Y_{t-1}$$

dengan

(2.5)

$$(B^j Y)_t = Y_{t-j}$$

yakni operator *backward* orde ke- j . Sedangkan diferensi orde n didefinisikan sebagai

(2.6)

$$\Delta^n Y_t = (1 - B)^n Y_t = (1 - B)^{n-1}((1 - B)Y_t).$$

2.4.2 Transformasi log

Salah satu jenis transformasi lain yang sering digunakan dalam analisis data runtun waktu adalah transformasi logaritma yang sering juga digabungkan dengan melakukan diferensi terhadap data hasil logaritma.

Untuk melakukan diferensi order n terhadap data $\log(Y_t)$, persamaannya adalah

(2.7)

$$\Delta^n \log(Y_t) = \Delta^{n-1}(\log(Y_t) - \log(Y_{t-1}))$$

(Rosadi, 2012: 24-25).

2.5 Pengujian *Unit Root*

Berbagai alat pengujian derajat integrasi yang telah dikembangkan pada intinya bertanya proses

(2.8)

$$Y_t = \rho Y_{t-1} + e_t; e_t \sim i.i.d. N(0, \sigma^2)$$

adalah stasioner atau tidak stasioner. Stasioneritas mensyaratkan koefisien *autoregressive* memiliki nilai kurang dari satu secara absolut. Kondisi ini dapat diperoleh dari solusi atas persamaan diferensi berorde satu. Agar kondisi stabilitas tercapai (konvergen) maka $|\rho| < 1$ harus terpenuhi.

Secara statistik dapat dilakukan dengan modifikasi

(2.9)

$$\Delta Y_t = (\rho - 1)Y_{t-1} + u_t = \delta Y_{t-1} + u_t$$

dan menguji apakah δ adalah sama dengan nol. Jika hipotesis nol diterima, maka data yang diamati sangat kuat diduga memiliki sifat tidak stasioner. Sebaliknya jika hipotesis nol ditolak, maka lebih baik memodelkannya sebagai variabel stasioner (Hipotesis nol: Data tidak stasioner).

Dengan memasukkan komponen deterministik, yakni konstanta (*drift*) dan *time trend* serta komponen *stochastic* (AR dan MA), maka persamaan (2.9) dapat digeneralisasi menjadi

(2.10)

$$\Delta Y_t = a_0 + \gamma Y_{t-1} + a_2 t + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta Y_{t-i+1} + u_t$$

dimana $\gamma = -(1 - \sum_{i=1}^p a_i)$ dan $\beta_i = \sum_{j=1}^p a_j$ (Ariefianto, 2012: 133).

2.5.1 Uji Dickey-Fuller

Uji ini merupakan salah satu uji yang paling sering digunakan dalam pengujian stasioneritas dari data yakni dengan melihat ada tidaknya *unit root* di dalam model. Pengujian dilakukan dengan menguji hipotesis $H_0: \gamma = 0$ (Terdapat *unit root*) dalam persamaan (2.10). Hipotesis nol ditolak jika nilai statistik uji ADF memiliki nilai kurang dari nilai daerah kritis pada tabel Dickey Fuller (1979) (Rosadi, 2012: 41).

2.6 Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF)

Fungsi ACF dan Fungsi PACF merupakan alat untuk mengidentifikasi model dari suatu data *time series* yang akan diramalkan (Makridakis, 1995: 337). Menurut Wei (2006: 10), untuk suatu proses stasioner (Y_t), diperoleh $E(Y_t) = \mu$ dan varian

$Var(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma_t^2$ yang konstan dan kovarian $Cov(Y_t, Y_{t+k})$, yang fungsinya hanya pada perbedaan waktu $|t - (t + k)|$. Oleh karena itu, dapat ditulis kovarian antara Y_t dan Y_{t+k} yaitu

(2.11)

$$\gamma_k = Cov(Y_t, Y_{t+k}) = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)]$$

dan korelasi antara Y_t dan Y_{t+k} adalah

(2.12)

$$\rho_k = \frac{Cov(Y_t, Y_{t+k})}{\sqrt{Var(Y_t)}\sqrt{Var(Y_{t+k})}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0},$$

dimana $Var(Y_t) = Var(Y_{t+k}) = \gamma_0$. Sebagai fungsi dari k , γ_k disebut fungsi autokovarian dan ρ_k disebut fungsi autokorelasi (ACF) (Wei, 2006: 11).

Autokorelasi untuk *time lag* 1, 2, 3, ..., k dapat ditulis

(2.13)

$$\rho_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \mu)^2}.$$

Autokorelasi parsial digunakan untuk mengukur tingkat keeratan antara Y_t dan Y_{t+k} , apabila pengaruh dari *time lag* 1, 2, dan seterusnya sampai $t + k - 1$ dianggap terpisah (Makridakis, 1995: 345). Menurut Wei (2006: 12), fungsi autokorelasi parsial dapat dinotasikan dengan $corr(Y_t, Y_{t+k}|Y_{t+1}, \dots, Y_{t+k-1})$.

Misalkan Y_t adalah proses yang stasioner dengan $E(Y_t) = 0$. Selanjutnya Y_{t+k} dapat dinyatakan sebagai model linear

(2.14)

$$Y_{t+k} = \phi_{k1}Y_{t+k-1} + \phi_{k2}Y_{t+k-2} + \cdots + \phi_{kk}Y_t + e_{t+k}$$

dengan ϕ_{ki} adalah parameter regresi ke- i dan e_{t+k} adalah nilai kesalahan yang tidak berkorelasi dengan Y_{t+k-j} untuk $j = 1, 2, \dots, k$. Untuk mendapatkan nilai PACF, langkah pertama yang dilakukan adalah mengalikan persamaan (2.14) dengan Y_{t+k-j} pada kedua ruas sehingga diperoleh

(2.15)

$$\begin{aligned} Y_{t+k}Y_{t+k-j} &= \phi_{k1}Y_{t+k-1}Y_{t+k-j} + \phi_{k2}Y_{t+k-2}Y_{t+k-j} + \cdots + \phi_{kk}Y_tY_{t+k-j} \\ &\quad + e_{t+k}Y_{t+k-j} \end{aligned}$$

Selanjutnya, nilai ekspektasi dari (2.15) adalah

(2.16)

$$\begin{aligned} E(Y_{t+k}Y_{t+k-j}) &= \phi_{k1}E(Y_{t+k-1}Y_{t+k-j}) + \phi_{k2}E(Y_{t+k-2}Y_{t+k-j}) + \cdots \\ &\quad + \phi_{kk}E(Y_tY_{t+k-j}) + E(e_{t+k}Y_{t+k-j}). \end{aligned}$$

Dimisalkan nilai $E(Y_{t+k}Y_{t+k-j}) = \gamma_j, j = 0, 1, \dots, k$ dan karena $E(e_{t+k}Y_{t+k-j}) = 0$, diperoleh

(2.17)

$$\gamma_j = \phi_{k1}\gamma_{j-1} + \phi_{k2}\gamma_{j-2} + \dots + \phi_{kk}\gamma_{j-k}.$$

Persamaan di atas dibagi dengan γ_0 ,

(2.18)

$$\frac{\gamma_j}{\gamma_0} = \phi_{k1} \frac{\gamma_{j-1}}{\gamma_0} + \phi_{k2} \frac{\gamma_{j-2}}{\gamma_0} + \dots + \phi_{kk} \frac{\gamma_{j-k}}{\gamma_0}$$

Diperoleh

(2.19)

$$\rho_j = \phi_{k1}\rho_{j-1} + \phi_{k2}\rho_{j-2} + \dots + \phi_{kk}\rho_{j-k}, j = 1, 2, \dots, k$$

dan diberikan $\rho_0 = 1$.

Untuk $j = 1, 2, 3, \dots, k$ didapatkan sistem persamaan

(2.20)

$$\rho_1 = \phi_{k1}\rho_0 + \phi_{k2}\rho_1 + \dots + \phi_{kk}\rho_{k-1}$$

$$\rho_2 = \phi_{k1}\rho_1 + \phi_{k2}\rho_0 + \dots + \phi_{kk}\rho_{k-2}$$

⋮

$$\rho_k = \phi_{k1}\rho_{k-1} + \phi_{k2}\rho_{k-2} + \dots + \phi_{kk}\rho_0.$$

Sistem persamaan (2.20) dapat diselesaikan menggunakan aturan Cramer. Persamaan (2.20) untuk $j = 1, 2, 3, \dots, k$ digunakan untuk mencari nilai-nilai fungsi autokorelasi parsial lag k yaitu $\phi_{k1}, \phi_{k2}, \dots, \phi_{kk}$.

2.6.1 Lag pertama ($k = 1$) dan $j = 1$

Untuk lag pertama ($k = 1$) dan $j = 1$ diperoleh sistem persamaan $\rho_1 = \phi_{11}\rho_0$, karena $\rho_0 = 1$ sehingga $\phi_{11} = \rho_1$, yang berarti bahwa fungsi autokorelasi parsial pada lag pertama akan sama dengan fungsi autokorelasi pada lag pertama.

2.6.2 Lag kedua ($k = 2$) dan $j = 1, 2$

Untuk lag kedua ($k = 2$) dan $j = 1, 2$ diperoleh sistem persamaan (2.21)

$$\rho_1 = \phi_{11}\rho_0 + \phi_{22}\rho_1$$

$$\rho_2 = \phi_{11}\rho_1 + \phi_{22}\rho_0.$$

Persamaan (2.21) jika ditulis dalam bentuk matriks akan menjadi

(2.22)

$$\begin{bmatrix} \rho_0 & \rho_1 \\ \rho_1 & \rho_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_{11} \\ \phi_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \rho_1 \\ \rho_2 \end{bmatrix}$$

$A = \begin{bmatrix} 1 & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 \end{bmatrix}$, $A_2 = \begin{bmatrix} 1 & \rho_1 \\ \rho_1 & \rho_2 \end{bmatrix}$, dan dengan menggunakan aturan Cramer diperoleh

(2.23)

$$\phi_{22} = \frac{\det(A_2)}{\det(A)} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 \\ \rho_1 & \rho_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 \end{vmatrix}}.$$

2.6.3 Lag ketiga ($k = 3$) dan $j = 1, 2, 3$

Untuk lag ketiga ($k = 3$) dan $j = 1, 2, 3$ diperoleh sistem persamaan,

(2.24)

$$\rho_1 = \phi_{11}\rho_0 + \phi_{22}\rho_1 + \phi_{33}\rho_2$$

$$\rho_2 = \phi_{11}\rho_1 + \phi_{22}\rho_0 + \phi_{33}\rho_1$$

$$\rho_3 = \phi_{11}\rho_2 + \phi_{22}\rho_1 + \phi_{33}\rho_0$$

Persamaan (2.24) jika dinyatakan dalam bentuk matriks menjadi

(2.25)

$$\begin{bmatrix} \rho_0 & \rho_1 & \rho_2 \\ \rho_1 & \rho_0 & \rho_1 \\ \rho_2 & \rho_1 & \rho_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_{11} \\ \phi_{22} \\ \phi_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \rho_1 \\ \rho_2 \\ \rho_3 \end{bmatrix}$$

$A = \begin{bmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 \\ \rho_2 & \rho_1 & 1 \end{bmatrix}$, $A_3 = \begin{bmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 & \rho_2 \\ \rho_2 & \rho_1 & \rho_3 \end{bmatrix}$, dan dengan menggunakan aturan Cramer

diperoleh

(2.26)

$$\phi_{33} = \frac{\det(A_3)}{\det(A)} = \frac{1 & \rho_1 & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 & \rho_2 \\ \rho_2 & \rho_1 & \rho_3}{1 & \rho_1 & \rho_2 \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 \\ \rho_2 & \rho_1 & 1}.$$

2.6.4 k lag dan $j = 1, 2, 3, \dots, k$ Untuk k lag dan $j = 1, 2, 3, \dots, k$ sistem persamaanya adalah

(2.27)

$$\rho_1 = \phi_{11}\rho_0 + \phi_{22}\rho_1 + \phi_{33}\rho_2 + \cdots + \phi_{kk}\rho_{k-1}$$

$$\rho_2 = \phi_{11}\rho_1 + \phi_{22}\rho_0 + \phi_{33}\rho_1 + \cdots + \phi_{kk}\rho_{k-2}$$

$$\rho_3 = \phi_{11}\rho_2 + \phi_{22}\rho_1 + \phi_{33}\rho_0 + \cdots + \phi_{kk}\rho_{k-3}$$

$$\vdots$$

$$\rho_k = \phi_{11}\rho_{k-1} + \phi_{22}\rho_{k-2} + \phi_{33}\rho_{k-3} + \cdots + \phi_{kk}\rho_0.$$

Persamaan (2.27) jika dinyatakan dalam bentuk matriks menjadi

(2.28)

$$\begin{bmatrix} \rho_0 & \rho_1 & \rho_2 & \cdots & \rho_{k-1} \\ \rho_1 & \rho_0 & \rho_1 & \cdots & \rho_{k-2} \\ \rho_2 & \rho_1 & \rho_0 & \cdots & \rho_{k-3} \\ \vdots & & & \ddots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \cdots & \rho_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \phi_{11} \\ \phi_{22} \\ \phi_{33} \\ \vdots \\ \phi_{kk} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \rho_1 \\ \rho_2 \\ \rho_3 \\ \vdots \\ \rho_k \end{bmatrix}.$$

Dengan menggunakan aturan Cramer diperoleh

(2.29)

$$A_k = \begin{bmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \cdots & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_2 \\ \rho_2 & \rho_1 & 1 & \cdots & \rho_3 \\ \vdots & & & \ddots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \cdots & \rho_k \end{bmatrix}.$$

Nilai fungsi autokorelasi parsial lag k hasilnya adalah

(2.30)

$$\phi_{kk} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \cdots & \rho_{k-2} & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_{k-3} & \rho_2 \\ \rho_2 & \rho_1 & 1 & \cdots & \rho_{k-4} & \rho_3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \cdots & \rho_1 & \rho_k \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \cdots & \rho_{k-2} & \rho_{k-1} \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_{k-3} & \rho_{k-2} \\ \rho_2 & \rho_1 & 1 & \cdots & \rho_{k-4} & \rho_{k-3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \cdots & \rho_1 & 1 \end{vmatrix}}.$$

Dengan ϕ_{kk} disebut *Partial Autocorrelation Function* (PACF) antara Y_t dan Y_{t+k} .

Himpunan dari $\phi_{kk}, \{\phi_{kk}; k = 1, 2, \dots\}$ disebut sebagai *Partial Autocorrelation Function* (PACF). Fungsi ϕ_{kk} menjadi notasi standar untuk autokorelasi parsial antara observasi Y_t dan Y_{t+k} dalam analisis *time series*. Fungsi ϕ_{kk} akan bernilai nol untuk $k > p$. Sifat ini dapat digunakan untuk identifikasi model AR dan MA, yaitu pada model *Autoregressive* berlaku ACF akan menurun secara bertahap menuju nol dan *Moving Average* berlaku ACF menuju ke nol setelah lag ke- q sedangkan nilai

PACF model AR yaitu $\phi_{kk} = 0, k > p$ dan model MA yaitu $\phi_{kk} = 0, k > q$ (Wei, 2006: 11).

Hipotesis untuk menguji koefisien autokorelasi parsial adalah (Wei, 2006: 22):

$H_0: \phi_{kk} = 0$ (tidak terdapat autokorelasi parsial).

$H_1: \phi_{kk} \neq 0$ (terdapat autokorelasi parsial).

Taraf signifikan $\alpha = 5\%$.

Statistik uji

(2.31)

$$t_{\phi_{kk}} = \frac{\phi_{kk}}{SE(\phi_{kk})}$$

Dengan

(2.32)

$$SE(\phi_{kk}) = \frac{1}{n}$$

Kriteria keputusan: tolak H_0 jika $t_{hitung} > t_{\frac{\alpha}{2}, df}$, dengan derajat bebas $df = n - 1$, n adalah banyaknya data dan k adalah lag koefisien autokorelasi parsial yang akan diuji.

Proses AR dan MA memiliki bentuk ACF dan PACF tersendiri. Karakteristik ACF dan PACF adalah sebagai berikut.

1. Proses AR(p)
 - b. Fungsi ACF memiliki nilai yang menurun secara perlahan.
 - c. Fungsi PACF setelah lag ke k adalah nol, lag terakhir yang bukan nol disebut dengan orde AR(p).
 2. Proses MA(q)
 - a. Fungsi ACF setelah lag ke q adalah nol, lag terakhir yang bukan nol disebut dengan orde MA(q).
 - b. Fungsi PACF memiliki nilai yang menurun secara perlahan
- (Ariefianto, 2012: 87).

2.7 Model Box Jenkins

2.7.1 Macam-macam Model Box Jenkins

Beberapa model Box Jenkins yang dapat digunakan pada data *time series* adalah sebagai berikut.

2.7.1.1 Model Autoregressive (AR)

Autoregressive adalah suatu bentuk regresi tetapi bukan yang menghubungkan variabel tak bebas, melainkan menghubungkan nilai-nilai

sebelumnya pada *time lag* (selang waktu) yang bermacam-macam. Jadi suatu model *Autoregressive* akan menyatakan suatu ramalan sebagai fungsi nilai-nilai sebelumnya dari *time series* tertentu (Makridakis, 1995: 513).

Model *Autoregressive* (AR) dengan order p dinotasikan AR(p). Bentuk umum model AR(p) (Winarno, 2011: 7.2) adalah

(2.33)

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \cdots + \phi_p Y_{t-p} + e_t$$

dimana

Y_t = nilai variabel pada waktu ke- t

$Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-p}$ = nilai variabel pada waktu $t - 1$, $t - 2$, dan $t - p$

ϕ_i = koefisien regresi ($i = 1, 2, \dots, p$)

e_t = nilai error pada waktu ke- t .

2.7.1.2 Model Moving Average (MA)

Menurut Winarno (2011: 7.16), selain memperkirakan nilai Y_t dengan menggunakan nilai Y pada periode-periode sebelumnya, nilai Y_t juga dapat diperkirakan menggunakan nilai residualnya.

Model *Moving Average* (MA) dengan order q dinotasikan MA(q). Bentuk umum model MA(q) adalah

(2.34)

$$Y_t = \theta_0 + \theta_1 e_t + \theta_2 e_{t-1} + \theta_3 e_{t-2} + \cdots + \theta_q e_{t-q}$$

dimana

Y_t = nilai variabel pada waktu ke- t

$Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-q}$ = nilai variabel pada waktu $t - 1, t - 2$, dan $t - q$

θ_i = koefisien regresi ($i = 1, 2, \dots, p$)

$e_t, e_{t-1}, e_{t-2}, e_{t-q}$ = nilai *error* pada waktu $t, t - 1, t - 2$, dan $t - q$

2.7.1.3 Model Autoregressive Moving Average (ARMA)

Model *Autoregressive Moving Average* (ARMA) merupakan suatu kombinasi dari model AR dan MA. Secara matematis proses ARMA dengan orde (p, q) dapat diberikan sebagai formulasi

(2.35)

$$Y_t = \mu + \phi_1 Y_{t-1} + \cdots + \phi_p Y_{t-p} + \theta_1 e_{t-1} + \cdots + \theta_q e_{t-q} + e_t$$

dimana

Y_t = nilai variabel pada waktu ke- t

ϕ_i = koefisien regresi ke- $i, i = 1, 2, \dots, p$

p = orde AR

θ_j = parameter model MA ke- j , $j = 1, 2, \dots, q$.

e_t, e_{t-1}, e_{t-q} = nilai *error* pada waktu t , $t - 1$, dan $t - q$.

Suatu proses data disebut dengan ARMA jika ia memiliki karakteristik AR dan MA pada fungsi ACF dan PACF memiliki kecenderungan penurunan perlahan (*geometric decay*) (Ariefianto, 2012: 89).

2.7.1.4 Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Bentuk ARIMA(p, d, q) adalah implementasi ARMA(p, q) pada data yang telah distasionerisasi melalui diferensi pertama atau lebih (orde d). Secara matematis bentuknya sama dengan persamaan ARMA, hanya saja di sini sekarang Y adalah bentuk diferensi (Ariefianto, 2012: 90).

Persamaan untuk kasus yang paling sederhana yaitu ARIMA(1,1,1) dengan persamaan

(2.36)

$$(1 - B)(1 - \phi_1 B)Y_t = \mu + (1 - \theta_1 B)e_t.$$

Suku-suku tersebut dapat dikalikan dan disusun kembali menjadi

(2.37)

$$[1 - B(1 + \phi_1) + \phi_1 B^2]Y_t = \mu + e_t - \theta_1 e_{t-1}.$$

Diperoleh

(2.38)

$$Y_t = (1 + \phi_1)Y_{t-1} - \phi_1 Y_{t-2} + \mu + e_t - \theta_1 e_{t-1}$$

Di dalam bentuk ini, model ARIMA terlihat seperti persamaan regresi biasa, tetapi persamaan ini terdapat lebih dari satu nilai kesalahan (Makridakis, 1995: 392-394).

2.7.2 Prosedur Pembentukan ARIMA

Langkah-langkah pembentukan model ARIMA terdiri atas tahapan berikut.

2.7.2.1 Identifikasi Model

Hal pertama yang perlu diperhatikan adalah bahwa kebanyakan *time series* bersifat non-stasioner dan bahwa aspek-aspek AR dan MA dari model ARIMA hanya berkenaan dengan deret berkala yang stasioner (Makridakis, 1995: 381).

Model AR dan MA dari suatu *time series* dapat diidentifikasi dengan melihat grafik ACF dan PACF. Tabel 2.1 merupakan identifikasi orde model AR dan MA dengan plot ACF dan PACF.

Tabel 2.1 Identifikasi Orde Model ARIMA

No.	Model	ACF	PACF
1	$AR(p)$	Menurun secara bertahap menuju nol	Menuju nol setelah lag ke- p
2	$MA(q)$	Menuju nol setelah lag ke- q	Menurun secara bertahap menuju nol
3	$ARMA(p, q)$	Menurun secara bertahap menuju nol	Menurun secara bertahap menuju nol

Dari Tabel 2.1 dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Jika plot ACF menurun secara bertahap menuju nol dan plot PACF menuju nol setelah lag ke- p , maka dugaan modelnya adalah $AR(p)$.
2. Jika plot ACF menuju nol setelah lag ke- q dan plot PACF menurun secara bertahap menuju nol, maka dugaan modelnya adalah $MA(q)$.
3. Jika plot ACF dan plot PACF menurun secara bertahap menuju nol, maka dugaan modelnya adalah $ARMA(p, q)$.

2.7.2.2 Estimasi Parameter

Setelah identifikasi dilakukan maka selanjutnya ditentukan parameter-parameter AR dan MA.

2.7.2.2.1 Taksiran awal Model AR

Model umum AR(p) dinyatakan sebagai

(2.39)

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \cdots + \phi_p Y_{t-p} + e_t$$

Apabila kedua sisi persamaan (2.39) dikalikan Y_{t-k} , dimana $k = 1, 2, 3, \dots, p$, hasilnya adalah

(2.40)

$$Y_{t-k} Y_t = \phi_1 Y_{t-k} Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-k} Y_{t-2} + \cdots + \phi_p Y_{t-k} Y_{t-p} + Y_{t-k} e_t$$

Bila memasukkan nilai harapan pada kedua sisi persamaan (2.40) dan diasumsikan terdapat stasioneritas, persamaan tersebut akan menjadi

(2.41)

$$\gamma_k = \phi_1 \gamma_{k-1} + \phi_2 \gamma_{k-2} + \cdots + \phi_p \gamma_{k-p}$$

dimana γ_k adalah kovarians antara Y_t dan Y_{t-k} . Hal ini dapat berlaku karena $E(Y_{t-k} Y_t)$ yaitu nilai harapan ruas kiri persamaan (2.40) didefinisikan sebagai kovarian antara variabel Y_{t-k} dan Y_t , dimana variabel-variabel tersebut terpisah

sejauh k periode waktu. Demikian pula $E(Y_{t-k}Y_{t-1})$ adalah γ_{k-1} karena Y_{t-k} dan Y_{t-1} terpisah sejauh $k - 1$ periode waktu dan demikian seterusnya. Akhirnya $E(Y_{t-k}e_t)$ adalah nol, karena nilai-nilai kesalahan bersifat random dan tidak berkorelasi dengan nilai-nilai Y_{t-k} sebelumnya.

Kemudian kedua sisi persamaan (2.41) dapat dibagi dengan varian Y_t , yaitu γ_0 . Hasilnya adalah

(2.42)

$$\rho_k = \phi_1\rho_{k-1} + \phi_2\rho_{k-2} + \cdots + \phi_p\rho_{k-p}.$$

Apabila pada (2.42) $k = 1, 2, 3, \dots, p$, maka akan didapat sistem persamaan berikut, yang dikenal sebagai persamaan Yule-Walker

(2.43)

$$\rho_1 = \phi_1 + \phi_2\rho_1 + \phi_3\rho_2 + \cdots + \phi_p\rho_{p-1},$$

$$\rho_2 = \phi_1\rho_1 + \phi_2 + \phi_3\rho_1 + \cdots + \phi_p\rho_{p-2},$$

$$\rho_3 = \phi_1\rho_2 + \phi_2\rho_1 + \phi_3 + \cdots + \phi_p\rho_{p-3},$$

\vdots

$$\rho_p = \phi_1\rho_{p-1} + \phi_2\rho_{p-2} + \phi_3\rho_{p-3} + \cdots + \phi_p.$$

Karena nilai teoritis untuk $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_p$ tidak diketahui maka nilai ρ diganti dengan nilai penaksirannya, yaitu r_1, r_2, \dots, r_p . Persamaan (2.43) kemudian dapat dipecahkan

untuk $\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ guna memperoleh penaksiran awal model-model AR. Sebagai contoh misalkan $p = 2$ dan ρ_1 dan ρ_2 ditaksir sebesar $r_1 = 0,77$ dan $r_2 = 0,368$ maka persamaan Yule-Walker (2.43) menjadi

(2.44)

$$\rho_1 = \phi_1 + \phi_2 \rho_1,$$

$$\rho_2 = \phi_1 \rho_1 + \phi_2.$$

Pemecahan persamaan (2.44) untuk mencari ϕ_1 dan ϕ_2 , menghasilkan

(2.45)

$$\hat{\phi}_1 = \frac{r_1(1 - r_2)}{1 - r_1^2},$$

(2.46)

$$\hat{\phi}_2 = \frac{r_2 - r_1^2}{1 - r_1^2}.$$

Dengan mensubstitusikan nilai r_1 dan r_2 pada persamaan (2.45) dan persamaan (2.46) menghasilkan

$$\hat{\phi}_1 = \frac{0,77(1 - 0,368)}{1 - 0,77^2} = 1,1954$$

$$\hat{\phi}_2 = \frac{0,368 - 0,77^2}{1 - 0,77^2} = -0,5524.$$

Dengan mengikuti prosedur yang sama, seseorang dapat memperoleh nilai-nilai awal untuk beberapa model $AR(p)$ (Makridakis, 1999: 421-422).

2.7.2.2.2 Taksiran awal Model MA

Model umum $MA(q)$ dinyatakan sebagai

(2.47)

$$Y_t = e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \cdots - \theta_q e_{t-q}.$$

Dengan mengalikan kedua sisi persamaan (2.47) oleh Y_{t-k} menghasilkan

(2.48)

$$\begin{aligned} Y_{t-k} Y_t &= (e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \cdots - \theta_q e_{t-q}) \times (e_{t-k} - \theta_1 e_{t-k-1} - \theta_2 e_{t-k-2} \\ &\quad - \cdots - \theta_q e_{t-k-q}) \end{aligned}$$

Dengan memasukkan nilai yang diharapkan pada dua sisi persamaan (2.48) menghasilkan

(2.49)

$$\begin{aligned} \gamma_k &= E[(e_t - \theta_1 e_{t-1} - \theta_2 e_{t-2} - \cdots - \theta_q e_{t-q}) \\ &\quad \times (e_{t-k} - \theta_1 e_{t-k-1} - \theta_2 e_{t-k-2} - \cdots - \theta_q e_{t-k-q})]. \end{aligned}$$

(2.50)

$$\begin{aligned}
\gamma_k = & E(e_t e_{t-k} - \theta_1 e_t e_{t-k-1} - \theta_2 e_t e_{t-k-2} - \cdots - \theta_q e_t e_{t-k-q} - \theta_1 e_{t-1} e_{t-k} \\
& + \theta_1^2 e_{t-1} e_{t-k-1} + \cdots + \theta_1 \theta_q e_{t-1} e_{t-k-q} - \theta_2 e_{t-2} e_{t-k} \\
& + \theta_2 \theta_1 e_{t-2} e_{t-k-1} + \cdots + \theta_2 \theta_q e_{t-2} e_{t-k-q} - \cdots - \theta_q e_{t-q} e_{t-k} \\
& + \theta_q e_{t-q} e_{t-k-1} + \cdots + \theta_q^2 e_{t-q} e_{t-k-q}).
\end{aligned}$$

Nilai harapan persamaan (2.50) akan bergantung pada nilai k . Bila $k = 0$, persamaan (2.50) menjadi

(2.51)

$$\gamma_0 = E(e_t e_{t-0}) + \theta_1^2 E(e_{t-1} e_{t-0-1}) + \theta_2^2 E(e_{t-2} e_{t-0-2}) + \cdots + \theta_q^2 E(e_{t-q} e_{t-0-q})$$

Seluruh suku yang lain pada persamaan (2.50) hilang karena adanya definisi

$$E(e_t e_{t+i}) = 0 \text{ untuk } i \neq 0$$

dan

$$E(e_t e_{t+i}) = \sigma_e^2 \text{ untuk } i = 0.$$

Jadi, persamaan (2.51) menjadi

(2.52)

$$\gamma_0 = \sigma_e^2 + \theta_1^2 \sigma_e^2 + \theta_2^2 \sigma_e^2 + \cdots + \theta_q^2 \sigma_e^2.$$

Bila faktor σ_e^2 dipisahkan, maka persamaan (2.52) dapat ditulis

(2.53)

$$\gamma_0 = (1 + \theta_1^2 + \theta_2^2 + \cdots + \theta_q^2)\sigma_e^2.$$

Persamaan (2.53) adalah varian dari proses MA(q).

Bila $k = 1$, persamaan (2.50) menjadi

(2.54)

$$\gamma_1 = -\theta_1 E(e_{t-1}e_{t-1}) + \theta_1\theta_2 E(e_{t-2}e_{t-2}) + \cdots + \theta_{q-1}\theta_q E(e_{t-q-1}e_{t-q-1}),$$

$$\gamma_1 = -\theta_1\sigma_e^2 + \theta_1\theta_2\sigma_e^2 + \cdots + \theta_{q-1}\theta_q\sigma_e^2.$$

Nilai semua suku lainnya adalah 0 karena $E(e_t e_{t+i}) = 0$ untuk $i \neq 0$.

Secara umum untuk $k = k$, persaman(2.50) menjadi

(2.55)

$$\gamma_k = -\theta_k\sigma_e^2 + \theta_1\theta_{k+1}\sigma_e^2 + \theta_2\theta_{k+2}\sigma_e^2 + \cdots + \theta_{q-k}\theta_q\sigma_e^2$$

atau

$$\gamma_k = (-\theta_k + \theta_1\theta_{k+1} + \theta_2\theta_{k+2} + \cdots + \theta_{q-k}\theta_q)\sigma_e^2.$$

Bila persamaan (2.54) dibagi (2.55), akan menghasilkan

(2.56)

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} = \frac{(-\theta_k + \theta_1\theta_{k+1} + \theta_2\theta_{k+2} + \cdots + \theta_{q-k}\theta_q)\sigma_e^2}{(1 + \theta_1^2 + \theta_2^2 + \cdots + \theta_q^2)\sigma_e^2}.$$

Apabila $q = 1$, persamaan(2.56) menjadi

$$\rho_k = \frac{-\theta_k}{1 + \theta_1^2}.$$

Karena seluruh suku termasuk indeks lebih besar dari 1, yang tidak terdapat pada model MA(1). Jadi

(2.57)

$$\rho_1 = \frac{-\theta_1}{1 + \theta_1^2}$$

Persamaan (2.57) dapat dipecahkan untuk θ_1 , untuk memperoleh

$$\rho_1 + \rho_1\theta_1^2 + \theta_1 = 0$$

Bila ρ_1 diganti oleh nilai penaksirnya, r_1 , diperoleh

(2.58)

$$r_1\hat{\theta}_1^2 + \hat{\theta}_1 + r_1 = 0.$$

Memecahkan persamaan (2.58) memperoleh dua nilai untuk $\hat{\theta}_1$. Yang pertama adalah nilai absolut yang lebih kecil dari 1. Nilai ini dipilih sebagai nilai awal θ_1 .

Sebagai contoh, apabila $q = 1$ dan $r_1 = 0,49$ maka nilai awal untuk θ_1 dapat ditemukan dengan menggunakan persamaan (2.58), menjadi

$$0,493 \theta_1^2 + \theta_1 + 0,493 = 0.$$

Tetapi,

$$\theta_1 = \frac{-b \mp \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

dimana $a = 0.493$, $b = 1$ dan $c = 0.493$. Oleh karena itu,

$$\hat{\theta}_1 = -1 - \sqrt{\frac{1^2 - 4(0.493)(0.493)}{2 \cdot (0.493)}} = -1.183$$

atau

$$\hat{\theta}_1 = -1 + \sqrt{\frac{1^2 - 4(0.493)(0.493)}{2 \cdot (0.493)}} = -0.845.$$

Nilai $\hat{\theta}_1 = -0.845$, dipilih karena nilai absolut dari -1.183 adalah lebih besar dari 1.

Untuk proses MA(2), persamaan (2.56) menjadi

(2.59)

$$\rho_1 = \frac{-\theta_1 + \theta_1 \theta_2}{1 + \theta_1^2 + \theta_2^2} = \frac{-\theta_1(1 - \theta_2)}{1 + \theta_1^2 + \theta_2^2}$$

(2.60)

$$\rho_2 = \frac{-\theta_2}{1 + \theta_1^2 + \theta_2^2}.$$

Seluruh suku lain pada persamaan (2.56) adalah nol karena melibatkan parameter θ_k untuk $k > 2$, yang tidak terdapat pada model MA(2).

Pada proses MA(3), persamaan yang relevan adalah

(2.61)

$$\rho_1 = \frac{-\theta_1 + \theta_1\theta_2 + \theta_2\theta_3}{1 + \theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2}$$

$$\rho_2 = \frac{-\theta_2 + \theta_1\theta_2}{1 + \theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2}$$

$$\rho_3 = \frac{-\theta_3}{1 + \theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2}$$

Persamaan (2.59) dan persamaan (2.60) membentuk suatu sistem persamaan non linier yang simultan yang pemecahannya tidak mudah. Demikian pula dengan (2.61) dimana untuk mendapatkan θ_1, θ_2 dan θ_3 adalah sukar dan harus dilakukan lagi menggunakan suatu prosedur iteratif.

2.7.2.2.3 Taksiran Awal Model ARMA

Untuk memperoleh taksiran awal model-model ARMA campuran, maka persamaan (2.42) dan (2.50) harus dikombinasikan dan diambil nilai harapan (*expected value*) mereka.

(2.62)

$$\begin{aligned}\gamma_k = \phi_1 E(Y_t Y_{t-k}) + \cdots + \phi_p E(Y_{t-p} Y_{t-k}) + E(e_t Y_{t-k}) - \theta_1 E(e_{t-1} Y_{t-k}) - \cdots \\ - \theta_q E(e_{t-q} Y_{t-k}).\end{aligned}$$

Apabila $k > q$ maka $E(e_t Y_{t-k}) = 0$, sehingga

$$\gamma_k = \phi_1 \gamma_{k-1} + \phi_2 \gamma_{k-2} + \cdots + \phi_p \gamma_{k-p}.$$

Ini tidak lain persamaan (2.42).

Apabila $k > q$, kesalahan sebelumnya dan Y_{t-k} akan berkorelasi dan autokovarians akan dipengaruhi oleh bagian dari proses *moving average* yang perlu diikutsertakan.

Varians dan autokovarians dari proses ARMA(1,1) diperoleh

(2.63)

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + e_t - \theta_1 e_{t-1}$$

Dengan mengalikan kedua sisi (2.63) oleh Y_{t-k} menghasilkan

(2.64)

$$Y_{t-k}Y_t = \phi_1 Y_{t-k}Y_{t-1} + Y_{t-k}e_t - \theta_1 Y_{t-k}e_{t-1}.$$

Bila memasukkan nilai harapan pada persamaan (2.64) akan menghasilkan

$$E(Y_{t-k}Y_t) = \phi_1 E(Y_{t-k}Y_{t-1}) + E(Y_{t-k}e_t) - \theta_1 E(Y_{t-k}e_{t-1}).$$

Apabila $k = 0$ maka

$$\gamma_0 = \phi_1\gamma_1 + E[(\phi_1Y_{t-1} + e_t - \theta_1e_{t-1})e_t] - \theta_1 E[(\phi_1Y_{t-1} + e_t - \theta_1e_{t-1})e_{t-1}].$$

Karena

(2.65)

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + e_t - \theta_1 e_{t-1},$$

maka

$$\gamma_0 = \phi_1\gamma_1 + \sigma_e^2 - \theta_1(\phi_1 - \theta_1)\sigma_e^2.$$

Sama halnya apabila $k = 1$,

(2.66)

$$\gamma_1 = \phi_1\gamma_0 - \theta_1\sigma_e^2$$

Pemecahan persamaan (2.65) dan (2.66) untuk γ_0 dan γ_1 menghasilkan

(2.67)

$$\gamma_0 = \frac{1 + \theta_1^2 - 2\phi_1\theta_1}{1 - \phi_1^2}$$

(2.68)

$$\gamma_1 = \frac{(1 - \phi_1\theta_1)(\phi_1 - \theta_1)}{1 - \phi_1^2}.$$

Hasil pembagian (2.68) dengan (2.67) adalah

(2.69)

$$\rho_1 = \frac{(1 - \phi_1\theta_1)(\phi_1 - \theta_1)}{1 + \theta_1^2 - 2\phi_1\theta_1}$$

Akhirnya apabila $k = 2$, fungsi autokorelasi (2.42) menjadi

$$\rho_2 = \phi_1\rho_1$$

atau

(2.70)

$$\phi_1 = \frac{\rho_2}{\rho_1}.$$

Dari persamaan (2.69) dan (2.70) nilai-nilai penaksiran awal dapat diperoleh. Akan tetapi, pemecahan (2.69) adalah bukan pekerjaan yang mudah dan memerlukan prosedur iteratif yang banyak memakan waktu.

Sebagai gambaran, andaikan untuk suatu ARMA(1,1) kita mempunyai $r_1 = 0.77$ dan $r_2 = 0.368$. Maka ϕ_1 dan θ_1 dapat diperoleh dengan persamaan

$$\phi_1 = \frac{r_2}{r_1} = \frac{0.368}{0.77} = 0.478.$$

Penaksiran nilai θ_1 harus dilakukan secara iteratif, dimulai dengan suatu nilai θ_1 , kemudian dilihat apakah nilai tersebut memenuhi persamaan (2.69). Apabila tidak, dicoba dengan nilai lain. Nilai tersebut akhirnya diperoleh sebesar $\theta_1 = -1.09$, yang memenuhi persamaan (2.69) sebagai suatu persamaan yaitu,

$$0.77 = \frac{(1 - 0.478(-1.09))(0.478 - (-1.09))}{1 + (-1.09)^2 - 2(0.478)(-1.09)}.$$

2.7.2.3 Evaluasi Model

Tahap ini memeriksa model yang diestimasi telah memadai atau tidak dengan menggunakan metode *overfitting*. *Overfitting* dilakukan dengan mengestimasi model yang lebih besar dari model yang disarankan pada tahap 1 (lebih banyak p dan q) serta melihat *term* tambahan tersebut signifikan atau tidak. Jika signifikan maka model yang dimiliki telah memadai.

2.8 Heteroskedastisitas

Asumsi penting dalam analisis regresi adalah varians residual yang konstan. Varians dari residual tidak berubah dengan berubahnya satu atau lebih variabel bebas. Jika asumsi ini terpenuhi, maka residual bersifat homoskedastisitas. Jika varians residual tidak konstan maka residual bersifat heteroskedastisitas.

Homoskedastisitas dinyatakan dengan persamaan

(2.71)

$$\text{Var}(u|y_1, y_2, \dots, y_k) = \sigma^2.$$

Jika asumsi ini tidak terpenuhi, maka terjadi heteroskedastisitas yang dinyatakan dengan persamaan,

(2.72)

$$\text{Var}(u|y_1, y_2, \dots, y_k) = \sigma_t^2.$$

Dimana indeks i menunjukkan bahwa varians berubah dari observasi ke observasi.

2.9 Model *Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (ARCH)

Model ARCH dikembangkan oleh Robert Engle (1982). Dalam model ARCH, varian residual data runtun waktu tidak hanya dipengaruhi oleh variabel independen, tetapi juga dipengaruhi oleh nilai residual variabel yang diteliti.

Model ARCH dengan orde p dinotasikan ARCH(p) persamaan rata-rata dan persamaan ragamnya adalah

(2.73)

$$Y_t = \beta_0 + \beta_{1t}X_t + \dots + \beta_{pt}X_t + u_t$$

dan

(2.74)

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p u_{t-p}^2$$

dengan Y adalah variabel dependen, X variabel independen, u adalah residual, σ_t^2 adalah varian residual. $\alpha_1 u_{t-1}^2$ disebut dengan komponen ARCH (Vogelvang, 2005: 192).

Varian residual memiliki dua komponen, yaitu konstanta dan residual dari periode sebelumnya. Itulah sebabnya model ini disebut model bersyarat (*conditional*), karena varian residual periode sekarang (t) dipengaruhi oleh periode sebelum-sebelumnya ($t-1, t-2, \dots$, dan seterusnya). Persamaan (2.73) disebut dengan persamaan rata-rata bersyarat (*conditional mean*) dan persamaan (2.74) disebut dengan persamaan variansi bersyarat (*conditional variance*) (Winarno, 2011: 8.1-8.2).

2.9.1 Uji ARCH-Lagrange Multiplier (ARCH-LM)

Pengujian untuk mengetahui masalah heteroskedastisitas dalam *time series* yang dikembangkan oleh Engle dikenal dengan uji ARCH-Lagrange Multiplier. Ide

pokok uji ini adalah bahwa variansi residual bukan hanya fungsi dari variabel independen tetapi tergantung pada residual kuadrat pada periode sebelumnya.

Misalkan

(2.75)

$$e_t = X_t - \mu_t$$

adalah residual dari persamaan rata-rata. Barisan e_t^2 digunakan untuk memeriksa heteroskedastisitas bersyarat atau efek ARCH. Uji ini sama dengan statistik F pada umumnya untuk menguji $\alpha_i = 0$ ($i = 1, 2, \dots, p$) dalam regresi linier

(2.76)

$$e_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 e_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p e_{t-p}^2 + w_t; t = m + 1, \dots, T$$

dengan w_t adalah *error*, m bilangan bulat, dan T adalah ukuran sampel atau banyaknya observasi.

Langkah pengujian ARCH-LM adalah

Hipotesis:

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_p = 0 \text{ (tidak terdapat efek ARCH).}$$

$$H_1: \exists \alpha_i \neq 0, i = 1, 2, \dots, p \text{ (terdapat efek ARCH).}$$

Taraf signifikansi atau $\alpha = 0,05$.

Statistik Uji:

(2.77)

$$F = \frac{\frac{(SSR_0 - SSR_1)}{p}}{\frac{SSR_1}{T-2p-1}}$$

dengan

(2.78)

$$SSR_0 = \sum_{t=p+1}^T (e_t^2 - \omega)^2$$

(2.79)

$$\omega = \frac{\sum_{t=1}^T e_t^2}{T}$$

(2.80)

$$SSR_1 = \sum_{t=p+1}^T w_t^2.$$

ω = rata-rata sampel dari e_t^2

w_t^2 = residual kuadrat terkecil

Kriteria keputusan:

H_0 ditolak jika $F > \chi_p^2(\alpha)$ atau p value $< \alpha$.

2.10 Model *Generalized Autoregressive Conditional Heterokedasticity* (GARCH)

Bollerslev (1986) mengembangkan metodologi ARCH dalam bentuk yang lebih umum yang dikenal sebagai *Generalized ARCH* (GARCH). Dalam model ini, varians kondisional tidak hanya dipengaruhi oleh residual yang lampau tetapi juga oleh lag varians kondisional itu sendiri.

Dengan demikian varians kondisional pada model GARCH terdiri atas dua komponen, yakni komponen lampau dari residual kuadrat (dinotasikan dengan derajat p) dan komponen lampau dari varians kondisional (dinotasikan dengan derajat q), dalam bentuk matematis

(2.81)

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

(Ariefianto, 2012: 98).

Jika $q = 0$ maka diperoleh model ARCH Engle, sementara jika $p = q = 0$, dimiliki proses *white noise* dengan varian ω . Disini terlihat bahwa meskipun proses q_t bersifat tidak berkorelasi namun proses ini tidak bersifat independen.

Dalam model GARCH(p, q), proses u_t dapat didefinisikan dengan menggunakan persamaan

(2.82)

$$u_t = \sigma_t v_t$$

dimana σ_t adalah akar dari σ_t^2 dan v_t adalah proses i.i.d (*independent and identically distributed*), sering kali diasumsikan berdistribusi normal standar $N(0,1)$.

Koefisien-koefisien dari model GARCH (p, q) bersifat sebagai berikut.

(2.83) $\omega > 0$

(2.84) $\alpha_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, p$

(2.85) $\beta_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, q$

(2.86) $\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q (\alpha_i + \beta_j) < 1$

Kondisi (2.86) diperlukan agar model bersifat stasioner, sedangkan (2.83), (2.84), dan (2.85) diperlukan agar $\sigma_t^2 > 0$ (Rosadi, 2012: 241).

2.10.1 Estimasi Maximum Likelihood

Misalkan $\{y_t\}$ berdistribusi normal dengan nilai rata-rata μ dan *constant variance* σ^2 . Fungsi *Log Likelihood* dengan n observasi adalah

(2.87)

$$\log \mathcal{L} = -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln \sigma^2 - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{t=1}^n (y_t - \mu)^2$$

dimana $\log \mathcal{L}$ adalah log dari fungsi Likelihood.

Orde pertama dari fungsi maximum $\log \mathcal{L}$ adalah

(2.88)

$$\frac{\partial \log \mathcal{L}}{\partial \mu} = \frac{1}{\sigma^2} \sum_{t=1}^n (y_t - \mu)$$

dan

(2.89)

$$\frac{\partial \log \mathcal{L}}{\partial \sigma^2} = -\frac{n}{2\sigma^2} + \frac{1}{2\sigma^4} \sum_{t=1}^n (y_t - \mu)^2.$$

Solusi dari nilai μ dan σ^2 adalah hasil dari memaksimumkan nilai $\log \mathcal{L}$ (dinotasikan $\hat{\mu}$ dan $\hat{\sigma}^2$), diperoleh

(2.90)

$$\hat{\mu} = \sum \frac{y_t}{n}$$

dan

(2.91)

$$\hat{\sigma}^2 = \sum \frac{(y_t - \hat{\mu})^2}{n}.$$

Dengan menggunakan prinsip yang sama dalam analisis regresi, $\{\epsilon_t\}$ didefinisikan sebagai

(2.92)

$$\epsilon_t = y_t - \beta x_t.$$

Dalam model regresi klasik, rata-rata dari ϵ_t diasumsikan bernilai nol, varian σ^2 konstan, dan $\{\epsilon_t\}$ *independent*. Jika digunakan sampel dengan n observasi, persamaan *Log Likelihood* adalah modifikasi sederhana dari model (2.87) di atas.

(2.93)

$$\log \mathcal{L} = -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln(\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{t=1}^n (y_t - \beta x_t)^2.$$

Pemaksimalan persamaan Likelihood untuk σ^2 dan β adalah

(2.94)

$$\frac{\partial \log \mathcal{L}}{\partial \sigma^2} = -\frac{n}{2\sigma^2} + \frac{1}{2\sigma^4} \sum_{t=1}^n (y_t - \beta x_t)^2$$

dan

(2.95)

$$\frac{\partial \log \mathcal{L}}{\partial \beta} = -\frac{1}{\sigma^2} + \sum_{t=1}^n (y_t x_t - \beta x_t^2).$$

Solusi dari nilai μ dan σ^2 adalah hasil dari memaksimumkan nilai $\log \mathcal{L}$ (dinotasikan $\hat{\mu}$ dan $\hat{\sigma}^2$), diperoleh

(2.96)

$$\hat{\sigma}^2 = \sum \frac{\epsilon_t^2}{n}$$

dan

(2.97)

$$\hat{\beta} = \frac{\sum x_t y_t}{\sum x_t^2}.$$

Dalam estimasi model ARCH dimisalkan

(2.98)

$$\epsilon_t = y_t(\alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2)^{0.5}.$$

Varian kondisional dari ϵ_t adalah

(2.99)

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2.$$

Karena setiap realisasi dari ϵ_t mempunyai *conditional variance* h_t (ϵ_t tidak konstan), fungsi log Likelihoodnya adalah

(2.100)

$$\log \mathcal{L} = -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^n \ln h_t - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^n h_t (y_t - \beta x_t)^2$$

$$\text{dimana } h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 = \alpha_0 + \alpha_1 (y_{t-1} - \beta x_{t-1})^2.$$

Jadi, hal ini memungkinkan untuk menggabungkan persamaan di atas kemudian memaksimalkan $\log \mathcal{L}$ dengan parameter α_0 , α_1 , dan β . Komputer dapat menentukan nilai parameter dengan memaksimalkan fungsi *log likelihood*.

2.11 Model *Asymmetric Autoregressive Conditional Heterokedasticity*

Model GARCH yang telah diuraikan di atas memiliki karakteristik respons volatilitas yang simetris terhadap guncangan. Dengan kata lain, sepanjang intensitasnya sama maka respon volatilitas terhadap suatu guncangan adalah sama, baik guncangan positif (*good news*) maupun negatif (*bad news*).

Untuk memeriksa keberadaan pengaruh *leverage effect* (efek asimetris) salah satunya dapat dengan cara data runtun waktu dimodelkan ke dalam model GARCH. Kemudian dari model tersebut diuji ada tidaknya efek asimetris pada data dengan melihat korelasi antara u_t^2 (residual kuadrat) dengan u_t (lag residual) dengan menggunakan korelasi silang. Adanya asimetris ditandai dengan korelasi yang tidak sama dengan nol.

Pengembangan model GARCH yang selanjutnya mengakomodasi kemungkinan adanya respon volatilitas yang asimetris. Dari literatur teori keuangan dikatakan bahwa respon (dalam artian gejolak pasar) lebih besar ketika *news* yang datang adalah bersifat negatif daripada positif.

Terdapat dua teknik pemodelan respon GARCH asimetris, yakni model *Threshold GARCH* (TGARCH) oleh Glosten, Jagannathan dan Runkle (1993) dan *Exponential GARCH* (EGARCH) dari Nelson (1991).

Model GARCH(p, q) representasi pendekatan TGARCH dapat diberikan formula

(2.101)

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p (\alpha_i u_{t-i}^2 + \gamma_i u_{t-i}^2 I_{t-i}) + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2.$$

dimana $I_{t-i} = 1$ untuk $u_{t-i} < 0$, dan $I_{t-1} = 0$ untuk $u_{t-1} \geq 0$.

Apabila hipotesis *asymmetric respons* berlaku, maka diharapkan nilai $\gamma_i > 0$ dan γ_i signifikan serta *non-negativity constraint* berlaku: $\alpha_i \geq 0, \beta_j \geq 0, \gamma_i \geq 0$ dan $\alpha_i + \gamma_i \geq 0$.

Jika digunakan pendekatan EGARCH, maka model standar GARCH(p, q) dapat diubah menjadi

(2.102)

$$\ln(\sigma_t^2) = \omega + \beta \sum_{j=1}^q \ln(\sigma_{t-j}^2) + \sum_{i=1}^p \left\{ \alpha_i \left(\left| \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \right| - \sqrt{\frac{2}{\pi}} \right) - \gamma_i \frac{\varepsilon_{t-i}}{\sigma_{t-i}} \right\}.$$

Di sini jika hipotesis *asymmetric respons* berlaku, maka diharapkan nilai $\gamma < 0$ dan signifikan. Model ini sebagai variabel dependen adalah *log term* GARCH sehingga meskipun hasil ruas kanan persamaan adalah negatif, varians yang merupakan antilog adalah tetap positif. Dengan demikian, perlu diimplementasikan *non-negativity constraint* (Ariefianto, 2012: 102).

2.12 Schwarz Info Criterion

SIC digunakan untuk menilai kualitas model dengan rumus
 (2.103)

$$SIC = \log\left(\frac{\sum \hat{e}_i^2}{n}\right) + \frac{k}{n} \log n.$$

$\sum \hat{e}_i^2$ adalah residual kuadrat; k adalah jumlah variabel independen; n adalah jumlah observasi. Semakin kecil angka SIC , semakin baik modelnya. Namun nilai ini baru dapat dibandingkan apabila ada model lain yang juga sudah dihitung SIC -nya (Winarno, 2011: 46).

2.13 Ukuran Akurasi Peramalan

Akurasi menunjukkan seberapa dekat nilai variabel terikat/endogen yang diprediksi oleh model dengan data aktual. Terdapat dua tipe ukuran akurasi yakni di dalam sampel dan di luar sampel. Pembagian ini diperlukan mengingat bahwa kualitas prediksi regresi sangat terikat apakah struktur serta asumsi yang digunakan ketika mengestimasi model tidak berubah pada periode prediksi.

2.13.1 *Mean Absolute Prediction Error (MAPE)*

Mean Absolute Prediction Error merupakan salah satu alat ukur akurasi proyeksi. Formula dari MAPE adalah

(2.104)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - y_{f,t}}{y_t} \right|.$$

dimana y_t adalah nilai aktual dan $y_{f,t}$ adalah nilai proyeksi variabel terikat, n adalah jumlah observasi (Ariefianto, 2012: 78-79).

2.14 EVIEWS

EVIEWS merupakan perangkat lunak untuk melakukan analisis statistik dan ekonometrik. Software ini memiliki kemampuan untuk mengolah berbagai tipe data seperti data runtun waktu, *cross section* dan *panel* data. Meskipun EVIEWS mampu mengelola berbagai tipe data, software ini dianggap memiliki kemampuan lebih dalam hal processing data runtun waktu karena banyaknya tipe analisis yang dapat digunakan. Selain analisis standar seperti OLS, TSLS, ARMA, GMM, VAR, VECM dan Kalman Filtering, EVIEWS juga biasa digunakan untuk membangun model.

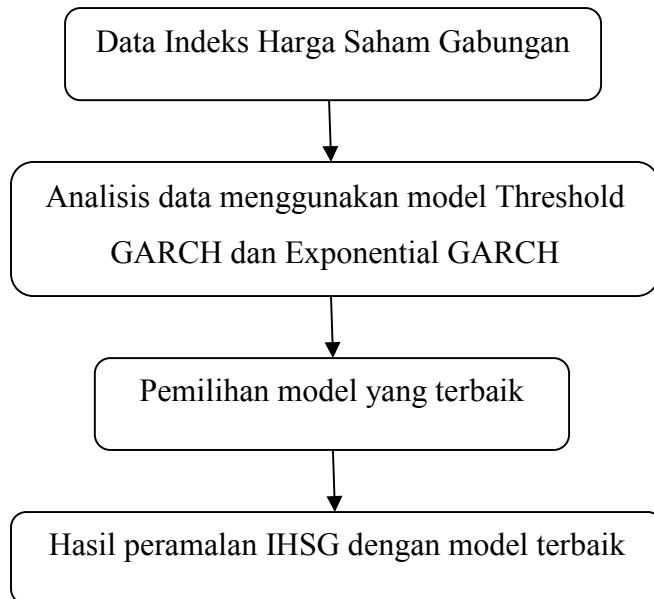
2.15 Kerangka Berpikir

Data *times series* di bidang finansial seperti data IHSG biasanya bersifat sangat acak (random) dan memiliki volatilitas yang tinggi atau varian error tidak konstan (heteroskedastisitas) (Eliyawati, Hidayat, & Azizah, 2011). Pada beberapa data finansial, terdapat perbedaan besarnya perubahan pada volatilitas ketika terjadi pergerakan nilai *return*, yang disebut dengan pengaruh keasimetrikan. Pengaruh keasimetrikan (*leverage effect*) terjadi akibat adanya volatilitas yang sangat besar pada pasar saham dan resiko yang besar dalam memegang suatu aset (Ariefianto, 2012: 101).

Pada tahun 1982, Engle memperkenalkan model *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH). Model ARCH digunakan untuk mengatasi keheterogenan ragam dengan memodelkan fungsi rataan dan fungsi ragam secara simultan. Bollerslev (1986) mengembangkan metodologi ARCH dalam bentuk yang lebih umum yang dikenal sebagai *Generalized ARCH* (GARCH). Model GARCH memiliki karakteristik respon volatilitas yang simetris terhadap guncangan. Dengan kata lain, sepanjang intensitasnya sama maka respon volatilitas terhadap suatu guncangan adalah sama, baik guncangan positif (*good news*) maupun negatif (*bad news*). Dalam model ini, varians kondisional tidak hanya dipengaruhi oleh residual yang lampau tetapi juga oleh lag varians kondisional itu sendiri.

Pengembangan model GARCH yang selanjutnya mengakomodasi kemungkinan adanya respon volatilitas yang asimetris. Dari literatur teori keuangan dikatakan bahwa respon (dalam artian gejolak pasar) lebih besar ketika *news* yang datang adalah bersifat negatif daripada positif. Terdapat dua teknik pemodelan respon GARCH asimetris, yakni model Threshold GARCH (TGARCH) oleh Glosten, Jagannathan dan Runkle (1993) dan Exponential GARCH (EGARCH) dari Nelson (1991).

Pada penelitian ini digunakan model Threshold GARCH (TGARCH) dan Exponential GARCH (EGARCH) untuk analisis data IHSG. Dari kedua model tersebut dipilih model terbaik untuk meramalkan IHSG. Konsep kerangka berpikir dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Konsep Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan suatu cara yang digunakan untuk menyelesaikan masalah. Dengan metode penelitian, data yang diperoleh semakin lengkap sehingga pelaksanaan penelitian dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Pada penelitian ini, prosedur atau langkah-langkah yang digunakan adalah sebagai berikut.

3.1 Merumuskan Masalah

Perumusan masalah dimaksudkan untuk spesifikasi, artinya suatu usaha untuk membatasi permasalahan, sehingga diperoleh bahan kajian yang jelas.

Permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini adalah:

1. Manakah model yang terbaik di antara model Threshold GARCH dan model Exponential GARCH dalam meramalkan nilai Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) di Bursa Efek Indonesia?
2. Bagaimana hasil peramalan nilai IHSG di Bursa Efek Indonesia dengan menggunakan model yang terbaik untuk beberapa hari berikutnya?

3.2 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, penulis memperoleh data dengan menggunakan metode dokumentasi yaitu

1. Mengambil data sekunder yang diperoleh melalui akses internet pada <http://finance.yahoo.com> yaitu data harga penutupan Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) di Bursa Efek Indonesia periode 3 Januari 2011 sampai dengan 22 Desember 2014. Jumlah pengamatan adalah 970 hari dimana hari efektif perdagangan pada bursa saham adalah lima hari kerja dalam satu minggu yaitu Senin-Jumat.
2. Studi pustaka, yaitu dengan cara mengumpulkan data atau informasi yang berkaitan dengan masalah, dari sumber pustaka yang telah dikumpulkan menjadi bahan kajian yang diperlukan dalam pemecahan masalah.

3.3 Analisis Data

Pada penelitian ini, teknik-teknik analisis data yang digunakan adalah uji stasioneritas, *differencing* dan transformasi logaritma, identifikasi model *Box Jenkins*, Estimasi Parameter ARIMA, *Overfitting*, pemilihan model ARIMA terbaik, pengujian efek ARCH, pendugaan parameter GARCH, pemilihan model GARCH terbaik, pengujian efek ARCH pada model GARCH, pengujian efek *asymmetric*,

pendugaan parameter model TGARCH dan EGARCH, pemilihan model terbaik, akurasi peramalan dan peramalan data IHSG untuk beberapa hari berikutnya.

3.3.1 Uji Stasioneritas

Langkah awal dalam teknik analisis data adalah uji stasioneritas. Pengujian stasioneritas data IHSG dilakukan dengan menggunakan Uji Akar Unit (*Unit Root Test*) dengan metode *Augmented Dickey-Fuller Test* (*ADF Test*).

Hipotesis:

H_0 : Terdapat *unit root* (data tidak stasioner).

H_1 : Tidak terdapat *unit root* (data stasioner).

Taraf signifikansi $\alpha = 5\%$.

Dalam pengujian ini didasarkan pada perbandingan antara nilai probabilitas ADF dengan nilai signifikansi sebesar 5%. Dengan menggunakan syarat-syarat sebagai berikut.

- a. Jika nilai *probability* ADF $\leq 0,05$ maka H_0 ditolak yang berarti data stasioner.
- b. Jika nilai *probability* ADF $> 0,05$ maka H_0 diterima yang berarti data tidak stasioner.

(Legina: 2014: 62-63).

3.3.2 *Differencing* dan transformasi logaritma

Menurut Rosadi (2012: 24-25), *Differencing* data dilakukan untuk membentuk barisan data runtun waktu yang bersifat stasioner. Dalam penelitian ini dilakukan *differencing* orde pertama. Persamaan *differencing* orde pertama dari suatu data runtun waktu Y_t adalah

(3.1)

$$\Delta Y_t = (1 - B)Y_t = Y_t - Y_{t-1}$$

dengan

(3.2)

$$B(Y_t) = Y_{t-1}.$$

Keterangan:

Y_t = observasi pada periode waktu t

Y_{t-1} = observasi pada periode waktu $t - 1$

ΔY_t = nilai Y_t hasil *differencing* orde pertama

B = operator *backward* orde pertama.

Selain dilakukan *differencing* untuk memperoleh data yang stasioner, penelitian ini juga menggunakan transformasi logaritma. Untuk melakukan *differencing* orde pertama terhadap data $\log(Y_t)$, persamaannya adalah

(3.3)

$$\Delta \log(Y_t) = \log(Y_t) - \log(Y_{t-1}).$$

3.3.3 Identifikasi model *Box Jenkins*.

Identifikasi model AR dan MA dari suatu *time series* dilakukan dengan melihat *Correlogram* yang merupakan grafik yang menunjukkan nilai *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) pada berbagai lag.

Autokorelasi untuk *time lag* $1, 2, 3, \dots, k$ memiliki formula

(3.4)

$$\rho_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \mu)^2}.$$

Keterangan:

ρ_k = nilai autokorelasi lag k

μ = rata-rata

Y_{t+k} = observasi pada periode waktu $t + k$

n = banyaknya observasi (jumlah periode waktu yang diamati).

Autokorelasi parsial digunakan untuk mengukur tingkat keeratan antara Y_t dan Y_{t+k} , apabila pengaruh dari *time* lag 1, 2, dan seterusnya sampai $t + k - 1$ dianggap terpisah (Makridakis, 1995: 345).

Nilai fungsi autokorelasi parsial lag k adalah

(3.5)

$$\phi_{kk} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \cdots & \rho_{k-2} & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_{k-3} & \rho_2 \\ \rho_2 & \rho_1 & 1 & \cdots & \rho_{k-4} & \rho_3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \cdots & \rho_1 & \rho_k \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \cdots & \rho_{k-2} & \rho_{k-1} \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_{k-3} & \rho_{k-2} \\ \rho_2 & \rho_1 & 1 & \cdots & \rho_{k-4} & \rho_{k-3} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \cdots & \rho_1 & 1 \end{vmatrix}}.$$

Dengan ϕ_{kk} disebut *Partial Autocorrelation Function* (PACF) antara Y_t dan Y_{t+k} . Himpunan dari $\{\phi_{kk}; k = 1, 2, \dots\}$ disebut sebagai *Partial Autocorrelation Function* (PACF). Fungsi ϕ_{kk} akan bernilai nol untuk $k > p$. Sifat ini dapat digunakan untuk identifikasi model AR dan MA, yaitu pada model *Autoregressive* berlaku ACF akan menurun secara bertahap menuju nol dan *Moving Average* berlaku ACF menuju ke nol setelah lag ke- q sedangkan nilai PACF model AR yaitu $\phi_{kk} = 0, k > p$ dan model MA yaitu $\phi_{kk} = 0, k > q$ (Wei, 2006: 11).

3.3.4 Estimasi Parameter ARIMA

Nilai-nilai penaksiran awal dapat diperoleh dengan persamaan

(3.6)

$$\rho_1 = \frac{(1 - \phi_1\theta_1)(\phi_1 - \theta_1)}{1 + \theta_1^2 - 2\phi_1\theta_1}$$

(3.7)

$$\rho_2 = \phi_1\rho_1.$$

3.3.5 Overfitting

Overfitting dilakukan dengan mengestimasi model yang lebih besar dari model yang disarankan pada tahap 1 (lebih banyak p dan q) serta melihat *term tambahan* tersebut signifikan atau tidak. Jika signifikan maka model yang dimiliki telah memadai.

3.3.6 Pemilihan Model ARIMA terbaik

Pada penelitian ini, digunakan kriteria *Schwarz Info Criterion* (SIC) dalam pemilihan model ARIMA terbaik. SIC digunakan untuk menilai kualitas model dengan rumus

(3.8)

$$SIC = \log\left(\frac{\sum \hat{e}_i^2}{n}\right) + \frac{k}{n} \log n.$$

$\sum \hat{e}_i^2$ adalah residual kuadrat; k adalah jumlah variabel independen; n adalah jumlah observasi. Semakin kecil angka angka *SIC*, semakin baik modelnya. Namun nilai ini baru dapat dibandingkan apabila ada model lain yang juga sudah dihitung *SIC*-nya (Winarno, 2011: 46).

3.3.7 Pengujian efek ARCH

Pada penelitian ini, pengujian efek ARCH dilakukan dengan uji ARCH-*Lagrange Multiplier* (ARCH-LM). Ide pokok uji ini adalah bahwa variansi residual bukan hanya fungsi dari variabel independen tetapi tergantung pada residual kuadrat pada periode sebelumnya.

Misalkan

(3.9)

$$e_t = Y_t - \mu_t$$

adalah residual dari persamaan rata-rata.

Barisan e_t^2 digunakan untuk memeriksa efek ARCH. Uji ini sama dengan statistik F pada umumnya untuk menguji $\alpha_i = 0$ ($i = 1, 2, \dots, p$) dalam regresi linier

(3.10)

$$e_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 e_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p e_{t-p}^2 + w_t; t = m + 1, \dots, n$$

dengan w_t adalah *error*, m bilangan bulat, dan n adalah ukuran sampel atau banyaknya observasi.

Langkah pengujian ARCH-LM adalah sebagai berikut.

Hipotesis:

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \cdots = \alpha_p = 0 \text{ (tidak terdapat efek ARCH).}$$

$$H_1: \exists \alpha_i \neq 0, i = 1, 2, \dots, p \text{ (terdapat efek ARCH).}$$

Taraf signifikansi atau $\alpha = 0,05$.

Statistik Uji:

(3.11)

$$F = \frac{\frac{(SSR_0 - SSR_1)}{p}}{\frac{SSR_1}{T-2p-1}}$$

dengan

(3.12)

$$SSR_0 = \sum_{t=p+1}^T (e_t^2 - \omega)^2$$

(3.13)

$$\omega = \frac{\sum_{t=1}^T e_t^2}{T}$$

(3.14)

$$SSR_1 = \sum_{t=p+1}^T w_t^2.$$

Keterangan:

ω = rata-rata sampel dari e_t^2

w_t^2 = residual kuadrat terkecil

Kriteria keputusan:

H_0 ditolak jika p value < α .

3.3.8 Melakukan pendugaan parameter GARCH.

Pada penelitian ini, pendugaan parameter dari GARCH dilakukan dengan metode *Maximum Log Likelihood*. Misalkan $\{y_t\}$ berdistribusi normal dengan nilai rata-rata μ dan varian konstan σ^2 . Fungsi *Log Likelihood* dengan n observasi adalah

(3.15)

$$\log \mathcal{L} = -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln \sigma^2 - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{t=1}^n (y_t - \mu)^2$$

dimana $\log \mathcal{L}$ adalah log dari fungsi *Likelihood*.

Dalam estimasi model GARCH dimisalkan

(3.16)

$$\epsilon_t = y_t(\alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2)^{0.5}.$$

Varian kondisional dari ϵ_t adalah

(3.17)

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2.$$

Karena setiap realisasi dari ϵ_t mempunyai *conditional variance* h_t (ϵ_t tidak konstan), fungsi *Log Likelihood*-nya adalah

(3.18)

$$\log \mathcal{L} = -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^n \ln h_t - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^n h_t (y_t - \beta x_t)^2$$

dimana $h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 = \alpha_0 + \alpha_1 (y_{t-1} - \beta x_{t-1})^2$.

Jadi, hal ini memungkinkan untuk menggabungkan persamaan (3.16) kemudian memaksimalkan $\log \mathcal{L}$ dengan parameter α_0 , α_1 , dan β . Komputer dapat menentukan nilai parameter dengan memaksimalkan fungsi *log likelihood* (Enders , 2004: 162-164).

3.3.9 Pemilihan Model GARCH Terbaik

Pada penelitian ini, digunakan kriteria *Schwarz Info Criterion* (SIC) dalam pemilihan model GARCH terbaik. SIC digunakan untuk menilai kualitas model dengan rumus

(3.20)

$$SIC = \log \left(\frac{\sum \hat{\epsilon}_i^2}{n} \right) + \frac{k}{n} \log n.$$

$\sum \hat{e}_i^2$ adalah residual kuadrat; k adalah jumlah variabel independen; n adalah jumlah observasi. Semakin kecil angka angka SIC , semakin baik modelnya. Namun nilai ini baru dapat dibandingkan apabila ada model lain yang juga sudah dihitung SIC -nya (Winarno, 2011: 46).

3.3.10 Uji Pengaruh ARCH pada Model GARCH

Pada penelitian ini, pengujian efek ARCH dilakukan dengan uji *ARCH-Lagrange Multiplier* (ARCH-LM). Ide pokok uji ini adalah bahwa variansi residual bukan hanya fungsi dari variabel independen tetapi tergantung pada residual kuadrat pada periode sebelumnya.

Misalkan

(3.21)

$$e_t = Y_t - \mu_t$$

adalah residual dari persamaan rata-rata. Barisan e_t^2 digunakan untuk memeriksa efek ARCH. Uji ini sama dengan statistik F pada umumnya untuk menguji $\alpha_i = 0$ ($i = 1, 2, \dots, p$) dalam regresi linier

(3.22)

$$e_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 e_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p e_{t-p}^2 + w_t; t = m + 1, \dots, n$$

dengan w_t adalah *error*, m bilangan bulat, dan n adalah ukuran sampel atau banyaknya observasi.

Langkah pengujian ARCH-LM adalah sebagai berikut.

Hipotesis:

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \cdots = \alpha_p = 0 \text{ (tidak terdapat efek ARCH).}$$

$$H_1: \exists \alpha_i \neq 0, i = 1, 2, \dots, p \text{ (terdapat efek ARCH).}$$

Taraf signifikansi atau $\alpha = 0,05$.

Statistik Uji:

(3.23)

$$F = \frac{\frac{(SSR_0 - SSR_1)}{p}}{\frac{SSR_1}{T-2p-1}}$$

dengan

(3.24)

$$SSR_0 = \sum_{t=p+1}^T (e_t^2 - \omega)^2$$

(3.25)

$$\omega = \frac{\sum_{t=1}^T e_t^2}{T}$$

(3.26)

$$SSR_1 = \sum_{t=p+1}^T w_t^2.$$

Keterangan:

ω = rata-rata sampel dari e_t^2

w_t^2 = residual kuadrat terkecil

Kriteria keputusan:

H_0 ditolak jika $F > \chi_p^2(\alpha)$ atau p value $< \alpha$.

3.3.11 Pengujian efek *asymmetric*

Untuk memeriksa keberadaan pengaruh *leverage effect* (efek asimetris) dilakukan dengan cara data runtun waktu dimodelkan ke dalam model GARCH. Kemudian dari model tersebut diuji ada tidaknya efek asimetris pada data dengan melihat korelasi antara u_t^2 (residual kuadrat) dengan u_t (lag residual) dengan menggunakan korelasi silang. Adanya asimetris ditandai dengan korelasi yang tidak sama dengan nol (Abiyani & Permadi, 2013).

3.3.12 Pendugaan Parameter TGARCH dan EGARCH

Jika terdapat efek asimetris, maka dilakukan pemodelan TGARCH dan EGARCH. Pada penelitian ini, pendugaan parameter dari TGARCH dan EGARCH dilakukan dengan metode *Maximum Log Likelihood*. Misalkan $\{y_t\}$ berdistribusi normal dengan nilai rata-rata μ dan varian konstan σ^2 .

Fungsi *Log Likelihood* dengan n observasi adalah

(3.27)

$$\log \mathcal{L} = -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{n}{2} \ln \sigma^2 - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{t=1}^n (y_t - \mu)^2$$

dimana $\log \mathcal{L}$ adalah log dari fungsi *Likelihood*.

Dalam estimasi model GARCH dimisalkan

(3.28)

$$\epsilon_t = y_t(\alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2)^{0.5}.$$

Varian kondisional dari ϵ_t adalah

(3.29)

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2.$$

Karena setiap realisasi dari ϵ_t mempunyai *conditional variance* h_t (ϵ_t tidak konstan), fungsi *Log Likelihood*-nya adalah

(3.30)

$$\log \mathcal{L} = -\frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^n \ln h_t - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^n h_t (y_t - \beta x_t)^2$$

dimana $h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 = \alpha_0 + \alpha_1 (y_{t-1} - \beta x_{t-1})^2$.

Jadi, hal ini memungkinkan untuk menggabungkan persamaan (3.27) kemudian memaksimalkan $\log \mathcal{L}$ dengan parameter α_0 , α_1 , dan β . Komputer dapat menentukan nilai parameter dengan memaksimalkan fungsi *Log Likelihood*.

3.3.14 Pemilihan model yang terbaik

Pada penelitian ini, digunakan kriteria *Schwarz Info Criterion* (SIC) dalam pemilihan model ARIMA terbaik. SIC digunakan untuk menilai kualitas model dengan rumus,

(3.31)

$$SIC = \log\left(\frac{\sum \hat{e}_i^2}{n}\right) + \frac{k}{n} \log n.$$

$\sum \hat{e}_i^2$ adalah residual kuadrat; k adalah jumlah variabel independen; n adalah jumlah observasi. Semakin kecil angka *SIC*, semakin baik modelnya. Namun nilai ini baru dapat dibandingkan apabila ada model lain yang juga sudah dihitung *SIC*-nya (Winarno, 2011: 46).

3.3.15 Menentukan akurasi peramalan

Pada analisis data ini, digunakan *Mean Absolute Prediction Error* (MAPE) dalam mengukur akurasi peramalan. Formula dari MAPE adalah

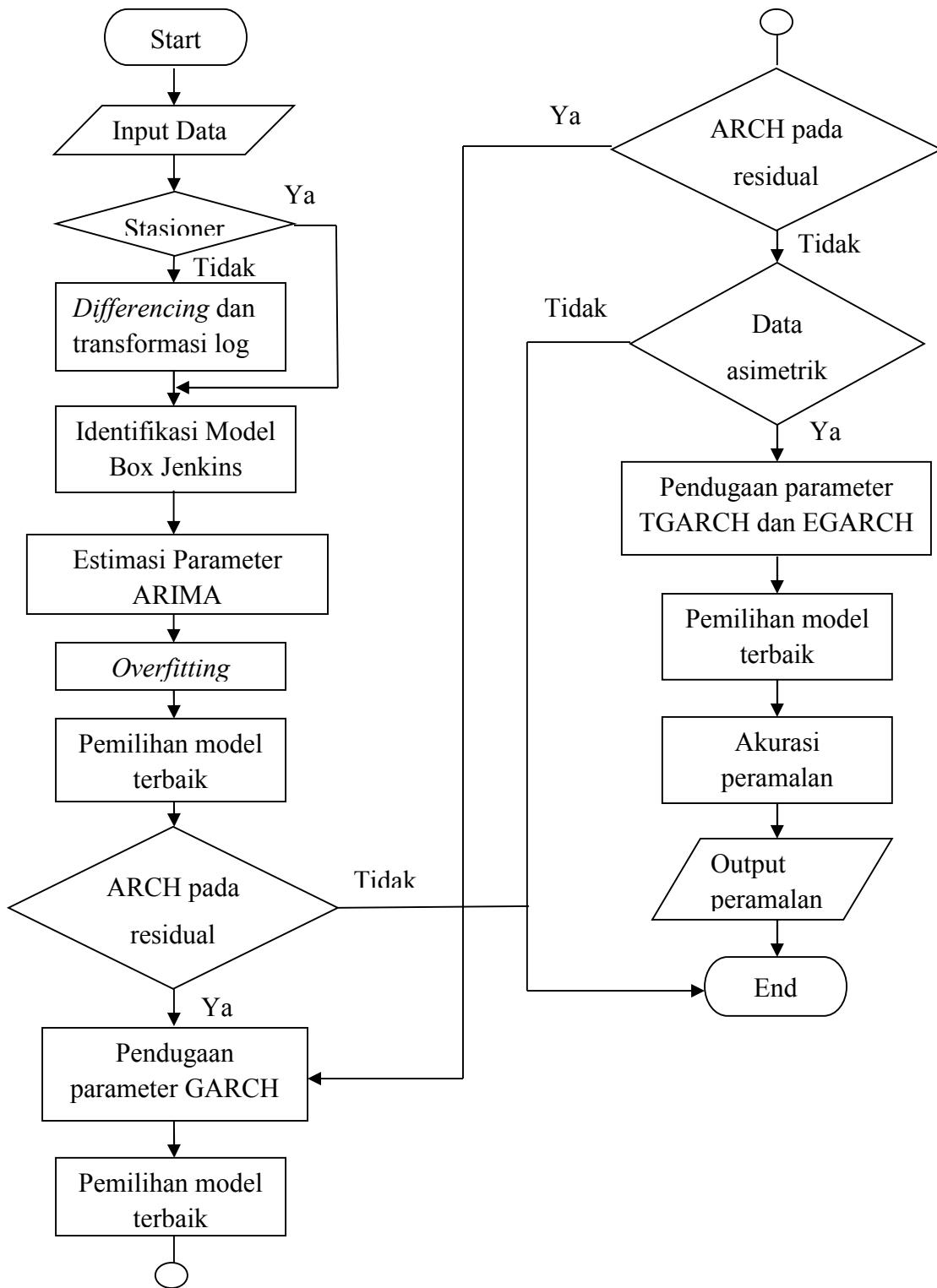
(3.32)

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - y_{f,t}}{y_t} \right|.$$

dimana y_t adalah nilai aktual dan $y_{f,t}$ adalah nilai proyeksi variabel terikat, n adalah jumlah observasi. Semakin kecil nilai MAPE, maka semakin tinggi kemampuan model regresi untuk memproyeksi nilai aktual (Ariefianto, 2012: 78-79).

3.4 Penarikan Simpulan

Tahap ini merupakan langkah terakhir dari penelitian. Penarikan simpulan didasarkan pada hasil penelitian dan pembahasan. Simpulan yang diperoleh merupakan hasil penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alir Teknik Analisis Data

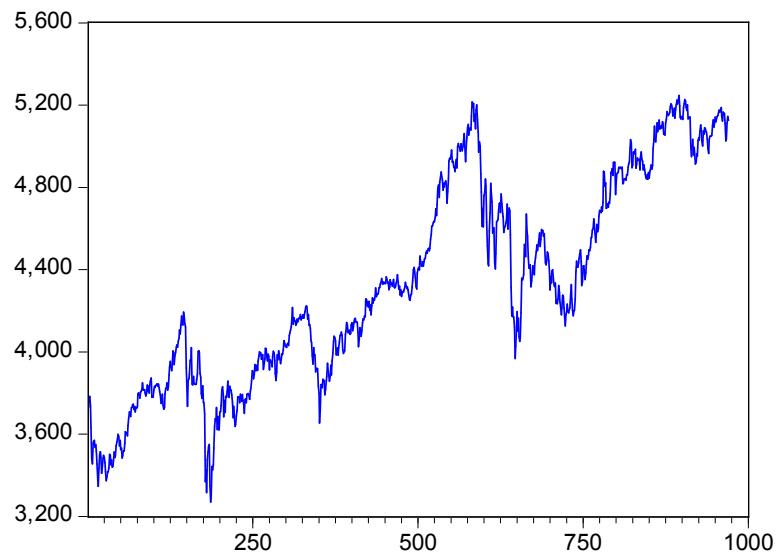
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Objek Penelitian

4.1.1 Pengujian Stasioneritas

Data Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) yang digunakan pada penelitian ini adalah dari tanggal 3 Januari 2011 hingga 22 Desember 2014, dengan jumlah observasi 970 hari. Berdasarkan *Lampiran 1*, dapat dibuat grafik runtun waktu data IHSG yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik data IHSG

Sebelum dilakukan penentuan terhadap model yang akan digunakan, dilakukan uji stasioneritas terhadap data IHSG. Uji stasioneritas dilakukan dengan uji

akar-akar unit. Metode yang digunakan untuk uji akar-akar unit adalah metode *Augmented Dickey-Fuller*.

Berdasarkan *lampiran 1*, hasil uji akar unit dengan metode *Augmented Dickey-Fuller* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Uji ADF Data IHSG

	t-statistic	Probability
Augmented Dickey-Fuller	-1.333162	0.6158
Test critical values: 5% level	-2.864311	

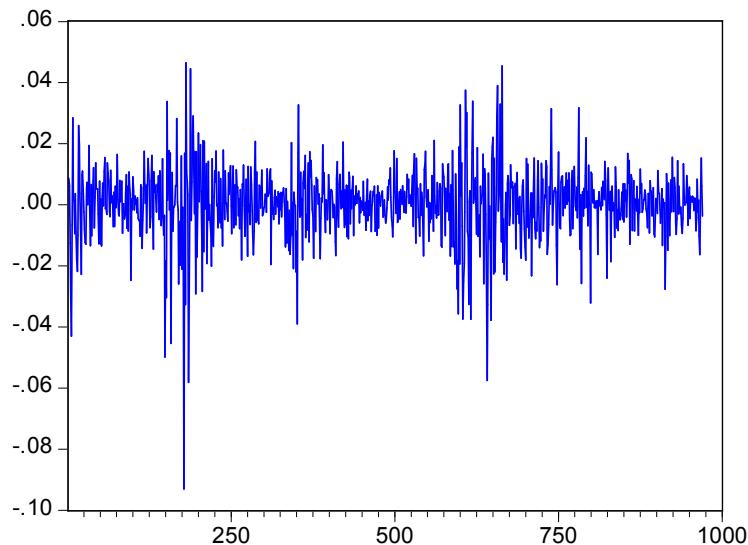
Dari Tabel 4.1 diperoleh nilai probabilitas ADF sebesar 0.6158. Nilai tersebut lebih dari taraf signifikansi sebesar 5%. Karena nilai probabilitas lebih dari 5% maka H_0 diterima yang berarti data IHSG tidak stasioner.

4.1.2 *Differencing* dan Transformasi Log

Karena data IHSG tidak stasioner, maka dilakukan *differencing* orde pertama dan transformasi log dengan persamaan

$$X_t = \log \left(\frac{IHSG_t}{IHSG_{t-1}} \right)$$

dimana X_t merupakan data *return*. *Return* merupakan tingkat pengembalian. Berdasarkan *Lampiran 1*, grafik dari data *return* dari IHSG ditunjukkan oleh Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik data *return* IHSG

Nilai *return* merupakan besar perubahan nilai indeks yang terjadi pada waktu t dengan nilai indeks pada waktu $t - 1$. Data *return* perlu diuji kestasioneran datanya dengan metode *Augmented Dickey-Fuller*.

Berdasarkan *lampiran 1*, hasil uji akar unit dengan metode *Augmented Dickey-Fuller* dari data *return* dapat dilihat pada Tabel 4.2.

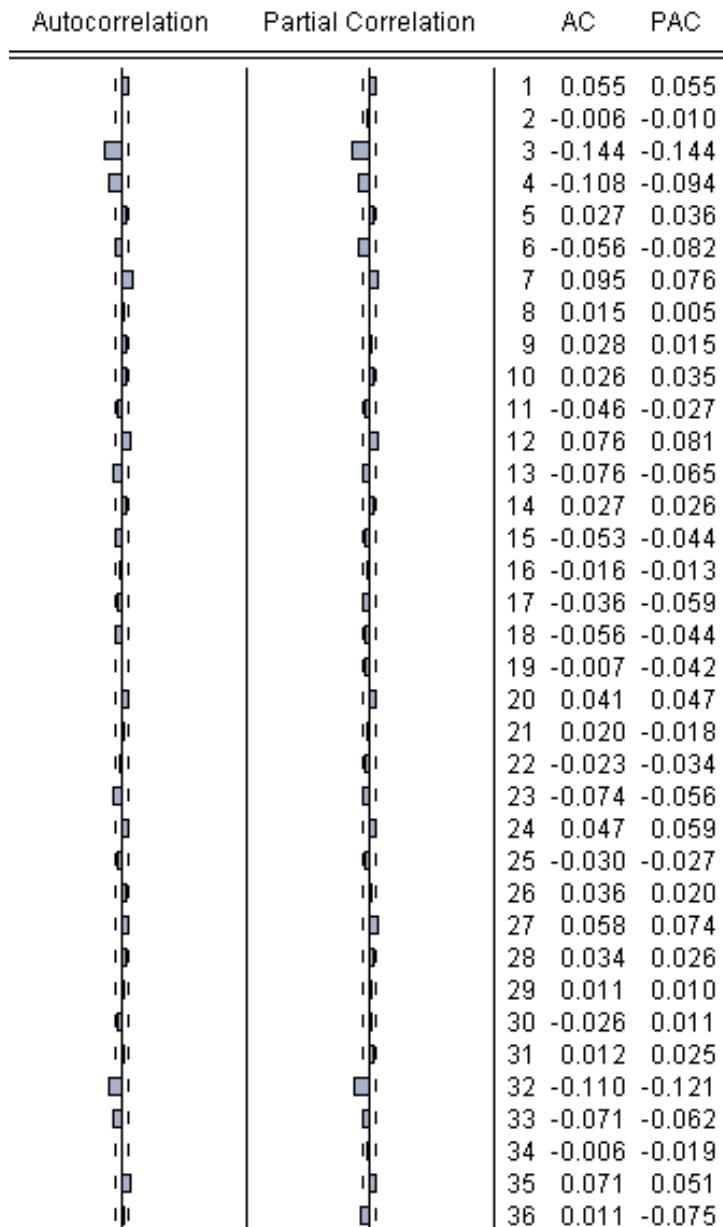
Tabel 4.2 Uji ADF Data *Return*

	t-statistic	Probability
Augmented Dickey-Fuller	-18.78512	0.0000
Test critical values: 5% level	-2.864323	

Dari Tabel 4.2 diperoleh nilai probabilitas ADF sebesar 0.000. Nilai tersebut kurang dari taraf signifikansi sebesar 5%. Karena nilai probabilitas kurang dari 5% maka H_0 ditolak yang berarti data *return* stasioner.

4.1.3 Identifikasi Model Box Jenkins.

Identifikasi model AR dan MA dari suatu *time series* dilakukan dengan melihat *Correlogram* yang merupakan grafik yang menunjukkan nilai *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) pada berbagai lag. Nilai ACF dan PACF hingga lag ke-36 dapat dilihat pada Gambar 4.3. Dari gambar tersebut, terlihat bahwa nilai ACF dan PACF menurun secara bertahap menuju nol setelah lag ke-4. Jadi model ARIMA yang teridentifikasi adalah model ARIMA(4,1,4).

Gambar 4.3 *Correlogram return IHSG*

4.1.4 Estimasi Parameter ARIMA

Setelah identifikasi model, langkah selanjutnya adalah estimasi model ARIMA. Estimasi dari model-model ARIMA dengan variabel *dependent data return* ditunjukkan oleh Tabel 4.3.

4.1.5 Overfitting

Overfitting dilakukan dengan menambahkan parameter modelnya. Hasil *overfitting* dapat dilihat pada Tabel 4.4. Berdasarkan Tabel 4.4, model ARIMA(5,1,5) tidak signifikan. Berarti model ARIMA(2,1,2) sudah fit.

4.1.6 Pemilihan Model ARIMA Terbaik

Dari Tabel 4.3, nilai SIC yang terkecil dengan parameter yang signifikan (nilai P-Value < 5%) adalah model ARIMA(2,1,2) tanpa konstanta. Jadi model terbaik berdasarkan kriteria nilai SIC minimum adalah model ARIMA(2,1,2) tanpa konstanta.

Dari Tabel 4.3 diperoleh persamaan model ARIMA(2,1,2) tanpa konstanta adalah

$$Y_t = 0.574783 Y_{t-1} - 0.846921 Y_{t-2} - 0.522176 e_{t-1} + 0.846449 e_{t-2} + e_t.$$

Keterangan:

Y_t, Y_{t-1} , dan Y_{t-2} = nilai *return* pada waktu $t, t - 1$ dan $t - 2$.

e_t, e_{t-1} , dan e_{t-2} = nilai residual pada waktu $t, t - 1$, dan $t - 2$.

Tabel 4.3 Estimasi Model ARIMA

No.	Model	Parameter	Estimasi Parameter	t-statistic	P-Value	SIC
1	ARI(1,1)	C	0.000319	0.796667	0.4258	-6.032851
		ϕ_1	0.055506	1.728183	0.0843	
2	ARI(1,1) tanpa konstanta	ϕ_1	0.056228	1.751691	0.0801	-6.039298
3	ARI(2,1)	C	0.000313	0.788646	0.4305	
		ϕ_1	0.055696	1.729417	0.0841	-6.025012
		ϕ_2	-0.009529	-0.295932	0.7673	
4	ARI(2,1) tanpa konstanta	ϕ_1	0.056355	1.750822	0.0803	-6.031477
		ϕ_2	-0.008864	-0.275423	0.7830	
5	ARI(3,1)	C	0.000326	0.945213	0.3448	
		ϕ_1	0.054931	1.722699	0.0853	-6.039109
		ϕ_2	-0.000733	-0.022943	0.9817	
		ϕ_3	-0.144031	-4.514485	0.0000	
6	ARI(3,1) tanpa konstanta	ϕ_1	0.055705	1.747655	0.0808	
		ϕ_2	-7.00E-06	-0.000219	0.9998	
		ϕ_3	-0.143272	-4.492392	0.0000	-6.045297
7	ARI(4,1)	C	0.000348	1.111674	0.2666	
		ϕ_1	0.038652	1.206260	0.2280	
		ϕ_2	0.000428	0.013472	0.9893	-6.045504
		ϕ_3	-0.137297	-4.322887	0.0000	
		ϕ_4	-0.094602	-2.952653	0.0032	
8	ARI(4,1) tanpa konstanta	ϕ_1	0.039746	1.240848	0.2150	
		ϕ_2	0.001256	0.039589	0.9684	-6.051343
		ϕ_3	-0.136493	-4.298167	0.0000	
		ϕ_4	-0.093561	-2.92108	0.0036	
9	ARIMA(1,1,1)	C	0.000319	0.796890	0.4257	
		ϕ_1	0.046463	0.086667	0.9310	-6.025751
		θ_1	0.009147	0.017039	0.9864	
10	ARIMA(1,1,1) tanpa konstanta	ϕ_1	0.050282	0.095439	0.9240	-6.032196
		θ_1	0.006015	0.011399	0.9909	
11	ARIMA(1,1,2)	C	0.000324	0.776785	0.4375	
		ϕ_1	-0.378652	-0.746881	0.4553	-6.020369
		θ_1	0.443479	0.876980	0.3807	
		θ_2	0.073722	1.933558	0.0535	

Lanjutan Tabel 4.3

No.	Model	Parameter	Estimasi Parameter	t-statistic	P-Value	SIC
12	ARIMA(1,1,2) tanpa konstanta	ϕ_1	-0.377262	-0.753320	0.4514	
		θ_1	0.442825	0.886547	0.3755	-6.026846
		θ_2	0.074562	1.956547	0.0507	
13	ARIMA(1,1,3)	C	0.000338	1.116038	0.2647	
		ϕ_1	0.360154	2.162313	0.0308	
		θ_1	-0.318488	-1.932478	0.0536	-6.038128
		θ_2	-0.004389	-0.129973	0.8966	
		θ_3	-0.159902	-4.855624	0.0000	
14	ARIMA(1,1,3) tanpa konstanta	ϕ_1	0.346860	2.023349	0.0433	
		θ_1	-0.304135	-1.793363	0.0732	-6.043958
		θ_2	-0.002684	-0.079660	0.9365	
		θ_3	-0.159090	-4.86038	0.0000	
15	ARIMA(1,1,4)	C	0.000326	1.036245	0.3003	
		ϕ_1	-0.576103	-2.834224	0.0047	
		θ_1	0.627308	3.115907	0.0019	-6.038401
		θ_2	0.020734	0.539987	0.5893	
		θ_3	-0.150917	-4.040411	0.0001	
		θ_4	-0.169028	-4.871432	0.0000	
16	ARIMA(1,1,4) tanpa konstanta	ϕ_1	-0.578128	-2.839050	0.0046	
		θ_1	0.630635	3.126215	0.0018	
		θ_2	0.023184	0.601720	0.5475	-6.044395
		θ_3	-0.148601	-3.972710	0.0001	
		θ_4	-0.167815	-4.852188	0.0000	
17	ARIMA(2,1,1)	C	0.000314	0.769974	0.4415	
		ϕ_1	-0.365401	-0.459571	0.6459	-6.018747
		ϕ_2	0.046784	0.989905	0.3225	
		θ_1	0.419691	0.527248	0.5981	
18	ARIMA(2,1,1) tanpa konstanta	ϕ_1	-0.363144	-0.463499	0.6431	
		ϕ_2	0.047393	1.003951	0.3157	-6.025241
		θ_1	0.418102	0.533012	0.5941	

Lanjutan Tabel 4.3

No.	Model	Parameter	Estimasi Parameter	t-statistic	P-Value	SIC
19	ARIMA(2,1,2)	C	0.000321	0.824654	0.4098	
		ϕ_1	0.575041	8.933866	0.0000	
		ϕ_2	-0.847465	-15.25702	0.0000	-6.039064
		θ_1	-0.522636	-7.926651	0.0000	
		θ_2	0.846888	14.94751	0.0000	
20	ARIMA(2,1,2) tanpa konstanta	ϕ_1	0.574783	8.923724	0.0000	
		ϕ_2	-0.846921	-15.23842	0.0000	-6.045466
		θ_1	-0.522176	-7.917476	0.0000	
		θ_2	0.846449	14.93553	0.0000	
21	ARIMA(2,1,3)	C	0.000355	1.109213	0.2676	
		ϕ_1	1.269105	12.08857	0.0000	
		ϕ_2	-0.712463	-7.861392	0.0000	-6.041325
		θ_1	-1.240815	-11.35972	0.0000	
		θ_2	0.635602	6.165513	0.0000	
		θ_3	-0.014181	-0.370539	0.7111	
22	ARIMA(2,1,3) tanpa konstanta	ϕ_1	1.268663	12.11586	0.0000	
		ϕ_2	-0.714848	-7.904228	0.0000	
		θ_1	-1.239103	-11.37181	0.0000	-6.047161
		θ_2	0.637348	6.199993	0.0000	
		θ_3	-0.013294	-0.348045	0.7279	
23	ARIMA(2,1,4)	C	0.000325	1.032007	0.3023	
		ϕ_1	-0.582830	-2.836170	0.0047	
		ϕ_2	-0.008926	-0.047273	0.9623	
		θ_1	0.633588	3.122061	0.0018	-6.03028
		θ_2	0.029166	0.154733	0.8771	
		θ_3	-0.151484	-3.944913	0.0001	
		θ_4	-0.170182	-4.871863	0.0000	
24	ARIMA(2,1,4) tanpa konstanta	ϕ_1	-0.599552	-2.930289	0.0035	
		ϕ_2	-0.023166	-0.122408	0.9026	
		θ_1	0.651420	3.224060	0.0013	-6.036293
		θ_2	0.046147	0.243558	0.8076	
		θ_3	-0.148564	-3.820890	0.0001	
		θ_4	-0.169146	-4.871966	0.0000	

Lanjutan Tabel 4.3

No.	Model	Parameter	Estimasi Parameter	t-statistic	P-Value	SIC
25	ARIMA(3,1,1)	C	0.000370	1.250546	0.2114	
		ϕ_1	0.567688	4.743335	0.0000	
		ϕ_2	-0.02869	-0.767134	0.4432	-6.045579
		ϕ_3	-0.131147	-3.824472	0.0001	
		θ_1	-0.531781	-4.452001	0.0000	
26	ARIMA(3,1,1) tanpa konstanta	ϕ_1	0.559429	4.556810	0.0000	
		ϕ_2	-0.027744	-0.743722	0.4572	-6.051084
		ϕ_3	-0.131493	-3.840236	0.0001	
		θ_1	-0.521848	-4.254225	0.0000	
27	ARIMA(3,1,2)	C	0.000365	1.157924	0.2472	
		ϕ_1	1.014346	6.373352	0.0000	
		ϕ_2	-0.517279	-3.446208	0.0006	-6.044933
		ϕ_3	-0.060228	-1.440616	0.1500	
		θ_1	-0.986429	-6.230087	0.0000	
		θ_2	0.463038	3.338264	0.0009	
28	ARIMA(3,1,2) tanpa konstanta	ϕ_1	1.015453	6.403727	0.0000	
		ϕ_2	-0.522940	-3.492156	0.0005	
		ϕ_3	-0.059028	-1.414072	0.1577	-6.050661
		θ_1	-0.986191	-6.253527	0.0000	
		θ_2	0.468338	3.387579	0.0007	
29	ARIMA(3,1,3)	C	0.000373	1.19424	0.2327	
		ϕ_1	1.219351	3.609459	0.0003	
		ϕ_2	-0.810105	-1.899098	0.0579	
		ϕ_3	0.138154	0.534448	0.5932	-6.038217
		θ_1	-1.185420	-3.510226	0.0005	
		θ_2	0.738667	1.784014	0.0747	
		θ_3	-0.173819	-0.753115	0.4516	
30	ARIMA(3,1,3) tanpa konstanta	ϕ_1	1.203805	3.455761	0.0006	
		ϕ_2	-0.790186	-1.797761	0.0725	
		ϕ_3	0.120773	0.449900	0.6529	-6.043862
		θ_1	-1.168929	-3.356206	0.0008	
		θ_2	0.719418	1.687553	0.0918	
		θ_3	-0.156917	-0.654087	0.5132	

Lanjutan Tabel 4.3

No.	Model	Parameter	Estimasi Parameter	t-statistic	P-Value	SIC
31	ARIMA(3,1,4)	C	0.000374	1.145737	0.2522	
		ϕ_1	1.165202	3.414668	0.0007	
		ϕ_2	-0.652716	-1.613478	0.1070	
		ϕ_3	0.041437	0.169373	0.8655	
		θ_1	-1.135008	-3.321960	0.0009	-6.033181
		θ_2	0.612329	1.552736	0.1208	
		θ_3	-0.142938	-0.626265	0.5313	
		θ_4	0.056192	1.359097	0.1744	
32	ARIMA(3,1,4) tanpa konstanta	ϕ_1	1.146313	3.298012	0.0010	
		ϕ_2	-0.625869	-1.522659	0.1282	
		ϕ_3	0.021158	0.084556	0.9326	
		θ_1	-1.114753	-3.204052	0.0014	-6.03894
		θ_2	0.586677	1.465555	0.1431	
		θ_3	-0.124978	-0.534991	0.5928	
		θ_4	0.057639	1.388871	0.1652	
33	ARIMA(4,1,1)	C	0.000380	1.265036	0.2062	
		ϕ_1	0.447996	2.334905	0.0198	
		ϕ_2	-0.021908	-0.601091	0.5479	
		ϕ_3	-0.137468	-3.928776	0.0001	-6.043125
		ϕ_4	-0.014109	-0.302140	0.7626	
		θ_1	-0.415762	-2.173168	0.0300	
34	ARIMA(4,1,1) tanpa konstanta	ϕ_1	0.439365	2.232565	0.0258	
		ϕ_2	-0.020833	-0.571517	0.5678	
		ϕ_3	-0.136957	-3.928349	0.0001	-6.048591
		ϕ_4	-0.015022	-0.319476	0.7494	
		θ_1	-0.405529	-2.065611	0.0391	
35	ARIMA(4,1,2)	C	0.000379	1.185404	0.2362	
		ϕ_1	0.779101	2.714588	0.0068	
		ϕ_2	-0.349235	-1.876747	0.0609	
		ϕ_3	-0.116259	-2.678095	0.0075	
		ϕ_4	0.019049	0.358363	0.7202	
		θ_1	-0.750419	-2.614414	0.0091	
		θ_2	0.323761	1.834613	0.0669	

Lanjutan Tabel 4.3

No.	Model	Parameter	Estimasi Parameter	t-statistic	P-Value	SIC
36	ARIMA(4,1,2) tanpa konstanta	ϕ_1	0.779964	2.724542	0.0066	-6.04664
		ϕ_2	-0.354750	-1.913644	0.0560	
		ϕ_3	-0.115269	-2.653792	0.0081	
		ϕ_4	0.019446	0.366604	0.7140	
		θ_1	-0.749846	-2.619375	0.0089	
		θ_2	0.329573	1.877979	0.0607	
37	ARIMA(4,1,3)	C	0.000385	1.217559	0.2237	-6.034269
		ϕ_1	0.829094	2.403960	0.0164	
		ϕ_2	-0.492096	-1.548414	0.1219	
		ϕ_3	0.021998	0.108462	0.9137	
		ϕ_4	0.011481	0.223876	0.8229	
		θ_1	-0.799613	-2.312689	0.0210	
		θ_2	0.463291	1.513002	0.1306	
		θ_3	-0.130039	-0.703332	0.4820	
38	ARIMA(4,1,3) tanpa konstanta	ϕ_1	0.821630	2.327059	0.0202	-6.039856
		ϕ_2	-0.482080	-1.489263	0.1367	
		ϕ_3	0.009202	0.044395	0.9646	
		ϕ_4	0.012303	0.238355	0.8117	
		θ_1	-0.790708	-2.233911	0.0257	
		θ_2	0.454116	1.457128	0.1454	
		θ_3	-0.117236	-0.618877	0.5361	
		C	0.000360	1.102288	0.2706	
39	ARIMA(4,1,4)	ϕ_1	0.545092	4.665162	0.0000	-6.034347
		ϕ_2	-0.657327	-8.501814	0.0000	
		ϕ_3	0.619297	8.353695	0.0000	
		ϕ_4	-0.630443	-7.143799	0.0000	
		θ_1	-0.506596	-4.084977	0.0000	
		θ_2	0.624184	8.689367	0.0000	
		θ_3	-0.715298	-10.11690	0.0000	
		θ_4	0.588539	5.723170	0.0000	

Lanjutan Tabel 4.3

No.	Model	Parameter	Estimasi Parameter	t-statistic	P-Value	SIC
40	ARIMA(4,1,4) tanpa konstanta	ϕ_1	-0.528240	-5.096121	0.0000	-6.050529
		ϕ_2	0.402069	3.352942	0.0008	
		ϕ_3	0.001199	0.009871	0.9921	
		ϕ_4	-0.574368	-5.678448	0.0000	
		θ_1	0.564826	4.835221	0.0000	
		θ_2	-0.393345	-2.975733	0.0030	
		θ_3	-0.133986	-0.993552	0.3207	
		θ_4	0.399719	3.513926	0.0005	
41	IMA(1,1)	C	0.000329	0.824018	0.4101	-6.033379
		θ_1	0.055194	1.718828	0.0860	
42	MA(1) tanpa konstanta	θ_1	0.055831	1.739661	0.0822	-6.039774
43	IMA(1,2)	C	0.000329	0.811809	0.4171	-6.026388
		θ_1	0.058918	1.831219	0.0674	
		θ_2	0.012274	0.381475	0.7029	
44	IMA(1,2) tanpa konstanta	θ_1	0.059887	1.862324	0.0629	-6.032803
		θ_2	0.013416	0.417165	0.6766	
45	IMA(1,3)	C	0.000328	0.995235	0.3199	-6.041198
		θ_1	0.029684	0.934252	0.3504	
		θ_2	0.011045	0.347479	0.7283	
		θ_3	-0.160485	-5.048044	0.0000	
46	IMA(1,3) tanpa konstanta	θ_1	0.031072	0.978209	0.3282	-6.047274
		θ_2	0.012399	0.390175	0.6965	
		θ_3	-0.159034	-5.003607	0.0000	
47	IMA(1,4)	C	0.000331	1.082018	0.2795	-6.041096
		θ_1	0.049735	1.549949	0.1215	
		θ_2	0.000968	0.030449	0.9757	
		θ_3	-0.145155	-4.564571	0.0000	
		θ_4	-0.087060	-2.711820	0.0068	
48	IMA(1,4) tanpa konstanta	θ_1	0.050971	1.589148	0.1124	-6.046987
		θ_2	0.002585	0.081348	0.9352	
		θ_3	-0.143757	-4.521020	0.0000	
		θ_4	-0.085783	-2.672992	0.0076	

Tabel 4.4 Overfitting

No.	Model	Parameter	Estimasi Parameter	t-statistic	P-Value	SIC
1	ARIMA(5,1,5)	C	0.000386	1.241225	0.2148	
		ϕ_1	-1.719781	-12.92077	0.0000	
		ϕ_2	-0.559285	-1.978018	0.0482	
		ϕ_3	0.229808	0.793544	0.4277	
		ϕ_4	-0.322584	-1.157923	0.2472	
		ϕ_5	-0.371655	-2.881436	0.0040	-6.043708
		θ_1	1.772493	12.51911	0.0000	
		θ_2	0.639735	2.142052	0.0324	
		θ_3	-0.358746	-1.170763	0.2420	
		θ_4	-0.041476	-0.140940	0.8879	
		θ_5	0.158395	1.162974	0.2451	
2	ARIMA(5,1,5) tanpa konstanta	ϕ_1	-1.720966	-12.91494	0.0000	
		ϕ_2	-0.564464	-1.984451	0.0475	
		ϕ_3	0.220108	0.749371	0.4538	
		ϕ_4	-0.331814	-1.182357	0.2374	
		ϕ_5	-0.375205	-2.902778	0.0038	-6.049229
		θ_1	1.774882	12.51294	0.0000	
		θ_2	0.648510	2.155401	0.0314	
		θ_3	-0.344299	-1.105394	0.2693	
		θ_4	-0.028758	-0.096877	0.9228	
		θ_5	0.163111	1.194162	0.2327	

4.1.7 Uji Pengaruh ARCH

Ide pokok uji ini adalah bahwa variansi residual model ARIMA(2,1,2) bukan hanya fungsi dari variabel independen tetapi tergantung pada residual kuadrat pada periode sebelumnya. Pengujian dilakukan untuk lag pertama yaitu $\alpha_1 = 0$ dalam regresi linier

$$e_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 e_{t-1}^2 + w_t$$

dengan e_t adalah residual dari persamaan ARIMA(2,1,2), w_t adalah *error*.

Hipotesis:

$H_0: \alpha_1 = 0$ (tidak terdapat efek ARCH).

$H_1: \alpha_1 \neq 0$ (terdapat efek ARCH).

Hasil uji ARCH-*Lagrange Multiplier* dapat dilihat pada Tabel 4.5. Berdasarkan tabel tersebut, diperoleh nilai *probability* kurang dari taraf signifikan 5%. Jadi H_0 ditolak yang berarti terdapat efek ARCH.

Tabel 4.5 Uji ARCH-*Lagrange Multiplier*

F-statistic	10.96666
Probability	0.0010

4.1.8 Pendugaan Parameter GARCH

Untuk mengatasi pengaruh ARCH, dilakukan dengan memodelkan data *return* dalam fungsi rataan dan fungsi ragam. Model ragam pertama yang akan digunakan adalah model GARCH. Pendugaan parameter dari GARCH dilakukan dengan metode *Maximum Log Likelihood*. Hasil dari pendugaan parameter GARCH dengan variabel *dependent* data *return* ditunjukkan oleh Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Pendugaan parameter GARCH

No.	Model	Parameter	Estimasi Parameter	z-statistic	P-Value	SIC
1	GARCH(1,1)	ϕ_1	1.276491	10.54417	0.0000	
		ϕ_2	-0.687206	-6.442114	0.0000	
		θ_1	-1.270001	-9.660915	0.0000	
		θ_2	0.615335	5.176004	0.0000	-6.298103
		ω	2.95E-06	3.484257	0.0005	
		α_1	0.117327	4.977334	0.0000	
		β_1	0.863579	35.18836	0.0000	
2	GARCH(1,2)	ϕ_1	1.287572	11.47496	0.0000	
		ϕ_2	-0.703672	-7.250774	0.0000	
		θ_1	-1.277843	-10.53766	0.0000	
		θ_2	0.628851	5.802166	0.0000	-6.294457
		ω	1.86E-06	2.836670	0.0046	
		α_1	0.069066	3.402901	0.0007	
		β_1	1.445649	8.849814	0.0000	
3	GARCH(1,3)	ϕ_1	1.259363	10.86517	0.0000	
		ϕ_2	-0.699286	-6.854414	0.0000	
		θ_1	-1.250693	-10.05836	0.0000	
		θ_2	0.625695	5.538333	0.0000	
		ω	8.09E-07	3.311300	0.0009	-6.291446
		α_1	0.026889	3.621987	0.0003	
		β_1	2.349934	18.38105	0.0000	
		β_2	-1.962277	-8.958826	0.0000	
		β_3	0.580328	5.836394	0.0000	

Lanjutan Tabel 4.5

No.	Model	Parameter	Estimasi Parameter	z-statistic	P-Value	SIC
4	GARCH(2,1)	ϕ_1	1.265749	10.62993	0.0000	-6.292991
		ϕ_2	-0.690719	-6.550938	0.0000	
		θ_1	-1.253359	-9.701267	0.0000	
		θ_2	0.614483	5.217084	0.0000	
		ω	3.16E-06	3.557362	0.0004	
		α_1	0.065546	1.874741	0.0608	
		α_2	0.060790	1.728051	0.0840	
		β_1	0.853260	33.28463	0.0000	
5	GARCH(2,2)	ϕ_1	1.290974	11.73256	0.0000	-6.287728
		ϕ_2	-0.708788	-7.433179	0.0000	
		θ_1	-1.279809	-10.73981	0.0000	
		θ_2	0.633681	5.937541	0.0000	
		ω	2.22E-06	2.007125	0.0447	
		α_1	0.056703	1.695577	0.0900	
		α_2	0.024316	0.421384	0.6735	
		β_1	1.373672	4.678590	0.0000	
6	GARCH(2,3)	ϕ_1	1.272945	10.69278	0.0000	-6.279791
		ϕ_2	-0.686257	-6.597578	0.0000	
		θ_1	-1.266079	-9.855146	0.0000	
		θ_2	0.614614	5.302535	0.0000	
		ω	1.93E-06	0.302921	0.7620	
		α_1	0.071363	2.110677	0.0348	
		α_2	-0.004106	-0.017838	0.9858	
		β_1	1.553516	0.564529	0.5724	
		β_2	-0.769672	-0.211980	0.8321	
		β_3	0.135690	0.117869	0.9062	

Lanjutan Tabel 4.5

No.	Model	Parameter	Estimasi Parameter	z-statistic	P-Value	SIC
7	GARCH(3,1)	ϕ_1	1.280397	11.26425	0.0000	
		ϕ_2	-0.692052	-6.886849	0.0000	
		θ_1	-1.262797	-10.18555	0.0000	
		θ_2	0.607523	5.379060	0.0000	
		ω	4.78E-06	3.171492	0.0015	-6.290016
		α_1	0.068875	1.974412	0.0483	
		α_2	0.016306	0.403257	0.6868	
		α_3	0.089240	2.354038	0.0186	
		β_1	0.796251	20.82945	0.0000	
8	GARCH(3,2)	ϕ_1	1.282636	11.38872	0.0000	
		ϕ_2	-0.691570	-6.960399	0.0000	
		θ_1	-1.262928	-10.20903	0.0000	
		θ_2	0.603591	5.386274	0.0000	
		ω	4.81E-06	1.978542	0.0479	
		α_1	0.071126	2.031756	0.0422	-6.282936
		α_2	0.012594	0.227679	0.8199	
		α_3	0.094097	2.097697	0.0359	
		β_1	0.790832	1.924871	0.0542	
9	GARCH(3,3)	ϕ_1	1.287328	11.03085	0.0000	
		ϕ_2	-0.682649	-6.442373	0.0000	
		θ_1	-1.278511	-9.927434	0.0000	
		θ_2	0.610421	5.102933	0.0000	
		ω	6.93E-06	3.368915	0.0008	
		α_1	0.085786	2.816126	0.0049	-6.289627
		α_2	0.022221	0.975041	0.3295	
		α_3	0.191681	7.606868	0.0000	
		β_1	0.525531	9.231406	0.0000	
		β_2	-0.545220	-9.833456	0.0000	
		β_3	0.682559	13.24283	0.0000	

4.1.9 Pemilihan Model GARCH Terbaik

Dari Tabel 4.5, model GARCH dengan parameter yang signifikan (Nilai P-Value < 5%) adalah model ARIMA(2,1,2)-GARCH(1,1), ARIMA(2,1,2)-GARCH(1,2), dan ARIMA(2,1,2)-GARCH(1,3). Tabel 4.5 menunjukkan bahwa nilai SIC yang terkecil dari ketiga model tersebut adalah model ARIMA(2,1,2)-GARCH(1,1). Jadi model terbaik berdasarkan kriteria nilai SIC minimum adalah model ARIMA(2,1,2)-GARCH(1,1)

Dari Tabel 4.5 diperoleh persamaan model ARIMA(2,1,2)-GARCH(1,1) adalah

$$Y_t = 1.276491 Y_{t-1} - 0.687206 Y_{t-2} - 1.270001 e_{t-1} + 0.615335 e_{t-2} + e_t$$

dan

$$\sigma_t^2 = 2.95E-06 + 0.117327 u_{t-1}^2 + 0.863579 \sigma_{t-1}^2.$$

Keterangan:

Y_t, Y_{t-1} , dan Y_{t-2} = nilai *return* pada waktu $t, t-1$ dan $t-2$.

e_t, e_{t-1} , dan e_{t-2} = nilai residual pada waktu $t, t-1$, dan $t-2$.

u_{t-1}^2 = residual kuadrat pada waktu $t-1$.

σ_{t-1}^2 = varian residual pada waktu $t-1$.

4.1.10 Uji Pengaruh ARCH pada model GARCH

Pengujian efek ARCH dilakukan dengan uji ARCH-*Lagrange Multiplier* (ARCH-LM). Berdasarkan model ARIMA(2,1,2)-GARCH(1,1), hasil uji ARCH-*Lagrange Multiplier* dapat dilihat pada Tabel 4.7. Berdasarkan tabel tersebut, diperoleh nilai *probability* lebih dari taraf signifikan 5%. Jadi H_0 diterima yang berarti tidak terdapat efek ARCH.

Tabel 4.7 Uji ARCH-*Lagrange Multiplier*

F-statistic	0.643062
Probability	0.4228

4.1.11 Uji Asimetris

Untuk memeriksa keberadaan pengaruh *leverage effect* (efek asimetris) dilakukan dengan cara data runtun waktu yang telah dimodelkan ke dalam model GARCH diuji ada tidaknya efek asimetris pada data dengan melihat korelasi antara u_t^2 (residual kuadrat) dengan u_t (lag residual) dengan menggunakan korelasi silang. Adanya asimetris ditandai dengan korelasi yang tidak sama dengan nol.

Berdasarkan model ARIMA(2,1,2)-GARCH(1,1), korelasi silang dari u_t^2 (residual kuadrat) dengan u_t (lag residual) dapat dilihat pada Gambar 4.4. Keberadaan asimetris ditunjukkan oleh nilai korelasi yang tidak sama dengan nol.

RESIDKUADRAT,RESID(-i)	RESIDKUADRAT,RESID(+i)	i	lag	lead
		0	-0.3750	-0.3750
		1	-0.0981	-0.0094
		2	-0.1259	-0.0870
		3	-0.1085	0.1069
		4	0.0615	-0.0355
		5	-0.0938	-0.0313
		6	-0.0740	-0.0250
		7	-0.0530	-0.0772
		8	-0.0734	-0.0218
		9	-0.0390	0.0223
		10	-0.0725	0.0758
		11	-0.0025	-0.0119
		12	-0.0310	0.0324
		13	-0.0415	0.0532
		14	-0.0446	0.0659
		15	-0.0149	0.0951
		16	-0.0238	0.0559
		17	-0.0817	0.0495
		18	0.0140	-0.0345
		19	-0.0086	0.0752
		20	-0.1309	-0.0531
		21	0.0239	-0.0250
		22	-0.0212	0.0727
		23	0.0051	0.0363
		24	-0.0451	-0.0179
		25	-0.0445	-0.0007
		26	0.0591	-0.0309
		27	-0.1068	-0.0410
		28	-0.0459	-0.1240
		29	-0.1005	-0.0290
		30	-0.0325	-0.0048
		31	-0.0520	-0.0103
		32	0.0064	0.0122
		33	0.0574	0.0153
		34	-0.0452	0.0052
		35	-0.0357	-0.0739
		36	-0.0273	-0.0180

Gambar 4.4 Uji Asimetris

4.1.12 Pendugaan Parameter TGARCH dan EGARCH

Karena terdapat pengaruh asimetris, digunakan model TGARCH dan EGARCH untuk mengatasi permasalahan tersebut. Hasil dari pendugaan parameter GARCH dengan variabel *dependent data return* ditunjukkan oleh Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Pendugaan Parameter TGARCH dan EGARCH

No.	Model	Parameter	Estimasi Parameter	z-statistic	P-Value	SIC
1	TGARCH(1,1)	ϕ_1	1.278069	10.03928	0.0000	-6.299978
		ϕ_2	-0.685617	-6.051619	0.0000	
		θ_1	-1.271367	-9.189832	0.0000	
		θ_2	0.620119	4.882385	0.0000	
		ω	3.30E-06	3.580377	0.0003	
		α_1	0.051491	2.547813	0.0108	
		γ_1	0.085750	3.668730	0.0002	
		β_1	0.879564	38.68194	0.0000	
2	EGARCH(1,1)	ϕ_1	0.610099	8.524006	0.0000	-6.296626
		ϕ_2	-0.867428	-13.30597	0.0000	
		θ_1	-0.581025	-7.100003	0.0000	
		θ_2	0.838409	11.44113	0.0000	
		ω	-0.398007	-4.988481	0.0000	
		β_1	0.186714	5.813629	0.0000	
		γ_1	-0.080608	-5.127072	0.0000	
		α_1	0.971923	133.0993	0.0000	

4.1.13 Pemilihan model yang terbaik

Nilai SIC dari model TGARCH dan EGARCH ditunjukkan oleh Tabel 4.7.

Dari Tabel 4.7, model dengan SIC terkecil adalah model ARIMA(2,1,2)-TGARCH(1,1). Jadi model terbaik berdasarkan kriteria nilai SIC minimum adalah ARIMA(2,1,2)-TGARCH(1,1).

Dari Tabel 4.7 diperoleh persamaan model ARIMA(2,1,2)-TGARCH(1,1) adalah

$$Y_t = 1.278069Y_{t-1} - 0.685617Y_{t-2} - 1.271367e_{t-1} + 0.620119 e_{t-2} + e_t$$

dan

$$\sigma_t^2 = 3.30E - 06 + 0.051491 u_{t-1}^2 + 0.085750u_{t-1}^2 I_{t-1} + 0.879564\sigma_{t-1}^2.$$

Keterangan:

Y_t, Y_{t-1} , dan Y_{t-2} = nilai *return* pada waktu $t, t - 1$ dan $t - 2$.

e_t, e_{t-1} , dan e_{t-2} = nilai residual pada waktu $t, t - 1$, dan $t - 2$.

u_{t-1} = residual pada waktu $t - 1$.

σ_{t-1}^2 = varian residual pada waktu $t - 1$.

4.1.14 Akurasi Peramalan

Pada analisis data ini, digunakan *Mean Absolute Prediction Error* (MAPE) dalam mengukur akurasi peramalan. Nilai MAPE untuk model ARIMA(2,1,2)-TGARCH(1,1) dan ARIMA(2,1,2)-EGARCH(1,1) dapat dilihat di Tabel 4.9. Dari tabel tersebut, diketahui bahwa nilai MAPE untuk model ARIMA(2,1,2)-TGARCH(1,1) lebih kecil dari nilai MAPE model ARIMA(2,1,2)-EGARCH(1,1). Jadi model ARIMA(2,1,2)-TGARCH(1,1) memiliki kemampuan yang lebih tinggi dibandingkan dengan ARIMA(2,1,2)-EGARCH(1,1) dalam memproyeksikan data aktual.

Tabel 4.9 Nilai MAPE

Model	MAPE
ARIMA(2,1,2)-TGARCH(1,1)	189.9648
ARIMA(2,1,2)-EGARCH(1,1)	218.9022

4.1.15 Peramalan Data IHSG

Dalam penelitian ini, data IHSG berdasarkan *lampiran 1* akan diramalkan untuk 50 hari ke depan. Peramalan data IHSG untuk 50 hari ke depan dapat dilihat di Tabel 4.10.

Tabel 4.10 *Forecast of IHSG*

No.	Hari ke-	<i>Forecast of IHSG</i>	No.	Hari ke-	<i>Forecast of IHSG</i>
1	971	5120.30	26	996	5112.88
2	972	5113.50	27	997	5112.90
3	973	5108.57	28	998	5112.87
4	974	5106.92	29	999	5112.83
5	975	5108.19	30	1000	5112.80
6	976	5110.95	31	1001	5112.78
7	977	5113.60	32	1002	5112.79
8	978	5115.10	33	1003	5112.80
9	979	5115.20	34	1004	5112.82
10	980	5114.29	35	1005	5112.83
11	981	5113.07	36	1006	5112.83
12	982	5112.13	37	1007	5112.83
13	983	5111.76	38	1008	5112.82
14	984	5111.94	39	1009	5112.81
15	985	5112.42	40	1010	5112.81
16	986	5112.91	41	1011	5112.81
17	987	5113.21	42	1012	5112.81
18	988	5113.25	43	1013	5112.82
19	989	5113.11	44	1014	5112.82
20	990	5112.89	45	1015	5112.82
21	991	5112.71	46	1016	5112.82
22	992	5112.63	47	1017	5112.82
23	993	5112.65	48	1018	5112.82
24	994	5112.74	49	1019	5112.82
25	995	5112.82	50	1020	5112.82

4.2 Pembahasan

Grafik dari nilai penutupan IHSG dari tanggal 3 Januari 2011 sampai 22 Desember 2014 pada Gambar 4.1 menunjukkan data berfluktuasi secara cepat dari waktu ke waktu. Dari gambar tersebut terlihat bahwa adanya siklus indeks yang berangsur naik yang puncaknya pada periode 8 September 2014. Pola trend naik ini diikuti dengan trend turun sampai periode 16 September 2014. Kemudian terdapat lagi trend naik sampai periode 25 September 2014. Hal ini merupakan pengelompokan volatilitas (*volatility clustering*) dalam data yakni volatilitas bernilai besar selama periode waktu tertentu dan bernilai kecil untuk selama periode waktu yang lain.

Dalam bidang finansial dikenal nilai *return* sebagai besarnya nilai pengembalian yang akan diperoleh sebagai hasil investasi. Grafik dari data *return* dapat dilihat pada Gambar 4.2. Nilai *return* pada analisis ini adalah hasil *differencing* orde pertama dan transformasi log dari data nilai IHSG. Besarnya *return* merupakan besar perubahan nilai indeks yang terjadi pada waktu ke t dengan nilai indeks pada waktu ke $t - 1$. Nilai *return* yang positif memberikan arti bahwa tingkat pengembalian mengalami peningkatan sedangkan nilai *return* yang negatif artinya tingkat pengembalian mengalami penurunan.

Uji pengaruh ARCH (Tabel 4.4) menunjukkan bahwa terdapat pengaruh ARCH pada data IHSG yang berarti data IHSG bersifat sangat acak (random) dan memiliki volatilitas yang tinggi atau varian *error* tidak konstan (heteroskedastisitas).

Oleh sebab itu, dibutuhkan model yang dapat digunakan untuk menguji efisiensi pasar modal dengan kondisi heteroskedastisitas yaitu model GARCH (*Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*).

Dari Tabel 4.5 diperoleh model GARCH terbaik adalah model ARIMA(2,1,2)-GARCH(1,1) dengan persamaan

$$Y_t = 1.276491 Y_{t-1} - 0.687206 Y_{t-2} - 1.270001 e_{t-1} + 0.615335 e_{t-2} + e_t$$

dan

$$\sigma_t^2 = 2.95E - 06 + 0.117327 u_{t-1}^2 + 0.863579 \sigma_{t-1}^2.$$

Nilai *return* IHSG pada waktu t dipengaruhi oleh nilai *return* IHSG pada waktu $t - 1$ dan $t - 2$. Selain itu, nilai *return* IHSG dipengaruhi oleh nilai residual pada waktu $t - 1$ dan $t - 2$. Nilai varian residual pada waktu t dipengaruhi oleh residual kuadrat pada waktu $t - 1$ dan varian residual pada waktu $t - 1$.

Pada uji asimetris (Gambar 4.6), data menunjukkan adanya pengaruh keasimetrikan yaitu adanya perbedaan besarnya perubahan pada volatilitas ketika terjadi pergerakan nilai *return*. Volatilitas cenderung menurun ketika *return* naik dan volatilitas meningkat ketika *return* lemah. Pengaruh keasimetrikan ini terjadi akibat adanya volatilitas yang sangat besar pada pasar saham dan resiko yang besar dalam memegang suatu aset.

Dari Tabel 4.7 diperoleh model GARCH asimetris terbaik adalah model ARIMA(2,1,2)-TGARCH(1,1) dengan persamaan

$$Y_t = 1.278069Y_{t-1} - 0.685617Y_{t-2} - 1.271367e_{t-1} + 0.620119 e_{t-2} + e_t$$

dan

$$\sigma_t^2 = 3.30E - 06 + 0.051491 u_{t-1}^2 + 0.085750u_{t-1}^2 I_{t-1} + 0.879564\sigma_{t-1}^2.$$

Nilai *return* IHSG pada waktu t dipengaruhi oleh nilai *return* IHSG pada waktu $t - 1$ dan $t - 2$. Selain itu, nilai *return* IHSG dipengaruhi oleh nilai residual pada waktu $t - 1$ dan $t - 2$. Nilai varian residual pada waktu t dipengaruhi oleh nilai residual kuadrat pada waktu $t - 1$ dan varian residual kuadrat pada waktu $t - 1$.

Hasil peramalan ditunjukkan oleh Tabel 4.10. Model yang diperoleh relatif mampu untuk meramalkan hingga 42 hari berikutnya yang ditandai dengan nilai peramalan yang konstan untuk hari ke-43 sampai dengan hari ke-50. Hal tersebut terjadi karena nilai IHSG yang mengalami perubahan yang sangat cepat sehingga suatu model relatif dapat meramalkan IHSG dalam jangka waktu pendek.

Banyak faktor yang mempengaruhi perubahan IHSG, misalnya pelambatan pertumbuhan ekonomi Tiongkok yang menyebabkan IHSG menipis empat poin pada 15 April 2015. Nilai tukar rupiah terhadap dolar AS ditutup menguat ke posisi Rp 12.915 per dolar AS dibandingkan dengan penutupan perdagangan Selasa di Rp 12.980 per dolar AS. Mengawali perdagangan, indeks naik tipis 7,12 poin (0,13%) ke level 5.426,23.

Hasil peramalan data IHSG pada Tabel 4.10 menunjukkan pada hari ke-971 sampai hari ke-974, hari ke-980 sampai hari ke-983, hari ke-989 sampai hari ke-992, hari ke-998 sampai hari ke-1001 dan hari ke-1008, nilai IHSG mengalami penurunan yang memberikan arti bahwa tingkat pengembalian selama periode tersebut mengalami penurunan sedangkan untuk hari ke-975 sampai hari ke-979, hari ke-984 sampai hari ke-988, hari ke-993 sampai hari ke-997, dan hari ke-1002 sampai hari ke-1005 nilai IHSG mengalami peningkatan memberikan arti bahwa tingkat pengembalian selama periode tersebut mengalami peningkatan.

Investor lebih baik tidak melakukan investasi pada hari ke-971 sampai hari ke-974, hari ke-980 sampai hari ke-983, hari ke-989 sampai hari ke-992, hari ke-998 sampai hari ke-1001 dan hari ke-1008 untuk meminimalkan resiko. Investor lebih baik melakukan investasi pada hari ke-975 sampai hari ke-979, hari ke-984 sampai hari ke-988, hari ke-993 sampai hari ke-997, dan hari ke-1002 sampai hari ke-1005 karena tingkat pengembalian pada hari-hari tersebut mengalami peningkatan.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Simpulan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Model terbaik di antara model Threshold GARCH dan model Exponential GARCH dalam meramalkan nilai Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) di Bursa Efek Indonesia adalah model Threshold GARCH.
2. Hasil peramalan nilai IHSG di Bursa Efek Indonesia dengan menggunakan model Threshold GARCH untuk hari peramalan ke- 42 sebesar 5112.81 dan untuk hari ke-43 sampai dengan ke-50 diperoleh nilai sebesar 5112.82 (konstan).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dan keterbatasan-keterbatasan yang diperoleh dalam penelitian ini, maka peneliti memberikan beberapa saran, diantaranya:

1. Pada pembahasan ini hanya menggunakan model TGARCH dan EGARCH. Penelitian ini belum melakukan perbandingan dengan model lain. Untuk penelitian selanjutnya akan lebih baik jika melakukan pengolahan data dengan menambahkan perbandingan dengan model lain untuk menentukan model terbaik, seperti model PARCH, APARCH dan EGARCH-M.
2. Perlu penelitian lanjutan dengan hari peramalan yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abiyani, P. & Permadi H. 2013. *Peramalan Data Saham S&P 500 Index Menggunakan Model TARCH*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Ariefianto, M.D. 2012. *Ekonometrika Esensi dan Aplikasi dengan Menggunakan Eviews*. Jakarta: Erlangga.
- Badan Pengawas Pasar Modal. 2003. *Panduan Investasi di Pasar Modal Indonesia*. Badan Pengawas Pasar Modal:Jakarta.
- Barimah, A. 2014. Exponential GARCH Modelling of the Inflation-Inflation Uncertainty Relationship for Ghana. *Modern Economy*, (5): 506-519.
- Bollerslev. 1985. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, (31): 307-327.
- Dian, Arfan, & Abdullah. 2014. Optimalisasi Pembentukan Portofolio Saham-saham Indeks LQ-45: Perbandingan Model Eksponentially Weighted Moving Average (EWMA) dan Model Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH). *Jurnal Akutansi*, : 83-92.
- Dzikevicius, A. & S. Saranda. 2010. EMA Versus SMA Usage To Forecast Stock Market: The Case of S&P 500 And OMX Baltic Benchmark. Business. *Theory And Practice*, (11): 248 – 255.
- Eliyawati, Hidayat, & Azizah. 2011. Penerapan Model GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity) Untuk Menguji Pasar Modal Efisien di Indonesia. *Jurnal Administrasi Bisnis*, (7): 2.
- Elvitra, Warsito, & Hoyyi. 2013. Metode Peramalan Menggunakan Model Volatilitas Asymmetric Power Autoregressive Conditional Heteroscedasticity Pada Return Nilai Tukar Rupiah Terhadap Dollar. *Prosiding Seminar Nasional Statistika*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Enders, W. 2004. *Applied Econometric Time Series Second Edition*. New York: Jhon Wiley and Sons, Inc.
- Engle, R.F. 1982. Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, (50): 978-1008.
- Gumanti, T.A. 2011. *Manajemen Investasi*. Mitra Wacana Media: Jakarta.

- Halim, A. 2005. *Analisis Investasi*. Salemba Empat: Jakarta.
- Islam, M.A. 2014. A Study on the Performance of Symmetric and Asymmetric GARCH Models in Estimating Stock Returns Volatility. *International Journal of Empirical Finance*, (2): 182-192.
- Laila, F.R. 2010. *Perhitungan Value at Risk Indeks Saham Syariah Menggunakan Model Volatilitas ARCH-GARCH Dalam Kelompok Jakarta Islamic Index*. Skripsi. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Legina. 2014. *Pengaruh Event Terhadap Volatilitas Return Saham*. Skripsi. Semarang: Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Diponegoro.
- Makridakis, Wheelwright, & Mcgee. 1995. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Erlangga: Jakarta.
- Rosadi, D. 2012. *Ekonometrika & Analisis Runtun Waktu Terapan dengan Eviews*. Andi: Yogyakarta.
- Siahaan, H. 2007. *Analisa Risiko Dan Pengembalian Satu Saham dan Analisa Portofolio Dua Saham*. Universitas Tarumanagara: Jakarta.
- Untari, Mattjik, & Saefuddin. 2009. Analisis Deret Waktu dengan Ragam Galat Heterogen dan Asimetrik. *Forum Statistika dan Komputasi*, (14): 22-33.
- Vogelvang, B. 2005. *Econometrics Theory and Applications with Eviews*. Pearson: England.
- Wei, William W.S. 2006. *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*. Pearson: New York.
- Wilson, J.H & Keating B. 2007. *Business Forecasting with Accompanying Excel-Based ForecastXTM Software*. McGraw-Hill: New York.
- Winarno, W.W. 2011. *Analisis Ekonometrika dan Statistik dengan Eviews*. UPPT STIM YKPN:Yoyakarta.
- Wirartha, I.M. 2005. *Metodologi Penelitian Sosial Ekonomi*. ANDI: Yogyakarta.
- Zhang, G. 2003. Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model. *J.Neurocomputing*, (50):159-175.

Lampiran I

Data IHSG di Bursa Efek Indonesia Periode 3 Januari 2011 sampai 22 Desember 2014.

No.	Periode	IHSG	No.	Periode	IHSG
1	1/3/2011	3727.52	31	2/16/2011	3416.78
2	1/4/2011	3760.06	32	2/17/2011	3434.38
3	1/5/2011	3783.71	33	2/18/2011	3501.5
4	1/6/2011	3736.26	34	2/21/2011	3497.64
5	1/7/2011	3631.45	35	2/22/2011	3451.1
6	1/10/2011	3478.55	36	2/23/2011	3474.12
7	1/11/2011	3455.13	37	2/24/2011	3439.13
8	1/12/2011	3554.77	38	2/25/2011	3443.53
9	1/13/2011	3564.94	39	2/28/2011	3470.35
10	1/14/2011	3569.14	40	3/1/2011	3512.62
11	1/17/2011	3535.73	41	3/2/2011	3486.2
12	1/18/2011	3548.65	42	3/3/2011	3494.54
13	1/19/2011	3517.27	43	3/4/2011	3542.9
14	1/20/2011	3454.12	44	3/7/2011	3561.72
15	1/21/2011	3379.54	45	3/8/2011	3580.31
16	1/24/2011	3346.06	46	3/9/2011	3598.68
17	1/25/2011	3433.91	47	3/10/2011	3587.65
18	1/26/2011	3501.72	48	3/11/2011	3542.23
19	1/27/2011	3514.62	49	3/14/2011	3569.84
20	1/28/2011	3487.61	50	3/15/2011	3524.48
21	1/31/2011	3409.17	51	3/16/2011	3531.48
22	2/1/2011	3442.5	52	3/17/2011	3484.21
23	2/2/2011	3480.83	53	3/18/2011	3494.07
24	2/4/2011	3496.17	54	3/21/2011	3518.85
25	2/7/2011	3487.71	55	3/22/2011	3517.72
26	2/8/2011	3459.93	56	3/23/2011	3556.23
27	2/9/2011	3417.47	57	3/24/2011	3611.64
28	2/10/2011	3373.64	58	3/25/2011	3607.11
29	2/11/2011	3391.77	59	3/28/2011	3602.86
30	2/14/2011	3416.77	60	3/29/2011	3591.51

Lanjutan Lampiran 1

No.	Periode	IHSG	No.	Periode	IHSG
61	3/30/2011	3640.98	94	5/18/2011	3840.21
62	3/31/2011	3678.67	95	5/19/2011	3859.81
63	4/1/2011	3707.49	96	5/20/2011	3872.95
64	4/4/2011	3700.05	97	5/23/2011	3778.45
65	4/5/2011	3685.94	98	5/24/2011	3785.94
66	4/6/2011	3727.8	99	5/25/2011	3780.16
67	4/7/2011	3730.58	100	5/26/2011	3814.82
68	4/8/2011	3741.81	101	5/27/2011	3832.43
69	4/11/2011	3745.84	102	5/30/2011	3826.14
70	4/12/2011	3719.23	103	5/31/2011	3836.97
71	4/13/2011	3734.41	104	6/1/2011	3837.76
72	4/14/2011	3707.98	105	6/3/2011	3844.02
73	4/15/2011	3730.51	106	6/6/2011	3834.2
74	4/18/2011	3727.07	107	6/7/2011	3842.95
75	4/19/2011	3732.65	108	6/8/2011	3825.82
76	4/20/2011	3794.76	109	6/9/2011	3806.19
77	4/21/2011	3801.08	110	6/10/2011	3787.65
78	4/25/2011	3788.54	111	6/13/2011	3748.76
79	4/26/2011	3774.87	112	6/14/2011	3773.27
80	4/27/2011	3804.93	113	6/15/2011	3794.25
81	4/28/2011	3808.93	114	6/16/2011	3740.47
82	4/29/2011	3819.62	115	6/17/2011	3721.38
83	5/2/2011	3849.3	116	6/20/2011	3729.12
84	5/3/2011	3813.87	117	6/21/2011	3794.94
85	5/4/2011	3814.93	118	6/22/2011	3821.83
86	5/5/2011	3816.27	119	6/23/2011	3823.65
87	5/6/2011	3798.55	120	6/24/2011	3848.56
88	5/9/2011	3785.45	121	6/27/2011	3813.43
89	5/10/2011	3800.52	122	6/28/2011	3830.27
90	5/11/2011	3838.14	123	6/30/2011	3888.57
91	5/12/2011	3808.71	124	7/1/2011	3927.1
92	5/13/2011	3832.02	125	7/4/2011	3953.52
93	5/16/2011	3799.23	126	7/5/2011	3924.13

Lanjutan Lampiran 1

No.	Periode	IHSG	No.	Periode	IHSG
127	7/6/2011	3908.96	160	8/23/2011	3880.46
128	7/7/2011	3939.47	161	8/24/2011	3847.02
129	7/8/2011	4003.69	162	8/25/2011	3844.38
130	7/11/2011	3995.59	163	8/26/2011	3841.73
131	7/12/2011	3938.01	164	9/2/2011	3841.73
132	7/13/2011	3980.84	165	9/5/2011	3866.17
133	7/14/2011	3997.64	166	9/6/2011	3889.97
134	7/15/2011	4023.2	167	9/7/2011	4001.43
135	7/18/2011	4032.97	168	9/8/2011	4005.39
136	7/19/2011	4023.42	169	9/9/2011	3998.5
137	7/20/2011	4050.63	170	9/12/2011	3896.12
138	7/21/2011	4068.07	171	9/13/2011	3874.78
139	7/22/2011	4106.82	172	9/14/2011	3799.04
140	7/25/2011	4087.09	173	9/15/2011	3774.33
141	7/26/2011	4132.78	174	9/16/2011	3835.18
142	7/27/2011	4174.11	175	9/19/2011	3755.05
143	7/28/2011	4145.83	176	9/20/2011	3752.11
144	7/29/2011	4130.8	177	9/21/2011	3697.49
145	8/1/2011	4193.44	178	9/22/2011	3369.14
146	8/2/2011	4177.85	179	9/23/2011	3426.35
147	8/3/2011	4136.51	180	9/26/2011	3316.14
148	8/4/2011	4122.09	181	9/27/2011	3473.94
149	8/5/2011	3921.64	182	9/28/2011	3513.17
150	8/8/2011	3850.27	183	9/29/2011	3537.18
151	8/9/2011	3735.12	184	9/30/2011	3549.03
152	8/10/2011	3863.58	185	10/3/2011	3348.71
153	8/11/2011	3869.36	186	10/4/2011	3269.45
154	8/12/2011	3890.53	187	10/5/2011	3293.24
155	8/15/2011	3960.02	188	10/6/2011	3443.11
156	8/16/2011	3953.28	189	10/7/2011	3425.68
157	8/18/2011	4020.99	190	10/10/2011	3451.08
158	8/19/2011	3842.75	191	10/11/2011	3531.75
159	8/22/2011	3839.62	192	10/12/2011	3635.93

Lanjutan Lampiran 1

No.	Periode	IHSG	No.	Periode	IHSG
193	10/13/2011	3675.38	226	11/30/2011	3715.08
194	10/14/2011	3664.68	227	12/1/2011	3781.1
195	10/17/2011	3729.01	228	12/2/2011	3779.84
196	10/18/2011	3622.03	229	12/5/2011	3780.79
197	10/19/2011	3685.31	230	12/6/2011	3752.67
198	10/20/2011	3622.78	231	12/7/2011	3793.24
199	10/21/2011	3620.66	232	12/8/2011	3781.76
200	10/24/2011	3706.78	233	12/9/2011	3759.61
201	10/25/2011	3710.48	234	12/12/2011	3792.15
202	10/26/2011	3738.61	235	12/13/2011	3763.58
203	10/27/2011	3813	236	12/14/2011	3751.6
204	10/28/2011	3829.96	237	12/15/2011	3701.54
205	10/31/2011	3790.85	238	12/16/2011	3768.35
206	11/1/2011	3685.01	239	12/19/2011	3770.29
207	11/2/2011	3763.03	240	12/20/2011	3752.34
208	11/3/2011	3705.81	241	12/21/2011	3794.27
209	11/4/2011	3783.63	242	12/22/2011	3795.44
210	11/7/2011	3778.24	243	12/23/2011	3797.15
211	11/8/2011	3805.65	244	12/27/2011	3789.43
212	11/9/2011	3857.36	245	12/28/2011	3769.21
213	11/10/2011	3783.88	246	12/29/2011	3808.77
214	11/11/2011	3778.89	247	12/30/2011	3821.99
215	11/14/2011	3833.04	248	1/3/2012	3857.88
216	11/15/2011	3813.84	249	1/4/2012	3907.42
217	11/16/2011	3814.09	250	1/5/2012	3906.26
218	11/17/2011	3792.25	251	1/6/2012	3869.42
219	11/18/2011	3754.5	252	1/9/2012	3889.07
220	11/21/2011	3679.83	253	1/10/2012	3938.84
221	11/22/2011	3735.53	254	1/11/2012	3909.64
222	11/23/2011	3687.01	255	1/12/2012	3909.5
223	11/25/2011	3637.19	256	1/13/2012	3935.33
224	11/28/2011	3647.05	257	1/16/2012	3909.69
225	11/29/2011	3687.77	258	1/17/2012	3954.75

Lanjutan Lampiran 1

No.	Periode	IHSG	No.	Periode	IHSG
259	1/18/2012	3978.13	292	3/7/2012	3942.52
260	1/19/2012	4001.07	293	3/8/2012	3967.67
261	1/20/2012	3986.51	294	3/9/2012	3991.54
262	1/24/2012	3994.58	295	3/12/2012	3987.35
263	1/25/2012	3963.6	296	3/13/2012	4008.64
264	1/26/2012	3983.43	297	3/14/2012	4054.33
265	1/27/2012	3986.41	298	3/15/2012	4039.98
266	1/30/2012	3915.16	299	3/16/2012	4028.54
267	1/31/2012	3941.69	300	3/19/2012	4024.73
268	2/1/2012	3964.98	301	3/20/2012	4022.17
269	2/2/2012	4016.9	302	3/21/2012	4036.23
270	2/3/2012	4015.95	303	3/22/2012	4041.56
271	2/6/2012	3974.79	304	3/26/2012	4031.71
272	2/7/2012	3955.45	305	3/27/2012	4079.38
273	2/8/2012	3988.7	306	3/28/2012	4090.57
274	2/9/2012	3978.99	307	3/29/2012	4105.17
275	2/10/2012	3912.39	308	3/30/2012	4121.55
276	2/13/2012	3961.9	309	4/2/2012	4166.07
277	2/14/2012	3952.82	310	4/3/2012	4215.44
278	2/15/2012	3953.04	311	4/4/2012	4134.04
279	2/16/2012	3927.61	312	4/5/2012	4166.37
280	2/17/2012	3976.54	313	4/9/2012	4154.07
281	2/21/2012	4002.95	314	4/10/2012	4149.8
282	2/22/2012	3995.02	315	4/11/2012	4130.01
283	2/23/2012	3958.81	316	4/12/2012	4139.54
284	2/24/2012	3894.56	317	4/13/2012	4159.28
285	2/27/2012	3861.02	318	4/16/2012	4146.58
286	2/28/2012	3903.56	319	4/17/2012	4157.37
287	2/29/2012	3985.21	320	4/18/2012	4166.24
288	3/1/2012	3962.29	321	4/19/2012	4163.72
289	3/2/2012	4004.87	322	4/20/2012	4181.37
290	3/5/2012	3984.9	323	4/23/2012	4155.49
291	3/6/2012	3967.08	324	4/24/2012	4170.35

Lanjutan Lampiran 1

No.	Periode	IHSG	No.	Periode	IHSG
325	4/25/2012	4163.64	358	6/13/2012	3860.46
326	4/26/2012	4180.31	359	6/14/2012	3791.62
327	4/27/2012	4163.98	360	6/15/2012	3818.11
328	4/30/2012	4180.73	361	6/18/2012	3860.16
329	5/1/2012	4195.98	362	6/19/2012	3880.82
330	5/2/2012	4219.29	363	6/20/2012	3943.9
331	5/3/2012	4224	364	6/21/2012	3901.79
332	5/4/2012	4216.68	365	6/22/2012	3889.52
333	5/7/2012	4158.86	366	6/25/2012	3857.59
334	5/8/2012	4181.07	367	6/26/2012	3881.4
335	5/9/2012	4129.06	368	6/27/2012	3934.87
336	5/10/2012	4133.63	369	6/28/2012	3887.57
337	5/11/2012	4114.14	370	6/29/2012	3955.58
338	5/14/2012	4053.07	371	7/2/2012	3991.54
339	5/15/2012	4045.64	372	7/3/2012	4049.89
340	5/16/2012	3980.5	373	7/4/2012	4075.92
341	5/21/2012	3940.11	374	7/5/2012	4069.84
342	5/22/2012	4021.1	375	7/6/2012	4055.2
343	5/23/2012	3981.58	376	7/9/2012	3985.04
344	5/24/2012	3984.87	377	7/10/2012	4009.68
345	5/25/2012	3902.51	378	7/11/2012	4019.13
346	5/28/2012	3918.69	379	7/12/2012	3984.12
347	5/29/2012	3919.06	380	7/13/2012	4019.67
348	5/30/2012	3917.92	381	7/16/2012	4047.47
349	5/31/2012	3832.82	382	7/17/2012	4080.67
350	6/1/2012	3799.77	383	7/18/2012	4081.64
351	6/4/2012	3654.58	384	7/19/2012	4096.2
352	6/5/2012	3717.88	385	7/20/2012	4081.2
353	6/6/2012	3841.33	386	7/23/2012	4009.79
354	6/7/2012	3840.6	387	7/24/2012	3992.11
355	6/8/2012	3825.33	388	7/25/2012	4000.84
356	6/11/2012	3866.21	389	7/26/2012	4004.78
357	6/12/2012	3852.58	390	7/27/2012	4084.21

Lanjutan Lampiran 1

No.	Periode	IHSG	No.	Periode	IHSG
391	7/30/2012	4099.12	424	9/19/2012	4244.71
392	7/31/2012	4142.34	425	9/20/2012	4217.52
393	8/1/2012	4130.46	426	9/21/2012	4244.62
394	8/2/2012	4093.11	427	9/24/2012	4200.91
395	8/3/2012	4099.81	428	9/25/2012	4226.89
396	8/6/2012	4105.5	429	9/26/2012	4180.16
397	8/7/2012	4085.58	430	9/27/2012	4225.02
398	8/8/2012	4090.71	431	9/28/2012	4262.56
399	8/9/2012	4131.17	432	10/1/2012	4236.29
400	8/10/2012	4141.56	433	10/2/2012	4256.84
401	8/13/2012	4102.53	434	10/3/2012	4251.51
402	8/14/2012	4121.56	435	10/4/2012	4271.46
403	8/15/2012	4141.99	436	10/5/2012	4311.31
404	8/16/2012	4160.51	437	10/8/2012	4268.23
405	8/23/2012	4162.66	438	10/9/2012	4280.25
406	8/24/2012	4145.4	439	10/10/2012	4280.01
407	8/27/2012	4145.88	440	10/11/2012	4284.97
408	8/28/2012	4142.85	441	10/12/2012	4311.39
409	8/29/2012	4093.17	442	10/15/2012	4313.52
410	8/30/2012	4025.58	443	10/16/2012	4329.08
411	8/31/2012	4060.33	444	10/17/2012	4337.53
412	9/3/2012	4117.95	445	10/18/2012	4356.97
413	9/4/2012	4105.25	446	10/19/2012	4331.25
414	9/5/2012	4075.35	447	10/22/2012	4341.38
415	9/6/2012	4102.86	448	10/23/2012	4330.15
416	9/7/2012	4143.68	449	10/24/2012	4335.38
417	9/10/2012	4160.66	450	10/25/2012	4339.15
418	9/11/2012	4155.36	451	10/29/2012	4331.37
419	9/12/2012	4174.1	452	10/30/2012	4364.6
420	9/13/2012	4170.64	453	10/31/2012	4350.29
421	9/14/2012	4257	454	11/1/2012	4335.36
422	9/17/2012	4255.28	455	11/2/2012	4338.89
423	9/18/2012	4223.89	456	11/5/2012	4302.94

Lanjutan Lampiran I

No.	Periode	IHSG	No.	Periode	IHSG
457	11/6/2012	4314.27	490	12/27/2012	4281.86
458	11/7/2012	4350.42	491	12/28/2012	4316.69
459	11/8/2012	4327.87	492	1/2/2013	4346.48
460	11/9/2012	4333.64	493	1/3/2013	4399.26
461	11/12/2012	4318.59	494	1/4/2013	4410.02
462	11/13/2012	4332.08	495	1/7/2013	4392.38
463	11/14/2012	4351.28	496	1/9/2013	4362.93
464	11/19/2012	4313.44	497	1/10/2013	4317.37
465	11/20/2012	4312.37	498	1/11/2013	4305.91
466	11/21/2012	4317.28	499	1/14/2013	4382.5
467	11/22/2012	4335.93	500	1/15/2013	4400.82
468	11/23/2012	4348.81	501	1/16/2013	4410.96
469	11/26/2012	4375.17	502	1/17/2013	4398.38
470	11/27/2012	4337.51	503	1/18/2013	4465.48
471	11/28/2012	4304.82	504	1/21/2013	4439.97
472	11/29/2012	4319.09	505	1/22/2013	4416.55
473	11/30/2012	4276.14	506	1/23/2013	4418.73
474	12/3/2012	4302.44	507	1/25/2013	4437.6
475	12/4/2012	4269.65	508	1/28/2013	4416.94
476	12/5/2012	4286.84	509	1/29/2013	4439.03
477	12/6/2012	4292.6	510	1/30/2013	4452.98
478	12/7/2012	4290.8	511	1/31/2013	4453.7
479	12/10/2012	4302.61	512	2/1/2013	4481.63
480	12/11/2012	4317.92	513	2/4/2013	4490.56
481	12/12/2012	4337.53	514	2/5/2013	4479.44
482	12/13/2012	4320.19	515	2/6/2013	4498.98
483	12/14/2012	4308.86	516	2/7/2013	4503.15
484	12/17/2012	4315.86	517	2/8/2013	4491.27
485	12/18/2012	4301.44	518	2/11/2013	4503.25
486	12/19/2012	4275.86	519	2/12/2013	4548.24
487	12/20/2012	4254.82	520	2/13/2013	4571.57
488	12/21/2012	4250.21	521	2/15/2013	4609.79
489	12/26/2012	4275.09	522	2/18/2013	4612.05

Lanjutan Lampiran 1

No.	Periode	IHSG	No.	Periode	IHSG
523	2/19/2013	4626.99	556	4/10/2013	4877.48
524	2/20/2013	4634.45	557	4/11/2013	4924.26
525	2/21/2013	4632.4	558	4/12/2013	4937.21
526	2/22/2013	4651.12	559	4/15/2013	4894.59
527	2/25/2013	4696.11	560	4/17/2013	4998.65
528	2/26/2013	4663.03	561	4/18/2013	5012.64
529	2/27/2013	4716.42	562	4/19/2013	4998.46
530	2/28/2013	4795.79	563	4/22/2013	4996.92
531	3/1/2013	4811.61	564	4/23/2013	4975.33
532	3/5/2013	4751.7	565	4/24/2013	5011.61
533	3/6/2013	4824.68	566	4/25/2013	4994.52
534	3/7/2013	4848.3	567	4/26/2013	4978.51
535	3/8/2013	4874.5	568	4/29/2013	4999.75
536	3/11/2013	4854.31	569	4/30/2013	5034.07
537	3/13/2013	4835.44	570	5/1/2013	5060.92
538	3/14/2013	4786.37	571	5/2/2013	4994.05
539	3/15/2013	4819.32	572	5/3/2013	4925.48
540	3/18/2013	4802.83	573	5/6/2013	4991.87
541	3/19/2013	4822.63	574	5/7/2013	5042.79
542	3/20/2013	4831.5	575	5/8/2013	5089.33
543	3/21/2013	4802.67	576	5/10/2013	5105.94
544	3/22/2013	4723.16	577	5/13/2013	5054.63
545	3/25/2013	4777.9	578	5/14/2013	5081.94
546	3/26/2013	4842.52	579	5/15/2013	5089.88
547	3/27/2013	4928.1	580	5/16/2013	5078.68
548	3/28/2013	4940.99	581	5/17/2013	5145.68
549	4/1/2013	4937.58	582	5/20/2013	5214.98
550	4/2/2013	4957.25	583	5/21/2013	5188.76
551	4/3/2013	4981.47	584	5/22/2013	5208
552	4/4/2013	4922.61	585	5/23/2013	5121.4
553	4/5/2013	4926.07	586	5/24/2013	5155.09
554	4/8/2013	4897.52	587	5/27/2013	5085.14
555	4/9/2013	4899.59	588	5/28/2013	5176.23

Lanjutan Lampiran 1

No.	Periode	IHSG	No.	Periode	IHSG
589	5/29/2013	5200.69	622	7/17/2013	4679
590	5/30/2013	5129.65	623	7/18/2013	4720.44
591	5/31/2013	5068.63	624	7/19/2013	4724.41
592	6/3/2013	4971.35	625	7/22/2013	4678.98
593	6/4/2013	5021.61	626	7/23/2013	4767.16
594	6/5/2013	5001.22	627	7/24/2013	4718.1
595	6/7/2013	4865.32	628	7/25/2013	4674.12
596	6/10/2013	4777.37	629	7/26/2013	4658.87
597	6/11/2013	4609.95	630	7/29/2013	4580.47
598	6/12/2013	4697.88	631	7/30/2013	4608.49
599	6/13/2013	4607.66	632	7/31/2013	4610.38
600	6/14/2013	4760.74	633	8/1/2013	4624.34
601	6/17/2013	4774.5	634	8/2/2013	4640.78
602	6/18/2013	4840.45	635	8/9/2013	4718.1
603	6/19/2013	4806.66	636	8/12/2013	4597.78
604	6/20/2013	4629.99	637	8/13/2013	4652.4
605	6/21/2013	4515.37	638	8/14/2013	4699.73
606	6/24/2013	4429.46	639	8/15/2013	4685.13
607	6/25/2013	4418.87	640	8/16/2013	4568.65
608	6/26/2013	4587.73	641	8/19/2013	4313.52
609	6/27/2013	4675.75	642	8/20/2013	4174.98
610	6/28/2013	4818.9	643	8/21/2013	4218.45
611	7/1/2013	4777.45	644	8/22/2013	4171.41
612	7/2/2013	4728.7	645	8/23/2013	4169.83
613	7/3/2013	4577.15	646	8/26/2013	4120.67
614	7/4/2013	4581.93	647	8/27/2013	3967.84
615	7/5/2013	4602.81	648	8/28/2013	4026.48
616	7/8/2013	4433.62	649	8/29/2013	4103.59
617	7/9/2013	4403.8	650	8/30/2013	4195.09
618	7/10/2013	4478.64	651	9/2/2013	4101.23
619	7/12/2013	4633.11	652	9/3/2013	4164.01
620	7/15/2013	4635.73	653	9/4/2013	4073.46
621	7/16/2013	4644.04	654	9/5/2013	4050.86

Lanjutan Lampiran 1

No.	Periode	IHSG	No.	Periode	IHSG
655	9/6/2013	4072.35	688	10/25/2013	4580.85
656	9/9/2013	4191.26	689	10/28/2013	4590.54
657	9/10/2013	4358.14	690	10/29/2013	4562.77
658	9/11/2013	4349.42	691	10/30/2013	4574.88
659	9/12/2013	4356.6	692	10/31/2013	4510.63
660	9/13/2013	4375.54	693	11/1/2013	4432.59
661	9/16/2013	4522.24	694	11/4/2013	4423.29
662	9/17/2013	4517.62	695	11/6/2013	4449.76
663	9/18/2013	4463.25	696	11/7/2013	4486.11
664	9/19/2013	4670.73	697	11/8/2013	4476.72
665	9/20/2013	4583.83	698	11/11/2013	4441.72
666	9/23/2013	4562.86	699	11/12/2013	4380.64
667	9/24/2013	4460.41	700	11/13/2013	4301.89
668	9/25/2013	4406.77	701	11/14/2013	4367.37
669	9/26/2013	4405.89	702	11/15/2013	4335.45
670	9/27/2013	4423.72	703	11/18/2013	4393.59
671	9/30/2013	4316.18	704	11/19/2013	4398.34
672	10/1/2013	4345.9	705	11/20/2013	4350.79
673	10/2/2013	4387.6	706	11/21/2013	4326.21
674	10/3/2013	4418.64	707	11/22/2013	4317.96
675	10/4/2013	4389.35	708	11/25/2013	4334.8
676	10/7/2013	4374.96	709	11/26/2013	4235.26
677	10/8/2013	4432.51	710	11/27/2013	4251.49
678	10/9/2013	4457.44	711	11/28/2013	4233.92
679	10/10/2013	4486.68	712	11/29/2013	4256.44
680	10/11/2013	4519.91	713	12/2/2013	4321.98
681	10/16/2013	4492.26	714	12/3/2013	4288.76
682	10/17/2013	4518.93	715	12/4/2013	4241.3
683	10/18/2013	4546.57	716	12/5/2013	4216.89
684	10/21/2013	4578.18	717	12/6/2013	4180.79
685	10/22/2013	4512.74	718	12/9/2013	4214.34
686	10/23/2013	4546.5	719	12/10/2013	4275.68
687	10/24/2013	4594.85	720	12/11/2013	4271.74

Lanjutan Lampiran I

No.	Periode	IHSG	No.	Periode	IHSG
721	12/12/2013	4212.22	754	2/5/2014	4384.31
722	12/13/2013	4174.83	755	2/6/2014	4424.71
723	12/16/2013	4125.96	756	2/7/2014	4466.67
724	12/17/2013	4182.35	757	2/10/2014	4450.75
725	12/18/2013	4196.28	758	2/11/2014	4470.19
726	12/19/2013	4231.98	759	2/12/2014	4496.29
727	12/20/2013	4195.56	760	2/13/2014	4491.66
728	12/23/2013	4189.61	761	2/14/2014	4508.04
729	12/24/2013	4202.83	762	2/17/2014	4555.37
730	12/27/2013	4212.98	763	2/18/2014	4556.19
731	12/30/2013	4274.18	764	2/19/2014	4592.65
732	1/2/2014	4327.27	765	2/20/2014	4598.22
733	1/3/2014	4257.66	766	2/21/2014	4646.15
734	1/6/2014	4202.81	767	2/24/2014	4623.57
735	1/7/2014	4175.81	768	2/25/2014	4577.29
736	1/8/2014	4200.59	769	2/26/2014	4532.72
737	1/9/2014	4201.22	770	2/27/2014	4568.94
738	1/10/2014	4254.97	771	2/28/2014	4620.22
739	1/13/2014	4390.77	772	3/3/2014	4584.21
740	1/15/2014	4441.59	773	3/4/2014	4601.28
741	1/16/2014	4412.49	774	3/5/2014	4659.17
742	1/17/2014	4412.23	775	3/6/2014	4687.86
743	1/20/2014	4431.57	776	3/7/2014	4685.89
744	1/21/2014	4452.5	777	3/10/2014	4677.25
745	1/22/2014	4477.49	778	3/11/2014	4704.21
746	1/23/2014	4496.04	779	3/12/2014	4684.38
747	1/24/2014	4437.34	780	3/13/2014	4726.17
748	1/27/2014	4322.78	781	3/14/2014	4878.64
749	1/28/2014	4341.65	782	3/17/2014	4876.19
750	1/29/2014	4417.35	783	3/18/2014	4805.61
751	1/30/2014	4418.76	784	3/19/2014	4821.46
752	2/3/2014	4386.26	785	3/20/2014	4698.97
753	2/4/2014	4352.26	786	3/21/2014	4700.21

Lanjutan Lampiran 1

No.	Periode	IHSG	No.	Periode	IHSG
787	3/24/2014	4720.42	820	5/13/2014	4921.39
788	3/25/2014	4703.09	821	5/14/2014	4991.64
789	3/26/2014	4728.24	822	5/16/2014	5031.57
790	3/27/2014	4723.06	823	5/19/2014	5015
791	3/28/2014	4768.28	824	5/20/2014	4895.96
792	4/1/2014	4873.93	825	5/21/2014	4910.29
793	4/2/2014	4870.21	826	5/22/2014	4969.88
794	4/3/2014	4891.32	827	5/23/2014	4973.06
795	4/4/2014	4857.94	828	5/26/2014	4963.92
796	4/7/2014	4921.04	829	5/28/2014	4985.58
797	4/8/2014	4921.4	830	5/30/2014	4893.91
798	4/9/2014	4921.4	831	6/2/2014	4912.09
799	4/10/2014	4765.73	832	6/3/2014	4942.16
800	4/11/2014	4816.58	833	6/4/2014	4932.56
801	4/14/2014	4864.88	834	6/5/2014	4935.56
802	4/15/2014	4870.21	835	6/6/2014	4937.18
803	4/16/2014	4873.01	836	6/9/2014	4885.08
804	4/17/2014	4897.05	837	6/10/2014	4946.09
805	4/21/2014	4892.29	838	6/11/2014	4971.95
806	4/22/2014	4898.21	839	6/12/2014	4934.41
807	4/23/2014	4893.15	840	6/13/2014	4926.66
808	4/24/2014	4891.08	841	6/16/2014	4885.46
809	4/25/2014	4897.64	842	6/17/2014	4909.52
810	4/28/2014	4818.76	843	6/18/2014	4887.86
811	4/29/2014	4819.68	844	6/19/2014	4864.27
812	4/30/2014	4840.15	845	6/20/2014	4847.7
813	5/2/2014	4838.76	846	6/23/2014	4842.13
814	5/5/2014	4842.5	847	6/24/2014	4862.24
815	5/6/2014	4834.47	848	6/25/2014	4838.98
816	5/7/2014	4862.07	849	6/26/2014	4872.42
817	5/8/2014	4860.89	850	6/27/2014	4845.13
818	5/9/2014	4898.14	851	6/30/2014	4878.58
819	5/12/2014	4913	852	7/1/2014	4884.83

Lanjutan Lampiran 1

No.	Periode	IHSG	No.	Periode	IHSG
853	7/2/2014	4908.27	886	8/26/2014	5146.55
854	7/3/2014	4888.73	887	8/27/2014	5165.25
855	7/4/2014	4905.83	888	8/28/2014	5184.48
856	7/7/2014	4989.03	889	8/29/2014	5136.86
857	7/8/2014	5024.71	890	9/1/2014	5177.62
858	7/10/2014	5098.01	891	9/2/2014	5201.59
859	7/11/2014	5032.6	892	9/3/2014	5224.13
860	7/14/2014	5021.06	893	9/4/2014	5205.32
861	7/15/2014	5070.82	894	9/5/2014	5217.33
862	7/16/2014	5113.93	895	9/8/2014	5246.48
863	7/17/2014	5071.2	896	9/9/2014	5197.12
864	7/18/2014	5087.01	897	9/10/2014	5142.99
865	7/21/2014	5127.12	898	9/11/2014	5133.03
866	7/22/2014	5083.52	899	9/12/2014	5143.71
867	7/23/2014	5093.23	900	9/15/2014	5144.9
868	7/24/2014	5098.64	901	9/16/2014	5130.5
869	7/25/2014	5088.8	902	9/17/2014	5188.18
870	8/4/2014	5119.25	903	9/18/2014	5208.14
871	8/5/2014	5109.09	904	9/19/2014	5227.58
872	8/6/2014	5058.23	905	9/22/2014	5219.8
873	8/7/2014	5066.98	906	9/23/2014	5188.11
874	8/8/2014	5053.76	907	9/24/2014	5174.01
875	8/11/2014	5113.24	908	9/25/2014	5201.38
876	8/12/2014	5132.4	909	9/26/2014	5132.56
877	8/13/2014	5168.27	910	9/29/2014	5142.01
878	8/14/2014	5155.55	911	9/30/2014	5137.58
879	8/15/2014	5148.96	912	10/1/2014	5140.91
880	8/18/2014	5156.75	913	10/2/2014	5000.81
881	8/19/2014	5165.17	914	10/3/2014	4949.35
882	8/20/2014	5190.17	915	10/6/2014	5000.14
883	8/21/2014	5206.14	916	10/7/2014	5032.84
884	8/22/2014	5198.9	917	10/8/2014	4958.52
885	8/25/2014	5184.96	918	10/9/2014	4993.88

Lanjutan Lampiran 1

No.	Periode	IHSG	No.	Periode	IHSG
919	10/10/2014	4962.96	945	11/17/2014	5053.94
920	10/13/2014	4913.05	946	11/18/2014	5102.47
921	10/14/2014	4922.58	947	11/19/2014	5127.93
922	10/15/2014	4962.94	948	11/20/2014	5093.57
923	10/16/2014	4951.61	949	11/21/2014	5112.04
924	10/17/2014	5028.95	950	11/24/2014	5141.76
925	10/20/2014	5040.53	951	11/25/2014	5118.94
926	10/21/2014	5029.34	952	11/26/2014	5133.04
927	10/22/2014	5074.32	953	11/27/2015	5145.31
928	10/23/2014	5103.52	954	11/28/2014	5149.89
929	10/24/2014	5073.07	955	12/1/2014	5164.29
930	10/27/2014	5024.29	956	12/2/2014	5175.79
931	10/28/2014	5001.3	957	12/3/2014	5166.04
932	10/29/2014	5074.06	958	12/4/2014	5177.16
933	10/30/2014	5058.85	959	12/5/2014	5187.99
934	10/31/2014	5089.55	960	12/8/2014	5144.01
935	11/3/2014	5085.51	961	12/9/2014	5122.31
936	11/4/2014	5070.94	962	12/10/2014	5165.41
937	11/5/2014	5066.83	963	12/11/2014	5152.69
938	11/6/2014	5034.23	964	12/12/2014	5160.43
939	11/7/2014	4987.42	965	12/15/2014	5108.43
940	11/10/2014	4965.39	966	12/16/2014	5026.03
941	11/11/2014	5032.28	967	12/17/2014	5035.65
942	11/12/2014	5048.84	968	12/18/2014	5113.35
943	11/13/2014	5048.67	969	12/19/2014	5144.62
944	11/14/2014	5049.49	970	12/22/2014	5125.77

Lampiran 2

Uji Stasioneritas Data IHSG

Null Hypothesis: IHSG has a unit root

Exogenous: Constant

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

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.333162	0.6158
Test critical values:		
1% level	-3.436878	
5% level	-2.864311	
10% level	-2.568298	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

*Lampiran 3*Uji Stasioneritas Data *Return* IHSG

Null Hypothesis: RETURN has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 3 (Automatic based on SIC, MAXLAG=21)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-18.78512	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.436906	
5% level	-2.864323	
10% level	-2.568304	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Lampiran 4 Estimasi Parameter ARIMA

Estimasi ARI(1,1)

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 03/18/15 Time: 06:12
 Sample (adjusted): 3 970
 Included observations: 968 after adjustments
 Convergence achieved after 3 iterations

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000319	0.000401	0.796667	0.4258
AR(1)	0.055506	0.032118	1.728183	0.0843
R-squared	0.003082	Mean dependent var	0.000320	
Adjusted R-squared	0.002050	S.D. dependent var	0.011791	
S.E. of regression	0.011779	Akaike info criterion	-6.042924	
Sum squared resid	0.134029	Schwarz criterion	-6.032851	
Log likelihood	2926.775	Hannan-Quinn criter.	-6.039090	
F-statistic	2.986616	Durbin-Watson stat	1.999262	
Prob(F-statistic)	0.084275			
Inverted AR Roots	.06			

Estimasi ARI(1,1) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 05/27/15 Time: 19:55
 Sample (adjusted): 3 970
 Included observations: 968 after adjustments
 Convergence achieved after 2 iterations

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.056228	0.032100	1.751691	0.0801
R-squared	0.002428	Mean dependent var	0.000320	
Adjusted R-squared	0.002428	S.D. dependent var	0.011791	
S.E. of regression	0.011777	Akaike info criterion	-6.044334	

Sum squared resid	0.134117	Schwarz criterion	-6.039298
Log likelihood	2926.458	Hannan-Quinn criter.	-6.042417
Durbin-Watson stat	1.999381		
Inverted AR Roots	.06		

Estimasi ARI(2,1)

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 03/18/15 Time: 06:51

Sample (adjusted): 4 970

Included observations: 967 after adjustments

Convergence achieved after 3 iterations

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000313	0.000397	0.788646	0.4305
AR(1)	0.055696	0.032205	1.729417	0.0841
AR(2)	-0.009529	0.032201	-0.295932	0.7673
R-squared	0.003134	Mean dependent var	0.000314	
Adjusted R-squared	0.001066	S.D. dependent var	0.011796	
S.E. of regression	0.011789	Akaike info criterion	-6.040134	
Sum squared resid	0.133986	Schwarz criterion	-6.025012	
Log likelihood	2923.405	Hannan-Quinn criter.	-6.034377	
F-statistic	1.515424	Durbin-Watson stat	2.000233	
Prob(F-statistic)	0.220238			
Inverted AR Roots	.03+.09i	.03-.09i		

Estimasi ARI(2,1) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 05/27/15 Time: 19:56

Sample (adjusted): 4 970

Included observations: 967 after adjustments

Convergence achieved after 2 iterations

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.056355	0.032188	1.750822	0.0803
AR(2)	-0.008864	0.032183	-0.275423	0.7830
R-squared	0.002492	Mean dependent var		0.000314
Adjusted R-squared	0.001458	S.D. dependent var		0.011796
S.E. of regression	0.011787	Akaike info criterion		-6.041558
Sum squared resid	0.134073	Schwarz criterion		-6.031477
Log likelihood	2923.093	Hannan-Quinn criter.		-6.037720
Durbin-Watson stat	2.000071			
Inverted AR Roots	.03-.09i	.03+.09i		

Estimasi ARI(3,1)

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 03/18/15 Time: 06:19

Sample (adjusted): 5 970

Included observations: 966 after adjustments

Convergence achieved after 3 iterations

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000326	0.000345	0.945213	0.3448
AR(1)	0.054931	0.031886	1.722699	0.0853
AR(2)	-0.000733	0.031934	-0.022943	0.9817
AR(3)	-0.144031	0.031904	-4.514485	0.0000
R-squared	0.023868	Mean dependent var		0.000327
Adjusted R-squared	0.020824	S.D. dependent var		0.011794
S.E. of regression	0.011671	Akaike info criterion		-6.059287
Sum squared resid	0.131036	Schwarz criterion		-6.039109

Log likelihood	2930.636	Hannan-Quinn criter.	-6.051605
F-statistic	7.840818	Durbin-Watson stat	2.026923
Prob(F-statistic)	0.000036		
Inverted AR Roots	.28-.45i	.28+.45i	-.51

Estimasi ARI(3,1) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 05/27/15 Time: 19:57

Sample (adjusted): 5 970

Included observations: 966 after adjustments

Convergence achieved after 3 iterations

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.055705	0.031874	1.747655	0.0808
AR(2)	-7.00E-06	0.031923	-0.000219	0.9998
AR(3)	-0.143272	0.031892	-4.492392	0.0000
R-squared	0.022963	Mean dependent var		0.000327
Adjusted R-squared	0.020934	S.D. dependent var		0.011794
S.E. of regression	0.011670	Akaike info criterion		-6.060431
Sum squared resid	0.131158	Schwarz criterion		-6.045297
Log likelihood	2930.188	Hannan-Quinn criter.		-6.054670
Durbin-Watson stat	2.026456			
Inverted AR Roots	.28-.45i	.28+.45i	-.51	

Estimasi ARI(4,1)

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 03/18/15 Time: 06:22

Sample (adjusted): 6 970

Included observations: 965 after adjustments

Convergence achieved after 3 iterations

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000348	0.000313	1.111674	0.2666

AR(1)	0.038652	0.032043	1.206260	0.2280
AR(2)	0.000428	0.031740	0.013472	0.9893
AR(3)	-0.137297	0.031761	-4.322887	0.0000
AR(4)	-0.094602	0.032039	-2.952653	0.0032
R-squared	0.032016	Mean dependent var	0.000357	
Adjusted R-squared	0.027982	S.D. dependent var	0.011764	
S.E. of regression	0.011598	Akaike info criterion	-6.070748	
Sum squared resid	0.129140	Schwarz criterion	-6.045504	
Log likelihood	2934.136	Hannan-Quinn criter.	-6.061137	
F-statistic	7.937906	Durbin-Watson stat	1.997073	
Prob(F-statistic)	0.000003			
Inverted AR Roots	.41-.50i	.41+.50i	-.39+.27i	-.39-.27i

Estimasi ARI(4,1) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 05/27/15 Time: 19:57
 Sample (adjusted): 6 970
 Included observations: 965 after adjustments
 Convergence achieved after 2 iterations

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.039746	0.032031	1.240848	0.2150
AR(2)	0.001256	0.031735	0.039589	0.9684
AR(3)	-0.136493	0.031756	-4.298167	0.0000
AR(4)	-0.093561	0.032030	-2.921080	0.0036
R-squared	0.030773	Mean dependent var	0.000357	
Adjusted R-squared	0.027747	S.D. dependent var	0.011764	
S.E. of regression	0.011600	Akaike info criterion	-6.071538	
Sum squared resid	0.129306	Schwarz criterion	-6.051343	
Log likelihood	2933.517	Hannan-Quinn criter.	-6.063849	
Durbin-Watson stat	1.996796			
Inverted AR Roots	.41-.49i	.41+.49i	-.39-.27i	-.39+.27i

Estimasi ARIMA(1,1,1)

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 03/18/15 Time: 06:54
 Sample (adjusted): 3 970
 Included observations: 968 after adjustments
 Convergence achieved after 16 iterations
 MA Backcast: 2

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000319	0.000401	0.796890	0.4257
AR(1)	0.046463	0.536111	0.086667	0.9310
MA(1)	0.009147	0.536811	0.017039	0.9864
R-squared	0.003084	Mean dependent var	0.000320	
Adjusted R-squared	0.001018	S.D. dependent var	0.011791	
S.E. of regression	0.011785	Akaike info criterion	-6.040860	
Sum squared resid	0.134028	Schwarz criterion	-6.025751	
Log likelihood	2926.776	Hannan-Quinn criter.	-6.035108	
F-statistic	1.492590	Durbin-Watson stat	1.999622	
Prob(F-statistic)	0.225308			
Inverted AR Roots	.05			
Inverted MA Roots	-.01			

Estimasi ARIMA(1,1,1) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 05/27/15 Time: 19:54
 Sample (adjusted): 3 970
 Included observations: 968 after adjustments
 Convergence achieved after 16 iterations
 MA Backcast: 2

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.050282	0.526853	0.095439	0.9240
MA(1)	0.006015	0.527663	0.011399	0.9909
R-squared	0.002428	Mean dependent var	0.000320	
Adjusted R-squared	0.001396	S.D. dependent var	0.011791	

S.E. of regression	0.011783	Akaike info criterion	-6.042269
Sum squared resid	0.134117	Schwarz criterion	-6.032196
Log likelihood	2926.458	Hannan-Quinn criter.	-6.038434
Durbin-Watson stat	1.999619		
Inverted AR Roots	.05		
Inverted MA Roots	-.01		

Estimasi ARIMA(1,1,2)

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 03/18/15 Time: 06:12
 Sample (adjusted): 3 970
 Included observations: 968 after adjustments
 Convergence achieved after 21 iterations
 MA Backcast: 1 2

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000324	0.000417	0.776785	0.4375
AR(1)	-0.378652	0.506978	-0.746881	0.4553
MA(1)	0.443479	0.505689	0.876980	0.3807
MA(2)	0.073722	0.038128	1.933558	0.0535
R-squared	0.004798	Mean dependent var	0.000320	
Adjusted R-squared	0.001701	S.D. dependent var	0.011791	
S.E. of regression	0.011781	Akaike info criterion	-6.040514	
Sum squared resid	0.133798	Schwarz criterion	-6.020369	
Log likelihood	2927.609	Hannan-Quinn criter.	-6.032846	
F-statistic	1.549155	Durbin-Watson stat	2.010553	
Prob(F-statistic)	0.200247			
Inverted AR Roots	-.38			
Inverted MA Roots	-.22+.16i	-.22-.16i		

Estimasi ARIMA(1,1,2) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 05/27/15 Time: 19:52
 Sample (adjusted): 3 970
 Included observations: 968 after adjustments
 Convergence achieved after 21 iterations
 MA Backcast: 1 2

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.377262	0.500799	-0.753320	0.4514
MA(1)	0.442825	0.499495	0.886547	0.3755
MA(2)	0.074562	0.038109	1.956547	0.0507
R-squared	0.004176	Mean dependent var	0.000320	
Adjusted R-squared	0.002112	S.D. dependent var	0.011791	
S.E. of regression	0.011779	Akaike info criterion	-6.041955	
Sum squared resid	0.133882	Schwarz criterion	-6.026846	
Log likelihood	2927.306	Hannan-Quinn criter.	-6.036204	
Durbin-Watson stat	2.010648			
Inverted AR Roots	.38			
Inverted MA Roots	-.22-.16i	-.22+.16i		

Estimasi ARIMA(1,1,3)

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 03/18/15 Time: 07:05
 Sample (adjusted): 3 970
 Included observations: 968 after adjustments
 Convergence achieved after 9 iterations
 MA Backcast: 0 2

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000338	0.000303	1.116038	0.2647
AR(1)	0.360154	0.166560	2.162313	0.0308
MA(1)	-0.318488	0.164808	-1.932478	0.0536
MA(2)	-0.004389	0.033768	-0.129973	0.8966
MA(3)	-0.159902	0.032931	-4.855624	0.0000

R-squared	0.029236	Mean dependent var	0.000320
Adjusted R-squared	0.025203	S.D. dependent var	0.011791
S.E. of regression	0.011642	Akaike info criterion	-6.063310
Sum squared resid	0.130513	Schwarz criterion	-6.038128
Log likelihood	2939.642	Hannan-Quinn criter.	-6.053724
F-statistic	7.250449	Durbin-Watson stat	1.995865
Prob(F-statistic)	0.000009		
Inverted AR Roots	.36		
Inverted MA Roots	.68	-.18-.45i	-.18+.45i

Estimasi ARIMA(1,1,3) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 05/28/15 Time: 06:05

Sample (adjusted): 3 970

Included observations: 968 after adjustments

Convergence achieved after 10 iterations

MA Backcast: 0 2

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.346860	0.171428	2.023349	0.0433
MA(1)	-0.304135	0.169589	-1.793363	0.0732
MA(2)	-0.002684	0.033699	-0.079660	0.9365
MA(3)	-0.159090	0.032732	-4.860380	0.0000
R-squared	0.028000	Mean dependent var	0.000320	
Adjusted R-squared	0.024975	S.D. dependent var	0.011791	
S.E. of regression	0.011643	Akaike info criterion	-6.064104	
Sum squared resid	0.130679	Schwarz criterion	-6.043958	
Log likelihood	2939.026	Hannan-Quinn criter.	-6.056435	
Durbin-Watson stat	1.995561			
Inverted AR Roots	.35			
Inverted MA Roots	.67	-.18-.45i	-.18+.45i	

Estimasi ARIMA(1,1,4)

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 03/18/15 Time: 07:06
 Sample (adjusted): 3 970
 Included observations: 968 after adjustments
 Convergence achieved after 12 iterations
 MA Backcast: -1 2

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000326	0.000314	1.036245	0.3003
AR(1)	-0.576103	0.203266	-2.834224	0.0047
MA(1)	0.627308	0.201324	3.115907	0.0019
MA(2)	0.020734	0.038397	0.539987	0.5893
MA(3)	-0.150917	0.037352	-4.040411	0.0001
MA(4)	-0.169028	0.034698	-4.871432	0.0000
R-squared	0.036369	Mean dependent var	0.000320	
Adjusted R-squared	0.031360	S.D. dependent var	0.011791	
S.E. of regression	0.011605	Akaike info criterion	-6.068619	
Sum squared resid	0.129554	Schwarz criterion	-6.038401	
Log likelihood	2943.212	Hannan-Quinn criter.	-6.057116	
F-statistic	7.261400	Durbin-Watson stat	2.000694	
Prob(F-statistic)	0.000001			
Inverted AR Roots	.58			
Inverted MA Roots	.59	-.24-.57i	-.24+.57i	-.74

Estimasi ARIMA(1,1,4) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 05/28/15 Time: 06:05
 Sample (adjusted): 3 970
 Included observations: 968 after adjustments
 Convergence achieved after 14 iterations
 MA Backcast: -1 2

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.578128	0.203634	-2.839050	0.0046
MA(1)	0.630635	0.201725	3.126215	0.0018

MA(2)	0.023184	0.038530	0.601720	0.5475
MA(3)	-0.148601	0.037405	-3.972710	0.0001
MA(4)	-0.167815	0.034586	-4.852188	0.0000
R-squared	0.035300	Mean dependent var	0.000320	
Adjusted R-squared	0.031293	S.D. dependent var	0.011791	
S.E. of regression	0.011605	Akaike info criterion	-6.069577	
Sum squared resid	0.129697	Schwarz criterion	-6.044395	
Log likelihood	2942.675	Hannan-Quinn criter.	-6.059991	
Durbin-Watson stat	2.001097			
Inverted AR Roots	.58			
Inverted MA Roots	.59	-.24-.57i	-.24+.57i	-.74

Estimasi ARIMA(2,1,1)

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 03/18/15 Time: 06:11
 Sample (adjusted): 4 970
 Included observations: 967 after adjustments
 Convergence achieved after 21 iterations
 MA Backcast: 3

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000314	0.000408	0.769974	0.4415
AR(1)	-0.365401	0.795092	-0.459571	0.6459
AR(2)	0.046784	0.047261	0.989905	0.3225
MA(1)	0.419691	0.796004	0.527248	0.5981
R-squared	0.003975	Mean dependent var	0.000314	
Adjusted R-squared	0.000872	S.D. dependent var	0.011796	
S.E. of regression	0.011791	Akaike info criterion	-6.038909	
Sum squared resid	0.133873	Schwarz criterion	-6.018747	
Log likelihood	2923.813	Hannan-Quinn criter.	-6.031234	
F-statistic	1.280951	Durbin-Watson stat	1.991394	
Prob(F-statistic)	0.279589			
Inverted AR Roots	.10	-.47		
Inverted MA Roots	-.42			

Estimasi ARIMA(2,1,1) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 05/27/15 Time: 19:52

Sample (adjusted): 4 970

Included observations: 967 after adjustments

Convergence achieved after 20 iterations

MA Backcast: 3

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.363144	0.783483	-0.463499	0.6431
AR(2)	0.047393	0.047207	1.003951	0.3157
MA(1)	0.418102	0.784414	0.533012	0.5941
R-squared	0.003362	Mean dependent var		0.000314
Adjusted R-squared	0.001294	S.D. dependent var		0.011796
S.E. of regression	0.011788	Akaike info criterion		-6.040362
Sum squared resid	0.133956	Schwarz criterion		-6.025241
Log likelihood	2923.515	Hannan-Quinn criter.		-6.034606
Durbin-Watson stat	1.991395			
Inverted AR Roots	.10		-.47	
Inverted MA Roots	-.42			

Estimasi ARIMA(2,1,2)

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 03/02/15 Time: 12:08

Sample (adjusted): 4 970

Included observations: 967 after adjustments

Convergence achieved after 31 iterations

MA Backcast: 2 3

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000321	0.000389	0.824654	0.4098
AR(1)	0.575041	0.064366	8.933866	0.0000
AR(2)	-0.847465	0.055546	-15.25702	0.0000
MA(1)	-0.522636	0.065934	-7.926651	0.0000
MA(2)	0.846888	0.056657	14.94751	0.0000

R-squared	0.030920	Mean dependent var	0.000314
Adjusted R-squared	0.026891	S.D. dependent var	0.011796
S.E. of regression	0.011636	Akaike info criterion	-6.064266
Sum squared resid	0.130252	Schwarz criterion	-6.039064
Log likelihood	2937.073	Hannan-Quinn criter.	-6.054672
F-statistic	7.673561	Durbin-Watson stat	2.013042
Prob(F-statistic)	0.000004		
Inverted AR Roots	.29+.87i	.29-.87i	
Inverted MA Roots	.26-.88i	.26+.88i	

Estimasi ARIMA(2,1,2) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 05/27/15 Time: 19:51

Sample (adjusted): 4 970

Included observations: 967 after adjustments

Convergence achieved after 29 iterations

MA Backcast: 2 3

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.574783	0.064411	8.923724	0.0000
AR(2)	-0.846921	0.055578	-15.23842	0.0000
MA(1)	-0.522176	0.065952	-7.917476	0.0000
MA(2)	0.846449	0.056674	14.93553	0.0000
R-squared	0.030235	Mean dependent var	0.000314	
Adjusted R-squared	0.027214	S.D. dependent var	0.011796	
S.E. of regression	0.011634	Akaike info criterion	-6.065628	
Sum squared resid	0.130344	Schwarz criterion	-6.045466	
Log likelihood	2936.731	Hannan-Quinn criter.	-6.057953	
Durbin-Watson stat	2.012009			
Inverted AR Roots	.29+.87i	.29-.87i		
Inverted MA Roots	.26+.88i	.26-.88i		

Estimasi ARIMA(2,1,3)

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 03/18/15 Time: 06:09

Sample (adjusted): 4 970

Included observations: 967 after adjustments

Convergence achieved after 19 iterations

MA Backcast: 1 3

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000355	0.000320	1.109213	0.2676
AR(1)	1.269105	0.104984	12.08857	0.0000
AR(2)	-0.712463	0.090628	-7.861392	0.0000
MA(1)	-1.240815	0.109229	-11.35972	0.0000
MA(2)	0.635602	0.103090	6.165513	0.0000
MA(3)	-0.014181	0.038271	-0.370539	0.7111
R-squared	0.039958	Mean dependent var	0.000314	
Adjusted R-squared	0.034963	S.D. dependent var	0.011796	
S.E. of regression	0.011588	Akaike info criterion	-6.071568	
Sum squared resid	0.129037	Schwarz criterion	-6.041325	
Log likelihood	2941.603	Hannan-Quinn criter.	-6.060055	
F-statistic	7.999535	Durbin-Watson stat	1.999280	
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.63-.56i	.63+.56i		
Inverted MA Roots	.61-.49i	.61+.49i	.02	

Estimasi ARIMA(2,1,3) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 05/28/15 Time: 06:08

Sample (adjusted): 4 970

Included observations: 967 after adjustments

Convergence achieved after 20 iterations

MA Backcast: 1 3

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	1.268663	0.104711	12.11586	0.0000
AR(2)	-0.714848	0.090439	-7.904228	0.0000
MA(1)	-1.239103	0.108963	-11.37181	0.0000

MA(2)	0.637348	0.102798	6.199993	0.0000
MA(3)	-0.013294	0.038195	-0.348045	0.7279
<hr/>				
R-squared	0.038736	Mean dependent var	0.000314	
Adjusted R-squared	0.034739	S.D. dependent var	0.011796	
S.E. of regression	0.011589	Akaike info criterion	-6.072364	
Sum squared resid	0.129201	Schwarz criterion	-6.047161	
Log likelihood	2940.988	Hannan-Quinn criter.	-6.062770	
Durbin-Watson stat	1.999304			
<hr/>				
Inverted AR Roots	.63+.56i	.63-.56i		
Inverted MA Roots	.61-.49i	.61+.49i	.02	
<hr/>				

Estimasi ARIMA(2,1,4)

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 03/18/15 Time: 14:22

Sample (adjusted): 4 970

Included observations: 967 after adjustments

Convergence achieved after 30 iterations

MA Backcast: 0 3

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000325	0.000315	1.032007	0.3023
AR(1)	-0.582830	0.205499	-2.836170	0.0047
AR(2)	-0.008926	0.188813	-0.047273	0.9623
MA(1)	0.633588	0.202939	3.122061	0.0018
MA(2)	0.029166	0.188490	0.154733	0.8771
MA(3)	-0.151484	0.038400	-3.944913	0.0001
MA(4)	-0.170182	0.034932	-4.871863	0.0000
<hr/>				
R-squared	0.036172	Mean dependent var	0.000314	
Adjusted R-squared	0.030148	S.D. dependent var	0.011796	
S.E. of regression	0.011617	Akaike info criterion	-6.065564	
Sum squared resid	0.129546	Schwarz criterion	-6.030280	
Log likelihood	2939.700	Hannan-Quinn criter.	-6.052132	
F-statistic	6.004647	Durbin-Watson stat	1.997353	
Prob(F-statistic)	0.000004			
<hr/>				
Inverted AR Roots	-.02	-.57		
Inverted MA Roots	.59	-.24+.58i	-.24-.58i	-.74
<hr/>				

Estimasi ARIMA(2,1,4) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 05/28/15 Time: 06:09
 Sample (adjusted): 4 970
 Included observations: 967 after adjustments
 Convergence achieved after 30 iterations
 MA Backcast: 0 3

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.599552	0.204605	-2.930289	0.0035
AR(2)	-0.023166	0.189251	-0.122408	0.9026
MA(1)	0.651420	0.202050	3.224060	0.0013
MA(2)	0.046147	0.189470	0.243558	0.8076
MA(3)	-0.148564	0.038882	-3.820890	0.0001
MA(4)	-0.169146	0.034718	-4.871966	0.0000
R-squared	0.035115	Mean dependent var		0.000314
Adjusted R-squared	0.030095	S.D. dependent var		0.011796
S.E. of regression	0.011617	Akaike info criterion		-6.066536
Sum squared resid	0.129688	Schwarz criterion		-6.036293
Log likelihood	2939.170	Hannan-Quinn criter.		-6.055023
Durbin-Watson stat	1.997140			
Inverted AR Roots	-04	.56		
Inverted MA Roots	.58	-.25+.58i	-.25-.58i	-.74

Estimasi ARIMA(3,1,1)

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 03/18/15 Time: 19:30
 Sample (adjusted): 5 970
 Included observations: 966 after adjustments
 Convergence achieved after 20 iterations
 MA Backcast: 4

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000370	0.000296	1.250546	0.2114
AR(1)	0.567688	0.119681	4.743335	0.0000
AR(2)	-0.028690	0.037399	-0.767134	0.4432

AR(3)	-0.131147	0.034292	-3.824472	0.0001
MA(1)	-0.531781	0.119448	-4.452001	0.0000
<hr/>				
R-squared	0.037039	Mean dependent var	0.000327	
Adjusted R-squared	0.033031	S.D. dependent var	0.011794	
S.E. of regression	0.011598	Akaike info criterion	-6.070802	
Sum squared resid	0.129268	Schwarz criterion	-6.045579	
Log likelihood	2937.197	Hannan-Quinn criter.	-6.061199	
F-statistic	9.240944	Durbin-Watson stat	2.001474	
Prob(F-statistic)	0.000000			
<hr/>				
Inverted AR Roots	.46+.38i	.46-.38i	-.36	
Inverted MA Roots	.53			
<hr/>				

Estimasi ARIMA(3,1,1) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 05/28/15 Time: 06:12

Sample (adjusted): 5 970

Included observations: 966 after adjustments

Convergence achieved after 23 iterations

MA Backcast: 4

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.559429	0.122768	4.556810	0.0000
AR(2)	-0.027744	0.037304	-0.743722	0.4572
AR(3)	-0.131493	0.034241	-3.840236	0.0001
MA(1)	-0.521848	0.122666	-4.254225	0.0000
<hr/>				
R-squared	0.035488	Mean dependent var	0.000327	
Adjusted R-squared	0.032480	S.D. dependent var	0.011794	
S.E. of regression	0.011601	Akaike info criterion	-6.071263	
Sum squared resid	0.129476	Schwarz criterion	-6.051084	
Log likelihood	2936.420	Hannan-Quinn criter.	-6.063581	
Durbin-Watson stat	2.001643			
<hr/>				
Inverted AR Roots	.46+.39i	.46-.39i	-.36	
Inverted MA Roots	.52			
<hr/>				

Estimasi ARIMA(3,1,2)

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 03/18/15 Time: 06:08
 Sample (adjusted): 5 970
 Included observations: 966 after adjustments
 Convergence achieved after 13 iterations
 MA Backcast: 3 4

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000365	0.000315	1.157924	0.2472
AR(1)	1.014346	0.159154	6.373352	0.0000
AR(2)	-0.517279	0.150101	-3.446208	0.0006
AR(3)	-0.060228	0.041807	-1.440616	0.1500
MA(1)	-0.986429	0.158333	-6.230087	0.0000
MA(2)	0.463038	0.138706	3.338264	0.0009
R-squared	0.043249	Mean dependent var	0.000327	
Adjusted R-squared	0.038266	S.D. dependent var	0.011794	
S.E. of regression	0.011567	Akaike info criterion	-6.075201	
Sum squared resid	0.128434	Schwarz criterion	-6.044933	
Log likelihood	2940.322	Hannan-Quinn criter.	-6.063678	
F-statistic	8.679213	Durbin-Watson stat	1.999556	
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.56+.56i	.56-.56i	-.10	
Inverted MA Roots	.49-.47i	.49+.47i		

Estimasi ARIMA(3,1,2) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 05/28/15 Time: 06:11
 Sample (adjusted): 5 970
 Included observations: 966 after adjustments
 Convergence achieved after 12 iterations
 MA Backcast: 3 4

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	1.015453	0.158572	6.403727	0.0000
AR(2)	-0.522940	0.149747	-3.492156	0.0005

AR(3)	-0.059028	0.041743	-1.414072	0.1577
MA(1)	-0.986191	0.157702	-6.253527	0.0000
MA(2)	0.468338	0.138251	3.387579	0.0007
<hr/>				
R-squared	0.041921	Mean dependent var	0.000327	
Adjusted R-squared	0.037934	S.D. dependent var	0.011794	
S.E. of regression	0.011569	Akaike info criterion	-6.075885	
Sum squared resid	0.128613	Schwarz criterion	-6.050661	
Log likelihood	2939.652	Hannan-Quinn criter.	-6.066282	
Durbin-Watson stat	1.999524			
<hr/>				
Inverted AR Roots	.55+.57i	.55-.57i	-.09	
Inverted MA Roots	.49+.47i	.49-.47i		
<hr/>				

Estimasi ARIMA(3,1,3)

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 03/18/15 Time: 06:08
 Sample (adjusted): 5 970
 Included observations: 966 after adjustments
 Convergence achieved after 28 iterations
 MA Backcast: 2 4

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000373	0.000313	1.194240	0.2327
AR(1)	1.219351	0.337821	3.609459	0.0003
AR(2)	-0.810105	0.426573	-1.899098	0.0579
AR(3)	0.138154	0.258498	0.534448	0.5932
MA(1)	-1.185420	0.337705	-3.510226	0.0005
MA(2)	0.738667	0.414048	1.784014	0.0747
MA(3)	-0.173819	0.230800	-0.753115	0.4516
<hr/>				
R-squared	0.043631	Mean dependent var	0.000327	
Adjusted R-squared	0.037647	S.D. dependent var	0.011794	
S.E. of regression	0.011570	Akaike info criterion	-6.073530	
Sum squared resid	0.128383	Schwarz criterion	-6.038217	
Log likelihood	2940.515	Hannan-Quinn criter.	-6.060086	
F-statistic	7.291799	Durbin-Watson stat	2.012428	
Prob(F-statistic)	0.000000			
<hr/>				
Inverted AR Roots	.49+.58i	.49-.58i	.24	
Inverted MA Roots	.41	.39+.52i	.39-.52i	
<hr/>				

Estimasi ARIMA(3,1,3) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 05/28/15 Time: 06:10

Sample (adjusted): 5 970

Included observations: 966 after adjustments

Convergence achieved after 336 iterations

MA Backcast: 2 4

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	1.203805	0.348347	3.455761	0.0006
AR(2)	-0.790186	0.439539	-1.797761	0.0725
AR(3)	0.120773	0.268445	0.449900	0.6529
MA(1)	-1.168929	0.348289	-3.356206	0.0008
MA(2)	0.719418	0.426308	1.687553	0.0918
MA(3)	-0.156917	0.239902	-0.654087	0.5132
R-squared	0.042223	Mean dependent var		0.000327
Adjusted R-squared	0.037235	S.D. dependent var		0.011794
S.E. of regression	0.011573	Akaike info criterion		-6.074130
Sum squared resid	0.128572	Schwarz criterion		-6.043862
Log likelihood	2939.805	Hannan-Quinn criter.		-6.062607
Durbin-Watson stat	2.011495			
Inverted AR Roots	.50-.58i	.50+.58i	.21	
Inverted MA Roots	.40-.51i	.40+.51i	.37	

Estimasi ARIMA(3,1,4)

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 03/18/15 Time: 06:06

Sample (adjusted): 5 970

Included observations: 966 after adjustments

Convergence achieved after 25 iterations

MA Backcast: 1 4

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000374	0.000326	1.145737	0.2522
AR(1)	1.165202	0.341234	3.414668	0.0007
AR(2)	-0.652716	0.404539	-1.613478	0.1070

AR(3)	0.041437	0.244647	0.169373	0.8655
MA(1)	-1.135008	0.341668	-3.321960	0.0009
MA(2)	0.612329	0.394355	1.552736	0.1208
MA(3)	-0.142938	0.228239	-0.626265	0.5313
MA(4)	0.056192	0.041345	1.359097	0.1744
R-squared	0.045617	Mean dependent var	0.000327	
Adjusted R-squared	0.038643	S.D. dependent var	0.011794	
S.E. of regression	0.011564	Akaike info criterion	-6.073539	
Sum squared resid	0.128117	Schwarz criterion	-6.033181	
Log likelihood	2941.519	Hannan-Quinn criter.	-6.058174	
F-statistic	6.541412	Durbin-Watson stat	2.002290	
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.55-.52i	.55+.52i	.07	
Inverted MA Roots	.56-.40i	.56+.40i	.01+.35i	.01-.35i

Estimasi ARIMA(3,1,4) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 05/28/15 Time: 06:10
 Sample (adjusted): 5 970
 Included observations: 966 after adjustments
 Convergence achieved after 21 iterations
 MA Backcast: 1 4

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	1.146313	0.347577	3.298012	0.0010
AR(2)	-0.625869	0.411037	-1.522659	0.1282
AR(3)	0.021158	0.250228	0.084556	0.9326
MA(1)	-1.114753	0.347920	-3.204052	0.0014
MA(2)	0.586677	0.400310	1.465555	0.1431
MA(3)	-0.124978	0.233608	-0.534991	0.5928
MA(4)	0.057639	0.041501	1.388871	0.1652
R-squared	0.044321	Mean dependent var	0.000327	
Adjusted R-squared	0.038342	S.D. dependent var	0.011794	
S.E. of regression	0.011566	Akaike info criterion	-6.074252	
Sum squared resid	0.128290	Schwarz criterion	-6.038940	
Log likelihood	2940.864	Hannan-Quinn criter.	-6.060808	
Durbin-Watson stat	2.002239			

Inverted AR Roots	.56-.53i	.56+.53i	.04	
Inverted MA Roots	.57-.41i	.57+.41i	-.01+.34i	-.01-.34i

Estimasi ARIMA(4,1,1)

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 03/18/15 Time: 14:33

Sample (adjusted): 6 970

Included observations: 965 after adjustments

Convergence achieved after 34 iterations

MA Backcast: 5

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000380	0.000301	1.265036	0.2062
AR(1)	0.447996	0.191869	2.334905	0.0198
AR(2)	-0.021908	0.036447	-0.601091	0.5479
AR(3)	-0.137468	0.034990	-3.928776	0.0001
AR(4)	-0.014109	0.046698	-0.302140	0.7626
MA(1)	-0.415762	0.191316	-2.173168	0.0300
R-squared	0.036596	Mean dependent var	0.000357	
Adjusted R-squared	0.031573	S.D. dependent var	0.011764	
S.E. of regression	0.011577	Akaike info criterion	-6.073418	
Sum squared resid	0.128529	Schwarz criterion	-6.043125	
Log likelihood	2936.424	Hannan-Quinn criter.	-6.061885	
F-statistic	7.285646	Durbin-Watson stat	1.998246	
Prob(F-statistic)	0.000001			
Inverted AR Roots	.45-.43i	.45+.43i	-.11	-.34
Inverted MA Roots	.42			

Estimasi ARIMA(4,1,1) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 05/28/15 Time: 06:15
 Sample (adjusted): 6 970
 Included observations: 965 after adjustments
 Convergence achieved after 12 iterations
 MA Backcast: 5

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.439365	0.196798	2.232565	0.0258
AR(2)	-0.020833	0.036453	-0.571517	0.5678
AR(3)	-0.136957	0.034864	-3.928349	0.0001
AR(4)	-0.015022	0.047020	-0.319476	0.7494
MA(1)	-0.405529	0.196324	-2.065611	0.0391
R-squared	0.034999	Mean dependent var	0.000357	
Adjusted R-squared	0.030978	S.D. dependent var	0.011764	
S.E. of regression	0.011580	Akaike info criterion	-6.073835	
Sum squared resid	0.128742	Schwarz criterion	-6.048591	
Log likelihood	2935.625	Hannan-Quinn criter.	-6.064224	
Durbin-Watson stat	1.998210			
Inverted AR Roots	.44-.43i	.44+.43i	-.12	-.33
Inverted MA Roots	.41			

Estimasi ARIMA(4,1,2)

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 03/18/15 Time: 14:35
 Sample (adjusted): 6 970
 Included observations: 965 after adjustments
 Convergence not achieved after 500 iterations
 MA Backcast: 4 5

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000379	0.000320	1.185404	0.2362
AR(1)	0.779101	0.287005	2.714588	0.0068
AR(2)	-0.349235	0.186086	-1.876747	0.0609
AR(3)	-0.116259	0.043411	-2.678095	0.0075

AR(4)	0.019049	0.053155	0.358363	0.7202
MA(1)	-0.750419	0.287031	-2.614414	0.0091
MA(2)	0.323761	0.176474	1.834613	0.0669
<hr/>				
R-squared	0.041374	Mean dependent var	0.000357	
Adjusted R-squared	0.035370	S.D. dependent var	0.011764	
S.E. of regression	0.011554	Akaike info criterion	-6.076318	
Sum squared resid	0.127891	Schwarz criterion	-6.040976	
Log likelihood	2938.823	Hannan-Quinn criter.	-6.062862	
F-statistic	6.891143	Durbin-Watson stat	1.996170	
Prob(F-statistic)	0.000000			
<hr/>				
Inverted AR Roots	.47+.56i	.47-.56i	.13	-.28
Inverted MA Roots	.38+.43i	.38-.43i		
<hr/>				

Estimasi ARIMA(4,1,2) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 05/28/15 Time: 06:16

Sample (adjusted): 6 970

Included observations: 965 after adjustments

Convergence achieved after 125 iterations

MA Backcast: 4 5

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.779964	0.286273	2.724542	0.0066
AR(2)	-0.354750	0.185379	-1.913644	0.0560
AR(3)	-0.115269	0.043435	-2.653792	0.0081
AR(4)	0.019446	0.053043	0.366604	0.7140
MA(1)	-0.749846	0.286269	-2.619375	0.0089
MA(2)	0.329573	0.175493	1.877979	0.0607
<hr/>				
R-squared	0.039976	Mean dependent var	0.000357	
Adjusted R-squared	0.034971	S.D. dependent var	0.011764	
S.E. of regression	0.011557	Akaike info criterion	-6.076934	
Sum squared resid	0.128078	Schwarz criterion	-6.046640	
Log likelihood	2938.120	Hannan-Quinn criter.	-6.065400	
Durbin-Watson stat	1.996156			
<hr/>				
Inverted AR Roots	.47+.56i	.47-.56i	.13	-.28
Inverted MA Roots	.37+.43i	.37-.43i		
<hr/>				

Estimasi ARIMA(4,1,3)

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 03/18/15 Time: 06:07

Sample (adjusted): 6 970

Included observations: 965 after adjustments

Convergence achieved after 24 iterations

MA Backcast: 3 5

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000385	0.000316	1.217559	0.2237
AR(1)	0.829094	0.344887	2.403960	0.0164
AR(2)	-0.492096	0.317807	-1.548414	0.1219
AR(3)	0.021998	0.202815	0.108462	0.9137
AR(4)	0.011481	0.051284	0.223876	0.8229
MA(1)	-0.799613	0.345751	-2.312689	0.0210
MA(2)	0.463291	0.306207	1.513002	0.1306
MA(3)	-0.130039	0.184891	-0.703332	0.4820
R-squared	0.041771	Mean dependent var	0.000357	
Adjusted R-squared	0.034762	S.D. dependent var	0.011764	
S.E. of regression	0.011558	Akaike info criterion	-6.074659	
Sum squared resid	0.127838	Schwarz criterion	-6.034269	
Log likelihood	2939.023	Hannan-Quinn criter.	-6.059282	
F-statistic	5.959570	Durbin-Watson stat	1.996413	
Prob(F-statistic)	0.000001			
Inverted AR Roots	.37+.56i	.37-.56i	.21	-.12
Inverted MA Roots	.43	.19+.52i	.19-.52i	

Estimasi ARIMA(4,1,3) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 05/28/15 Time: 06:17

Sample (adjusted): 6 970

Included observations: 965 after adjustments

Convergence achieved after 24 iterations

MA Backcast: 3 5

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.821630	0.353077	2.327059	0.0202
AR(2)	-0.482080	0.323704	-1.489263	0.1367
AR(3)	0.009202	0.207274	0.044395	0.9646
AR(4)	0.012303	0.051618	0.238355	0.8117
MA(1)	-0.790708	0.353957	-2.233911	0.0257
MA(2)	0.454116	0.311652	1.457128	0.1454
MA(3)	-0.117236	0.189434	-0.618877	0.5361
R-squared	0.040299	Mean dependent var		0.000357
Adjusted R-squared	0.034289	S.D. dependent var		0.011764
S.E. of regression	0.011561	Akaike info criterion		-6.075198
Sum squared resid	0.128035	Schwarz criterion		-6.039856
Log likelihood	2938.283	Hannan-Quinn criter.		-6.061742
Durbin-Watson stat	1.996374			
Inverted AR Roots	.38+.56i	.38-.56i	.20	-.13
Inverted MA Roots	.39	.20-.51i	.20+.51i	

Estimasi ARIMA(4,1,4)

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 03/17/15 Time: 22:17

Sample (adjusted): 6 970

Included observations: 965 after adjustments

Convergence achieved after 38 iterations

MA Backcast: 2 5

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000360	0.000327	1.102288	0.2706
AR(1)	0.545092	0.116843	4.665162	0.0000

AR(2)	-0.657327	0.077316	-8.501814	0.0000
AR(3)	0.619297	0.074134	8.353695	0.0000
AR(4)	-0.630443	0.088250	-7.143799	0.0000
MA(1)	-0.506596	0.124014	-4.084977	0.0000
MA(2)	0.624184	0.071833	8.689367	0.0000
MA(3)	-0.715298	0.070703	-10.11690	0.0000
MA(4)	0.588539	0.102834	5.723170	0.0000
<hr/>				
R-squared	0.048645	Mean dependent var		0.000357
Adjusted R-squared	0.040684	S.D. dependent var		0.011764
S.E. of regression	0.011522	Akaike info criterion		-6.079787
Sum squared resid	0.126921	Schwarz criterion		-6.034347
Log likelihood	2942.497	Hannan-Quinn criter.		-6.062487
F-statistic	6.110322	Durbin-Watson stat		2.008452
Prob(F-statistic)	0.000000			
<hr/>				
Inverted AR Roots	.64+.55i	.64-.55i	-.37-.87i	-.37+.87i
Inverted MA Roots	.63+.48i	.63-.48i	-.38-.90i	-.38+.90i
<hr/>				

Estimasi ARIMA(4,1,4) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 05/28/15 Time: 06:17

Sample (adjusted): 6 970

Included observations: 965 after adjustments

Convergence achieved after 25 iterations

MA Backcast: 2 5

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.528240	0.103655	-5.096121	0.0000
AR(2)	0.402069	0.119915	3.352942	0.0008
AR(3)	0.001199	0.121458	0.009871	0.9921
AR(4)	-0.574368	0.101149	-5.678448	0.0000
MA(1)	0.564826	0.116815	4.835221	0.0000
MA(2)	-0.393345	0.132184	-2.975733	0.0030
MA(3)	-0.133986	0.134856	-0.993552	0.3207
MA(4)	0.399719	0.113753	3.513926	0.0005
<hr/>				
R-squared	0.057225	Mean dependent var		0.000357
Adjusted R-squared	0.050329	S.D. dependent var		0.011764
S.E. of regression	0.011464	Akaike info criterion		-6.090919
Sum squared resid	0.125777	Schwarz criterion		-6.050529

Log likelihood	2946.869	Hannan-Quinn criter.	-6.075542
Durbin-Watson stat	1.963430		
Inverted AR Roots	.58-.54i	.58+.54i	-.84+.45i
Inverted MA Roots	.53+.44i	.53-.44i	-.81-.44i

Estimasi IMA(1,1)

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 03/18/15 Time: 06:29

Sample (adjusted): 2 970

Included observations: 969 after adjustments

Convergence achieved after 4 iterations

MA Backcast: 1

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000329	0.000399	0.824018	0.4101
MA(1)	0.055194	0.032111	1.718828	0.0860
R-squared	0.003086	Mean dependent var	0.000329	
Adjusted R-squared	0.002055	S.D. dependent var	0.011788	
S.E. of regression	0.011776	Akaike info criterion	-6.043444	
Sum squared resid	0.134098	Schwarz criterion	-6.033379	
Log likelihood	2930.048	Hannan-Quinn criter.	-6.039613	
F-statistic	2.992944	Durbin-Watson stat	1.998510	
Prob(F-statistic)	0.083947			
Inverted MA Roots	-.06			

Estimasi IMA(1,1) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 05/28/15 Time: 05:42

Sample (adjusted): 2 970

Included observations: 969 after adjustments

Convergence achieved after 4 iterations

MA Backcast: 1

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(1)	0.055831	0.032093	1.739661	0.0822
R-squared	0.002386	Mean dependent var	0.000329	
Adjusted R-squared	0.002386	S.D. dependent var	0.011788	
S.E. of regression	0.011774	Akaike info criterion	-6.044806	
Sum squared resid	0.134192	Schwarz criterion	-6.039774	
Log likelihood	2929.709	Hannan-Quinn criter.	-6.042891	
Durbin-Watson stat	1.998394			
Inverted MA Roots	-.06			

Estimasi IMA(1,2)

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 03/18/15 Time: 06:30

Sample (adjusted): 2 970

Included observations: 969 after adjustments

Convergence achieved after 10 iterations

MA Backcast: 0 1

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000329	0.000405	0.811809	0.4171
MA(1)	0.058918	0.032174	1.831219	0.0674
MA(2)	0.012274	0.032176	0.381475	0.7029
R-squared	0.003190	Mean dependent var	0.000329	
Adjusted R-squared	0.001126	S.D. dependent var	0.011788	
S.E. of regression	0.011781	Akaike info criterion	-6.041485	
Sum squared resid	0.134084	Schwarz criterion	-6.026388	
Log likelihood	2930.099	Hannan-Quinn criter.	-6.035738	
F-statistic	1.545781	Durbin-Watson stat	2.002723	

Prob(F-statistic)	0.213672
Inverted MA Roots	-.03-.11i -.03+.11i

Estimasi IMA(1,2) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 05/28/15 Time: 05:42
 Sample (adjusted): 2 970
 Included observations: 969 after adjustments
 Convergence achieved after 10 iterations
 MA Backcast: 0 1

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(1)	0.059887	0.032157	1.862324	0.0629
MA(2)	0.013416	0.032159	0.417165	0.6766
R-squared	0.002511	Mean dependent var		0.000329
Adjusted R-squared	0.001480	S.D. dependent var		0.011788
S.E. of regression	0.011779	Akaike info criterion		-6.042868
Sum squared resid	0.134175	Schwarz criterion		-6.032803
Log likelihood	2929.770	Hannan-Quinn criter.		-6.039037
Durbin-Watson stat	2.002995			
Inverted MA Roots	-.03+.11i	-.03-.11i		

Estimasi IMA(1,3)

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 03/18/15 Time: 06:33
 Sample (adjusted): 2 970
 Included observations: 969 after adjustments
 Convergence achieved after 7 iterations
 MA Backcast: -1 1

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000328	0.000330	0.995235	0.3199

MA(1)	0.029684	0.031773	0.934252	0.3504
MA(2)	0.011045	0.031785	0.347479	0.7283
MA(3)	-0.160485	0.031792	-5.048044	0.0000
<hr/>				
R-squared	0.024790	Mean dependent var	0.000329	
Adjusted R-squared	0.021758	S.D. dependent var	0.011788	
S.E. of regression	0.011659	Akaike info criterion	-6.061327	
Sum squared resid	0.131179	Schwarz criterion	-6.041198	
Log likelihood	2940.713	Hannan-Quinn criter.	-6.053665	
F-statistic	8.176696	Durbin-Watson stat	1.974224	
Prob(F-statistic)	0.000022			
<hr/>				
Inverted MA Roots	.53	-.28-.48i	-.28+.48i	
<hr/>				

Estimasi IMA(1,3) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 05/28/15 Time: 05:43

Sample (adjusted): 2 970

Included observations: 969 after adjustments

Convergence achieved after 7 iterations

MA Backcast: -1 1

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
<hr/>				
MA(1)	0.031072	0.031764	0.978209	0.3282
MA(2)	0.012399	0.031777	0.390175	0.6965
MA(3)	-0.159034	0.031784	-5.003607	0.0000
<hr/>				
R-squared	0.023794	Mean dependent var	0.000329	
Adjusted R-squared	0.021772	S.D. dependent var	0.011788	
S.E. of regression	0.011659	Akaike info criterion	-6.062371	
Sum squared resid	0.131313	Schwarz criterion	-6.047274	
Log likelihood	2940.219	Hannan-Quinn criter.	-6.056624	
Durbin-Watson stat	1.974748			
<hr/>				
Inverted MA Roots	.52	-.28-.48i	-.28+.48i	
<hr/>				

Estimasi IMA(1,4)

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 03/18/15 Time: 06:33
 Sample (adjusted): 2 970
 Included observations: 969 after adjustments
 Convergence achieved after 8 iterations
 MA Backcast: -2 1

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000331	0.000306	1.082018	0.2795
MA(1)	0.049735	0.032088	1.549949	0.1215
MA(2)	0.000968	0.031783	0.030449	0.9757
MA(3)	-0.145155	0.031800	-4.564571	0.0000
MA(4)	-0.087060	0.032104	-2.711820	0.0068
R-squared	0.031586	Mean dependent var	0.000329	
Adjusted R-squared	0.027568	S.D. dependent var	0.011788	
S.E. of regression	0.011624	Akaike info criterion	-6.066257	
Sum squared resid	0.130264	Schwarz criterion	-6.041096	
Log likelihood	2944.102	Hannan-Quinn criter.	-6.056680	
F-statistic	7.860566	Durbin-Watson stat	2.006599	
Prob(F-statistic)	0.000003			
Inverted MA Roots	.64	-.14+.56i	-.14-.56i	-.42

Estimasi IMA(1,4) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN
 Method: Least Squares
 Date: 05/28/15 Time: 05:44
 Sample (adjusted): 2 970
 Included observations: 969 after adjustments
 Convergence achieved after 8 iterations
 MA Backcast: -2 1

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(1)	0.050971	0.032075	1.589148	0.1124
MA(2)	0.002585	0.031779	0.081348	0.9352
MA(3)	-0.143757	0.031798	-4.521020	0.0000
MA(4)	-0.085783	0.032093	-2.672992	0.0076

R-squared	0.030419	Mean dependent var	0.000329
Adjusted R-squared	0.027404	S.D. dependent var	0.011788
S.E. of regression	0.011625	Akaike info criterion	-6.067116
Sum squared resid	0.130421	Schwarz criterion	-6.046987
Log likelihood	2943.518	Hannan-Quinn criter.	-6.059454
Durbin-Watson stat	2.006736		
Inverted MA Roots	.64	-.14+.55i	-.14-.55i
			-.41

Estimasi ARIMA(5,1,5)

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 05/28/15 Time: 06:18

Sample (adjusted): 7 970

Included observations: 964 after adjustments

Convergence achieved after 26 iterations

MA Backcast: 2 6

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000386	0.000311	1.241225	0.2148
AR(1)	-1.719781	0.133102	-12.92077	0.0000
AR(2)	-0.559285	0.282750	-1.978018	0.0482
AR(3)	0.229808	0.289597	0.793544	0.4277
AR(4)	-0.322584	0.278588	-1.157923	0.2472
AR(5)	-0.371655	0.128982	-2.881436	0.0040
MA(1)	1.772493	0.141583	12.51911	0.0000
MA(2)	0.639735	0.298655	2.142052	0.0324
MA(3)	-0.358746	0.306421	-1.170763	0.2420
MA(4)	-0.041476	0.294280	-0.140940	0.8879
MA(5)	0.158395	0.136198	1.162974	0.2451
R-squared	0.058576	Mean dependent var	0.000402	
Adjusted R-squared	0.048697	S.D. dependent var	0.011687	
S.E. of regression	0.011399	Akaike info criterion	-6.099291	
Sum squared resid	0.123823	Schwarz criterion	-6.043708	
Log likelihood	2950.858	Hannan-Quinn criter.	-6.078128	
F-statistic	5.929578	Durbin-Watson stat	1.994051	
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.45-.49i -.96	.45+.49i	-.83-.44i	-.83+.44i

Inverted MA Roots	.36+.29i -.94	.36-.29i	-.78-.41i	-.78+.41i
-------------------	------------------	----------	-----------	-----------

Estimasi ARIMA(5,1,5) tanpa konstanta

Dependent Variable: RETURN

Method: Least Squares

Date: 05/28/15 Time: 06:18

Sample (adjusted): 7 970

Included observations: 964 after adjustments

Convergence achieved after 52 iterations

MA Backcast: 2 6

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-1.720966	0.133254	-12.91494	0.0000
AR(2)	-0.564464	0.284444	-1.984451	0.0475
AR(3)	0.220108	0.293724	0.749371	0.4538
AR(4)	-0.331814	0.280638	-1.182357	0.2374
AR(5)	-0.375205	0.129257	-2.902778	0.0038
MA(1)	1.774882	0.141844	12.51294	0.0000
MA(2)	0.648510	0.300877	2.155401	0.0314
MA(3)	-0.344299	0.311472	-1.105394	0.2693
MA(4)	-0.028758	0.296847	-0.096877	0.9228
MA(5)	0.163111	0.136590	1.194162	0.2327
R-squared	0.057061	Mean dependent var	0.000402	
Adjusted R-squared	0.048166	S.D. dependent var	0.011687	
S.E. of regression	0.011402	Akaike info criterion	-6.099759	
Sum squared resid	0.124023	Schwarz criterion	-6.049229	
Log likelihood	2950.084	Hannan-Quinn criter.	-6.080519	
Durbin-Watson stat	1.993409			
Inverted AR Roots	.45-.49i -.96	.45+.49i	-.83-.44i	-.83+.44i
Inverted MA Roots	.36+.30i -.94	.36-.30i	-.78-.41i	-.78+.41i

Lampiran 5 Uji ARCH-Lagrange Multiplier

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	10.96666	Prob. F(1,964)	0.0010
Obs*R-squared	10.86580	Prob. Chi-Square(1)	0.0010

Lampiran 6 Estimasi Parameter GARCH

ARIMA(2,1,2)-GARCH(1,1)

Dependent Variable: RETURN

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/28/15 Time: 10:20

Sample (adjusted): 4 970

Included observations: 967 after adjustments

Convergence achieved after 21 iterations

MA Backcast: 2 3

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

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

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	1.276491	0.121061	10.54417	0.0000
AR(2)	-0.687206	0.106674	-6.442114	0.0000
MA(1)	-1.270001	0.131458	-9.660915	0.0000
MA(2)	0.615335	0.118882	5.176004	0.0000

Variance Equation

C	2.95E-06	8.46E-07	3.484257	0.0005
RESID(-1)^2	0.117327	0.023572	4.977334	0.0000
GARCH(-1)	0.863579	0.024542	35.18836	0.0000
R-squared	0.037081	Mean dependent var		0.000314
Adjusted R-squared	0.031063	S.D. dependent var		0.011796
S.E. of regression	0.011611	Akaike info criterion		-6.333387
Sum squared resid	0.129424	Schwarz criterion		-6.298103
Log likelihood	3069.193	Hannan-Quinn criter.		-6.319955
Durbin-Watson stat	1.953096			

Inverted AR Roots	.64-.53i	.64+.53i
Inverted MA Roots	.64-.46i	.64+.46i

ARIMA(2,1,2)-GARCH(1,2)

Dependent Variable: RETURN

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/28/15 Time: 10:20

Sample (adjusted): 4 970

Included observations: 967 after adjustments

Convergence achieved after 12 iterations

MA Backcast: 2 3

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GARCH = C(5) + C(6)*RESID(-1)^2 + C(7)*GARCH(-1) + C(8)*GARCH(-2)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	1.287572	0.112207	11.47496	0.0000
AR(2)	-0.703672	0.097048	-7.250774	0.0000
MA(1)	-1.277843	0.121264	-10.53766	0.0000
MA(2)	0.628851	0.108382	5.802166	0.0000

Variance Equation

C	1.86E-06	6.56E-07	2.836670	0.0046
RESID(-1)^2	0.069066	0.020296	3.402901	0.0007
GARCH(-1)	1.445649	0.163354	8.849814	0.0000
GARCH(-2)	-0.525771	0.143055	-3.675297	0.0002

R-squared	0.037479	Mean dependent var	0.000314
Adjusted R-squared	0.030453	S.D. dependent var	0.011796
S.E. of regression	0.011615	Akaike info criterion	-6.334781
Sum squared resid	0.129370	Schwarz criterion	-6.294457
Log likelihood	3070.867	Hannan-Quinn criter.	-6.319430
Durbin-Watson stat	1.959855		

Inverted AR Roots	.64-.54i	.64+.54i
Inverted MA Roots	.64-.47i	.64+.47i

ARIMA(2,1,2)-GARCH(1,3)

Dependent Variable: RETURN

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/28/15 Time: 10:21

Sample (adjusted): 4 970

Included observations: 967 after adjustments

Convergence achieved after 28 iterations

MA Backcast: 2 3

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

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

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	1.259363	0.115908	10.86517	0.0000
AR(2)	-0.699286	0.102020	-6.854414	0.0000
MA(1)	-1.250693	0.124344	-10.05836	0.0000
MA(2)	0.625695	0.112975	5.538333	0.0000

Variance Equation

C	8.09E-07	2.44E-07	3.311300	0.0009
RESID(-1)^2	0.026889	0.007424	3.621987	0.0003
GARCH(-1)	2.349934	0.127845	18.38105	0.0000
GARCH(-2)	-1.962277	0.219033	-8.958826	0.0000
GARCH(-3)	0.580328	0.099433	5.836394	0.0000
R-squared	0.037106	Mean dependent var		0.000314
Adjusted R-squared	0.029065	S.D. dependent var		0.011796
S.E. of regression	0.011623	Akaike info criterion		-6.336811
Sum squared resid	0.129420	Schwarz criterion		-6.291446
Log likelihood	3072.848	Hannan-Quinn criter.		-6.319541
Durbin-Watson stat	1.957073			
Inverted AR Roots	.63+.55i	.63-.55i		
Inverted MA Roots	.63-.48i	.63+.48i		

ARIMA(2,1,2)-GARCH(2,1)

Dependent Variable: RETURN

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/28/15 Time: 10:21

Sample (adjusted): 4 970

Included observations: 967 after adjustments

Convergence achieved after 12 iterations

MA Backcast: 2 3

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GARCH = C(5) + C(6)*RESID(-1)^2 + C(7)*RESID(-2)^2 + C(8)*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	1.265749	0.119074	10.62993	0.0000
AR(2)	-0.690719	0.105438	-6.550938	0.0000
MA(1)	-1.253359	0.129195	-9.701267	0.0000
MA(2)	0.614483	0.117783	5.217084	0.0000
Variance Equation				
C	3.16E-06	8.87E-07	3.557362	0.0004
RESID(-1)^2	0.065546	0.034963	1.874741	0.0608
RESID(-2)^2	0.060790	0.035178	1.728051	0.0840
GARCH(-1)	0.853260	0.025635	33.28463	0.0000
R-squared	0.037533	Mean dependent var	0.000314	
Adjusted R-squared	0.030508	S.D. dependent var	0.011796	
S.E. of regression	0.011614	Akaike info criterion	-6.333316	
Sum squared resid	0.129363	Schwarz criterion	-6.292991	
Log likelihood	3070.158	Hannan-Quinn criter.	-6.317965	
Durbin-Watson stat	1.965279			
Inverted AR Roots	.63-.54i	.63+.54i		
Inverted MA Roots	.63+.47i	.63-.47i		

ARIMA(2,1,2)-GARCH(2,2)

Dependent Variable: RETURN

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/28/15 Time: 10:22

Sample (adjusted): 4 970

Included observations: 967 after adjustments

Convergence achieved after 20 iterations

MA Backcast: 2 3

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

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

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	1.290974	0.110033	11.73256	0.0000
AR(2)	-0.708788	0.095355	-7.433179	0.0000
MA(1)	-1.279809	0.119165	-10.73981	0.0000
MA(2)	0.633681	0.106725	5.937541	0.0000

Variance Equation

C	2.22E-06	1.11E-06	2.007125	0.0447
RESID(-1)^2	0.056703	0.033442	1.695577	0.0900
RESID(-2)^2	0.024316	0.057704	0.421384	0.6735
GARCH(-1)	1.373672	0.293608	4.678590	0.0000
GARCH(-2)	-0.468056	0.250207	-1.870671	0.0614
R-squared	0.037632	Mean dependent var	0.000314	
Adjusted R-squared	0.029596	S.D. dependent var	0.011796	
S.E. of regression	0.011620	Akaike info criterion	-6.333093	
Sum squared resid	0.129350	Schwarz criterion	-6.287728	
Log likelihood	3071.050	Hannan-Quinn criter.	-6.315823	
Durbin-Watson stat	1.962871			
Inverted AR Roots	.65-.54i	.65+.54i		
Inverted MA Roots	.64-.47i	.64+.47i		

ARIMA(2,1,2)-GARCH(2,3)

Dependent Variable: RETURN
 Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution
 Date: 05/28/15 Time: 10:23
 Sample (adjusted): 4 970
 Included observations: 967 after adjustments
 Convergence achieved after 11 iterations
 MA Backcast: 2 3
 Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
 GARCH = C(5) + C(6)*RESID(-1)^2 + C(7)*RESID(-2)^2 + C(8)*GARCH(-1)
 + C(9)*GARCH(-2) + C(10)*GARCH(-3)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	1.272945	0.119047	10.69278	0.0000
AR(2)	-0.686257	0.104016	-6.597578	0.0000
MA(1)	-1.266079	0.128469	-9.855146	0.0000
MA(2)	0.614614	0.115909	5.302535	0.0000
Variance Equation				
C	1.93E-06	6.36E-06	0.302921	0.7620
RESID(-1)^2	0.071363	0.033810	2.110677	0.0348
RESID(-2)^2	-0.004106	0.230164	-0.017838	0.9858
GARCH(-1)	1.553516	2.751881	0.564529	0.5724
GARCH(-2)	-0.769672	3.630867	-0.211980	0.8321
GARCH(-3)	0.135690	1.151191	0.117869	0.9062
R-squared	0.037101	Mean dependent var	0.000314	
Adjusted R-squared	0.028045	S.D. dependent var	0.011796	
S.E. of regression	0.011629	Akaike info criterion	-6.330196	
Sum squared resid	0.129421	Schwarz criterion	-6.279791	
Log likelihood	3070.650	Hannan-Quinn criter.	-6.311008	
Durbin-Watson stat	1.953868			
Inverted AR Roots	.64-.53i	.64+.53i		
Inverted MA Roots	.63+.46i	.63-.46i		

ARIMA(2,1,2)-GARCH(3,1)

Dependent Variable: RETURN

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/28/15 Time: 10:25

Sample (adjusted): 4 970

Included observations: 967 after adjustments

Convergence achieved after 15 iterations

MA Backcast: 2 3

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

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

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	1.280397	0.113669	11.26425	0.0000
AR(2)	-0.692052	0.100489	-6.886849	0.0000
MA(1)	-1.262797	0.123979	-10.18555	0.0000
MA(2)	0.607523	0.112942	5.379060	0.0000
Variance Equation				
C	4.78E-06	1.51E-06	3.171492	0.0015
RESID(-1)^2	0.068875	0.034884	1.974412	0.0483
RESID(-2)^2	0.016306	0.040435	0.403257	0.6868
RESID(-3)^2	0.089240	0.037909	2.354038	0.0186
GARCH(-1)	0.796251	0.038227	20.82945	0.0000
R-squared	0.037777	Mean dependent var	0.000314	
Adjusted R-squared	0.029742	S.D. dependent var	0.011796	
S.E. of regression	0.011619	Akaike info criterion	-6.335381	
Sum squared resid	0.129330	Schwarz criteron	-6.290016	
Log likelihood	3072.157	Hannan-Quinn criter.	-6.318111	
Durbin-Watson stat	1.976019			
Inverted AR Roots	.64+.53i	.64-.53i		
Inverted MA Roots	.63-.46i	.63+.46i		

ARIMA(2,1,2)-GARCH(3,2)

Dependent Variable: RETURN

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/28/15 Time: 10:25

Sample (adjusted): 4 970

Included observations: 967 after adjustments

Convergence achieved after 14 iterations

MA Backcast: 2 3

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

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

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	1.282636	0.112623	11.38872	0.0000
AR(2)	-0.691570	0.099358	-6.960399	0.0000
MA(1)	-1.262928	0.123707	-10.20903	0.0000
MA(2)	0.603591	0.112061	5.386274	0.0000

Variance Equation

C	4.81E-06	2.43E-06	1.978542	0.0479
RESID(-1)^2	0.071126	0.035007	2.031756	0.0422
RESID(-2)^2	0.012594	0.055317	0.227679	0.8199
RESID(-3)^2	0.094097	0.044857	2.097697	0.0359
GARCH(-1)	0.790832	0.410850	1.924871	0.0542
GARCH(-2)	0.001535	0.335507	0.004576	0.9963

R-squared	0.037754	Mean dependent var	0.000314
Adjusted R-squared	0.028705	S.D. dependent var	0.011796
S.E. of regression	0.011625	Akaike info criterion	-6.333341
Sum squared resid	0.129333	Schwarz criterion	-6.282936
Log likelihood	3072.170	Hannan-Quinn criter.	-6.314152
Durbin-Watson stat	1.980187		

Inverted AR Roots	.64+.53i	.64-.53i
Inverted MA Roots	.63-.45i	.63+.45i

ARIMA(2,1,2)-GARCH(3,3)

Dependent Variable: RETURN

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/28/15 Time: 10:26

Sample (adjusted): 4 970

Included observations: 967 after adjustments

Convergence achieved after 40 iterations

MA Backcast: 2 3

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

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

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	1.287328	0.116703	11.03085	0.0000
AR(2)	-0.682649	0.105962	-6.442373	0.0000
MA(1)	-1.278511	0.128786	-9.927434	0.0000
MA(2)	0.610421	0.119622	5.102933	0.0000

Variance Equation

C	6.93E-06	2.06E-06	3.368915	0.0008
RESID(-1)^2	0.085786	0.030463	2.816126	0.0049
RESID(-2)^2	0.022221	0.022790	0.975041	0.3295
RESID(-3)^2	0.191681	0.025198	7.606868	0.0000
GARCH(-1)	0.525531	0.056929	9.231406	0.0000
GARCH(-2)	-0.545220	0.055445	-9.833456	0.0000
GARCH(-3)	0.682559	0.051542	13.24283	0.0000

R-squared	0.037160	Mean dependent var	0.000314
Adjusted R-squared	0.027088	S.D. dependent var	0.011796
S.E. of regression	0.011635	Akaike info criterion	-6.345073
Sum squared resid	0.129413	Schwarz criterion	-6.289627
Log likelihood	3078.843	Hannan-Quinn criter.	-6.323965
Durbin-Watson stat	1.957941		

Inverted AR Roots	.64-.52i	.64+.52i
Inverted MA Roots	.64+.45i	.64-.45i

*Lampiran 7**Uji ARCH-Lagrange Multiplier*

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.514164	Prob. F(1,964)	0.4735
Obs*R-squared	0.514956	Prob. Chi-Square(1)	0.4730

Lampiran 8 Estimasi Model TGARCH dan EGARCH

ARIMA(2,1,2)-TGARCH(1,1)

Dependent Variable: RETURN

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution

Date: 05/28/15 Time: 15:15

Sample (adjusted): 4 970

Included observations: 967 after adjustments

Convergence achieved after 23 iterations

MA Backcast: 2 3

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

$$\text{GARCH} = C(5) + C(6)*\text{RESID}(-1)^2 + C(7)*\text{RESID}(-1)^2*(\text{RESID}(-1)<0) + C(8)*\text{GARCH}(-1)$$

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	1.278069	0.127307	10.03928	0.0000
AR(2)	-0.685617	0.113295	-6.051619	0.0000
MA(1)	-1.271367	0.138345	-9.189832	0.0000
MA(2)	0.620119	0.127012	4.882385	0.0000

Variance Equation

C	3.30E-06	9.21E-07	3.580377	0.0003
RESID(-1)^2	0.051491	0.020210	2.547813	0.0108
RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0)	0.085750	0.023373	3.668730	0.0002
GARCH(-1)	0.879564	0.022738	38.68194	0.0000

R-squared	0.036988	Mean dependent var	0.000314
Adjusted R-squared	0.029958	S.D. dependent var	0.011796
S.E. of regression	0.011618	Akaike info criterion	-6.340302
Sum squared resid	0.129436	Schwarz criterion	-6.299978
Log likelihood	3073.536	Hannan-Quinn criter.	-6.324951
Durbin-Watson stat	1.953518		

Inverted AR Roots	.64-.53i	.64+.53i
Inverted MA Roots	.64+.46i	.64-.46i

ARIMA(2,1,2)-EGARCH(1,1)

Dependent Variable: RETURN
 Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution
 Date: 05/28/15 Time: 15:16
 Sample (adjusted): 4 970
 Included observations: 967 after adjustments
 Convergence achieved after 23 iterations
 MA Backcast: 2 3
 Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
 $\text{LOG(GARCH)} = C(5) + C(6)*\text{ABS(RESID(-1)}/@SQRT(GARCH(-1))) + C(7)$
 $*\text{RESID(-1)}/@SQRT(GARCH(-1)) + C(8)*\text{LOG(GARCH(-1))}$

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(1)	0.610099	0.071574	8.524006	0.0000
AR(2)	-0.867428	0.065191	-13.30597	0.0000
MA(1)	-0.581025	0.081834	-7.100003	0.0000
MA(2)	0.838409	0.073280	11.44113	0.0000
Variance Equation				
C(5)	-0.398007	0.079785	-4.988481	0.0000
C(6)	0.186714	0.032117	5.813629	0.0000
C(7)	-0.080608	0.015722	-5.127072	0.0000
C(8)	0.971923	0.007302	133.0993	0.0000
R-squared	0.024427	Mean dependent var		0.000314
Adjusted R-squared	0.017306	S.D. dependent var		0.011796
S.E. of regression	0.011693	Akaike info criterion		-6.336950
Sum squared resid	0.131124	Schwarz criterion		-6.296626
Log likelihood	3071.916	Hannan-Quinn criter.		-6.321599
Durbin-Watson stat	1.961425			
Inverted AR Roots	.31-.88i	.31+.88i		
Inverted MA Roots	.29-.87i	.29+.87i		

Lampiran 9

Nilai MAPE ARIMA(2,1,2)-TGARCH(1,1)

Forecast: RETURNF99	
Actual: RETURN	
Forecast sample: 1 970	
Adjusted sample: 4 970	
Included observations: 967	
Root Mean Squared Error	0.011570
Mean Absolute Error	0.008166
Mean Abs. Percent Error	189.9648
Theil Inequality Coefficient	0.839267
Bias Proportion	0.001292
Variance Proportion	0.717809
Covariance Proportion	0.281099

Nilai MAPE ARIMA(2,1,2)-EGARCH(1,1)

Forecast: RETURNF	
Actual: RETURN	
Forecast sample: 1 970	
Adjusted sample: 4 970	
Included observations: 967	
Root Mean Squared Error	0.011645
Mean Absolute Error	0.008154
Mean Abs. Percent Error	218.9022
Theil Inequality Coefficient	0.872043
Bias Proportion	0.000792
Variance Proportion	0.771789
Covariance Proportion	0.227418