

**PEMODELAN HARGA SAHAM
DENGAN PENDEKATAN MODEL ARCH-GARCH**

(Studi Kasus: Harga Saham PT. TELKOM)

SKRIPSI

**OLEH
RHAZILUN MARSYAHID BADU
NIM. 14610091**



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**PEMODELAN HARGA SAHAM
DENGAN PENDEKATAN MODEL ARCH-GARCH**

(Studi Kasus: Harga Saham PT. TELKOM)

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
Rhazilun Marsyahid Badu
NIM. 14610091**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**PEMODELAN HARGA SAHAM
DENGAN PENDEKATAN MODEL ARCH-GARCH**

(Studi Kasus: Harga Saham PT. TELKOM)

SKRIPSI

**Oleh
Rhazilun Marsyahid Badu
NIM. 14610091**

**Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal 09 Mei 2021**

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



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

Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



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

**PEMODELAN HARGA SAHAM
DENGAN PENDEKATAN MODEL ARCH-GARCH**

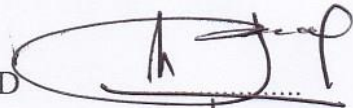
(Studi Kasus: Harga Saham PT. TELKOM)

SKRIPSI

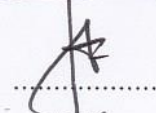
**Oleh
Rhazilun Marsyahid Badu
NIM. 14610091**

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)
Tanggal, 29 Mei 2021

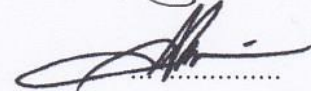
Penguji Utama : Prof. Dr. H. Turmudi, M.Si,Ph.D



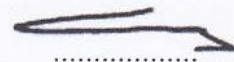
Ketua Penguji : Dr. Sri Harini, M.Si



Sekretaris Penguji : Abdul Aziz, M.Si



Anggota Penguji : Dr. Usman Pagalay, M.Si



Mengetahui,

Ketua Program Studi Matematika



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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rhazilun Marsyahid Badu

NIM : 14610091

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Pemodelan Harga Saham Dengan Pendekatan Model ARCH-GARCH (Studi Kasus: Harga Saham PT *Telkom*).

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 atau 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, 9 Mei 2021
Yang membuat pernyataan,



Rhazilun Marsyahid Badu
NIM. 14610091

MOTTO

حَيْرُ النَّاسِ أَنْفَعُهُمْ لِلنَّاسِ

"Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia"
(HR. Ahmad, ath-Thabrani, ad-Daruqutni).

“Pengalaman Organisasi Penentu Kesuksesan, Bukan Hanya IPK”
(Anis Baswedan)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

Kedua orang tua, ayahanda tercinta Arsyad Badu dan Ibunda tercinta Ahidah Agam, serta segenap keluarga penulis yang senantiasa dengan ikhlas mendoakan, memberi nasihat, semangat, dan kasih sayang yang tak ternilai kepada penulis, dan sahabat-sahabat penulis yang senantiasa menemani dikala senang dan sedih.

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 syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam bidang matematika di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis sampaikan terutama kepada:

1. Prof. Dr. H. 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 Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan selaku dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan dan berbagi ilmunya kepada penulis.
4. Ari Kusumastuti M.Si, M.Pd selaku sekretaris Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang selalu memberi motivasi dan semangat kepada penulis.
5. Abdul Aziz, M.Si, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, nasihat dan berbagi pengalaman yang berharga kepada penulis.

6. Dr. H. Imam Sujarwo, M.Pd selaku dosen wali yang telah banyak memberikan arahan dan nasihat selama penulis menjalankan pendidikan S1.
7. Segenap sivitas akademika Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang terutama seluruh dosen, terima kasih atas segala ilmu dan bimbingannya.
8. Bapak Arsyad Badu dan Ibu Ahidah Agam serta dan kepada saudara dan saudari saya yang selalu memberikan do'a, semangat, serta motivasi kepada penulis.
9. Keluarga besar HMJ "Integral" Matematika, SEMA-F SAINTEK, SEMA-U Univeritas, dan UKM Unit Olahraga (UNIOR) yang telah memberikan ilmu yang tak akan pernah saya dapat di bangku kuliah.
10. Seluruh teman-teman di Program Studi Matematika angkatan 2014 (MATH EIGEN), khususnya Matematika-C yang berjuang bersama-sama untuk meraih cita-cita.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini baik moril maupun materiil.

Akhirnya penulis berharap semoga dengan rahmat dan izin-Nya mudah-mudahan skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca. *Amiin.*

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Malang, 9 Mei 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGAJUAN	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	
HALAMAN MOTO	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR SIMBOL	xiv
ABSTRAK	xvi
ABSTRAK INGRIS	xvii
المستخلص	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Deret Waktu.....	5
2.1.1 Pengertian Deret Waktu.....	5

2.1.2	<i>Autocorrelation Function</i>	5
2.1.3	<i>Parcial Autocorrelation Function</i>	6
2.1.4	Kestasioneran.....	7
2.1.5	<i>Differencing</i>	12
2.1.6	<i>Proses White Noise</i>	14
2.1.7	Model Deret Waktu Stasioner.....	15
2.1.8	Model Deret Waktu Nonstasioner	17
2.1.9	ARCH dan GARCH.....	18
2.1.10	Uji Stasioner.....	19
2.1.11	Uji Normalitas.....	20
2.1.12	Uji Multikolinieritas.....	21
2.1.13	Uji Heteroskedasitas	22
2.1.14	Uji Signifikasi Parameter	23
2.1.15	<i>Akaike's Information Criterion (AIC)</i>	23
2.1.16	<i>Schwarz's Information Criterion (SIC)</i>	24
2.3	Saham dan Volatilitas.....	25
2.3.1	Saham.....	25
2.3.1	Volatilitas	25
2.4	Konsep <i>forecasting</i> dalam <i>Al-Qur'an</i>	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		28
3.1	Pendekatan Penelitian.....	28
3.2	Jenis dan Sumber Data	28
3.3	Variabel Penelitian	28
3.4	Tahap Analisis Data	28
3.5	Diagram Urutan Pembentukan Model Terbaik dan <i>Forecasting</i> ..	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Analisis Deskriptif dan Uji Hipotesa Data	31
4.1.1	Analisis Statistik Deskriptif	31
4.1.2	Uji Stasioner Data	34
4.2	Pemodelan ARCH-GARCH.....	35
4.2.1	Identifikasi Model ARIMA.....	35
4.2.2	Uji Efek ARCH/GARCH.....	39
4.2.3	Identifikasi Model ARCH-GARCH	40

4.2.4	Peramalan dengan Model ARCH-GARCH	45
BAB V PENUTUP	48
5.1	Kesimpulan.....	48
5.2	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	51
RIWAYAT HIDUP	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Plot Data yang Stasioner dalam Rata-rata.....	8
Gambar 2.2	Plot Data yang Stasioner dalam Variansi.....	9
Gambar 2.3	Plot Data yang Stasioner dalam Rata-rata dan Variansi	9
Gambar 2.4	Plot Data yang Stasioner Kuat	10
Gambar 2.5	Plot Data Stasioner yang Lemah	11
Gambar 2.6	Plot Data Sebelum <i>Differencing</i>	13
Gambar 2.7	Plot Data Setelah <i>Differencing</i>	13
Gambar 2.8	Plot Data yang Bersifat <i>White Noise</i>	14
Gambar 3.1	Urutan Pembentukan Model Terbaik dan Forecansting data PT <i>Telkom</i>	29
Gambar 4.1	Plot <i>Histogram</i> Data Harga Saham PT. <i>Telkom</i>	30
Gambar 4.2	Plot Data Harga Saham PT. <i>Telkom</i>	31
Gambar 4.3	<i>Histogram log return</i> Harga Saham PT. <i>Telkom</i>	32
Gambar 4.4	Plot <i>log return</i> Harga Saham PT. <i>Telkom</i>	33
Gambar 4.5	Hasil uji stasioner data harga saham PT <i>Telkom</i>	34
Gambar 4.6	<i>Collegram</i> return Harga Saham PT. <i>Telkom</i>	35
Gambar 4.7	<i>Collegram log return</i> Harga Saham PT. <i>Telkom</i> setelah <i>differencing</i> satu	36
Gambar 4.8	Hasil Estimasi GARCH(1,1,0).....	40
Gambar 4.9	Hasil Estimasi GARCH(0,1,1).....	41
Gambar 4.10	Hasil Estimasi GARCH(1,1,1).....	42
Gambar 4.11	Grafik hasil <i>forecast</i> terhadap data PT <i>Telkom</i>	45
Gambar 4.12	Grafik perbandingan hasil <i>forecast</i> terhadap data asli PT <i>Telkom</i> periode april 2020 (output ms.exel).....	46

DAFTAR SIMBOL

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

Z_t	: Variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$
\hat{Z}_t	: Estimasi 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
ε_t	: Nilai <i>error</i> pada saat t
ε_{t+k}	: Nilai <i>error</i> pada saat $t + k$
k	: Selang waktu, $k = \{0, 1, 2, \dots\}$
μ	: Nilai ekspektasi variabel acak (rata – rata variabel acak)
n	: Banyak pengamatan
P_k	: Nilai fungsi autokolerasi parsial pada saat k
γ_k	: Nilai fungsi autokovariansi (koefisien kovariansi) pada saat k
ρ_k	: Nilai fungsi autokolerasi (koefisien korelasi) pada saat k
ε_t	: Nilai <i>error</i> pada saat t
ε_{t+k}	: Nilai <i>error</i> pada saat $t + k$
Z_t^d	: Hasil <i>differencing</i> orde ke- d dari Z_t
B	: Operator <i>shift</i> mundur
d	: Orde <i>differencing</i>
σ^2	: Nilai variansi variabel acak
Z_{t-d}	: Variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$ ke $-d$
d	: Orde <i>Differencing</i>
ω_p	: Parameter AR untuk koefisien variabel ke $-p$
p	: Orde AR
\emptyset_0	: Parameter konsanta rata – rata
\emptyset_q	: Parameter MA untuk koefisien variabel ke $-q$
q	: Orde MA
w_t	: <i>White noise</i> untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

h_t	: Nilai standar deviasi <i>error</i> untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$
h_t^2	: Nilai variansi <i>error</i> untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$
α_0	: Konstanta
α_i	: Parameter ARCH untuk $i = \{1, 2, \dots, m\}$
m	: Orde ARCH
ϑ_j	: Parameter GARCH untuk $j = \{1, 2, \dots, s\}$
s	: Orde GARCH
S_k	: <i>Skewness</i>
r	: <i>Return</i>
t	: Waktu
S	: Harga saham
Y_0	: Data awal pada saat $t = 0$
r	: Suku bunga
t	: Lamanya waktu yang dibutuhkan untuk pendugaan
Z	: Peubah distribusi normal baku
Y_t	: Data pada saat ke- t
\hat{Y}_t	: Data dugaan pada saat ke- t

ABSTRAK

Badu, Rhazilun Marsyahid. 2021. **Pemodelan Harga Saham dengan pendekatan model ARCH-GARCH (Studi Kasus pada Data Harga Saham PT. Telkom)**. Skripsi Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Abdul Aziz, M.Si. (II) Dr. Usman Pagalay, M.Si.

Kata Kunci: ARIMA, ARCH-GARCH, Harga Saham, *evIEWS*, AIC, SC.

Penelitian ini memodelkan model ARCH-GARCH pada data harian harga saham penutupan *PT. Telkom* periode April 2019 sampai Mei 2020. Model ARCH-GARCH merupakan model dari pengembangan model ARIMA yang mana model ini digunakan untuk menyelesaikan masalah heterokenditas pada model-model sebelumnya. Penelitian ini menggunakan bantuan *software EvIEWS 8* dalam menentukan model terbaik ARIMA dan ARCH/GARCH. Dalam penentuan model terbaik dari ARIMA dengan melakukan uji *Augmented Dicky Fuller* untuk tes kestasioneran. Selanjutnya model ARIMA ditentukan ordo berdasarkan *lag correlogram* ACF dan PACF, serta melakukan *diagnostic checking* terhadap model yang signifikan. Dari hasil perbandingan nilai AIC dan SC terkecil didapatkan ARIMA(4,1,1) yang terbaik dan akan digunakan untuk mengidentifikasi model ARCH/GARCH. Mengidentifikasi model ARCH/GARCH terbaik yang didapatkan dengan melakukan *diagnosis* model dan membandingkan nilai parameter, uji signifikansi, uji normalitas dan uji heterokenditas. Didapatkan model terbaik ARCH/GARCH adalah model GARCH(1,1,1) karena nilai *error* berdistribusi normal pada data *log return* data saham *PT. Telkom* dan tidak didapatkan masalah heterokenditas serta memiliki nilai AIC dan SC kecil. Model tersebut dapat digunakan untuk meramalkan harga saham pada periode selanjutnya.

ABSTRACT

Badu, Rhazilun Marsyahid. 2021. **Stock Price Modeling with the ARCH-GARCH model approach (Case Study on PT. Telkom Stock Price Data)**. Thesis Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Supervisor: (I) Abdul Aziz, M.Si. (II) Dr. Usman Pagalay, M.Si.

Keywords: ARIMA, ARCH-GARCH, Stock Price, Eviews, AIC, SC.

This study is using the ARCH-GARCH model on the daily closing stock price data of PT. Telkom for the period of April 2019 to May 2020. The ARCH-GARCH model is a development model of the ARIMA model, in which this model is used to solve the heteroscedasticity problem in the previous models. This research uses the help of Eviews 8 software to determine the best ARIMA and ARCH/GARCH models. The best model of ARIMA is determined by performing Augmented Dicky Fuller test for stationary test. Next, the ARIMA model is determined by order based on the ACF and PACF lag correlogram, and performs diagnostic checking on significant models. From the comparison of the smallest AIC and SC values, ARIMA(4,1,1) is the best and will be used to identify the ARCH/GARCH model. Identifying the best ARCH/GARCH model is obtained by performing model diagnosis and comparing the parameter values, significance test, normality test and heteroscedasticity test. The best ARCH/GARCH model is the GARCH(1,1,1) model because the error value distributed normal in the log return data of stock data of PT. Telkom and there are no heteroscedasticity problems, and it has small AIC and SC values. The model can be used to predict stock prices in the next period.

المستخلص

بادو، رزبل مرشهيد. 2021. نمذجة سعر الأسهم بمدخل نموذج الانحدار الذاتي المشروط باختلاف التباين (أرش)-الانحدار الذاتي المعمم المشروط باختلاف التباين (غارش) (دراسة الحالة في بيانات سعر السهم لشركة تيلكوم). بحث جامعي. قسم الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف: (1) عبد العزيز، الماجستير؛ (2) د. عثمان فعالاي.

الكلمات المفتاحية: أرش-غارش، سعر الأسهم، *Eviews*، معيار أكايكي (AIC)، معيار شوارتز (SC).

يعرض هذا البحث نموذج أرش-غارش في البيانات سعر الإغلاق اليومي لشركة تيلكوم فترة أبريل 2019 حتى مايو 2020. فنموذج أرش-غارش هو تنمية نموذج تحليل السلاسل الزمنية (أرما) المستخدم لإكمال التباين في النماذج التي سبقت. يستوعب هذا البحث برنامج *software Eviews* 8 في تعيين أفضل النموذج لأرما وأرش/غارش. ففي تعيين أفضل النموذج لأرما، انطلق الباحث باختبار ديكي فولر للمزيد لمعرفة الاستقرارية. وبالتالي، تعينت مجموعة نموذج أرما مستندا على إبطاء تصوير الارتباط بالترابط الذاتي الجزئي (ACF) ودالة الترابط الذاتي الجزئي (PACF) والقيام بالفحص التشخيصي نحو النموذج الدلالي. حصلت المقارنة من أصغر قيمة AIC و SC على أفضل أرما (4، 1، 1) وتستخدم لتعرف نموذج أرش-غارش. يتحصل هذا التعرف من فحص النموذج، مقارنة قيمة الوسيط، اختبار الدلالة، اختبار الاعتدال، واختبار التباين. فمن هذه الإجراءات كلها، يكتسب أفضل النموذج وهو غارش (1، 1، 1) لأن قيمة الخطأ تتوزع كما هي في عودة السجل لبيانات السهم لشركة تيلكوم ولم توجد هنالك مشكلة التباين وتحتوي على قيمة AIC و SC الصغيرة. والحاصل أنه يمكن استخدام هذا النموذج للتنبؤ نحو سعر الأسهم في فترة المستقبل.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Matematika mempunyai berbagai cabang ilmu pengetahuan. Salah satunya adalah matematika terapan. Matematika keuangan merupakan bagian dari matematika terapan yang berhubungan dengan pasar keuangan. Pasar keuangan merupakan instrumen ekonomi yang memungkinkan bagi seseorang atau sekumpulan orang melakukan transaksi jual beli dengan mudah atas instrumen keuangan. Salah satu instrumen keuangan adalah saham. Harga saham berfluktuasi secara cepat dari waktu ke waktu, sehingga data harga saham dapat dimodelkan dengan pemodelan deret waktu. Deret waktu merupakan kumpulan nilai-nilai pengamatan dari suatu variabel yang dikumpulkan pada interval waktu tertentu. Sehingga harga saham sekarang dapat diprediksi menggunakan harga saham periode sebelumnya.

Sebagaimana firman Allah Swt dalam al-Quran surat Ali-Imron ayat 24 mengenai prediksi, yaitu:

“Hal itu adalah karena mereka berkata, “Api neraka tidak akan menyentuh kami kecuali beberapa hari saja.” Mereka terperdaya dalam agama mereka oleh apa yang mereka adakan.”

Ayat tersebut menjelaskan bahwa orang-orang Yahudi memprediksi bahwa mereka hanya akan disentuh api neraka beberapa hari saja. Prediksi tersebut dilatarbelakangi oleh kesombongan mereka yang terus-menerus dalam sikap beragama mereka. Ayat ini terdapat ketidakpastian terhadap pernyataan dalam hitungan hari lamanya mereka disentuh api neraka.

Data deret waktu dapat dimodelkan dengan menggunakan model deret waktu (ARIMA dan ARCH/GARCH), model *Black-Scholes*, model MIMIC (*Multiple Indicators and Multiple Causes*), model *Markov Switching*, dan model *Time Varying Coefficient*. Dalam penulisan ini, model yang digunakan adalah model deret waktu ARIMA dan ARCH/GARCH.

Data deret waktu pada permasalahan keuangan memiliki variansi yang tidak konstan di setiap waktunya. Kondisi data deret waktu seperti itu disebut

heterokedastisitas bersyarat. Pada kondisi ini, asumsi untuk model umum deret waktu seperti *Autoregressive (AR)*, *Moving Avarage (MA)*, *Autoregressive Moving Avarage (ARMA)* dan *Autoregressive Integreted Moving Avarage (ARIMA)* tidak terpenuhi. Salah satu model deret waktu yang dapat mengatasi heterokedastisitas adalah model *Autoregressive conditional heteroscedasticity (ARCH)* yang diperkenalkan oleh Engle (1982). Model ini mampu menggambarkan semua karakteristik dari variabel-variabel pasar keuangan. Namun, pada permasalahan keuangan dengan tingkat volatilitas yang lebih besar, model ini memerlukan orde yang besar supaya didapatkan model yang tepat. Untuk menghindarinya, Bollerslev (1986) mengembangkan model ARCH menjadi *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH)*. Menurut Ariefianto (2012), model GARCH memiliki karakteristik respon volatilitas yang simetris terhadap guncangan. Dengan kata lain, jika nominalnya sama maka respon volatilitas terhadap guncangan adalah sama, baik guncangan positif (*good news*) maupun negatif (*bad news*).

Model deret waktu yang menggunakan persamaan rata-rata (ARIMA) membutuhkan 3 tahapan, yaitu: spesifikasi model, pendugaan parameter dan pemeriksaan diagnostik (Brooks, 2002). Pada pemeriksaan diagnostik, ragam sisaan diasumsikan konstan, pelanggaran terhadap asumsi ini sering disebut heteroskedasitas. Pendeteksian masalah heteroskedasitas dapat dilakukan dengan uji-LM dan menganalisis volatilitas (pola ragam) data. Masalah heteroskedasitas ini dapat mengakibatkan ragam sisaan dari penduga berbias. Penanganan masalah heteroskedasitas dapat di atasi dengan persamaan ragam (ARCH-GARCH) yang memodelkan sisaan tersebut menjadi konstan. Langkah lain untuk menangani masalah heteroskedasitas adalah dengan melakukan transformasi data. Seperti halnya persamaan rata-rata, persamaan ragam membutuhkan 3 tahapan, yaitu: pendugaan parameter, pemeriksaan diagnostik dan uji LM-ARCH (Brooks, 2002).

Maka dari itu pada penelitian ini penulis ingin memodelkan model deret waktu (ARCH-GARCH) pada perhitungan saham.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana modelkan harga saham PT. TELKOM periode April 2019-Maret 2020 dengan pendekatan model ARCH/GARCH?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan pada penelitian yaitu untuk mendapatkan model dan estimasi harga saham PT. TELKOM priode April 2019-Maret 2020 dengan pendekatan ARCH/GARCH.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat menambah informasi dan wawasan pengetahuan tentang hasil implementasi model ARCH-GARCH pada data harga saham PT *Telkom*. Penelitian ini juga dapat digunakan sebagai bahan rujukan untuk mata kuliah ekonometrika.

1.5 Batasan Masalah

Agar tidak terjadi perluasan atau pengembangan masalah dalam penelitian ini, maka diperlukan adanya batasan masalah yaitu:

1. *Error* berdistribusi normal.
2. Data yang digunakan adalah data harga saham PT *Telkom* priode April 2019-Maret 2020.
3. Perbandingan model dengan menggukana nilai AIC, SC dan *diagnosis residual*.
4. Estimasi dan peramalan model dengan menggunakan program *eviews*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan skripsi adalah sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini akan diuraikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II Kajian Pustaka

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai teori-teori yang mendasari pembahasan diantaranya; deret waktu, *autocorrelation fuction*, *partial autocorrelation fuction*, kestasioneran, *differencing*, proses *white noise*, model deret waktu stasioner, model deret waktu nonstasioner model ARCH/GARCH, uji hipotesa, saham, opsi, volatilitas, konsep prediksi dalam Al-Quran.

Bab III Metode Penelitian

Pada bab ini berisi tentang metode yang digunakan dalam penelitian, di antaranya pendekatan penelitian, jenis dan sumber data, variabel-variabel penelitian dan tahap analisis data.

Bab IV Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini merupakan inti dari skripsi yang menjelaskan tentang pemodelan dan prediksi secara ARCH/GARCH pada data harga saham dengan bantuan *software Eviews*.

Bab IV Penutup

Pada bab ini disajikan mengenai kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1 Deret Waktu

2.1.1 Pengertian Deret Waktu

Menurut Gujarati (2003), deret waktu merupakan kumpulan nilai-nilai pengamatan dari suatu variabel yang diambil pada waktu yang berbeda. Data jenis ini, dikumpulkan pada interval waktu tertentu, seperti: harian, mingguan, bulanan, dan tahunan. Contoh-contoh penerapan deret waktu, yaitu: harga saham, laporan cuaca, jumlah uang yang beredar, tingkat pengangguran, Indek Harga Konsumen (IHK), dan anggaran pemerintah.

Analisis deret waktu merupakan suatu analisis terhadap pengamatan, pencatatan, dan penyusunan peristiwa yang diambil dari waktu ke waktu. Sebagai teknik dari statistik, analisis deret waktu dapat dilakukan terhadap data yang sudah diwujudkan dalam bentuk angka. Apabila besarnya peristiwa dalam serangkaian waktu diberi symbol Z_1, Z_2, \dots, Z_n , dan waktu-waktu pencatatan peristiwa diberi symbol t_1, t_2, \dots, t_n , maka deret waktu dari peristiwa Z disimbolkan Z_t yang berarti besarnya peristiwa bergantung pada waktu terjadinya peristiwa (Hadi, 2015).

2.1.2 *Autocorrelation Function*

Menurut Raykov & George (2013), Korelasi adalah hubungan linier antara dua variabel. Sedangkan autokorelasi adalah suatu kondisi dimana terdapat hubungan antara nilai-nilai suatu deret waktu yang sama pada waktu yang berbeda (Makridakis, dkk, 1999). Menurut Wei (2006:10), fungsi autokorelasi merupakan ukuran korelasi antara Z_t dan Z_{t+k} . Rata-rata kedua nilai tersebut konstan yang dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$E(Z_t) = E(Z_{t+k}) = \mu \quad (2.1)$$

dan memiliki variansi konstan yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

Fungsi autokovarian antara Z_t dan Z_{t+k} dapat dirumuskan 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} dapat dirumuskan sebagai

berikut:

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

dimana:

- Z_t : Variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$
 \hat{Z}_t : estimasi 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
 ε_t : nilai error pada saat t
 ε_{t+k} : nilai error pada saat $t + k$
 k : selang waktu, $k = \{0, 1, 2, \dots\}$
 μ : nilai ekspektasi variabel acak (rata – rata variabel acak)
 n : banyak pengamatan
 P_k : nilai fungsi autokolerasi parsial pada saat k
 γ_k : nilai fungsi autokovariansi (koefisien kovariansi) pada saat k
 ρ_k : nilai fungsi autokolerasi (koefisien korelasi) pada saat k

2.1.3 Partial Autocorrelation Function

Menurut Ariefianto (2012), PACF menunjukkan korelasi antara variabel pada saat t dan variabel pada saat $t - k$ dengan mengeluarkan seluruh pengaruh antara variabel pada saat t dan variabel pada saat $t - k$. Menurut Wei (2006:11), Variansi antara Z_t dan \hat{Z}_t dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{var}(Z_t - \hat{Z}_t) = E(Z_t - \hat{Z}_t)^2 = E(\varepsilon_t)^2 \tag{2.5}$$

Sedangkan variansi antara Z_{t+k} dan \hat{Z}_{t+k} dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{var}(Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k}) = E(Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k})^2 = E(\varepsilon_{t+k})^2 \quad (2.6)$$

dan fungsi autokovarian dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{cov}[(Z_t - \hat{Z}_t), (Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k})] &= E\left[\left((Z_t - \hat{Z}_t) - \mu\right)\left((Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k}) - \mu\right)\right] \\ &= E[(\varepsilon_t - \mu)(\varepsilon_{t+k} - \mu)] \\ &= E(\varepsilon_t - \mu)E(\varepsilon_{t+k} - \mu) \end{aligned} \quad (2.7)$$

Sehingga fungsi autokorelasi parsial dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{corr}[(Z_t - \hat{Z}_t), (Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k})] &= \frac{\text{cov}(Z_t - \hat{Z}_t, (Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k}))}{\sqrt{\text{var}(Z_t - \hat{Z}_t)}\sqrt{\text{var}(Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k})}} \\ &= \frac{E(\varepsilon_t - \mu)E(\varepsilon_{t+k} - \mu)}{\sqrt{E(\varepsilon_t)^2}\sqrt{E(\varepsilon_{t+k})^2}} \\ &= \frac{\sum_{t=1}^n (\varepsilon_t - \mu) \sum_{t=1}^n (\varepsilon_{t+k} - \mu)}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (\varepsilon_t)^2} \sqrt{\sum_{t=1}^n (\varepsilon_{t+k})^2}} \\ &= P_k \end{aligned} \quad (2.8)$$

dengan:

- Z_t : Variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$
- \hat{Z}_t : estimasi 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
- ε_t : nilai error pada saat t
- ε_{t+k} : nilai error pada saat $t + k$
- k : selang waktu, $k = \{0, 1, 2, \dots\}$
- μ : nilai ekspektasi variabel acak (rata – rata variabel acak)
- n : banyak pengamatan
- P_k : nilai fungsi autokolerasi parsial pada saat k
- γ_k : nilai fungsi autokovariansi (koefisien kovariansi) pada saat k
- ρ_k : nilai fungsi autokolerasi (koefisien korelasi) pada saat k

2.1.4 Kestasioneran

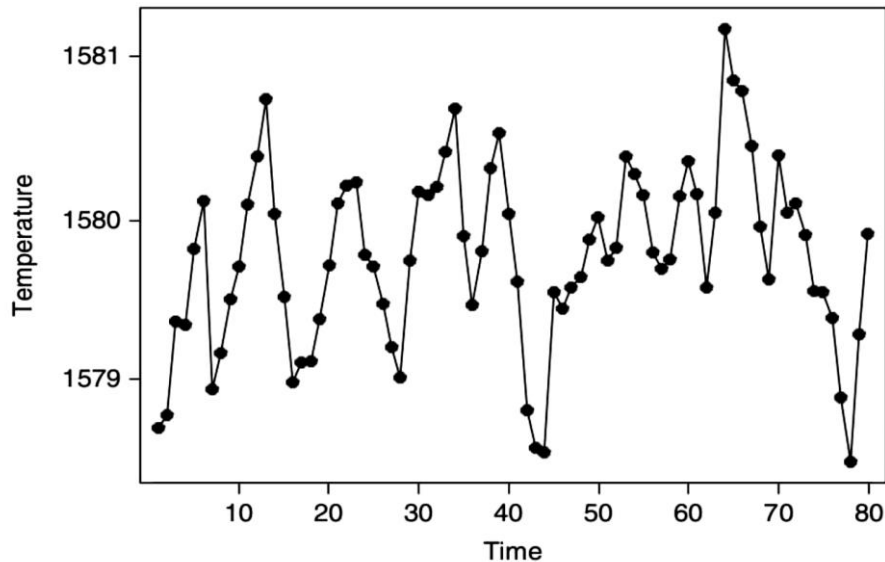
Menurut Effendi & Setiawan (2014), Stasioner merupakan keadaan ketika nilai rata-rata dan variansi dari *error* tidak berubah sepanjang waktu atau konstan dan sebaliknya. Menurut Wei (2006:10), Stasioner dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Stasioner dalam rata-rata

Sebuah proses dikatakan stasioner dalam rata-rata jika nilai rata-ratanya konstan. Stasioner dalam rata-rata dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$E(Z_t) = \mu \quad (2.9)$$

Berikut ini merupakan salah satu contoh plot data yang stasioner dalam rata-rata.



Gambar 2.1 Plot Data yang Stasioner dalam Rata-rata
Sumber: Bisgaard & Kulahci (2011)

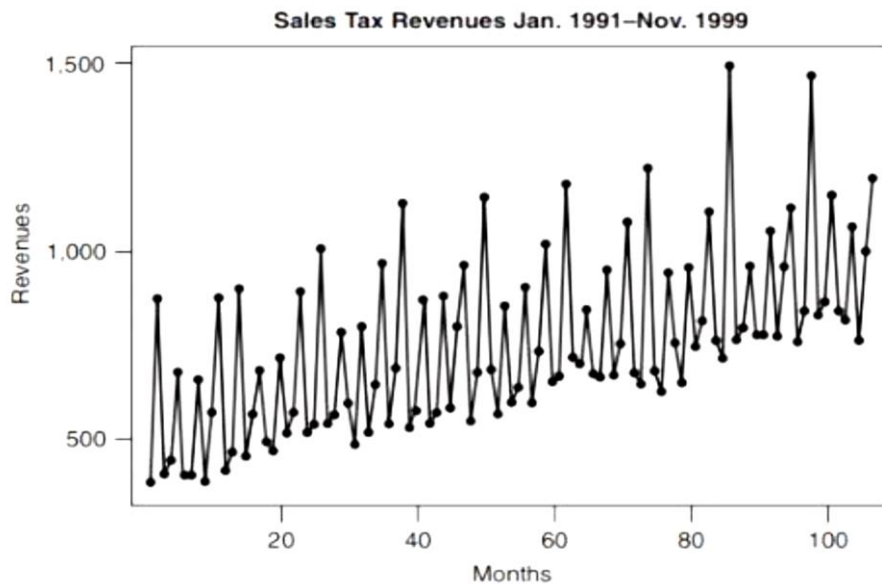
Dari Gambar 2.1 menunjukkan data deret waktu tentang pendapatan. Apabila ditarik garis tengah yang menandakan perkiraan rata-rata, semua data berada disekitar garis tengah sehingga data tersebut dapat dikatakan stasioner dalam rata-rata.

2. Stasioner dalam variansi

Sebuah proses dikatakan stasioner dalam variansi jika nilai variansinya konstan. Stasioner dalam variansi dapat dinyatakan sebagai berikut:

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

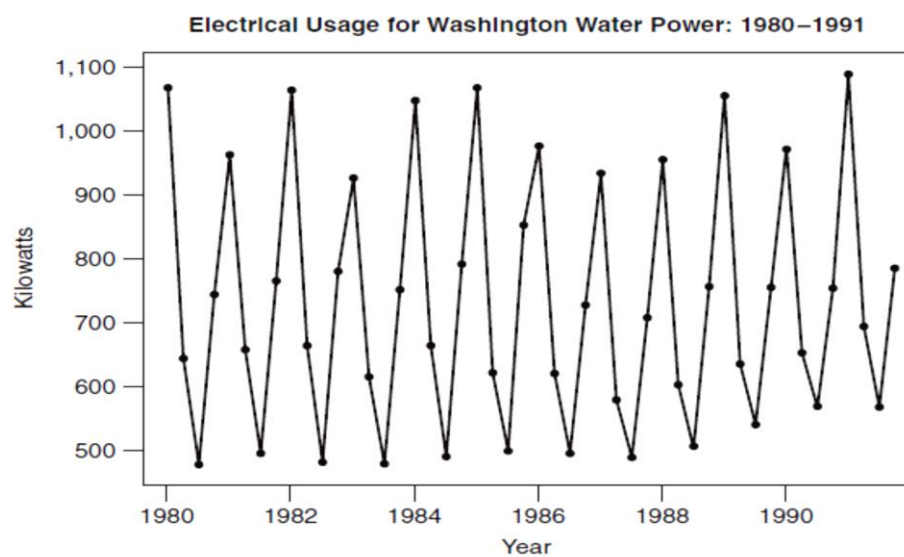
Berikut ini merupakan salah satu contoh plot data yang stasioner dalam variansi.



Gambar 2.2 *Plot Data yang Stasioner dalam Variansi*
Sumber: Hanke & Wichem (2014)

Dari Gambar 2.2 menunjukkan data deret waktu tentang pendapatan pajak penjualan. Apabila ditarik garis tengah yang mengikuti bentuk plot, garis tersebut menaik. Hal ini menunjukkan nilai rata-rata yang tidak konstan dan fluktuasi setiap data konstan sehingga data tersebut dapat dikatakan stasioner dalam variansi.

Berikut ini merupakan salah satu contoh plot data yang stasioner dalam rata-rata dan variansi.



Gambar 2.3 *Plot Data yang Stasioner dalam Rata-rata dan Variansi*
Sumber: Hanke & Wichem (2014)

Dari Gambar 2.3 menunjukkan data deret waktu tentang penggunaan listrik. Apabila ditarik garis tengah yang mengikuti bentuk plot, semua nilai variabel berada di sekitar garis tengah dan fluktuasi setiap data konstan sehingga data tersebut dapat dikatakan stasioner dalam rata-rata dan variansi.

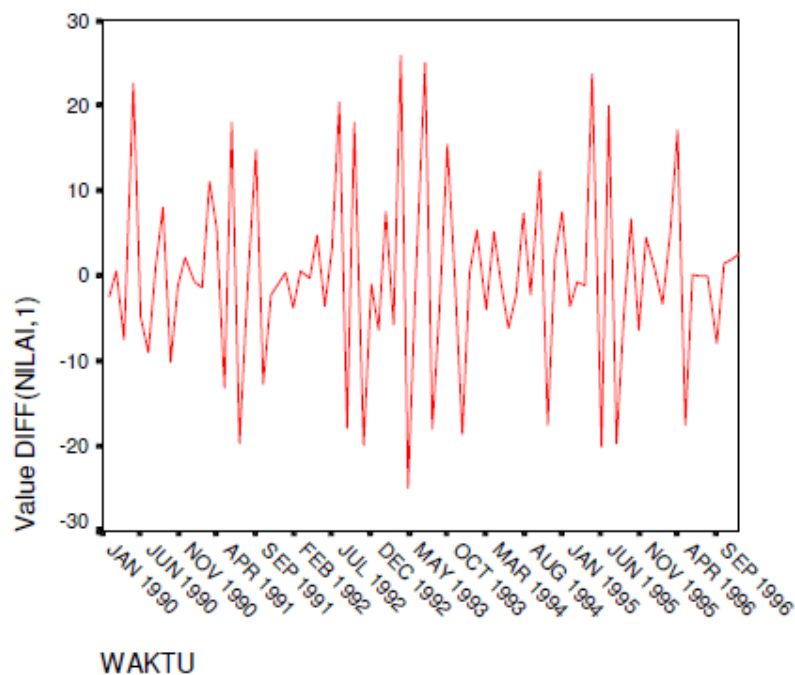
Menurut Box, dkk (2016), stasioneritas dibagi menjadi dua yaitu:

1. Stasioneritas kuat (*strictly stasionarity*)

Suatu data dapat dikatakan stasioner kuat apabila distribusi probabilitas gabungan dari variabel acak $Z_{t_1}, Z_{t_2}, \dots, Z_{t_n}$ pada suatu himpunan waktu t_1, t_2, \dots, t_n sama dengan distribusi gabungan dari variabel acak $Z_{t_1+k}, Z_{t_2+k}, \dots, Z_{t_n+k}$ pada waktu $t_1+k, t_2+k, \dots, t_n+k$ atau dapat dituliskan sebagai berikut:

$$F(Z_{t_1}, Z_{t_2}, \dots, Z_{t_n}) = F(Z_{t_1+k}, Z_{t_2+k}, \dots, Z_{t_n+k}) \quad (2.11)$$

dengan k adalah selang waktu yaitu $k = \{0, 1, 2, \dots\}$ dan n adalah banyaknya pengamatan. Berikut ini merupakan salah satu contoh plot data stasioner kuat.



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

Dari Gambar 2.4 menunjukkan data deret waktu tentang penjualan. Apabila diambil sampel dimanapun, nilai tengah semua data konstan. Sehingga data tersebut dapat dikatakan stasioner kuat.

2. Stasioneritas lemah (*weakly stationarity*)

Suatu data dikatakan stasioner lemah apabila rata-rata konstan untuk setiap waktu dan autokovariansi konstan hanya berdasarkan pada selang waktu k untuk setiap waktu atau dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$E(Z_t) = \mu \quad (2.12)$$

dan

$$\text{cov}(Z_t, Z_{t+k}) = \gamma_k \quad (2.13)$$

dimana:

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

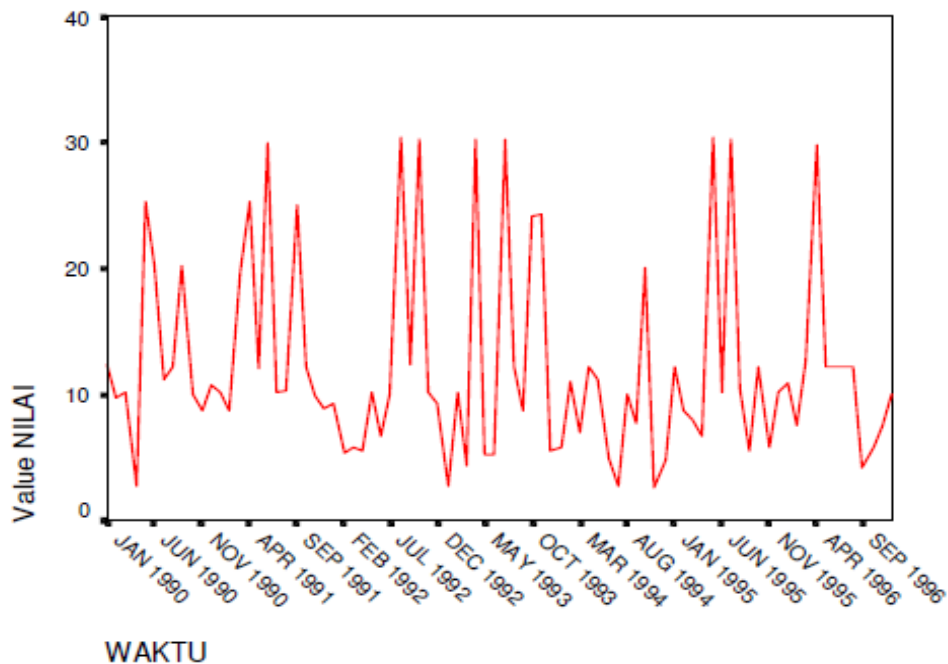
Z_{t+k} : Variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$ pada saat k

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

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

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

Berikut ini merupakan salah satu contoh plot data stasioner lemah.



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

Dari Gambar 2.5 menunjukkan data deret waktu tentang penjualan. Apabila diambil sampel dimanapun, nilai tengah konstan pada beberapa data sehingga data tersebut dapat dikatakan stasioner lemah.

2.1.5 Differencing

Menurut Wei (2006:71), data deret waktu dikatakan stasioner apabila rata-rata dan variansinya konstan, tidak ada unsur pola naik atau turun dalam data dan tidak ada unsur musiman. Apabila data tidak stasioner, maka perlu dilakukan modifikasi. Salah satu caranya yaitu dengan metode pembedaan (*differencing*). Menurut Makridakis, dkk (1999), proses *differencing* dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Z'_t = Z_t - Z_{t-1} \quad (2.14)$$

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

$$BZ_t = Z_{t-1} \quad (2.15)$$

dengan menggunakan *backward shift*, persamaan (2.14) dapat ditulis menjadi

$$Z'_t = Z_t - BZ_t \quad (2.16)$$

atau

$$Z'_t = (1 - B)Z_t \quad (2.17)$$

Sehingga *differencing* pertama pada persamaan (2.17) dinyatakan oleh $(1 - B)$. *Differencing* orde kedua, yaitu *differencing* pertama dari *differencing* pertama sebelumnya. *Differencing* orde kedua dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z''_t &= Z'_t - Z'_{t-1} \\ &= (Z_t - Z_{t-1}) - (Z_{t-1} - Z_{t-2}) \\ &= Z_t - 2Z_{t-1} + Z_{t-2} \\ &= (1 - 2B + B^2)Z_t \\ &= (1 - B)^2 Z_t \end{aligned} \quad (2.18)$$

dimana Z''_t merupakan hasil *differencing* kedua dari Z_t . *Differencing* orde kedua pada persamaan (2.18) dinotasikan oleh $(1 - B)^2$. Rumus *differencing* orde ke- d untuk mencapai stasioneritas adalah sebagai berikut (Makridakis, dkk, 1999):

$$Z_t^d = (1 - B)^d Z_t, d \geq 1 \quad (2.19)$$

dimana:

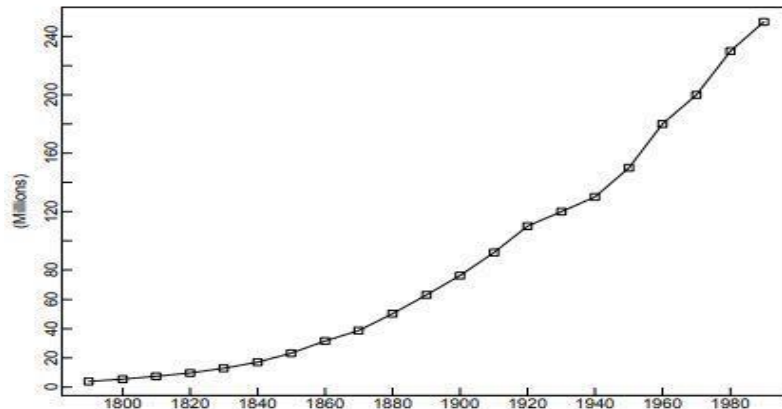
Z_t^d : hasil *differencing* orde ke- d dari Z_t

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

B : operator *shift* mundur

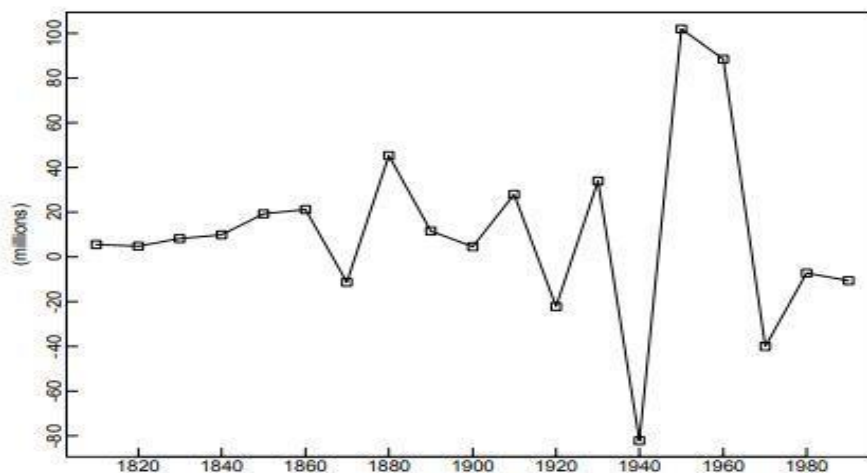
d : orde *differencing*

Berikut ini contoh-contoh plot data deret waktu sebelum dan sesudah dilakukan proses *differencing*.



Gambar 2.6 Plot Data Sebelum Differencing
Sumber: Brockwell & Davis (2002)

Dari Gambar 2.6 menunjukkan data deret waktu tentang populasi penduduk U.S.A pada 1790-1990. Apabila ditarik garis tengah, setiap data tidak ada yang berada di sekitar garis tengah. Hal ini menunjukkan rata-rata tidak konstan dan fluktuasi setiap data tidak konstan. sehingga data tersebut dapat dikatakan tidak stasioner dalam rata-rata dan variansi.



Gambar 2.7 Plot Data Setelah Differencing
Sumber: Brockwell & Davis (2002)

Dari Gambar 2.7 sudah stasioner setelah proses *differencing* karena apabila ditarik garis tengah yang menandakan perkiraan rata-rata, beberapa data berada di sekitar

garis tengah. Hal ini menunjukkan nilai rata-rata sudah konstan sehingga data tersebut dapat dikatakan stasioner dalam rata-rata.

2.1.6 Proses *White Noise*

Menurut Wei (2006:15), proses $\{Z_t\}$ disebut proses *white noise* jika himpunan variabel acak yang tidak berkorelasi dari distribusi tertentu. Proses tersebut memiliki rata-rata konstan yang dinyatakan sebagai berikut:

$$E(Z_t) = \mu = 0 \quad (2.20)$$

selain itu, proses *white noise* memiliki variansi konstan yang dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{var}(Z_t) = \sigma^2 \quad (2.21)$$

dan

$$\text{cov}(Z_t, Z_{t+k}) = \gamma = 0 \quad (2.22)$$

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

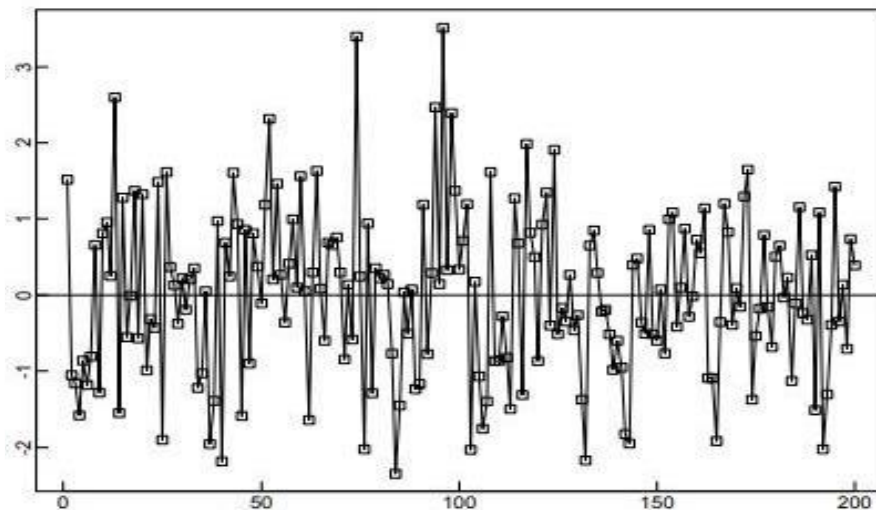
μ : nilai ekspektasi variabel acak (rata – rata variabel acak)

γ_k : nilai fungsi autokovariansi (koefisien kovariansi) pada saat $k, \forall k \neq 0$

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

σ^2 : Nilai variansi variabel acak

Berikut ini merupakan contoh gambar yang menunjukkan bahwa data deret waktu bersifat *white noise*.



Gambar 2.8 Plot Data yang Bersifat White Noise
 Sumber: Brockwell & Davis (2002)

Dari Gambar 2.8 menunjukkan bahwa apabila ditarik garis tengah perkiraan rata-rata, data memiliki rata-rata konstan dan biasanya diasumsikan dengan nol, fluktuasi data konstan, dan rata-rata sama dengan nol mengakibatkan autokovariansi menjadi nol. Hal tersebut menunjukkan tidak ada relasi satu sama lain. Oleh karena itu, data deret waktu tersebut bersifat *white noise*.

2.1.7 Model Deret Waktu Stasioner

Model deret waktu stasioner dibedakan menjadi tiga macam, yaitu:

1. Model *Autoregressive* (AR)

Menurut Makridakis, Wheelwright, & Hyndman (1983), *Autoregressive* (AR) adalah suatu bentuk *time series* tetapi tidak menghubungkan variabel tak bebas, melainkan menghubungkan nilai-nilai sebelumnya pada *time lag* (selang waktu) yang bermacam-macam. Jadi suatu model AR akan menyatakan suatu ramalan sebagai fungsi nilai-nilai sebelumnya dari *time series* tertentu. Menurut Wei (2006:54), model AR orde ke- p atau AR (p) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\omega_p(B)\dot{Z}_t = \varepsilon_t$$

Persamaan dapat diuraikan dalam bentuk:

$$\begin{aligned} (-\omega_1 B - \omega_2 B^2 - \dots - \omega_p B^p)\dot{Z}_t &= \varepsilon_t \\ \dot{Z}_t - \omega_1 \dot{Z}_{t-1} - \dots - \omega_p \dot{Z}_{t-p} &= \varepsilon_t \\ \dot{Z}_t &= \omega_1 \dot{Z}_{t-1} + \dots + \omega_p \dot{Z}_{t-p} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (2.23)$$

Karena $Z_t = Y_t - \mu$, maka persamaan (2.23) dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Y_t - \mu &= \omega_1(Y_{t-1} - \mu) + \dots + \omega_p(Y_{t-p} - \mu) + \varepsilon_t \\
 &= \omega_1 Y_{t-1} - \omega_1 \mu + \dots + \omega_p Y_{t-p} - \omega_p \mu + \varepsilon_t \\
 Y_t &= \mu - \omega_1 \mu - \omega_p \mu + \omega_1 Y_{t-1} + \dots + \omega_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \\
 &= \mu(1 - \omega_1 - \dots - \omega_p) + \omega_1 Y_{t-1} + \dots + \omega_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \\
 &= \mu(1 - (\omega_1 - \dots - \omega_p)) + \omega_1 Y_{t-1} + \dots + \omega_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \\
 Y_t &= \omega_0 + \omega_1 Y_{t-1} + \dots + \omega_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \tag{2.24}
 \end{aligned}$$

2. Model *Moving Average* (MA)

Menurut Makridakis, Wheelwright, & Hyndman (1983), *Moving Average* adalah singkatan dari rata-rata bergerak dan berarti bahwa nilai *time series* pada waktu ke- t dipengaruhi oleh unsur *error* pada saat ini, dan *error* terbobot pada masa lalu. Wei (2006:56) menyatakan bahwa salah satu model umum *time series* model MA orde ke- q atau MA (q) dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \dot{Z} &= \Phi(B)\varepsilon_t \\
 &= (1 - \Phi_1 B - \dots - \Phi_q B^q)\varepsilon_t \\
 \dot{Z} &= \varepsilon_t - \Phi_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \Phi_q \varepsilon_{t-q} \tag{2.25}
 \end{aligned}$$

Karena $\dot{Z} = Y_t - \mu$ dan diasumsikan bahwa $\mu = \Phi_0$, maka persamaan (2.25) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Y_t - \mu &= \varepsilon_t - \Phi_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \Phi_q \varepsilon_{t-q} \\
 Y_t - \Phi_1 &= \mu + \varepsilon_t - \Phi_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \Phi_q \varepsilon_{t-q} \\
 Y_t &= \Phi_1 + \varepsilon_t - \Phi_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \Phi_q \varepsilon_{t-q} \tag{2.26}
 \end{aligned}$$

3. Model *Autoregressive Moving Average* (ARMA)

Menurut Makridakis, Wheelwright, & Hyndman (1983), model peramalan *time series* ARMA dapat berbentuk *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA) atau kombinasi antara keduanya (ARMA). Wei (2006:57) menuliskan proses ARMA orde ke- p dan orde ke- q atau ARMA (p, q) sebagai berikut:

$$\omega_p(B)\dot{Z}_t = \Phi_q(B)\varepsilon_t \tag{2.27}$$

atau

$$(1 - \omega_1 B - \dots - \omega_p B^p) = (1 - \Phi_1 B - \dots - \Phi_q B^q)\varepsilon_t$$

$$\begin{aligned}\dot{Z}_t - \omega_1 \dot{Z}_{t-1} - \dots - \omega_p \dot{Z}_{t-p} &= \varepsilon_t - \phi_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \phi_q \varepsilon_{t-q} \\ \dot{Z}_t &= \omega_1 \dot{Z}_{t-1} + \dots + \omega_p \dot{Z}_{t-p} + \varepsilon_t - \phi_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \phi_q \varepsilon_{t-q}\end{aligned}\quad (2.28)$$

Karena $\dot{Z}_t = Y_t - \mu$, maka persamaan (2.28) dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned}Y_t - \mu &= \omega_1 (Y_{t-1} - \mu) + \dots + \omega_p (Y_{t-p} - \mu) + \varepsilon_t - \phi_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \phi_q \varepsilon_{t-q} \\ &= \omega_1 Y_{t-1} - \omega_1 \mu + \dots + \omega_p Y_{t-p} - \omega_p \mu + \varepsilon_t - \phi_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \phi_q \varepsilon_{t-q} \\ Y_t &= \mu - \omega_1 \mu - \omega_p \mu + \omega_1 Y_{t-1} + \dots + \omega_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \phi_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \phi_q \varepsilon_{t-q} \\ &= \mu(1 - \omega_1 - \omega_p) + \omega_1 Y_{t-1} + \dots + \omega_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \phi_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \phi_q \varepsilon_{t-q}\end{aligned}\quad (2.29)$$

Dengan Memisalkan $\mu(1 - \omega_1 - \dots - \omega_p) = \omega_0$, maka diperoleh:

$$Y_t = \omega_0 + \omega_1 Y_{t-1} + \dots + \omega_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \phi_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \phi_q \varepsilon_{t-q}\quad (2.30)$$

2.1.8 Model Deret Waktu Nonstasioner

Salah satu model deret waktu nonstasioner adalah model ARIMA. Menurut Ariefianto (2012), model ARIMA adalah implementasi ARMA pada data yang telah distasionerisasi melalui *differencing*. Secara sistematis, bentuknya sama dengan persamaan (2.27) hanya saja Z_t pada model ARIMA adalah bentuk pembeda (*diferens*). Bentuk persamaan ARIMA(p, d, q) adalah sebagai berikut (Wei, 2006:72):

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

dimana:

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

Z_{t-d} : Variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$ ke $-d$

d : *Oede Differencing*

ω_p : parameter AR untuk koefisien variabel ke $-p$

p : orde AR

ϕ_0 : parameter konsanta rata - rata

ϕ_q : parameter MA untuk koefisien variabel ke $-q$

q : orde MA

ε_t : nilai *error* pada saat t

2.1.9 ARCH dan GARCH

Model *Autoregressive Heteroscedasticity* (ARCH(m)) merupakan model variansi *error* yang dipengaruhi oleh *error-error* sebelumnya hingga *lag* ke- m . model ARCH(m) dapat didefinisikan sebagai berikut (Wei, 2006:368):

$$\begin{aligned}\varepsilon_t &= h_t w_t \\ h_t^2 &= \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_m \varepsilon_{t-m}^2\end{aligned}\quad (2.32)$$

dimana:

- ε_t : nilai *error* untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$
- w_t : *white noise* untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$
- h_t : nilai standar deviasi *error* untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$
- h_t^2 : nilai variansi *error* untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$
- α_0 : konstanta
- α_i : parameter ARCH untuk $i = \{1, 2, \dots, m\}$
- m : orde ARCH

dengan $\alpha_0 > 0$ dan $\alpha_m \geq 0$ untuk $m > 0$.

Selanjutnya, Model *Generalized Autoregressive Heteroscedasticity* (GARCH) merupakan pengembangan dari model ARCH. Model ini mampu menghindari orde yang terlalu tinggi pada model ARCH(m). Dalam model ini, variansi bersyarat tidak hanya dipengaruhi oleh *error* pada waktu sebelumnya tetapi juga oleh variansi bersyarat itu sendiri (Ariefianto, 2012). Variansi bersyarat pada model GARCH terdiri atas dua komponen, yaitu komponen *error* kuadrat pada waktu sebelumnya dan komponen variansi bersyarat pada waktu sebelumnya. Sehingga, bentuk umum model GARCH(m, s) dapat didefinisikan sebagai berikut (Wei, 2006:369):

$$\begin{aligned}\varepsilon_t &= h_t w_t \\ h_t^2 &= \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_m \varepsilon_{t-m}^2 + \vartheta_1 h_{t-1}^2 + \dots + \vartheta_s h_{t-s}^2\end{aligned}\quad (2.33)$$

dimana:

- ε_t : nilai *error* untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$
- w_t : *white noise* untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$
- h_t : nilai standar deviasi *error* untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$
- h_t^2 : nilai variansi *error* untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$
- α_0 : konstanta

- α_i : parameter ARCH untuk $i = \{1, 2, \dots, m\}$
 m : orde ARCH
 ϑ_j : parameter GARCH untuk $j = \{1, 2, \dots, s\}$
 s : orde GARCH

dengan $\alpha_0 > 0$ dan $\alpha_m \geq 0$ untuk $\vartheta_s \geq 0$. Kondisi tersebut diperlukan supaya model bersifat stasioner. Sedangkan kondisi $0 < \alpha_m + \vartheta_s < 1$ diperlukan supaya $\sigma_t^2 > 0$.

2.1.10 Uji Stasioner

Menurut Ekananda (2015), salah satu metode untuk menguji kestasioneran adalah uji *unit root*. Uji *unit root* adalah istilah yang menunjukkan nilai eigen suatu data sebesar satu. Untuk memperoleh gambaran uji akar unit, akan ditunjukkan pada proses AR(1) berikut ini:

$$Z_t = \omega Z_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.34)$$

Berikut ini hipotesa uji stasioner menggunakan uji *unit root* (Uji *Dickey Fuller*):

Hipotesis:

$H_0: \omega = 1$ (data memiliki akar unit/data bersifat tidak stasioner)

$H_1: \omega < 1$ (data tidak memiliki akar unit/data bersifat tidak stasioner)

Statistik uji:

$$DF = \frac{\hat{\omega}}{SE(\hat{\omega})} \quad (2.35)$$

dengan

$$SE = \sqrt{\frac{S_d^2}{n}} \quad (2.36)$$

dan

$$S_d^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (z_t - \bar{z})^2 \quad (2.37)$$

dimana

DF = nilai Uji Dickey Fuller

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

ω = parameter AR

SE = nilai standar *error*

S_d^2 = nilai standar *error*

- n = banyaknya pengamatan
 z_t = Variabel acak, untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$
 \bar{z} = rata-rata sampel

Keputusan: H_0 ditolak jika statistik uji DF lebih kecil daripada nilai kritis.

Kesimpulan: jika H_0 ditolak maka bersifat stasioner.

2.1.11 Uji Normalitas

Menurut Gujarati & Porter (2010), salah satu metode untuk menguji normalitas adalah uji *Jarque Bera*. Uji ini menghitung kemiringan (*skewness*) dan keruncingan (*kurtosis*). Menurut Ansofino (2016), normalitas dapat diketahui dengan membandingkan nilai *Jarque Bera* (JB) dan nilai *Chi Square* tabel.

Berikut ini hipotesa uji normalitas menggunakan uji *Jarque Bera*:

Hipotesis:

$H_0: \mu = 1$ (*error* berdistribusi normal)

$H_1: \mu \neq 1$ (*error* tidak berdistribusi normal)

Statistik uji:

$$JB = \frac{n}{2} \left(S_k^2 \frac{(K_u - 3)^2}{4} \right) \quad (2.38)$$

dengan,

$$S_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \mu)^3}{\left(\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \mu)^2 \right)^{3/2}} \quad (2.39)$$

dan

$$k_u = \frac{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \mu)^4}{\left(\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \mu)^2 \right)^2} \quad (2.40)$$

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

S_k = kurtosis

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

Kesimpulan: Jika H_0 ditolak, maka *error* tidak berdistribusi normal.

Menurut Suliyanto (2011), akibat ketika 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:

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

2.1.12 Uji Multikolinieritas

Menurut Ekananda (2015), uji multikolinieritas digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya penyimpangan asumsi klasik multikolinieritas yaitu adanya hubungan linier antar variabel bebas dalam model regresi. Salah satu metode pengujian multikolinieritas yaitu *tolerance* (TOL) dan *variance inflation* (TOL) dan *variance inflation factor* (VIF):

Hipotesis:

$H_0: VIF > 1$ (data mengandung multikolinieritas)

$H_1: VIF \leq 10$ (data tidak mengandung multikolinieritas)

Statistik uji:

$$TOL = 1 - R^2 \quad (2.41)$$

dan

$$VIF = \frac{1}{TOL} = \frac{1}{(1-R^2)} \quad (2.42)$$

dengan,

$$R^2 = \frac{(\hat{Y} - \bar{Y})^2}{(Y - \bar{Y})^2} \quad (2.43)$$

dimana

TOL : nilai TOL

VIF : nilai VIF

R^2 : koefisien determinasi

\hat{Y} : variabel terikat estimasi

Y : variabel terikat

\bar{Y} : variabel terikat rata-rata

Keputusan: Jika $VIF \leq 10$ maka H_0 ditolak.

Kesimpulan: Jika H_0 ditolak maka data tidak mengandung multikolinieritas.

Menurut Effendi & Setiawan (2014), ada beberapa teknik untuk mengatasi masalah multikolinieritas yaitu berikut:

1. Menambah data pengamatan.
2. Mengeluarkan satu atau beberapa variabel penyebab adanya masalah multikolinieritas
3. Menggunakan bentuk nonlinier dari variabel bebas.

2.1.13 Uji Heteroskedastisitas

Menurut Effendi & Setiawan (2014), salah satu cara untuk menguji heteroskedastisitas yaitu metode White. Metode ini tidak menggunakan asumsi normalitas, sehingga sangat mudah untuk diimplementasikan. Proses pengujian dengan metode White ini pada model adalah dengan melakukan regresi tambahan sebagai berikut:

$$\varepsilon_i^2 = \alpha_1 + \alpha_2 X_{2i} + \alpha_3 X_{3i} + \alpha_4 X_{2i}^2 + \alpha_5 X_{3i}^2 + \alpha_6 X_{2i} X_{3i} + \varepsilon_i \quad (2.44)$$

dimana ε_i adalah nilai *error* dari persamaan struktural. Hasil regresi ini bertujuan untuk mendapatkan nilai R^2 yang akan digunakan dalam pengujian hipotesis. Berikut ini hipotesa uji heteroskedastisitas menggunakan metode *white*:

Hipotesis:

$$H_0: \sigma_t^2 = \sigma^2 \text{ (data bersifat heteroskendasitas)}$$

$$H_1: \sigma_t^2 \neq \sigma^2 \text{ (data tidak bersifat heteroskendasitas)}$$

Statistik uji:

$$\chi^2 = n \cdot R^2 \quad (2.45)$$

dengan,

$$R^2 = \frac{(\hat{Y} - \bar{Y})^2}{(Y - \bar{Y})^2} \quad (2.46)$$

dimana:

- n : banyaknya pengamatan
 R^2 : Koefisien determinasi
 χ^2 : distribusi *chi – square*

Keputusan: jika $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel}$ maka H_0 ditolak.

Kesimpulan: jika H_0 ditolak maka ada heteroskedasitas dalam tabel.

2.1.14 Uji Signifikansi Parameter

Menurut Aswi & Sukarna (2006), uji signifikansi parameter dilakukan setelah dilakukan estimasi nilai-nilai parameter yang berguna untuk mengetahui signifikan atau tidaknya suatu parameter. Berikut ini hipotesa uji signifikansi parameter menggunakan uji t .

Hipotesis:

$H_0: \beta = 0$ (parameter tidak signifikan)

$H_1: \beta \neq 0$ (parameter signifikan)

Statistik Uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}}{SE(\hat{\beta})} \quad (2.47)$$

dimana:

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

SE : nilai *standart error*

Keputusan: Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ maka H_0 ditolak.

Kesimpulan: Jika H_0 ditolak maka parameter pada model telah signifikan.

2.1.15 Akaike's Information Criterion (AIC)

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

$$AIC = e^{\frac{2k}{n} \frac{\sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2}{n}} = e^{\frac{2k}{n} \frac{RSS}{n}} \quad (2.48)$$

Dengan:

k = Jumlah parameter yang diestimasi dalam model regresi

n = Jumlah Observasi

$e = 2.718$

u = Sisa (*residual*)

$RSS = Residual Sum of Squares$

Persamaan (2.48) dapat juga ditulis sebagai:

$$\ln AIC = \frac{2k}{n} + \ln \left(\frac{RSS}{n} \right) \quad (2.49)$$

dimana $\ln AIC = \text{natural log}$ 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 terkecilah yang lebih baik (Gujarati dan Porter, 2009: 494).

2.1.16 Schwarz's Information Criterion (SIC)

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

$$SIC = n \frac{k}{n} \frac{\sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2}{n} = n \frac{k}{n} \frac{RSS}{n} \quad (2.50)$$

Dengan:

k = Jumlah parameter yang diestimasi dalam model regresi

n = Jumlah Observasi

u = Sisa (*residual*)

$RSS = \text{Residual Sum of Squares}$

Persamaan (2.50) dapat ditulis juga sebagai:

$$SIC = \left(\frac{k}{n} \right) \ln n + \ln \left(\frac{RSS}{n} \right) \quad (2.51)$$

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

2.3 Saham dan Volatilitas

2.3.1 Saham

Menurut Tandelilin (2017), saham adalah adalah sertifikat yang menunjukkan bukti kepemilikan suatu perusahaan. Pemegang saham memiliki hak klaim atas penghasilan dan kekayaan perusahaan. Apabila perusahaan menghasilkan laba dalam menjalankan bisnisnya, maka sebagian atau seluruh laba dapat dibagikan kepada pemiliknya yaitu pemegang saham sebagai deviden. Menurut Hull (2012), 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:

$$dS_T = \mu S_T dt + \sigma S_T dW_T \quad (2.52)$$

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

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

$$r_t = \ln \left(\frac{S_t}{S_{t-1}} \right) \quad (2.53)$$

dimana:

r : return

t : waktu

S : Harga saham

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

$$S_d = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (r_t - \bar{r})^2} \quad (2.54)$$

dimana:

S_d : Standar deviasi sampel

n : banyaknya pengamatan

r : *return*

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

2.5 Konsep *forecasting* dalam Al-Quran

Dalam kegiatan bisnis, *forecasting* atau Peramalan adalah salah satu hal yang sangat penting karena mempunyai peran besar dalam menentukan masa depan bisnis suatu perusahaan. Menurut Aulia Ishak (2010), peramalan yang dipakai oleh sebuah perusahaan adalah melalui perkiraan yang ilmiah (*educated guess*) karena menggunakan teknik-teknik tertentu. Peramalan adalah pemikiran terhadap suatu besaran, misalnya permintaan terhadap satu atau beberapa produk pada periode yang akan datang. Setiap pengambilan keputusan yang menyangkut keadaan di masa yang akan datang, maka pasti ada peramalan yang melandasi pengambilan keputusan tersebut.

Berikut ini merupakan salah satu konsep *forecasting* dalam Al-quran seperti dalam kisah nabi Yusuf yang dikisahkan dalam surat Yusuf ayat 46-49:

“dan dia (Yusuf) berkata kepada orang yang diketahuinya akan selamat diantara mereka berdua, “Terangkanlah keadaanmu kepada tuanmu”. Maka setan menjadikan dia lupa untuk menerangkan (keadaan Yusuf) kepada tuannya. Karena itu dia (Yusuf) tetap dalam penjara beberapa tahun lamanya.”

Dalam tafsir Ibnu Katsir (2003) dijelaskan bahwa:

Tatkala Yusuf menduga bahwa pelayan minuman raja akan selamat, maka Yusuf mengatakan kepadanya secara diam-diam tanpa diketahui yang lain -*wallahu a'lam*, agar tidak merasa bahwa dia pasti akan disalib, Yusuf mengatakan *“Terangkanlah keadaanmu kepada tuanmu”*, maksudnya, ceritakan kisahku kepada tuanmu, yaitu sang raja. Tetapi orang yang diberi pesan itu lupa menceritakan pesan itu kepada sang raja, dan hal ini termasuk upaya syaitan agar Nabi Allah Yusuf tidak keluar dari penjara. Ini adalah pendapat yang benar, karena kata ganti dalam kalimat *“Maka syaitan menjadikan dia lupa menerangkan (keadaan Yusuf) kepada tuannya.”* Itu kembali kepada orang yang diyakini akan selamat (dan) keluar dari penjara, sebagaimana dikatakan oleh Mujahid, Muhammad bin Ishaq dan lain-lain,

sedangkan kata *bidh'a* (beberapa) menurut Mujahid dan Qatadah digunakan untuk menunjukkan bilangan antara tiga sampai sembilan tahun.

Ayat tersebut merupakan salah satu konsep prediksi yang tercantum dalam Al-Quran. Hal tersebut dapat ditunjukkan pada frasa “...*beberapa tahun lamanya*”. Pada tafsir Ibnu Katsir, frasa tersebut diprediksi antara tiga sampai sembilan tahun. Jika hasil prediksi tersebut dibandingkan dengan nilai sebenarnya, maka nilai hasil prediksi tersebut akan mendekati nilai sebenarnya atau berkisar di sekitar nilai sebenarnya.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pendekatan deskriptif kuantitatif. Pendekatan deskriptif kuantitatif merupakan salah satu jenis penelitian yang menggunakan beberapa penjabaran spesifik berupa data numerik secara terencana, terstruktur dan sistematis. Metode ini juga merupakan metode yang menekankan pada proses penelitian 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

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://id.investing.com/> yang diakses pada tanggal 2 Juni 2020. Data yang digunakan yaitu data harga saham harian PT. Telkom periode April 2019 hingga Maret 2020 dengan jumlah data pengamatan sebanyak 247 hari efektif kerja bursa.

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 Tahap 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.

Adapun langkah-langkah yang digunakan pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

Tahap Analisis Deskriptif dan Uji Hipotesis Data:

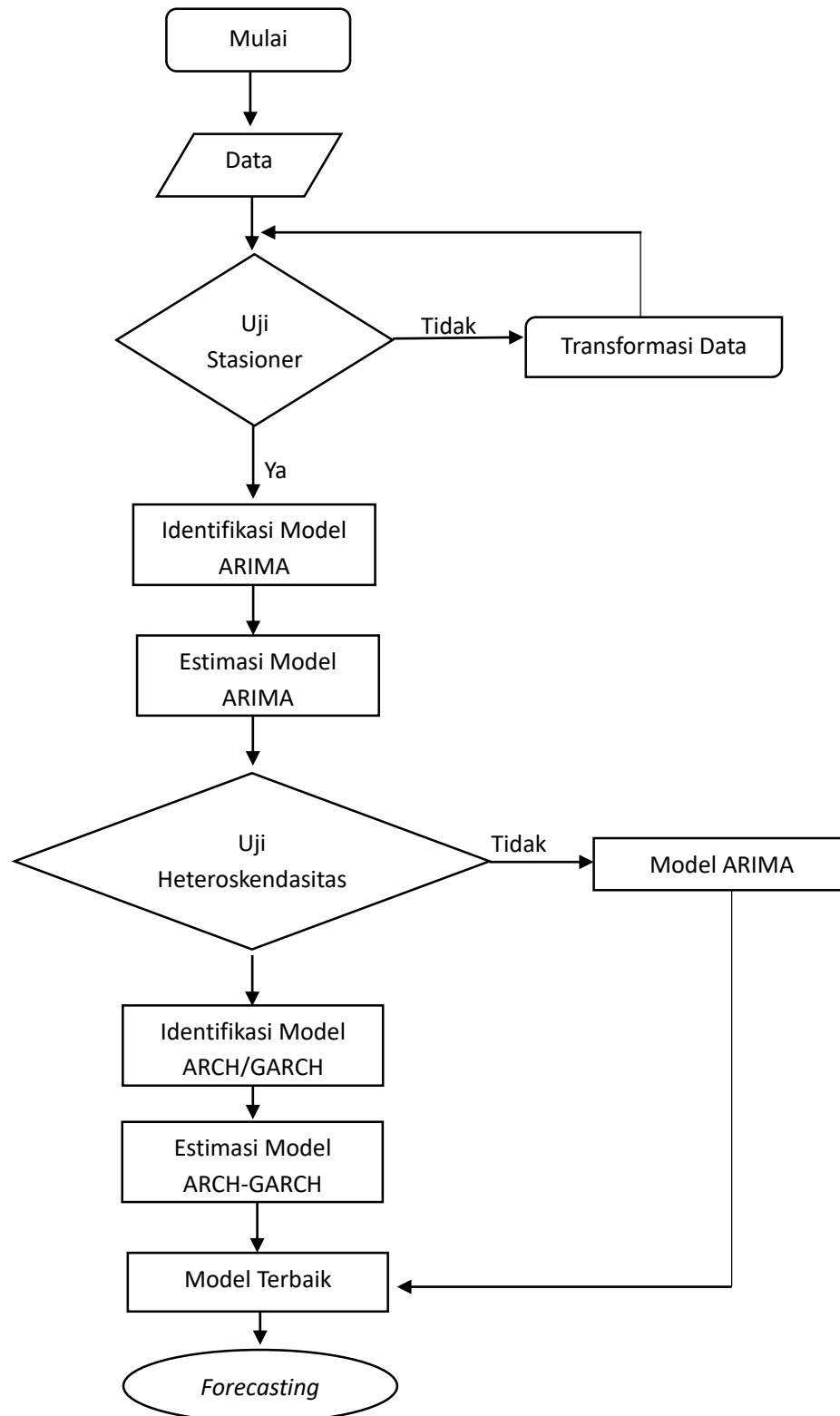
1. Menganalisis data harga saham secara statistik deskriptif

2. Menguji stasioneritas data, dengan menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller* (ACF). Jika data tidak stasioner dalam rata-rata maka dilakukan *differencing*.
3. Mengidentifikasi model ARIMA sementara berdasarkan ordo AR dan MA pada *lag correlogram* ACF dan PACF data.
4. Mengestimasi parameter model ARIMA sementara dengan melihat p value dari setiap parameter harus signifikan yaitu kurang dari $\alpha = 0,05$.
5. Melakukan *diagnostics checking* terhadap model ARIMA yang signifikan, *diagnostics checking* terdiri dari dua yaitu uji independensi residual dan uji heteroskedastisitas.
6. Selanjutnya untuk mendapatkan model ARIMA terbaik akan dibandingkan dengan membandingkan nilai AIC dan SC terkecil dari hasil estimasi model ARIMA dengan metode *Least Squares*.
7. Melakukan uji efek heteroskedastisitas dengan uji *Lagrange Multiplier*, untuk mengidentifikasi apakah masih adanya masalah heteroskedastisitas yang bisa diselesaikan dengan model ARCH-GARCH selanjutnya, memenuhi kriteria apabila nilai LM lebih dari 0,01
8. Mengidentifikasi apakah terkandung ARCH-GARCH dalam model yang selanjutnya akan dimodelkan terhadap data dengan uji *Lagrange Multiplier*.

Tahap Pemodelan ARCH-GARCH

1. Mengidentifikasi model ARCH-GARCH berdasarkan model ARIMA terbaik yang telah teridentifikasi sebelumnya.
2. Mengidentifikasi model ARCH-GARCH sementara berdasarkan ordo AR dan MA pada *lag correlogram* ACF dan PACF data.
3. Melakukan diagnosis model ARCH-GARCH terbaik dengan menggunakan perbandingan nilai Parameter, Uji Signifikansi, Uji Normalitas, diagnosis model dan uji heteroskedastisitas.
4. Memprediksi *log return* harga saham dengan model ARCH-GARCH terbaik yang didapatkan.

3.5 Diagram Urutan Pembentukan Model Terbaik dan *Forecasting*



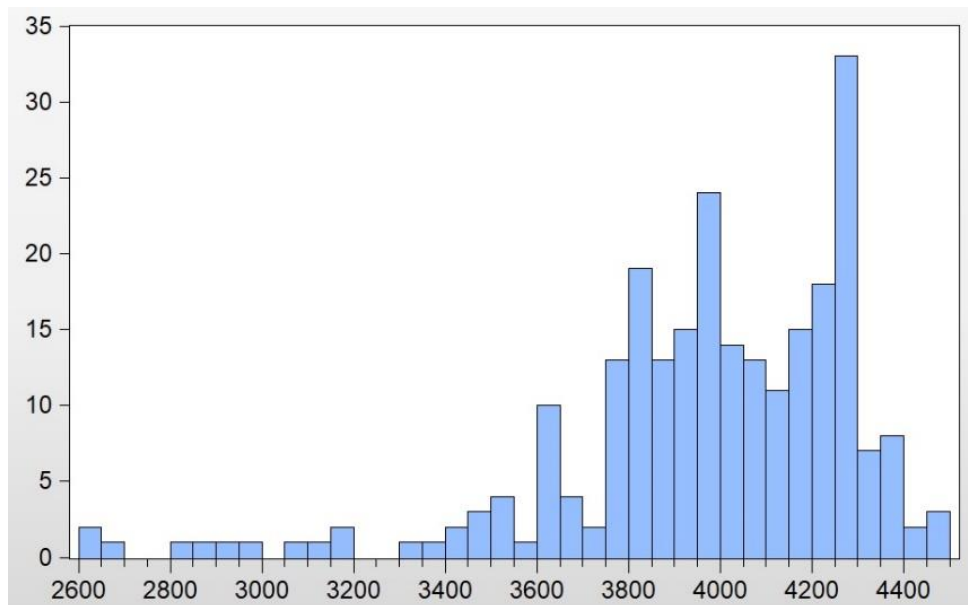
GAMBAR 3.1 Urutan Pembentukan Model Terbaik dan *Forecasting* data PT Telkom

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Deskriptif dan Uji Hipotesa Data

4.1.1 Analisis Statistik Deskriptif Data

Analisis deskriptif digunakan untuk menganalisis data dalam bentuk tabel atau grafik. Statistik deskriptif membahas tentang ukuran penyebaran data, seperti: nilai rata-rata, median, nilai maksimum, nilai minimum, dan nilai standar deviasi. Berikut ini analisis deskriptif dari data harga saham PT. Telkom periode April 2019-Maret 2020



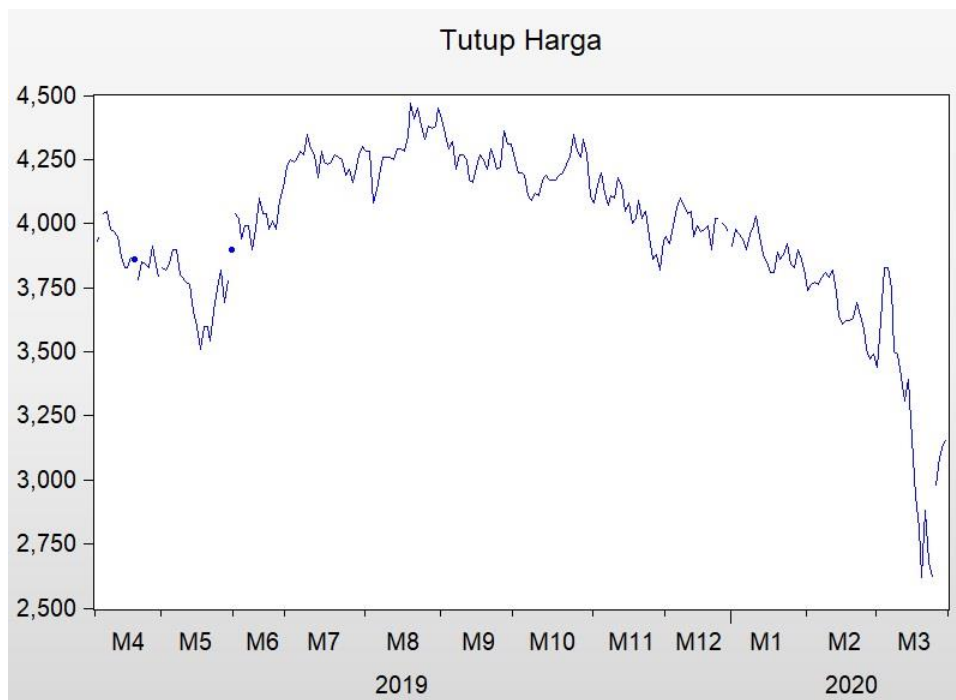
Gambar 4.1 Histogram Data Harga Saham PT. Telkom

Hasil ringkasan data penutupan harga saham PT. Telkom periode April 2019-Maret 2020 indeks harga saham dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 4.1 Ringkasan Data Harga Saham PT Telkom

Nama Data	Nilai	Nama Data	Nilai
Mean	3964.494	Std. Dev	330.0672
Median	4000.000	Skewness	-1.536522
Maximum	4470.000	Kurtosis	6.305154
Minimum	2620.000	Jarque-Bera	209.6169
Probability	0.000000		

Dari Tabel 4.1 dapat disimpulkan bahwa terdapat 247 data harga saham. Rata-rata harga saham PT. Telkom periode April 2019-Maret 2020 sebesar 3964,494. Median sebesar 4000, standar deviasi sebesar 330,0672, nilai maksimum 4470 dan nilai minimum sebesar 2620, nilai *Skewness* sebesar -1,536522, nilai *kurtosis* sebesar 6,305154, nilai *Jeraque-Bera* sebesar 209,6169 dan nilai Probabilitasnya sebesar 0.000000. Ini mengindikasikan bahwa harga saham memiliki pergerakan acak. Untuk mengetahui perubahan harga saham tersebut, dapat diperoleh grafik dengan bantuan *software Eviews* yaitu sebagai berikut.

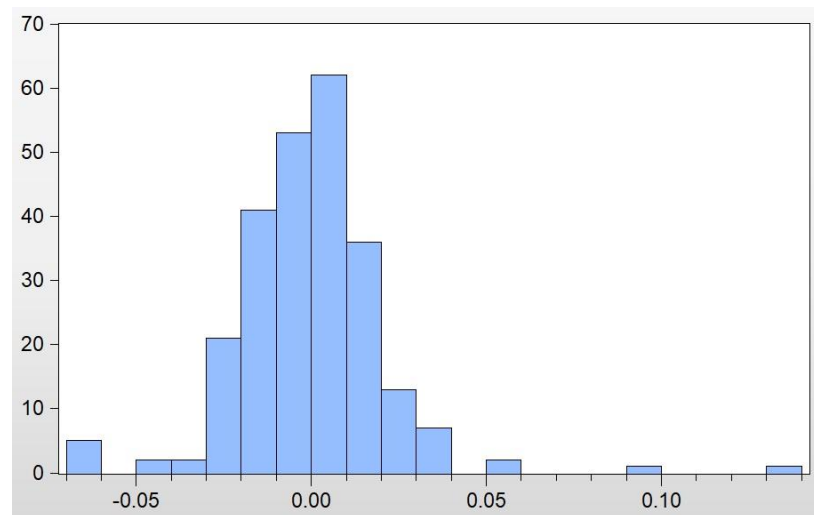


Gambar 4.2 Plot Data Harga Saham PT. Telkom

Pada Gambar 4.2 menunjukkan bahwa proses *time series* tersebut tidak stasioner, karena pergerakan harga PT. Telkom periode April 2019-Maret 2020 berfluktuasi setiap waktu. Sehingga data tidak memiliki rata-rata dan variansi yang konstan setiap waktu sehingga perlu dilakukan uji stasioneritas. Dengan menganalisis lebih lanjut pada data tersebut 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 *logreturn*.

Berikut adalah data *logreturn* PT. Telkom periode April 2019-Maret 2020



Gambar 4.3 Histogram *log return* Harga Saham PT. Telkom

Hasil ringkasan data penutupan harga saham PT. Telkom periode April 2019-Maret 2020 indeks harga saham dapat dilihat pada table berikut.

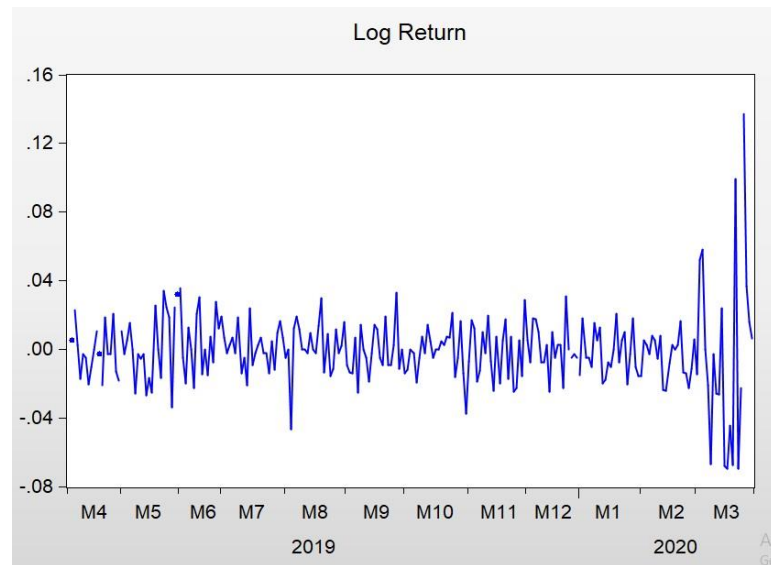
Tabel 4.2 Ringkasan *log return* Harga Saham PT Telkom

Mean	3964.494
Median	4000.000
Maximum	4470.000
Minimum	2620.000
Std. Dev	330.0672
Skewness	-1.536522
Kurtosis	6.305154
Jarque-Bera	209.6169
Probability	0.000000

Berdasarkan Tabel 4.2 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).

4.1.2 Uji Stasioneritas Data

Untuk mengubah data nonstasioner menjadi data yang stasioner terhadap variansi dapat dilakukan dengan transformasi logaritma natural supaya data tersebut stasioner terhadap variansi. Agar pada penelitian ini dapat menggunakan data *log-return* indeks harga saham, maka perlu dilihat kembali kestasioneran data *log-return* harga saham PT Telkom sebagai berikut.



Gambar 4.4 Plot log return Harga Saham PT. Telkom

Pada Gambar 4.4 tersebut menunjukkan bahwa data stasioner dalam *mean*, karena rata-rata pengamatan bernilai konstan setiap waktu. Untuk mengetahui data tersebut stasioner terhadap rata-rata, dapat dilakukan uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) yang dapat disajikan sebagai berikut.

Berikut ini hipotesa untuk uji ADF.

H_0 : data tidak stasioner

H_1 : data stasioner

Dengan kriteria uji yaitu tolak H_0 jika $|t \text{ statistik}| \geq |t_\alpha|$ atau nilai probabilitas < taraf signifikan $\alpha = 0.05$ Hasil uji stasioner terhadap data *logreturn* harga saham dapat dilihat pada Gambar 4.5 sebagai berikut.

Null Hypothesis: LOG_RETURN has a unit root Exogenous: Constant Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=15)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-15.23720	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.456950	
5% level	-2.873142	
10% level	-2.573028	

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

Gambar 4.5 Hasil uji stasioner data harga saham PT Telkom

Berdasarkan Gambar 4.5 di atas diperoleh nilai probabilitas uji ADF sebesar 0,0000. Dengan demikian bahwa nilai probabilitas uji ADF lebih besar daripada taraf signifikan $\alpha = 0.05$ yang berarti H_0 ditolak dan H_1 diterima, sehingga data tersebut sudah stasioner terhadap rata-rata.

4.2. Pemodelan ARCH-GARCH

Sebelum dilakukan identifikasi model ARCH-GARCH, 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 (2.31). 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.

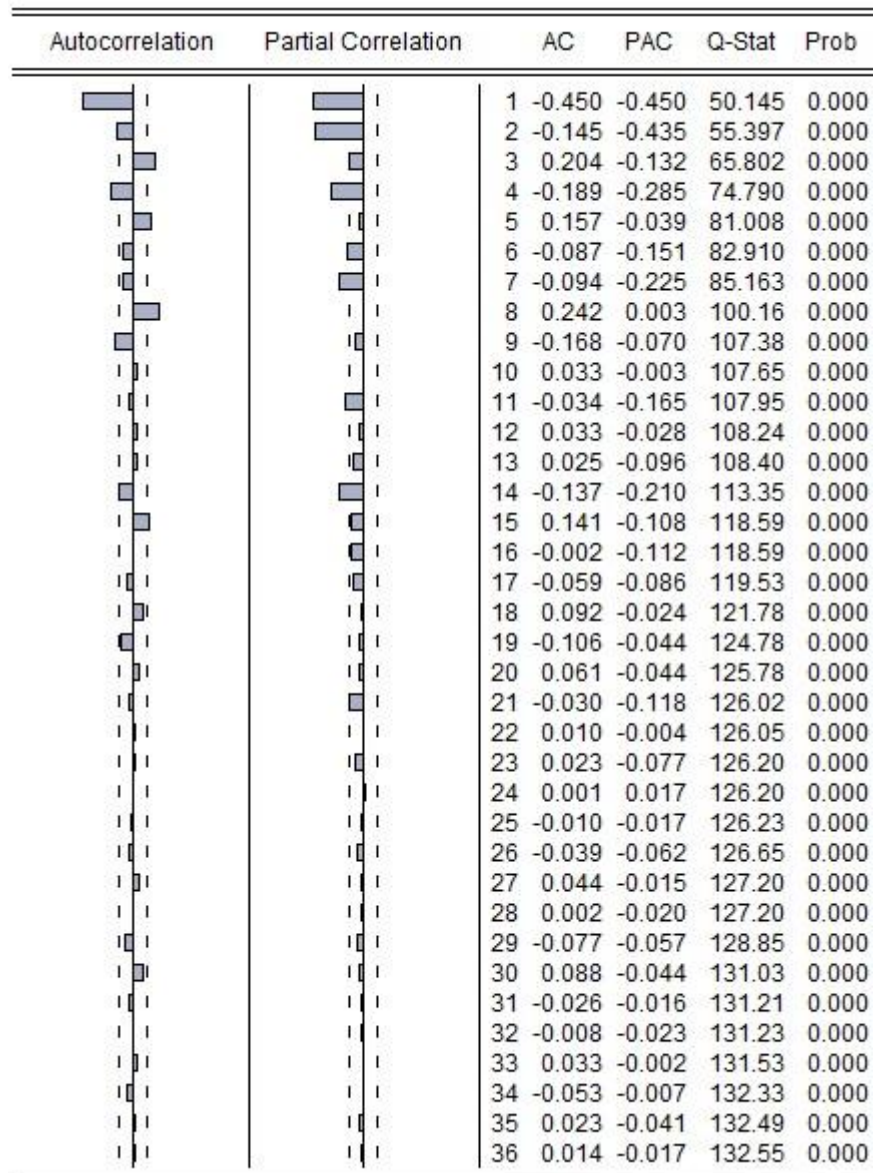
4.2.1 Identifikasi Model ARIMA

Identifikasi model AR dan MA pada data deret waktu dapat dilihat melalui *correlogram*. Berikut *correlogram log return* harga saham PT Telkom:

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.023	0.023	0.1284	0.720
		2	-0.078	-0.078	1.6318	0.442
		3	0.106	0.110	4.4368	0.218
		4	-0.115	-0.130	7.7628	0.101
		5	0.043	0.073	8.2405	0.143
		6	-0.102	-0.147	10.886	0.092
		7	-0.088	-0.037	12.856	0.076
		8	0.120	0.078	16.554	0.035
		9	-0.147	-0.138	22.146	0.008
		10	-0.086	-0.070	24.052	0.007
		11	-0.088	-0.146	26.042	0.006
		12	-0.028	0.021	26.243	0.010
		13	-0.032	-0.112	26.510	0.015
		14	-0.084	-0.046	28.356	0.013
		15	0.132	0.095	32.927	0.005
		16	0.074	0.018	34.380	0.005
		17	0.019	0.039	34.472	0.007
		18	0.078	0.024	36.109	0.007
		19	-0.047	-0.034	36.698	0.009
		20	0.036	-0.014	37.048	0.012
		21	0.004	-0.010	37.051	0.017
		22	0.029	0.074	37.278	0.022
		23	0.037	-0.035	37.657	0.028
		24	0.002	0.044	37.658	0.038
		25	-0.036	-0.049	38.026	0.046
		26	-0.055	-0.017	38.854	0.050
		27	0.002	0.030	38.855	0.065
		28	-0.026	-0.013	39.046	0.080
		29	-0.058	-0.008	39.986	0.084
		30	0.061	0.031	41.025	0.086
		31	0.005	0.022	41.034	0.107
		32	0.003	-0.005	41.036	0.131
		33	0.016	0.003	41.111	0.157
		34	-0.038	-0.018	41.533	0.175
		35	0.012	-0.013	41.572	0.206
		36	0.016	0.020	41.645	0.239

Gambar 4.6 Collegram return Harga Saham PT. Telkom

Berdasarkan Gambar 4.6 terlihat bahwa plot ACF dan PACF menunjukkan nilai koefisien ACF sudah mendekati nol yaitu 0.023 pada lag 1 dan pada setiap lag nilai koefisien ACF relatif kecil, bahkan sampai lag 36 yaitu 0.016 akan tetapi dilihat dari nilai probabilitas relatif lebih besar dari $\alpha = 0.05$, 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:



Gambar 4.7 Collegram log return Harga Saham PT. Telkom setelah differencing satu

Dari hasil *differencing* satu kali, plot ACF dan PACF pada Gambar 4.7 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 alternatif. Plot ACF dan PACF telah di-*differencing* satu kali, sehingga diketahui orde $d = 1$. Pada Gambar 4.7 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.

Selanjutnya, akan ditentukan model ARIMA terbaik dengan mengestimasi model dengan bantuan program *eviews*. Dengan diagnosis Parameter dengan nilai probability lebih besar dari taraf signifikan $\alpha = 0.05$ maka H_0 diterima dengan tanda (V) pada kolom dan tanda (X) mendakan H_0 ditolak. Selain itu dengan mendeteksi apakah masih ada masalah heterokendasitas dengan hasil *residual test* dengan nilai probabilitasnya $< \alpha = 0.05$ berarti adanya masalah heterokendasitas pada data yang ditandai dengan tanda (V) pada tabel, sedangkan tanda (X) menandakan tidak ada masalah heterokendasitas yang mana nilai probabilitasnya $\geq \alpha = 0.5$. Berikut adalah hasil estimasi dari parameter ARIMA yang signifikan:

Tabel 4.3 Uji Estimasi Parameter dan Uji Heteroskedastisitas Model ARIMA

No.	Model ARIMA	Diagnosis Parameter		Heteroskendasitas
		Parameter	Keputusan	
1.	ARIMA (0,1,1)	ϕ_1	X	V
2.	ARIMA (1,1,0)	ω_1	X	V
3.	ARIMA (0,1,4)	ϕ_4	X	V
4	ARIMA (4,1,0)	ω_4	X	V
5	ARIMA(1,1,1)	ω_1	V	V
		ϕ_1	X	
6	ARIMA(1,1,4)	ω_1	X	V
		ϕ_4	V	
7	ARIMA(4,1,1)	ω_4	X	V
		ϕ_1	X	
8	ARIMA(4,1,4)	ω_4	X	V
		ϕ_4	X	

Berdasarkan Tabel 4.3 di atas dapat disimpulkan bahwa semua parameter terdapat masalah heterokendasitas, tetapi tidak semua model signifikan dengan ketentuan hipotesis:

H_0 : Parameter tidak signifikan

H_1 : Parameter signifikan

Sehingga didapatkan bahwa model ARIMA(0,1,1), ARIMA(1,1,0), ARIMA(0,1,4), ARIMA(4,1,0), ARIMA(4,1,1) dan ARIMA(4,1,4) signifikan sedangkan ARIMA(1,1,1) dan ARIMA(1,1,4) tidak signifikan. Selanjutnya model-

model yang signifikan tersebut akan dibandingkan nilai AIC dan SC untuk memperoleh model ARIMA yang terbaik. Berikut ini perbandingan nilai AIC dan SC dari model-model tersebut.

Tabel 4.4 Perbandingan Nilai AIC dan SC Model ARIMA

No.	Model	AIC	SC
1.	ARIMA(1,1,1)	-4.816415	-4.773417
2.	ARIMA(1,1,0)	-4.382523	-4.353858
3.	ARIMA(0,1,4)	-4.186721	-4.158139
4.	ARIMA(4,1,0)	-4.192272	-4.163353
5.	ARIMA(4,1,1)	-4.827697	-4.784318
6.	ARIMA(4,1,4)	-4.217857	-4.174478

Berdasarkan Table 4.4 di atas, dalam membandingkan dua model atau lebih, model dengan nilai AIC terkecil yang lebih baik (Gujarati dan Porter, 2009: 494). Seperti pada AIC, model SIC yang paling kecil yang lebih baik (Gujarati dan Porter, 2009: 494). Maka diperoleh model ARIMA terbaik yaitu ARIMA(4,1,1) karena nilai AIC dan SC dari model ARIMA(4,1,1) karena nilai AIC dan SC ARIMA(4,1,1) adalah paling terkecil dari semua model. Selanjutnya dikarenakan pada model tersebut terdapat masalah heteroskedastisitas, sehingga model tersebut akan diestimasi pada model ARCH/GARCH.

4.2.2 Uji Efek ARCH/ GARCH

Sebelum memodelkan ARCH-GARCH, perlu dilakukan uji efek ARCH untuk mengetahui apakah ada unsur ARCH pada model. Berikut adalah uji hepotesa menggunakan uji *Lagrange Multiplier*:

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_k^2 = 0 \text{ (tidak ada efek ARCH hingga lag } k \text{)}$$

$$H_1 : \text{Paling sedikit terdapat satu } \sigma_k^2 = 0 \text{ (ada efek ARCH paling tidak pada salah satu lag)}$$

Dengan kriteria uji yaitu H_0 ditolak apabila $p \text{ value} < \text{ taraf signifikan } 5\% \text{ atau } \alpha = 0.05$.

Berdasarkan dari hasil uji *Lagrange Multiplier* didapatkan hasil dengan $p \text{ value}$ sebesar 0.0000 yang artinya lebih kecil dari taraf signifikan $\alpha = 0.05$. Hal ini berarti H_0 ditolak, maka model memiliki efek ARCH sehingga dapat dilakukan pemodelan ARCH/GARCH

4.2.3 Identifikasi Model ARCH / GARCH

Ketidakhomogenan ragam sisaan dari model ARIMA dapat di atasi oleh model ragam sisaan GARCH. Model ragam sisaan GARCH mampu mengatasi permasalahan heteroskedastisitas sisaan. Hasil uji ARCH LM pada model rata-rata (model ARIMA) menunjukkan bahwa terdapat komponen ARCH pada sisaan. Hal ini ditunjukkan oleh nilai probabilitas yang kurang dari taraf nyata 5% atau $\alpha = 0.05$. Tabel 2 memperlihatkan terdapat 5 lag yang dipengaruhi oleh komponen ARCH. Artinya terdapat 5 koefisien ARCH yang harus diduga nilainya. Banyaknya komponen ARCH yang terdeteksi menyebabkan model menjadi tidak efisien karena banyak parameter yang harus diduga nilainya.

Pada analisis ARIMA sebelumnya diketahui bahwa model ARIMA terbaik adalah ARIMA(4,1,1,) yang akan digunakan pada pemodelan estimasi untuk menentukan model ARCH/GARCH. Sedangkan pada estimasi ARCH-GARCH diidentifikasi dengan pendugaan sementara yaitu model GARCH(1,1,0), GARCH(0,1,1), GARCH(1,1,1). Selanjutnya dari ketiga model ARCH/GARCH tersebut parameter model ARCH/GARCH dengan mengestimasi model. Berikut gambar hasil estimasi GARCH(1,1,0), GARCH(0,1,1), dan GARCH(1,1,1).

Dependent Variable: D(LOG_RETURN)
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution
Date: 06/04/21 Time: 14:55
Sample (adjusted): 4/10/2019 3/31/2020
Included observations: 241 after adjustments
Convergence achieved after 88 iterations
MA Backcast: 4/09/2019
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
GARCH = C(4) + C(5)*RESID(-1)^2 + C(6)*RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-2.86E-06	1.38E-05	-0.207804	0.8354
AR(4)	-0.167599	0.053036	-3.160096	0.0016
MA(1)	-0.994312	0.007785	-127.7290	0.0000

Variance Equation				
C	0.000195	2.62E-05	7.437021	0.0000
RESID(-1)^2	0.318473	0.158500	2.009295	0.0445
RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0)	0.545816	0.365398	1.493756	0.1352

R-squared	0.495348	Mean dependent var	3.69E-05
Adjusted R-squared	0.491107	S.D. dependent var	0.030219
S.E. of regression	0.021557	Akaike info criterion	-5.141616
Sum squared resid	0.110603	Schwarz criterion	-5.054858
Log likelihood	625.5648	Hannan-Quinn criter.	-5.106663
Durbin-Watson stat	1.912796		

Inverted AR Roots	.45-.45i	.45+.45i	-.45+.45i	-.45+.45i
Inverted MA Roots	.99			

Gambar 4.8 Hasil Estimasi GARCH(1,1,0)

Dari Gambar 4.8 di atas didapatkan nilai AIC yang didapatkan sebesar -5.141616, nilai SC sebesar -5.054858 dan nilai *Adjusted R-Squared* sebesar 0.491107.

Dependent Variable: D(LOG_RETURN)
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution
Date: 06/04/21 Time: 14:56
Sample (adjusted): 4/10/2019 3/31/2020
Included observations: 241 after adjustments
Convergence achieved after 143 iterations
MA Backcast: OFF (Roots of MA process too large)
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
GARCH = C(4) + C(5)*RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0) + C(6)*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	3.77E-05	2.20E-06	17.15755	0.0000
AR(4)	-0.134056	0.022633	-5.923092	0.0000
MA(1)	-1.041530	0.003513	-296.4568	0.0000

Variance Equation				
C	2.01E-05	1.62E-05	1.234936	0.2169
RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0)	0.222889	0.113624	1.961625	0.0498
GARCH(-1)	0.836267	0.097485	8.578412	0.0000

R-squared	0.500454	Mean dependent var	3.69E-05
Adjusted R-squared	0.496256	S.D. dependent var	0.030219
S.E. of regression	0.021448	Akaike info criterion	-5.314143
Sum squared resid	0.109484	Schwarz criterion	-5.227384
Log likelihood	646.3542	Hannan-Quinn criter.	-5.279190
Durbin-Watson stat	1.851381		

Inverted AR Roots	.43-.43i	.43+.43i	-.43+.43i	-.43-.43i
Inverted MA Roots	1.04			

Estimated MA process is noninvertible

Gambar 4.9 Hasil Estimasi GARCH(0,1,1)

Dari Gambar 4.9 di atas didapatkan nilai AIC yang didapatkan sebesar -5.314143, nilai SC sebesar -5.227384 dan nilai *Adjusted R-Squared* sebesar 0.496256.

Dependent Variable: D(LOG_RETURN)
Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution
Date: 06/04/21 Time: 14:57
Sample (adjusted): 4/10/2019 3/31/2020
Included observations: 241 after adjustments
Convergence achieved after 38 iterations
MA Backcast: 4/09/2019
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
GARCH = C(4) + C(5)*RESID(-1)^2 + C(6)*RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0) +
C(7)*GARCH(-1)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-6.37E-06	1.55E-05	-0.409902	0.6819
AR(4)	-0.119006	0.063300	-1.880038	0.0601
MA(1)	-0.991989	0.010551	-94.01737	0.0000

Variance Equation				
C	2.69E-05	2.18E-05	1.235986	0.2165
RESID(-1)^2	0.101888	0.051778	1.967778	0.0491
RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0)	0.120361	0.125935	0.955734	0.3392
GARCH(-1)	0.766016	0.129167	5.930425	0.0000

R-squared	0.495347	Mean dependent var	3.69E-05
Adjusted R-squared	0.491107	S.D. dependent var	0.030219
S.E. of regression	0.021557	Akaike info criterion	-5.246266
Sum squared resid	0.110604	Schwarz criterion	-5.145048
Log likelihood	639.1751	Hannan-Quinn criter.	-5.205488
Durbin-Watson stat	1.930795		

Inverted AR Roots	.42-.42i	.42+.42i	-.42+.42i	-.42-.42i
Inverted MA Roots	.99			

Gambar 4.10 Hasil Estimasi GARCH(1,1,1)

Dari Gambar 4.10 di atas didapatkan nilai AIC yang didapatkan sebesar -5.246266, nilai SC sebesar -5.145048 dan nilai *Adjusted R-Squared* sebesar 0.491107.

Selanjutnya dilakukan juga uji normalitas kepada model tersebut dengan hipotesis Keputusan jika JB hitung < *Chi Square* tabel atau nilai Probabilitas > $\alpha = 0.05$ maka H_0 ditolak maka *error* tidak berdistribusi normal dan sebaliknya jika JB hitung > *Chi Square* table atau nilai Probabilitas $\leq \alpha = 0.05$ maka H_0 diterima maka *error* berdistribusi normal. Berikut hasil uji normalitas terhadap model.

Tabel 4.5 hasil uji Normalitas

Model	Jarque Bera	<i>p value</i>
GARCH(1,1,0)	3.830138	0.147332
GARCH(0,1,1)	52.34153	0.00000
GARCH(1,1,1)	3.868649	0.144522

Dari Tabel 4.5 di atas didapatkan bahwa nilai Probabilitas dan nilai JB pada ketiga model. Dengan hipotesis.

H_0 : *error* berdistribusi normal

H_1 : *error* tidak berdistribusi normal

Maka pada model GARCH(1,1,0) didapatkan *p value* $> \alpha = 0.05$ artinya H_0 diterima dan *error* berdistribusi normal. Pada model GARCH(0,1,1) didapatkan *p value* $< \alpha = 0.05$ artinya H_0 ditolak dan *error* tidak berdistribusi normal. Dan pada model GARCH(1,1,1) didapatkan *p value* $> \alpha = 0.05$ artinya H_0 diterima dan *error* berdistribusi normal.

Selanjutnya dilakukan tes heterokendasitas untuk mengetahui apakah pada model tersebut masih adakah masalah heterokendasitas, karena model yang baik adalah model tanpa masalah heteroskendasitas. Dengan hipotesis H_0 diterima jika nilai *p value* $> \alpha = 0.05$ sedangkan H_0 ditolak jika nilai *p value* $\leq \alpha = 0.05$. Berikut adalah hasil tes heteroskendasitas terhadap model.

Tabel 4.6 hasil uji heteroskendasitas

Model	<i>p value</i>
GARCH(1,1,0)	0.3801
GARCH(0,1,1)	0.8992
GARCH(1,1,1)	0.5409

Dari Tabel 4.6 didapatkan nilai *p value* pada masing-masing model dengan hipotesa

H_0 : Bersifat Heteroskendasitas

H_1 : Bersifat Heteroskendasitas

Maka pada model GARCH(1,1,0) mempunyai *p value* sebesar 0.3801 yang artinya lebih besar dari taraf signifikan $\alpha = 0.05$ sehingga H_0 ditolak maka model sudah terbebas dari masalah heteroskendasitas. Pada model GARCH(0,1,1) mempunyai *p value* sebesar 0.8992 yang artinya lebih besar dari taraf signifikan $\alpha = 0.05$ sehingga H_0 ditolak maka model sudah terbebas dari masalah heteroskendasitas. dan pada model GARCH(1,1,1) mempunyai *p value* sebesar 0.5409 yang artinya lebih besar dari taraf signifikan $\alpha = 0.05$

sehingga H_0 ditolak maka model sudah terbebas dari masalah heteroskendasitas. berikut adalah estimasi uji heteroskendasitas pada model GARCH(0,1,1):

$$Z_t - Z_{t-1} = -0,996389(Z_{t-1} - Z_{t-2}) + \varepsilon_{t-1}$$

$$Z_t = -0,996389(Z_{t-1} - Z_{t-2}) + Z_{t-1} + \varepsilon_{t-1}$$

$$Z_t = (-0,996389 + 1)Z_{t-1} + 0,996389Z_{t-2} + \varepsilon_{t-1}$$

$$Z_t = 0.003611Z_{t-1} + 0,996389Z_{t-2} + \varepsilon_{t-1}$$

$$Y_t - Y_{t-1} = \exp(0.003611Z_{t-1} + 0,996389Z_{t-2} + \varepsilon_{t-1})$$

Karena perlu tentukan model terbaik dari ketiga model tersebut, maka perlu dibandingkan hasil dari setiap nilai yang didapat. Hasil perbandingan dari ketiga model tersebut sebagai berikut

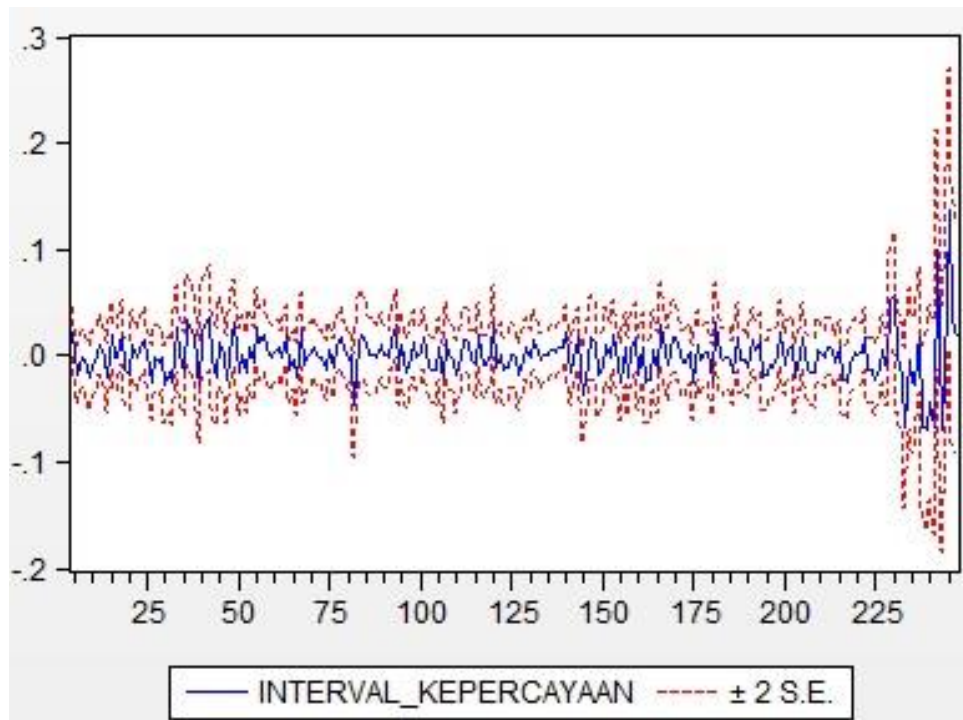
Tabel 4.7 hasil uji heteroskendasitas

MODEL	<i>R squared</i>	AIC	SC	Normalitas	Heterokendasitas
GARCH(1,1,0)	0.491107	-5.141616	-5.054858	V	X
GARCH(0,1,1)	0.496256	-5.314143	-5.227384	X	X
GARCH(1,1,1)	0.491107	-5.246266	-5.145048	V	X

Berdasarkan Tabel 4.7 di atas dengan membandingkan nilai AIC dan SC terkecil maka didapat bahwa model GARCH(0,1,1) mempunyai nilai paling terkecil dari ketiga model tersebut. Tetapi pada kasus ini GARCH(0,1,1) tidak berdistribusi normal sehingga dianggap gugur dalam penentuan model terbaik. Maka dari model GARCH(1,1,0) dan GARCH(1,1,1) didapatkan bahwa kedua model berdistribusi normal dan tidak terdapat masalah heteroskendasitas tetapi model GARCH(1,1,1) -lah yang mempunyai nilai AIC dan SC terkecil sehingga GARCH(1,1,1) adalah yang terbaik. Selanjutnya akan dilakukan *forecasting* atau peramalan dengan menggunakan model terbaik yang didapatkan.

4.2.4 Peramalan dengan Model ARCH/GARCH

Dari data analisis sebelumnya didapatkan model terbaik adalah GARCH(1,1,1) yang selanjutnya akan digunakan untuk meramalkan indeks harga saham PT. *Telkom*. 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 PT *Telkom* adalah sebagai berikut.



Gambar 4.11 Grafik hasil forecast terhadap data PT Telkom

Gambar 4.11 merupakan grafik hasil peramalan indeks harga saham PT. Telkom dalam periode bulan April 2019 sampai Maret 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 GARCH(1,1,1) mendekati data aktual dengan hasil seperti berikut:

Tabel 4.8 hasil forecasting data PT Telkom

<i>Root Mean Squared Error</i>	0.030156
<i>Mean Absolute Error</i>	0.019982
<i>Mean Abs. Precent Error</i>	171.7365
<i>Theil Inequality Coefficient</i>	0.699160
<i>Bias Proportion</i>	0.000002
<i>Variance Proportion</i>	0.000000
<i>Covariance Proportion</i>	0.999998

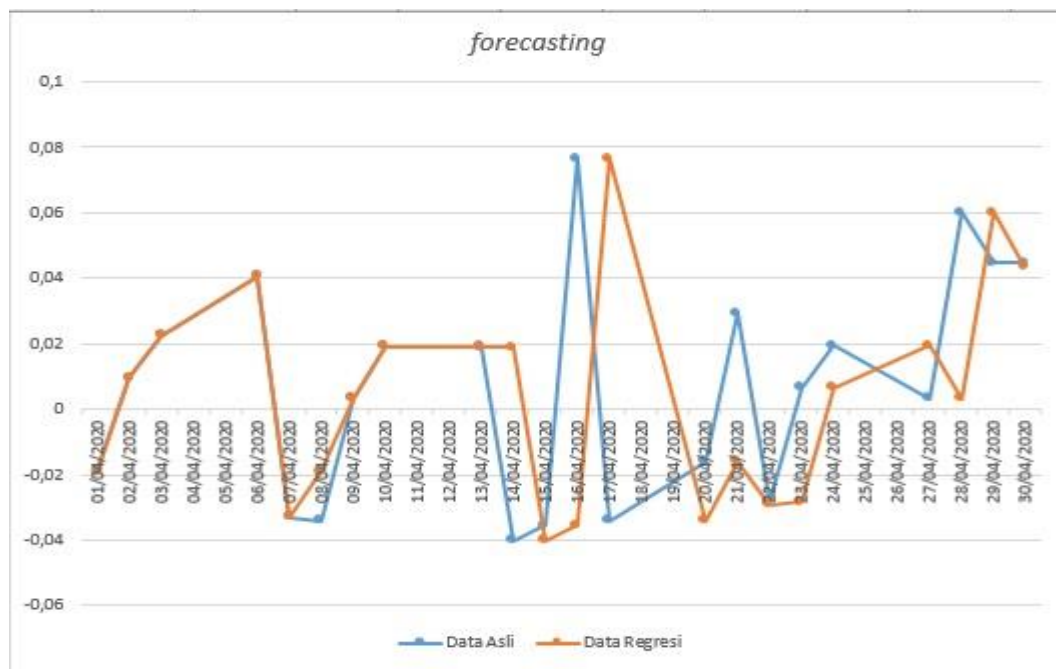
Pada Tabel 4.8 di atas didapatkan nilai *Root Mean Squared Error* sebesar 0.030156, nilai *Mean Absolute Error* sebesar 0.019982, nilai *Mean Abs. Precent Error* sebesar 171.7365, nilai *Theil Inequality Coefficient* sebesar 0.699160, nilai *Bias Proportion* 0.000002, nilai *Variance Proportion* sebesar 0.000000 dan nilai *Covariance Proportion* sebesar 0.999998.

Kemudian dilakukan *forecasting* untuk nilai saham satu bulan kedepan yaitu

periode april 2020. Karena data yang dimodelkan adalah data *return* maka untuk menghitung harga saham PT. Telkom pada masa yang akan datang menggunakan sifat algoritma menjadi,

$$s_t = (s_{t-1})(\exp(z_t))$$

Berikut hasil grafik *forecasting* harga saham PT *Telkom* periode April 2020. Berikut grafik hasil perbandingan dari hasil *forecast* pada nilai *log return* saham periode april 2020 dengan data asli.



Gambar 4.12 Grafik perbandingan hasil forecast terhadap data asli PT Telkom periode april 2020 (output ms.excel)

Dari Gambar 4.12 terdapat perbedaan yang tidak terlalu jauh antara data asli dengan data hasil *forecast* GARCH(1,1,1). Namun dari grafik tersebut disimpulkan bahwa nilai peramalan hampir sangat mendekati nilai asli pada sepuluh hari awal peramalan dan semakin menjauhi nilai asli pada data peramalan selanjutnya.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada penelitian ini, dapat diambil kesimpulan bahwa model terbaik dalam prediksi nilai saham PT *Telkom* periode April 2019 sampai Maret 2020 adalah dengan menggunakan model ARIMA (4,1,1) tetapi didapatkan masih terdapatnya masalah heteroskendasitas sehingga perlu diselesaikan lebih lanjut dengan model ARCH/GARCH yang mana didapatkan model terbaik untuk pemodelan data yaitu model GARCH(1,1,1). Selanjutnya dilakukan *forecasting* atau peramalan satu bulan selanjutnya terhadap *log return* harga saham PT *Telkom* periode april 2019 sampai maret 2020 yakni pada periode april 2020 dan didapatkan bahwa hasil peramalan pada hari pertama sampai dengan hari kesepuluh hampir mendekati nilai asli, dan nilai peramalan semakin menjauh terhadap nilai asli dinilai-nilai selanjutnya.

5.2 Saran

Dalam penlitian ini menggunakan data *log return* harga saham PT *Telkom*, yang dimodelkan dengan model ARCH/GARCH. Oleh karena itu peneliti mengharapkan pada penelitian selanjutnya bisa mengembangkan dengan menggunakan model dan data lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansofino. 2016. *Buku Ajar Ekonometrika*. Yogyakarta: Deepublish.
- Ariefianto, Moch. Doddy. 2012. *Ekonometrika: Esensi dan Aplikasi dengan Menggunakan Eviews*. Jakarta: Erlangga.
- Aswi dan Sukarna. 2006. *Analisis Deret Waktu Teori dan Aplikasi*. Makassar: Andira Publisher
- Bisgaard, Soren dan Kulahci, Murat. 2011. *Time Series Analysis and Forecasting by Example*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Bollerslev, Tim. 1986. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*. 33(3).
- Brockwell, Peter J dan Davis, Richard A. 2002. *Introduction to Time Series and Forecasting Second Edition*. New York: Springer-Verlag New York, Inc.
- Box, George E. P., Jenkins, Gwilym M., Reinsel, Gregory C., dan Ljung, Greta M. 2016. *Time Series Analysis Forecasting and Control Fifth Edition*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Effendi, Nury dan Setiawan, Maman. 2014. *Ekonometrika: Pendekatan Teori dan Terapan*. Jakarta: Salemba Empat.
- Ekananda, M. 2015. *Ekonometrika Dasar untuk Penelitian Ekonomi, Sosial, dan Bisnis*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Engle, Robert F. 1982. Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of The Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*. 50(4).
- Gujarati, D. 2003. *Basic Econometrics*. New York: Thw McGraw-Hill Companies, Inc.
- Gujarati, D dan Porter, D. C. 2010. *Basic Econometrics Fifth Edition*. Terjemahan E. Mardanugraha, S. Wardhani dan C. Mangunsong. Jakarta: Salemba Empat.
- Hadi, Sutrisno. 2015. *Statistik*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Hanke, John E. dan Whichern, Dean. 2014. *Business Forecasting Ninth Edition*. United States of Amerika: Pearson Education Limited.
- Hull, J.C. 2012. *Options, Futures, and Other Derivatives (Eight Edition)*. England: Pearson.

- Makridakis, Spyros G., Wheelwright, Steven C., dan Hyndman, Rob J. 1999. *Forecasting Methods and Applications Third Edition*. Terjemahan Untung S.Andriyanto dan Abdul Basith. Jakarta: Erlangga.
- Mulyana. 2004. *Buku Ajar Analisis Deret Waktu*. Bandung: FMIPA UNPAD.
- Pandia, M., D., B., Debatara, N., N., Martha, S. 2019. *Pemodelan Volatilitas Saham Menggunakan Model Asymmetric Power Autoregressive*
- Porter, D. N. Gujarati dan D.C. (2009). *Basic Econometrics Fifth Edition*. New York: Mc Graw Hill.
- Raykov, Tenko dan George A. Marcoulides. 2013. *Basic Statistics An Introduction with R*. United Kingdom: Rowman & Littlefield Publisher, Inc.
- Suliyanto. 2011. *Ekonomi Terapan: Teori dan Aplikasi dengan SPSS*. Yogyakarta: Andi.
- Tandelilin, Eduardus. 2017. *Pasar Modal Manajemen Portofolio & Investasi*. Yogyakarta: PT Kanisius.
- Wei, W. 2006. *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods Second Edition*. New York: Pearson Education, Inc.
- Widiyati, N. S. 2013. Penggunaan Model *Black-Scholes* untuk Penentuan Harga Opsi Jual Beli Tipe Eropa. *Buletin Ilmiah Math. Stat. Dan Terapannya*, 02(1)

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data indeks harga saham PT. Telkom.

Tanggal	Tutup Harga	Log Return
01/04/2019	3.930	
02/04/2019	3.950	0,005089059
04/04/2019	4.040	0,02278481
05/04/2019	4.050	0,002475248
08/04/2019	3.980	-0,017283951
09/04/2019	3.970	-0,002512563
10/04/2019	3.950	-0,005037783
11/04/2019	3.870	-0,020253165
12/04/2019	3.830	-0,010335917
15/04/2019	3.830	0
16/04/2019	3.870	0,010443864
18/04/2019	3.860	-0,002583979
22/04/2019	3.780	-0,020725389
23/04/2019	3.850	0,018518519
24/04/2019	3.840	-0,002597403
25/04/2019	3.830	-0,002604167
26/04/2019	3.910	0,020887728
29/04/2019	3.860	-0,012787724
30/04/2019	3.790	-0,018134715
02/05/2019	3.830	0,01055409
03/05/2019	3.820	-0,002610966
06/05/2019	3.840	0,005235602
07/05/2019	3.900	0,015625
08/05/2019	3.900	0
09/05/2019	3.800	-0,025641026
10/05/2019	3.790	-0,002631579
13/05/2019	3.770	-0,005277045
14/05/2019	3.760	-0,00265252
15/05/2019	3.660	-0,026595745
16/05/2019	3.600	-0,016393443
17/05/2019	3.510	-0,025
20/05/2019	3.600	0,025641026
21/05/2019	3.600	0
22/05/2019	3.540	-0,016666667
23/05/2019	3.660	0,033898305
24/05/2019	3.750	0,024590164
27/05/2019	3.820	0,018666667
28/05/2019	3.690	-0,034031414
29/05/2019	3.780	0,024390244

31/05/2019	3.900	0,031746032
10/06/2019	4.040	0,035897436
11/06/2019	4.020	-0,004950495
12/06/2019	3.940	-0,019900498
13/06/2019	3.990	0,012690355
14/06/2019	3.990	0
17/06/2019	3.900	-0,022556391
18/06/2019	3.980	0,020512821
19/06/2019	4.100	0,030150754
20/06/2019	4.040	-0,014634146
21/06/2019	4.040	0
24/06/2019	3.980	-0,014851485
25/06/2019	4.010	0,007537688
26/06/2019	3.980	-0,007481297
27/06/2019	4.090	0,027638191
28/06/2019	4.140	0,012224939
01/07/2019	4.220	0,019323671
02/07/2019	4.250	0,007109005
03/07/2019	4.240	-0,002352941
04/07/2019	4.250	0,002358491
05/07/2019	4.280	0,007058824
08/07/2019	4.270	-0,002336449
09/07/2019	4.350	0,018735363
10/07/2019	4.290	-0,013793103
11/07/2019	4.270	-0,004662005
12/07/2019	4.180	-0,021077283
15/07/2019	4.280	0,023923445
16/07/2019	4.240	-0,009345794
17/07/2019	4.230	-0,002358491
18/07/2019	4.240	0,002364066
19/07/2019	4.270	0,007075472
22/07/2019	4.260	-0,00234192
23/07/2019	4.250	-0,002347418
24/07/2019	4.190	-0,014117647
25/07/2019	4.210	0,00477327
26/07/2019	4.160	-0,011876485
29/07/2019	4.200	0,009615385
30/07/2019	4.270	0,016666667
31/07/2019	4.300	0,007025761
01/08/2019	4.280	-0,004651163
02/08/2019	4.280	0
05/08/2019	4.080	-0,046728972
06/08/2019	4.130	0,012254902

07/08/2019	4.210	0,01937046
08/08/2019	4.260	0,011876485
09/08/2019	4.260	0
12/08/2019	4.260	0
13/08/2019	4.250	-0,002347418
14/08/2019	4.290	0,009411765
15/08/2019	4.290	0
16/08/2019	4.280	-0,002331002
19/08/2019	4.340	0,014018692
20/08/2019	4.470	0,029953917
21/08/2019	4.410	-0,013422819
22/08/2019	4.450	0,009070295
23/08/2019	4.380	-0,015730337
26/08/2019	4.330	-0,011415525
27/08/2019	4.380	0,011547344
28/08/2019	4.370	-0,002283105
29/08/2019	4.380	0,00228833
30/08/2019	4.450	0,015981735
02/09/2019	4.410	-0,008988764
03/09/2019	4.350	-0,013605442
04/09/2019	4.290	-0,013793103
05/09/2019	4.320	0,006993007
06/09/2019	4.210	-0,025462963
09/09/2019	4.270	0,014251781
10/09/2019	4.270	0
11/09/2019	4.250	-0,004683841
12/09/2019	4.170	-0,018823529
13/09/2019	4.160	-0,002398082
16/09/2019	4.220	0,014423077
17/09/2019	4.270	0,011848341
18/09/2019	4.250	-0,004683841
19/09/2019	4.210	-0,009411765
20/09/2019	4.290	0,019002375
23/09/2019	4.250	-0,009324009
24/09/2019	4.210	-0,009411765
25/09/2019	4.220	0,002375297
26/09/2019	4.360	0,033175355
27/09/2019	4.310	-0,01146789
30/09/2019	4.310	0
01/10/2019	4.250	-0,013921114
02/10/2019	4.200	-0,011764706
03/10/2019	4.200	0
04/10/2019	4.190	-0,002380952

07/10/2019	4.110	-0,019093079
08/10/2019	4.090	-0,00486618
09/10/2019	4.120	0,007334963
10/10/2019	4.110	-0,002427184
11/10/2019	4.170	0,01459854
14/10/2019	4.190	0,004796163
15/10/2019	4.170	-0,00477327
16/10/2019	4.170	0
17/10/2019	4.170	0
18/10/2019	4.190	0,004796163
21/10/2019	4.200	0,002386635
22/10/2019	4.230	0,007142857
23/10/2019	4.260	0,007092199
24/10/2019	4.350	0,021126761
25/10/2019	4.280	-0,016091954
28/10/2019	4.260	-0,004672897
29/10/2019	4.330	0,016431925
30/10/2019	4.270	-0,013856813
31/10/2019	4.110	-0,037470726
01/11/2019	4.080	-0,00729927
04/11/2019	4.150	0,017156863
05/11/2019	4.200	0,012048193
06/11/2019	4.120	-0,019047619
07/11/2019	4.070	-0,012135922
08/11/2019	4.110	0,00982801
11/11/2019	4.100	-0,00243309
12/11/2019	4.180	0,019512195
13/11/2019	4.150	-0,007177033
14/11/2019	4.050	-0,024096386
15/11/2019	4.080	0,007407407
18/11/2019	4.000	-0,019607843
19/11/2019	4.020	0,005
20/11/2019	4.090	0,017412935
21/11/2019	4.020	-0,017114914
22/11/2019	4.050	0,007462687
25/11/2019	3.950	-0,024691358
26/11/2019	3.860	-0,02278481
27/11/2019	3.880	0,005181347
28/11/2019	3.820	-0,015463918
29/11/2019	3.930	0,028795812
02/12/2019	3.950	0,005089059
03/12/2019	3.920	-0,007594937
04/12/2019	3.990	0,017857143

05/12/2019	4.060	0,01754386
06/12/2019	4.100	0,009852217
09/12/2019	4.070	-0,007317073
10/12/2019	4.040	-0,007371007
11/12/2019	4.050	0,002475248
12/12/2019	3.950	-0,024691358
13/12/2019	3.990	0,010126582
16/12/2019	3.970	-0,005012531
17/12/2019	3.980	0,002518892
18/12/2019	3.990	0,002512563
19/12/2019	3.900	-0,022556391
20/12/2019	4.020	0,030769231
23/12/2019	4.020	0
26/12/2019	4.000	-0,004975124
27/12/2019	3.990	-0,0025
30/12/2019	3.970	-0,005012531
02/01/2020	3.910	-0,01511335
03/01/2020	3.980	0,017902813
06/01/2020	3.960	-0,005025126
07/01/2020	3.940	-0,005050505
08/01/2020	3.900	-0,010152284
09/01/2020	3.960	0,015384615
10/01/2020	3.980	0,005050505
13/01/2020	4.030	0,012562814
14/01/2020	3.950	-0,019851117
15/01/2020	3.880	-0,017721519
16/01/2020	3.850	-0,007731959
17/01/2020	3.810	-0,01038961
20/01/2020	3.810	0
21/01/2020	3.890	0,020997375
22/01/2020	3.860	-0,007712082
23/01/2020	3.880	0,005181347
24/01/2020	3.920	0,010309278
27/01/2020	3.840	-0,020408163
28/01/2020	3.830	-0,002604167
29/01/2020	3.900	0,018276762
30/01/2020	3.860	-0,01025641
31/01/2020	3.800	-0,015544041
03/02/2020	3.740	-0,015789474
04/02/2020	3.760	0,005347594
05/02/2020	3.770	0,002659574
06/02/2020	3.760	-0,00265252
07/02/2020	3.790	0,007978723

10/02/2020	3.810	0,005277045
11/02/2020	3.790	-0,005249344
12/02/2020	3.820	0,007915567
13/02/2020	3.730	-0,023560209
14/02/2020	3.640	-0,024128686
17/02/2020	3.610	-0,008241758
18/02/2020	3.620	0,002770083
19/02/2020	3.620	0
20/02/2020	3.630	0,002762431
21/02/2020	3.690	0,016528926
24/02/2020	3.640	-0,013550136
25/02/2020	3.590	-0,013736264
26/02/2020	3.510	-0,022284123
27/02/2020	3.470	-0,011396011
28/02/2020	3.490	0,005763689
02/03/2020	3.440	-0,014326648
03/03/2020	3.620	0,052325581
04/03/2020	3.830	0,05801105
05/03/2020	3.830	0
06/03/2020	3.750	-0,020887728
09/03/2020	3.500	-0,066666667
10/03/2020	3.490	-0,002857143
11/03/2020	3.400	-0,025787966
12/03/2020	3.310	-0,026470588
13/03/2020	3.390	0,024169184
16/03/2020	3.160	-0,067846608
17/03/2020	2.940	-0,069620253
18/03/2020	2.810	-0,044217687
19/03/2020	2.620	-0,067615658
20/03/2020	2.880	0,099236641
23/03/2020	2.680	-0,069444444
24/03/2020	2.620	-0,02238806
26/03/2020	2.980	0,13740458
27/03/2020	3.090	0,036912752
30/03/2020	3.140	0,01618123
31/03/2020	3.160	0,006369427

RIWAYAT HIDUP



Rhazilun Marsyahid Badu, lahir di Bajo pada tanggal 07 Januari 1996, biasa dipanggil Azil atau lebih akrab disapa “Ajil”. Anak pertama dari pasangan suami istri Arsyad Badu dan Ahidah Agam, serta mempunyai 3 saudara yakni; Khumaira Marsyahidah Badu, Badrun Marsyahid Badu dan Sadly Marsyahid badu.

Pendidikan dasarnya ditempuh di SD Islam Cokro Aminoto 1 Kalabahi lulus pada tahun 2008. Setelah itu melanjutkan sekolah di SMP negeri 4 Malang lulus tahun 2011. Selanjutnya menempuh pendidikan formal di SMA Negeri 7 Malang dan SMA Negeri 1 Kalabahi lalu lulus tahun 2014. Selanjutnya, pada tahun yang sama melanjutkan pendidikan di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang melalui jalur Mandiri Prestasi dengan mengambil Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi.

Selama menjadi mahasiswa, dia berperan aktif pada organisasi intra kampus, ekstra kampus, terutama pada bidang non-Akademik yakni bidang olahraga Bulutangkis. Dia termasuk atlet bulutangkis yang masih aktif sampai sekarang dan seringkali mewakili UIN Malang di beberapa kompetisi Bulutangkis antar kampus seperti LIGA MAHASISWA (LIMA), INSERSIO Cup, BATAVIA Cup dan beberapa turnamen bulutangkis lainnya. Prestasi yang paling terkenang adalah Juara 2 Olimpiade Machung se-Jawa Timur & Juara II Liga Mahasiswa Region Jawa Timur. Penulis juga dalam mengembangkan skill non-akademik, mengambil beberapa keahlian dibidang perwasitan bulutangkis yang mana berhasil mendapatkan sertifikat dan predikat wasit bulutangkis terbaik se Jawa Timur pada tahun 2019 melalui kegiatan PBSI “Penataran dan Pelatihan Perwasitan Jawa Timur”. Dia pernah menjabat sebagai ketua bulutangkis UIN Malang priode 2015-2016. Penulis dapat dihubungi melalui gmail: rhazilun@gmail.com



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 : Rhazilun Marsyahid Badu
NIM : 14610091
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Matematika
Judul Skripsi : Pemodelan Harga Saham Dengan Pendekatan Model
ARCH-GARCH (Studi Kasus: Harga Saham PT *Telkom*)
Pembimbing I : Abdul Aziz, M.Si
Pembimbing II : Dr. Usman Pagalay, M.Si

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1	19 November 2020	Konsultasi Bab I, Bab II, Bab III dan Bab IV	1.
2	12 Januari 2020	Konsultasi Kajian Keagamaan pada Bab I dan Bab II	2.
3	23 Maret 2021	Revisi Bab I, Bab II, Bab III dan Bab IV	3.
4	14 April 2021	Revisi Kajian Keagamaan pada Bab I dan Bab II	4.
5	16 April 2021	Konsultasi Bab III, Bab IV, Bab V	5.
6	23 April 2021	Revisi Bab IV dan Bab V	6.
7	16 April 2021	ACC Bab I, Bab II, Bab III, Bab IV, Bab V dan Kajian Keagamaan Bab I dan Bab II	7.
8	9 Mei 2021	Konsultasi Keseluruhan	8.
9	5 Juni 2021	Revisi Keseluruhan	9.
10	16 Juni 2021	ACC Keseluruhan	10.

Malang, 17 Juni 2021
Mengetahui,
Ketua Program Studi Matematika

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