PEMODELAN *EXPONENTIAL* GARCH MENGGUNAKAN METODE *QUASI MAXIMUM LIKELIHOOD*

(Studi Kasus : Harga Saham PT. Telkom, Tbk.)

SKRIPSI

OLEH
WEKA DWI KARTIKA
NIM. 16610033

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

PEMODELAN *EXPONENTIAL* GARCH MENGGUNAKAN METODE *QUASI MAXIMUM LIKELIHOOD*

(Studi Kasus : Harga Saham PT. Telkom, Tbk.)

SKRIPSI

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

OLEH
WEKA DWI KARTIKA
NIM.16610033

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

PEMODELAN *EXPONENTIAL* GARCH MENGGUNAKAN METODE *QUASI MAXIMUM LIKELIHOOD*

(Studi Kasus : Harga Saham PT. Telkom, Tbk.)

SKRIPSI

Oleh
WEKA DWI KARTIKA
NIM. 16610033

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal, 1 Mei 2020

Pembimbing I,	Pembimbing II,
Abdul Aziz, M.Si.	Muhammad Khudzaifah, M.Si.
NIP. 19760318 200604 1 002	NIDT. 19900511 20160801 1 057

Mengetahui,

Ketua Jurusan Matematika

Dr. Usman Pagalay, M.Si.
NIP. 19650414 200312 1 001

PEMODELAN *EXPONENTIAL* GARCH MENGGUNAKAN METODE *QUASI MAXIMUM LIKELIHOOD*

(Studi Kasus : Harga Saham PT. Telkom, Tbk)

SKRIPSI

Oleh
WEKA DWI KARTIKA
NIM. 16610033

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)
Tanggal, 19 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 200312 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Weka Dwi Kartika

NIM : 16610033

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Pemodelan *Exponential* GARCH Menggunakan Metode *Quasi Maximum Likelihood* (Studi Kasus : Harga Saham PT. Telkom, Tbk.),

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

Malang, 1 Mei 2020
Yang membuat pernyataan,

METERAI TEMPEL
E5779AHF414143049
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Weka Dwi Kartika
NIM. 16610033

MOTO

"The person who was holding me back from my happiness was me"

(Keanu Reeves)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Bapak Musito, S.Pd, ibu Jumiah, kakak tersayang Wanudya Eka Sitaresmi, S.Pd, serta adik tercinta Widigda Tri Pratiwi, yang mendoakan, memberikan semangat, dan mendengarkan setiap keluh kesah penulis.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Segala puji dan syukur bagi kehadirat Allah Swt. atas rahmat, taufik serta hidayahNya, sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam bidang Matematika di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh berbagai bimbingan dan arahan dari banyak pihak. Oleh karenanya, ucapan terimakasih yang besar dan penghargaan yang sangat tinggi penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Abd. Haris, M.Ag, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, 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 memberikan banyak arahan, nasihat, motivasi serta berbagi pengalaman yang berharga kepada penulis.
5. Muhammad Khudzaifah, M.Si, selaku dosen pembimbing II yang juga telah memberikan banyak arahan, nasihat serta ilmu dan pengalaman kepada penulis.

6. Segenap sivitas akademika Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang terutama seluruh dosen, terimakasi atas segala ilmu dan bimbingannya.
7. Ayah dan Ibu yang selalu memberikan dukungan doa, semangat, dan motivasi kepada penulis hingga saat ini.
8. Wanud yang selalu memberi nasihat dan doa dalam diam, serta Wididol yang selalu menghibur saat jenuh mengerjakan skripsi.
9. Seluruh teman-teman di Jurusan Matematika angkatan 2016, terutama Aminahtuz Zahro, Rizky Amelia Khasanah, si kembar Iput dan Ifah, dan "Bukan Keluarga Cemara" yang telah bersedia berjuang bersama-sama untuk meraih mimpi, terimakasih atas segala waktu yang diberikan dan kenangan indah yang tak dapat disebutkan dalam mengisi kesenggangan untuk menggapai sebuah impian.
10. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini, baik secara moral maupun materiil.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis maupun pembaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh.

Malang, 1 Mei 2020

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

DAFTAR SIMBOL

Z	: Nilai variabel acak
t	: Waktu
Z_t	: Nilai variabel acak pada saat t
k	: Selang waktu/*lag*
μ	: Rata-rata populasi
σ^2	: Variansi
Z_{t+k}	: Nilai variabel acak pada saat $t+k$
γ_k	: Autokovariansi pada saat k
ρ_k	: Korelasi pada saat k
$\bar{Z}$	: Rata-rata sampel
n	: Banyaknya pengamatan
Z_{t+1}	: Nilai variabel acak pada saat $t+1$
Z_{t+k-1}	: Nilai variabel acak pada saat $t+k-1$
$\bar{Z}_t$	: Rata-rata sampel pada saat t
$\bar{Z}_{t+k}$	: Rata-rata sampel pada saat $t+k$
φ	: Konstanta
θ	: Koefisien autokorelasi orde pertama
Z_{t-1}	: Nilai variabel acak pada saat $t-1$
B	: Operator *shift* mundur
Z_t'	: Hasil *differencing* pertama dari Z_t
Z_t''	: Hasil *differencing* kedua dari Z_t
d	: Orde *differencing*
μ_Z	: Rata-rata dari Z_t
σ_Z^2	: Variansi dari X_Z
$\dot{Z}_t$	: Selisih antara variabel acak pada saat t dan rata-rata populasi
ε_t	: Nilai *error* pada saat t
ω_i	: Koefisien regresi pada proses AR orde ke-i, $i = 1,2,\dots,p$
p	: Orde AR
ϕ_i	: Koefisien regresi pada proses MA orde ke-i, $i = 1,2,\dots,q$
q	: Orde MA
σ_t^2	: Variansi pada saat t
α	: Parameter ARCH
m	: Orde ARCH
α, θ	: Parameter GARCH

m,s	: Orde GARCH
S_k	: Skewness
K_u	: Kurtosis
R^2	: Koefisien determinasi
χ^2	: Distribusi *chi-square*
$\mu S_T dt$	: Komponen deterministik
$\sigma S_T dW_T$	: Komponen stokastik
W_T	: Proses *Wiener*
T	: Periode
r	: *Return*
S	: Harga saham
K	: Harga ketentuan
C	: Opsi beli
P	: Opsi jual
s	: Standar deviasi
$\bar{r}$	: Rata-rata *return*
Y	: Vektor (acak) $1 \times n$
X	: Matrik (acak) $n \times (u+1)$
β	: Vektor parameter $(u+1) \times 1$
X_i'	: Vektor $1 \times u$
X'	: Matrik transpos
β'	: Vektor parameter transpos
l	: Fungsi *likelihood*
L	: Fungsi *log-likelihood*
$\hat{\beta}_{ml}$	: Vektor parameter *Maximum Likelihood*

ABSTRAK

Kartika, Weka Dwi. 2020. **Pemodelan *Exponential* GARCH Menggunakan Metode *Quasi Maximum Likelihood* (Studi Kasus: Harga Saham PT. Telkom, Tbk).** Tugas akhir/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: EGARCH, QML, deret waktu, indeks harga saham

Harga saham berperan penting dalam perekonomian di Indonesia, sehingga tak jarang ia sering digunakan sebagai obyek penelitian. Salah satunya yaitu dengan mencari model harga saham, yang kemudian berguna untuk meramalkan harga saham kedepannya. Harga saham memiliki kecenderungan berfluktuasi secara cepat dari waktu ke waktu, hal ini mengakibatkan variansi *error*-nya pun berubah-ubah (heteroskedastisitas). Metode umum yang biasa digunakan untuk peramalan data deret waktu seperti harga saham adalah ARIMA. Namun, metode tersebut tidak bisa mengatasi heteroskedastisitas. Salah satu metode lain yang dapat mengatasi heteroskedastisitas yakni dengan model EGARCH. Pada penelitian ini, penulis ingin mencari model indeks harga saham dari PT. Telkom, Tbk. dengan menggunakan model EGARCH. Dalam pencarian modelnya, penulis mengikuti langkah-langkah yang ada pada deret waktu dengan melakukan uji-uji untuk mendapatkan model terbaik. Uji yang dilakukan adalah uji stasioneritas, uji normalitas, uji heteroskedastisitas dan uji asimetris. Sebagai hasil, penulis memperoleh model terbaik dari beberapa model EGARCH yang telah ditemukan dan model tersebut layak digunakan untuk meramalkan.

ABSTRACT

Kartika, Weka Dwi. 2020. **The Modeling of Exponential GARCH With Quasi Maximum Likelihood Method (Case Study: PT. Telkom, Tbk. Stock Price).** Last project/thesis. Mathematics Department. Science and Technology Faculty, State Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor: (I) Abdul Aziz, M. Si. (II) Muhammad Khudzaifah, M. Si.

Key Word: EGARCH, QML, time series, stock price index

Stock price is important in the economy in Indonesia, so it is often used as an object of research. One of them is by finding a stock price model, which is useful for forecasting of stock price. Stock price have a tendency to fluctuate rapidly from time to time, this causes the error variance to change (heteroscedasticity). The general method commonly used for forecasting time series such as stock price is ARIMA. However, this method cannot overcome the heteroscedasticity. One other method that can overcome the heteroscedasticity is the EGARCH model. The aim of this study is to find the stock price index model from PT. Telkom, Tbk. using EGARCH model. In searching for the model, the author follows the steps in the time series by conducting tests to get the best model. Tests carried out were stationary test, normality test, heteroscedasticity test and asymmetric test. As a result, the writer obtained the best model from several EGARCH models that have been found and the model can be use for forecasting.

ملخص

كارتيكا ، ويكا دوي. ٢٠٢٠ **GARCH الأسية باستخدام أسلوب شبه الاحتمال الأقصى (دراسة حالة: سعر سهم PT. Telkom, Tbk. stock price)**. المشروع / الأطروحة النهائية. قسم الرياضيات ، كلية العلوم والتكنولوجيا ، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية في مالانغ. المشرف: (I) عبد العزيز ، م. (II) محمد خضيفة ، م.

الكلمات الرئيسية: EGARCH، QML ، السلاسل الزمنية ، مؤشر أسعار الأسهم

تلعب أسعار الأسهم دورًا مهمًا في الاقتصاد في إندونيسيا ، لذلك غالبًا ما يتم استخدامه كهدف للبحث. أحدها هو العثور على نموذج سعر السهم ، والذي يكون مفيدًا بعد ذلك للتنبؤ بأسعار الأسهم المستقبلية. يميل سعر السهم إلى التذبذب بسرعة من وقت لآخر ، وهذا يتسبب في تغير تباين الخطأ (heteroskedascity). الطريقة العامة المستخدمة عادة للتنبؤ ببيانات السلاسل الزمنية مثل أسعار الأسهم هي ARIMA. ومع ذلك ، لا يمكن لهذه الطريقة التغلب على ا ختلا ف التباي. طريقة أخرى يمكنها التغلب على ا ختلا ف التباي هي نموذج EGARCH. في هذه الدراسة ، يريد الكاتب إيجاد نموذج لمؤشر أسعار الأسهم من PT. Telkom, Tbk. باستخدام نموذج EGARCH. في البحث عن النموذج ، يتبع الكاتب الخطوات في السلسلة الزمنية بإجراء اختبارات للحصول على أفضل نموذج. كانت الاختبارات التي أجريت هي اختبارات ثابتة واختبارات الحياة الطبيعية واختبارات المرونة غير المتجانسة واختبارات غير متماثلة. ونتيجة لذلك ، حصل المؤلف على أفضل نموذج من عدة نماذج EGARCH التي تم العثور عليها ويمكن استخدام النموذج للتنبؤ

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Harga saham berperan penting dalam perekonomian di Indonesia. Oleh karenanya, harga saham sering digunakan sebagai obyek penelitian. Penelitian dengan menggunakan harga saham biasanya dilakukan untuk mencari model saham tersebut. Model yang telah dicari biasanya dapat digunakan untuk meramalkan harga saham pada hari selanjutnya, bulan selanjutnya atau harga saham pada tahun berikutnya. Harga saham dapat didefinisikan sebagai tanda penyertaan atau kepemilikan seseorang dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas (Khoirunnisa, 2014).

Harga saham bisa menjadi investasi yang sangat tinggi, akan tetapi tidak selamanya investasi yang dilakukan dapat memberikan keuntungan. Harga saham memiliki kecenderungan berfluktuasi secara cepat dari waktu ke waktu sehingga variansi dari *error*nya akan selalu berubah (heteroskedastisitas) (Syarif, 2014). Pada umumnya metode yang digunakan untuk peramalan harga saham tersebut adalah ARIMA. Namun, metode tersebut tidak bisa mengatasi heteroskedastisitas. Salah satu model yang dapat mengatasi heteroskedastisitas adalah model *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) yang dikemukakan pertama kali oleh Engle (1982). Model ARCH kemudian berkembang lagi menjadi *Generalized* ARCH atau disebut GARCH yang mana dikembangkan oleh Bollerslev (1986) (Rahma dan Ambarwati, 2018).

Namun demikian, model GARCH memiliki kelemahan dalam menangani fenomena ketidaksimetrisan *good news* dan *bad news* pada volatilitas. Oleh karena itu, berkembanglah model GARCH asimetris untuk mengatasi kelemahan dari model GARCH. Model tersebut adalah model EGARCH, TGARCH, APARCH, dan lain-lain (Sulistyowati dkk, 2015). Selain model, dalam menyelesaikan pemodelan harga saham membutuhkan suatu metode. Salah satunya seperti metode *Maximum Likelihood* (ML). Akan tetapi apabila dengan menggunakan metode ML menyebabkan *error* terlanggar atau nilai *error* tidak normal, maka hal tersebut dapat diatasi dengan metode *Quasi Maximum Likelihood* (QML), selain itu masih ada banyak lagi metode lain yang dapat digunakan (Edi, 2012).

Pemodelan terkait harga saham telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, seperti Syarif (2014) melakukan penelitian mngenai pemodelan dan peramalan harga saham JII dengan model GARCH. Selanjutnya, Wibowo (2017) pun memodelkan *return* harga saham perbankan dengan model EGARCH menggunakan metode *Quasi Maximum Likelihood*. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut adalah model EGARCH terbaik untuk saham. Ada juga penelitian mengenai memodelkan harga saham dari Bank BRI menggunakan model ARIMA-GARCH yang hasilnya adalah model ARIMA-GARCH terbaik untuk memprediksi harga saham dari BANK BRI (Yolanda, dkk, 2017). Kemudian Rahma dan Ambarwati (2018) juga melakukan penelitian untuk memodelkan harga saham menggunakan model GARCH.

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu tersebut, peneliti ingin menggunakan model EGARCH untuk menentukan indeks harga saham dari suatu perusahaan di Indonesia. Data indeks harga saham yang akan digunakan oleh peneliti yakni harga saham dari PT. Telekomunikasi Indonesia (Telkom), Tbk. Hal ini dikarenakan PT. Telkom, Tbk. merupakan salah satu perusahaan terbesar yang ada di Indonesia dengan nilai prospek investasi saham yang cukup tinggi. Peneliti ingin menggunakan metode *Quasi Maximum Likelihood* sebagai penduga parameter pada model EGARCH.

Pemodelan pada penelitian ini untuk mencari model terbaik yang nantinya model ini bisa digunakan untuk meramalkan. Meramalkan sesuatu berdasarkan ilmu pengetahuan merupakan sesuatu yang dianjurkan dalam Islam, sebagaimana yang diceritakan dalam Al-Qur'an dalam surat Yusuf ayat 47-48, yaitu:

Artinya: "*Yusuf berkata "supaya kamu bertanam tujuh tahun (lamanya) sebagaimana biasa, maka apa yang kamu tuai hendaknya kamu biarkan dibulirnya kecuali sedikit untuk kamu makan. Kemudian sesudah itu akan datang tujuh tahun yang amat sulit, yang akan menghabiskan apa yang yang kamu simpan untuk menghadapinya (tahun sulit), kecuali dari bibit gandum yang kamu simpan".*

Al-Mukhtashar/Markaz Tafsir Riyadh, di bawah pengawasan Syaikh Dr. Shalih bin Abdullah bin Humaid (Imam Masjidil Haram) telah menafsirkan ayat tersebut bahwa Yusuf –'alaihissalam- menakwilkan mimpi itu dengan mengatakan, "Kalian harus bercocok tanam dengan sungguh-sungguh selama tujuh tahun berturut-turut. Kemudian hasil panen yang kalian dapatkan setiap tahunnya selama tujuh tahun itu biarkan tetap melekat pada tangkainya agar tidak rusak oleh ngengat. Kecuali sedikit yang kalian butuhkan untuk dimakan.

Berdasarkan ayat dan penafsiran tersebut dapat disimpulkan bahwa Nabi Yusuf telah meramalkan akan terjadinya tahun sulit. Dalam ilmu keuangan meramalkan harga saham sangatlah penting untuk dapat mengetahui tingkat perekonomian. Oleh karena itu, dibutuhkan model yang bisa digunakan untuk meramalkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, peneliti mengambil rumusan masalah yakni,

1. Bagaimana implementasi model EGARCH pada saham PT. Telkom, Tbk. tahun 2019-2020 menggunakan metode *Quasi Maximum Likelihood*?
2. Bagaimana peramalan harga saham PT. Telkom, Tbk. selama satu bulan berikutnya dari data yang diambil?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan dari penelitian ini yaitu,

1. Untuk menjelaskan proses implementasi model EGARCH pada saham saham PT. Telkom, Tbk. di Jakarta tahun 2019-2020 menggunakan metode *Quasi Maximum Likelihood*.
2. Untuk meramalkan harga saham PT. Telkom, Tbk. selama satu bulan berikutnya dari data yang diambil.

1.4 Manfaat Penelitian

Sesuai dengan tujuan penelitian, maka manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan informasi mengenai proses implementasi model EGARCH pada saham saham PT. Telkom, Tbk. di Jakarta tahun 2019-2020 menggunakan metode *Quasi Maximum Likelihood* dan untuk meramalkan harga saham PT. Telkom, Tbk. selama satu bulan berikutnya dari data yang diambil.

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 indeks harga saham PT. Telkom, Tbk. di Jakarta tahun 2019-2020.

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 sitematika penelitian.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini akan dijelaskan teori-teori yang mendasari pembahasan diantaranya; data deret waktu, volatilitas, harga saham, heteroskedastisitas, autokorelasi, uji multikolinieritas, uji normalitas, model ARCH dan

GARCH, model *Exponential GARCH*, dan metode *Quasi Maximum Likelihood*.

Bab III Hasil Dan Pembahasan

Bab ini merupakan bab inti pada penelitian. Berisi tentang pembahasan estimasi parameter model EGARCH menggunakan metode *Quasi Maximum Likelihood*, implementasi estimasi parameter pada penentuan model harga saham.

Bab IV 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 berupa deret waktu, di mana pengamatan muncul berurutan, biasanya dengan interval waktu seperti setiap hari, minggu, bulan, tahun, dan lain sebagainya. Pada umumnya, deret waktu pada variabel Z dinotasikan sebagai Z_t, di mana t menunjukkan waktu, dengan $t = 1$ menjadi observasi yang pertama pada variabel Z dan $t = T$ menjadi yang terakhir. Deret waktu yang lengkap $t = 1, 2, \ldots, T$ akan sering disebut sebagai peridoe observasi. Pengamatan biasanya diukur pada interval jarak yang sama, seperti menit, jam, atau hari, jadi urutan waktu itu sangat penting. Deret waktu menampilkan berbagai fitur dan apresiasi yang sangat penting untuk memahami poperti dan evolusinya, termasuk perhitungan yang akan datang dan nilai yang tidak diketahui dari Z_t pada saat $t + 1,\ t + 2, \ldots, t + h$, dimana h adalah *forecast horizon* (Mills, 2019: 1).

2.1.2 *Autocorrelation Function*

Menurut Wei (2006: 10) *Autocorrelation Function* (ACF), ρ_k merupakan ukuran korelasi antara dua nilai Z_t dan Z_{t+k}. Terdapat nilai rata-rata $E(Z_t) = \mu$ dan memiliki variansi konstan $Var(Z_t) = E(Z_t - \mu)^2 = \sigma^2$. Autokovariansi antara Z_t dan Z_{t+k} adalah sebagai berikut:

$$\operatorname{cov}(Z_t, Z_{t+k}) = E(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu) = \gamma_k \tag{2.1}$$

dan korelasi antara Z_t dan Z_{t+k} adalah:

$$\begin{aligned}
corr(Z_t, Z_{t+k}) &= \frac{\operatorname{cov}(Z_t, Z_{t+k})}{\sqrt{\operatorname{var}(Z_t)}\sqrt{\operatorname{var}(Z_{t+k})}} \\
&= \frac{\operatorname{cov}(Z_t, Z_{t+k})}{\sqrt{\operatorname{var}(Z_t)}\sqrt{\operatorname{var}(Z_t)}} \\
&= \frac{\operatorname{cov}(Z_t, Z_{t+k})}{\operatorname{var}(Z_t)} \\
&= \frac{E\left((Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu)\right)}{E(Z_t - \mu)^2} \\
&= \frac{E(Z_t - \mu)E(Z_{t+k} - \mu)}{E(Z_t - \mu)^2} \\
&= \frac{\sum_{i=1}^{m}(Z_{ti} - \mu)\sum_{i=1}^{n}\left(Z_{(t+k)i} - \mu\right)}{\sum_{t=1}^{k}(Z_t - \mu)} \\
&= \rho_k
\end{aligned} \tag{2.2}$$

dimana γ_k adalah fungsi autokovariansi dan ρ_k disebut sebagai fungsi autokorelasi yang merupakan ukuran keeratan antara Z_t dan Z_{t+k} dari proses yang sama dan hanya dipisahkan oleh selang waktu ke-*k*.

dimana,

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

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

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

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

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

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

σ^2 : nilai variansi variabel acak

2.1.3 *Partial Autocorrelation Function* (PACF)

Menurut Wei (2006: 11) *Partial Autocorrelation Function* (PACF) selain digunakan untuk mengukur autokorelasi antara Z_t danZ_{t+k}. Akan diperiksa juga korelasi antara Z_t dan Z_{t+k} setelah bergantung linier pada variabel intervensi $Z_{t+1}, Z_{t+2}, \ldots,$ dan Z_{t+k-1} dihilangkan. Korelasi bersyarat dinyatakan dengan

$$corr(Z_{t,}Z_{t+k}|Z_{t+1},\ldots,Z_{t+k-1})$$

disebut PACF pada analisis deret waktu

$$cor\left[\left(Z_t-\hat{Z}_t\right),\left(Z_{t+k}-\hat{Z}_{t+k}\right)\right]=\frac{\operatorname{cov}\left[\left(Z_t-\hat{Z}_t\right),\left(Z_{t+k}-\hat{Z}_{t+k}\right)\right]}{\sqrt{\operatorname{var}\left(Z_t-\hat{Z}_t\right)}\sqrt{\operatorname{var}\left(Z_{t+k}-\hat{Z}_{t+k}\right)}} \tag{2.3}$$

dari persamaan (2.3) dapat dijabarkan sehingga didapatkan persamaan galatnya.

$$
\begin{aligned}
cor\left[\left(Z_t-\hat{Z}_t\right),\left(Z_{t+k}-\hat{Z}_{t+k}\right)\right] &= \frac{\operatorname{cov}\left[\left(Z_t-\hat{Z}_t\right),\left(Z_{t+k}-\hat{Z}_{t+k}\right)\right]}{\sqrt{\operatorname{var}\left(Z_t-\hat{Z}_t\right)}\sqrt{\operatorname{var}\left(Z_{t+k}-\hat{Z}_{t+k}\right)}} \\
&= \frac{E\left(\left[\left(Z_t-\hat{Z}_t\right)-\mu\right]\left[\left(Z_{t+k}-\hat{Z}_{t+k}\right)-\mu\right]\right)}{\sqrt{\operatorname{var}\left(Z_t-\hat{Z}_t\right)}\sqrt{\operatorname{var}\left(Z_{t+k}-\hat{Z}_{t+k}\right)}} \\
&= \frac{E\left[\left(\varepsilon_t-\mu\right)\left(\varepsilon_{t+k}-\mu\right)\right]}{\sqrt{E\left(\varepsilon_t\right)^2}\sqrt{E\left(\varepsilon_{t+k}\right)^2}} \\
&= \frac{E\left(\varepsilon_t-\mu\right)E\left(\varepsilon_{t+k}-\mu\right)}{\sqrt{E\left(\varepsilon_t\right)^2}\sqrt{E\left(\varepsilon_{t+k}\right)^2}} \\
&= \frac{\sum_{i=1}^{k}\left(\varepsilon_{ti}-\mu\right)\sum_{i=1}^{k}\left(\varepsilon_{(t+k)i}-\mu\right)}{\sqrt{E\left(\varepsilon_t\right)^2}\sqrt{E\left(\varepsilon_{t+k}\right)^2}} \\
&= P_k
\end{aligned}
\tag{2.4}
$$

dimana:

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

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

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

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

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

P_k : nilai fungsi autoorelasi bersyarat pada saat ke-k

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

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

n : banyaknya pengamatan

2.1.4 Kestasioneran

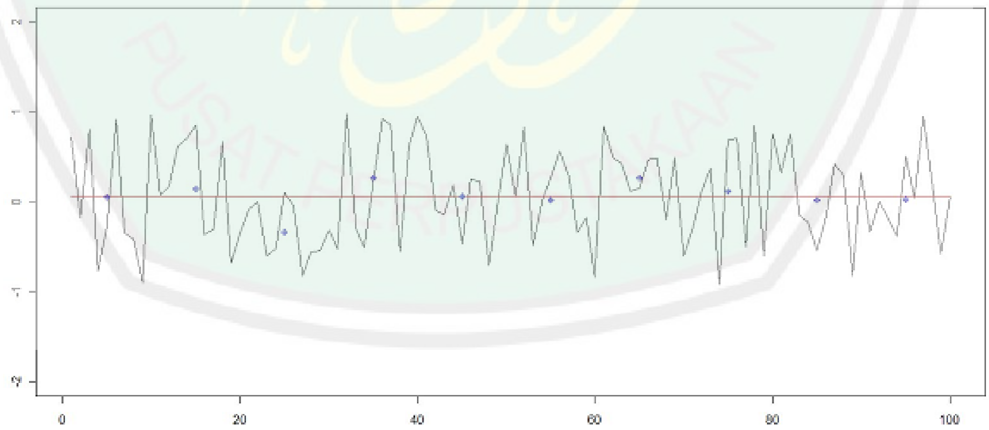
Bagian penting dari model stokastik untuk mendeskripsikan deret waktu yang harus diperhatikan adalah model stasioner. Model stasioner mengasumsikan bahwa proses yang dihasilkan pada equilibrum statistik dengan sifat-sifat peluang tidak berubah sepanjang waktu atau tetap, khususnya variasi tingkat rata-rata yang tetap dan dengan variansi konstan (Box dkk, 2008: 7). Menurut Wei (2006: 10), proses 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:

$$E(Z_t) = \mu \qquad (2.5)$$

contoh stasioner dalam rata-rata secara visual dapat diketahui mlalui gambar sebagai berikut,



Gambar 2.1 Plot Data *Time Series* Stasioner dalam Rata-rata
Sumber: Grazzini (2014)

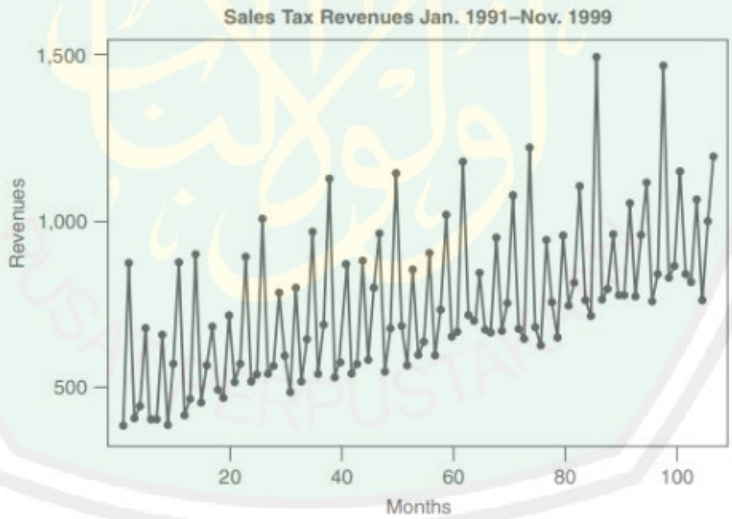
Dari gambar 2.1 dapat diketahui apabila grafik ditarik garis tengah yang menandakan perkiraan rata-rata menunjukkan nilai yang mendekati tetap atau disebut konstan. Gambar tersebut dapat dikatakan stasioner dalam rata-rata.

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,

$$\text{var}(Z_t) = E(Z_t - \mu)^2 = \sigma^2 \tag{2.6}$$

Contoh data deret waktu stasioner dalam variansi secara visual dapat dilihat pada gambar berikut,



Gambar 2.2 Stasioner terhadap variansi
Sumber: Hanke & Wichern (2014)

Pada gambar 2.2 dapat diketahui bahwa data *time series* di atas apabila ditarik garis lurus menaik pada tengah- tengah *plot* akan menunjukkan bahwa nilai yang terlihat berubah-ubah dan simpangan setiap data terhadap rata-ratanya menunjukkan nilai yang terlihat mendekati tetap atau konstan sehingga bisa dikatakan bahwa data tersebut stasioner dalam variansi.

Stasioneritas menurut Francq dan Zakoian (2010: 1) pada dasarnya dibagi menjadi dua yaitu,

1. Stasioneritas kuat (*strict stationarity*)

Suatu proses (Z_t) dikatakan stasioner kuat jika vektor $(Z_1, \cdots, Z_k)'$ dan $(Z_{1+h}, \cdots, Z_{k+h})'$ memiliki distribusi join yang sama, untuk setiap $k \in \mathbb{N}$ dan setiap $h \in \mathbb{Z}$. Contoh dari data deret waktu stasioner kuat adalah sebagai berikut,

Gambar 2.3 *Plot* Data *Time Series* Stasioner Kuat
Sumber: Francq dan Zakoian (2010)

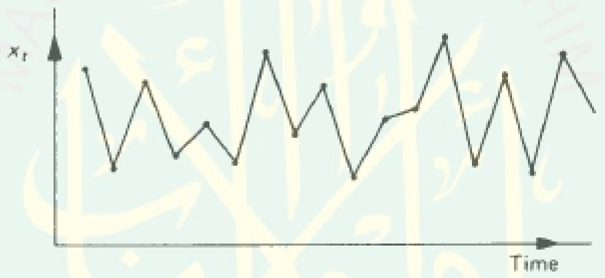
Dari gambar 2.3 apabila ditarik garis tengah yang lurus atau diambil nilai tengahnya kemudian diambil beberapa sampel maka garis tengahnya tidak akan berubah. *Plot* tersebut akan tetap menunjukkan nilai tengah yang sama atau tidak berubah. Hal inilah yang membuat *plot* tersebut disebut sebagai stasioner kuat.

2. Stasioneritas lemah (*weakly stasionarity*)

Menurut Mandrekar dan Redet (2018: 1) Suatu variabel acak Z_t dimana $\{t=1,2,\cdots,n\}$ adalah orde kedua jika $E|Z_t|^2<\infty$, barisan $Z_t, t\in\mathbb{Z}$ disebut stasioner lemah jika,

$$EZ_t=\mu, t\in\mathbb{Z}$$
$$\operatorname{cov}\left(Z_{t+k},Z_k\right)=\operatorname{cov}(Z_t,Z_0)$$

Contoh dari stasioner lemah adalah sebagai berikut,



Gambar 2.4 *Plot* Data *Time Series* Stasioner Lemah
Sumber: Chatfield (1996)

Pada gambar 2.4 disebut sebagai stasioner lemah. *Plot* di atas apabila ditarik garis lurus di tengah maka akan menunjukkannilai rata-rata yang tidak selalu konstan. Pengambilan sampel hanya dibeberapa tempat.

2.1.5 Uji Stasioneritas

Dickey and Fuller (1979) menemukan prosedur untuk menguji apakah suatu variabel memiliki *unit root* atau dengan setara yang mana variabel mengikuti *random walk*. Uji *Dickey Fuller* dapat digunakan pada empat kasus yang berbeda. Variabel pada hipotesis null selalu memiliki *unit root*. Bentuk dari model tersebut sebagai berikut (Tsay, 2005: 68).

Untuk menguji apakah *log price* Z_t dari modal yang mengikuti gerak acak yang dapat dinyatakan dengan

$$Z_t = \omega_1 Z_{t-1} + e_t$$
$$Z_t = \omega_0 + \omega_1 Z_{t-1} + e_t$$

Hipotesis:

$$H_0 : \omega_1 = 1$$
$$H_1 : \omega_1 < 1$$

Uji statistik:

$$\hat{\omega}_1 = \frac{\sum_{t=1}^{n} Z_{t-1} Z_t}{\sum_{t=1}^{n} Z_{t-1}^2}, \hat{\sigma}_e^2 = \frac{\sum_{t=1}^{n} \left(Z_t - \hat{\omega}_1 Z_{t-1}\right)^2}{n-1}$$

dimana $Z_0 = 0$ dan n adalah sampel data

$$ADF = \frac{\hat{\omega}_1 - 1}{std\left(\hat{\omega}_1\right)} = \frac{\sum_{t=1}^{n} Z_{t-1} e_t}{\hat{\sigma}_e \sqrt{\sum_{t=1}^{n} Z_{t-1}^2}}$$

Keputusan:

Tolak H_1 jika statistik uji ADF (*Augmentasi Dickey Fuller*) lebih kecil daripada nilai kritis.

Kesimpulan:

Tolak H_1 berarti memiliki akar unit bersifat stasioner dan asumsi data tidak memiliki akar unit bersifat stasioner tidak terpenuhi.

2.1.6 Proses *White Noise*

Menurut (Wei, 2006: 15), suatu proses $\{w_t\}$ disebut proses *white noise* jika itu adalah barisan variabel acak dari distribusi tetap dengan rata-rata kostan $E(w_t) = \mu_Z$, biasanya diasumsikan bernilai 0, variansi konstan $Var(w_t) = \sigma_Z^2$ dan $cov(Z_t + Z_{t+k}) = \gamma_k = 0$ untuk setiap $k \neq 0$. Berdasarkan definisi, menunjukkan bahwa proses *white noise* $\{w_t\}$ adalah stasioner dengan fungsi autokovariansi.

2.1.7 Differencing

Data deret waktu dikatakan stasioner apabila rata-rata dan variansinya kosntan, tidak ada unsur *trend* dalam data dan tidak ada unsur musiman. Apabila data tidak stasioner, maka perlu dilakukan modifikasi. Salah satu caranya yaitu dengan metode pembedaan (*differencing*). Proses *diffrenecing* dapat dilakukan untuk beberapa periode sampai data stasioner dengan cara mengurangkan suatu data dengan data sebelumnya (Wei, 2006: 71). Proses *diffrenecing* dapat ditulis (Makridakis, dkk., 1997: 21):

$$Z_t = Z_t - Z_{i-t}, t = 1, 2, \ldots, n \tag{2.7}$$

Differencing orde kedua, yaitu *differencing* pertama dari *differencing* pertama sebelumnya. Jika *differencing* orde kedua harus dihitung, maka

$$Z_t^{"} = Z_t^{'} - Z_{t-1}^{'}$$

$$
\begin{aligned}
&= (Z_t - Z_{t-1}) - (Z_{t-1} - Z_{t-2}) \\
&= Z_t - 2Z_{t-1} - Z_{t-2} \\
&= (1 - 2B + B^2) Z_t \\
&= (1 - B)^2 Z_t
\end{aligned}
\tag{2.8}
$$

Differencing orde kedua pada persamaan (2.8) dinotasikan oleh $(1-B)^2$. Secara umum jika terdapat *differencing* orde ke-*d* untuk mencapai stasioneritas, maka dapat dinotasikan dengan

$$Z_t^d = (1-B)^d, d \geq 1 \tag{2.9}$$

2.1.8 Normalitas

Menurut Gujarati dan Porter (2009: 130) 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 *Histogram of Residual*.

Histogram of Residual adalah grafik sederhana yang digunakan untuk mempelajari suatu bentuk fungsi kepadatan probabilitas (PDF) dari variabel acak. Pada grafik, di bagian sumbu horisontal merupakan nilai variabel yang diminati seperti OLS residual yang sesuai dengan interval, dan disetiap interval terdapat persegi yang tingginya menunjukkan jumlah pengamatan seperti frekuensi. Diagram yang menunjukkan bahwa residu berdistribusi normal adalah *skewness* (kemiringan) harus nol dan *kurtosis* (yang mengukur seberapa tinggi atau gemuk distribusi normal) harus 3. Selain itu untuk mengecek kenormalan pada grafik adalah dengan melihat nilai probabilitas. Probabilitas dengan nilai yang lebih besar dari $a = 0.05$ menyatakan bahwa residual sudah berdistribusi normal (Gujarati dan Porter, 2009: 131).

2.1.9 Model Stasioner

1. Model *Autoregressive* (AR)

Menurut (Wei, 2006: 54), bahwa model *AR(p)* adalah model dimana $\dot{Z}_t$ adalah berhubungan secara langsung dengan pengamatan sebelumnya p yaitu

$$\dot{Z}_t = \omega_1\dot{Z}_{t-1} + \omega_2\dot{Z}_{t-2} + \cdots + \omega_p\dot{Z}_{t-p} + \varepsilon_t \tag{2.10}$$

pada model ini $\in_t$ disebut error. Saat nilai error independen, memiliki distribusi normal dengan nilai rata-rata 0 dan variansi konstan σ_t^2 disebut *white noise*. Pada model ini ε_t diasumsikan *white noise.*

Model (2.10) dapat dinyatakan dengan:

$$\dot{Z}_t - \omega_1\dot{Z}_{t-1} - \omega\dot{Z}_{t-2} - \cdots - \omega_p\dot{Z}_{t-p} = \varepsilon_t$$

2. Model *Moving Average* (MA)

Menurut Wei (2006: 56) Model MA(q) dapat dinyatakan dengan:

$$\dot{Z}_t = \varepsilon_t - \theta_1\varepsilon_{t-1} - \cdots - \phi_q\varepsilon_{t-q} \tag{2.11}$$

dimana:

$\dot{Z}_t$ = selisih antara variabel acak pada saat t dan rata-rata populasi

3. Model ARMA

Menurut Wei (2006: 57), $\dot{Z}_t$ adalah proses *Autoregressive Moving Average* orde ke-*p* dan orde ke-*q* atau ARMA(*p*,*q*) jika memenuhi

$$Z_t - \omega_1\dot{Z}_{t-1} - \omega_2\dot{Z}_{t-2} - \cdots - \omega_p\dot{Z}_{t-p} = \varepsilon_t - \phi_1\varepsilon_{t-1} - \cdots - \phi_q\varepsilon_{t-q} \qquad (2.12)$$

2.1.10 Model Nonstasioner

Model ARIMA

Menurut Wei (2006: 72), model ARIMA dilakukan pada data stasioner atau data yang di*differencing* sehingga data telah stasioner. Secara umum, model ARIMA dinotasikan sebagai ARIMA(*p*,*d*,*q*). Model ini merupakan gabungan dari model ARMA(*p*,*q*) dan proses *differencing*, yaitu :

$$\dot{Z}_t - \dot{Z}_{t-d} = \sum_{i=1}^{p} \omega_i(\dot{Z}_{t-i} - \dot{Z}_{t-i-d}) + \sum_{i=1}^{q} \theta_i\varepsilon_{t-i} \qquad (2.13)$$

dengan

$\dot{Z}_t$: Selisih antara variabel acak pada saat *t* dan rata-rata populasi

ω_i : Koefisien regresi pada proses AR orde ke-i, $i = 1,2, \dots, p$

θ_i : Parameter yang menjelaskan MA

ε_t : Nilai *error* pada saat *t*

2.1.11 Homoskedastisitas

Menurut Gujarati (2003: 68), variansi setiap *error* bergantung pada nilai yang dipilih dari variabel yang menjelaskan. Nilai ini adalah suatu angka konstan yang sama dengan σ^2. Ini merupakan asumsi homoskedastisitas, yaitu variansi yang sama dan dilambangkan dengan

$$E\left(\varepsilon_t^2\right)=\sigma^2 \tag{2.14}$$

dimana $i=1,2,\ldots,n$ dan ε_i adalah faktor gangguan (*error*).

2.1.12 Heteroskedastisitas

Heteroskedastisitas terjadi apabila variansi gangguan tidak mempunyai varians 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: 83). Menurut Gujarati dan Porter (2010: 365), heteroskedastisitas secara simbolis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$E(u_i^2)=\sigma_i^2,\quad i=1,2,\ldots,n \tag{2.15}$$

dimana u_i adalah faktor gangguan (*error*).

Menurut Ghozali (2009: 65), salah satu cara untuk menguji hereroskedstisitas yaitu metode grafik. Metode grafik dilakukan dengan mengecek ada tidaknya pola tertentu pada grafik *scatter plot* antara nilai prediksi variabel terikat dan sisaannya. Jika *plot* membentuk pola tertentu, seperti: bergelombang, corong, dan melebar kemudian menyempit maka data tersebut dapat dikatakan bersifat heteroskedastisitas.

Terdapat beberapa uji heteroskedastisitas, salah satunya adalah uji *park*. Metode uji tersebut dilakukan dengan cara meregresikan nilai logaritma natural dari kuadrat *error* dengan variabel-variabel independen. Prosedur pengujiannya sebagai berikut (Gujarati dan Porter, 2009: 387):

Hipotesis:

$$H_0 : \sigma_t^2 = \sigma^2$$

$$H_1 : \sigma_t^2 \neq \sigma^2$$

Statistik uji:

$$\ln(\varepsilon^2) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon \quad (2.16)$$

dimana

ε : nilai *error*

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

β_0 : konstanta

β_1 :koefisien regresi dari variabel X_t

Keputusan:

Tolak H_0 apabila signifikan variabel < α , dimana α taraf signifikan.

Kesimpulan:

Tolak H_0 artinya data memiliki pengaruh heteroskedastisitas.

2.1.13 *Akaike's Information Criterion* (AIC)

Ide untuk menambahkan regressor ke model telah dilakukan lebih lanjut dalam kriteria AIC, yang didefinisikan sebagai berikut,

$$AIC = e^{2k/n}\frac{\sum \hat{u}_t^2}{n} = e^{2k/n}\frac{RSS}{n}, \tag{2.17}$$

dimana k adalah nilai regreeor, n adalah banyaknya pengamatan, dan RSS adalah *Residual Sum of Squares*. Persamaan (2.17) dapat dituliskan sebagai berikut,

$$\ln AIC = \left(\frac{2k}{n}\right) + \ln\left(\frac{RSS}{n}\right), \tag{2.18}$$

dimana ln AIC = *natural log* dari AIC dan $2k/n$ = faktor penalti. Beberapa buku dan *software package* menetapkan bahwa AIC hanya dalam hal transformasi log-nya jadi tidak perlu menyertakan ln sebelum AIC. Dalam membandingkan dua model atau lebih, model dengan nilai AIC terkecillah yang lebih baik (Gujarati dan Porter, 2009: 494).

2.1.14 *Schwarz's Information Criterion* (SIC)

Hampir serupa dengan AIC, kriteria dari SIC dapat didefinisikan sebagai berikut,

$$SIC = n^{k/n}\frac{\sum \hat{u}^2}{n} = n^{k/n}\frac{RSS}{n}, \tag{2.19}$$

atau dalam bentuk log,

$$\ln SIC = \frac{k}{n}\ln n + \ln\left(\frac{RSS}{n}\right), \tag{2.20}$$

dimana $[(k/n) \ln n]$ adalah faktor penalti. SIC menggunakan penalti yang lebih keras daripada AIC. Seperti pada AIC, model SIC yang paling kecillah yang lebih baik (Gujarati dan Porter, 2009: 494).

2.1.15 Model ARCH dan GARCH

Model ARCH(m) 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 (Wei, 2006: 368).

Menurut Wei (2006: 369), model ARCH(m) diasumsikan sebagai berikut

$$\varepsilon_t = h_t w_t$$

$$h_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \ldots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2 \qquad (2.21)$$

dimana :

w_t = *white noise*

m = orde ARCH

t = waktu

h_t = simpangan baku *error* saat t

h_t^2 = variansi *error* saat t

Model ARCH(m) mempunyai 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. Menurut Tsay (2010: 102), $\varepsilon_t = X_t - \mu_t$, ε_t dikatakan mengikuti model GARCH(m,s) jika :

$$h_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1\varepsilon_{t-1}^2 + \ldots + \alpha_p\varepsilon_{t-p}^2 + \vartheta_1 h_{t-1}^2 + \ldots + \vartheta_p h_{t-p}^2$$

$$= \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p}\alpha_i\varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{q}\vartheta_j h_{t-j}^2 \qquad (2.22)$$

dengan $\alpha_0 > 0,\ \alpha_i \geq 0,\ i = 1,2,\ldots,p,\ \vartheta_j \geq 0,\ j = 1,2,\ldots,q$ agar tidak terjadi varian bersyarat yang negatif sehingga model bersifat stasioner.

2.1.16 Model EGARCH

Model GARCH memiliki beberapa kelemahan. Akibat dari kelemahan tersebut Nelson (1991) mengembangkan model GARCH menjadi model *exponential* GARCH. Hal ini bertujuan untuk mengurangi kelemahan pada model GARCH (Tsay. 2005: 124). Persamaan model EGARCH(m,s) menurut Manullang (2014:46) dapat dituliskan:

$$\ln(h_t^2) = \alpha_0 + \sum_{j=1}^{s} \alpha_j \frac{\left|\varepsilon_{t-j}\right| + \gamma_j \varepsilon_{t-j}}{h_{t-j}} + \sum_{i=1}^{m} \vartheta_i \ln\left(h_{t-i}^2\right) \tag{2.23}$$

dimana jika $\varepsilon_{t-j} > 0$ maka pengaruh guncangan pada log varian bersyaratnya adalah $\alpha_j\left(1+\gamma_j\right)\left|e_{t-j}\right|$, jika $\varepsilon_{t-j} < 0$ maka pengaruh guncangan pada log varian bersyaratnya adalah $\alpha_j\left(1-\gamma_j\right)\left|e_{t-j}\right|$. Dimana $e_{t-j} = \frac{\varepsilon_{t-j}}{h_{t-j}}$.

2.2 Saham dan Opsi

2.2.1 Saham

Harga saham adalah harga dari suatu saham yang ditentukan pada saat pasar saham sedang berlangsung dengan berdasarkan kepada permintaan dan penawaran pada saham yang dimaksud. Harga saham yang berlaku di pasar modal biasanya ditentukan oleh para pelaku pasar yang sedang melakukan perdagangan sahamnya. Dengan harga saham yang ditentukan otomatis perdagangan saham di bursa efek berjalan. Sementara saham sendiri adalah suatu kepemilikan asset seperti instrument dari kegiatan finansial suatu perusahaan yang biasa disebut juga dengan efek (Atika, 2015 dalam Umam, 2016: 23).

2.2.2 Opsi

Menurut Hull (2012: 65), opsi merupakan suatu kontrak antara penyusun kontrak opsi dan pemegang opsi (*holder*) dimana kontrak tersebut memberikan hak (bukan kewajiban) kepada *holder* untuk membeli atau menjual suatu aset pada harga tertentu dalam jangka waktu tertentu. Ada dua jenis kontrak opsi, yaitu:

1. Opsi beli memberikan hak kepada *holder* untuk membeli aset yang mendasari dengan harga tertentu pada waktu tertentu. Opsi beli dinotasikan dengan $C = C(S,t)$. Keuntungan opsi beli diperoleh dari pengurangan antara harga saham S pada waktu T dengan harga ketentuan K. Bentuk persamaan matematis dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$C = max(S(T) - K, 0) \tag{2.24}$$

2. Opsi Jual memberikan hak kepada *holder* untuk menjual aset yang mendasari dengan harga tertentu pada waktu tertentu. Opsi jual dinotasikan dengan $P = P(S,t)$. Keuntungan opsi jual diperoleh dari pengurangan antara harga ketentuan K dengan harga saham S pada waktu T. Bentuk persamaan matematis dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$P = max(K - S(T), 0) \tag{2.25}$$

Opsi dapat dibedakan berdasarkan waktu pelaksanaannya yaitu sebagai berikut (Wilmott, dkk, 1995) :

1) Opsi tipe Eropa (*European Option*), yaitu opsi yang dapat digunakan hanya pada tanggal jatuh tempo.
2) Opsi tipe Amerika (*American Option*), yaitu opsi yang dapat digunakan sebelum atau pada tanggal jatuh tempo.

2.2.3 Volatilitas

Menurut Hull (2012), volatilitas merupakan standar deviasi dari *log-return*. *Log-return* adalah variabel yang mengukur perubahan nilai terhadap posisi awalnya. Contoh yang paling sering digunakan adalah *log-return* saham. Perhitungan return dapat dinyatakan sebagai berikut (Ekananda, 2015):

$$r_t = \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) \tag{2.26}$$

dimana,

r : *log-return*

t : waktu

S : harga saham

Dan perhitungan standar deviasi dari *log-return* dapat dinyatakan sebagai berikut (Hull, 2012):

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(r_t - \bar{r}\right)^2} \tag{2.27}$$

dimana,

s : standar deviasi

n : banyaknya pengamatan

r : *log-return*

$\bar{r}$: rata-rata *log-return*

2.3 Estimasi Parameter

2.3.1 Metode *Quasi Maximum Likelihood*

Menurut Fracq dan Zakoian (2010: 141) metode *quasi-maximum likelihood* (QML) sangat relevan dengan model GARCH karena menunjukkan estimator yang normal konsisten dan asimtot untuk stasioner kuat. Menurut Edi (2012: 13) menyatakan bahwa QMLE membantu menguatkan hasil inferensi *maximum likelihood* bila asumsi *error* terlanggar. QMLE masih tetap memanfaatkan metode *maximum likelihood* sebagai dasar, sehingga perhitungan variansi-kovariansi *quasi* juga merupakan nilai-nilai yang dihasilkan dari metode *maximum likelihood*.

Fungsi *Gaussian quasi-ikelihood* dituliskan (Francq dan Zakoian, 2016: 142):

$$l_n(\beta) = l_n(\beta; \varepsilon_1, \dots \varepsilon_n) = \prod_{t=1}^{n} \frac{1}{\sqrt{2\pi\tilde{\sigma}_t^2}} \exp\left(-\frac{\varepsilon_t^2}{2\tilde{\sigma}_t^2}\right) \tag{2.28}$$

dimana $\tilde{\sigma}_t^2$, untuk $t \geq 1$. Dengan meminimumkan nilai logaritma dari fungsi *Gaussian quasi-likelihood* maka diperoleh,

$$l_n(\theta) = n^{-}1 \sum_{t=1}^{T} l_t(\theta) \tag{2.29}$$

dimana

$$l_t = l_t(\theta) = \frac{\varepsilon_t^2}{\tilde{\sigma}_t^2} + \log \tilde{\sigma}_t^2 \tag{2.30}$$

Jadi QMLE merupakan solusi terukur dari persamaan berikut,

$$\tilde{\theta}_n = \arg\min_{\theta=\Theta} l_n(\theta) \tag{2.31}$$

2.4 Kajian Al-Qur'an

Pemodelan yang akan dicari pada penelitian ini adalah model untuk meramalkan indeks harga saham. Pemodelan tersebut dicari dengan menggunakan deret waktu (*time series*). Ilmu tentang pemodelan peramalan dengan deret waktu tergambar dalam Al-Qur'an surat Al-Zalzalah ayat 1-2, menggambarkan adanya guncangan dahsyat, menandakan bahwa sedang terjadi gempa bumi yang dahsyat. Tapi bagi sebagaian orang, gempa ini tidak bisa diprediksi, padahal dalam statistika terjadinya gempa bumi bisa diprediksi dengan teknik peramalan deret waktu. Surat Al-Zalzalah ayat 1-2 adalah sebagai berikut.

Artinya: "*Apabila bumi diguncangkan dengan guncangan yang dahsyat, dan bumi telah mengeluarkan beban-beban berat (yang dikandung)nya*"

Menurut dari tafsir An-Nafahat Al-Makkiyah / Syaikh Muhammad bin Shalih asy-Syawi bahwa, Surat ini dimulai dengan kejadian berkenaan dengan goncangan besar yang akan terjadi pada hari kiamat, Allah berkata : Jika aku guncangkan bumi, aku getarkan dan aku hancurkan sehancur-hancurnya. Dan aku keluarkan padanya perbendaharaan dan semua apa yang terkandung dalam perutnya. Adapun mayit-mayit akan Allah keluarkan ketika tiupan yang kedua, maka berkatalah manusia kebingungan dengan apa yang dilihat dan nampak : Apa yang sebenarnya telah terjadi ?

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif merupakan salah satu metode yang menekankan proses penelitian pada pengukuran hasil yang objektif menggunakan analisis statistik. Metode kuantitatif dilakukan dengan menyusun dan menganalisis data sesuai dengan kebutuhan penelitian.

3.2 Jenis dan Sumber Data

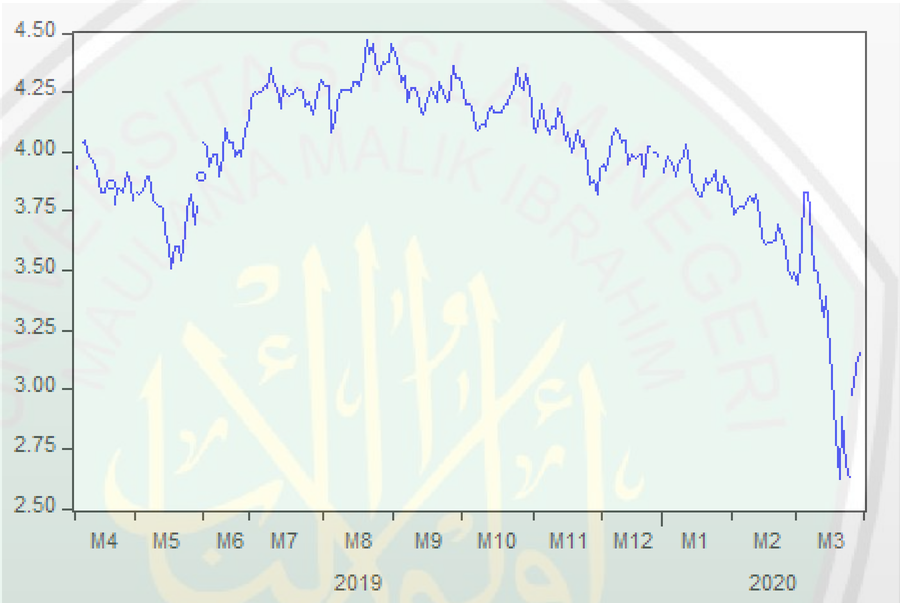
Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari website saham. Data yang diambil merupakan data saham PT. Telkom pada tahun 2019-2020 yang dipublikasikan di internet, yaitu https://id.investing.com/ dan diaskes pada tanggal 18 April 2020.

3.3 Variabel Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah harga saham dari PT. Telkom. Data saham yang digunakan berupa data harian. Data harga saham mulai pada tanggal 1 April 2019 – 31 Maret 2020.

3.4 Analisis Data

Pada penelitian ini, digunakan data harian indeks harga saham PT. Telkom sebesar 247 pengamatan, dimulai dari tanggal 1 April 2019 sampai dengan tanggal 31 Maret 2020. Berikut merupakan plot antara indeks harga saham dengan waktu.

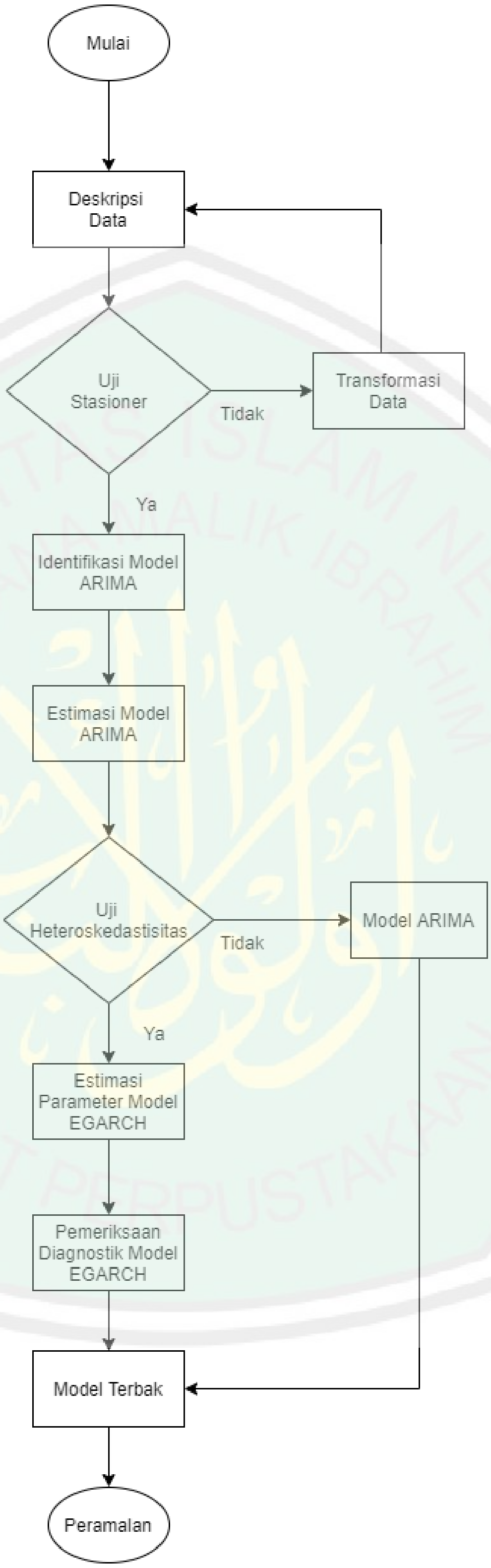


Gambar 3.1 *Plot deret waktu indeks harga saham*

Dari Gambar 3.1 terlihat adanya pola siklus yang diawali dengan ***trend*** turun pada bulan April hingga bulan Mei pada tahun 2019. Trend turun ini kemudian disusul dengan *trend* naik hingga pertengahan September 2019 kemudian *trend* terus menurun hingga bulan Maret 2020 lalu. Penurunan yang terus terjadi di awal tahun 2020 ini disebabkan oleh virus COVID-19 yang menyerang Indonesia hingga menyebabkan perekonomian turun. Dengan demikian plot tersebut dapat dikatakan tidak stasioner, karena plot memperlihatkan peningkatan nilai seiring bertambahnya waktu dan kembali turun secara berkala. Sehingga data tersebut perlu ditransformasikan menjadi data *log-return*. Kemudian untuk menyelesaikan penelitian ini disusunlah langkah-langkah penelitian sebagai berikut.

1. Melakukan uji kestasioneritasan data dengan menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* (ACF). Jika data tidak stasioner dalam rataan maka dilakukan *differencing*.
2. Mengidentifikasi model ARIMA sementara berdasarkan ordo AR dan MA pada *lag correlogram* ACF dan PACF data.
3. Mengestimasi parameter model ARIMA sementara dengan melihat p-value dari setiap parameter harus signifikan yaitu kurang dari $a = 0,05$.
4. Melakukan *diagnostics checking* terhadap model ARIMA yang signifikan, *diagnostics checking* terdiri dari dua yaitu uji independensi residual dan uji normalitas residual.
5. Uji independensi residual dilihat pada nilai probabilitas yang memenuhi kriteria yaitu lebih dari $a = 0,05$ atau nilai Q-stat *lag* 12, 24, dan 36 pada *correlogram* residual model ARIMA.
6. Sedangkan uji normalitas residual menggunakan uji *Jarque-Bera*, memenuhi kriteria apabila nilai probabilitas lebih dari $a = 0,05$.
7. Melakukan uji efek heteroskedastisitas dengan uji *Lagrange Multiplier*, memenuhi kriteria apabila nilai LM lebih dari 0,01
8. Mengidentifikasi model EGARCH berdasarkan model ARIMA yang telah teridentifikasi sebelumnya.

9. Mengestimasi parameter model EGARCH dengan melihat p-value dari setiap parameter harus signifikan yaitu kurang dari $a = 0,05$.
10. Melakukan *diagnostics checking* terhadap model EGARCH yang telah didapatkan, *diagnostics checking* terdiri dari dua yaitu uji independensi residual dan uji *Lagrange Multiplier*. Uji *Lagrange Multiplier* pada *diagnostics checking* digunakan untuk mendeteksi apakah model EGARCH tersebut masih terdapat unsur heteroskedastisitas atau tidak.
11. Mencari hasil peramalan dari model EGARCH terbaik yang telah didapatkan.



Gambar 3.2 *Flowchart Pembentukan Model Terbaik dan Peramalan*

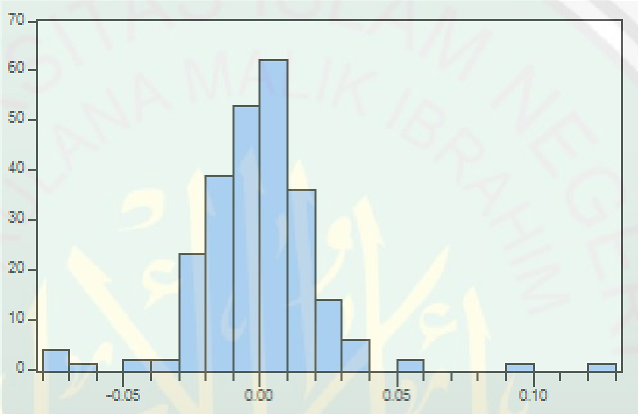
BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Model EGARCH pada Harga Saham

4.1.1 Uji Stasioneritas

Data *log-return* indeks harga saham yang digunakan terdiri dari 246 pengamatan yang secara eksplorasi dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 4.1 *Histogram Log-return Harga Saham*

Hasil ringkasan data *log-return* indeks harga saham dapat dilihat pada tabel berikut.

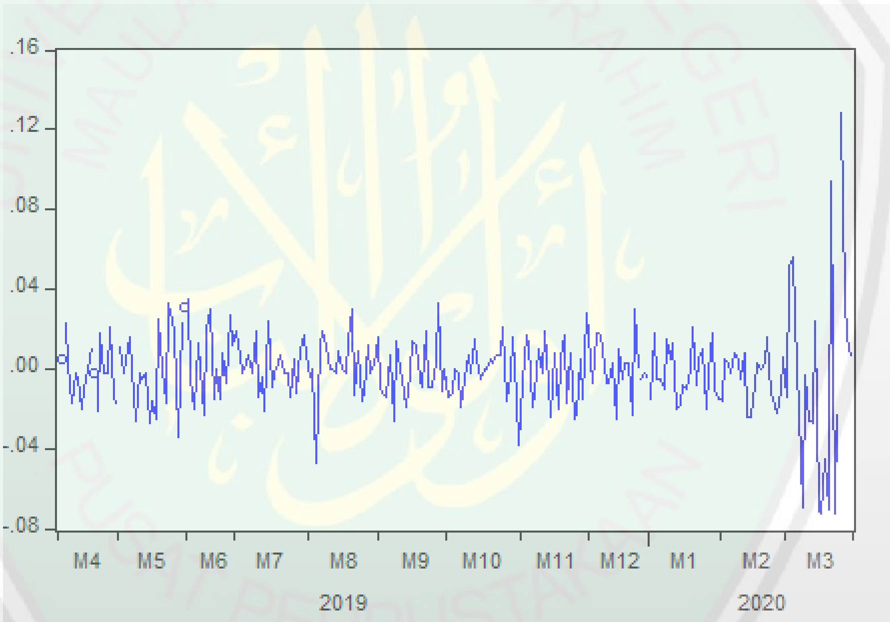
Tabel 4.1 *Ringkasan Data Log-return Indeks Harga Saham*

Statistik	Nilai
Mean	-0.000886
Std. Deviasi	0.021293
Skewnes	0.703448
Kurtosis	10.76373

Berdasarkan Tabel 4.1 di atas, tingkat *log-return* indeks harga saham memiliki nilai *mean* yang negatif menunjukkan bahwa saham PT. Telkom, Tbk.

memiliki tingkat *log-return* yang negatif. *Skewnes* yang bersifat positif menunjukkan bahwa data menjulur ke kanan. Nilai *kurtosis* yang lebih besar dari 3 berarti bahwa data tersebut memiliki ekor yang lebih panjang dibandingkan dengan sebaran normal (*heavy tail*) dan merupakan gejala awal adanya heteroskedastisitas (Widiyati, 2006).

Selanjutnya, agar pada penelitian ini dapat menggunakan data *log-return* indeks harga saham, maka perlu dilihat kembali kestasioneran data *log-return* indeks harga saham sebagai berikut.



Gambar 4.2 *Plot Log-return Harga Saham*

Pada Gambar 4.2 tersebut menunjukkan bahwa data stasioner dalam *mean*, karena rata-rata pengamatan bernilai konstan disepanjang waktu. Kemudian dilakukan uji stasioneritas secara formal dengan menggunakan uji *Augmented Dickey-Fuller*. Berikut hasil uji stasioneritas data:

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-15.16701	0.0000
Test critical values:	1% level	-3.456950	
	5% level	-2.873142	
	10% level	-2.573028	

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

Gambar 4.3 *Hasil Uji Stasioneritas*

Berdasarkan Gambar 4.2 di atas menunjukkan bahwa data *log-return* stasioner dalam *mean* hal ini dikarenakan nilai probabilitas (p-*value*) kurang dari α, dengan $\alpha = 0.05$ sehingga $0.000 < 0.05$ atau jika nilai *Augmented Dickey-Fuller test statistic* dimutlakkan maka nilainya lebih besar daripada nilai dari *Test critical values* 5 level = -15.16701.

4.1.2 Model ARIMA

Sebelum dilakukan identifikasi model EGARCH, perlu dilakukan identifikasi model ARIMA terlebih dahulu. *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) atau biasa disebut dengan metode Box-Jenkins merupakan metode peramalan yang sangat baik ketepatannya untuk peramalan jangka pendek. Model umum ARIMA (p,d,q) seperti yang telah ditunjukkan pada persamaan (2.13). Model umum ARIMA (p,d,q) menyatakan bahwa data periode sekarang dipengaruhi oleh data periode sebelumnya dan nilai sisaan pada periode sebelumnya jika data tidak stasioner dalam rata-rata.

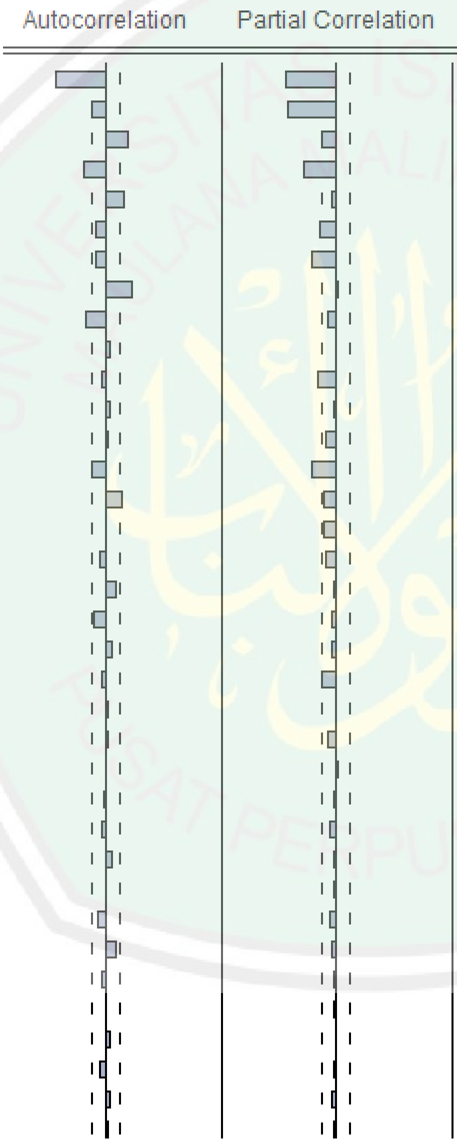
4.1.2.1 Identifikasi Model ARIMA

Untuk mengetahui apakah data tersebut dapat diprediksi dengan menggunakan masa lalu, maka harus melihat sifat pergerakan saham perusahaan tersebut stasioner atau tidak. Untuk mengetahui kestasioneran dari pergerakan saham, dilakukan dengan melihat plot dari korelasi diri (ACF) dan plot korelasi diri parsial (PACF). Hasil plot ACF dan PACF adalah sebagai berikut.

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.027	0.027	0.1858	0.666
		2	-0.068	-0.068	1.3279	0.515
		3	0.101	0.105	3.8688	0.276
		4	-0.113	-0.126	7.0885	0.131
		5	0.052	0.079	7.7694	0.169
		6	-0.097	-0.138	10.167	0.118
		7	-0.085	-0.036	12.012	0.100
		8	0.122	0.084	15.844	0.045
		9	-0.148	-0.139	21.479	0.011
		10	-0.082	-0.065	23.198	0.010
		11	-0.088	-0.140	25.210	0.008
		12	-0.030	0.024	25.438	0.013
		13	-0.034	-0.111	25.732	0.018
		14	-0.084	-0.042	27.590	0.016
		15	0.128	0.098	31.910	0.007
		16	0.070	0.019	33.227	0.007
		17	0.021	0.042	33.345	0.010
		18	0.080	0.029	35.054	0.009
		19	-0.047	-0.032	35.640	0.012
		20	0.038	-0.013	36.027	0.015
		21	0.005	-0.006	36.033	0.022
		22	0.032	0.075	36.309	0.028
		23	0.037	-0.037	36.683	0.035
		24	0.002	0.044	36.684	0.047
		25	-0.036	-0.049	37.040	0.057
		26	-0.055	-0.018	37.864	0.062
		27	0.003	0.031	37.866	0.080
		28	-0.025	-0.011	38.045	0.098
		29	-0.058	-0.009	38.982	0.102
		30	0.062	0.034	40.056	0.104
		31	0.006	0.026	40.065	0.128
		32	0.003	-0.005	40.068	0.155
		33	0.016	0.005	40.146	0.183
		34	-0.039	-0.018	40.575	0.203
		35	0.014	-0.010	40.635	0.236
		36	0.017	0.020	40.715	0.271

Gambar 4.4 *Plot ACF PACF*

Pada Gambar 4.4 terlihat bahwa plot ACF dan PACF menunjukkan nilai koefisien ACF sudah mendekati nol yaitu 0.027 pada lag 1 dan pada setiap lag nilai koefisian ACF relatif kecil, bahkan sampai lag 36 yaitu 0.017 akan tetapi dilihat dari nilai probabilitas relatif lebih besar dari $a = 0.05$, hal ini berarti bahwa data tidak stasioner terhadap ragam. Oleh karena itu perlunya dilakukan *differencing*. Berikut adalah hasil plot ACF dan PACF setelah di-*differencing* satu kali.



	AC	PAC	Q-Stat	Prob
1	-0.452	-0.452	50.716	0.000
2	-0.135	-0.427	55.283	0.000
3	0.194	-0.134	64.674	0.000
4	-0.190	-0.288	73.736	0.000
5	0.163	-0.043	80.445	0.000
6	-0.088	-0.146	82.405	0.000
7	-0.095	-0.226	84.707	0.000
8	0.244	0.009	99.965	0.000
9	-0.172	-0.069	107.59	0.000
10	0.038	-0.003	107.96	0.000
11	-0.036	-0.161	108.30	0.000
12	0.033	-0.023	108.58	0.000
13	0.025	-0.094	108.73	0.000
14	-0.136	-0.208	113.56	0.000
15	0.140	-0.104	118.73	0.000
16	-0.005	-0.111	118.73	0.000
17	-0.056	-0.087	119.57	0.000
18	0.093	-0.022	121.87	0.000
19	-0.108	-0.041	124.99	0.000
20	0.062	-0.044	126.04	0.000
21	-0.032	-0.115	126.31	0.000
22	0.012	0.001	126.35	0.000
23	0.022	-0.074	126.48	0.000
24	0.001	0.020	126.48	0.000
25	-0.010	-0.013	126.50	0.000
26	-0.040	-0.062	126.95	0.000
27	0.045	-0.016	127.51	0.000
28	0.002	-0.018	127.51	0.000
29	-0.078	-0.059	129.21	0.000
30	0.089	-0.047	131.45	0.000
31	-0.026	-0.015	131.64	0.000
32	-0.008	-0.023	131.66	0.000
33	0.033	-0.002	131.96	0.000
34	-0.055	-0.009	132.83	0.000
35	0.026	-0.040	133.02	0.000
36	0.014	-0.017	133.08	0.000

Gambar 4.5 *Plot ACF PACF dengan differencing satu kali*

Dari hasil *differencing* satu kali, plot ACF dan PACF pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa nilai probabilitas 0.000 yang menandakan bahwa data sudah stasioner terhadap ragam. Oleh karena itu tidak perlu dilakukan *differencing* dua kali. Tahapan selanjutnya untuk menentukan model ARIMA adalah penentuan model tentatif. Plot ACF dan PACF telah di-*differencing* satu kali, sehingga diketahui orde $d = 1$. Pada gambar 4.5 menunjukkan bahwa plot ACF dan PACF memiliki pola yang sama yang menandakan bahwa model yang terbentuk adalah ARIMA. Selanjutnya untuk mengetahui *lag* yang akan digunakan maka dapat dilihat pada plot ACF PACF yang memotong garis interval. *Lag* yang memotong garis interval ACF dan PACF adalah *lag* 1 dan 4. Oleh karena itu model ARIMA tentatif yang mungkin dapat dibentuk adalah ARIMA (1,1,0), ARIMA (0,1,1), ARIMA (1,1,1), ARIMA (1,1,4), ARIMA (4,1,1) dan ARIMA (4,1,4). Dikatakan tentatif karena masih dugaan sementara, belum diketahui model ARIMA terbaik.

4.1.2.2 Estimasi Parameter Model ARIMA

Berikut adalah tabel hasil estimasi parameter dari beberapa model ARIMA yang signifikan:

Tabel 4.2 *Hasil Estimasi Parameter Model ARIMA*

Model	Parameter	Prob.	Keputusan
ARIMA (0,1,1)	ϕ_1	0.0000	H_0 ditolak
ARIMA (1,1,0)	ω_1	0.0000	H_0 ditolak
ARIMA (4,1,0)	ω_4	0.2995	H_0 diterima
ARIMA (0,1,4)	ϕ_4	0.2354	H_0 diterima

ARIMA (1,1,1)	ω_1	0.3820	H_0 diterima
	ϕ_1	0.0000	H_0 ditolak
ARIMA (1,1,4)	ω_1	0.0000	H_0 ditolak
	ϕ_4	0.1560	H_0 diterima
ARIMA (4,1,1)	ω_4	0.0021	H_0 ditolak
	ϕ_1	0.0000	H_0 ditolak
ARIMA (4,1,4)	ω_4	0.0000	H_0 ditolak
	ϕ_4	0.0020	H_0 ditolak

Berdasarkan tabel 4.2 estimasi parameter di atas dapat disimpulkan bahwa model ARIMA (0,1,1), ARIMA (1,1,0), ARIMA (4,1,1) dan ARIMA (4,1,4) tolak H_0, dengan ketentuan hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatifnya (H_1) sebagai berikut.

H_0: parameter tidak signifikan

H_1: parameter signifikan

Sedangkan model ARIMA (4,1,0), ARIMA (0,1,4), ARIMA (1,1,1) dan ARIMA (1,1,4) terima H_0 karena data lebih besar daripada 0.05. Data tersebut menggunakan taraf signifikan 5% tidak semua parameternya signifikan.

4.1.2.3 Diagnostics Checking

Uji Independensi Residual

Uji independensi residual digunakan untuk mendeteksi apakah ada korelasi antar lag. Berikut adalah hasil dari uji independensi residual:

Tabel 4.3 *Hasil Uji Independensi Residual*

Model	Lag	Q-Stat	Keputusan
ARIMA (0,1,1)	12	26.111	H_0 diterima
	24	37.441	H_0 diterima
	36	41.176	H_0 diterima
ARIMA (1,1,0)	12	66.201	H_0 diterima
	24	77.721	H_0 diterima
	36	83.068	H_0 diterima
ARIMA (4,1,0)	12	80.980	H_0 diterima
	24	93.999	H_0 diterima
	36	98.673	H_0 diterima
ARIMA (0,1,4)	12	87.916	H_0 diterima
	24	102.22	H_0 diterima
	36	107.47	H_0 diterima
ARIMA (1,1,1)	12	26.811	H_0 diterima
	24	38.162	H_0 diterima
	36	41.977	H_0 diterima
ARIIMA (1,1,4)	12	69.145	H_0 diterima
	24	80.265	H_0 diterima
	36	85.273	H_0 diterima
ARIMA (4,1,1)	12	23.841	H_0 diterima
	24	34.601	H_0 diterima
	36	37.756	H_0 diterima
ARIMA (4,1,4)	12	72.334	H_0 diterima
	24	88.154	H_0 diterima
	36	92.478	H_0 diterima

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat disimpulkan bahwa semua model ARIMA memenuhi asumsi independensi residual, dengan hipotesa.

H_0 : terjadi korelasi antar *lag*

H_1 : tidak ada korelasi antar *lag*

Sehingga semua model tersebut dapat di uji normalitas residualnya.

Uji Normalitas Residual

Uji normalitas residual digunakan untuk mengetahui apakah residual data berdistribusi normal atau tidak. Berikut adalah hasil dari uji normalitas residual:

Tabel 4.4 *Hasil Uji Normalitas Residual*

Model	Jarque Bera	Prob.	Keputusan
ARIMA (0,1,1)	695.8178	0.000000	H_0 ditolak
ARIMA (1,1,0)	1376.898	0.000000	H_0 ditolak
ARIMA (4,1,0)	668.7581	0.000000	H_0 ditolak
ARIMA (0,1,4)	774.9261	0.000000	H_0 ditolak
ARIMA (1,1,1)	730.2931	0.000000	H_0 ditolak
ARIMA (1,1,4)	1270.995	0.000000	H_0 ditolak
ARIMA (4,1,1)	493.2451	0.000000	H_0 ditolak
ARIMA (4,1,4)	589.6908	0.000000	H_0 ditolak

Berdasarkan semua keputusan pada Tabel 4.4 dapat disimpulkan bahwa semua model tidak memenuhi asumsi normalitas atau residual tidak berdistribusi normal karena nilai probabilitas kurang dari selang kepercayaan 0.05 atau tolak H_0. Hal tersebut mengindikasikan adanya efek ARCH/GARCH.

4.1.2.4 Uji Heteroskedastisitas

Pengujian efek heteroskedastisitas dapat dilakukan dengan berbagai macam cara. Pada penelitian ini menggunakan uji *White*, berikut adalah rangkuman hasil uji *White*.

Tabel 4.5 *Hasil Uji Heteroskedastisitas Model ARIMA*

Model	Prob.	Keputusan
ARIMA (0,1,1)	0.0000	H_0 diterima
ARIMA (1,1,0)	0.0000	H_0 diterima
ARIMA (4,1,0)	0.0000	H_0 diterima
ARIMA (0,1,4)	0.0000	H_0 diterima
ARIMA (1,1,1)	0.0000	H_0 diterima
ARIMA (1,1,4)	0.0000	H_0 diterima
ARIMA (4,1,1)	0.0000	H_0 diterima
ARIMA (4,1,4)	0.0000	H_0 diterima

Pada Tabel 4.5 dapat disimpulkan bahwa terdapat efek heteroskedastisitas pada residual karena nilai probabilitas pada *R-Square* kurang dari 0.05 atau terima H_0. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah heteroskedastisitas pada *log-return* yang ada pada ARIMA dilakukan pemodelan menggunakan model GARCH yaitu EGARCH.

4.1.3 Model EGARCH

4.1.3.1 Identifikasi Model EGARCH

Model EGARCH dibentuk untuk mengatasi masalah heteroskedastisitas residual yang ada pada model ARMA. Pada uji *White* diketahui bahwa pada model ARIMA terdapat efek heteroskedastisitas, maka dapat dibentuk model ARCH/GARCH untuk mengatasi masalah tersebut. Sebelum mengestimasi parameter model EGARCH, akan dicari terlebih dahulu model EGARCH dengan menggunakan AIC (*Akaike Info Criterion*) dan SIC (*Schwarz riterion*) sebagai berikut.

Tabel 4.6 *Model Awal EGARCH*

Model	AIC	SIC
EGARCH (1,1)	-5.262756	-5.191509
EGARCH (1,2)	-5.262391	-5.176895
EGARCH (1,4)	-5.311173	-5197178
EGARCH (2,1)	-5.254629	-5.169133
EGARCH (2,2)	-5.262938	-5.163193

Berdasarkan Tabel 4.6 dapat dilihat model awal EGARCH. Model awal EGARCH yang akan digunakan adalah model dengan nilai AIC dan SIC terkecil. Model awal EGARCH yang akan digunakan adalah EGARCH (1,4) karena memiliki nilai AIC dan SIC terkecil.

4.1.3.2 Estimasi Parameter Model EGARCH

Setelah menentukan model awal EGARCH yang terbentuk kemudian dilakukan estimasi parameter, sehingga dihasilkan kesimpulan dari *Output Eviews* sebagai berikut:

Tabel 4.7 *Hasil Uji Signifikansi Model EGARCH*

Model	Parameter	Prob.	Keputusan
ARIMA (0,1,1)	ϕ_1	0.0000	H_0 ditolak
EGARCH (1,4)	a_0	0.0245	H_0 ditolak
	a_1	0.0020	H_0 ditolak
	γ_1	0.0023	H_0 ditolak
	ϑ_4	0.0000	H_0 ditolak
ARIMA (1,1,0)	ω_1	0.0000	H_0 ditolak
EGARCH (1,4)	a_0	0.3441	H_0 diterima
	a_1	0.0554	H_0 diterima
	γ_1	0.6215	H_0 diterima
	ϑ_4	0.6290	H_0 diterima
ARIMA (4,1,0)	ω_4	0.2995	H_0 diterima
EGARCH (1,4)	a_0	0.2683	H_0 diterima
	a_1	0.0000	H_0 ditolak
	γ_1	0.1473	H_0 diterima
	ϑ_4	0.4083	H_0 diterima
ARIMA (0,1,4)	ϕ_4	0.2354	H_0 diterima
EGARCH (1,4)	a_0	0.3001	H_0 diterima
	a_1	0.0000	H_0 ditolak
	γ_1	0.1122	H_0 diterima
	ϑ_4	0.3770	H_0 diterima
ARIMA (1,1,1)	ω_1	0.4356	H_0 diterima
EGARCH (1,4)	ϕ_1	0.0000	H_0 ditolak
	a_0	0.0582	H_0 diterima
	a_1	0.0001	H_0 ditolak
	γ_1	0.5406	H_0 diterima
	ϑ_4	0.0000	H_0 ditolak
ARIMA (1,1,4)	ω_1	0.0000	H_0 ditolak
EGARCH (1,4)	ϕ_4	0.5232	H_0 diterima
	a_0	0.3177	H_0 diterima
	a_1	0.0664	H_0 diterima

	γ_1	0.6145	H_0 diterima
	ϑ_4	0.5807	H_0 diterima
ARIMA (4,1,1)	ω_4	0.2864	H_0 diterima
EGARCH (1,4)	ϕ_1	0.0000	H_0 ditolak
	a_0	0.0266	H_0 ditolak
	a_1	0.0009	H_0 ditolak
	γ_1	0.0035	H_0 ditolak
	ϑ_4	0.0000	H_0 ditolak
ARIMA (4,1,4)	ω_4	0.0155	H_0 ditolak
EGARCH (1,4)	ϕ_4	0.0636	H_0 diterima
	a_0	0.3988	H_0 diterima
	a_1	0.0000	H_0 ditolak
	γ_1	0.2685	H_0 diterima
	ϑ_4	0.4221	H_0 diterima

Hasil analisis yang terbentuk pada Tabel 4.7 menunjukkan bahwa terdapat satu model EGARCH yang memiliki parameter yang signifikan yaitu model ARIMA (0,1,1) EGARCH (1,4) dimana.

H_0 : parameter tidak signifikan

H_1 : parameter signifikan

4.1.3.3 Diagnostics Checking

Uji Keacakan Residual

Berdasarkan hasil pengujian keacakan residual dengan menggunakan *correlogram* ACF dan PACF tidak ada yang signifikan sampai *lag* 36, sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai residual ARIMA (0,1,1) EGARCH (1,4) yang di estimasi adalah acak.

Uji Lagrange Multiplier

Berikut adalah hasil uji *Lagrange Multiplier* untuk model ARIMA (0,1,1) EGARCH (1,4):

Tabel 4.8 *Uji Lagrange Multiplier Model EGARCH*

Model	LM	Prob.	Keputusan
ARIMA (0,1,1) EGARCH (1,4)	0.2094	0.2078	H_0 ditolak

Berdasarkan Tabel 4.8 diperoleh nilai probabilitas yaitu 0.2078, dimana nilai tersebut lebih besar dari nilai selang kepercayaan 0.05 sehingga tolak H_0. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa model ARIMA (0,1,1) EGARCH (1,4) yang diestimasi sudah terbebas dari efek heteroskedastisitas, yaitu:

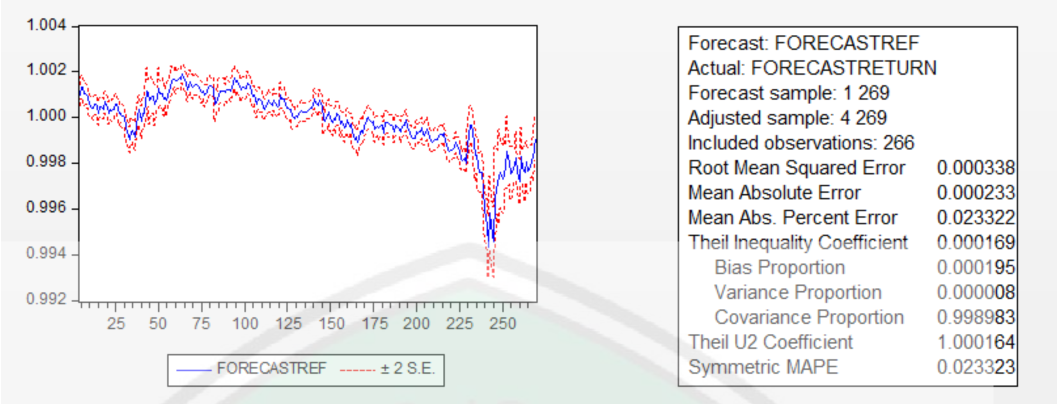
$$Z_t - Z_{t-1} = -0.996389(Z_{t-1} - Z_{t-2}) + \varepsilon_{t-1}$$
$$Z_t = -0.996389(Z_{t-1} - Z_{t-2}) + Z_{t-1} + \varepsilon_{t-1}$$
$$Z_t = (-0.996389 + 1)Z_{t-1} + 0.996389Z_{t-2} + \varepsilon_{t-1}$$
$$Z_t = 0.003611Z_{t-1} + 0.996389Z_{t-2} + \varepsilon_{t-1}$$
$$Y_t - Y_{t-1} = exp(0.003611Z_{t-1} + 0.996389Z_{t-2} + \varepsilon_{t-1})$$

$$\ln(\mathrm{h}_t^2) = -0.628 + 0.183\left(\left|\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}}\right|\right) - 0.08\left(\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}}\right) + 0.811\ln(h_{t-1}) - 0.035\ln(h_{t-2}) + 0,98\ln(h_{t-3}) - 0.814\ln(h_{t-4}).$$

Berdasarkan model ARIMA (0,1,1) yang diperoleh tersebut, dapat dilihat bahwa ia merupakan model terhadap indeks *log-return* harga saham yang kemudian dikembalikan kebentuk indeks harga saham. Dapat dilihat pula bahwa nilai dari indeks *log-return* tersebut bernilai positif, akibatnya dapat diperkirakan bahwa harga saham periode berikutnya akan naik. Namun, dapat dilihat bahwa indeks harga saham PT. Telkom, Tbk. mengalami penurunan yang sangat drastis di awal tahun 2020, hal ini tepat bersamaan dengan masuknya virus COVID-19 yang masuk ke Indonesia. Virus COVID-19 menyebabkan perekonomian di Indonesia menurun. Setelah melihat model indeks harga saham PT. Telkom, Tbk. tersebut, ada kemungkinan bahwa harga saham dari PT. Telkom, Tbk. akan mengalami kenaikan seiring berjalannya waktu. Hal tersebut bisa saja terjadi akibat pemerintah yang mulai bisa mengatasi perekonomian di Indonesia walaupun tidak secara drastis.

4.2 Peramalan pada Harga Saham

Model ARIMA (0,1,1) EGARCH (1,4) yang sebelumnya telah diperoleh akan digunakan untuk meramalkan indeks harga saham PT. Telkom, Tbk. Peramalan harga saham dihitung selama satu bulan berikutnya setelah dari data yang diambil, yaitu mulai dari tanggal 1 April 2020 sampai 30 April 2020. Hasil grafik dari indeks harga saham adalah sebagai berikut.



Gambar 4.6 *Grafik Peramalan*

Gambar 4.6 merupakan hasil peramalan indeks harga saham PT. Telkom, Tbk. dalam periode bulan April 2020. Pada gambar tersebut, dapat dilihat bahwa perbandingan grafik data aktual dengan data *log-return* tidak terlalu besar. Hal ini menyatakan bahwa data hasil peramalan menggunakan model ARIMA (0,1,1) EGARCH (1,4) mendekati data aktual, dengan tingkat *error* atau MAPE (*Mean Abs Percent Error*) sebesar 0.02%.

Berikut adalah hasil peramalan harga saham pada satu hari setelahnya dengan menggunakan model ARIMA (0,1,1) EGARCH (1,4):

$$Y_{248} = Y_{248-1} exp(0.003611 Z_{248-1} + 0.996389 Z_{248-2} + \varepsilon_{248-1})$$
$$Y_{248} = Y_{247}\, exp(0.003611(3160) + 0.996389(3140) - 2167)$$
$$Y_{248} = 3160 - 57.988145$$
$$Y_{248} = 3101.011855$$

Hasil yang didapatkan yaitu 3103.011855. Kemudian berikut adalah tabel dari hasil peramalan harga saham serta data harga saham pada satu bulan setelahnya dengan menggunakan model ARIMA (0,1,1) EGARCH (1,4):

Tabel 4.9 *Hasil Peramalan Harga Saham*

Tanggal	Peramalan Harga Saham	Harga Saham
01/04/2020	3101.011	3100
02/04/2020	3129.125	3130
03/04/2020	3197.796	3200
06/04/2020	3325.889	3330
07/04/2020	3223.292	3220
08/04/2020	3113.523	3110
09/04/2020	3119.799	3120
13/04/2020	3178.128	3180
14/04/2020	3238.076	3240
15/04/2020	3113.982	3110
16/04/2020	3003.544	3000
17/04/2020	3222.959	3230
20/04/2020	3123.201	3120
21/04/2020	3071.654	3070
22/04/2020	3157.253	3160
23/04/2020	3072.713	3070
24/04/2020	3089.462	3090
27/04/2020	3148.118	3150
28/04/2020	3159.631	3160
29/04/2020	3344.081	3350
30/04/2020	3495.152	3500

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab IV maka dapat disimpulkan,

1. Implementasi model EGARCH pada indeks harga saham PT. Telkom, Tbk. tahun 2019-2020 menggunakan metode *Quasi Maximum Likelihood* adalah sebagai berikut,

$$Z_t - Z_{t-1} = -0.996389(Z_{t-1} - Z_{t-2}) + \varepsilon_{t-1}$$
$$Y_t - Y_{t-1} = exp(0.003611Z_{t-1} + 0.996389Z_{t-2} + \varepsilon_{t-1})$$

$$\ln(h_t^2) = -0.628 + 0.183\left(\left|\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}}\right|\right) - 0.08\left(\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}}\right) + 0.811\ln(h_{t-1}) - 0.035\ln(h_{t-2}) + 0,98\ln(h_{t-3}) - 0.814\ln(h_{t-4}).$$

   dimana model yang digunakan adalah model indeks harga saham yang terbentuk yaitu ARIMA (0,1,1) EGARCH (1,4).

2. Peramalan menggunakan model ARIMA (0,1,1) EGARCH (1,4) menghasilkan nilai harga saham yang mendekati data aktualnya. Hal ini menandakan bahwa model tersebut layak untuk digunakan sebagai peramalan indeks harga saham PT. Telkom, Tbk. Selain itu, pada peramalan ini juga menunjukkan grafik nilai indeks harga saham yang mulai naik atau membaik.

5.2 Saran

Pada penelitian ini menggunakan data harga indeks saham PT. Telkom, Tbk yang dimodelkan dengan model EGARCH dengan metode QML. Disarankan pada peneliti selanjutnya untuk menggunakan data yang lain dan juga model yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

Aziz, A. (2007). *Ekonometrika Teori dan Praktik Eksperimen dengan Matlab.* Malang: UIN PRESS.

Box, George E. P., Gwilym M. Jenkins dan Gregory C. Reinsel. (2008). *Time Series Analysis Forecanting and Control Fourth Edition.* New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Chatfield, C. (1996). *The Analysis of Time Series an Introduction Fifth Edition.* United State: Chapman and Hall/CRC.

Edi, Y. (2012). *Quasi-Maximum Likelihood untuk Regresi Panel Spasial.* Surabaya: ITS.

Ekananda, M. (2015). *Ekonometrika Dasar untuk Penelitian Ekonomi, Sosial, dan Bisnis.* Jakarta: Mitra Wacana Media.

Francq, Christian dan Zakoian, Jean-Michel . (2010). *GARCH Models Structure, Statistical, Inference and Financial Aplications.* France: Wiley.

Ghozali, I. (2009). *Ekonometri Teori, Konsep, dan Aplikasi dengan SPSS 17.* Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.

Grazzini, J. (2012). Analysis of the Emergent Properties: Stationarity and Ergodicity. *Journal of Artifical Societies and Social Simulation*, 15(2)7.

Gujarati, D. N. (2003). *Basic Ekonometrics Fourth Edition.* New York: Mc Graw Hill.

Hanke, John E. dan Whichern, Dean . (2014). *Business Forecasting Ninth Edition.* United States of Amerika: Pearson Education Limited.

Hull, J. (2012). *Options, Futures, and Other Derivatives Eight Edition.* England: Pearson.

Khoirunnisa, E. (2014). *Penerapan Metode ARCH/GARCH pada Pemodelan Harga Penutupan Saham di Bursa Efek Indonesia Periode 2005-2013.* Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Makridakis, S. G. (1997). *Forecast Methods andAplications Third Edition.* New York: Wiley.

Manullang, K. (2014). *Perbandingan Metode EGARCH, Jaringan Syaraf Tiruan dan NEURO-Egarch untuk peramalan Data.* Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.

Mills, T. C. (2019). *Applied Time Series Analysis.* United Kingdom: Academic Press.

Nawari. (2010). *Analisis Regresi dengan MS Excel 2007 dan SPSS 17.* Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.

Porter, D. N. Gujarati dan D.C. (2009). *Basic Econometrics Fifth Edition.* New York: Mc Graw Hill.

Rahma, E. F. (2018). *Pemodelan Return Saham Perbankan Saham Menggunakan Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity.* Semarang: STIKES.

Sulistyowati, U. T. (2015). Pemodelan Kurs Mata Uang Rupiah Terhadap Dollar Amerika Menggunakan Metode GARCH Asimetris. *Jurnal Gaussian*, 4(1).

Syarif, A. (2014). Pemodelan dan Peramalan Penutupan Harga Saham Harian Jakarta Islamic Index Model Garch. *EKBISI*, 9(1).

Tsay, R. S. (2005). *Analysis of Financial Time Series Third Edition.* Chicago: Wiley.

Umam, C. (2016). *Analisis Empiris Model Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic (GARCH) dalam Estimasi Value at Risk (VaR).* Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

Wei, W. (2006). *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods.* New Jersey: Pearson Education, Inc.

Wibowo, N. M. (2016). Pemodelan return saham perbankan menggunakan exponential generalized autoregressive conditional heteroscedasticity (EGARCH). *Jurnal Gaussian*, 6(1).

Widyawati, N. S. (2013). Penggunaan Model Black Scholes untuk Penentuan Harga Opsi Jual Tipe Eropa. *Buletin Ilmiah Math. Stat. dan Terapannya*, 02(01).

Wilmott, P. H. (1995). *The Mathematics of Financial derivatives.* New York: Cambridge University Press.

Yolanda, N. B. (2017). Penerapan Model ARIMA-GARCH untuk Memprediksi Harga Saham Bank BRI. *Jurnal MIPA UNSRAT ONLINE,* 6(2).

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data indeks harga saham PT. Telkom, Tbk.

Tanggal	Penutup	Log-return
01/04/2019	3930	
02/04/2019	3950	0,005076153
04/04/2019	4040	0,022529113
05/04/2019	4050	0,002472189
08/04/2019	3980	-0,017435062
09/04/2019	3970	-0,002515725
10/04/2019	3950	-0,005050516
11/04/2019	3870	-0,020461072
12/04/2019	3830	-0,010389704
15/04/2019	3830	0
16/04/2019	3870	0,010389704
18/04/2019	3860	-0,002587324
22/04/2019	3780	-0,020943174
23/04/2019	3850	0,018349139
24/04/2019	3840	-0,002600782
25/04/2019	3830	-0,002607563
26/04/2019	3910	0,020672571
29/04/2019	3860	-0,012870191
30/04/2019	3790	-0,018301164
02/05/2019	3830	0,010498784
03/05/2019	3820	-0,002614381
06/05/2019	3840	0,005221944
07/05/2019	3900	0,015504187
08/05/2019	3900	0
09/05/2019	3800	-0,025975486
10/05/2019	3790	-0,002635048
13/05/2019	3770	-0,005291018
14/05/2019	3760	-0,002656044
15/05/2019	3660	-0,02695581
16/05/2019	3600	-0,016529302
17/05/2019	3510	-0,025317808
20/05/2019	3600	0,025317808
21/05/2019	3600	0
22/05/2019	3540	-0,016807118
23/05/2019	3660	0,03333642
24/05/2019	3750	0,024292693
27/05/2019	3820	0,018494583

28/05/2019	3690	-0,034623965
29/05/2019	3780	0,024097552
31/05/2019	3780	0
10/06/2019	4040	0,066520682
11/06/2019	4020	-0,004962789
12/06/2019	3940	-0,020101179
13/06/2019	3990	0,012610508
14/06/2019	3990	0
17/06/2019	3900	-0,022814678
18/06/2019	3980	0,020305266
19/06/2019	4100	0,029705154
20/06/2019	4040	-0,014742282
21/06/2019	4040	0
24/06/2019	3980	-0,014962873
25/06/2019	4010	0,007509422
26/06/2019	3980	-0,007509422
27/06/2019	4090	0,027263151
28/06/2019	4140	0,012150818
01/07/2019	4220	0,01913934
02/07/2019	4250	0,007083855
03/07/2019	4240	-0,002355714
04/07/2019	4250	0,002355714
05/07/2019	4280	0,007034027
08/07/2019	4270	-0,002339182
09/07/2019	4350	0,018562018
10/07/2019	4290	-0,013889112
11/07/2019	4270	-0,004672906
12/07/2019	4180	-0,021302581
15/07/2019	4280	0,023641763
16/07/2019	4240	-0,00938974
17/07/2019	4230	-0,002361276
18/07/2019	4240	0,002361276
19/07/2019	4270	0,007050558
22/07/2019	4260	-0,002344667
23/07/2019	4250	-0,002350177
24/07/2019	4190	-0,014218249
25/07/2019	4210	0,004761914
26/07/2019	4160	-0,011947573
29/07/2019	4200	0,009569451
30/07/2019	4270	0,016529302
31/07/2019	4300	0,007001195

01/08/2019	4280	-0,004662013
02/08/2019	4280	0
05/08/2019	4080	-0,047856021
06/08/2019	4130	0,012180419
07/08/2019	4210	0,019185241
08/08/2019	4260	0,011806513
09/08/2019	4260	0
12/08/2019	4260	0
13/08/2019	4250	-0,002350177
14/08/2019	4290	0,00936775
15/08/2019	4290	0
16/08/2019	4280	-0,002333723
19/08/2019	4340	0,013921339
20/08/2019	4470	0,029514061
21/08/2019	4410	-0,013513719
22/08/2019	4450	0,009029407
23/08/2019	4380	-0,015855372
26/08/2019	4330	-0,011481182
27/08/2019	4380	0,011481182
28/08/2019	4370	-0,002285715
29/08/2019	4380	0,002285715
30/08/2019	4450	0,015855372
02/09/2019	4410	-0,009029407
03/09/2019	4350	-0,013698844
04/09/2019	4290	-0,013889112
05/09/2019	4320	0,006968669
06/09/2019	4210	-0,025792755
09/09/2019	4270	0,01415118
10/09/2019	4270	0
11/09/2019	4250	-0,004694844
12/09/2019	4170	-0,019002947
13/09/2019	4160	-0,002400962
16/09/2019	4220	0,014320054
17/09/2019	4270	0,011778699
18/09/2019	4250	-0,004694844
19/09/2019	4210	-0,009456335
20/09/2019	4290	0,018824085
23/09/2019	4250	-0,00936775
24/09/2019	4210	-0,009456335
25/09/2019	4220	0,00237248
26/09/2019	4360	0,032636929

27/09/2019	4310	-0,011534153
30/09/2019	4310	0
01/10/2019	4250	-0,014018921
02/10/2019	4200	-0,011834458
03/10/2019	4200	0
04/10/2019	4190	-0,002383791
07/10/2019	4110	-0,019277705
08/10/2019	4090	-0,004878058
09/10/2019	4120	0,007308193
10/10/2019	4110	-0,002430135
11/10/2019	4170	0,014493007
14/10/2019	4190	0,004784698
15/10/2019	4170	-0,004784698
16/10/2019	4170	0
17/10/2019	4170	0
18/10/2019	4190	0,004784698
21/10/2019	4200	0,002383791
22/10/2019	4230	0,007117468
23/10/2019	4260	0,007067167
24/10/2019	4350	0,020906685
25/10/2019	4280	-0,016222836
28/10/2019	4260	-0,004683849
29/10/2019	4330	0,016298382
30/10/2019	4270	-0,013953715
31/10/2019	4110	-0,038190799
01/11/2019	4080	-0,00732604
04/11/2019	4150	0,017011346
05/11/2019	4200	0,011976191
06/11/2019	4120	-0,019231362
07/11/2019	4070	-0,012210164
08/11/2019	4110	0,009780029
11/11/2019	4100	-0,002436055
12/11/2019	4180	0,019324273
13/11/2019	4150	-0,007202912
14/11/2019	4050	-0,024391453
15/11/2019	4080	0,007380107
18/11/2019	4000	-0,019802627
19/11/2019	4020	0,004987542
20/11/2019	4090	0,017263067
21/11/2019	4020	-0,017263067
22/11/2019	4050	0,007434978

25/11/2019	3950	-0,025001302
26/11/2019	3860	-0,023048395
27/11/2019	3880	0,00516797
28/11/2019	3820	-0,015584731
29/11/2019	3930	0,028389003
02/12/2019	3950	0,005076153
03/12/2019	3920	-0,007623925
04/12/2019	3990	0,017699577
05/12/2019	4060	0,017391743
06/12/2019	4100	0,009804
09/12/2019	4070	-0,007343974
10/12/2019	4040	-0,007398307
11/12/2019	4050	0,002472189
12/12/2019	3950	-0,025001302
13/12/2019	3990	0,010075652
16/12/2019	3970	-0,005025136
17/12/2019	3980	0,002515725
18/12/2019	3990	0,002509412
19/12/2019	3900	-0,022814678
20/12/2019	4020	0,030305349
23/12/2019	4020	0
26/12/2019	4000	-0,004987542
27/12/2019	3990	-0,00250313
30/12/2019	3970	-0,005025136
02/01/2020	3910	-0,015228721
03/01/2020	3980	0,017744445
06/01/2020	3960	-0,005037794
07/01/2020	3940	-0,005063302
08/01/2020	3900	-0,01020417
09/01/2020	3960	0,015267472
10/01/2020	3980	0,005037794
13/01/2020	4030	0,012484557
14/01/2020	3950	-0,020050797
15/01/2020	3880	-0,017880425
16/01/2020	3850	-0,007762005
17/01/2020	3810	-0,010443959
20/01/2020	3810	0
21/01/2020	3890	0,020779968
22/01/2020	3860	-0,007741974
23/01/2020	3880	0,00516797
24/01/2020	3920	0,0102565

27/01/2020	3840	-0,020619287
28/01/2020	3830	-0,002607563
29/01/2020	3900	0,01811175
30/01/2020	3860	-0,01030937
31/01/2020	3800	-0,015666117
03/02/2020	3740	-0,015915455
04/02/2020	3760	0,005333346
05/02/2020	3770	0,002656044
06/02/2020	3760	-0,002656044
07/02/2020	3790	0,007947062
10/02/2020	3810	0,00526317
11/02/2020	3790	-0,00526317
12/02/2020	3820	0,007884404
13/02/2020	3730	-0,023842189
14/02/2020	3640	-0,024424552
17/02/2020	3610	-0,008275909
18/02/2020	3620	0,002766253
19/02/2020	3620	0
20/02/2020	3630	0,002758622
21/02/2020	3690	0,01639381
24/02/2020	3640	-0,013642776
25/02/2020	3590	-0,013831479
26/02/2020	3510	-0,022536165
27/02/2020	3470	-0,011461444
28/02/2020	3490	0,005747142
02/03/2020	3440	-0,014430265
03/03/2020	3620	0,051002554
04/03/2020	3830	0,056390777
05/03/2020	3830	0
06/03/2020	3750	-0,021108963
09/03/2020	3500	-0,068992871
10/03/2020	3490	-0,002861232
11/03/2020	3400	-0,026126305
12/03/2020	3310	-0,026827242
13/03/2020	3310	0
16/03/2020	3160	-0,046376162
17/03/2020	2940	-0,072162446
18/03/2020	2810	-0,045225098
19/03/2020	2620	-0,070010166
20/03/2020	2880	0,094615976
23/03/2020	2680	-0,0719735

24/03/2020	2620	-0,022642477
26/03/2020	2980	0,128748983
27/03/2020	3090	0,03624779
30/03/2020	3140	0,016051709
31/03/2020	3160	0,006349228

RIWAYAT HIDUP

Weka Dwi Kartika, lahir di kota Malang pada tanggal 27 Agustus 1997, biasa dipanggil Weka, tinggal di Jl. Bayam No. 36 Kec. Kedungkandang Kota Malang. Anak kedua dari Bapak Musito, S.pd. dan Ibu Jumiah.

Pendidikan dasarnya ditempuh di SDN Bumiayu 1 dan lulus pada tahun 2009, setelah itu melanjutkan ke SMP Negeri 2 Malang dan lulus pada tahun 2013. Kemudian dia melanjutkan pendidikan ke SMA Negeri 6 Malang dan lulus pada tahun 2016. Selanjutnya, pada tahun 2016 menempuh kuliah di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang mengambil Jurusan Matematika.

Selama menjadi mahasiswa, dia pernah mengikuti organisasi extra yaitu KOPMA PB (Koperasi Mahasiswa Padang Bulan), selain itu juga aktif mengikuti Saintek Cup yang diadakan setiap tahun guna memenangkan kejuaraan atas nama Jurusan Matematika khususnya cabang bola voli.

Selama menempuh pendidikan tingkat dasar sampai tingkat perguruan tinggi, dia selalu meraih prestasi gemilang. Prestasi yang pernah penulis raih di antaranya Juara II Lomba Mendongeng tingkat SD se-kecamatan tahun 2004, Juara 11 Lomba PBB tingkat SMP se-Jawa Bali pada tahun 2015, Juara II Saintek Cup tingkat Mahasiswa cabang bola voli tahun 2016, dan Juara I Saintek Cup tingkat Mahasiswa cabang bola voli tahun 2018.

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 : Weka Dwi Kartika
NIM : 16610033
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/ Matematika
Judul Skripsi : Pemodelan *Exponential* GARCH Menggunakan Metode *Quasi Maximum Likelihood* (Studi Kasus : Harga Saham PT. Telkom, Tbk.)
Pembimbing I : Abdul Aziz, M.Si
Pembimbing II : Muhammad Khudzaifah, M.Si

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1	7 Januari 2020	Setor dan Konsultasi Judul	1.
2	21 Januari 2020	ACC Judul dan Konsultasi Bab I	2.
3	4 Februari 2020	Revisi Bab I dan Konsultasi Bab II	3.
4	18 Februari 2020	Revisi Bab II dan Konsultasi Bab III	4.
5	25 Februari 2020	Revisi Bab III dan Setor Bab IV	5.
6	10 Maret 2020	ACC Bab I, Bab II dan Bab III	6.
7	17 Maret 2020	Konsultasi Bab IV	7.
8	30 Maret 2020	Konsultasi dan Revisi Kajian Agama	8.
9	31 Maret 2020	ACC Kajian Agama	9.
10	6 April 2020	Latihan Seminar Proposal	10.
11	11 April 2020	Revisi Bab IV dan Setor Bab V	11.
12	18 April 2020	Konsultasi Bab IV dan Bab V	12.
13	25 April 2020	Revisi Bab IV dan Bab V	13.
14	29 April 2020	ACC Bab III, Bab IV dan Bab V	14.
15	5 Mei 2020	Turnitin	15.
16	9 Mei 2020	Latihan Sidang	16.
17	16 Mei 2020	Revisi semua bab pasca sidang	17.
18	20 Mei 2020	ACC Keseluruhan	18.

Malang, 28 Mei 2020
Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Dr. Usman Pagalay, M.Si.
NIP. 1965414 200312 1 001