

**IMPLEMENTASI MODEL *EXPONENTIAL GARCH-M*
MENGUNAKAN METODE *MAXIMUM LIKELIHOOD***

(Studi Kasus: Harga Saham *Jakarta Islamic Index*)

SKRIPSI

**OLEH
MUHIMMATUL ALIYAH
NIM. 16610079**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

**IMPLEMENTASI MODEL *EXPONENTIAL GARCH-M*
MENGUNAKAN METODE *MAXIMUM LIKELIHOOD***

(Studi Kasus: Harga Saham *Jakarta Islamic Index*)

SKRIPSI

**Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)**

**Oleh
Muhimmatul Aliyah
NIM. 16610079**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

**IMPLEMENTASI MODEL *EXPONENTIAL GARCH-M*
MENGUNAKAN METODE *MAXIMUM LIKELIHOOD***

(Studi Kasus: Harga Saham *Jakarta Islamic Index*)

SKRIPSI

Oleh
Muhimmatul Aliyah
NIM. 16610079

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal 10 Mei 2020

Pembimbing I,



Abdul Aziz, M.Si
NIP. 19760318 200604 1 002

Pembimbing II,



Muhammad Khudzaifah, M.Si
NIDT. 1990511 20160811 057

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 2000312 1 001

**IMPLEMENTASI MODEL *EXPONENTIAL GARCH-M*
MENGUNAKAN METODE *MAXIMUM LIKELIHOOD***

(Studi Kasus: Harga Saham *Jakarta Islamic Index*)

SKRIPSI

Oleh
Muhimmatul Aliyah
NIM. 16610079

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
dan dinyatakan Diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk Memperoleh Gelar sarjana Matematika (S.Mat)
Tanggal 12 Mei 2020

Penguji Utama : Dr. Sri Harini, M.Si



Ketua Penguji : Angga Dwi Mulyanto, M.Si



Sekretaris Penguji : Abdul Aziz, M.Si



Anggota Penguji : Muhammad Khudzaifah, M.Si



Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 2000312 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Muhimmatul Aliyah

NIM : 16610079

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Implementasi Model *Exponential* GARCH-M menggunakan Metode *Maximum Likelihood* (Studi Kasus: Harga Saham *Jakarta Islamic Index*)

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan dan pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar rujukan. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 8 Mei 2020

Yang membuat pernyataan,

A yellow revenue stamp with the text "METERAI TEMPEL" at the top, a serial number "DFCC0AHF508236501", and the value "6000 ENAM RIBU RUPIAH" at the bottom. A blue ink signature is written over the stamp.

Muhimmatul Aliyah
NIM. 16610079

MOTO

“Mulai dengan menghilangkan keraguan, kemudian lakukan dan ikhtiarkan,
selanjutnya doakan dan pasrahkan pada Allah”

“Sometimes you may feel down, but remember to keep going and stay strong”-
Lay Zhang



PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Ayahanda tercinta As'ad dan Ibunda tercinta Aniyah, yang senantiasa mendoakan, memberikan nasihat, semangat dan kasih sayang dengan ikhlas dan istiqomah yang sangat berarti bagi penulis, serta adik tersayang Muhammad Amin Hasbi dan Ahmad Habiburrohman yang selalu menjadi kebanggaan, penyemangat, dan penghibur di setiap waktu bagi penulis.



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah Swt atas rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar sarjana matematika di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya dan memberikan penghargaan setinggi-tingginya terutama kepada:

1. Prof. Dr. H. Abd. Haris, Mag, selaku rector Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
2. Dr. Sri Harini, MSi, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
3. Dr. Usman Pagalay, M.Si, selaku ketua Jurusan matematika Fakultas Sains dan teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
4. Abdul Aziz, M.Si, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, nasihat, motivasi dan berbagi pengalaman yang berharga bagi penulis
5. Muhammad Khudzaifah, M.Si, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan, nasihat, serta berbagi ilmunya kepada penulis

6. Segenap sivitas akademika Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang terutama seluruh dosen atas ilmu yang telah diberikan.
 7. Ayah dan Ibu tercinta serta adik tersayang yang selalu memberikan doa, dukungan, semangat, nasihat, dan motivasi kepada penulis hingga saat ini
 8. Sahabat-sahabat penulis yang selalu memberikan dukungan, menemani, dan membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini
 9. Seluruh teman-teman di Jurusan Matematika angkatan 2016 yang berjuang bersama-sama untuk meraih mimpi
 10. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini secara moril maupun materil yang tidak dapat disebutkan satu persatu
- Semoga Allah Swt melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun bagi pembaca atas eahmat dan izin-Nya. *Aamiin.*

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Malang, 29 April 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGAJUAN	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	
HALAMAN MOTO	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT	xviii
ملخص.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Sistematika Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.1 Deret Waktu.....	7
2.1.1 Pengertian Deret Waktu.....	7
2.1.2 <i>Autocorrelation Function</i>	7
2.1.3 <i>Partial Autocorrelation Function</i>	9
2.1.4 Kestasioneran.....	10
2.1.5 <i>Differencing</i>	17
2.1.6 Proses <i>White Noise</i>	19
2.1.7 Model Deret Waktu Stasioner.....	21
2.1.8 Model Deret Waktu Nonstasioner	24
2.1.9 Model ARCH dan GARCH	25

2.1.10 Model GARCH <i>in Mean</i>	27
2.1.11 Model <i>Exponential</i> GARCH <i>in Mean</i>	28
2.1.12 Identifikasi Model ARIMA dengan <i>Correlogram</i>	30
2.1.13 Homoskedastisitas dan Heteroskedastisitas	30
2.2 Uji Hipotesa	31
2.2.1 Uji Stasioneritas.....	31
2.2.2 Uji Normalitas.....	33
2.2.3 Uji Autokorelasi.....	34
2.2.4 Uji Heteroskedastisitas	35
2.2.5 Uji Signifikansi Parameter.....	36
2.3 Saham dan Volatilitas.....	37
2.3.1 Saham.....	37
2.3.2 Volatilitas.....	38
2.4 Estimasi Parameter	39
2.4.1 Metode <i>Maximum Likelihood</i>	39
2.5 Iterasi <i>Newton Raphson</i>	40
2.6 Konsep Prediksi dalam Quran	42
BAB III METODE PENELITIAN	44
3.1 Pendekatan Penelitian.....	44
3.2 Variabel Penelitian	44
3.3 Jenis dan Sumber Data	44
3.4 Metode Analisis.....	45
BSB IV PEMBAHASAN	48
4.1 Analisis Deskriptif Data	48
4.2 Uji Hipotesis	50
4.3 Pemodelan ARIMA	53
4.4 Pemodelan EGARCH-M	57
4.5 Peramalan	64
BAB V PENUTUP	68
5.1 Kesimpulan.....	68
5.2 Saran	69
DAFTAR RUJUKAN.....	70
LAMPIRAN-LAMPIRAN	
RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Estimasi Model ARIMA dengan <i>Software Eviews</i>	54
Tabel 4.2 Hasil Peramalan harga Saham Bulan Maret 2020	66



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Plot Data <i>Time Series</i> Stasioner dalam Rata-rata	11
Gambar 2.2	Plot Data <i>Time Series</i> Stasioner dalam Variansi	12
Gambar 2.3	Plot Data <i>Time Series</i> Stasioner dalam Rata-rata dan Variansi.....	12
Gambar 2.4	Plot Data <i>Time Series</i> Stasioner Kuat	14
Gambar 2.5	Plot Data <i>Time Series</i> Stasioner Lemah	15
Gambar 2.6	Plot Stasioner Hasil Uji Stasioner dengan ACF	16
Gambar 2.7	Plot Tidak Stasioner Hasil Uji Stasioner dengan ACF	16
Gambar 2.8	Plot Data Sebelum <i>Differencing</i>	17
Gambar 2.9	Plot Data Setelah <i>Differencing</i>	18
Gambar 2.10	Plot Data Bersifat <i>White Noise</i>	20
Gambar 3.1	Flowchart Implementasi Model ARIMA	46
Gambar 3.2	Flowchart Implementasi dan Peramalan Model ARIMA-EGARCH-M.....	47
Gambar 4.1	Deskriptif Data Harga Saham dengan <i>Software Eviews</i>	48
Gambar 4.2	Grafik Data Harga Saham dengan <i>Software Eviews</i>	49
Gambar 4.3	Grafik <i>Log Return</i> dengan <i>Software Eviews</i>	50
Gambar 4.4	Output Uji ADF <i>Log Return</i> dengan <i>Software Eviews</i>	51
Gambar 4.5	Uji Normalitas <i>Log Return</i> dengan <i>Software Eviews</i>	52
Gambar 4.6	<i>Correlogram Return</i> dengan <i>Software Eviews</i>	53
Gambar 4.7	Output Uji Signifikansi Parameter dengan <i>Software Eviews</i>	55
Gambar 4.8	Output Uji Heteroskedastisitas Residual dengan <i>Software Eviews</i>	56
Gambar 4.9	Uji Autokorelasi Residual dengan <i>Software Eviews</i>	57
Gambar 4.10	Estimasi Model ARIMA(1,1,1)-EGARCH(2,2)-M.....	58
Gambar 4. 11	Output Uji Signifikansi Parameter dengan <i>Software Eviews</i>	60
Gambar 4.12	Uji Autokorelasi Residual dengan <i>Software Eviews</i>	61
Gambar 4.13	Uji Heteroskedastisitas Residual dengan <i>Software Eviews</i>	62
Gambar 4.14	Uji Normalitas Residual dengan <i>Software Eviews</i>	63
Gambar 4.15	Perbandingan Ramalan Harga Saham dan Data <i>Real</i>	66

DAFTAR SIMBOL

Simbol-simbol yang digunakan dalam skripsi ini memiliki makna sebagai berikut:

Z_t	: Variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$
Z_{t+k}	: Variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$ pada saat k
$\hat{Z}_{t+k}$	: Estimasi variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$ pada saat k
γ_k	: Nilai fungsi kovariansi (fungsi autokovariansi) pada saat ke- k
ρ_k	: Nilai fungsi korelasi (fungsi autokorelasi) pada saat ke- k
P_k	: Nilai fungsi autokorelasi parsial pada saat ke- k
k	: Selang waktu, $k = \{0, 1, 2, \dots\}$
n	: Banyaknya pengamatan
μ	: Nilai ekspektasi variabel acak (rata-rata variabel acak)
σ^2	: Nilai variansi variabel acak
Z_t'	: Hasil <i>differencing</i> pertama dari Z_t
Z_t''	: Hasil <i>differencing</i> kedua dari Z_t
Z_t^d	: Hasil <i>differencing</i> ke- d dari Z_t
B	: Operator <i>shift</i> mundur
d	: Orde <i>differencing</i>
ε	: Nilai <i>error</i>
$\dot{Z}_t$	: Selisih antara variabel acak pada saat ke- t dan rata-rata populasi
ω_i	: Parameter AR untuk koefisien variabel ke- $(t-i)$
p	: Orde AR
ϕ	: Parameter MA
q	: Orde MA
m	: Orde ARCH

x	: Variabel acak berdistribusi normal baku
α	: Parameter ARCH
ϑ	: Parameter GARCH
m, s	: Orde GARCH
$\bar{Z}$	: Rata-rata sampel
Y	: Vektor (acak) ordo $1 \times n$
X	: Matrik acak ordo $n \times (u+1)$
β	: Vektor parameter ordo $(u+1) \times 1$
ε	: Nilai error dengan variansi σ^2
k	: selang waktu, $k = \{0, 1, 2, \dots\}$
$\dot{Z}_t$	: selisih variabel acak dan rata-rata untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$
ω_i	: parameter AR untuk koefisien variabel ke- i , $i = 1, 2, \dots, p$
ϕ_j	: parameter MA untuk koefisien variabel ke- j , $j = 1, 2, \dots, q$
w_t	: variabel acak bersifat <i>white noise</i>
h_t^2	: variansi <i>error</i> saat t
h_t	: simpangan baku <i>error</i> saat t
$\alpha, \theta, \vartheta$	: parameter EGARCH
DF	: Uji <i>Dickey Fuller</i>
SE	: <i>standart error</i>
$\hat{\omega}$	: penduga dari koefisien ω
$\bar{Z}$	: rata-rata sampel
D	: uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i>
$S(Z)$	: peluang kumulatif normal
$F_o(Z)$	: peluang kumulatif empiris
α	: taraf signifikansi
VIF	: nilai VIF
R^2	: koefisien determinasi

$\hat{Y}$	: variabel terikat estimasi
Y	: variabel terikat
$\bar{Y}$	: variabel terikat rata-rata
$\ln(\varepsilon^2)$	: nilai kuadrat <i>error</i> yang ditransformasikan ke logaritma natural
β_0	: konstanta
β_1	: koefisien regresi dari variabel X_1
β_2	: koefisien regresi dari variabel X_2
$\hat{\theta}$	: nilai estimasi parameter
SE	: <i>standart error</i>
σ_T	: volatilitas saat T
r	: <i>return</i>
$\bar{r}$	: rata-rata <i>return</i>
T	: waktu
S_0	: harga saham awal
C_{BS}	: opsi beli dengan <i>black scholes</i>
r	: tingkat suku bunga bebas resiko
σ_T	: volatilitas saat T
$N(-d_1)$	: fungsi densitas kumulatif distribusi normal dari (d_1)
$N(-d_2)$	: fungsi densitas kumulatif distribusi normal dari (d_2)
S_T	: Harga saham pada waktu ke- t
K	: Harga ketetapan
P_{BS}	: Harga opsi jual dengan <i>Black Scholes</i>
$\hat{\beta}_{ml}$	: Parameter estimasi dengan <i>Maximum Likelihood</i>

ABSTRAK

Aliyah, Muhimmatul. 2020. **Implementasi Model *Exponential GARCH-M* menggunakan Metode *Maximum Likelihood* (Studi Kasus: Harga Saham *Jakarta Islamic Index*)**. Skripsi. Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Abdul Aziz, M.Si. (II) Muhammad Khudzaifah, M.Si.

Kata kunci: Deret waktu, ARIMA, *Exponential GARCH-M*, *Maximum Likelihood*, Harga saham, *Return*

Deret waktu merupakan kumpulan data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu dan juga berlaku pada data harga saham. Fluktuasi harga saham yang naik dan turun serta adanya risiko pada *return* menyebabkan peneliti menggunakan model *Exponential GARCH-M* untuk dilakukan implementasi data harga saham *Jakarta Islamic Index* yang telah di transformasikan ke dalam bentuk *log return* menggunakan metode *Maximum Likelihood*. Setelah dilakukan estimasi, didapatkan model ARIMA(1,1,1)-EGARCH(2,2)-M sebagai model signifikan dan dapat diketahui bahwa harga saham sekarang dapat ditentukan oleh harga saham sebelumnya dan nilai eksponensial dari selisih *log return* sekarang dan sebelumnya. Hasil peramalan harga saham juga menunjukkan nilai yang tidak jauh berbeda selisihnya dengan data asli.

ABSTRACT

Aliyah, Muhimmatul. 2020. **Implementation of Exponential GARCH-M Model using Maximum Likelihood Method (Case Study: Jakarta Islamic Index Stock Price)**. Thesis. Departement of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Islamic State University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor: (I) Abdul Aziz, M.Si. (II) Muhammad Khudzaifah, M.Si.

Keyword: Time Series, ARIMA, *Exponential GARCH-M*, *Maximum Likelihood*, Stock price, *Return*

Time series is a collection of data collected from time to time and also applies to the data of stock price. The fluctuation of stock price rise and fall with the risk of the return that causes the researchers to use the Exponential GARCH-M model to do implementation the stock price of *Jakarta Islamic Index* which has been transformed into log-returns using *Maximum Likelihood* method. After estimation, get The ARIMA (1,1,1)-EGARCH (2,2)-M model as a significant model and it can be known that the current stock price is determined by the previous stock price and the exponential value from the differences between the current log return and the previous log return. The result of forecasting stock price shows that the value is not many differences from the real data of stock price.

ملخص

العالية, مهمة. ٢٠٢٠. تطبيق نموذج GARCH-M الآسي باستخدام طريقة الامكانية القصوى (Maximum Likelihood) (دراسة حالة: سعر سهم Jakarta Islamic Index). البحث العلمي.شعبة الرياضيات, كلية العلوم والتكنولوجيا , الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرف: (١) عبد العزيز , الماجستير (٢) محمد حديفة , الماجستير

الكلمة الرئيسية: سلسلة زمنية, GARCH-M, ARIMA, الآسي , الامكانية القصوى (Maximum Likelihood), عر السهم, العائد

السلاسل الزمنية هي بيانات مرتبة ترتيباً زمنياً أو بيانات يتم جمعها من وقت لآخر والتي تنطبق أيضاً على بيانات سعر السهم. ارتفاع وتقلب أسعار الأسهم المتقلبة بالإضافة إلى مخاطر العائد , الأمر الذي يدفع الباحثين إلى استخدام نموذج GARCH-M الآسي لتطبيق سعر سهم مذشر جاكارتا الإسلامي (Jakarta Islamic Index) الذي تم تحويله إلى عوائد قياسية باستخدام طريقة الامكانية القصوى (Maximum Likelihood). بعد التقدير , يتم الحصول على نموذج EGARCH(2,2)-ARIMA(1,1,1) كنموذج مهم ويمكن ملاحظة أن سعر السهم الحالي يتم تحديده بواسطة سعر السهم السابق والقيمة الأسية للفرق بين عائد السجل الحالي وعائد السجل السابق. تظهر نتيجة التنبؤ بسعر السهم أن القيمة لا تختلف كثيراً عن البيانات الحقيقية لسعر السهم.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Matematika merupakan suatu alat analisis yang digunakan dalam berbagai ilmu, salah satunya ilmu ekonomi keuangan. Pada perkembangan perekonomian yang semakin meningkat, kebutuhan informasi masyarakat juga semakin meningkat terhadap perkembangan bursa. Persaingan yang ketat pada pasar modal tersebut, mengharuskan masyarakat menerapkan adanya opsi saham. Menurut Mooy, dkk (2017), opsi adalah suatu tipe kontrak bukan kewajiban antara dua pihak, salah satunya memberikan hak kepada yang lain untuk membeli atau menjual suatu aset dengan harga tertentu dalam jangka yang telah ditentukan. Berdasarkan fungsinya, opsi dibedakan menjadi dua yaitu opsi beli (*call option*) dan opsi jual (*put option*). Nilai opsi ini juga bergantung pada harga saham yang dapat berfluktuasi naik dan turun setiap waktu sehingga mengandung deret waktu harga saham yang tidak konstan.

Menurut Enders (1995), data deret waktu dengan ragam tidak konstan dinamakan data deret waktu dengan heteroskedastisitas bersyarat. Penyelesaian masalah runtun waktu ini telah dikenalkan oleh Engle tahun 1982 yang disebut model *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH). Model ini menggambarkan perubahan variansi dipengaruhi oleh beberapa data sebelumnya. Kemudian, Bollerslev tahun 1986, menggeneralisasikan model sebelumnya untuk mengatasi orde lebih tinggi, yang dikenal sebagai model *Generalize*

Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH). Kemudian, untuk kasus *return* pada tahun 1987 oleh Engle, Lilien, dan Robins mengenalkan model GARCH *in Mean* (GARCH-M). Selanjutnya model ini dikembangkan oleh Nelson tahun 1991, dinamakan model *Exponential Generalize Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (EGARCH) dan EGARCH-M untuk mengatasi pengaruh asimetrik. Pengaruh asimetrik merupakan pengaruh pada perubahan volatilitas dari pengembalian yang diharapkan. Dengan kata lain, perubahan volatilitas cenderung naik ketika pengembalian lebih kecil dari yang diharapkan dan perubahan volatilitas cenderung turun ketika pengembalian lebih besar dari yang diharapkan (Widyawati & Sulistianingsih, 2013).

Berdasarkan firman Allah SWT dalam al-Quran surah At-Taubah ayat 122 mengenai memperdalam ilmu pengetahuan berikut ini:

Artinya: *“Dan tidak sepatutnya orang-orang mukmin itu semuanya pergi (ke medan perang). Mengapa sebagian dari setiap golongan di antara mereka tidak pergi untuk memperdalam pengetahuan agama mereka dan untuk memberi peringatan kepada kaumnya apabila mereka telah kembali, agar mereka dapat menjaga dirinya”*

Tafsir Al Mukhtashar di bawah pengawasan Syaikh Dr. Shalih bin Abdullah bin Humaid mengatakan bahwa

Dan tidak patut bagi kaum mukminin semuanya keluar memerangi musuh mereka, sebagaimana yang tidak dibenarkan dan berjihad dari golongan sejumlah orang yang memadai dan mewujudkan mashlahat, tujuannya agar orang-orang yang tinggal bisa mendalami agama Allah dan mengetahui apa yang terbaru dari hukum-hukum agama Allah dan wahyu yang diturunkan pada Rasul-Nya, agar mereka nanti memperingatkan kaum mereka dengan

ilmu yang mereka pelajari tatkala mereka kembali kepada kaumnya itu. Mudahmudahan mereka takut kepada siksaan Allah dengan menjalankan perintah-perintahNya dan menjauhi larangan-laranganNya

Ayat tersebut merupakan salah satu ayat tentang keharusan menuntut ilmu. Berdasarkan tafsir di atas pada frasa “...*bisa mendalami agama Allah ..*” berarti orang-orang mukmin dianjurkan untuk menuntut ilmu terkhusus ilmu agama dan mendalaminya dengan tekun agar ajaran-ajaran tersebut dapat diajarkan secara merata dan dapat dilakukan secara efektif dan menjadi manfaat dalam mencerdaskan masyarakat akan suatu ilmu. Oleh karena itu, dilakukan pengembangan model GARCH-M menjadi model EGARCH-M dalam mengatasi resiko dalam keuangan.

Model EGARCH-M sudah digunakan oleh beberapa peneliti sebelumnya, diantaranya yaitu Julianto, dkk (2013), yang menggunakan model EGARCH-M untuk meramalkan harga saham dan menghasilkan hasil peramalan yang tidak jauh berbeda dengan harga saham sebenarnya. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Arifin, dkk (2017), yang membandingkan model GARCH asimetris yaitu EGARCH, *Threshold-GARCH* (TGARCH), dan *Autoregressive Power-ARCH* (APARCH) menggunakan metode *maximum likelihood* dan mengatakan bahwa model asimetris terbaik adalah model EGARCH. Kemudian, Julia, dkk (2018), membandingkan model TGARCH dan EGARCH untuk Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG). Penelitian tersebut menghasilkan bahwa model terbaik untuk IHSG adalah model EGARCH.

Berdasarkan pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Julianto, dkk (2013) yang menggunakan model EGARCH-M dan Julia, dkk (2018), yang menggunakan model EGARCH untuk mengestimasi dan meramalkan harga saham. Kemudian, berdasarkan pada penelitian Arifin, dkk (2017), yang menggunakan metode *Maximum Likelihood* sebagai penduga parameter pada model EGARCH. Oleh karena itu, peneliti ingin mengimplementasi model EGARCH-M menggunakan metode *Maximum Likelihood* pada data harga saham harian *Jakarta Islamic Index* periode Januari 2019-Februari 2020 yang ditransformasikan kedalam bentuk *log return* dengan alasan nilai *log return* memiliki nilai yang terlihat jelas untuk mengetahui fluktuasi data. Peneliti memilih harga saham harian *Jakarta Islamic Index* dengan alasan bahwa objek penelitian tersebut telah memenuhi kriteria investasi di pasar modal dan merupakan saham-saham kapitalisasi besar dari 30 saham perusahaan yang dikeluarkan oleh Bursa Efek Indonesia yang kegiatannya tidak bertentangan dengan syariah dan diharapkan dapat meningkatkan investasi secara syariah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, peneliti mengambil rumusan masalah yaitu bagaimana implementasi model EGARCH-M menggunakan metode *Maximum Likelihood* pada data harga saham *Jakarta Islamic Index* periode Januari 2019-Februari 2020?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas diperoleh beberapa tujuan yaitu untuk mengetahui hasil implementasi model EGARCH-M menggunakan metode *Maximum Likelihood* pada data harga saham *Jakarta Islamic Index* periode Januari 2019-Februari 2020.

1.4 Manfaat Penelitian

Sesuai dengan tujuan penelitian, maka manfaat penelitian ini adalah sebagai kesempatan untuk menambah wawasan tentang pemodelan dan peramalan dari hasil implementasi model EGARCH-M menggunakan metode *Maximum Likelihood* pada data harga saham *Jakarta Islamic Index* periode Januari 2019-Februari 2020.

1.5 Batasan Masalah

Agar tidak terjadi perluasan dan pengembangan masalah, maka diperlukan adanya batasan masalah sebagai berikut :

- a. *Error* berdistribusi normal.
- b. Data yang digunakan data harga saham *Jakarta Islamic Index* periode Januari 2019-Februari 2020.
- c. Estimasi menggunakan iterasi *Newton Raphson*

1.6 Sistematika Penelitian

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini akan dipaparkan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penelitian.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini akan dijelaskan teori-teori yang mendasari pembahasan diantaranya; data deret waktu, uji hipotesis, saham, model *Exponential GARCH-M*, metode *Maximum Likelihood*, iterasi *Newton Raphson* dan konsep prediksi dalam Quran.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan disajikan informasi mengenai pendekatan penelitian, variabel penelitian, jenis dan sumber data, dan metode analisis data.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini merupakan bab inti pada penelitian. Berisi tentang hasil dan pembahasan mengenai implementasi model EGARCH-M menggunakan metode *Maximum Likelihood* pada harga saham *Jakarta Islamic Index* periode Januari 2019-Februari 2020.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini akan disajikan kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Deret Waktu

2.1.1 Pengertian Deret Waktu

Data deret waktu (*time series*) adalah data yang disusun berdasarkan urutan waktu atau data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu. *Time series* merupakan data pengamatan yang berasal dari satu sumber tetap dan terjadi berdasarkan indeks waktu t secara beruntun dengan interval waktu yang tetap. Setiap pengamatan dapat dinyatakan sebagai variabel acak Z_t (Wei, 2006).

Contoh data berkala (*time series*) adalah sebagai berikut :

- a) Indeks harga saham perhari
- b) Pertumbuhan ekonomi suatu negara pertahun
- c) Jumlah produksi minyak perbulan

Data deret waktu adalah kumpulan nilai-nilai pengamatan dari suatu variabel yang diambil pada waktu yang berbeda. Data jenis ini dikumpulkan pada interval waktu tertentu, misalnya harian, mingguan, bulanan, dan tahunan (Gujarati & Porter, 2010). Sehingga, data deret waktu adalah kumpulan nilai-nilai pengamatan yang disusun berdasarkan urutan waktu ke waktu.

2.1.2 Autocorrelation Function

Korelasi adalah hubungan linier antar dua variabel, sedangkan autokorelasi merupakan suatu keadaan dimana terdapat ketergantungan

(hubungan) bersama antara nilai-nilai suatu deret waktu yang sama pada periode yang berbeda (Raykov & Marcoulides, 2013).

Pada *Autocorrelation Function* (ACF), ρ_k merupakan ukuran korelasi antara dua nilai Z_t dan Z_{t+k} dengan koefisien korelasi pada *lag* k . Terdapat nilai rata-rata konstan yang dinyatakan sebagai berikut (Wei, 2006):

$$E(Z_t) = \mu \quad (2.1)$$

dan memiliki variansi konstan dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{var}(Z_t) = E(Z_t - \mu)^2 = \sigma^2 \quad (2.2)$$

Dan diketahui bahwa fungsi autokovariansi antara Z_t dan Z_{t+k} adalah sebagai berikut:

$$\text{cov}(Z_t, Z_{t+k}) = E[(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu)] = \gamma_k \quad (2.3)$$

Sehingga fungsi autokorelasi antara Z_t dan Z_{t+k} adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{corr}(Z_t, Z_{t+k}) &= \frac{\text{cov}(Z_t, Z_{t+k})}{\sqrt{\text{var}(Z_t)}\sqrt{\text{var}(Z_{t+k})}} \\ &= \frac{E[(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu)]}{\sqrt{\text{var}(Z_t)}\sqrt{\text{var}(Z_{t+k})}} \\ &= \frac{E[(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu)]}{\text{var}(Z_t)} \\ &= \frac{E(Z_t - \mu)E(Z_{t+k} - \mu)}{E(Z_t - \mu)^2} \\ &= \frac{\sum_{t=1}^n (Z_t - \mu) \sum_{t=1}^n (Z_{t+k} - \mu)}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (Z_t - \mu)^2} \sqrt{\sum_{t=1}^n (Z_{t+k} - \mu)^2}} \\ &= \rho_k \end{aligned} \quad (2.4)$$

dimana:

Z_t : variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

Z_{t+k} : variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$ pada saat k

ρ_k : nilai fungsi autokorelasi (koefisien korelasi) pada saat ke- k

γ_k : nilai fungsi autokovariansi (koefisien kovariansi) pada saat ke- k

k : selang waktu, $k = \{0, 1, 2, \dots\}$

μ : nilai ekspektasi variabel acak (rata-rata variabel acak)

σ^2 : nilai variansi variabel acak

2.1.3 Partial Autocorrelation Function

Partial Autocorrelation Function (PACF) digunakan untuk mengukur keeratan korelasi antara Z_t dan Z_{t+k} setelah menghilangkan pengaruh saling ketergantungan linier dalam variabel $Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k-1}$. Sehingga, fungsi autokorelasi parsial antara $(Z_t - \hat{Z}_t)$ dan $(Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k})$ dapat dinyatakan sebagai berikut (Wei, 2006):

$$\begin{aligned} \text{corr}[(Z_t - \hat{Z}_t), (Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k})] &= \frac{\text{cov}[(Z_t - \hat{Z}_t), (Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k})]}{\sqrt{\text{var}(Z_t - \hat{Z}_t)} \sqrt{\text{var}(Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k})}} \\ &= \frac{E[(Z_t - \hat{Z}_t - \mu)(Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k} - \mu)]}{\sqrt{\text{var}(Z_t - \hat{Z}_t)} \sqrt{\text{var}(Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k})}} \\ &= \frac{E[(\varepsilon_t - \mu)(\varepsilon_{t+k} - \mu)]}{\sqrt{\text{var}(\varepsilon_t)} \sqrt{\text{var}(\varepsilon_{t+k})}} \\ &= \frac{E(\varepsilon_t - \mu) E(\varepsilon_{t+k} - \mu)}{\sqrt{E(\varepsilon_t - \mu)^2} \sqrt{E(\varepsilon_{t+k} - \mu)^2}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{corr}\left[(Z_t - \hat{Z}_t), (Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k})\right] &= \frac{\sum_{t=1}^n (\varepsilon_t - \mu) \sum_{t=1}^n (\varepsilon_{t+k} - \mu)}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (\varepsilon_t - \mu)^2} \sqrt{\sum_{t=1}^n (\varepsilon_{t+k} - \mu)^2}} \\ &= P_k \end{aligned} \quad (2.5)$$

dimana:

Z_t : variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

Z_{t+k} : variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$ pada saat k

$\hat{Z}_t$: estimasi variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

$\hat{Z}_{t+k}$: estimasi variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$ pada saat k

ε : nilai *error* (selisih antara variabel acak dengan estimasinya)

P_k : nilai fungsi autokorelasi bersyarat pada saat ke- k

k : selang waktu, $k = \{0, 1, 2, \dots\}$

n : banyaknya pengamatan

μ : nilai ekspektasi variabel acak (rata-rata variabel acak)

2.1.4 Kestasioneran

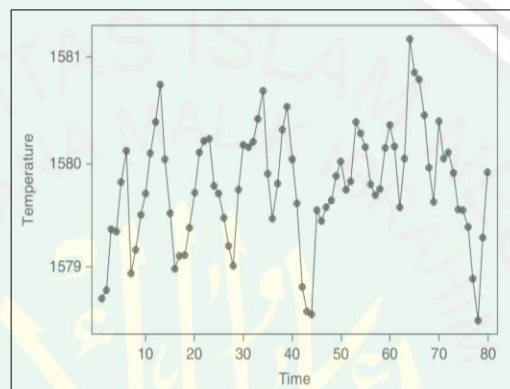
Stasioneritas berarti suatu kondisi dimana nilai rata-rata dan variansi dari faktor gangguan (*error*) tidak berubah sepanjang waktu atau konstan dan sebaliknya, suatu data deret waktu dikatakan tidak stasioner apabila memiliki rata-rata dan variansi yang terus berubah sepanjang waktu (Effendi & Setiawan, 2014). Menurut Wei (2006), stasioner dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Stasioner dalam rata-rata

Suatu data time series dikatakan stasioner dalam rata-rata apabila memiliki nilai rata-rata yang konstan atau dapat dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$E(Z_t) = \mu \quad (2.6)$$

Contoh stasioner dalam rata-rata secara visual dapat diketahui melalui gambar dibawah ini.



Gambar 2.1 Plot Data *Time Series* Stasioner dalam Rata-rata
Sumber: effendihanke & Kulahci (2011)

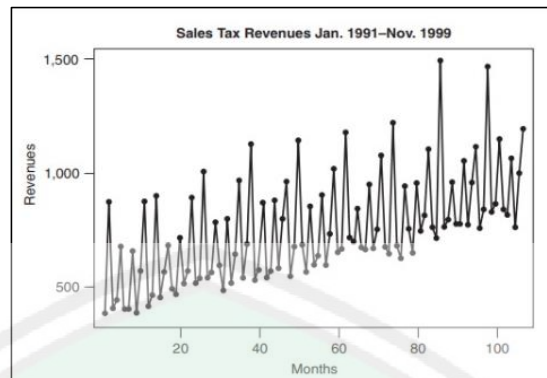
Dari gambar 2.1 dapat diketahui bahwa data *time series* tentang pendapatan apabila ditarik garis tengah yang menandakan perkiraan rata-rata menunjukkan nilai yang terlihat mendekati tetap atau konstan sehingga data tersebut dapat dikatakan stasioner dalam rata-rata.

2. Stasioner dalam variansi

Suatu data deret waktu dapat dinyatakan sebagai stasioner dalam variansi apabila memiliki nilai variansi yang konstan atau dapat dinyatakan dengan persamaan berikut ini:

$$\text{var}(Z_t) = E(Z_t - \mu)^2 = \sigma^2 \quad (2.7)$$

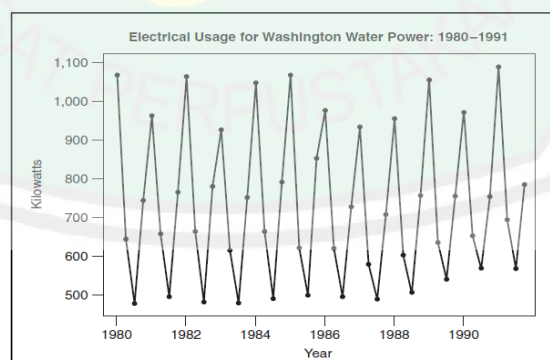
Contoh data deret waktu stasioner dalam variansi secara visual dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.2 Plot Data *Time Series* Stasioner dalam Variansi
Sumber: Hanke & Wichern (2014)

Selanjutnya, dari gambar 2.2 dapat diketahui bahwa data *time series* tentang pendapatan pajak penjualan di atas apabila ditarik garis lurus menaik pada tengah-tengah *plot* yang menandakan perkiraan rata-rata menunjukkan nilai yang terlihat berubah-ubah dan simpangan setiap data terhadap rata-ratanya menunjukkan nilai yang terlihat mendekati tetap atau konstan sehingga data tersebut dapat dikatakan stasioner dalam variansi.

Berikut ini adalah contoh plot data deret waktu stasioner dalam rata-rata dan variansi.



Gambar 2.3 Plot Data *Time Series* Stasioner dalam Rata-rata dan Variansi
Sumber: Hanke & Wichern (2014)

Dari gambar 2.3 dapat diketahui bahwa data *time series* tentang penggunaan listrik di atas apabila ditarik garis tengah yang menandakan perkiraan rata-rata menunjukkan nilai yang terlihat mendekati tetap atau konstan dan simpangan setiap data terhadap rata-ratanya menunjukkan nilai yang terlihat mendekati tetap atau konstan sehingga data tersebut dapat dikatakan stasioner dalam rata-rata dan variansi.

Stasioneritas dibagi menjadi dua yaitu (Paolella, 2019):

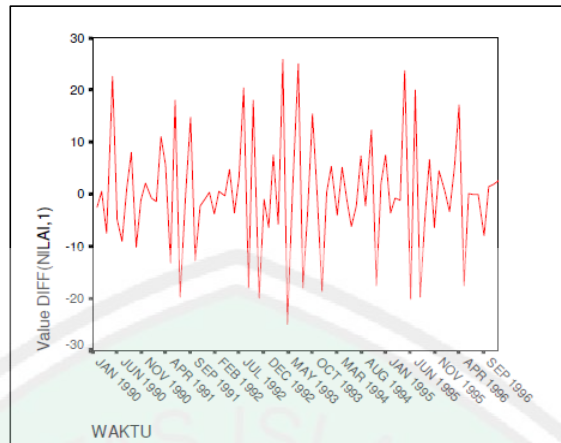
1. Stasioneritas kuat (*strictly stasionarity*)

Suatu data dapat dikatakan stasioner kuat ketika nilai peluang distribusi gabungan tidak berubah ketika indeks waktu bergeser. Artinya untuk waktu $t = \{1, 2, \dots, n\}$, distribusi gabungan dari variabel acak Z_t akan sama dengan distribusi gabungan dari variabel acak Z_{t+k} untuk semua $k \in \mathbb{Z}$ atau dapat dituliskan sebagai berikut:

$$F(Z_1, Z_2, \dots, Z_n) = F(Z_{1+k}, Z_{2+k}, \dots, Z_{n+k}) \quad (2.8)$$

Dengan k adalah selang waktu, $k = \{0, 1, 2, \dots\}$ dan n adalah banyaknya pengamatan.

Contoh stasioner kuat dapat dilihat pada gambar 2.4 di bawah ini. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa plot data *time series* di atas apabila ditarik garis lurus ditengah-tengah plot yang menandakan perkiraan rata-rata, dimanapun diambil sampel data akan menunjukkan nilai tengah yang konstan. Sehingga menandakan data tersebut memiliki perkiraan nilai rata-rata yang konstan sepanjang waktu dan dapat disebut stasioner kuat.



Gambar 2.4 Plot Data Time Series Stasioner Kuat
Sumber: Mulyana (2004)

2. Stasioneritas lemah (*weakly stationarity*)

Suatu data dapat dikatakan stasioner lemah ketika nilai peluang distribusi gabungan untuk beberapa $t = \{1, 2, \dots, n\}$ dari variabel acak Z_t adalah multivarian normal yang dicirikan dengan rata-rata, variansi dan kovariansinya yang konstan di beberapa waktu. Dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$E(Z_t) = E(Z_{t+k}) = \mu \quad (2.9)$$

$$\text{var}(Z_t) = \text{var}(Z_{t+k}) = E\{(Z_{t+k} - \mu)^2\} = \sigma^2 \quad (2.10)$$

$$\text{cov}(Z_t, Z_{t+k}) = \gamma_k \quad (2.11)$$

dimana:

Z_t : variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

Z_{t+k} : variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$ pada saat k

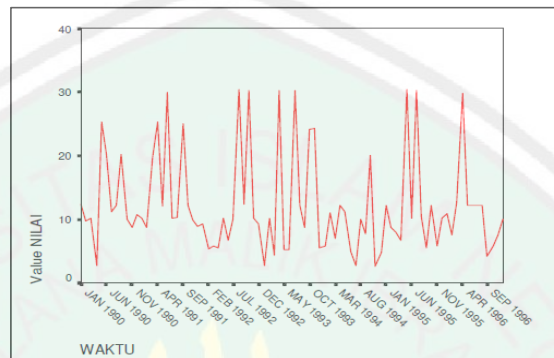
μ : rata-rata populasi

σ^2 : variansi dari nilai variabel acak

γ_k : nilai fungsi autokovariansi pada saat ke- k

k : selang waktu, $k = \{0,1,2,\dots\}$

Selanjutnya, sebagai contoh visualisasi dari stasioner lemah dapat dilihat pada gambar 2.5 berikut ini.

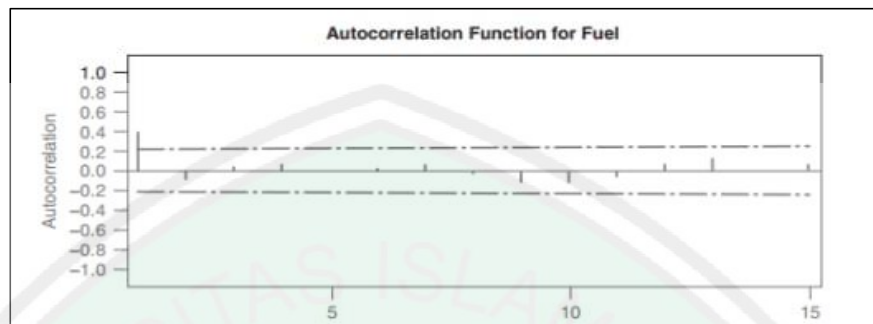


Gambar 2.5 Plot Data Time Series Stasioner Lemah
Sumber: Mulyana (2004)

Dari gambar 2.5 dapat diketahui bahwa data *time series* atas, apabila ditarik garis lurus yang menandakan perkiraan rata-rata, dengan menentukan tempat pengambilan sampel data yang bebas, menunjukkan nilai rata-rata yang tidak selalu konstan hanya di beberapa tempat pengambilan sampel. Sehingga dapat disebut stasioner lemah.

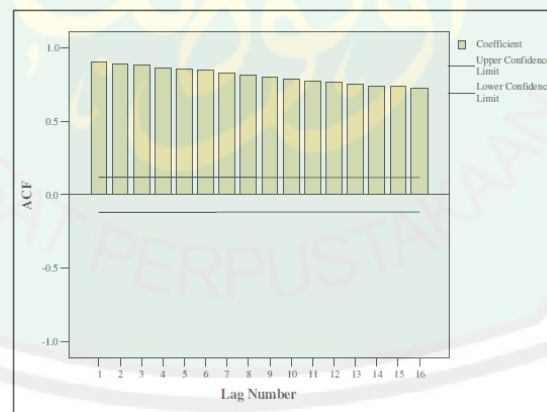
Stasioneritas dapat diketahui secara langsung melalui analisis grafis yaitu dengan membuat plot dari deret data yang dimiliki. Kemudian dapat juga dilihat dari *Autocorrelation Function* (ACF) atau *correlogram*. Apabila gambar *correlogram* mendekati nol mulai dari *lag* ke-2 atau *lag* ke-3 maka data dikatakan stasioner. Sebagai contoh, dapat divisualisasikan berikut ini. Dari gambar 2.6 dapat diketahui bahwa *plot ACF* dari data *time series* tentang bahan bakar di atas menunjukkan nilai fungsi autokorelasi (ACF) yang mendekati nol di antara garis

interval pada saat lag ke-2, sehingga data tersebut dapat dikatakan stasioner (Ekananda, 2015).



Gambar 2.6 Plot Stasioner Hasil Uji Stasioner dengan ACF
Sumber: Hanke & Wichern (2014)

Sedangkan suatu data dapat dikatakan tidak stasioner apabila gambar *correlogram* mendekati nol pada *lag* yang cukup panjang, misalkan pada *lag* ke-15 atau bahkan lebih. Selanjutnya contoh visualisasi *correlogram* suatu data tidak stasioner dapat dilihat pada gambar berikut ini.



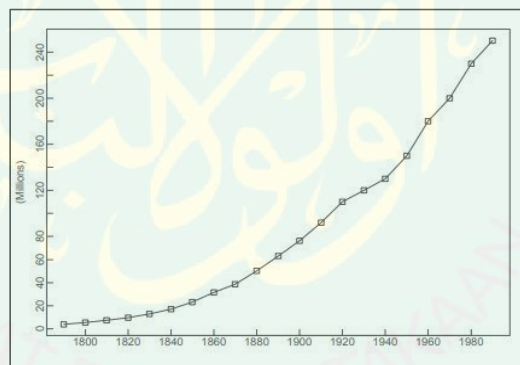
Gambar 2.7 Plot Tidak Stasioner Hasil Uji Stasioner dengan ACF
Sumber: Mulyana (2004)

Pada gambar 2.7 dapat diketahui bahwa *plot ACF* dari data *time series* di bawah ini menunjukkan nilai fungsi autokorelasi (ACF) yang melebihi garis interval saat *lag* pertama hingga *lag* ke-16 dan bergerak perlahan mendekati nol, karena

pergerakan nilai ACF mendekati nol membutuhkan *lag* yang cukup panjang sehingga data tersebut dapat dikatakan tidak stasioner.

2.1.5 Differencing

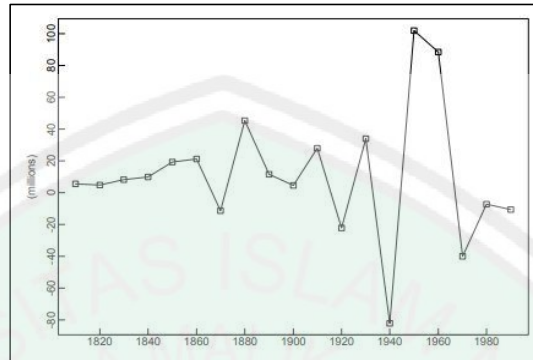
Data deret waktu dikatakan stasioner apabila rata-rata dan variansinya konstan, tidak ada unsur tren dalam data dan tidak ada unsur musiman. Apabila data tidak stasioner, maka perlu dilakukan modifikasi. Salah satu caranya yaitu dengan metode pembedaan (*differencing*). Proses *differencing* dapat dilakukan untuk beberapa periode sampai data stasioner dengan cara mengurangi suatu data dengan data sebelumnya (Wei, 2006). Berikut ini akan disajikan contoh plot data *time series* yang mengalami proses *differencing*.



Gambar 2.8 Plot Data Sebelum *Differencing*
Sumber: Brockwell & Davis (2002)

Dari gambar 2.8 dapat diketahui bahwa data *time series* tentang populasi penduduk U.S.A pada 1790-1990 di bawah ini jika ditarik garis tengah yang menandakan perkiraan rata-rata menunjukkan nilai yang terlihat tidak mendekati tetap atau konstan begitu juga simpangan setiap data terhadap rata-ratanya

menunjukkan nilai yang terlihat tidak mendekati tetap atau konstan. sehingga data tersebut dapat dikatakan tidak stasioner dalam rata-rata dan variansi.



Gambar 2.9 Plot Data Setelah *Differencing*
Sumber: Brockwell & Davis (2002)

Gambar 2.9 sudah stasioner setelah dilakukan *differencing* karena apabila ditarik garis tengah yang menandakan perkiraan rata-rata menunjukkan nilai yang terlihat mendekati tetap atau konstan sehingga data tersebut dapat dikatakan stasioner dalam rata-rata.

Menurut Makridakis (1999), dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Z'_t = Z_t - Z_{t-1} \quad (2.12)$$

dimana Z'_t adalah *differencing* pertama dari Z_t . Selain itu, notasi yang dipasang pada Z_t digunakan untuk menggeser data satu periode ke belakang yang dinotasikan dengan B yang merupakan operator mundur (*backward shift*) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$BZ_t = Z_{t-1} \quad (2.13)$$

dengan menggunakan *backward shift*, persamaan (2.12) dapat dituliskan menjadi

$$Z'_t = Z_t - BZ_t \quad (2.14)$$

atau

$$Z'_t = (1-B)Z_t \quad (2.15)$$

Sehingga *differencing* pertama dari Z_t dinotasikan oleh $(1-B)$. Kemudian, *differencing* kedua adalah *differencing* dari sebelumnya. Dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z''_t &= Z'_t - Z'_{t-1} \\ &= (Z_t - Z_{t-1}) - (Z_{t-1} - Z_{t-2}) \\ &= Z_t - 2Z_{t-1} + Z_{t-2} \\ &= (1 - 2B + B^2)Z_t \\ &= (1-B)^2 Z_t \end{aligned} \quad (2.16)$$

Sehingga berdasarkan pada persamaan (2.16), *differencing* orde kedua dari Z_t dinotasikan oleh $(1-B)^2$. Secara umum, *differencing* orde ke- d dapat dinotasikan dengan

$$Z_t^d = (1-B)^d Z_t, \quad d \geq 1 \quad (2.17)$$

dimana:

Z_t^d : *differencing* orde ke- d

d : orde *differencing*

2.1.6 Proses White Noise

Menurut Wei (2006), sebuah $\{Z_t\}$ dikatakan proses *white noise* apabila urutan variabel acak yang tidak saling berkorelasi dari distribusi tertentu. Proses tersebut ditentukan dengan rata-rata konstan yang didefinisikan sebagai berikut :

$$E(Z_t) = \mu = 0 \quad (2.18)$$

Selain itu, proses ini juga memiliki variansi konstan yang dapat dituliskan dengan

$$\text{var}(Z_t) = \sigma^2 \quad (2.19)$$

dan memiliki kovariansi sebagai berikut

$$\text{cov}(Z_t, Z_{t+k}) = \gamma_k = 0 \quad (2.20)$$

dimana:

Z_t : variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

Z_{t+k} : variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$ pada saat k

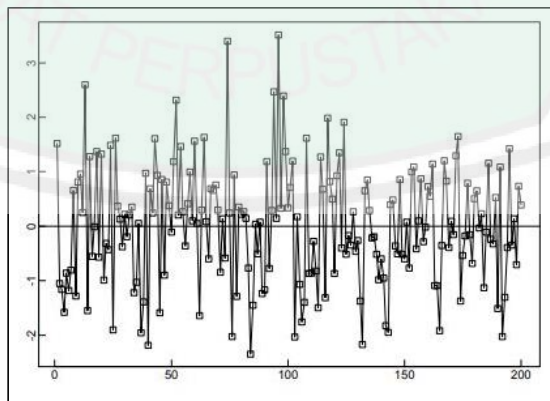
μ : rata-rata variabel acak (nilai fungsi ekspektasi variabel acak)

σ^2 : variansi dari variabel acak

γ_k : nilai fungsi autokovariansi saat ke- k , $\forall k \neq 0$

k : selang waktu, $k = \{0, 1, 2, \dots\}$

Penggambaran *white noise* secara visual dapat dilihat pada contoh gambar 2.10 berikut.



Gambar 2.10 Plot Data Bersifat *White Noise*
Sumber: Brockwell & Davis (2002)

Dari gambar 2.10 dapat diketahui bahwa apabila ditarik garis tengah perkiraan rata-rata, data memiliki rata-rata nol berdasarkan garis lurus yang terdapat pada tengah-tengah *plot* dan memiliki selisih antara data dan rata-ratanya yang berbeda-beda mendekati nol, sehingga data *time series* tersebut dapat dikatakan *white noise*.

2.1.7 Model Deret Waktu Stasioner

Model deret waktu stasioner dapat dibagi menjadi tiga, yaitu:

1. Model Autoregressive (AR)

Model $AR(p)$ adalah model dimana Z_t merupakan fungsi dari data di masa yang lalu sampai *lag* ke- p dan merupakan model deret waktu yang paling sederhana. Persamaan $AR(p)$ diberikan oleh (Carmona, 2014) :

$$\dot{Z}_t = \omega_1 \dot{Z}_{t-1} + \omega_2 \dot{Z}_{t-2} + \dots + \omega_p \dot{Z}_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.21)$$

atau dapat disederhanakan sebagai berikut:

$$\dot{Z}_t = \sum_{i=1}^p \omega_i \dot{Z}_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2.22)$$

dengan

$$\dot{Z}_t = Z_t - \mu \quad (2.23)$$

dimana:

$\dot{Z}_t$: simpangan variabel acak dan rata-ratanya untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

Z_t : variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

μ : rata-rata variabel acak (nilai fungsi ekspektasi variabel acak)

ω_i : parameter AR untuk koefisien variabel ke- i , $i = 1, 2, \dots, p$

ε_t : nilai *error* pada saat ke- t (bersifat *white noise*)

p : orde AR

2. Model *Moving Average* (MA)

Model MA(q) adalah salah satu model deret waktu stasioner dan memiliki nilai deret waktu saat t yang dipengaruhi oleh nilai *error* saat t dan nilai *error* sebelumnya sampai pada *lag* ke- q . Persamaan MA(q) diberikan oleh (Carmona, 2014) :

$$\dot{Z}_t = \varepsilon_t + \phi_1 \varepsilon_{t-1} + \phi_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \phi_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.24)$$

atau dapat disederhanakan sebagai berikut:

$$\dot{Z}_t = \varepsilon_t + \sum_{j=1}^q \phi_j \varepsilon_{t-j} \quad (2.25)$$

dengan

$$\dot{Z}_t = Z_t - \mu \quad (2.26)$$

dimana :

$\dot{Z}_t$: simpangan variabel acak dan rata-ratanya untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

Z_t : variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

μ : rata-rata variabel acak (nilai fungsi ekspektasi variabel acak)

ε_t : nilai *error* pada saat ke- t (bersifat *white noise*)

ϕ_j : parameter MA untuk koefisien variabel ke- j , $j = 1, 2, \dots, q$

q : orde MA

3. Model *Autoregressive Moving Average* (ARMA)

Z_t dapat dikatakan *Autoregressive Moving Average* dengan orde ke- p dan orde ke- q atau ARMA(p,q) jika memenuhi (Carmona, 2014):

$$\begin{aligned}\dot{Z}_t - \omega_1 \dot{Z}_{t-1} - \omega_2 \dot{Z}_{t-2} - \dots - \omega_p \dot{Z}_{t-p} &= \varepsilon_t + \phi_1 \varepsilon_{t-1} + \phi_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \phi_q \varepsilon_{t-q} \\ \dot{Z}_t &= \omega_1 \dot{Z}_{t-1} + \omega_2 \dot{Z}_{t-2} + \dots + \omega_p \dot{Z}_{t-p} + \varepsilon_t + \phi_1 \varepsilon_{t-1} + \phi_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \phi_q \varepsilon_{t-q}\end{aligned}\quad (2.27)$$

sehingga persamaan (2.27) dapat disederhanakan sebagai berikut:

$$\dot{Z}_t = \sum_{i=1}^p \omega_i \dot{Z}_{t-i} + \varepsilon_t + \sum_{j=1}^q \phi_j \varepsilon_{t-j} \quad (2.28)$$

dengan

$$\dot{Z}_t = Z_t - \mu \quad (2.29)$$

dimana:

$\dot{Z}_t$: simpangan variabel acak dan rata-ratanya untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

Z_t : variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

μ : rata-rata variabel acak (nilai fungsi ekspektasi variabel acak)

ε_t : nilai *error* pada saat ke- t (bersifat *white noise*)

ω_i : parameter AR untuk koefisien variabel ke- i , $i = 1, 2, \dots, p$

p : orde AR

ϕ_j : parameter MA untuk koefisien variabel ke- j , $j = 1, 2, \dots, q$

q : orde MA

2.1.8 Model Deret Waktu Nonstasioner

Salah satu model deret waktu nonstasioner adalah model ARIMA. Secara umum model ARIMA dinotasikan dengan ARIMA (p,d,q) . Suatu deret waktu adalah ARIMA (p,d,q) apabila deret waktu menjadi model ARMA (p,q) setelah melalui *differencing* ke- d . Persamaan ARIMA (p,d,q) diberikan sebagai berikut (Carmona, 2014):

$$Z_t - Z_{t-d} = \omega_1 Z_{t-1} - \omega_1 Z_{t-1-d} + \dots + \omega_p Z_{t-p} - \omega_p Z_{t-p-d} + \phi_0 + \phi_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \phi_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.30)$$

$$Z_t - Z_{t-d} = \omega_1 (Z_{t-1} - Z_{t-1-d}) + \dots + \omega_p (Z_{t-p} - Z_{t-p-d}) + \phi_0 + \phi_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \phi_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.31)$$

atau dapat disederhanakan dengan bentuk berikut ini:

$$Z_t - Z_{t-d} = \phi_0 + \sum_{i=1}^p \omega_i (Z_{t-i} - Z_{t-i-d}) + \sum_{j=1}^q \phi_j \varepsilon_{t-j} \quad (2.32)$$

dengan

$$\dot{Z}_t = Z_t - \mu \quad (2.33)$$

dimana:

$\dot{Z}_t$: simpangan variabel acak dan rata-ratanya untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

Z_t : variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

μ : rata-rata variabel acak (nilai fungsi ekspektasi variabel acak)

ε_t : nilai *error* pada saat ke- t (bersifat *white noise*)

ω_i : parameter AR untuk koefisien variabel ke- i , $i = 1, 2, \dots, p$

p : orde AR

ϕ_j : parameter MA untuk koefisien variabel ke- j , $j = 1, 2, \dots, q$

q : orde MA

d : orde *differencing* untuk $d = 1, 2, \dots$

2.1.9 Model ARCH dan GARCH

Model *Autoregression Conditional Heteroskedasticity* (ARCH) pertama kali diperkenalkan oleh Engle tahun 1982. Model ini dapat digunakan untuk mengatasi variansi *error* yang tidak konstan dalam data deret waktu finansial. Pada model ARCH(m) variansi *error* sangat dipengaruhi oleh *error* di periode sebelumnya sampai *lag* ke- m . Model ARCH(m) dapat diasumsikan sebagai berikut (Wei, 2006):

$$\varepsilon_t = h_t w_t \quad (2.34)$$

$$h_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_m \varepsilon_{t-m}^2 \quad (2.35)$$

atau dapat dituliskan dalam bentuk lain sebagai berikut:

$$h_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (2.36)$$

dimana

ε_t : *error* saat t

ε_{t-i} : *error* saat $t-i$, $i = 1, 2, \dots, m$

w_t : variabel acak bersifat *white noise*

h_t^2 : variansi *error* saat t

h_t : simpangan baku *error* saat t

m : orde ARCH

α : parameter ARCH

Kemudian $\alpha_0 > 0$ dan $\alpha_i \geq 0$ untuk $i > 0$. Model ARCH(m) memiliki beberapa kelemahan yaitu:

1. Model mengasumsikan bahwa *error* positif dan *error* negatif memiliki pengaruh sama terhadap volatilitas. Padahal sebuah data memberi respon yang berbeda terhadap *error* positif dan *error* negatif.
2. Model ARCH(m) hanya menyediakan cara mekanis untuk menjelaskan variansi bersyarat.
3. Parameter model ARCH(m) terbatas.

Selanjutnya, model GARCH(m,s) dikembangkan oleh Bollerslev tahun 1986 yang merupakan model pengembangan dari model ARCH(m) untuk mengatasi orde yang lebih tinggi. ε_t dikatakan mengikuti model GARCH(m,s) jika (Wei, 2006):

$$\varepsilon_t = h_t w_t \quad (2.37)$$

$$h_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_m \varepsilon_{t-m}^2 + \mathcal{G}_1 h_{t-1}^2 + \dots + \mathcal{G}_s h_{t-s}^2 \quad (2.38)$$

atau dapat dituliskan dengan bentuk berikut ini:

$$h_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^s \mathcal{G}_j h_{t-j}^2 \quad (2.39)$$

dimana :

ε_t : *error* saat t

ε_{t-i} : *error* saat $t-i$, $i = 1, 2, \dots, m$

h_t^2 : variansi *error* saat t

h_{t-j}^2 : variansi *error* saat $t-j$, $j = 1, 2, \dots, s$

w_t : variabel acak bersifat *white noise*

m : orde ARCH

s : orde GARCH

ϑ : parameter GARCH

α : parameter ARCH

dengan $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0$, $i = 1, 2, \dots, m$, $\beta_j \geq 0$, $j = 1, 2, \dots, s$ agar tidak terjadi varian bersyarat yang negatif sehingga model bersifat stasioner.

2.1.10 Model GARCH in Mean

Model GARCH in Mean (GARCH-M) merupakan model yang digunakan pada *return* di keuangan yang bergantung pada volatilitas. Model yang dikenalkan oleh Engle, Lilien, dan Robins tahun 1987 ini dapat dituliskan sebagai berikut (Tsay, 2010):

$$r_t = \mu + h_t + \varepsilon_t \quad (2.40)$$

$$\varepsilon_t = h_t w_t \quad (2.41)$$

$$h_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^s \vartheta_j h_{t-j}^2 \quad (2.42)$$

dimana:

ε_t : *error* saat t

ε_{t-i} : *error* saat $t-i$, $i = 1, 2, \dots, m$

h_t^2 : variansi *error* saat t

h_{t-j}^2 : variansi *error* saat $t-j$, $j = 1, 2, \dots, s$

- c : parameter variansi *error* saat t
 r_t : *return* saat t
 w_t : variabel acak bersifat *white noise*
 m : orde ARCH
 s : orde GARCH
 $\mathcal{G}$: parameter GARCH
 α : parameter ARCH

2.1.11 Model *Exponential* GARCH dan EGARCH in Mean

Model GARCH (m,s) dikembangkan oleh Nelson tahun 1991 menjadi model *Exponential* GARCH (EGARCH) untuk mengurangi kelemahan pada deret waktu keuangan. Menurut Anh, dkk (2018), persamaan model EGARCH(m,s) dapat dituliskan:

$$\varepsilon_t = h_t w_t \quad (2.43)$$

$$\ln(h_t^2) = \alpha_0 + \sum_{j=1}^m \left(\alpha_j \left| \frac{\varepsilon_{t-j}}{h_{t-j}} \right| + \theta_j \frac{\varepsilon_{t-j}}{h_{t-j}} \right) + \sum_{i=1}^s \mathcal{G}_i \ln(h_{t-i}^2) \quad (2.44)$$

dimana:

- ε_t : *error* saat t , $t = 1, 2, \dots, n$
 ε_{t-i} : *error* saat $t-i$, $i = 1, 2, \dots, m$
 h_t^2 : variansi *error* pada saat t , $t = 1, 2, \dots, n$
 h_t : simpangan baku *error* pada saat t , $t = 1, 2, \dots, n$
 w_t : variabel acak bersifat *white noise*

m : orde ARCH

s : orde GARCH

$\alpha, \theta, \vartheta$: parameter EGARCH

Selanjutnya, model yang juga dikenalkan oleh Nelson tahun 1991 yang digunakan untuk mengatasi risiko pada *return*. Model EGARCH(m,s)-M dapat dituliskan sebagai berikut

$$r_t = \dot{Z}_t \mu + c h_t^2 + \varepsilon_t \quad (2.45)$$

$$\varepsilon_t = h_t w_t \quad (2.46)$$

$$\ln(h_t^2) = \alpha_0 + \sum_{j=1}^m \left(\alpha_j \left| \frac{\varepsilon_{t-j}}{h_{t-j}} \right| + \theta_j \frac{\varepsilon_{t-j}}{h_{t-j}} \right) + \sum_{i=1}^s \vartheta_i \ln(h_{t-i}^2) \quad (2.47)$$

dimana:

ε_t : error saat t , $t = 1, 2, \dots, n$

ε_{t-i} : error saat $t-i$, $i = 1, 2, \dots, m$

h_t^2 : variansi error pada saat t , $t = 1, 2, \dots, n$

c : parameter variansi error pada saat t

r_t : *return* saat t

h_{t-i}^2 : variansi error saat $t-j$, $j = 1, 2, \dots, s$

h_t : simpangan baku error pada saat t , $t = 1, 2, \dots, n$

w_t : variabel acak bersifat *white noise*

m : orde ARCH

s : orde GARCH

$\alpha, \theta, \vartheta$: parameter EGARCH

2.1.12 Identifikasi Model ARIMA dengan *Correlogram*

Identifikasi model dalam penentuan model ARIMA dapat dilakukan dengan mengamati *correlogram* atau grafik yang berisi plot ACF dan plot PACF apabila data yang digunakan telah stasioner. Identifikasi model ARIMA dengan bentuk plot ACF dan PACF dapat dilihat dari tabel berikut (Gujarati & Porter, 2010)

Tabel 2.1 Identifikasi Model ARIMA dengan *Correlogram*

Proses	Pola ACF	Pola PACF
White Noise	Tidak ada yang melewati batas interval pada lag lebih dari nol	Tidak ada yang melewati batas interval pada lag lebih dari nol
AR(p)	Bergerak mendekati nol secara eskponensial	Di atas batas interval sampai lag ke p dan dibawah batas interval sampai lag lebih dari p
MA(q)	Di atas batas interval sampai lag ke q dan dibawah batas interval sampai lag lebih dari q	Bergerak mendekati nol secara eskponensial
ARMA(p,q)	Bergerak mendekati nol secara eskponensial	Bergerak mendekati nol secara eskponensial

2.1.13 Homoskedastisitas dan Heteroskedastisitas

Menurut Gujarati & Porter (2010), variansi setiap *error* tergantung pada nilai yang dipilih dari variabel yang menjadi penjelas. Nilai tersebut merupakan

suatu angka konstan yang sama dengan σ^2 . Ini merupakan asumsi homoskedastisitas, yaitu variansi yang sama dan dilambangkan dengan:

$$E(\varepsilon_i^2) = \sigma^2 \quad (2.48)$$

dimana $i = 1, 2, \dots, n$ dan ε_i adalah *error*.

Sedangkan heteroskedastisitas terjadi apabila variansi gangguan tidak mempunyai variansi yang sama untuk setiap semua observasi. Menyatakan variansi dari *error* ke- i (ε_i) dinyatakan dalam nilai σ^2 . Jika nilai σ^2 berbeda dari satu pengamatan dengan pengamatan lainnya maka disebut heteroskedastisitas (Nawari, 2010). Heteroskedastisitas secara simbolis dapat dituliskan sebagai berikut (Gujarati & Porter, 2010):

$$E(\varepsilon_i^2) = \sigma_i^2, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.49)$$

dimana ε_i adalah *error*.

2.2 Uji Hipotesa

2.2.1 Uji Stasioneritas

Uji stasioneritas dilakukan untuk mengetahui apakah data deret waktu bersifat stasioner atau tidak. Uji stasioner dapat dilihat plot dari data yang dimiliki. Suatu data dapat dikatakan stasioner apabila data deret waktu tersebut memiliki rata-rata dan variansi yang konstan. Prosedur uji stasioneritas dapat dilakukan melalui uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) sebagai berikut (Saludin, 2017):

Hipotesis :

$H_0 : ADF = 1$ (Data memiliki akar unit bersifat stasioner)

$H_1 : ADF < 1$ (Data tidak memiliki akar unit bersifat stasioner)

Uji statistik:

$$ADF = \frac{\hat{\omega}}{\sqrt{\frac{\sigma^2}{n} (\hat{\omega})}} \quad (2.50)$$

dengan

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (Z_i - \bar{Z})^2 \quad (2.51)$$

dimana:

ADF : Uji *Augmented Dickey Fuller*

$\hat{\omega}$: penduga dari koefisien ω

ω : parameter AR

σ^2 : variansi

Z_i : variabel acak, untuk $i = 1, 2, \dots, n$

$\bar{Z}$: rata-rata sampel

n : banyaknya pengamatan

Keputusan:

Tolak H_1 jika statistik uji *Augmented Dickey Fuller* lebih kecil daripada nilai kritis.

Kesimpulan:

Terima H_0 berarti data memiliki akar unit bersifat stasioner dan asumsi data tidak memiliki akar unit bersifat stasioner tidak terpenuhi.

2.2.2 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah residual tersebar normal atau tidak. Model regresi yang baik adalah memiliki nilai residual yang berdistribusi normal. Jadi uji normalitas bukan dilakukan pada masing-masing variabel tetapi pada nilai residualnya. Prosedur uji dilakukan dengan uji *Jarque Bera*, dengan ketentuan sebagai berikut (Ansofino, 2016):

Hipotesis:

$H_0 : JB = 0$ (error tersebar normal / berdistribusi normal)

$H_1 : JB \neq 0$ (error tidak tersebar normal / tidak berdistribusi normal)

Statistik uji:

$$JB = \frac{n}{2} \left(S_k^2 + \frac{(K_u - 3)^2}{4} \right) \quad (2.52)$$

dengan:

$$S_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \mu)^3}{\left(\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \mu)^2 \right)^{3/2}} \quad (2.53)$$

dan

$$K_u = \frac{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \mu)^4}{\left(\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \mu)^2 \right)^2} \quad (2.54)$$

dimana:

Z_t : variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

μ : nilai ekspektasi variabel acak (rata-rata variabel acak)

S_k : skewness

K_u : kurtosis

Keputusan: jika JB hitung $>$ *Chi Square* tabel maka H_0 ditolak.

Kesimpulan: Tolak H_0 berarti *error* tidak tersebar normal atau tidak berdistribusi normal dan asumsi tersebar normal tidak terpenuhi.

Akibat dari asumsi normalitas pada model regresi tidak terpenuhi yaitu nilai prediksi yang diperoleh akan bias dan tidak konsisten. Jika asumsi tidak terpenuhi maka dapat dilakukan beberapa metode untuk mengatasinya. Metode-metode tersebut adalah sebagai berikut (Suliyanto, 2011):

1. Menambah jumlah data
2. Melakukan transformasi data
3. Menghilangkan data yang dianggap sebagai penyebab data tidak normal
4. Menggunakan analisis non-parametik

2.2.3 Uji Autokorelasi

Autokorelasi merupakan korelasi antara satu *error* dengan *error* lainnya. Salah satu metode untuk menguji ada tidaknya autokorelasi adalah uji *Ljung Box*. Berikut ini hipotesa uji autokorelasi menggunakan uji *Ljung Box* (Larasari, Hendikawati, & Zaenuri, 2016):

Hipotesis:

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$ (tidak ada autokorelasi residual)

$H_1 : \exists \rho_k \neq 0$ (ada autokorelasi residual)

Statistik uji:

$$Q_{Stat} = n(n+2) \sum_{k=1}^K \frac{\rho_k^2}{n-k} \quad (2.55)$$

Dimana:

Q_{Stat} : uji *Ljung Box*

K : jumlah *lag* maksimal

k : banyaknya *lag*

ρ_k^2 : nilai kuadrat dari nilai koefisien autokorelasi *lag* ke k

n : Banyaknya pengamatan

Keputusan:

Tolak H_0 jika nilai $Q_{Stat} > \chi^2_{(\alpha, df)}$ tabel atau $p \text{ value} < \text{taraf signifikan } (\alpha)$.

Kesimpulan: Jika H_0 ditolak maka terdapat autokorelasi pada residual.

2.2.4 Uji Heteroskedastisitas

Menurut Gujarati & Porter (2010), terdapat dua cara pendeteksian adanya heteroskedastisitas, yaitu metode informal dan metode formal. Metode informal yaitu metode yang digunakan dalam uji heteroskedastisitas secara alamiah atau dengan memeriksa *postmortem* adanya pola sistematis tertentu terhadap kuadrat *error* ($\hat{\varepsilon}_i^2$). Selanjutnya, terdapat beberapa uji heteroskedastisitas pada metode formal, salah satunya adalah uji *park*. Metode uji *Park* dilakukan dengan cara meregresikan nilai logaritma natural dari kuadrat *error* dengan variabel-variabel independen. Prosedur pengujiannya sebagai berikut:

Hipotesis:

$H_0 : \sigma_t^2 = \sigma^2$ (data tidak memiliki pengaruh heteroskedastisitas)

$H_1 : \sigma_t^2 \neq \sigma^2$ (data memiliki pengaruh heteroskedastisitas)

Statistik uji:

$$\ln(\varepsilon^2) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon \quad (2.56)$$

dimana:

ε : nilai *error*

$\ln(\varepsilon^2)$: nilai kuadrat *error* yang ditransformasikan dalam logaritma natural

β_0 : konstanta

β_1 : koefisien regresi dari variabel X_1

β_2 : koefisien regresi dari variabel X_2

Keputusan: Tolak H_0 apabila signifikansi variabel $< \alpha$, dimana α adalah taraf signifikan.

Kesimpulan: Tolak H_0 artinya data memiliki pengaruh heteroskedastisitas.

2.2.5 Uji Signifikansi Parameter

Uji signifikansi parameter dilakukan setelah dilakukan estimasi nilai-nilai parameter dari model ARIMA yang ditetapkan sementara yang berguna untuk mengetahui signifikan atau tidaknya suatu parameter. Prosedur dilakukan pengujian ini adalah sebagai berikut (Aswi & Sukarna, 2006):

Hipotesis:

$H_0 : \theta = 0$ (parameter θ tidak signifikan dalam model)

$H_1 : \theta \neq 0$ (Parameter θ signifikan dalam model)

Statistik Uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\theta}}{\sqrt{\frac{\sigma^2}{n}} (\hat{\theta})} \quad (2.57)$$

dimana:

$\hat{\theta}$: nilai estimasi parameter

σ^2 : variansi

n : Banyak pengamatan

Keputusan: Tolak H_0 jika $|t_{hitung}| > t_{\frac{\alpha}{2}}$ dengan dimana α adalah taraf signifikansi.

Kesimpulan: Tolak H_0 artinya parameter pada model telah signifikan.

2.3 Saham dan Volatilitas

2.3.1 Saham

Harga saham merupakan variabel stokastik karena dipengaruhi oleh faktor-faktor yang tidak dapat ditentukan secara pasti. Faktor-faktor ini dipandang sebagai komponen stokastik yang tidak dapat ditentukan sebelumnya. Oleh karena itu, perubahan harga saham dapat dimodelkan menggunakan persamaan differensial stokastik sebagai berikut (Hull, 2012):

$$dS_T = \mu S_T dt + \sigma S_T dW_T \quad (2.58)$$

dengan $\mu S_T dt$ adalah komponen deterministik, $\sigma S_T dW_T$ adalah komponen stokastik dan W_T adalah proses *Wiener*. Persamaan ini juga dikenal sebagai model pergerakan harga saham.

2.3.2 Volatilitas

Volatilitas digunakan sebagai salah satu ukuran untuk melihat seberapa besar dan seringnya perubahan atau fluktuasi yang terjadi pada indikator-indikator ekonomi. Perhitungan besarnya volatilitas ke- T dinyatakan sebagai berikut (Hull, 2012) :

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (r_t - \bar{r})^2} \quad (2.59)$$

dengan

$$r_t = \ln \left(\frac{S_t}{S_{t-1}} \right) \quad (2.60)$$

dimana:

- σ_T : volatilitas saat T
- n : banyaknya pengamatan
- r : *return*
- $\bar{r}$: rata-rata *return*
- T : waktu
- S_t : harga saham saat t
- S_{t-1} : harga saham sebelumnya

Adapun volatilitas adalah ukuran yang menyatakan seberapa besar tingkat fluktuasi (perubahan harga) pada aset tertentu. Misalkan pada suatu aset (saham) yang disebut *volatile* jika memiliki tingkat fluktuasi yang tinggi, sering mengalami perubahan harga yang sangat besar (signifikan) dalam waktu singkat. Ada dua macam volatilitas, yaitu (Suwanda, 2009):

1. *Historical volatility* atau *statistical volatility* adalah suatu ukuran volatilitas yang dihitung secara statistic, berdasarkan pergerakan harga historis atas saham tertentu.
2. *Implied volatility* adalah persepsi *option market* atas volatilitas saham tertentu untuk jangka waktu yang akan datang.

2.4 Estimasi Parameter

2.4.1 Metode Maximum Likelihood

Misalkan X'_i vektor $1 \times u$, $i = 1, \dots, n$ maka $y_i = X'_i\beta + \varepsilon_i$, $i = 1, \dots, n$. Sehingga $y_i \sim N(X'_i\beta, \sigma^2)$. Fungsi distribusi peluang dari y_i jika diberikan X_i, β dan σ^2 adalah (Aziz, 2010)

$$f(y_i | X_i, \beta, \sigma^2) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{y_i - X'_i\beta}{\sigma}\right)^2\right) \quad (2.61)$$

karena $y_1, \dots, y_n$ saling bebas, diperoleh

$$f(y_1, \dots, y_n) = (2\pi\sigma^2)^{-\frac{n}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2}\sum_{i=1}^n \left(\frac{y_i - X'_i\beta}{\sigma}\right)^2\right) \quad (2.62)$$

Pandang fungsi *likelihood* berikut (Aziz, 2010):

$$l(\beta, \sigma^2 | X, y) = (2\pi\sigma^2)^{-\frac{n}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} (y - X\beta)'(y - X\beta)\right) \quad (2.63)$$

maka fungsi *log-likelihood*-nya adalah

$$\begin{aligned} L = \ln l &= -\frac{n}{2} \ln(2\pi\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} (y - X\beta)'(y - X\beta) \\ &= -\frac{n}{2} \ln(2\pi\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} (y' - \beta' X')(y - X\beta) \\ &= -\frac{n}{2} \ln(2\pi\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} (y'y - y'X\beta - \beta'X'y + \beta'X'X\beta) \\ &= -\frac{n}{2} \ln(2\pi\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} (y'y - (y'X\beta)' - \beta'X'y + \beta'X'X\beta) \\ &= -\frac{n}{2} \ln(2\pi\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} (y'y - \beta'X'y - \beta'X'y + \beta'X'X\beta) \\ &= -\frac{n}{2} \ln(2\pi\sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} (y'y - 2\beta'X'y + \beta'X'X\beta) \end{aligned} \quad (2.64)$$

sehingga

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial \beta} &= -\frac{1}{2\sigma^2} (-2X'y + X'X\beta + \beta'X'X) \\ &= -\frac{1}{2\sigma^2} (-2X'y + X'X\beta + (\beta'X'X)') \\ &= -\frac{1}{2\sigma^2} (-2X'y + 2X'X\beta) \\ &= \frac{1}{\sigma^2} (X'y - X'X\beta) \end{aligned} \quad (2.65)$$

Dengan menyamakan hasil turunan ini dengan nol diperoleh

$$\hat{\beta}_{ml} = (X'X)^{-1} X'Y \quad (2.66)$$

dimana $\hat{\beta}_{ml}$ adalah parameter *maximum likelihood*.

2.5 Iterasi Newton Raphson

Fungsi distribusi peluang (pdf) dari y_t diberikan oleh X_t, β, σ^2 adalah sebagai berikut (Aziz, 2010):

$$f(y_t | X_t, \beta, \sigma^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}(y_t - f(X_t, \beta))^2\right) \quad (2.67)$$

Fungsi *likelihood* dari β dan σ^2 diberikan oleh y_t dan X_t adalah

$$l(\beta) = (2\pi\sigma^2)^{-\frac{n}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}(y_t - f(X_t, \beta))^2\right) \quad (2.68)$$

Fungsi *log-likelihood* dari β dan σ^2 diberikan oleh y_t dan X_t adalah

$$\begin{aligned} L(\beta) &= \ln(l(\beta)) \\ &= \ln\left((2\pi\sigma^2)^{-\frac{n}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}(y_t - f(X_t, \beta))^2\right)\right) \\ &= \ln\left((2\pi\sigma^2)^{-\frac{n}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}(y_t - f(X_t, \beta))(y_t - f(X_t, \beta))\right)\right) \end{aligned} \quad (2.69)$$

Aprokmasi $L(\beta)$ di sekitar $\beta^{(1)}$ dengan deret Taylor 2, yaitu (Aziz, 2010):

$$L(\beta) = L(\beta^{(1)}) + \frac{\partial L}{\partial \beta'} \Big|_{\beta^{(1)}} (\beta - \beta^{(1)}) + \frac{1}{2} (\beta - \beta^{(1)})' \frac{\partial^2 L}{\partial \beta \partial \beta'} \Big|_{\beta^{(1)}} (\beta - \beta^{(1)}) \quad (2.70)$$

sehingga diperoleh

$$\frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta} = \left(\frac{\partial L}{\partial \beta'} \Big|_{\beta^{(1)}} \right)' + \frac{\partial^2 L}{\partial \beta \partial \beta'} \Big|_{\beta^{(1)}} (\beta - \beta^{(1)}) \quad (2.71)$$

Karena

$$\left(\frac{\partial L}{\partial \beta'} \Big|_{\beta^{(1)}} \right)' = \frac{\partial L}{\partial \beta} \Big|_{\beta^{(1)}} \quad (2.72)$$

sehingga

$$\frac{\partial L(\beta)}{\partial \beta} = \frac{\partial L}{\partial \beta} \Big|_{\beta^{(1)}} + \frac{\partial^2 L}{\partial \beta \partial \beta'} \Big|_{\beta^{(1)}} (\beta - \beta^{(1)}) \quad (2.73)$$

Menyamakan dengan nol akan diperoleh

$$\frac{\partial L}{\partial \beta} \Big|_{\beta^{(1)}} + \frac{\partial^2 L}{\partial \beta \partial \beta'} \Big|_{\beta^{(1)}} (\beta^{(2)} - \beta^{(1)}) = 0 \quad (2.74)$$

atau

$$\beta^{(2)} = \beta^{(1)} - \left(\frac{\partial^2 L}{\partial \beta \partial \beta'} \Big|_{\beta^{(1)}} \right)^{-1} \frac{\partial L}{\partial \beta} \Big|_{\beta^{(1)}} \quad (2.75)$$

Pada umumnya diperoleh iterasi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \beta^{(n+1)} &= \beta^{(n)} - \left(\frac{\partial^2 L}{\partial \beta \partial \beta'} \Big|_{\beta^{(n)}} \right)^{-1} \frac{\partial L}{\partial \beta} \Big|_{\beta^{(n)}} \\ &= \beta^{(n)} - \left(-\frac{1}{2\sigma^2} \frac{\partial^2 L}{\partial \beta \partial \beta'} \Big|_{\beta^{(n)}} \right)^{-1} \left(-\frac{1}{2\sigma^2} \frac{\partial L}{\partial \beta} \Big|_{\beta^{(n)}} \right) \\ &= \beta^{(n)} - \left(\frac{\partial^2 L}{\partial \beta \partial \beta'} \Big|_{\beta^{(n)}} \right)^{-1} \left(\frac{\partial L}{\partial \beta} \Big|_{\beta^{(n)}} \right) \end{aligned} \quad (2.76)$$

Iterasi inilah yang dikenal sebagai iterasi *Newton-Raphson* untuk *nonlinear maximum likelihood*.

2.6 Konsep Prediksi dalam Quran

Salah satu konsep prediksi (peramalan) dalam Quran seperti pada Surah Ar-Rum ayat 2-5 berikut:

Artinya, “Bangsa Romawi telah dikalahkan, di negeri yang terdekat dan mereka setelah kekalahannya itu akan menang, dalam beberapa tahun (lagi). Bagi Allah-lah urusan

sebelum dan setelah (mereka menang). Dan pada hari (kemenangan bangsa Romawi) itu bergembiralah orang-orang yang beriman.”

Dalam Tafsir Al-Mukhtashar, di bawah pengawasan Syaikh Dr. Shalih bin Abdullah bin Humaid dijelaskan bahwa:

Kerajaan Persia mengalahkan kerajaan Romawi di bagian negeri Syam yang terdekat kepada negeri Persia, namun orang-orang Romawi akan mengalahkan orang-orang Persia dalam beberapa waktu, tidak lebih dari sepuluh tahun dan tidak kurang dari tiga tahun. Hanya milik Allah segala urusan sebelum kemenangan orang-orang Romawi dan sesudahnya. Di hari orang-orang Romawi mengalahkan orang-orang Persia, orang-orang Mukmin berbahagia dengan kemenangan yang diberikan Allah kepada orang-orang Romawi atas orang-orang Persia.

Ayat di atas merupakan salah satu ayat yang menyatakan konsep prediksi (peramalan) dalam Quran. Konsep tersebut telah disebutkan pada tafsir ayat pada frasa “... *dalam beberapa waktu, tidak lebih dari sepuluh tahun dan tidak kurang dari tiga tahun*”. Pada frasa tersebut dapat diperkirakan waktunya adalah tidak lebih dari sepuluh tahun dan tidak kurang dari tiga tahun artinya waktu prediksinya adalah tiga hingga sepuluh tahun. Konsep ini juga diterapkan dalam matematika khususnya statistika. Konsep prediksi dalam statistika sering digunakan dalam memperkirakan hasil sesuatu dengan menggunakan data sebelumnya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian yang digunakan adalah pendekatan statistik inferensial dan studi literatur. Pendekatan statistik inferensial merupakan suatu jenis penelitian yang menggunakan sampel data untuk dilakukan analisis hingga peramalan dan penarikan kesimpulan pada data induk. Sedangkan studi literatur merupakan suatu metode penelitian yang menjadikan kajian kepustakaan menjadi sumber pustaka dalam pemecahan masalah.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini yaitu harga saham harian dari *Jakarta Islamic Index* periode Januari 2019 hingga Februari 2020 sebagai variabel *independent*.

3.3 Jenis dan Sumber Data

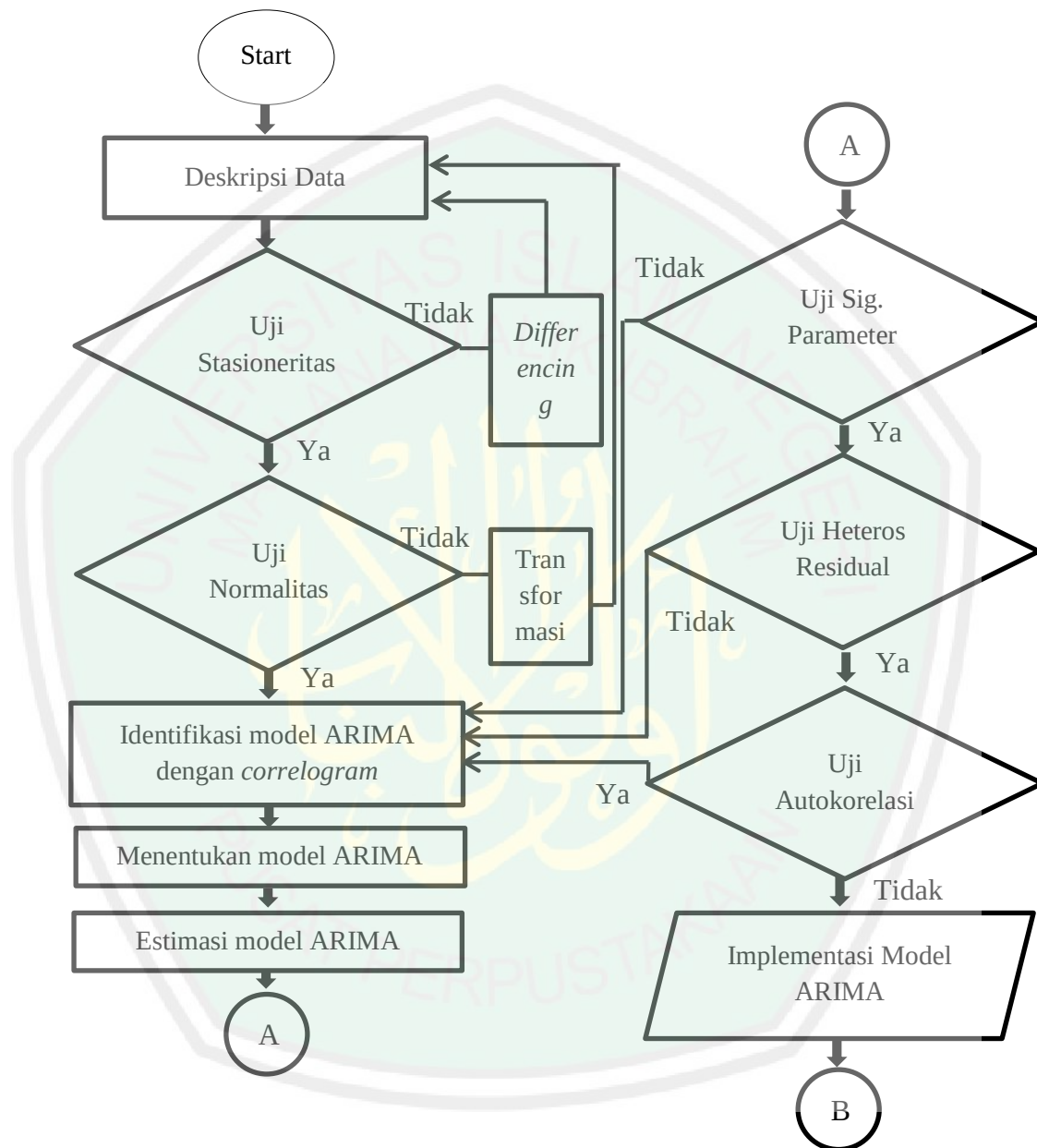
Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yaitu data yang peneliti peroleh dari data yang sudah ada dan bersumber dari akses internet <https://finance.yahoo.com/quote/%5EJKII/history?p=%5EJKII> yang berisi data harga saham harian *Jakarta Islamic Index* periode Januari 2019 hingga Februari 2020 dengan jumlah data sebanyak 284 pengamatan yang kemudian peneliti transformasi ke dalam bentuk log *return* untuk dimodelkan dan diestimasi.

3.4 Metode Analisis

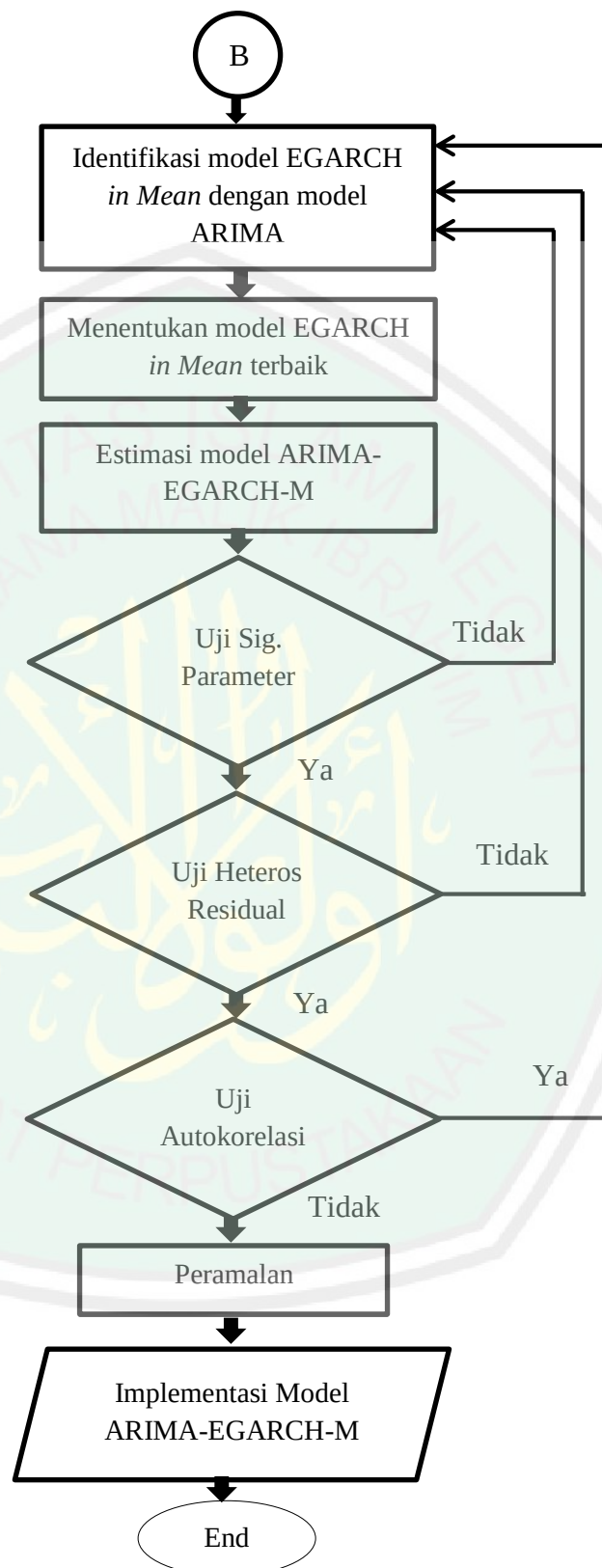
Adapun langkah-langkah yang digunakan untuk mengimplementasikan model EGARCH-M menggunakan metode *Maximum Likelihood* pada data harga saham *Jakarta Islamic Index* periode Januari 2019 hingga Februari 2020, yaitu sebagai berikut:

- a) Transformasi ke dalam bentuk *log return*
- b) Melakukan uji stasioneritas dan uji normalitas
- c) Identifikasi model ARMA berdasarkan grafik ACF dan PACF (*correlogram*)
- d) Menentukan estimasi model ARIMA dengan metode *Maximum Likelihood*
- e) Melakukan uji heteroskedastisitas residual, uji autokorelasi residual dan uji signifikansi parameter pada hasil estimasi model ARIMA terbaik
- f) Identifikasi model EGARCH *in Mean* dengan model ARIMA
- g) Menentukan estimasi model EGARCH *in Mean* terbaik dengan metode *Maximum Likelihood*
- h) Melakukan uji normalitas, uji heteroskedastisitas, uji autokorelasi residual dan uji signifikansi parameter pada hasil estimasi model EGARCH *in Mean*
- i) Menentukan model ARIMA-EGARCH-M
- j) Menentukan peramalan pada model ARIMA-EGARCH-M

Kemudian, *flowchart* implementasi model EGARCH-M menggunakan metode *Maximum Likelihood*, yaitu sebagai berikut:



Gambar 3.1 *Flowchart* Implementasi Model ARIMA



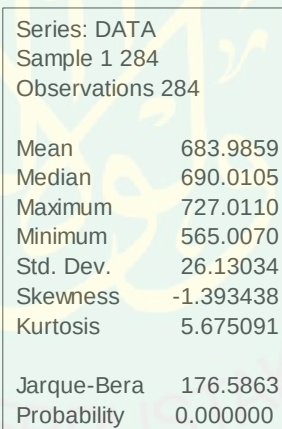
Gambar 3.2 Flowchart Implementasi dan Peramalan Model ARIMA- EGARCH-M

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Analisis Deskriptif Data

Analisis statistik deskriptif bertujuan untuk menganalisis ukuran penyebaran suatu data dalam bentuk tabel atau grafik. Terdapat beberapa ukuran penyebaran pada suatu data, misalkan nilai rata-rata, nilai median, nilai minimum, nilai maksimum, dan nilai simpangan baku. Analisis deskriptif dari data harga saham harian *Jakarta Islamic Index* periode Januari 2019 hingga Februari 2020 dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut ini:

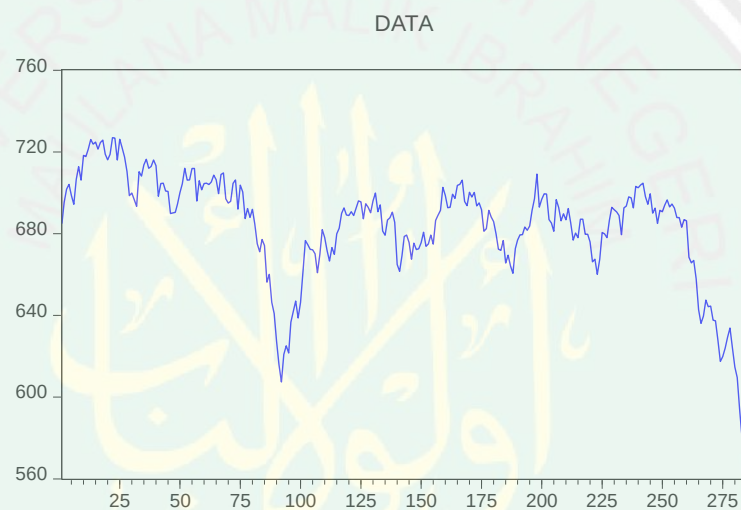


Series: DATA	
Sample 1 284	
Observations 284	
Mean	683.9859
Median	690.0105
Maximum	727.0110
Minimum	565.0070
Std. Dev.	26.13034
Skewness	-1.393438
Kurtosis	5.675091
Jarque-Bera	176.5863
Probability	0.000000

Gambar 4.1 Deskriptif Data Harga Saham dengan *Software Eviews*

berdasarkan gambar 4.1 diatas dapat diketahui bahwa sebanyak 284 data pengamatan memiliki nilai rata-rata sebesar Rp 683,9859 dan nilai simpangan baku sebesar Rp 26,13034. Nilai median sebesar Rp 690,0105, nilai maksimum yang berarti harga saham tertinggi sebesar Rp 727,0110 yang terdapat pada

tanggal 31 Januari 2019, nilai minimum yang berarti harga saham terendah sebesar Rp 565,0070 yang terjadi pada tanggal 28 Februari 2020. Perbedaan nilai maksimum dan nilai minimum yang cenderung jauh tersebut mengindikasikan bahwa harga saham berfluktuasi naik dan turun. Selanjutnya, pergerakan harga saham harian *Jakarta Islamic Index* periode Januari 2019 hingga Februari 2020 dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Grafik Data Harga Saham dengan *Software Eviews*

berdasarkan gambar 4.2 diatas menunjukkan pergerakan harga saham yang berfluktuasi naik dan turun setiap waktu. Grafik tersebut juga menunjukkan bahwa data harga saham tidak memiliki rata-rata dan variansi yang konstan sepanjang waktu sehingga perlu adanya dilakukan uji stasioner. Oleh karena itu, data harga saham dilakukan proses transformasi ke dalam bentuk *log return* seperti pada persamaan berikut ini:

$$r_t = \ln \left(\frac{S_t}{S_{t-1}} \right)$$

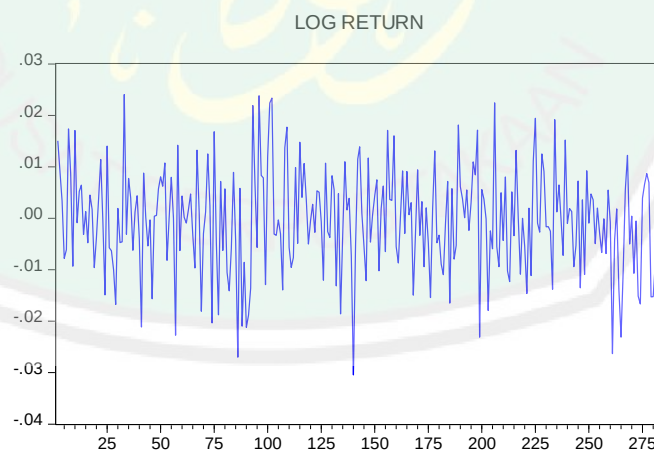
Kemudian *log return* tersebutlah yang akan dilakukan proses pemodelan dan estimasi model.

4.2 Uji Hipotesis

Sebelum data dilakukan proses pemodelan dan estimasi, data harga saham harian yang telah ditransformasi kedalam bentuk *log return* terlebih dahulu harus memenuhi beberapa uji hipotesis berikut ini:

1. Uji Stasioneritas

Log return yang akan dilakukan pemodelan dan estimasi pada penelitian ini harus stasioner. Kestasioneran dapat dilihat dari grafik. Hasil transformasi dalam bentuk *log return* dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut ini:



Gambar 4.3 Grafik *Log Return* dengan *Software Eviews*

Pada gambar 4.3 diperoleh grafik *log return* dari harga saham yang terlihat stasioner karena perkiraan nilai rata-rata berada di tengah-tengah grafik. Untuk memastikan bahwa *log return* bersifat stasioner, maka dilakukan uji akar-akar unit (*unit root*) menggunakan metode *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) dengan menggunakan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : ADF = 1 \text{ (Data bersifat stasioner)}$$

$$H_1 : ADF < 1 \text{ (Data tidak bersifat stasioner)}$$

Dengan kriteria uji yaitu terima H_0 jika $ADF < t_\alpha$ atau nilai probabilitas < taraf signifikan 5%. Hasil uji ADF dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut:

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-15.92725	0.0000
Test critical values: 5% level	-2.871582	

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

Gambar 4.4 Output Uji ADF *Log Return* dengan *Software Eviews*

Berdasarkan gambar 4.4 tersebut diperoleh nilai probabilitas ADF sebesar 0,0000 atau nilai *t statistic ADF* sebesar -15,92725. Dengan menggunakan taraf signifikan sebesar 5%, nilai probabilitas ADF tersebut lebih kecil dibandingkan dengan taraf signifikan atau nilai *t statistic ADF* lebih kecil dibandingkan dengan $t_\alpha = -2,871582$. Artinya H_0 diterima yang berarti *log return* bersifat stasioner.

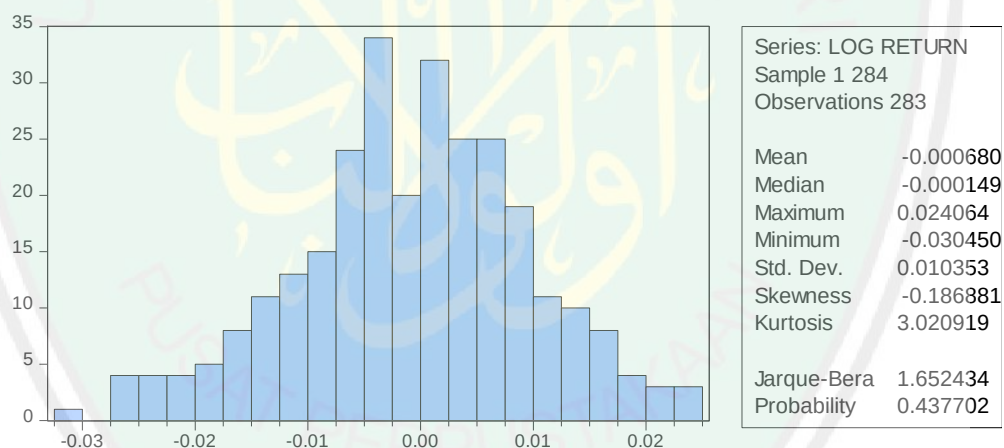
2. Uji Normalitas

Data *log return* yang digunakan harus berdistribusi normal, oleh sebab itu dilakukan uji normalitas pada *log return* menggunakan uji Jarque Bera dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : JB < 2 \text{ (berdistribusi normal)}$$

$$H_1 : JB > 2 \text{ (tidak berdistribusi normal)}$$

Dengan kriteria uji yaitu terima H_0 jika nilai Jarque Bera < 2 atau nilai probabilitas $>$ taraf signifikan 5%. Hasil uji Jarque-bera dapat dilihat pada gambar 4.5 berikut ini:



Gambar 4.5 Uji Normalitas Log Return dengan *Software Eviews*

berdasarkan gambar 4.5 dapat diketahui bahwa nilai Jarque-Bera sebesar 1,652434 atau nilai probabilitasnya sebesar 0,437702. Dengan menggunakan taraf signifikan 5%, maka nilai probabilitas lebih besar dibandingkan dengan nilai

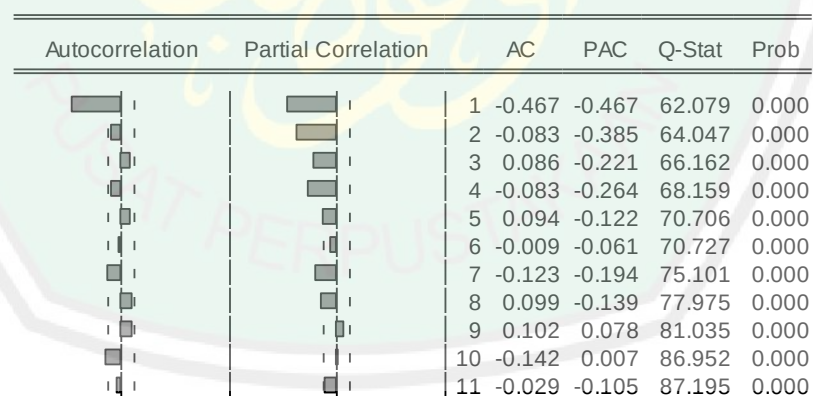
signifikan atau nilai Jarque Bera lebih kecil dari 2. Artinya H_1 ditolak yang berarti *log return* berdistribusi normal.

4.3 Pemodelan ARIMA

Pemodelan ARIMA dilakukan dengan mengikuti beberapa langkah berikut ini:

1. Identifikasi model ARIMA dengan menggunakan *correlogram*

Identifikasi model AR dan MA pada data deret waktu dapat dilakukan ketika uji hipotesis data telah terpenuhi. Identifikasi model ini dapat dilihat melalui *correlogram* yaitu grafik yang berisi nilai *Autocorrelation* (ACF) dan *Partial Autocorrelation* (PACF) untuk beberapa *lag*. Grafik *correlogram* dari *log return* dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut ini



Gambar 4.6 *Correlogram Return* dengan Software Eviews

Berdasarkan gambar 4.6 diatas, plot ACF dan PACF yang melewati batas interval maksimal dan menurun secara bertahap mendekati nol setelah *lag* pertama. Jadi

model $ARI(1,1)$, $IMA(1,1)$ dan $ARIMA(1,1,1)$ adalah model-model yang teridentifikasi menjadi model yang akan dilakukan estimasi.

2. Estimasi parameter model ARIMA

Setelah dilakukan estimasi menggunakan metode *Maximum Likelihood* dengan iterasi *Newton Raphson* sebanyak 500 kali pada model-model ARIMA yang teridentifikasi, di dapatkan model ARIMA dan dilakukan uji heteroskedastisitas juga uji *white noise*. Model-model tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 4.1 Estimasi Model ARIMA dengan *Software Eviews*

Model	Parameter	Estimasi Parameter	<i>t statistic</i>	Prob.
$ARI(1,1)$	ω_1	0.047125	0.806487	0.4206
$IMA(1,1)$	ϕ_1	0.050289	0.845699	0.3984
$ARIMA(1,1,1)$	ω_1	-0.724252	-2.256295	0.0248
	ϕ_1	0.783460	2.691721	0.0075

Berdasarkan tabel 4.1 diatas dapat diketahui bahwa model ARIMA terbaik adalah $ARIMA(1,1,1)$ karena satu-satunya model ARIMA yang signifikan yang dapat terlihat dari nilai probabilitas parameter-parameternya yang kurang dari taraf signifikan 5%. Selanjutnya, hasil estimasi dari model terbaik dilakukan uji heteroskedastisitas residual, uji autokorelasi residual, dan uji signifikansi parameter. Sehingga dapat dilanjutkan pada proses pemodelan ARCH/GARCH.

3. Uji Asumsi Residual dari model ARIMA terbaik

Berikut ini adalah uji asumsi residual pada model ARIMA(1,1,1):

a. Uji signifikansi parameter

Uji signifikansi parameter digunakan untuk mengetahui bahwa parameter dari hasil estimasi telah signifikan atau tidak. Hipotesis dari uji signifikansi parameter yaitu sebagai berikut

$H_0 : \theta = 0$ (parameter θ tidak signifikan dalam model)

$H_1 : \theta \neq 0$ (Parameter θ signifikan dalam model)

Dengan kriteria uji yaitu tolak H_0 jika $|t_{hitung}| > t_{\frac{\alpha}{2}}$ atau nilai probabilitas < taraf signifikan 5%. Hasil uji signifikansi parameter dapat dilihat pada gambar berikut

Variable	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-2.256295	0.0248
MA(1)	2.691721	0.0075

Gambar 4.7 Output Uji Signifikansi Parameter dengan *Software Eviews*

berdasarkan gambar 4.7 dapat dilihat bahwa nilai $|t_{hitung}|$ dari parameter AR(1) adalah 2,256295 dan parameter MA(1) adalah 2,691721 yang berarti lebih besar dibandingkan dengan nilai $t_{\frac{\alpha}{2}} = 1,96838$ dengan taraf signifikan 5%. Kemudian nilai probabilitas dari parameter AR(1) adalah 0,0248 dan parameter MA(1) adalah 0.0075 yang berarti lebih kecil dibandingkan dengan taraf signifikan 5%. Sehingga, H_0 ditolak yang berarti parameter model signifikan.

b. Uji Heteroskedastisitas residual

Uji heteroskedastisitas residual dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya gejala heteroskedastisitas pada *error* pada model ARIMA(1,1,1) menggunakan metode *White* dengan hipotesis sebagai berikut

$$H_0 : \sigma_1 = \sigma_2 \text{ (residual bersifat homoskedastisitas)}$$

$$H_1 : \sigma_1 \neq \sigma_2 \text{ (residual bersifat heteroskedastisitas)}$$

Dengan kriteria uji yaitu tolak H_0 jika nilai $X^2_{hitung} > X^2_{tabel}$ atau probabilitas dari *Chi Square* < taraf signifikan 5%. Hasil dari uji heteroskedastisitas residual dapat dilihat pada gambar 4.8 berikut

Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	169.9226	Prob. F(6,276)	0.0000
Obs*R-squared	222.7099	Prob. Chi-Square(6)	0.0000
Scaled explained SS	220.9396	Prob. Chi-Square(6)	0.0000

Gambar 4.8 Output Uji Heteroskedastisitas Residual dengan *Software Eviews*

berdasarkan gambar 4.8 dapat diketahui bahwa nilai X^2_{hitung} adalah 169,9226 lebih dari X^2_{tabel} dan nilai probabilitas dari *Chi Square* nya sebesar 0,0000. Dengan menggunakan taraf signifikan 5%, maka nilai probabilitas lebih kecil dibandingkan dengan nilai taraf signifikan. Artinya H_0 ditolak yang berarti *error* mengandung gejala heteroskedastisitas.

c. Uji Autokorelasi residual

Uji autokorelasi residual dilakukan untuk mengetahui bahwa *error* bersifat *white noise* pada model menggunakan *correlogram*.

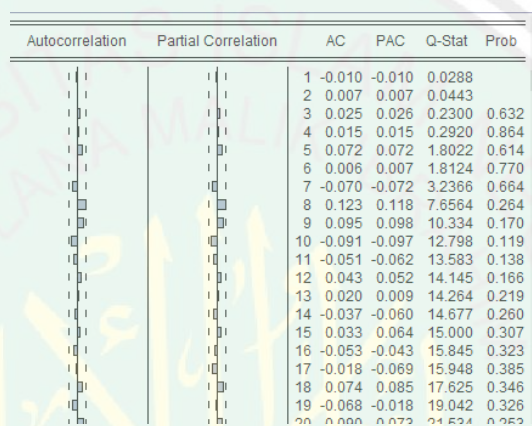
Hipotesis uji autokorelasi yaitu sebagai berikut:

$H_0 : \rho = 0$ (tidak ada autokorelasi)

$H_1 : \rho \neq 0$ (ada autokorelasi)

Dengan kriteria uji yaitu tolak H_0 jika nilai probabilitas < taraf signifikan 5%.

Hasil uji autokorelasi dapat dilihat pada gambar berikut



	Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	-0.010	-0.010	0.0288			
2	0.007	0.007	0.0443			
3	0.025	0.026	0.2300	0.632		
4	0.015	0.015	0.2920	0.864		
5	0.072	0.072	1.8022	0.614		
6	0.006	0.007	1.8124	0.770		
7	-0.070	-0.072	3.2366	0.664		
8	0.123	0.118	7.6564	0.264		
9	0.095	0.098	10.334	0.170		
10	-0.091	-0.097	12.798	0.119		
11	-0.051	-0.062	13.583	0.138		
12	0.043	0.052	14.145	0.166		
13	0.020	0.009	14.264	0.219		
14	-0.037	-0.060	14.677	0.260		
15	0.033	0.064	15.000	0.307		
16	-0.053	-0.043	15.845	0.323		
17	-0.018	-0.069	15.948	0.385		
18	0.074	0.085	17.625	0.346		
19	-0.068	-0.018	19.042	0.326		
20	0.000	0.072	21.534	0.252		

Gambar 4.9 Uji Autokorelasi Residual dengan *Software Eviews*

Berdasarkan gambar 4.9 diatas, dapat diketahui bahwa nilai probabilitas menunjukkan nilai yang beragam lebih dari taraf signifikan 5% yang berarti H_0 ditolak artinya *error* tidak memiliki autokorelasi atau bersifat *white noise*.

4.4 Pemodelan EGARCH-M

Adanya gejala heteroskedastisitas *error* dan bersifat *white noise*, maka dilakukan estimasi dengan menggunakan model GARCH. Model yang dilakukan estimasi parameter adalah model EGARCH-M menggunakan metode *Maximum Likelihood* dengan menggunakan 500 iterasi. Dalam melakukan estimasi

parameter model EGARCH-M dilakukan dengan mengikuti beberapa langkah berikut ini:

1. Identifikasi dan Estimasi Parameter Model EGARCH-M

Setelah dilakukan identifikasi, diperoleh model ARIMA(1,1,1) – EGARCH(2,2)-M yang memungkinkan dilakukan estimasi parameter. Setelah dilakukan estimasi model EGARCH-M pada *log return* dengan bantuan *software Eviews* didapatkan hasil estimasi model ARIMA(1,1,1)-EGARCH(2,2)-M menjadi satu-satunya model yang signifikan atau dapat dilihat pada gambar 4.10 dibawah ini:

Variable	Coefficient
GARCH	-6.318561
AR(1)	0.569321
MA(1)	-0.619184
Variance Equation	
C(4)	-0.262822
C(5)	-0.176447
C(6)	0.092740
C(7)	-0.170599
C(8)	0.264457
C(9)	0.698826

Gambar 4.10 Estimasi Model ARIMA(1,1,1)-EGARCH(2,2)-M dengan *Software Eviews*

berdasarkan gambar 4.10 bahwa *log return* dari harga saham diestimasi menggunakan metode *Maximum Likelihood* dengan jumlah iterasi sebanyak 500 kali dan didapatkan hasil estimasi model ARIMA(1,1,1) yang telah dilakukan proses *differencing* pertama yaitu sebagai berikut:

- a. Nilai parameter orde pertama (ω_1) dari *log return* sebelumnya sebesar 0,569321
- b. Nilai parameter orde pertama (ϕ_1) dari *error* sebelumnya sebesar -0,619184
- c. Nilai parameter *risk* (c) dari variansi *error* sekarang sebesar -6,318561

Kemudian, pada model ARIMA(1,1,1) yang diketahui bahwa $\varepsilon_t \sim N(0, h_t^2)$ dengan h_t^2 adalah variansi–variansi *error* yang ditentukan oleh model EGARCH(2,2)-M. Berdasarkan gambar 4.10 didapatkan hasil estimasinya yaitu sebagai berikut:

- a) Nilai koefisien (α_0) sebesar -0,262822
- b) Nilai parameter orde pertama (α_1) dari nilai mutlak *error* sebelumnya dibagi dengan simpangan baku sebelumnya adalah -0,176447 sedangkan untuk nilai parameter orde kedua (α_2) adalah sebesar 0.092740
- c) Nilai parameter orde pertama (θ_1) dari *error* sebelumnya dibagi dengan simpangan baku sebelumnya adalah -0,170599
- d) Nilai parameter orde pertama (ϑ_1) dari logaritma natural variansi–variansi sebelumnya adalah 0,264457 sedangkan untuk nilai parameter orde kedua (ϑ_2) adalah 0.69882

2. Uji Asumsi Residual Model ARIMA(1,1,1)-EGARCH(2,2)-M

Beberapa uji asumsi residual yang harus terpenuhi yaitu sebagai berikut:

a) Uji Signifikansi Parameter

Uji signifikansi parameter digunakan untuk mengetahui bahwa parameter dari hasil estimasi telah signifikan atau tidak. Hipotesis dari uji signifikansi parameter yaitu sebagai berikut

$H_0 : \theta = 0$ (parameter θ tidak signifikan dalam model)

$H_1 : \theta \neq 0$ (Parameter θ signifikan dalam model)

Dengan kriteria uji yaitu tolak H_0 jika $|t_{hitung}| > t_{\frac{\alpha}{2}}$ atau nilai probabilitas < taraf

signifikan 5%. Hasil uji signifikansi dapat dilihat pada gambar berikut

Variable	z-Statistic	Prob.
GARCH	-2.242518	0.0249
AR(1)	3.966576	0.0001
MA(1)	-4.302990	0.0000
Variance Equation		
C(4)	-51210.68	0.0000
C(5)	-8.351741	0.0000
C(6)	3.298403	0.0010
C(7)	-3.418994	0.0006
C(8)	11193.98	0.0000
C(9)	23535.57	0.0000

Gambar 4. 11 Output Uji Signifikansi Parameter dengan *Software Eviews*

berdasarkan gambar 4.11 dapat dilihat bahwa nilai $|t_{hitung}|$ dari parameter-parameter ARIMA dan EGARCH-M memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan nilai $t_{\frac{\alpha}{2}} = 1,96838$ dengan taraf signifikan 5%. Kemudian

nilai probabilitas dari parameter-parameter ARIMA dan EGARCH-M memiliki

nilai lebih kecil dibandingkan dengan taraf signifikan 5%. Sehingga, H_0 ditolak yang berarti parameter model signifikan.

b) Uji Autokorelasi Residual

Uji autokorelasi residual dilakukan untuk mengetahui bahwa *error* bersifat *white noise* pada model ARIMA(1,1,1)-EGARCH(2,2)-M menggunakan *correlogram* dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0 : \rho = 0$ (tidak ada autokorelasi)

$H_1 : \rho \neq 0$ (terdapat autokorelasi)

Dengan kriteria uji yaitu tolak H_0 jika nilai probabilitas < taraf signifikan 5%.

Hasil uji autokorelasi dapat dilihat pada gambar berikut:

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1 -0.003	-0.003	0.0028	
		2 -0.060	-0.060	1.0231	
		3 0.043	0.042	1.5422	0.214
		4 -0.023	-0.027	1.6965	0.428
		5 0.071	0.077	3.1643	0.367
		6 0.012	0.008	3.2093	0.523
		7 -0.046	-0.035	3.8311	0.574
		8 0.116	0.112	7.7775	0.255
		9 0.036	0.034	8.1632	0.318
		10 -0.123	-0.113	12.590	0.127
		11 -0.065	-0.075	13.822	0.129
		12 0.056	0.053	14.740	0.142
		13 0.016	0.004	14.812	0.191
		14 -0.014	-0.020	14.871	0.249
		15 0.041	0.062	15.370	0.285
		16 -0.069	-0.068	16.819	0.266
		17 -0.062	-0.083	17.973	0.264
		18 0.032	0.041	18.279	0.308
		19 -0.097	-0.070	21.163	0.219
		20 0.081	0.062	23.191	0.183
		21 -0.026	-0.057	23.398	0.220
		22 -0.003	0.043	23.400	0.270
		23 0.026	0.002	23.617	0.312
		24 -0.121	-0.109	28.166	0.170
		25 -0.047	-0.024	28.857	0.185
		26 -0.034	-0.063	29.217	0.212
		27 -0.027	-0.033	29.453	0.245
		28 0.083	0.072	31.633	0.206
		29 0.019	0.039	31.752	0.241
		30 -0.006	0.010	31.763	0.284
		31 -0.098	-0.111	34.815	0.211
		32 -0.147	-0.134	41.735	0.075
		33 0.056	0.047	42.745	0.078
		34 0.034	0.019	43.119	0.091
		35 0.036	0.035	43.537	0.104
		36 0.015	0.010	43.606	0.125

Gambar 4.12 Uji Autokorelasi Residual dengan *Software Eviews*

Berdasarkan gambar 4.12 diatas, dapat diketahui bahwa nilai probabilitas menunjukkan nilai yang beragam lebih dari taraf signifikan 5% yang berarti H_0 ditolak artinya *error* tidak memiliki autokorelasi atau bersifat *white noise*.

c) Uji Heteroskedastisitas Residual

Uji heteroskedastisitas residual dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya gejala heteroskedastisitas pada *error* pada model.

Hipotesis uji heteroskedastisitas yaitu sebagai berikut:

$$H_0 : \sigma_1 = \sigma_2 \text{ (residual bersifat homoskedastisitas)}$$

$$H_1 : \sigma_1 \neq \sigma_2 \text{ (residual bersifat heteroskedastisitas)}$$

Dengan kriteria uji yaitu tolak H_0 jika probabilitas < taraf signifikan 5%. Hasil dari uji heteroskedastisitas residual dapat dilihat pada gambar 4.13 berikut

Heteroskedasticity Test: ARCH			
F-statistic	0.005814	Prob. F(1,279)	0.9393
Obs*R-squared	0.005856	Prob. Chi-Square(1)	0.9390

Gambar 4.13 Uji Heteroskedastisitas Residual dengan Software *Eviews*

berdasarkan gambar 4.13 dapat diketahui bahwa nilai probabilitas dari *Chi Square* nya sebesar 0,9390. Dengan menggunakan taraf signifikan 5%, maka nilai probabilitas lebih besar dibandingkan dengan nilai taraf signifikan. Artinya H_0 diterima yang berarti *error* tidak mengandung gejala heteroskedastisitas. Karenanya membuktikan bahwa model ARCH/GARCH dapat digunakan untuk menghilangkan gejala heteroskedastisitas pada suatu data deret waktu.

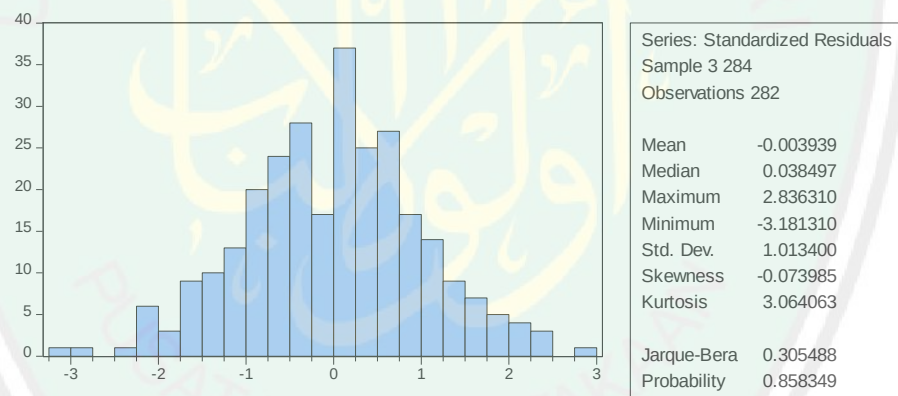
d) Uji Normalitas Residual

Uji normalitas residual digunakan untuk mengetahui bahwa *error* hasil estimasi berdistribusi normal. Uji normalitas residual dilakukan dengan uji Jarque Bera dengan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : JB < 2 \text{ (berdistribusi normal)}$$

$$H_1 : JB > 2 \text{ (tidak berdistribusi normal)}$$

Dengan kriteria uji yaitu terima H_0 jika nilai Jarque Bera < 2 atau nilai probabilitas $>$ taraf signifikan 5%. Hasil uji Jarque-bera dapat dilihat pada gambar 4.14 berikut ini:



Gambar 4.14 Uji Normalitas Residual dengan *Software Eviews*

Berdasarkan gambar 4.14 dapat diketahui bahwa nilai Jarque-Bera sebesar 0,305488 atau nilai probabilitasnya sebesar 0,858349. Dengan menggunakan taraf signifikan 5%, maka nilai probabilitas lebih besar dibandingkan dengan nilai signifikan atau nilai Jarque Bera lebih kecil dari 2. Artinya H_0 diterima yang berarti *error* berdistribusi normal.

3. Pemodelan

Setelah dilakukan estimasi model ARIMA(1,1,1)-EGARCH(2,2)-M dan telah dilakukan beberapa uji, selanjutnya dilakukan pemodelan dari implementasi data harga saham yang telah ditransformasikan ke dalam bentuk *log return* dan telah dilakukan proses *differencing*. Berikut ini adalah model ARIMA(1,1,1)-EGARCH(2,2)-M yang terbentuk

$$Z_t - Z_{t-1} = 0,569321(Z_{t-1} - Z_{t-2}) - 0,619184\varepsilon_{t-1} - 6,318561h_t^2 + \varepsilon_t$$

dimana $\varepsilon_t \sim N(0, h_t^2)$

$$\begin{aligned} \ln(h_t^2) = & -0,262822 - 0,176447 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} \right| + 0,092740 \left| \frac{\varepsilon_{t-2}}{h_{t-2}} \right| \\ & - 0,170599 \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} + 0,264457 \ln(h_{t-1}^2) + 0,698826 \ln(h_{t-2}^2) \end{aligned}$$

Misalkan Z_t adalah *log return* periode sekarang. Selisih *log return* periode sekarang dengan periode sebelumnya ditentukan oleh selisih *log return* periode sebelumnya dengan 2 periode sebelumnya, *error* sebelumnya dan variansi *error*. Dimana *logaritma natural* dari variansi *error* ditentukan oleh koefisien sebesar $-0,262822$, *error* sebelumnya dibagi dengan simpangan baku sebelumnya, dan dua periode sebelumnya, serta *logaritma natural* dari variansi *error* sebelumnya dan dua periode sebelumnya.

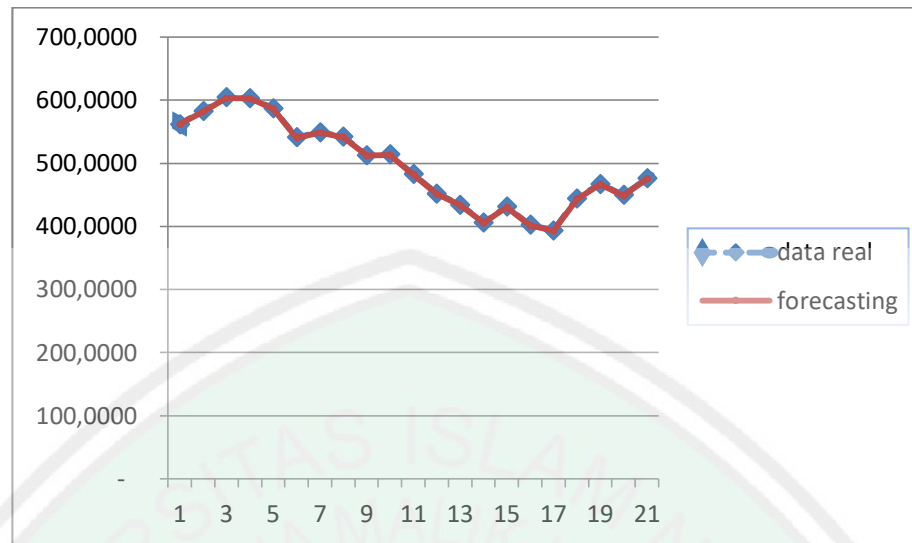
4.5 Peramalan

Sebelum dilakukan proses peramalan (*forecasting*), model ARIMA(1,1,1)-EGARCH(2,2)-M yang merupakan model dari harga saham yang telah ditransformasikan ke dalam bentuk *log return* dan telah dilakukan

differencing pertama, dilakukan transformasi dengan fungsi eksponensial agar model dapat digunakan untuk meramalkan harga saham untuk periode berikutnya. Misalkan Y_t adalah harga saham sekarang dan Z_t adalah *log return* periode sekarang, maka transformasi model dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 W_t &= Z_t - Z_{t-1} \\
 Y_t &= Y_{t-1} + \exp(W_t) \\
 &= Y_{t-1} + \exp\left(0,569321(Z_{t-1} - Z_{t-2}) - 0,619184\varepsilon_{t-1} - 6,318561h_t^2 - \varepsilon_t\right) \\
 &= 565,007 + \exp\left[0,569321(-0,00533 + 0,0257) - \right. \\
 &\quad \left.0,619184(0) - 6,318561(0,00033) - 8,499\right] \\
 &= 562,007
 \end{aligned}$$

Berdasarkan uraian diatas, dapat diketahui bahwa nilai harga saham pada periode 2 Maret 2020 adalah 562,007. Nilai tersebut berada disekitar nilai *real* harga saham dari *Jakarta Islamic Index* (JII) yaitu 562,005. Dapat diketahui pula, bahwa harga saham sekarang dapat ditentukan oleh harga saham sebelumnya dan nilai eksponensial dari selisih *log return* sekarang dan sebelumnya. Kemudian, dengan menggunakan model yang sama didapatkan peramalan (*forecasting*) untuk harga saham harian periode 2 – 31 Maret 2020 dan dibandingkan dengan harga saham *real* yang dapat di visualisasikan dengan gambar berikut ini:



Gambar 4.15 Perbandingan Ramalan Harga Saham dan Data *Real*

Berdasarkan gambar 4.15 menunjukkan bahwa perbedaan antara data *real* dan hasil peramalan dari harga saham harian selama periode tersebut tidak jauh berbeda selisihnya. Sehingga model $ARIMA(1,1,1)$ -EGARCH(2,2)-M dapat digunakan untuk meramalkan harga saham harian *Jakarta Islamic Index* (JII). Hasil peramalan harga saham periode 2-31 Maret 2020 dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.2 Hasil Peramalan harga Saham Bulan Maret 2020

Tanggal	Hasil Ramalan	Tanggal	Hasil ramalan
2	562,005	17	451,139
3	582,010	18	433,502
4	603,518	19	405,516
5	602,398	20	430,176
6	586,458	23	401,555
9	540,407	24	392,883

10	548,497
11	541,295
12	511,964
13	513,162
16	482,062

26	443,314
27	466,439
30	448,847
31	475,396



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa implementasi model EGARCH-M pada harga saham harian *Jakarta Islamic Index* periode Januari 2019 hingga Februari 2020 yang telah ditransformasikan kedalam bentuk *log return* menghasilkan model yang signifikan yaitu model ARIMA(1,1,1)-EGARCH(2,2)-M atau dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Z_t - Z_{t-1} = 0,569321(Z_{t-1} - Z_{t-2}) - 0,619184\varepsilon_{t-1} - 6,318561h_t^2 + \varepsilon_t$$

dimana $\varepsilon_t \sim N(0, h_t^2)$

$$\begin{aligned} \ln(h_t^2) = & -0,262822 - 0,176447 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} \right| + 0,092740 \left| \frac{\varepsilon_{t-2}}{h_{t-2}} \right| \\ & - 0,170599 \frac{\varepsilon_{t-1}}{h_{t-1}} + 0,264457 \ln(h_{t-1}^2) + 0,698826 \ln(h_{t-2}^2) \end{aligned}$$

Sehingga dapat terlihat bahwa terdapat hubungan antara model ARIMA(1,1,1) dengan model EGARCH(2,2)-M dengan risiko penambahan sebesar $-6,318561$.

Peramalan harga saham harian periode Maret 2020 menghasilkan nilai harga saham yang tidak jauh berbeda dengan harga saham *real* sehingga model ARIMA(1,1,1)-EGARCH(2,2)-M dapat digunakan untuk meramalkan harga saham harian *Jakarta Islamic Index* (JII).

5.2 Saran

Penulis menyarankan untuk melakukan penelitian mengenai estimasi VaR menggunakan model EGARCH-M atau menggunakan model lain yang serupa.



DAFTAR RUJUKAN

- Anh, L. H., Dong, L. S., Kreinovich, V., & Thach, N. N. (2018). *Ekonometrics for Financial Applications*. Switzerland: Springer.
- Ansofino. (2016). *Buku Ajar Ekonometrika*. Yogyakarta: Deepublish.
- Arifin, M., Tarno, & Warsito, B. (2017). Pemodelan Return Portofolio Saham Menggunakan Metode GARCH Asimetris. *Gaussian*, 6(1), 51-62.
- Aswi, & Sukarna. (2006). *Analisis Deret Waktu Teori dan Aplikasi*. Makasar: Andira Publisher.
- Aziz, A. (2010). *Ekonometrika teori dan Praktik Eksperimen dengan MATLAB*. Malang: UIN Maliki Press.
- Bisgaard, S., & Kulahci, M. (2011). *Time Series Analysis and Forecasting by Example*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Brockwell, P. J., & Davis, R. A. (2002). *Introsuction to Time Series and Forecasting Second Edition*. New York: Springer.
- Brooks, C. (2014). *Introductory Econometrics for Finance (3rd ed)*. New York: Cambridge University Press.
- Carmona, R. (2014). *Statistical Analysis of Financial Data in R*. New York: Spinger.
- Effendi, N., & Setiawan, M. (2014). *Ekonometrika Pendekatan Teori dan Terapan*. Jakarta: Salemba Empat.
- Ekananda, M. (2015). *Ekonometrika Dasar Untuk Penelitian Ekonomi, Sosial, dan Bisnis*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Enders. (1995). *Applied Econometric Time Series 2nd Edition*. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Dasar-dasar Ekonometrika Edisi 5*. (E. Mardanugraha, S. Wardhani, & C. Mangunsong, Trans.) Jakarta: Salemba Empat.
- Hanke, J. E., & Whichern, D. (2014). *Business Forecasting Ninth Edition*. United States of America: Pearson Education Limited.
- <https://finance.yahoo.com/quote/%5EJKII/history?p=%5EJKII> diakses pada tanggal 23April 2020 pukul 08.00 WIB
- <https://tafsirweb.com/3138-quran-surat-at-taubah-ayat-122.html> diakses pada tanggal 23April 2020 pukul 16.00 WIB
- <https://tafsirweb.com/7366-quran-surat-ar-rum-ayat-2.html> diakses pada tanggal 24April 2020 pukul 08.00 WIB

- Hull, J. C. (2012). *Options, Futures, and Other Derivatives* (Eight ed.). England: Pearson.
- Julia, S. W., & Hayati, M. N. (2018). Analisis Model Threshold Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (TGARCH) dan Model Exponential GARCH (Studi Kasus: Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) pada Januari 2011 sampai Juni 2017. *Exponensial*, 9(2), 127-136.
- Julianto, Puspita, E., & Agustina, F. (2013). Penerapan Model EGARCH-M dalam Peramalan Nilai Harga Saham dan Pengukuran Value at Risk (VaR).
- Larasari, E. N., Hendikawati, P., & Zaenuri. (2016). Analisis Volatility Forecasting Sembilan Bahan Pokok Menggunakan Metode GARCH dengan Program R. *UNNES Journal of Mathematics*, 5(1), 92.
- Makridakis, S. G., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (1999). *Forecasting Methods and Applications* (third ed.). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (1992). *Introduction to Linear Regression Analysis*. Toronto: John Wiley & Sons, Inc.
- Mooy, M. N., Rusgiono, A., & Rahmawati, R. (2017). Penentuan Harga Opsi Put dan Call Tipe Eropa terhadap Saham menggunakan Model Black-Scholes. *Gaussian*, 6(3), 407-417.
- Mulyana. (2004). *Buku Ajar Analisis Deret Waktu*. Bandung: FMIPA UNPAD.
- Nawari. (2010). *Analisis Regresi dengan MS Excel 2007 dan SPSS 17*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Paoletta, M. S. (2019). *Linear Models and Time-Series Analysis: Regression, ANOVA, ARMA and GARCH*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Raykov, T., & Marcoulides, G. (2013). *Basic Statistics An Introduction to Linear Regression Analysis Fifth Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Saludin. (2017). *Ekonometri Keuangan: Aplikasi Pemodelan dengan Minitab*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Suliyanto. (2011). *Ekonomi Terapan: Teori dan Aplikasi dengan SPSS*. Yogyakarta: Andi.
- Suwanda, H. (2009). *Rahasia Bebas Finansial dengan Berinvestasi di Pasar Modal*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Tsay, R. S. (2010). *Analysis of Financial Time Series*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Wei, W. W. (2006). *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods* (2nd ed.). New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Widyawati, N. S., & Sulistianingsih, E. (2013). Penggunaan Model Black Scholes untuk Penentuan Harga Opsi Jual Tipe Eropa. *Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya*, 02(01), 13-20.

Wilmott, P., Howison, S., & Dewynne, J. (1995). *The Mathematics of Financial Derivatives*. New York: Cambridge University Press.



LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Harga Saham Harian *Jakarta Islamic Index*

Tahun	Bulan	Tanggal	Harga Saham	Log Return
2019	Januari	2	684,916	*
		3	695,300	0,0150472
		4	701,742	0,00922241
		7	704,113	0,00337304
		8	698,653	-0,0077847
		9	694,404	-0,0061003
		10	706,573	0,0173726
		11	712,760	0,00871823
		14	706,148	-0,0093199
		15	718,294	0,01705411
		16	717,668	-0,0008719
		17	721,426	0,00522274
		18	726,083	0,00643452
		21	723,802	-0,0031465
		22	724,755	0,00131579
		23	721,313	-0,0047605
		24	724,569	0,00450383
		25	725,818	0,0017223
		28	684,916	-0,0095937
		29	716,119	-0,0038592
		30	718,747	0,00366306
		31	727,011	0,01143219
	Februari	1	726,814	-0,000271
		4	716,078	-0,0148815
		6	726,181	0,0140102
		7	722,046	-0,0057104
		8	717,515	-0,006295
		11	710,370	-0,0100079
		12	698,575	-0,0167434
		13	699,924	0,00192921
		14	696,625	-0,0047245
		15	693,429	-0,0045984
		18	710,318	0,0240639
		19	708,119	-0,0031006
		20	713,633	0,00775667
		21	716,452	0,00394243
		22	712,008	-0,0062221
		25	712,901	0,00125341

Lampiran 1. Data Harga Saham Harian *Jakarta Islamic Index* (Lanjutan)

Tahun	Bulan	Tanggal	Harga Saham	Log Return
2019	Februari	26	716,033	0,00438369
		27	713,239	-0,0039097
		28	698,316	-0,0211448
	Maret	1	704,483	0,00879248
		4	704,673	0,00026966
		5	700,882	-0,0053943
		6	700,674	-0,0002968
		8	689,800	-0,015641
		11	690,088	0,00041743
		12	690,465	0,00054616
		13	694,429	0,00572464
		14	700,045	0,00805469
		15	704,419	0,00622873
		18	712,024	0,01073827
		19	706,222	-0,008182
		20	706,244	3,1151E-05
		21	711,897	0,00797245
		22	711,930	4,6354E-05
		25	695,948	-0,0227046
		26	705,909	0,01421139
		27	701,499	-0,0062669
		28	704,553	0,00434409
		29	704,688	0,00019159
	April	1	704,037	-0,0009242
		2	705,270	0,0017498
		4	708,612	0,00472742
		5	706,396	-0,0031321
		6	699,603	-0,009663
		8	708,928	0,01324094
		8	709,729	0,00112924
		10	697,018	-0,018072
		11	694,956	-0,0029627
		12	695,808	0,00122523
		15	704,574	0,0125196
		16	706,245	0,00236884
		18	692,032	-0,02033
		22	703,766	0,01681372
		23	700,340	-0,00488
		24	687,331	-0,01875
		25	692,272	0,00716296
		26	687,963	-0,0062439
		29	716,033	0,00438369

Lampiran 1. Data Harga Saham Harian *Jakarta Islamic Index* (Lanjutan)

Tahun	Bulan	Tanggal	Harga Saham	Log Return
2019	April	30	691,910	0,00572083
	Mei	2	684,675	-0,0105116
		3	675,091	-0,0140968
		6	671,143	-0,0058653
		7	677,155	0,00891797
		8	674,190	-0,0043882
		9	656,231	-0,0269991
		10	660,066	0,00582697
		13	646,385	-0,0209445
		14	640,885	-0,0085453
		15	627,432	-0,0212147
		16	615,738	-0,0188138
		17	607,427	-0,0135895
		20	620,888	0,02191871
		21	625,166	0,0068665
		22	621,642	-0,0056529
		23	636,621	0,02381014
		24	641,947	0,00833124
		27	647,003	0,00784519
		28	638,722	-0,0128816
		29	646,390	0,01193373
		31	661,039	0,0224098
	Juni	10	676,658	0,02335314
		11	674,595	-0,0030535
		12	672,354	-0,0033275
		13	672,152	-0,0003005
		14	670,107	-0,0030471
		17	660,838	-0,0139287
		18	669,956	0,01370331
		19	681,917	0,01769591
		20	678,075	-0,00565
		21	671,641	-0,0095339
		24	666,552	-0,0076058
		25	673,163	0,00986934
		26	669,895	-0,0048665
		27	679,877	0,01479092
		28	682,647	0,00406599
	Juli	1	689,959	0,01065429
		2	692,584	0,00379735
		3	689,137	-0,0049894
		4	688,840	-0,0004311
		5	690,723	0,00272985

Lampiran 1. Data Harga Saham Harian *Jakarta Islamic Index* (Lanjutan)

Tahun	Bulan	Tanggal	Harga Saham	Log Return
2019	Juli	8	688,839	-0,0027313
		9	692,516	0,00532377
		10	696,036	0,00507004
		11	695,550	-0,0006985
		12	687,240	-0,0120193
		15	694,642	0,01071303
		16	692,841	-0,0025961
		17	690,260	-0,0037322
		18	696,001	0,00828276
		19	699,861	0,00553065
		24	690,718	-0,0131501
		25	694,032	0,00478643
		26	681,257	-0,0185784
		29	679,171	-0,0030667
		30	686,687	0,01100565
		31	687,802	0,00162242
	Agustus	1	690,490	0,00390048
		2	685,476	-0,007288
		5	664,918	-0,0304498
		6	661,591	-0,0050162
		7	669,240	0,0114952
		8	678,599	0,01388764
		9	679,279	0,00100156
		12	675,633	-0,0053819
		13	667,474	-0,0121496
		14	675,345	0,01172323
		15	672,233	-0,0046187
		16	672,647	0,00061567
		19	675,593	0,00437015
		20	680,658	0,00746915
		21	673,752	-0,0101979
		22	675,015	0,00187282
		23	679,254	0,00626022
		26	674,870	-0,0064751
		27	686,505	0,01709343
		28	689,022	0,00365969
		29	691,429	0,00348727
		30	702,590	0,01601304
	September	2	698,742	-0,0054919
		3	692,699	-0,008686
		4	692,871	0,00024827
		5	699,284	0,00921312

Lampiran 1. Data Harga Saham Harian *Jakarta Islamic Index* (Lanjutan)

Tahun	Bulan	Tanggal	Harga Saham	Log Return
2019	September	6	697,234	-0,0029359
		9	703,612	0,00910599
		10	704,097	0,00068906
		11	706,233	0,00302908
		12	695,758	-0,0149433
		13	693,682	-0,0029883
		16	700,229	0,00939378
		17	697,922	-0,0033001
		18	700,179	0,00322867
		19	693,627	-0,0094017
		20	695,031	0,0020221
		23	691,750	-0,0047318
		24	681,169	-0,0154142
		25	682,450	0,00187882
		26	691,455	0,01310881
		27	688,173	-0,0047578
		30	685,920	-0,0032793
	Oktober	1	679,850	-0,0088888
		2	672,444	-0,0109533
		3	671,824	-0,0009224
		4	676,645	0,00715036
		7	665,588	-0,0164759
		8	669,417	0,00573632
		9	664,132	-0,0079263
		10	660,638	-0,0052749
		11	672,711	0,01810978
		14	676,878	0,00617523
		15	679,439	0,00377641
		16	679,501	9,1248E-05
		17	683,246	0,00549627
		18	681,656	-0,0023298
		21	683,733	0,00304236
		22	691,270	0,01096299
		23	697,127	0,00843712
		24	709,173	0,0171319
		25	692,984	-0,0230926
		28	696,855	0,00557044
		29	699,453	0,00372125
		30	699,349	-0,0001487
		31	686,924	-0,0179262
	November	1	685,245	-0,0024472
		4	681,192	-0,0059322

Lampiran 1. Data Harga Saham Harian *Jakarta Islamic Index* (**Lanjutan**)

Tahun	Bulan	Tanggal	Harga Saham	Log Return
2019	November	5	696,650	0,02243893
		6	692,810	-0,0055273
		7	686,311	-0,0094249
		8	689,717	0,00495049
		11	686,750	-0,004311
		12	692,276	0,0080144
		13	685,218	-0,0102477
		14	676,844	-0,0122962
		15	680,323	0,00512687
		18	678,039	-0,0033629
		19	687,054	0,01320808
		20	687,115	8,8781E-05
		21	679,686	-0,0108707
		22	679,686	0
		25	675,982	-0,0054645
		26	666,165	-0,0146291
		27	667,468	0,00195406
		28	660,084	-0,0111243
		29	667,438	0,0110794
	Desember	2	680,532	0,01942834
		3	679,904	-0,0009232
		4	678,067	-0,0027055
		5	686,610	0,01252034
		6	692,889	0,00910337
		9	691,732	-0,0016712
		10	690,619	-0,0016103
		11	688,892	-0,0025038
		12	679,452	-0,0137979
		13	692,596	0,01916027
2020	Januari	16	693,458	0,00124382
		17	697,972	0,00648831
		18	697,564	-0,0005847
		19	692,547	-0,0072182
		20	703,152	0,01519698
		23	702,455	-0,0009917
		26	703,784	0,00189015
		27	704,696	0,00129501
		30	698,085	-0,0094256
		2	694,394	-0,0053013
		3	699,446	0,00724907
		6	690,062	-0,0135071
		7	692,539	0,00358311

Lampiran 1. Data Harga Saham Harian *Jakarta Islamic Index* (Lanjutan)

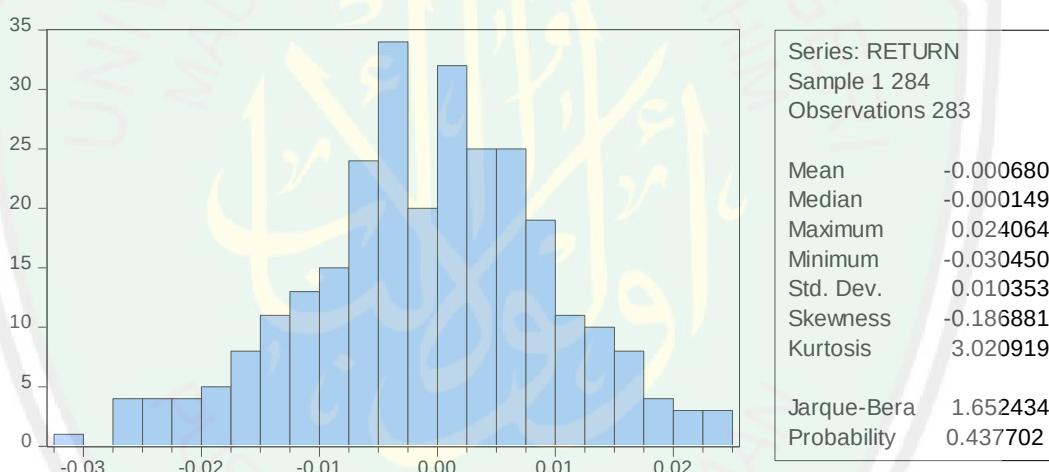
Tahun	Bulan	Tanggal	Harga Saham	Log Return
2020	Januari	8	685,011	-0,0109297
		9	691,376	0,00924892
		10	690,741	-0,0009189
		13	694,017	0,00473152
		14	696,508	0,00358282
		15	693,076	-0,0049396
		16	694,465	0,0020021
		17	692,505	-0,0028263
		20	687,901	-0,0066705
		21	687,824	-0,0001119
		22	683,113	-0,0068727
		23	686,861	0,00547165
		24	686,309	-0,000804
		27	668,495	-0,026299
		28	665,724	-0,0041537
		29	666,937	0,00182042
		30	657,831	-0,0137475
		31	642,804	-0,0231082
	Februari	3	636,107	-0,0104731
		4	639,640	0,00553873
		5	647,511	0,01223026
		6	644,278	-0,0050055
		7	644,539	0,00040502
		10	637,693	-0,0106784
		11	637,363	-0,0005176
		12	627,793	-0,0151289
		13	617,417	-0,0166658
		14	619,844	0,00392319
		17	623,974	0,00664087
		19	629,412	0,00867735
		20	633,775	0,00690795
		21	624,167	-0,015276
		24	614,722	-0,0152478
		25	609,580	-0,0083999
		26	593,595	-0,0265729
		27	579,716	-0,0236589
		28	565,007	-0,0257002

Lampiran 2. Output Uji Augmented Dickey Fuller pada data Log Return

Null Hypothesis: RETURN has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=15)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-15.92725	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.453400	
5% level	-2.871582	
10% level	-2.572193	

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

Lampiran 3. Output Uji Jarque Bera (Uji Normalitas) pada data Log Return**Lampiran 4. Output Estimasi Model ARIMA(1,1,1)**

Dependent Variable: RETURN
 Method: ARMA Maximum Likelihood (Newton-Raphson)
 Date: 05/20/20 Time: 09:33
 Sample: 2 284
 Included observations: 283
 Convergence achieved after 17 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.724252	0.320992	-2.256295	0.0248
MA(1)	0.783460	0.291063	2.691721	0.0075
SIGMASQ	0.000106	9.01E-06	11.81943	0.0000

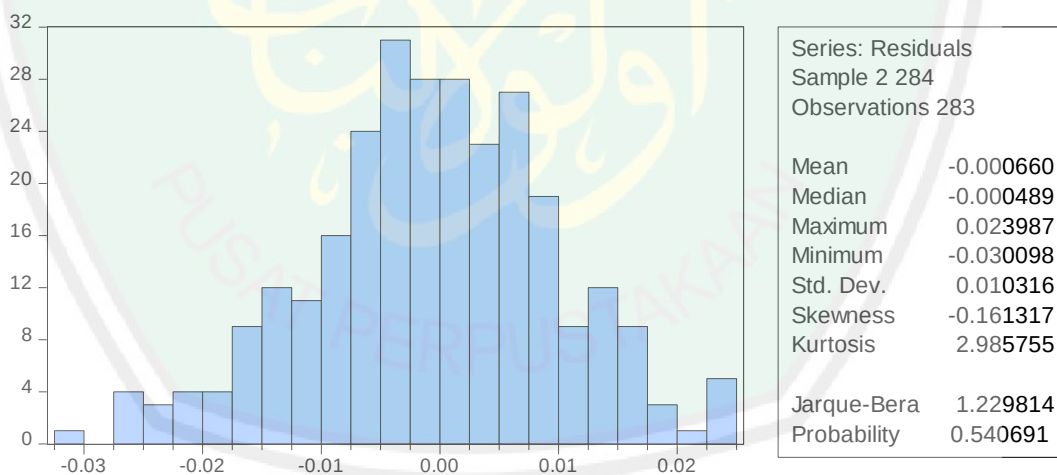
R-squared	0.002999	Mean dependent var	-0.000680
Adjusted R-squared	-0.004123	S.D. dependent var	0.010353
S.E. of regression	0.010374	Akaike info criterion	-6.288410
Sum squared resid	0.030134	Schwarz criterion	-6.249766
Log likelihood	892.8100	Hannan-Quinn criter.	-6.272915
Durbin-Watson stat	1.983616		
Inverted AR Roots	-.72		
Inverted MA Roots	-.78		

Lampiran 5. Output Uji Heteroskedastisitas Residual Model ARIMA(1,1,1)

Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	169.9226	Prob. F(6,276)	0.0000
Obs*R-squared	222.7099	Prob. Chi-Square(6)	0.0000
Scaled explained SS	220.9396	Prob. Chi-Square(6)	0.0000

Lampiran 6. Output Uji Normalitas Residual Model ARIMA(1,1,1)



Lampiran 7. Output Uji Autokorelasi Residual Model ARIMA(1,1,1)

Date: 04/28/20 Time: 06:17

Sample: 1 284

Included observations: 282

Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1 -0.003	-0.003	0.0028	
		2 -0.060	-0.060	1.0231	
		3 0.043	0.042	1.5422	0.214
		4 -0.023	-0.027	1.6965	0.428
		5 0.071	0.077	3.1643	0.367
		6 0.012	0.008	3.2093	0.523
		7 -0.046	-0.035	3.8311	0.574
		8 0.116	0.112	7.7775	0.255
		9 0.036	0.034	8.1632	0.318
		10 -0.123	-0.113	12.590	0.127
		11 -0.065	-0.075	13.822	0.129
		12 0.056	0.053	14.740	0.142
		13 0.016	0.004	14.812	0.191
		14 -0.014	-0.020	14.871	0.249
		15 0.041	0.062	15.370	0.285
		16 -0.069	-0.068	16.819	0.266
		17 -0.062	-0.083	17.973	0.264
		18 0.032	0.041	18.279	0.308
		19 -0.097	-0.070	21.163	0.219
		20 0.081	0.062	23.191	0.183
		21 -0.026	-0.057	23.398	0.220
		22 -0.003	0.043	23.400	0.270
		23 0.026	0.002	23.617	0.312
		24 -0.121	-0.109	28.166	0.170
		25 -0.047	-0.024	28.857	0.185
		26 -0.034	-0.063	29.217	0.212
		27 -0.027	-0.033	29.453	0.245
		28 0.083	0.072	31.633	0.206
		29 0.019	0.039	31.752	0.241
		30 -0.006	0.010	31.763	0.284
		31 -0.098	-0.111	34.815	0.211
		32 -0.147	-0.134	41.735	0.075
		33 0.056	0.047	42.745	0.078
		34 0.034	0.019	43.119	0.091
		35 0.036	0.035	43.537	0.104
		36 0.015	0.010	43.606	0.125

*Probabilities may not be valid for this equation specification.

Lampiran 8. Output Estimasi Model ARIMA(1,1,1)-EGARCH(2,2)-M

Dependent Variable: RETURN

Method: ML ARCH - Normal distribution (Marquardt / EViews legacy)

Date: 05/09/20 Time: 13:13

Sample (adjusted): 3 284

Included observations: 282 after adjustments

Convergence achieved after 8 iterations

MA Backcast: 2

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

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

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
GARCH	-6.318561	2.817619	-2.242518	0.0249
AR(1)	0.569321	0.143530	3.966576	0.0001
MA(1)	-0.619184	0.143896	-4.302990	0.0000
Variance Equation				
C(4)	-0.262822	5.13E-06	-51210.68	0.0000
C(5)	-0.176447	0.021127	-8.351741	0.0000
C(6)	0.092740	0.028117	3.298403	0.0010
C(7)	-0.170599	0.049897	-3.418994	0.0006
C(8)	0.264457	2.36E-05	11193.98	0.0000
C(9)	0.698826	2.97E-05	23535.57	0.0000
R-squared	0.004077	Mean dependent var		-0.000736
Adjusted R-squared	-0.003062	S.D. dependent var		0.010328
S.E. of regression	0.010344	Akaike info criterion		-6.336809
Sum squared resid	0.029854	Schwarz criterion		-6.220578
Log likelihood	902.4900	Hannan-Quinn criter.		-6.290199
Durbin-Watson stat	1.825556			
Inverted AR Roots	.57			
Inverted MA Roots	.62			

Lampiran 9. Output Uji Heteroskedastisitas Residual Model ARIMA(1,1,1)-EGARCH(2,2)-M

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.005814	Prob. F(1,279)	0.9393
Obs*R-squared	0.005856	Prob. Chi-Square(1)	0.9390

Lampiran 10. Output Uji Autokorelasi Residual Model ARIMA(1,1,1)-EGARCH(2,2)-M

Date: 04/26/20 Time: 09:23

Sample: 1 284

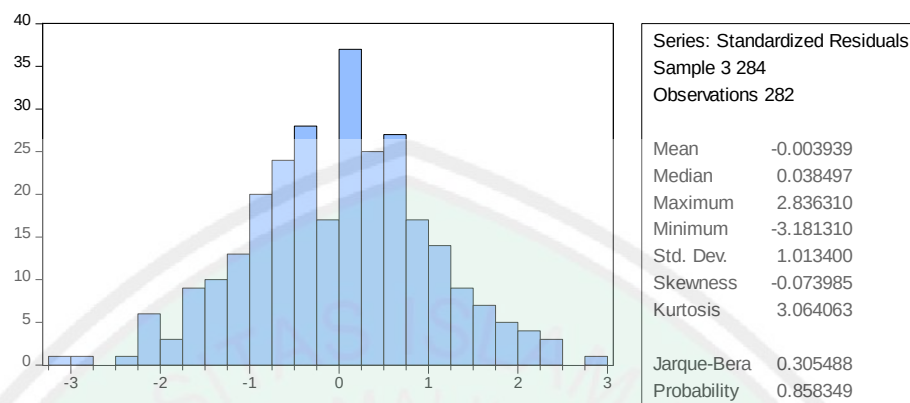
Included observations: 282

Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1 -0.003	-0.003	0.0028	
		2 -0.060	-0.060	1.0231	
		3 0.043	0.042	1.5422	0.214
		4 -0.023	-0.027	1.6965	0.428
		5 0.071	0.077	3.1643	0.367
		6 0.012	0.008	3.2093	0.523
		7 -0.046	-0.035	3.8311	0.574
		8 0.116	0.112	7.7775	0.255
		9 0.036	0.034	8.1632	0.318
		10 -0.123	-0.113	12.590	0.127
		11 -0.065	-0.075	13.822	0.129
		12 0.056	0.053	14.740	0.142
		13 0.016	0.004	14.812	0.191
		14 -0.014	-0.020	14.871	0.249
		15 0.041	0.062	15.370	0.285
		16 -0.069	-0.068	16.819	0.266
		17 -0.062	-0.083	17.973	0.264
		18 0.032	0.041	18.279	0.308
		19 -0.097	-0.070	21.163	0.219
		20 0.081	0.062	23.191	0.183
		21 -0.026	-0.057	23.398	0.220
		22 -0.003	0.043	23.400	0.270
		23 0.026	0.002	23.617	0.312
		24 -0.121	-0.109	28.166	0.170
		25 -0.047	-0.024	28.857	0.185
		26 -0.034	-0.063	29.217	0.212
		27 -0.027	-0.033	29.453	0.245
		28 0.083	0.072	31.633	0.206
		29 0.019	0.039	31.752	0.241
		30 -0.006	0.010	31.763	0.284
		31 -0.098	-0.111	34.815	0.211
		32 -0.147	-0.134	41.735	0.075
		33 0.056	0.047	42.745	0.078
		34 0.034	0.019	43.119	0.091
		35 0.036	0.035	43.537	0.104
		36 0.015	0.010	43.606	0.125

*Probabilities may not be valid for this equation specification.

Lampiran 11. Output Uji Normalitas Residual Model ARIMA(1,1,1)-EGARCH(2,2)-M



Lampiran 12. Hasil Peramalan Harga Saham Harian Bulan Maret 2020

Tanggal	Hasil Ramalan	Data asli
2	562,005	562,005
3	582,010	583,014
4	603,518	604,524
5	602,398	603,403
6	586,458	587,456
9	540,407	541,403
10	548,497	549,482
11	541,295	542,304
12	511,964	512,958
13	513,162	514,153
16	482,062	483,066
17	451,139	452,125
18	433,502	434,494
19	405,516	406,511
20	430,176	431,165
23	401,555	402,572
24	392,883	393,863
26	443,314	444,318
27	466,439	467,462
30	448,847	449,848
31	475,396	476,388

RIWAYAT HIDUP



Muhimmatul Aliyah lahir di Kabupaten Mojokerto tanggal 8 Mei 1997 biasa dipanggil Himma. Penulis tinggal bersama orang tua di Dusun Tegal RT:018 RW:005 Desa Jabon Kecamatan Mojoanyar Kabupaten Mojokerto dan merupakan anak pertama dari Bapak As'ad dan Ibu Aniyah. Penulis telah menempuh pendidikan dasar di MI

Riyadhotul Uqul di Desa Jabon (2004-2010), kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 4 Kota Mojokerto (2010-2013), selanjutnya menempuh pendidikan sekolah menengah keatas di SMA Negeri 1 Puri Kabupaten Mojokerto (2013-2016). Kemudian pada tahun 2016, penulis mulai menempuh pendidikan perguruan tinggi strata 1 di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang di jurusan Matematika.



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang
Telp./Fax.(0341)558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Muhimmatul Aliyah
NIM : 16610079
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/ Matematika
Judul Skripsi : Implementasi Model *Exponential* GARCH-M
Menggunakan Metode *Maximum Likelihood* (Studi Kasus:
Harga Saham *Jakarta Islamic Index*)
Pembimbing I : Abdul Aziz, M.Si
Pembimbing II : Muhammad Khudzaifah, M.Si

No.	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	11 November 2019	Setor dan Konsultasi Judul	1.
2.	21 November 2019	ACC Judul dan Konsultasi Bab I	2.
3.	26 Desember 2019	Revisi Bab I dan Setor Bab II	3.
4.	7 Januari 2020	Revisi Bab II	4.
5.	14 Januari 2020	Revisi Bab II	5.
6.	27 Januari 2020	ACC Bab I dan Bab II	6.
7.	4 Februari 2020	Setor Bab III	7.
8.	9 Februari 2020	Revisi Bab III	8.
9.	20 Februari 2020	Revisi Bab III	9.
10.	5 Maret 2020	Setor Kajian Agama	10.
11.	30 Maret 2020	ACC Bab III	11.
12.	31 Maret 2020	ACC Kajian Agama	12.
13.	11 April 2020	Setor Bab III dan Bab IV	13.
14.	18 April 2020	Revisi Bab III dan Bab IV	14.
15.	24 April 2020	ACC Bab III dan Revisi Bab IV	15.
16.	26 April 2020	Revisi Bab IV dan Setor Bab V	16.
17.	27 April 2020	Revisi Kajian Agama	17.
18.	29 April 2020	ACC Bab IV, Bab V, dan Abstrak	18.
19.	30 April 2020	ACC Kajian Agama	19.
20.	5 Mei 2020	Turnitin	20.
21.	10 Mei 2020	Latihan Presentasi	21.

22.	16 Mei 2020	Bimbingan Pasca Sidang	21. 
22.	25 Mei 2020	ACC Keseluruhan	22. 

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 2000312 1 001

