

**PENERAPAN *ARCH-GARCH MODEL* TERHADAP PREDIKSI HARGA  
SAHAM PT XXX DALAM MASA *COVID-19***

**SKRIPSI**



**UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A**

Disusun Oleh  
**ERIA LINTA KAMARATHI**  
**H72217023**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL  
SURABAYA**

**2021**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Eria Linta Kamaratih

NIM : H72217023

Program Studi : Matematika

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul "PENERAPAN *ARCH-GARCH MODEL* TERHADAP PREDIKSI HARGA SAHAM PT XXX DALAM MASA *COVID-19*". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 27 Januari 2021

Yang menyatakan

A yellow postage stamp with a red and black design, featuring the text "METAL" and "STAMP" and a serial number "BE6AJX686257553". A handwritten signature in black ink is written over the stamp.

Eria Linta Kamaratih  
NIM. H72217023

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama : Eria Linta Kamaratih  
NIM : H72217023  
Judul Skripsi : PENERAPAN *ARCH-GARCH MODEL* TERHADAP  
PREDIKSI HARGA SAHAM PT XXX DALAM MASA  
*COVID-19*

telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 18 Juni 2021

Pembimbing I



Yuniar Farida, M.T  
NIP. 197905272014032002

Pembimbing II



Dr. Abdulloh Hamid, M.Pd  
NIP. 1985000828201403103

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Matematika  
UIN Sunan Ampel Surabaya



Aris Fanani, M.Kom  
NIP. 198701272014031002

## PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : ERIA LINTA KAMARATIH  
NIM : H72217023  
Judul Skripsi : PENERAPAN *ARCH-GARCH MODEL* TERHADAP  
PREDIKSI HARGA SAHAM PT XXX DALAM MASA  
*COVID-19* (Studi kasus : Data Harian Penutupan Saham  
PT.HM. Sampoerna, Tbk Bulan Maret 2020 - Desember  
2021)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
pada tanggal 3 Februari 2022

Mengesahkan,

Tim Penguji

Penguji I



Putroue Keunhala Intan, M.Si

NIP. 198805282018012001

Penguji II



Wika Dianita Utami, M.Sc

NIP. 199206102018012003

Penguji III



Yuniar Farida, M.T

NIP.197905272014032002

Penguji IV



Dr. Abdulloh Hamid, M.Pd

NIP. 1985000828201403103

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Jember  
Surabaya



Dr. Sri Wati, Fakhatur Rusydiyah, M.Ag

NIP. 12272005012003



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA  
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300  
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Eria Linta Kamaratih  
NIM : H72217023  
Fakultas/Jurusan : SAINTEK / Matematika  
E-mail address : erialinta96@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi  Tesis  Desertasi  Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PENERAPAN ARCH - GARCH MODEL TERHADAP PREDIKSI  
HARGA SAHAM PT XXX DALAM MASA COVID-19

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya,

Penulis

( ERIA LINTA KAMARATHI )  
nama terang dan tanda tangan

## ABSTRAK

### PENERAPAN *ARCH-GARCH MODEL* TERHADAP PREDIKSI HARGA SAHAM PT XXX DALAM MASA *COVID-19*

Penelitian ini menyelidiki peristiwa yang terjadi saat penyebaran virus covid-19 pada harga saham. Beberapa saham perusahaan yang terdaftar dalam BEI turun secara drastis dan maraknya aksi penjualan saham oleh investor. Salah satu perusahaan yang terdampak hal itu adalah PT.HM. Sampoerna, Tbk. Keadaan saham saat krisis merupakan hal yang menantang bagi para investor untuk melakukan identifikasi dan pemodelan saham. Tujuan dari penelitian ini adalah memodelkan harga saham PT. HM. Sampoerna, Tbk dengan menggunakan metode ARCH-GARCH sebagai model yang dapat menangkap efek heterokedastisitas. Data yang digunakan adalah penutupan harga saham dari Maret 2020 hingga Desember 2021. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa GARCH (2,1) merupakan model terbaik dalam memodelkan harga saham PT. HM. Sampoerna, Tbk berdasarkan nilai absolut AIC sebesar 9,592174 dan SC sebesar 9.653783. Akurasi peramalan MAPE menghasilkan nilai sebesar 1.4825. Penelitian ini berkontribusi terhadap penerapan metode ARCH-GARCH dalam prediksi saham sehingga masyarakat mendapatkan informasi sebagai pertimbangan dalam berinvestasi saham.

**Kata kunci:** pandemi *covid-19*, prediksi, *ARCH-GARCH* saham PT. HM Sampoerna, heterokedastisitas

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## ABSTRACT

### APPLICATION OF THE ARCH-GARCH MODEL TO PREDICTION STOCK PRICE PT XXX IN THE TIME OF COVID-19

This study investigates events that occur during the spread of the covid-19 virus on stock prices. Several shares of companies listed on the IDX fell drastically and there were a lot of selling actions by investors. One of the companies affected by this is PT. HM. Sampoerna, Tbk. Stock conditions during a crisis are a challenge for investors to conduct stock analysis and modeling. The purpose of this study is to model the stock price of PT. HM. Sampoerna, Tbk using the ARCH-GARCH method as a model that can capture the effect of heteroscedasticity. The data used is the closing stock price from March 2020 to December 2021. The results of this study indicate that GARCH (2,1) is the best model in modeling the stock price of PT. HM. Sampoerna, Tbk based on the absolute value of AIC of 9.592174 and SC of 9.653783. MAPE forecasting accuracy produces a value of 1.4825. This research contributes to the application of the ARCH-GARCH method in stock prediction so that the public gets information as a consideration in investing in stocks. **Kata kunci:** covid-19 pandemic, prediction, ARCH-GARCH, stock of PT. HM. Sampoerna, Heteroskedasticity

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING</b>	<b>ii</b>
<b>PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN</b>	<b>iv</b>
<b>MOTTO</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xv</b>
<b>I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	7
1.3. Tujuan Penelitian	7
1.4. Batasan Masalah	7
1.5. Manfaat Penelitian	7
1.6. Sistematika Penulisan	8
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>10</b>
2.1. Investasi	10
2.2. Saham	11
2.3. Analisis Saham	13
2.3.1. Analisis <i>Fundamental</i>	13
2.3.2. Analisis Teknikal	13
2.4. <i>Volatilitas</i> Harga Saham	14
2.5. Pemodelan Deret Waktu ( <i>Time Series</i> )	15

2.6. <i>Stationeritas</i> . . . . .	16
2.6.1. Uji ADF( <i>Augmented Dickey – Fuller</i> ) . . . . .	16
2.6.2. <i>ACF-PACF</i> . . . . .	17
2.6.3. <i>Differencing</i> . . . . .	17
2.7. PEMODELAN ARIMA ( <i>Box - Jenkins</i> ) . . . . .	19
2.8. <i>ARCH-GARCH</i> . . . . .	23
2.9. Heterokedastisitas . . . . .	31
2.10. Pemilihan Kriteria Terbaik (AIC dan SC ) . . . . .	32
2.11. Uji Akurasi Peramalan (MAPE) . . . . .	32
2.12. Integrasi Keilmuan . . . . .	34
<b>III METODE PENELITIAN</b> . . . . .	<b>38</b>
3.1. Jenis Penelitian . . . . .	38
3.2. Variabel Penelitian . . . . .	38
3.3. Teknik Analisis Data . . . . .	38
3.4. Flowchart . . . . .	40
<b>IV Hasil dan Pembahasan</b> . . . . .	<b>41</b>
4.1. Uji Stasioneritas . . . . .	42
4.2. Proses ARIMA . . . . .	46
4.2.1. Identifikasi Model ARIMA . . . . .	46
4.2.2. Estimasi Parameter dan Signifikansi ARIMA . . . . .	46
4.2.3. Uji Kesesuaian Model ARIMA . . . . .	47
4.3. <i>ARCH-GARCH</i> . . . . .	50
4.3.1. Identifikasi Model ARCH-GARCH . . . . .	50
4.3.2. Estimasi Parameter dan Signifikansi ARCH-GARCH . . . . .	50
4.3.3. Uji Kesesuaian Model ARCH-GARCH . . . . .	52
4.4. Uji Akurasi Peramalan . . . . .	54
4.5. Integrasi Keislaman Pada Sains dan Teknologi dalam Al-Quran dan Hadis . . . . .	57
<b>V Kesimpulan dan Saran</b> . . . . .	<b>61</b>
5.1. Kesimpulan . . . . .	61

5.2. Saran . . . . .	61
<b>DAFTAR PUSTAKA . . . . .</b>	<b>63</b>
<b>A Data Harga Saham Pt. HM. Sampoerna, Tbk . . . . .</b>	<b>70</b>
<b>B Lampiran B Estimasi Parameter ARIMA . . . . .</b>	<b>78</b>
<b>C Lampiran B Estimasi Parameter ARCH-GARCH . . . . .</b>	<b>80</b>



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR TABEL

2.1	<b>Kriteria Pemodelan ARIMA</b> . . . . .	20
2.2	<b>Kriteria Nilai MAPE</b> . . . . .	33
4.1	Tabel Deskriptif Data Penutupan Saham . . . . .	41
4.2	Hasil Uji Estimasi dan Signifikansi Model ARIMA . . . . .	47
4.3	Hasil Uji ARCH LM ARIMA . . . . .	49
4.4	Hasil Estimasi Prediksi dan Aktual GARCH (2,1) . . . . .	56
1.1	Data Harga Saham Pt. HM. Sampoerna, Tbk Periode 31 Maret 2020 - 06 Desember 2021 . . . . .	70

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR GAMBAR

3.1	Diagram Alur Penelitian . . . . .	40
4.1	Grafik data Penutupan Saham PT. HM. Sampoerna, Tbk . . . . .	42
4.2	Hasil Uji ADF Tingkat Level . . . . .	43
4.3	Hasil <i>Differencing</i> Tingkat 1 . . . . .	44
4.4	Hasil Uji ADF Tingkat Dif=1 . . . . .	44
4.5	Hasil ACF-PACF Data Harga Saham PT. HM. Sampoerna, Tbk . . . . .	45
4.6	<i>Correlogram Residual</i> ARIMA (9,1,0) . . . . .	48
4.7	Hasil Uji <i>Correlogram Residual</i> Kuadrat GARCH (2,1) . . . . .	52
4.8	Hasil Uji ARCH LM GARCH (2,1) . . . . .	53
4.9	Hasil Peramalan GARCH (2,1) . . . . .	55
4.10	Hasil Peramalan Harga Saham PT. HM. Sampoerna, Tbk . . . . .	57

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Akhir tahun 2019, warga dikejutkan oleh laporan dari negara Cina kepada World Health Organization (WHO) bahwa terdapat 44 pasien yang mengalami gejala *pneumonia* berat tepatnya di Kota Wuhan, China. Penyakit ini dikenal dengan sebutan virus *corona* atau *covid-19* (Syafriada, 2020). Virus ini dianggap mematikan karena telah memakan korban jiwa sebesar 80.000 orang meninggal dunia, sehingga WHO secara resmi mengumumkan bahwa *covid - 19* sebagai pandemi global pada awal Maret 2020 (Mishra & Mishra, 2020). Beberapa upaya telah dilakukan baik oleh individu maupun pemerintah untuk mengurangi dampak pandemi seperti *social distance*, *work from home*, karantina mandiri, pembatasan perjalanan domestik dan internasional. Upaya tersebut sering dikenal dengan istilah *lock down* atau "PSBB" (Pembatasan Sosial Berskala Besar) (Liu et al., 2017).

Salah satu negara yang memberlakukan kebijakan PSBB adalah Indonesia. Berdasarkan peraturan pemerintah, PSBB diselenggarakan pada wilayah yang terdampak virus *covid-19* seperti Jakarta, Surabaya, Bandung, dan lain-lain. Wilayah tersebut wajib melaksanakan pembatasan kegiatan di tempat umum baik kegiatan secara akademik maupun sosial. Namun, kebijakan ini mengakibatkan terganggunya kegiatan ekonomi masyarakat, sehingga pertumbuhan ekonomi Indonesia mengalami penurunan, termasuk pada pasar saham (BEI). Ada perubahan yang terjadi pada pasar saham secara signifikan sesudah masuknya *covid-19* dan diberlakukannya kebijakan PSBB. Dalam waktu singkat, indeks harga saham perusahaan yang terdaftar pada pasar saham (BEI) turun secara drastis, nilai - nilai perusahaan menurun, dan meningkatnya aksi penjualan aset di pasar saham (BEI) (Senol & Zeren, 2020). Salah satu perusahaan yang berada di bawah tekanan tersebut adalah

perusahaan industri seperti PT.HM.Sampoerna, Tbk. (Rizwan et al., 2020).

Berdasarkan data BEI, saham PT. HM. Sampoerna, Tbk berada di nilai 2090 poin di awal tahun, namun tercatat per 2 Maret 2020 turun menjadi 1675 poin, harga saham perusahaan ini terus menurun pada bulan selanjutnya dan turun kembali sebesar 70 poin atau 4,39 persen. Penurunan harga saham tersebut dapat mengancam kehidupan para investornya dan juga mengancam kinerja dari perusahaan tersebut. Selain dikarenakan keadaan ekonomi negara, hal ini juga dipicu karena perusahaan mengumumkan bahwa karyawannya dinyatakan positif terjangkit *COVID-19*, sehingga perusahaan harus melakukan kebijakan karantina dan menghentikan kegiatan produksi selama beberapa bulan. Kebijakan tersebut sangat mempengaruhi harga sahamnya dan memicu timbulnya sikap "*panic selling*" para investor.

*Panic selling* diartikan sebagai peningkatan dalam order penjualan untuk investasi tertentu karena tertekan oleh turunnya harga saham, investor akan cenderung menjual sahamnya tanpa melakukan evaluasi karena takut mengalami kerugian (Maharani, 2008). Para investor merasa pesimis dengan prospek investasi di perusahaan tersebut dan menjual sahamnya mengingat tidak diketahui waktu berakhirnya wabah ini dan normalnya kegiatan ekonomi dan produksi perusahaan. Hal itu juga berpengaruh terhadap investor yang akan berinvestasi ke perusahaan tersebut (Bai, 2014).

Contohnya PT. HM. Sampoerna, perusahaan yang memiliki reputasi yang baik secara finansial dan produksi sehingga saham pada perusahaan ini termasuk saham bluechips pada BEI. Secara umum, perusahaan yang masuk ke dalam golongan saham *blue chips* termasuk perusahaan yang memiliki rekam jejak yang baik sehingga dianggap perusahaan yang selalu stabil (aset, penjualan dan finansial) sehingga saham pada perusahaan ini sangat diminati para investor karena memiliki volatilitas yang rendah, *return* yang tinggi, tingkat keamanan yang terjamin dan nilai jual yang tinggi kedepannya di pasar saham. Namun juga tidak menutup kemungkinan bahwa berinvestasi di saham bluechips mempunyai resiko yang tinggi, mengingat berinvestasi saham tidak lepas dari resiko.

Para investor harus mempertimbangkan dua hal yaitu tingkat pengembalian saham dan resiko saham kedepannya. Masa pandemi ini PT. HM. Sampoerna juga dikabarkan bahwa karyawannya terjangkit virus *covid-19* pada awal Mei 2020. Perusahaan ini tersorot oleh publik sehingga ramai dalam berita nasional. Berdasarkan alasan tersebut diperlukan suatu prediksi saham dari PT.HM. Sampoerna, Tbk (Srivastava & Ahmad Sheikh, 2016).

Prediksi saham dapat digunakan sebagai alternatif oleh investor untuk mengetahui strategi dalam mengambil keputusan sehingga diharapkan dapat mengurangi kerugian dalam investasi saham. Sebagaimana dijelaskan oleh Allah SWT dalam surat Al- Baqarah ayat 30 sebagai berikut :

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَن يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ

لَكَ قَالَ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ ﴿٣٠﴾

Artinya: Ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada para Malaikat: ”Sesungguhnya Aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi”. Mereka berkata: ”Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi itu orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah, padahal kami senantiasa bertasbih dengan memuji Engkau dan mensucikan Engkau?” Tuhan berfirman: ”Sesungguhnya Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui”

Ayat di atas menjelaskan bahwa manusia merupakan seorang pemimpin yang mengawasi segala sesuatu di bumi. Kepemimpinan ini difungsikan untuk dirinya sendiri dan juga orang lain. Seorang pemimpin diwajibkan untuk mengambil keputusan dengan bijak dengan tujuan agar hasil dari keputusan tersebut digunakan dalam kemakmuran di bumi. Apabila hal ini dikorelasikan dengan keadaan pandemi dan investasi saham, maka keputusan yang bijak dalam memprediksi saham

dapat digunakan untuk mengurangi resiko kedepannya dan kegiatan investasi tetap terlaksana. Rasulullah SAW juga pernah bersabda:

عن الحسن بن علي رضي الله عنهما قال : " حفظت من رسول الله صلى الله عليه وسلم : ( دَعَّ مَا يَرِيْبُكَ إِلَى مَا لَا يَرِيْبُكَ ).

Dari Abu Muhammad Hasan bin Ali bin Abi Thalib berkata: aku teringat perkataan Rasulullah SAW. "Tinggalkan apa yang meragukanmu menuju sesuatu yang engkau yakini." (Riwayat Imam Tirmidzi dan Nasai.

Hadist tersebut menjelaskan bahwa apabila hal yang meragukan harus ditinggal dan lebih baik mengejar hal yang sudah yakin sama seperti mengambil keputusan apabila keputusan tersebut diambil dengan baik tanpa ragu-ragu. Maka keputusan tersebut akan bermanfaat bagi diri sendiri dan juga orang lain. Sebagaimana dalam kaidah fiqh dikatakan sebagai berikut:

الإيثار في القرب مكروه وفي غيرها محبوب

Artinya: "Mengutamakan orang lain dalam urusan ibadah adalah makruh dan dalam urusan selainnya (urusan dunia) adalah disenangi".(As-Suyuthi. t.t: 80)

Kaidah fiqh tersebut dapat dikorelasikan dengan pengambilan keputusan dalam berinvestasi, keputusan yang diambil untuk masalah hidup orang banyak maka keputusan tersebut dianggap sebagai ibadah, sehingga dengan melakukan keputusan dalam memprediksi saham, hasilnya dapat digunakan untuk memecahkan solusi pada saham PT. HM. Sampoerna, Tbk. Prediksi saham dapat dilakukan dengan menggunakan ilmu pengetahuan (perhitungan atau pemodelan matematika).

Terkait dengan prediksi saham dalam ilmu pengetahuan, salah satu model matematika yang banyak digunakan di seluruh dunia untuk berbagai jenis rangkaian waktu dalam penentuan harga saham adalah ARIMA. Metode ARIMA (*Auto-*

*regressive Integrated Moving Average*) merupakan metode peramalan *time series* yang digunakan untuk mengamati suatu variabel pada data yang dikaji misalnya harga saham. Kelebihan dari model ARIMA adalah dapat menerima semua jenis model data dan dapat digunakan dalam prediksi jangka pendek, dengan syarat data harus stasioner dalam means dan varians. Namun, model ini juga memiliki kelemahan yaitu tidak dapat menampung data harga saham yang mengalami penurunan tajam atau yang dikenal dengan volatilitas (Adebiyi et al., 2014).

Volatilitas pada harga saham tersebut biasanya terjadi karena masuknya Informasi (volume perdagangan, inflasi, keadaan ekonomi negara, dan ketidakpastian masa depan perusahaan) ke dalam pasar saham. Informasi tersebut merupakan faktor yang mempengaruhi volatilitas saham. Harga saham yang mengalami penurunan cenderung menghasilkan penurunan return saham. Maka untuk memahami volatilitas digunakan model ARCH (*Auto Regressive Conditional Heteroscedasticity*) atau GARCH (*General Auto Regressive Conditional Heteroscedasticity*) (Mamtha & Srinivasan, 2015).

Model *Autoregressive Conditional Heterokedasticity (ARCH)* dikenalkan pertama kali oleh (Engle, 1982) saat mempresentasikan data inflasi Kerajaan Inggris. *ARCH* merupakan model *autoregresif* yang dapat memprediksi saham berdasarkan data nilai sebelumnya. Model ini memiliki kelebihan yaitu dapat diprediksi melalui nilai *varians*. Hal itu disebabkan karena terjadinya fluktuasi harga yang memicu *varians* dari *residual white noise* yang tidak konstan dan bersifat *heterokedastisitas*. Selain itu *ARCH* adalah *forecasting time series* yang digunakan dalam *single equation* artinya hanya menggunakan satu variabel saja. Namun, model *ARCH* memiliki kekurangan yaitu *ARCH* yang menggunakan *lag* yang panjang mengakibatkan parameter yang diestimasi dalam model juga cukup besar dan varians bersyaratnya bersifat negatif (Engle, 1982). Model *ARCH* akhirnya dikembangkan menjadi model *Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity (GARCH)* oleh Bollerslev untuk menghindari varians bersyarat yang negatif. Model *GARCH* juga menyediakan kerangka kerja yang lebih fleksibel untuk menangkap adanya sifat volatilitas dalam data keuangan dan mudah dipelajari daripada Model *ARCH* (Tim

Bollerslev, 1986).

Beberapa penelitian terdahulu yang menjadi landasan penelitian ini diantaranya penelitian dari (Bhardwaj et al., 2014) yang memprediksi harga gram emas di pasar spot Delhi selama 30 hari dengan menggunakan model *ARIMA* dan model *ARCH - GARCH*. Berdasarkan hasil perhitungan *MAPE* dijelaskan bahwa, model *ARIMA* menghasilkan nilai error yang lebih besar daripada model *ARCH- GARCH* untuk prediksi 60 hari ke depan, ditambah hasil dari uji *ARCH LM* menghasilkan nilai residual yang tinggi yaitu sebesar 0, 895. Hal itu menyiratkan bahwa terdapat volatilitas pada harga emas dan metode *ARCH - GARCH* sangat cocok digunakan untuk memprediksi harga emas yang berfluktuatif (Bhardwaj et al., 2014). Penelitian *ARCH-GARCH* pernah dilakukan oleh (Kingsley & Peter, 2019) untuk *volatilitas* harga ekuitas saham asuransi yang diperdagangkan di Bursa Efek Nigeria. Data yang digunakan adalah data 5 tahun (2011 - 2015). Dari hasil penelitian didapatkan bahwa Model *GARCH* lebih baik daripada model *ARCH*. Model *GARCH* (1,1), menunjukkan model terbaik untuk menangkap volatilitas yang ada di saham asuransi melalui kriteria informasi *Akaike*, *Bayesian*, *Shibata* dan *Hanna Quinn* yaitu sebesar -3.6749, -3.6477, -3.6650, -3.6647 untuk salah satu saham yang menjadi variabel dalam penelitian ini (Kingsley & Peter, 2019). Model *GARCH* pun berkembang dan dikombinasikan dengan metode lainnya, seperti yang dilakukan oleh (Naik et al., 2020) untuk peramalan harga saham ketika terjadi peristiwa krisis saham pada Bank SBI (India). Tahap pertama yang dilakukan adalah menggabungkan *GARCH* dengan metode *LS* dan *LAD* untuk mengidentifikasi korelasi antara mean dan median. Kesimpulannya *GARCH* lebih cocok digunakan untuk memprediksi keadaan saham bila terjadi kembali krisis di masa depan (Naik et al., 2020).

Berdasarkan pemaparan permasalahan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa model *GARCH* dapat digunakan untuk memecahkan masalah volatilitas saham karena adanya kabar buruk, sehingga model *GARCH* cocok digunakan dalam penelitian ini sebagai pemodelan prediksi harga saham pada PT. HM. Sampoerna, Tbk di masa *Covid-19*. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan sebagai pertimbangan pelaku saham untuk melakukan penanaman saham maupun penjualan

saham serta memprediksi harga saham di masa depan.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana persamaan model pada data harga saham PT. HM. Sampoerna dengan menggunakan *GARCH*?
2. Berapakah error dari hasil prediksi saham menggunakan pemodelan *GARCH* ?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

1. Untuk mendapatkan persamaan model pada data harga saham PT. HM. Sampoerna dengan menggunakan *GARCH*.
2. Untuk mengetahui nilai error dari hasil prediksi pemodelan *GARCH*.

### **1.4. Batasan Masalah**

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data penutupan harga saham harian dari PT.HM.Sampoerna, Tbk pada 31 Maret 2020 – 06 Desember 2021.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Berdasarkan tujuan penelitian yang hendak dicapai maka penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat dalam pendidikan baik secara langsung maupun tidak langsung adalah sebagai berikut:

1. Secara Teoritis

Dalam penelitian ini diharapkan dapat menambah sekaligus mengembangkan wawasan dan pengetahuan mengenai metode *GARCH* yang dapat digunakan untuk memprediksi harga saham di masa depan.

## 2. Secara Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberi kemudahan bagi pelaku saham untuk memprediksi harga saham saat terjadi *volatilitas* yang tinggi.

### 1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan dalam menyusun proposal skripsi ini sebagai berikut :

#### 1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini merupakan bab pendahuluan guna sebagai konstruksi awal penelitian berdasarkan kaidah-kaidah akademik dengan demikian pendahuluan dapat disusun menjadi beberapa sebab yakni mengenai latar belakang permasalahan, rumusan masalah berupa pertanyaan-pertanyaan yang hendak dikaji, tujuan dari penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian baik secara teoritis maupun praktis serta sistematika penulisan.

#### 2. BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab II merupakan bab yang berisi tentang kajian pustaka yang menjelaskan mengenai landasan teori mengenai saham dan dasar umum dari metode *ARIMA*, *ARCH*, *GARCH* untuk mengidentifikasi objek kajian penelitian.

#### 3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab III merupakan bab yang berisi tentang objek penelitian yang hendak dikaji yakni data penutupan saham PT.HMSP, metode pengumpulan data, serta alur penelitian yang terbentuk menjadi *flowchart*.

#### 4. BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan hasil dan analisis dari perhitungan estimasi pada data PT. HM. Sampoerna Tbk. dengan menggunakan model *ARCH-GARCH*. Dalam proses perhitungannya akan dibantu dengan alat bantu matematika untuk proses perhitungan dan olah data. Hasil simulasi tersebut akan dijabarkan melalui grafik yang disertai dengan tingkat kesalahan MAPE.

## 5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan dan saran dari hasil pada bab analisis dan pembahasan

## 6. DAFTAR PUSTAKA

## 7. LAMPIRAN



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Investasi

Secara konvensional, investasi merupakan penggunaan uang yang digunakan untuk membeli saham dari suatu perusahaan, produk keuangan atau barang berharga dengan harapan memperoleh dan memaksimalkan keuntungan di masa depan (Kubatova & Krocil, 2020)). Investasi juga dianggap sebagai penunjang teknologi dan berperan penting dalam kinerja perusahaan. Jika perusahaan mengelola investasi dengan baik maka keuntungan yang masuk ke dalam kas perusahaan akan bertambah sehingga hasil keuangan dapat digunakan untuk meningkatkan teknologi dalam berinvestasi (Stores et al., 2013).

Sejalan dengan era globalisasi dan fungsinya terhadap teknologi, investasi berkembang di beberapa sektor yaitu pada sektor riil (ekonomi) dan aset finansial. Investasi ekonomi adalah investasi yang berkaitan dengan investasi tanah, bangunan, mesin yang digunakan untuk memproduksi barang dan jasa. Sedangkan investasi keuangan (*asset financial*) merupakan investasi yang didapat dari investasi ekonomi sehingga menghasilkan aset keuangan. Investasi pada aset keuangan dibagi menjadi dua, yaitu investasi langsung dan tidak langsung. Investasi langsung adalah investasi yang dapat diperjual-belikan di pasar saham misalnya sertifikat, deposito, maupun saham. Sedangkan investasi tidak langsung adalah reksadana (Bodie et al., 2014). Selain karena berkembangnya teknologi, macam-macam investasi tersebut tidak lepas dari konsep investor yang merupakan salah satu kunci dari keberhasilan pasar dalam menjaga harga aset dan nilai emiten agar tetap stabil (Karius, 2016).

Investor adalah pihak - pihak yang melakukan kegiatan investasi. Dalam Investasi, investor digolongkan menjadi dua yaitu Investor individual dan investor

institusional. Investor individual adalah investasi yang dilakukan oleh individu maupun perseorangan. Sedangkan investor institusional dilakukan oleh lembaga atau perusahaan (Abraham & Ikenberry, 1994). Para Investor tersebut memiliki hak dan kewajiban yang sama, mereka harus mengetahui serta memutuskan wujud investasi dan waktu yang tepat untuk membeli suatu aset. Adapun salah satu wujud investasi yang banyak diminati oleh para investor adalah investasi saham di pasar keuangan (Tandelilin, 2010).

## 2.2. Saham

Saham merupakan ekuitas yang memungkinkan investor untuk menggunakan uangnya dalam berinvestasi dengan harapan memperoleh keuntungan (*return saham*) yang lebih tinggi (Adebisi & Lawal, 2015). Saham juga didefinisikan sebagai pembelian atau penyertaan atau kepemilikan saham perusahaan dengan tujuan untuk mendapatkan keuntungan (*return saham*) yang diperoleh dari bagian dividen (laba setelah pajak yang dibagikan kepada pemegang saham) dan melakukan *control management* atas perusahaan yang dibeli (Mudjiyono, 2012). Saham di Indonesia terdapat beberapa jenis diantaranya yaitu saham preferen (*preferen stock*) dan saham biasa (*common stock*). Saham preferen (*preferren stock*) merupakan gabungan antara saham biasa dan obligasi yang berisi kontrak antara investor dan perusahaan sehingga saham ini bisa menghasilkan pendapatan tetap. Sedangkan saham biasa dikenal sebagai ekuitas yang mewakili kepemilikan saham dalam sebuah perusahaan. Saham ini tidak menghasilkan pendapatan tetap karena semua tergantung pada laba perusahaan misalnya saham PT. HM. Sampoerna, Tbk.

Perusahaan ini ("Sampoerna") telah menjadi bagian penting dalam industri tembakau di Indonesia sejak tahun 1913. Produksi dalam perusahaan ini berkembang menjadi dua yaitu Sigaret Kretek Tangan (SKT) dan Sigaret Kretek Mesin (SKM). Populernya beberapa rokok ini mengakibatkan perusahaan terkenal banyak perusahaan yang ingin bekerja sama dengan PT. HM. Sampoerna. Kerja sama yang pernah terjalin diantaranya ialah kerja sama untuk menjadi anak dari PT. Philip Morris Internasional. Selain itu PT. Sampoerna, Tbk juga terus mengembangkan

kinerjanya dengan melangkahakan kaki ke pasar saham. Sejak tanggal 15 Agustus 1990 Sampoerna resmi bergabung dengan Bursa Efek Indonesia dengan kode saham HMSP. BEI juga secara resmi memasukkan saham perusahaan tersebut ke dalam golongan saham bluechips. Masuknya saham PT. HM. Sampoerna, Tbk ke dalam saham bluechips dikarenakan perusahaan memiliki hubungan yang baik dengan para investor, analis, pasar modal dan pemegang saham.

Saham biasa dan saham *prefferen* ini memiliki kelemahan dan kelebihan masing- masing sehingga investor wajib memperhatikan keuntungan yang didapat dalam pembelian saham. Perbedaan tersebut merupakan resiko yang harus dipertimbangkan oleh para investor saat mereka ingin melakukan investasi. Resiko investasi adalah ketidaksamaan antara pengembalian aktual dengan pengembalian yang diharapkan pada awal investasi. Jika hasil yang diharapkan lebih tinggi, maka resiko yang diterima investor juga lebih tinggi (Bodie et al., 2014). Investor yang lebih siap dengan resiko investasi yang lebih tinggi, maka tingkat return yang diharapkan juga tinggi. Demikian pula sebaliknya, investor yang tidak mau menanggung resiko yang terlalu tinggi, tentunya tidak dapat mengharapakan tingkat return yang tinggi karena return saham merupakan factor yang disukai dan ditunggu oleh para investor (Tandelilin, 2010). *Return* saham selalu mengalami fluktuatif, tergantung pada harga penutupan saham yang ditentukan oleh interaksi pelaku pasar terhadap permintaan dan penawaran suatu saham (Puspitaningtyas, 2017). Pasar yang efisien selalu memberi informasi kinerja dan nilai suatu perusahaan karena kedua hal tersebut sangat mempengaruhi harga saham (Adebisi & Lawal, 2015). Ketika kinerja keuangan suatu perusahaan meningkat maka pasar akan terapresiasi dengan naiknya harga saham, begitu pula sebaliknya. Dengan kata lain, kinerja keuangan perusahaan tercermin dari harga sahamnya. Perusahaan harus memberikan informasi yang relevan dan terpercaya kepada para investor (Puspitaningtyas, 2017). Informasi tersebut akan diolah menjadi alat analisis saham oleh para investor dalam pengambilan keputusan guna meminimalisasi resiko pada saham (Adebisi & Lawal, 2015).

### 2.3. Analisis Saham

Analisis saham adalah pendekatan strategis untuk mendapatkan informasi yang baru tentang keadaan maupun perubahan yang terjadi di pasar keuangan sehingga dapat dijadikan dasar untuk mengambil keputusan berinvestasi baik secara *fundamental* maupun secara *teknikal*. Dari faktor *fundamental* dan faktor *teknikal* ini dapat diperkuat dengan beberapa analisis (yakni analisis faktor sosial politik yang meliputi inflasi, kondisi perekonomian maupun politik suatu negara) untuk membantu para investor dalam menganalisis, jika analisis saham yang didapat akurat maka para investor dapat memilih untuk melakukan aksi jual-beli pada saham yang akan menghasilkan keuntungan. Secara umum, terdapat dua analisis saham yaitu analisis *fundamental* dan analisis *teknikal*. Analisis *fundamental* dan *teknikal* memiliki perbedaan dalam beberapa aspek seperti tujuan analisis, cara fungsi dan pelaksanaan, jangka waktu yang digunakan, dan alat yang digunakan (Petrusheva & Jordanoski, 2016).

#### 2.3.1. Analisis *Fundamental*

Analisis *fundamental* adalah proses untuk menentukan nilai keamanan di masa depan dengan menganalisis kombinasi peristiwa makro dan mikro ekonomi serta karakteristik khusus suatu perusahaan (Nielsen & Bender, 2012). Biasanya dalam analisis *fundamental* dapat dipelajari melalui keseluruhan file perusahaan dan laporan keuangannya, termasuk semua berita terbaru tentang perusahaan yang akan dianalisis. Analisis *fundamental* juga menggunakan periode yang lebih lama saat menganalisis saham karena data yang menjadi dasar analisis *fundamental* tidak diterbitkan setiap hari namun setiap triwulan atau tahunan (Petrusheva & Jordanoski, 2016).

#### 2.3.2. Analisis *Teknikal*

Analisis *teknikal* merupakan metode untuk memprediksi harga saham di masa depan dengan menggunakan statistik kinerja masa lalu dari saham tersebut. Ana-

lisis *teknikal* memperhitungkan perubahan harga saham di masa lalu. Analisis *teknikal* didasarkan pada asumsi bahwa pola pergerakan harga saham itu berulang dan dapat menentukan waktu terbaik bagi investor untuk membeli dan menjual. Analisa *teknikal* menggunakan periode yang relatif singkat, bisa berhari-hari, berminggu-minggu atau berbulan-bulan misalnya grafik harga saham dan indeks harga saham gabungan. Grafik harga saham selalu mengalami *fluktuatif* setiap harinya sehingga dapat diselesaikan dengan analisis *teknikal* (Petrusheva & Jordanoski, 2016). Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis *teknikal* terhadap harga saham yang bersifat *fluktuatif* (*volatilitas*)

#### **2.4. Volatilitas Harga Saham**

*Volatilitas* saham adalah penyimpangan dari rata-rata hasil aset selama ini karena harga saham yang tidak stabil (Kotze, 2005). *Volatilitas* juga dipahami sebagai *variabilitas* harga aset yang disebabkan oleh perubahan ekspektasi investor karena arus informasi di pasar saham (termasuk faktor makroekonomi maupun spesifik perusahaan) yang dapat menyebabkan harga mengalami fluktuasi (Mamtha & Srinivasan, 2015). Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi *volatilitas* harga saham yakni volume harga saham, tingkat *inflasi*, dan nilai tukar uang (Gokmenoglu & Fazlollahi, 2015). Jika lebih banyak investor ingin membeli (menjual) saham daripada menjual (membeli) - harga bergerak naik (turun) dan pergerakan harga ini akan menentukan keuntungan dan *volatilitas* pasar saham (Mamtha & Srinivasan, 2015).

Dalam menanggulangi ketidakpastian ini, sangat penting untuk mengukur secara akurat *volatilitas* pengembalian saham di pasar saham yang menjadi sumber alat analisis saham (Bhowmik & Wang, 2020). Seperti yang terjadi pada masa covid-19 ini, *volatilitas* di pasar saham sangat tinggi sehingga menyebabkan investor khawatir dan terjadi kembali penilaian aset sehingga hasilnya mencerminkan informasi yang baru. penilaian tersebut masuk ke dalam kategori *Clustering Volatility*. Pemodelan *volatilitas* return saham biasanya menggunakan model time series karena kejadian yang tidak terduga, fluktuasi yang tidak stabil di pasar keuangan,

dan ketidakpastian harga sehingga perlu dianalisis menggunakan data time series atau data masa lampau (Ganbold et al., 2017).

## 2.5. Pemodelan Deret Waktu (*Time Series*)

Pemodelan deret waktu merupakan penyelidikan empiris dengan tujuan mendeskripsikan serta memodelkan evolusi dari suatu variabel atau beberapa variabel secara statistik dengan cara mengumpulkan dan mempelajari dengan cermat pengamatan deret waktu sebelumnya untuk mengembangkan model yang sesuai yang menggambarkan struktur yang melekat dari deret tersebut sehingga model ini kemudian digunakan untuk menghasilkan nilai masa depan (Sarwar et al., 2014). Model deret waktu juga didefinisikan sebagai model observasi data ( $X_t$ ) dimana ( $X_t$ ) merupakan realisasinya dengan  $t$  adalah waktu, sehingga deret waktu  $t$  untuk observasi adalah  $t = (1, 2, 3, \dots, t)$  (Neusser, 2016).

Dalam pemodelan deret waktu, *stasioneritas* menjadi landasan analisis deret waktu sebelum melakukan prediksi. Deret waktu ( $X_t$ ) dikatakan *stasioner* jika tidak ada pertumbuhan atau penurunan pada data dengan kata lain deret  $((X_{t+1}), \dots, (X_{t+k+t}))$  horizontal untuk semua  $t$ . Namun kebanyakan data deret waktu (keuangan) bersifat *non-stationary* sehingga untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan adanya *differencing* data agar data *stasioner*. Model deret waktu misalnya *ARIMA* membutuhkan *stasioneritas* data karena *ARIMA* hanya dapat dianalisis dengan deret berkala yang *stasioner* (Tsay, 2010).

Seperti yang dilakukan oleh (Putri et al., 2021) pada prediksi harga saham PT. Unilever sebelum *covid-19* yang mengatakan bahwa asumsi *stasioneritas* dalam analisis data deret waktu harus diperiksa sebelum masuk ke dalam tahap identifikasi sehingga penelitian ini akan dilakukan pemodelan *time series* dengan mengstasionerkan data terlebih dahulu (Putri et al., 2021).

## 2.6. Stationeritas

Stasioneritas deret waktu selalu berkaitan dengan proses statistik dalam waktu (Montgomery et al., 2016). Suatu data deret waktu dikatakan stasioner jika tidak terdapat perubahan drastis (*fluktuasi*) di sekitar suatu nilai mean yang konstan dan tidak tergantung pada waktu dan variansi dari *fluktuasi* tersebut (Neusser, 2016). Maksudnya, data *time series* harus stasioner baik dalam mean ataupun dalam varian atau dengan kata lain data tersebut harus memenuhi syarat sebagai berikut (Chuang & Wei, 1991):

1.  $E(y_t) = \mu$  konstan untuk semua  $t$
2.  $Var(y_t) = \sigma^2$  konstan untuk semua  $t$

Uji stasioneritas akan dilakukan dengan dengan cara melihat grafik ACF - PACF *correlogram*. Selain itu uji stasioneritas akan diperkuat dengan uji lainnya yaitu menggunakan uji ADF (Hillmer & Wei, 1991).

### 2.6.1. Uji ADF (*Augmented Dickey – Fuller*)

Dalam proses pengolahan data *time series* biasanya akan dilakukan uji stasioneritas. Salah satu metode yang sering dipakai dalam pengolahan data ekonomi adalah uji *Augmented Dickey – Fuller* (Uji ADF). Uji ini adalah uji unit *root* yang lebih kompleks dibandingkan dengan uji Dickey – Fuller (Tendai et al., 2017). Pengujian unit *root* ADF akan dilakukan pada taraf signifikansi  $\alpha = 0.05$  dengan menggunakan hipotesis sebagai berikut :

$$H_0 \neq \alpha, \text{ data tidak stasioner}$$

$$H_1 = \alpha, \text{ data stasioner}$$

Berdasarkan hipotesis di atas apabila  $p - value \leq \alpha$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima, artinya data tersebut telah stasioner. Cara lain yang dapat dilak-

kukan adalah dengan melihat *t-statistik* dan *critical-value* pada interval kepercayaan 1%, 5%, dan 10% apabila pada penelitian menggunakan uji T sebagai dasar pengambilan keputusan untuk menolak hipotesis pada uji ADF. Pada penelitian ini menggunakan *p-value* dan *t-statistik* guna memudahkan peneliti lainnya untuk dasar pengambilan keputusan dalam menolak hipotesis tanpa menghitung interval kepercayaan. Apabila terjadi ketidakstasioneran pada data, maka akan dilakukan *differencing* data. Selain menggunakan uji tersebut, stasioneritas juga dapat dilakukan dengan menggunakan correlogram ACF-PACF.

### 2.6.2. ACF-PACF

ACF (*Autocorrelation Function*) ( $r_k$ ) merupakan ukuran korelasi antara dua nilai  $X_t$  dan  $X_{t+k}$  serta lag itu sendiri sedangkan PACF  $\rho_k$  adalah parsial korelasi antara  $X_t$  dan  $X_{t+k}$  setelah bergantung pada variabel  $X_{t-1}, X_{t-2}, \dots, X_{t-k+1}$ . Stasioner tidaknya suatu data *time series* dapat dilakukan dengan cara melihat grafik ACF-PACF yang terbentuk. Apabila setelah lag 2 dan 3 grafik ACF-PACF menurun mendekati nol maka data tersebut telah stasioner pada tingkat level (nol). Sedangkan data yang tidak stasioner terjadi apabila terdapat unsur *trend* dalam data mengalami kenaikan dan penurunan secara bertahap. Jika terjadi ketidakstasioneran pada data maka dapat diatasi dengan melakukan *differencing*.

### 2.6.3. Differencing

*Differencing* adalah proses yang dilakukan guna menstasionerkan data dengan cara mengurangi suatu data dengan data periode sebelumnya. Notasi dalam metode *differencing* adalah operator *shift* mundur (*backward shift*) (Makridakis, 1997)).

$$BX_t = X_{(t-1)} \quad (2.1)$$

Atau dapat ditulis

$$B^d X_t = X_{(t-d)} \quad (2.2)$$

Notasi  $B$  yang dipasang pada  $X_t$  adalah operator geser dari  $X_t$  sehingga dapat menggeser data 1 periode ke belakang. Dua penerapan  $B$  untuk  $X_t$  akan menggeser data tersebut 2 periode ke belakang. Menurut (Makridakis, 1997)) *differencing* pertama dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} X'_t &= X_t - X_{(t-1)} \\ &= X_t - BX_t \\ &= (1 - B)X_t \end{aligned} \quad (2.3)$$

Sementara *differencing* kedua dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} X''_t &= X'_t - X'_{(t-1)} \\ &= (X_t - X_{(t-1)}) - (X_{(t-1)} - X_{(t-2)}) \\ &= (X_t - 2X_{(t-1)} - X_{(t-2)}) \\ &= (1 - 2BX_t - B^2X_t) \\ &= (1 - 2B + B^2)X_t \\ &= (1 - B)^2X_t \end{aligned} \quad (2.4)$$

Sehingga untuk periode ke- $d$  persamaan *differencing* dapat ditulis sebagai berikut:

$$X_t^d = (1 - B)^d X_t \quad (2.5)$$

Nilai *stasioner* untuk data yang tidak mengalami *differencing* memiliki nilai  $d = 0$ , dan jika data stasioner setelah *differencing* ke-1 maka  $d$  bernilai 1 dan seterusnya. Data yang telah *stasioner* dalam *means* dapat dilanjutkan ke langkah selanjutnya, yaitu pemodelan data.

## 2.7. PEMODELAN ARIMA (*Box - Jenkins*)

Model *ARIMA* merupakan metode yang dikembangkan oleh George E.P. Box dan Gwilym M. Jenkins, sehingga *ARIMA* disebut juga metode deret waktu *Box-Jenkins*. *ARIMA* adalah teknik yang berguna untuk menilai perubahan harga pasar secara luas, investor dapat memasukkan prediksi dari model *ARIMA* ke dalam strategi investasi di masa depan. Dalam pemodelan *Box Jenkins (ARIMA)* mempunyai beberapa bentuk yaitu *Autoregressive (AR)*, *Moving Average*, *Autoregressive Moving Average (ARMA)*, *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)* (Bakar & Rosbi, 2017). Bentuk dari masing-masing model secara umum adalah sebagai berikut:

### 1. *Autoregressive (AR(p))*

$$X_t = \phi_1 X_{(t-1)} + \phi_2 X_{(t-2)} + \dots + \phi_p X_{(t-p)} + \varepsilon_t \quad (2.6)$$

### 2. *Moving Average (MA(q))*

$$X_t = \theta_0 - \theta_1 \varepsilon_{(t-1)} - \theta_2 \varepsilon_{(t-2)} - \dots - \theta_q \varepsilon_{(t-q)} + \varepsilon_t \quad (2.7)$$

### 3. *Autoregressive Moving Average (ARMA(p, q))*

$$X_t = c + \phi_1 X_{(t-1)} + \dots + \phi_p X_{(t-p)} - \theta_1 \varepsilon_{(t-1)} - \dots - \theta_q \varepsilon_{(t-q)} + \varepsilon_t \quad (2.8)$$

### 4. *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA(p, d, q))*

$$X_t = c + X_{(t-1)} + \phi_1 X_{(t-1)} + \dots + \phi_p X_{(t-p)} - \theta_1 \varepsilon_{(t-1)} - \dots - \theta_q \varepsilon_{(t-q)} + \varepsilon_t \quad (2.9)$$

Keterangan:

$X_t$  = data deret waktu sebagai variabel respon pada waktu ke-t

$X_{t-1}, \dots, X_{t-p}$  = data deret waktu ke-(t-1), ..., (t-p)

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

$\theta_1, \dots, \theta_q$  = parameter - parameter *moving avarage*

$\varepsilon_t$  = nilai kesalahan pada waktu ke-t

$\varepsilon_{(t-1)}, \dots, \varepsilon_{(t-q)}$  = nilai kesalahan pada kurun waktu ke -  $t, t - 1, \dots, t - q$

Identifikasi model pada bentuk ARIMA dilakukan dengan melihat hasil correlogram ACF dan PACF. Plot tersebut digunakan untuk mengidentifikasi orde ARIMA. Berikut merupakan ketentuan plot ACF dan PACF pada model ARIMA seperti tabel di bawah ini:

**Tabel 2.1 Kriteria Pemodelan ARIMA**

Model	ACF	PACF
AR(p)	Menurun secara cepat	<i>Cut off in lag-p</i>
MA(q)	<i>Cut off in lag-q</i>	Menurun secara cepat
AR(p) dan MA (q)	<i>Cut off in lag-p</i>	<i>Cut off in lag-q</i>

Setelah melakukan identifikasi model, tahapan selanjutnya adalah melakukan estimasi parameter dengan menggunakan MLE *maksimum likelihood* untuk mendapatkan nilai taksiran dari masing-masing parameter dan uji signifikansi model lalu dilanjutkan dengan uji kesesuaian model. Metode *maksimum likelihood* merupakan salah satu cara untuk melakukan penaksiran parameter yang tidak diketahui. Prosedur penaksiran *maksimum likelihood* menguji apakah penaksiran maksimum yang tidak diketahui dari fungsi *likelihood* suatu sampel nilainya sudah memaksimalkan fungsi *likelihood*. Apabila  $X_t$  adalah variabel random dengan pdf sebagai berikut:

$$f(X_t : \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_p, \phi_1, \phi_2, \dots, \phi_q) \quad (2.10)$$

dengan  $\theta$  dan  $\phi$  adalah parameter yang tidak diketahui. Maka Prosedur fungsi *likelihood* yang diberikan adalah sebagai berikut:

$$L(X_t; \theta_p, \phi_q) = \ln(\prod_{t=1}^n f(X_t; \theta_p, \phi_q)) = \sum_{t=1}^n \ln f(X_t; \theta_p, \phi_q) \quad (2.11)$$

Penyelesaian dari  $\theta_p$  dan  $\phi_q$  dapat dideferensialkan terhadap  $\theta_p$  dan  $\phi_q$ . Estimasi parameter juga dapat dilakukan dengan memaksimalkan fungsi log likelihood dengan menggunakan asumsi bahwa galat ( $\varepsilon_t$  independen dan  $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$ ). Maka fungsi kepadatan sebagai berikut:  $\varepsilon_t = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n)$  dengan  $t = (1, 2, \dots, n)$  adalah sebagai berikut:

$$f(\varepsilon_t) = (2\pi\sigma_\varepsilon^2)^{-\frac{n}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma_\varepsilon^2} \sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2\right) \quad (2.12)$$

Maka untuk melakukan penyelesaian dari  $\theta_k$  dapat dideferensialkan terhadap  $\theta_k$  dan menyamadengankan nol (0). Apabila persamaan (2.9) adalah persamaan ARIMA, Maka  $\varepsilon_t$  adalah sebagai berikut:  $\varepsilon_t = c + X_t - X_{t-1} - \phi_p X_{t-1} + \theta_q \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$ . Contohnya pada model ARIMA (1,1,1) akan dilakukan estimasi parameter menggunakan MLE pada persamaan (2.12) sebagai berikut:

$$f(\varepsilon_t) = (2\pi\sigma_\varepsilon^2)^{-\frac{n}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma_\varepsilon^2} \sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2\right)$$

$$f(\varepsilon_t) = (2\pi\sigma_\varepsilon^2)^{-\frac{n}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma_\varepsilon^2}\right) \sum_{t=1}^n (X_t - X_{t-1}) - \sum_{t=1}^n \varphi_1(X_{t-1}) + \sum_{t=1}^n \theta_1(\varepsilon_{t-1})$$

$$L_t = \ln(f(\varepsilon_t))$$

$$L_t = \ln\left((2\pi\sigma_\varepsilon^2)^{-\frac{n}{2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma_\varepsilon^2}\right) \left(\sum_{t=1}^n (X_t - X_{t-1}) - \sum_{t=1}^n \varphi_1(X_{t-1}) + \sum_{t=1}^n \theta_1(\varepsilon_{t-1})\right)^2\right)$$

$$L_t = -\frac{n}{2} \ln(2\pi\sigma_\varepsilon^2) - \frac{1}{2\sigma_\varepsilon^2} \left(\sum_{t=1}^n X_t - X_{t-1} - \sum_{t=1}^n \varphi_1(X_{t-1}) + \sum_{t=1}^n \theta_1(\varepsilon_{t-1})\right)^2$$

Maka untuk mencari  $\theta_1$  adalah sebagai berikut:

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \theta_1} = -\frac{2}{2\sigma_\varepsilon^2} \left( \sum_{t=1}^n (X_t - X_{t-1}) - \sum_{t=1}^n \varphi_1(X_{t-1}) + \sum_{t=1}^n \theta_1(\varepsilon_{t-1}) \right) \sum_{t=1}^n (\varepsilon_{t-1})$$

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \theta_1} = -\frac{1}{\sigma_\varepsilon^2} \left( \sum_{t=1}^n (X_t - X_{t-1}) - \sum_{t=1}^n \varphi_1(X_{t-1}) + \sum_{t=1}^n \theta_1(\varepsilon_{t-1}) \right) \sum_{t=1}^n (\varepsilon_{t-1})$$

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \theta_1} = \left( -\sum_{t=1}^n \frac{(X_t - X_{t-1})(\varepsilon_{t-1})}{\sigma_\varepsilon^2} + \sum_{t=1}^n \frac{\varphi_1(X_{t-1})(\varepsilon_{t-1})}{\sigma_\varepsilon^2} - \sum_{t=1}^n \frac{\theta_1(\varepsilon_{t-1})^2}{\sigma_\varepsilon^2} \right)$$

$$\sum_{t=1}^n \frac{\theta_1(\varepsilon_{t-1})^2}{\sigma_\varepsilon^2} = \left( -\sum_{t=1}^n \frac{(X_t - X_{t-1})(\varepsilon_{t-1})}{\sigma_\varepsilon^2} + \sum_{t=1}^n \frac{\varphi_1(X_{t-1})(\varepsilon_{t-1})}{\sigma_\varepsilon^2} \right)$$

$$\theta_1 \sum_{t=1}^n \frac{(\varepsilon_{t-1})^2}{\sigma_\varepsilon^2} = \left( -\sum_{t=1}^n \frac{(X_t - X_{t-1})(\varepsilon_{t-1})}{\sigma_\varepsilon^2} + \sum_{t=1}^n \frac{\varphi_1(X_{t-1})(\varepsilon_{t-1})}{\sigma_\varepsilon^2} \right)$$

$$\theta_1 = \left( -\sum_{t=1}^n \frac{(X_t - X_{t-1})(\varepsilon_{t-1})}{\sigma_\varepsilon^2} + \sum_{t=1}^n \frac{\varphi_1(X_{t-1})(\varepsilon_{t-1})}{\sigma_\varepsilon^2} \right) \sum_{t=1}^n \frac{\sigma_\varepsilon^2}{(\varepsilon_{t-1})^2}$$

$$\theta_1 = \left( -\sum_{t=1}^n \frac{(X_t - X_{t-1})(\varepsilon_{t-1})}{(\varepsilon_{t-1})^2} + \sum_{t=1}^n \frac{\varphi_1(X_{t-1})(\varepsilon_{t-1})}{(\varepsilon_{t-1})^2} \right) \quad (2.13)$$

Sedangkan untuk mencari  $\theta_1$  adalah sebagai berikut:

$$\frac{\partial \ln L}{\partial \theta_1} = -\frac{2}{2\sigma_\varepsilon^2} \left( \sum_{t=1}^n (X_t - X_{t-1}) - \sum_{t=1}^n \varphi_1(X_{t-1}) + \sum_{t=1}^n \theta_1(\varepsilon_{t-1}) \right) \sum_{t=1}^n - (X_{t-1})$$

$$\begin{aligned}
\frac{\partial L_n L}{\partial \theta_1} &= -\frac{1}{\sigma_\varepsilon^2} \left( \sum_{t=1}^n (X_t - X_{t-1}) - \sum_{t=1}^n \varphi_1 (X_{t-1}) + \sum_{t=1}^n \theta_1 (\varepsilon_{t-1}) \right) \sum_{t=1}^n - (X_{t-1}) \\
\frac{\partial L_n L}{\partial \theta_1} &= -\frac{1}{\sigma_\varepsilon^2} \left( \sum_{t=1}^n (X_t - X_{t-1}) (-X_{t-1}) - \sum_{t=1}^n \varphi_1 - (X_{t-1})^2 + \sum_{t=1}^n \theta_1 (\varepsilon_{t-1}) (-X_{t-1}) \right) \\
\frac{\partial L_n L}{\partial \theta_1} &= -\frac{1}{\sigma_\varepsilon^2} \left( \sum_{t=1}^n (X_t (-X_{t-1}) - (X_{t-1})^2) - \sum_{t=1}^n \varphi_1 - (X_{t-1})^2 + \sum_{t=1}^n \theta_1 (\varepsilon_{t-1}) (-X_{t-1}) \right) \\
\frac{\partial L_n L}{\partial \theta_1} &= \left( -\sum_{t=1}^n \frac{(X_t (-X_{t-1}) - (X_{t-1})^2)}{\sigma_\varepsilon^2} + \sum_{t=1}^n \frac{\varphi_1 - (X_{t-1})^2}{\sigma_\varepsilon^2} - \sum_{t=1}^n \frac{\theta_1 (\varepsilon_{t-1}) (-X_{t-1})}{\sigma_\varepsilon^2} \right) \\
\sum_{t=1}^n \frac{\varphi_1 - (X_{t-1})^2}{\sigma_\varepsilon^2} &= \left( \sum_{t=1}^n \frac{(X_t (-X_{t-1}) - (X_{t-1})^2)}{\sigma_\varepsilon^2} + \sum_{t=1}^n \frac{\theta_1 (\varepsilon_{t-1}) (-X_{t-1})}{\sigma_\varepsilon^2} \right) \\
\varphi_1 - (X_{t-1})^2 \sum_{t=1}^n \frac{1}{\sigma_\varepsilon^2} &= \left( \sum_{t=1}^n \frac{(X_t (-X_{t-1}) - (X_{t-1})^2)}{\sigma_\varepsilon^2} + \sum_{t=1}^n \frac{\theta_1 (\varepsilon_{t-1}) (-X_{t-1})}{\sigma_\varepsilon^2} \right) \\
\varphi_1 - (X_{t-1})^2 &= \left( \sum_{t=1}^n \frac{(X_t (-X_{t-1}) - (X_{t-1})^2)}{\sigma_\varepsilon^2} + \sum_{t=1}^n \frac{\theta_1 (\varepsilon_{t-1}) (-X_{t-1})}{\sigma_\varepsilon^2} \right) \sum_{t=1}^n \frac{\sigma_\varepsilon^2}{1} \\
\varphi_1 - (X_{t-1})^2 &= \left( \sum_{t=1}^n (X_t (-X_{t-1}) - (X_{t-1})^2) + \sum_{t=1}^n \theta_1 (\varepsilon_{t-1}) (-X_{t-1}) \right) \\
\varphi_1 &= \left( \sum_{t=1}^n (X_t (-X_{t-1}) - (X_{t-1})^2) + \sum_{t=1}^n \theta_1 (\varepsilon_{t-1}) (-X_{t-1}) \right) + (X_{t-1})^2 \\
\varphi_1 &= \left( \sum_{t=1}^n (X_t (-X_{t-1})) + \sum_{t=1}^n \theta_1 (\varepsilon_{t-1}) (-X_{t-1}) + (X_{t-1})^2 \right)
\end{aligned}$$

Setelah didapatkan maksimum likelihoodnya maka dari semua model yang telah dilakukan akan dipilih model yang signifikan dan memiliki nilai kriteria yang terbaik. Apabila ditemukan indikasi bahwa model mengalami heterokedastisitas, maka akan dilakukan pemodelan ARCH-GARCH.

## 2.8. ARCH-GARCH

Pemodelan pada data *time series* harus memiliki varians error yang bersifat konstan (**homoskedastisitas**), biasanya metode yang banyak digunakan para ana-

lisis adalah model *ARIMA* namun sangat sulit jika data yang ditemukan memiliki varians *error* yang bersifat tidak konstan (**heterokedastisitas**), khususnya pada data keuangan, seperti saham (Engle, 1982). Terjadinya *volatilitas* pada saham tidak dapat dimodelkan dengan regresi biasa. Maka untuk memecahkan masalah tersebut (Engle, 1982) mengembangkan model *ARIMA* menjadi model *ARCH* yang memiliki nilai varians error pada waktu ke- $t$  seperti di bawah ini

$$Var(\varepsilon_t) = \sigma^2 \quad (2.14)$$

Maka hal ini disebut *heterokedastisitas*, karena nilai dari  $Var(X_t) = 1$  menjadi  $Var(X_t) = \sigma^2$ . Model *ARCH* yang diusulkan (Engle, 1982) adalah sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (2.15)$$

Jika  $i = 1, 2, \dots, p$  maka dapat ditulis

$$\begin{aligned} \sigma_t^2 &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \\ &= \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2 \end{aligned} \quad (2.16)$$

dengan ketentuan

$$(\alpha_0 \geq 0; \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p \geq 0)$$

Model *ARCH(p)* dapat diestimasi menggunakan *correlogram residual* kuadrat. Apabila dalam analisis ditemukan model *ARCH (1)* maka persamaan (2.16) berubah menjadi persamaan di bawah ini:

$$\begin{aligned} \sigma_t^2 &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \\ &= \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 \end{aligned} \quad (2.17)$$

Keterangan:

$\varepsilon_t$  = nilai galat pada waktu ke- $t$

$\varepsilon_{t-i}^2$  = kuadrat dari galat waktu ke  $t - i$

$\alpha_0$  =komponen konstanta

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$  = parameter pertama ARCH (1, ..., p) dengan p adalah orde yang diestimasi.

$\sigma_t^2$  = varians residual ke-  $t$

Proses ARCH memiliki kelebihan yaitu dapat melihat periode volatilitas namun tidak rinci untuk melihat periode volatilitas tersebut termasuk tinggi atau rendah (Ruppert, 2011)). Kemudian (Tim Bollerslev, 1986) mengembangkan model ARCH yang dikembangkan oleh (Engle, 1982) menjadi model GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic) dengan memasukkan unsur residual dan varians residual dalam persamaan *autoregressive* (Tim Bollerslev, 1986). Berdasarkan persamaan (2.16) berubah menjadi persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\sigma_t^2 &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \dots + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \\ &= \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_q \sigma_{t-q}^2\end{aligned}\tag{2.18}$$

Maka persamaan (2.18) disebut model *GARCH* ( $p, q$ ) dengan ketentuan sebagai berikut:

$$(\alpha_0 > 0; \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p \geq 0)$$

$$(\beta_0 > 0; \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_q \geq 0)$$

Ada beberapa tahapan dalam metode ARCH dan GARCH yaitu identifikasi model berdasarkan lag pada grafik ACF-PACF dari residual  $\sigma_t^2$  pada metode ARIMA. Selanjutnya dilakukan Estimasi dan Pengujian signifikansi model dan dilan-

jutkan dengan uji kesesuaian model. Sedangkan *Maksimum Likelihood Estimation* (*MLE*) pada model yang bersifat heterokedastisitas seperti model GARCH dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$L_t = -\frac{1}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \ln(\sigma_t^2) - \sum_{i=q+1}^p \frac{\varepsilon_t^2}{2\sigma_t^2} + \ln f(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_p; Y) \quad (2.19)$$

Selanjutnya pada persamaan(2.19) dilakukan penurunan terhadap  $\ln L$ , karena biasanya  $\ln f(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_p; Y)$  diabaikan, maka persamaan(2.19) berubah menjadi sebagai berikut:

$$L_t = -\frac{1}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \ln(\sigma_t^2) - \sum_{i=q+1}^p \frac{\varepsilon_t^2}{2\sigma_t^2} \quad (2.20)$$

Contohnya pada model GARCH(1,1). Berdasarkan persamaan (2.20) dan (2.19), Maka proses MLE parameter adalah sebagai berikut:

$$L_t = -\frac{1}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \ln(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2) - \sum_{i=q+1}^p \frac{\varepsilon_t^2}{2(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)} \quad (2.21)$$

Dalam mendapatkan persamaan *maximum likelihood* pada tiap parameter  $\alpha_0$ ,  $\alpha_1$  dan  $\beta_1$  dari model GARCH(1,1), maka persamaan(2.21) harus diturunkan terhadap parameter sehingga akan diperoleh hasil berikut:

Untuk  $\alpha_0$

$$L_t = -\frac{1}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \ln(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2) - \sum_{i=q+1}^p \frac{\varepsilon_t^2}{2(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)}$$

$$L_t = -\frac{1}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \left( \ln(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2) + \frac{\varepsilon_t^2}{(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)} \right)$$

$$L_t = -\frac{1}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \left( \ln(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2) + \varepsilon_t^2 \left( (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-1} \right) \right)$$

$$\frac{\partial L_t}{\partial \alpha_0} = -\frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \left( \frac{1}{(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)} + (-1) \varepsilon_t^2 \left( (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-2} \right) \right)$$

$$\frac{\partial L_t}{\partial \alpha_0} = -\frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \left( \frac{1}{(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)} - \varepsilon_t^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-2} \right)$$

$$\frac{\partial L_t}{\partial \alpha_0} = -\frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \left( \frac{1}{(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)} - \frac{\varepsilon_t^2}{(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^2} \right)$$

dengan  $\frac{\partial L_t}{\partial \alpha_0} = 0$ , maka

$$-\frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \left( \frac{1}{(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)} - \frac{\varepsilon_t^2}{(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^2} \right) = 0$$

$$\frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \frac{1}{(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)} = -\frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \frac{\varepsilon_t^2}{(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^2}$$

$$\sum_{i=q+1}^p (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-1} = \sum_{i=q+1}^p \frac{\varepsilon_t^2}{(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^2} \quad (2.22)$$

Untuk  $\alpha_1$

$$L_t = -\frac{1}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p (\ln(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)) - \frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \frac{\varepsilon_t^2}{(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)}$$

$$L_t = -\frac{1}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p (\ln(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)) - \frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p (\varepsilon_t^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-1})$$

$$\frac{\partial L_t}{\partial \alpha_1} = -\frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \varepsilon_{t-1}^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-1} - \frac{1}{2} (-1) \sum_{i=q+1}^p \varepsilon_{t-1}^2 (\varepsilon_t^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-1-1})$$

$$\frac{\partial L_t}{\partial \alpha_1} = -\frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \varepsilon_{t-1}^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-1} + \frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \varepsilon_{t-1}^2 (\varepsilon_t^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-2})$$

Dengan  $\frac{\partial L_t}{\partial \alpha_1} = 0$ , maka

$$-\frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \varepsilon_{t-1}^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-1} + \frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \varepsilon_{t-1}^2 (\varepsilon_t^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-2}) = 0$$

$$-\frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \varepsilon_{t-1}^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-1} = -\frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \varepsilon_{t-1}^2 (\varepsilon_t^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-2})$$

$$\sum_{i=q+1}^p \varepsilon_{t-1}^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-1} = \sum_{i=q+1}^p \frac{\varepsilon_{t-1}^2 \varepsilon_t^2}{(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^2} \quad (2.23)$$

Untuk  $\beta_1$

$$L_t = -\frac{1}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p (\ln(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)) - \frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \frac{\varepsilon_t^2}{(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)}$$

$$L_t = -\frac{1}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p (\ln(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)) - \frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p (\varepsilon_t^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-1})$$

$$\frac{\partial L_t}{\partial \beta_1} = -\frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \varepsilon_{t-1}^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-1} - \frac{1}{2} (-1) \sum_{i=q+1}^p \sigma_{t-1}^2 (\varepsilon_t^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-1-1})$$

$$\frac{\partial L_t}{\partial \beta_1} = -\frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \varepsilon_{t-1}^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-1} + \frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \sigma_{t-1}^2 (\varepsilon_t^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-2})$$

Dengan  $\frac{\partial L_t}{\partial \beta_1} = 0$ , maka

$$-\frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \varepsilon_{t-1}^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-1} + \frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \sigma_{t-1}^2 (\varepsilon_t^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-2}) = 0$$

$$-\frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \varepsilon_{t-1}^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-1} = -\frac{1}{2} \sum_{i=q+1}^p \sigma_{t-1}^2 (\varepsilon_t^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-2})$$

$$\sum_{i=q+1}^p \varepsilon_{t-1}^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-1} = \sum_{i=q+1}^p \sigma_{t-1}^2 (\varepsilon_t^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-2})$$

$$\sum_{i=q+1}^p \varepsilon_{t-1}^2 (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^{-1} = \sum_{i=q+1}^p \frac{\sigma_{t-1}^2 \varepsilon_t^2}{(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2)^2} \quad (2.24)$$

Estimator dari tiap parameter GARCH(1,1) menggunakan *Maksimum Likelihood Estimation* (MLE) yaitu persamaan (2.22), (2.23) dan (2.24). Setelah didapatkan maksimum likelihoodnya maka dari semua model yang telah dilakukan akan dipilih model yang signifikan dan memiliki nilai kriteria yang terbaik.

Apabila nilai dari parameter telah ditemukan, selanjutnya dilakukan pengujian signifikansi parameter dengan hipotesis sebagai berikut:

1.  $H_0 = 0$  , (model tidak signifikan)
2.  $H_1 \neq 0$  ,(model signifikan)

Dengan kriteria uji statistik berdasarkan nilai p- value sebagai berikut:

$$Prob(p - value) < \alpha_{(0,05)} \quad (2.25)$$

Apabila nilai  $prob(p - value)$  dari tiap parameter GARCH lolos uji signifikansi parameter maka pemodelan dapat dilanjutkan ke uji heterokedastisitas.

## 2.9. Heterokedastisitas

Heterokedastisitas adalah suatu keadaan apabila suatu varians error yang tidak konstan karena terjadi penyimpangan nilai varians dari  $Var(\varepsilon_t) = 1$  menjadi  $Var(\varepsilon_t) = \sigma^2$ . Dalam regresi linier keadaan tersebut dapat dilihat dengan melakukan uji kesesuaian model dengan langkah - langkah sebagai berikut:

1. Melihat *corelogram residual* kuadrat dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0 : \sigma^2 = \omega$  (tidak ada korelasi antar residual atau disebut *homokedastisitas* )

$H_1 : \sigma^2 \neq \omega$  (ada korelasi antar residual atau *heterokedastisitas* )

Kriteria pengujian =  $p - value < \alpha_{(0,05)}$  maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima sehingga pemodelan dapat dilanjutkan ke pemodelan ARCH - GARCH.

2. Identifikasi adanya unsur ARCH dan GARCH menggunakan uji Lagrange Multiplier (LM) . Langkah - langkah pada Uji LM :

Mengasumsikan hipotesis

$H_0: \alpha_1, \dots, \alpha_n = 0 =$  tidak terdapat unsur *ARCH-GARCH*

$H_1: \alpha_1, \dots, \alpha_n \neq 0 =$  terdapat unsur *ARCH-GARCH* dengan taraf signifikan  $\alpha = 0.05$

3. Melakukan statistik uji dari Lagrange Multiplier sebagai berikut:

$$LM = TR^2 \quad (2.26)$$

Keterangan:

T = banyaknya sampel residual

$R^2$  = koefisien determinasi.

Apabila  $TR^2 > X_{v;\alpha}^2$  atau  $p - value(X^2) < \alpha_{(0,05)}$  maka  $H_0$  harus ditolak yang berarti bahwa dalam kuadrat residual terdapat unsur *ARCH* dan *GARCH*.

## 2.10. Pemilihan Kriteria Terbaik (AIC dan SC )

Dalam praktik pemodelan data, seseorang harus memilih kriteria atau serangkaian kriteria yang digunakan untuk mengukur utilitas model. Penelitian ini menggunakan uji AIC dan SC sebagai pemilihan kriteria terbaik. Uji ini dapat meminimalkan maksimum kemungkinan risiko dalam ukuran sampel yang terbatas sehingga dapat menjelaskan kecocokan model dengan data yang ada (*in-sample forecasting*) dan nilai yang terjadi di masa yang akan datang (*out of sample forecasting*). Model regresi yang baik adalah model yang memiliki nilai AIC dan SC yang terkecil. Perhitungan nilai AIC adalah sebagai berikut (Komalasari, 2018)):

$$AIC = -2 \log L + 2K \quad (2.27)$$

Sedangkan SC

$$SC = -2 \log L + K \log (n) \quad (2.28)$$

Dengan:  $L$  = nilai *maksimum Likelihood*

$K$  = jumlah parameter

$N$  = jumlah observasi

$E = 2,718$

## 2.11. Uji Akurasi Peramalan (MAPE)

Peramalan adalah suatu perkiraan yang dilakukan untuk mengetahui nilai suatu barang dalam periode tertentu di masa depan. Dalam melakukan peramalan dibutuhkan aplikasi model peramalan, penelitian ini menggunakan static forecast.

Static forecast akan melakukan peramalan satu langkah ke depan dengan menggunakan nilai aktual dari nilai lag variabel dependen (Tan, 2020).

Hasil peramalan ini akan digunakan untuk menguji sebuah metode. Metode yang baik adalah metode yang memiliki estimasi kesalahan waktu kecil. Estimasi kesalahan waktu dapat dihitung menggunakan indikator uji statistik MAPE.

*MAPE (Mean Absolute Percentage Error)* adalah ukuran kesalahan yang dihitung dengan mencari nilai rata-rata dari persentase *absolut* perbandingan kesalahan *error* dengan data aktualnya dan data peramalan (Halimi et al., 2013). Perbedaan dihitung dalam keadaan persentase. Menurut (Lewis, 1982) hasil dari persentase ditentukan berdasarkan kriteria nilai MAPE di bawah ini :

**Tabel 2.2 Kriteria Nilai MAPE**

nilai	kriteria
<0.01	sangat bagus
0.01 - 0.02	bagus
0.02 - 0.05	cukup bagus
>0.05	buruk

Berdasarkan tabel (2.3) diatas dapat dijelaskan bahwa Kesalahan persentase rata-rata absolut asli (MAPE) ditunjukkan sebagai aturan, semakin rendah persentase kesalahan MAPE, maka lebih akurat perkiraannya. Interpretasi dari hasil MAPE adalah sarana untuk menilai keakuratan ramalan jika kurang dari 10% adalah perkiraan yang akurat, 11% hingga 20% adalah perkiraan yang baik, 21% hingga 50% adalah cukup baik, dan 51% atau lebih adalah perkiraan yang tidak akurat (Chen & Bloomfield, 2003).

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) dihitung menggunakan kesalahan absolut di setiap periode dibagi dengan nilai observasi yang diamati untuk periode tersebut. Kemudian, dicari rata-rata persentase (Ummul et al., 2017). Rumus uji MAPE sebagai berikut :

$$MAPE = \left(\frac{100}{n}\right) \sum_t^n \left(\left|\frac{X_t - \widehat{X}_t}{X_t}\right|\right) \quad (2.29)$$

Keterangan :

$X_t$  = nilai data ke t

$\widehat{X}_t$  = nilai peramalan ke t

$n$  = banyaknya data

## 2.12. Integrasi Keilmuan

Pada akhir 2019, warga dunia dikejutkan oleh berita dari negara Cina bahwa telah terjadi penyebaran wabah virus yang dikenal dengan virus *Corona*, hal ini telah mengakibatkan kehidupan sosial dan ekonomi di seantero negeri menjadi kacau. Dalam Islam, terjadinya wabah merupakan musibah bagi kehidupan manusia atau dalam bahasa arab disebut dengan ”*al-bala*” yang artinya ujian baik berupa kebaikan maupun keburukan. Pada QS. Al-Baqarah ayat 155 dijelaskan tentang *bala* yaitu sebagai berikut :

وَلَنَبْلُوَنَّكُمْ بِشَيْءٍ مِّنَ الْخَوْفِ وَالْجُوعِ وَنَقْصٍ مِّنَ الْأَمْوَالِ وَالْأَنْفُسِ وَالثَّمَرَاتِ

وَبَشِّرِ الصَّابِرِينَ ﴿١٥٥﴾

Artinya : ”Dan sungguh akan kami berikan cobaan kepadamu, dengan sedikit ketakutan, kelaparan, kekurangan harta, jiwa dan buah-buahan. Dan berikanlah berita gembira kepada orang-orang yang sabar”(QS. Al-Baqarah:155).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT menurunkan musibah (pandemi korona) sebagai cobaan agar hambanya dapat melewati cobaan tersebut dengan sabar. Selain dianggap sebagai cobaan, musibah juga merupakan peringatan bagi kehidupan dalam menjaga kesehatan fisik dan lingkungan sehingga manusia dapat lebih meningkatkan kesehatan tubuh, kebersihan lingkungan, dan berupaya untuk mencegah penyebaran wabah pandemi korona ini, maka pemerintah Republik Indonesia pun berupaya menerapkan social distancing atau pembatasan sosial (PSBB).

Namun kebijakan ini ternyata memiliki resiko yang memperlambat kegiatan ekonomi masyarakat salah satunya terganggunya kegiatan jual beli saham di pasar saham (Khaeruman et al., 2020).

Menurut Fatwa MUI, Saham merupakan bukti kepemilikan perusahaan yang batas kepemilikannya (*hishshah sya'i'ah*) tidak dapat dipastikan. Investor hanya memiliki hak atas pengelolaan perusahaan, keuntungan perusahaan (pendapatan dividen, dan penerimaan sisa hasil likuidasi)(DSN-MUI, 2020). Namun karena adanya perlambatan kegiatan ekonomi mengakibatkan investor beresiko mengalami kerugian karena turunnya harga saham sehingga keuntungan yang didapat para investor juga turun drastis. Jika hal tersebut dibiarkan terlalu lama maka kerugian yang ditanggung juga semakin besar sehingga diperlukan solusi agar keadaan ini menjadi lebih baik atau kembali seperti semula (Supriatna, 2020).

Adapun ayat yang menjelaskan tentang merubah keadaan menjadi lebih baik dalam penggalan Q.S. Ar-Ra'd ayat 11 sebagai berikut :

إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ ۗ وَإِذَا أَرَادَ اللَّهُ بِقَوْمٍ سُوءًا فَلَا

مَرَدٍّ لَهُ ۗ وَمَا لَهُمْ مِّنْ دُونِهِ ۗ مِنْ وَالٍ ﴿١١﴾

Artinya : "Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri. Dan apabila Allah menghendaki keburukan terhadap sesuatu kaum, maka tak ada yang dapat menolaknya; dan sekali-kali tak ada pelindung bagi mereka selain Dia". (Q.S. Ar-Ra'd : 11)

Ayat tersebut dapat dijelaskan bahwa suatu keadaan yang buruk seperti wabah covid-19 yang mengakibatkan turunnya harga saham mungkin tidak dapat ditolak namun dapat dirubah dengan kekuatan yang dianugerahkan Allah SWT kepada manusia agar berusaha merubah keadaan itu (penurunan saham). Rasulullah juga

bersabda dalam hadistnya sebagai berikut :

عَنْ أَبِي سَعِيدٍ الْخُدْرِيِّ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ، قَالَ سَمِعْتُ رَسُولَ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ يَقُولُ: مَنْ رَأَى مِنْكُمْ مُنْكَرًا فَلْيُغَيِّرْهُ بِيَدِهِ، فَإِنْ لَمْ يَسْتَطِعْ فَبِلِسَانِهِ، فَإِنْ لَمْ يَسْتَطِعْ فَبِقَلْبِهِ وَذَلِكَ أَضْعَفُ الْإِيمَانِ (رَوَاهُ مُسْلِمٌ)

Artinya : "Barangsiapa di antara kalian melihat kemungkaran, maka berantaslah dengan tangannya (perbuatan). Jika tidak mampu, maka dengan lisannya (ucapan). Jika tidak mampu, maka ingkarilah dengan hatinya. Ini adalah iman yang paling lemah". (HR Muslim).

Hadist tersebut dapat dijelaskan apabila dimisalkan kemungkaran tersebut adalah kerugian dari turunnya harga saham maka keadaan tersebut dapat dirubah secara akal (ilmu), tenaga, serta iman yang dimiliki manusia sesuai dengan kearifan lokal, dan berbagai norma dalam kehidupan. Sehingga untuk merealisasikan hal tersebut yaitu dengan cara memprediksi harga saham perusahaan karena keadaan buruk tersebut dapat menimbulkan kemudharatan dan mengancam kehidupan para investornya. Dijelaskan pada kaidah fikih tentang adanya suatu kemudharatan sebagai berikut :

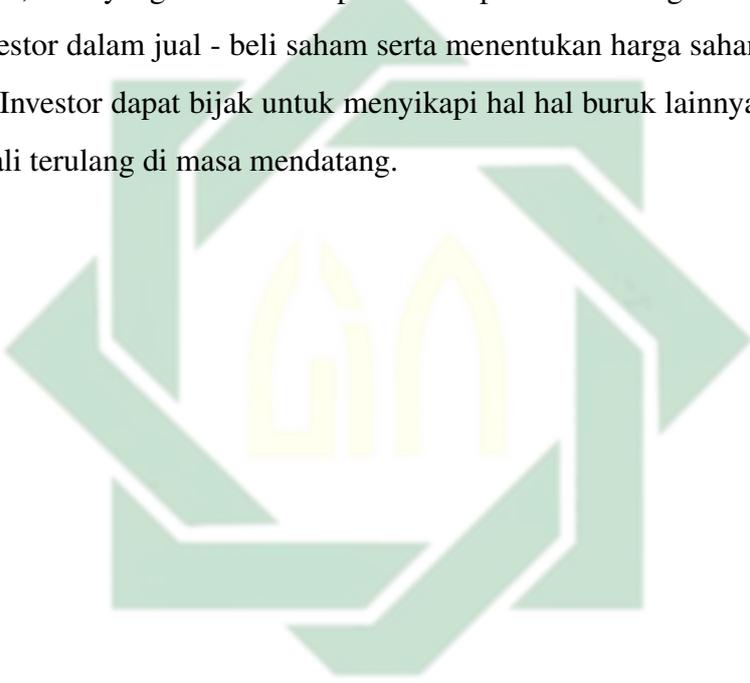
UIN SUNAN AMPEL  
S U R A

دَرءُ الْمَفَاسِدِ أَوْلَى مِنْ جَلْبِ الْمَصْلِحِ

Artinya : menghilangkan kemudharatan lebih diutamakan daripada mengambil sebuah kemaslahatan

Jika kaidah fikih tersebut diinterpretasikan dengan keadaan yang terjadi saat ini yaitu investor dihadapkan dengan keadaan buruk saham dari suatu perusahaan seperti yang terjadi pada PT. HM Sampoerna dan suatu kemaslahatan (menunggu

keadaan membaik) maka pencegahan turunnya harga saham lebih diutamakan daripada harus menunggu keadaan membaik. Dalam penelitian ini akan dilakukan prediksi saham dengan mengimplementasikan metode *ARCH-GARCH* yang didefinisikan sebagai model yang dapat mengestimasi efek heterokedastisitas pada harga saham karena terdapat pergerakan fluktuatif di pasar saham (Firmansyah & Dyah, 2005). Penelitian ini menggunakan data penutupan saham dari perusahaan HM. Sampoerna, Tbk yang terkena dampak buruk pandemi. Langkah ini dapat membantu investor dalam jual - beli saham serta menentukan harga saham ke depannya sehingga Investor dapat bijak untuk menyikapi hal hal buruk lainnya jika peristiwa ini kembali terulang di masa mendatang.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah jenis penelitian kuantitatif karena terdapat perhitungan matematis. Penelitian kuantitatif adalah salah satu jenis penelitian yang memberikan solusi dalam permasalahan secara praktis. Pada penelitian ini terdapat suatu penyelesaian permasalahan dalam investasi (volatilitas harga saham) sehingga memberikan solusi kepada investor untuk meramalkan dan mengontrol harga saham.

#### 3.2. Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan variabel  $X_t$  dimana  $t$  adalah indeks waktu dari urutan pengamatan sedangkan variabel  $X$  dalam penelitian ini menjelaskan harga saham PT. HM. Sampoerna, Tbk saat mengalami penurunan saham pasca diterjang *bad news* selama virus *Covid-19* yang dihitung sejak 31 Maret 2020 - 06 Desember 2021.

#### 3.3. Teknik Analisis Data

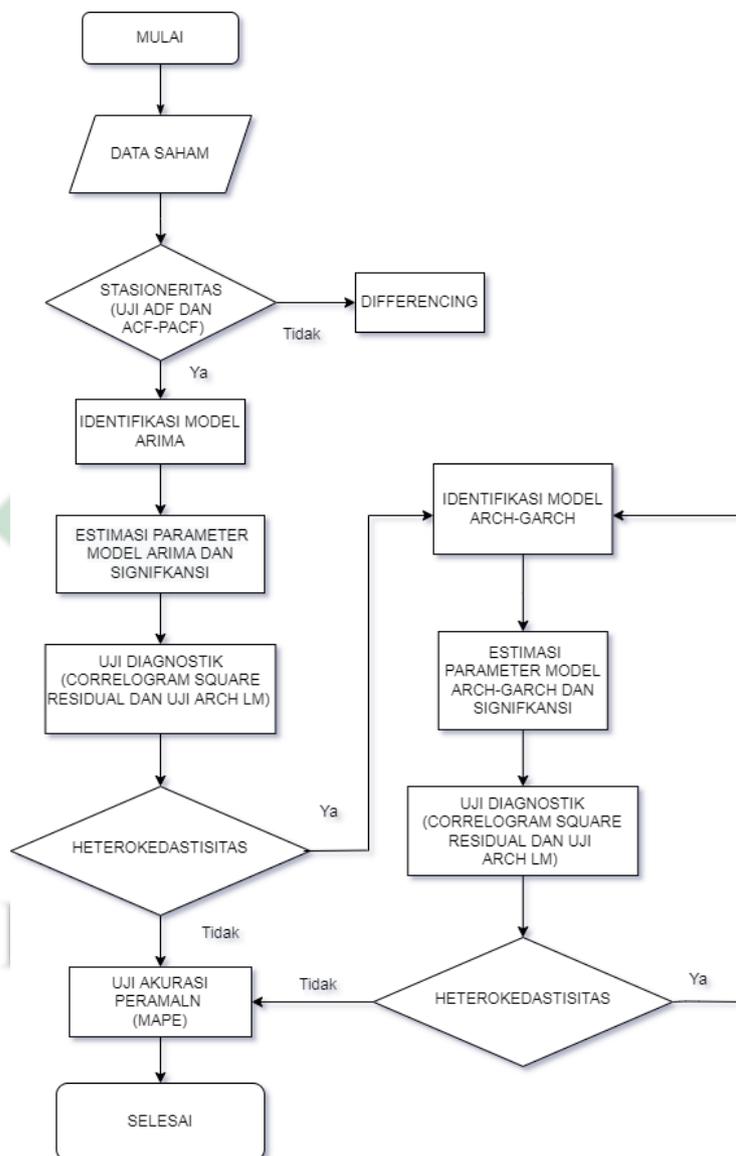
Adapun Langkah-langkah yang dilakukan untuk menganalisis data adalah:

1. Mengumpulkan data harga penutupan saham harian PT. HM. Sampoerna, Tbk.
2. Uji stasioneritas berdasarkan grafik *correlogram* ACF - PACF dan menggunakan uji ADF sampai diperoleh data stasioner. Apabila data belum stasioner akan dilakukan proses *differencing* pada persamaan 2.3 sampai diperoleh data stasioner.

3. Pemodelan *ARIMA* dengan langkah - langkah sebagai berikut :
  - a Identifikasi Model dengan melihat grafik *ACF- PACF* yang digunakan untuk membentuk model *ARIMA*. Bentuk pemodelan model didasarkan pada persamaan model dengan plot *ACF* sebagai orde  $p$  , plot *PACF* sebagai orde  $q$  , *differencing* sebagai orde  $d$ .
  - b Estimasi parameter menggunakan persamaan 2.12 dan uji signifikansi model *ARIMA* menggunakan persamaan 2.25.
  - c Uji Kesesuaian Model (Diagnostic Model) menggunakan *correlogram squared residual* dan uji LM menggunakan persamaan 2.26
  - d Memilih model terbaik dengan melihat nilai AIC dan SC yang terendah. Nilai AIC dan SC dapat dicari dengan persamaan 2.27 dan 2.28.
4. Jika terdapat heterokedastisitas berdasarkan persamaan 2.26 maka masuk ke dalam pemodelan *ARCH-GARCH* dengan langkah langkah sebagai berikut:
  - a Pembentukan orde dengan melihat grafik *ACF- PACF* yang digunakan untuk membentuk model *ARCH-GARCH*. Bentuk model didasarkan pada persamaan hasil *correlogram squared residual* model *ARIMA*.
  - b Melakukan estimasi dan uji signifikansi model menggunakan persamaan 2.25.
  - c Uji Kesesuaian Model (Diagnostic Model) menggunakan *correlogram squared residual* dan uji LM menggunakan persamaan 2.26
  - d Memilih model terbaik dengan melihat nilai AIC dan SC yang terendah. Nilai AIC dan SC dapat dicari dengan persamaan 2.27 dan 2.28.
5. Menghitung nilai MAPE untuk menghitung keakuratan dari hasil prediksi. Nilai MAPE dapat dicari dengan persamaan 2.29.

### 3.4. Flowchart

Jika alur penelitian dirubah menjadi flowchart akan membentuk grafik sebagai berikut :



**Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian**

## BAB IV

### Hasil dan Pembahasan

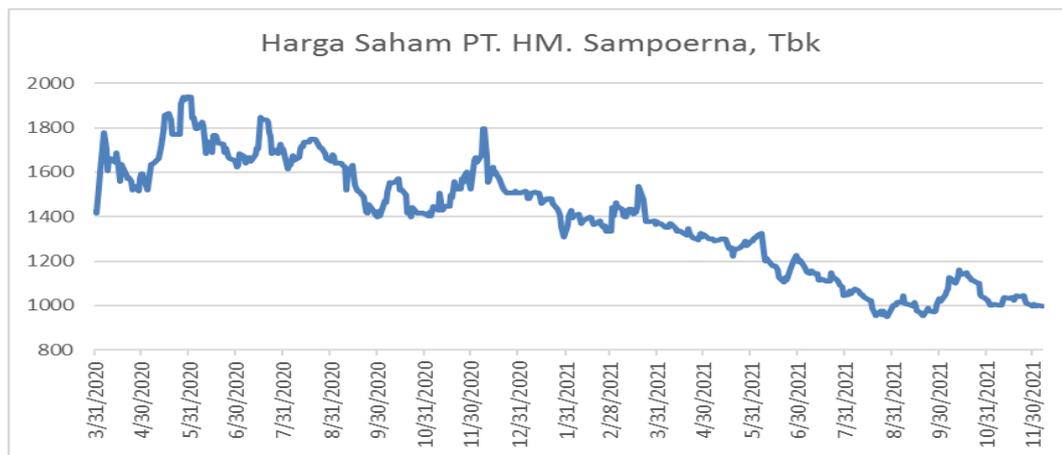
Pada bab ini akan dilakukan pembahasan dan analisis hasil untuk menjawab rumusan masalah mengenai pemodelan data saham dari PT. HM. Sampoerna, Tbk. dengan menggunakan model *ARCH-GARCH*. Model ini dapat digunakan untuk mengetahui adanya efek *heterkodesitas* pada data saham PT. HM. Sampoerna, Tbk. Data saham yang digunakan pada pemodelan ini adalah data penutupan saham PT. HM. Sampoerna, Tbk yang ditunjukkan pada Lampiran 1 dari bulan Maret 2020 – Desember 2021 yang berjumlah 440 data. Data harga saham dapat dilihat pada Lampiran 1. Hasil statistik dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

**Tabel 4.1 Tabel Deskriptif Data Penutupan Saham**

Variabel	N	Mean	St.Dev	Min	Max
Data	440	1393.6	256.5	1940	950

Pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa *means* dari data harga saham PT. HM. Sampoerna, Tbk adalah 1393.6 dengan standart deviasi sebesar 256.5. Dalam tabel juga dijelaskan bahwa harga saham tertinggi selama periode yang dilakukan adalah sebesar 1940, sedangkan harga saham terendah yang diterima investor adalah 950.

Menurut para investor, harga saham yang berada di kisaran 1000 adalah harga saham terendah dalam dunia investasi. Hal itu dapat menjelaskan bahwa dampak dari terjadinya *covid-19* dan berita buruk yang menimpa perusahaan tersebut mengakibatkan harga saham menurun secara drastis. Data yang telah diperoleh tersebut akan disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1** Grafik data Penutupan Saham PT. HM. Sampoerna, Tbk

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat ditunjukkan bahwa grafik harga penutupan saham PT. HM. Sampoerna, Tbk selama periode Maret 2020 – Desember 2021 membentuk pola pergerakan yang naik - turun (fluktuatif) sehingga data penutupan saham tersebut dapat dikatakan termasuk dalam data non stasioner karena data tidak berada di sekitaran nilai rerata sehingga diperlukan uji stasioneritas untuk mengetahui kestasioneran data mengingat data yang digunakan adalah data *time series*. Stasioneritas dapat dilakukan dengan menggunakan uji ADF (*Augmented Dickey-Fuller*).

#### 4.1. Uji Stasioneritas

Stasioneritas merupakan uji yang harus dilakukan untuk penelitian yang menggunakan data *time series* dan langkah awal sebelum masuk ke dalam tahap metode ARIMA. Uji stasioneritas pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan uji *unit root ADF*. Kelemahan dari Uji ADF yaitu tidak menampilkan grafik plot kestasioneritasan data sehingga untuk uji stasioneritas perlu diperkuat dengan *correlogram ACF - PACF* Berdasarkan hasil uji unit ADF (*Augmented Dickey - Fuller*) didapatkan hasil sebagai berikut:

Null Hypothesis: PRICE has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=36)

	t-Statistic	Prob.*
<b>Augmented Dickey-Fuller test statistic</b>	<b>-0.943140</b>	<b>0.7740</b>
Test critical values:		
1% level	-3.445025	
5% level	-2.867904	
10% level	-2.570224	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(PRICE)  
 Method: Least Squares  
 Date: 01/20/22 Time: 07:23  
 Sample (adjusted): 4/01/2020 12/06/2021  
 Included observations: 439 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PRICE(-1)	-0.005944	0.006303	-0.943140	0.3461
C	7.309826	8.935808	0.818037	0.4138

R-squared	0.002031	Mean dependent var	-0.979499
Adjusted R-squared	-0.000252	S.D. dependent var	33.78615
S.E. of regression	33.79042	Akaike info criterion	9.882777
Sum squared resid	498963.2	Schwarz criterion	9.901385
Log likelihood	-2167.270	Hannan-Quinn criter.	9.890118
F-statistic	0.889513	Durbin-Watson stat	2.000296
Prob(F-statistic)	0.346130		

**Gambar 4.2 Hasil Uji ADF Tingkat Level**

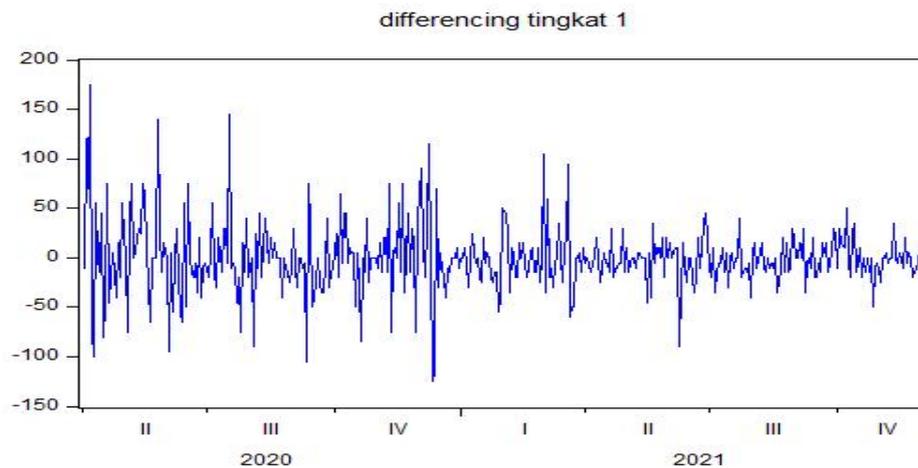
Berdasarkan Gambar 4.2 didapatkan hasil bahwa

1. Apabila dilihat dari uji t pada *null hypothesis* maka nilai mutlak dari t-statistik lebih kecil dari nilai *critical value* atau dapat dikatakan t-table 1 %, 5%, 10% sehingga  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak maka data disimpulkan tidak stasioner.
2. Apabila dilihat dari nilai prob(*p-value*) maka nilai prob  $> \alpha_{(0,05)}$  sehingga  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak maka data disimpulkan tidak stasioner.

Maka dari penjelasan di atas dinyatakan bahwa uji ADF tingkat level ini data belum stasioner dan perlu dilakukan proses *differencing* data atau juga dapat dikatakan bahwa nilai  $d=1$ . *Differencing* pertama dapat dicari menggunakan persamaan (2.3) Sebagai contoh untuk waktu urutan  $t=30$  atau  $t=$  tanggal 8 Mei 2020 seperti berikut:

$$\begin{aligned}
 X'_{30} &= X_{30} - X_{30-1} \\
 &= 1640 - 1635 \\
 &= 5
 \end{aligned}$$

nilai 5 adalah hasil dari *differencing* satu untuk data harga saham pada tanggal 8 Mei 2020. Apabila dilakukan *differencing* data untuk keseluruhan data maka grafik data harga saham berubah menjadi seperti berikut:



Gambar 4.3 Hasil *Differencing* Tingkat 1

Dari hasil *differencing* dapat dilihat bahwa data tersebar diantara mean. Maka didapatkan hasil untuk uji ADF tingkat diff = 1 sebagai berikut:

Null Hypothesis: D(HARGA\_PENUTUPAN) has a unit root  
Exogenous: Constant  
Lag Length: 0 (Automatic - based on AIC, maxlag=17)

	t-Statistic	Prob.*
<b>Augmented Dickey-Fuller test statistic</b>	<b>-20.96914</b>	<b>0.0000</b>
Test critical values:		
1% level	-3.445059	
5% level	-2.867919	
10% level	-2.570232	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
Dependent Variable: D(HARGA\_PENUTUPAN,2)  
Method: Least Squares  
Date: 01/20/22 Time: 08:57  
Sample (adjusted): 3 440  
Included observations: 438 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(HARGA_PENUTUPAN(-1))	-1.004165	0.047888	-20.96914	0.0000
C	-0.962946	1.618584	-0.594931	0.5522

R-squared	0.502115	Mean dependent var	0.011416
Adjusted R-squared	0.500973	S.D. dependent var	47.93266
S.E. of regression	33.86050	Akaike info criterion	9.886931
Sum squared resid	499888.6	Schwarz criterion	9.905571
Log likelihood	-2163.238	Hannan-Quinn criter.	9.894286
F-statistic	439.7049	Durbin-Watson stat	1.966800
Prob(F-statistic)	0.000000		

Gambar 4.4 Hasil Uji ADF Tingkat Dif=1

Berdasarkan Gambar 4.4 didapatkan hasil bahwa

1. Apabila dilihat dari uji t pada *null hypothesis* maka nilai mutlak dari t-statistik lebih besar dari nilai *critical value* atau dapat dikatakan t-table 1 %, 5%, 10% sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima maka data disimpulkan sudah stasioner.
2. Apabila dilihat dari nilai prob(*p-value*) maka nilai prob  $< \alpha_{(0,05)}$  sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima maka data disimpulkan sudah stasioner.

Maka dari penjelasan di atas dinyatakan bahwa uji ADF tingkat d=1 ini data sudah stasioner. Selain uji ADF, penelitian ini juga menggunakan *correlogram* ACF- PACF sebagai uji stasioneritas. Pola ACF yang mengindikasikan ketidastasioneran akan membangun pola menurun (data tidak stasioner terhadap rata-rata), altering (data tidak stasioner dalam varians), atau gelombang (data tidak stasioner dalam rata-rata dan varians). Dari pergerakan harga saham yang dapat dilihat pada tingkat d=1, hasil *correlogram* ACF - PACF adalah sebagai berikut:

Date: 01/20/22 Time: 09:03

Sample: 1 445

Included observations: 439

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.004	-0.004	0.0077	0.930
		2 -0.055	-0.055	1.3363	0.513
		3 -0.028	-0.028	1.6791	0.642
		4 -0.013	-0.016	1.7554	0.781
		5 0.006	0.003	1.7707	0.880
		6 0.011	0.009	1.8285	0.935
		7 -0.047	-0.048	2.8379	0.900
		8 -0.004	-0.003	2.8440	0.944
		9 0.087	0.083	6.2880	0.711
		10 -0.052	-0.055	7.5174	0.676
		11 -0.062	-0.056	9.2467	0.599
		12 -0.051	-0.053	10.448	0.577

Gambar 4.5 Hasil ACF-PACF Data Harga Saham PT. HM. Sampoerna, Tbk

Berdasarkan Gambar 4.5 pada *correlogram* ACF-PACF di atas didapatkan hasil bahwa nilai ACF-PACF juga telah berada di sekitaran nol maka dapat dikatakan bahwa data telah stasioner baik secara means atau varians pada tingkat  $d=1$ . Langkah selanjutnya adalah melakukan identifikasi ordo dari model ARIMA. Sebelum melakukan analisis data maka data akan dibagi menjadi dua bagian yaitu data *in sample* dan data *out sample*. Data *in sample* diambil dari bulan 31 Maret 2020 - 04 Oktober 2021 sebanyak 396 data, sedangkan untuk data *out sample* diambil selama 05 Oktober 2021 - 31 Desember 2021 sebanyak 45 data.

## 4.2. Proses ARIMA

Dalam pengolahan data menggunakan ARIMA, terlebih dahulu akan dilakukan proses identifikasi model sebagai berikut:

### 4.2.1. Identifikasi Model ARIMA

Identifikasi model pada ARIMA dilakukan dengan melihat hasil *correlogram* ACF dan PACF pada Gambar 4.5. Plot tersebut digunakan untuk menentukan ordo dari ARIMA. Grafik ACF akan menggambarkan orde dari model MA sedangkan grafik PACF menggambarkan orde dari model AR. Berdasarkan gambar 4.5 dapat dilihat bahwa lag terpotong (*cut off*) pada lag ke-9 sehingga dalam membentuk model ARIMA adalah sebagai berikut:

- a Model ARIMA [(9,1,0)] dengan AR = 9,  $d=1$ , MA = 0
- b Model ARIMA [(0,1,9)] dengan AR = 0,  $d=1$ , MA = 9
- c Model ARIMA [(9,1, 9)] dengan AR = 9,  $d=1$ , MA = 9

### 4.2.2. Estimasi Parameter dan Signifikansi ARIMA

Estimasi parameter dan uji signifikansi merupakan tahap yang harus dilalui dalam ARIMA. Estimasi dan uji signifikansi digunakan untuk mengetahui hubungan parameter populasi yang tidak diketahui. Dalam penelitian ini populasi yang

digunakan adalah data runtut waktu. Hipotesis pada estimasi parameter dan uji signifikansi parameter untuk model ARIMA adalah berikut ini:

- a Hipotesis nol:  $H_0 : \phi_2 = 0$  (parameter pada model ARIMA tidak signifikan)  
 b Hipotesis satu:  $H_1 : \phi_2 \neq 0$  (parameter pada model ARIMA signifikan)

Dengan ketentuan:

$$p - value < \alpha_{(0,05)}$$

Berdasarkan pengujian estimasi parameter beberapa model ARIMA untuk semua orde yang digunakan, didapatkan hasil sebagai berikut:

**Tabel 4.2 Hasil Uji Estimasi dan Signifikansi Model ARIMA**

Model	Variable	Coef	Prob(p-value)	Signifikansi	AIC	SC
ARIMA (9,1,0)	AR(9)	0.100145	0.0238	signifikan	9.9650	9.9953
	SIGMASQ	1226.231	0.0000	signifikan		
ARIMA (0,1,9)	MA(9)	0.090744	0.0398	signifikan	9.9658	9.99613
	SIGMASQ	1227.291	0.0000	signifikan		
ARIMA (9,1,9)	AR(9)	0.744623	0.0005	signifikan	9.96628	10.0066
	MA(9)	-0.660432	0.0064	signifikan		
	SIGMASQ	1221.054	0.0000	signifikan		

Berdasarkan Tabel 4.2 di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Dari estimasi parameter dan uji signifikansi didapatkan hasil bahwa semua model lolos uji signifikansi parameter karena memiliki parameter dengan nilai  $p - value < \alpha_{(0,05)}$ .
- b. Nilai *absolute* AIC dan SC yang terendah adalah ARIMA(9,1,0).

Hasil dari estimasi parameter di atas akan dilanjutkan dengan uji kesesuaian model untuk mengetahui adanya autokorelasi dan heterokedastisitas pada tiap model ARIMA.

#### 4.2.3. Uji Kesesuaian Model ARIMA

Model ARIMA yang baik harus melalui uji *diagnostic* model. Uji ini menggunakan *correlogram square residual* untuk menguji adanya korelasi antar residual

dan uji *ARCH LM* untuk mengetahui adanya efek *ARCH* atau heterokedastisitas pada data. Hasil uji *correlogram* adalah sebagai berikut:

Date: 01/20/22 Time: 09:34  
Sample: 3/31/2020 10/04/2021  
Included observations: 394

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.173	0.173	11.844	0.001
		2	0.282	0.260	43.581	0.000
		3	0.069	-0.014	45.455	0.000
		4	0.056	-0.027	46.700	0.000
		5	0.026	0.009	46.977	0.000
		6	0.095	0.092	50.577	0.000
		7	0.126	0.107	57.007	0.000
		8	0.081	0.005	59.671	0.000
		9	0.079	0.002	62.181	0.000
		10	-0.009	-0.054	62.215	0.000
		11	-0.018	-0.036	62.351	0.000
		12	0.031	0.058	62.746	0.000

Gambar 4.6 *Correlogram Residual ARIMA (9,1,0)*

Berdasarkan Gambar 4.6 pada uji *corelogram square residual* dihasilkan bahwa orde *ARIMA(9,1,0)* memiliki lag yang keluar dari batas yaitu pada lag ke 1 dan 2. Jika hipotesis untuk uji *correlogram square residual* sebagai berikut:

- Hipotesis nol:  $H_0 : \sigma_2 = 0$  (tidak ada korelasi antar residual atau disebut homokedastisitas)
- Hipotesis satu:  $H_1 : \sigma_2 \neq 0$  (ada korelasi antar residual atau heterokedastisitas)

Dengan ketentuan:

$$Prob(p - value) < \alpha_{(0,05)}$$

Maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Artinya model *ARIMA (9,1,0)* mengalami autokorelasi dan pemodelan dapat dilanjutkan ke uji *ARCH LM*. Hasil yang didapatkan dari uji *ARCH LM* adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil Uji ARCH LM ARIMA

Model	P-value Chi Square	Heterokedastisitas
<b>ARIMA(9,1,0)</b>	0.0006	Ya
<b>ARIMA(0,1,9)</b>	0.0003	Ya
<b>ARIMA(9,1,9)</b>	0.0006	Ya

Berdasarkan Tabel 4.3 menunjukkan hasil bahwa pada semua orde ARIMA mengalami heterokedastisitas karena ketentuan pada uji ARCH LM sebagai berikut :

- a Hipotesis nol:  $H_0 : \theta_1 = \theta_2 = 0$  (tidak terdapat efek ARCH-GARCH pada model)
- b Hipotesis satu:  $H_1 : \theta_1 = \theta_2 \neq 0$  (terdapat efek ARCH-GARCH pada model)

Dengan ketentuan:

$$p - value < \alpha_{(0,05)}$$

Maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Artinya semua model memiliki efek ARCH – GARCH. Namun dalam memilih model yang baik, perlu dilihat juga nilai absolute AIC dan SC terendah. Berdasarkan Tabel 4.3 didapatkan hasil bahwa model ARIMA (9,1,0) adalah model yang baik digunakan dalam hasil estimasi parameter dengan nilai absolute AIC yaitu 9.9650 dan SC sebesar 9.9953. Bentuk model AR (9,1,0) adalah sebagai berikut:

$$ARIMA(9, 1, 0) = 0.100145X_{(t-1)} + 1226.231 \quad (4.1)$$

Persamaan di atas adalah hasil dari proses ARIMA (9,1,0) dengan  $X_{t-9}$  adalah harga saham pada waktu ke-(t-9) dengan orde p=9, yang didapatkan hasil apabila model arima diramalkan semakin besar t maka semakin kecil harga saham yang diperoleh. Karena dari hasil uji heterokedastisitas menyatakan bahwa mengandung unsur ARCH, maka proses akan digunakan untuk pemodelan selanjutnya yaitu ARCH- GARCH.

### 4.3. ARCH-GARCH

Pemodelan ARCH - GARCH didasari dari hasil uji heterokedastisitas pada metode sebelumnya. Hasil uji heterokedastisitas menyatakan bahwa data mengandung efek ARCH-GARCH sehingga metode ARIMA belum tepat digunakan untuk mengolah data harga saham PT. HM. Sampoerna, Tbk. Langkah awal yang dilakukan pada model ARCH-GARCH adalah identifikasi model.

#### 4.3.1. Identifikasi Model ARCH-GARCH

Dalam pengolahan data menggunakan ARCH-GARCH diawali dengan identifikasi model yang berasal dari *correlogram square residual* ARIMA sebelumnya. Berdasarkan Gambar 4.6 menunjukkan bahwa orde ARIMA(9,1,0) memiliki lag yang melebihi batas lag yaitu pada lag 1 dan 2 sehingga untuk menduga model ARCH menggunakan orde 1 dan 2. Sedangkan pada analisis ARIMA menghasilkan ARIMA (9,1,0) adalah model terbaik yang akan digunakan untuk menentukan model ARCH-GARCH dengan pendugaan sementara model adalah sebagai berikut:

- a. ARIMA (9,1,0) dengan ARCH (1)
- b. ARIMA (9,1,0) dengan ARCH (2)
- c. ARIMA (9,1,0) dengan GARCH (1,1)
- d. ARIMA (9,1,0) dengan GARCH (1,2)
- e. ARIMA (9,1,0) dengan GARCH (2,1)
- f. ARIMA (9,1,0) dengan GARCH (2,2)

Setelah dilakukan identifikasi model ARCH-GARCH, proses selanjutnya adalah estimasi parameter dan uji signifikansi model.

#### 4.3.2. Estimasi Parameter dan Signifikansi ARCH-GARCH

Hasil dari pendugaan sementara model yang digunakan akan dilakukan estimasi parameter dan uji signifikansi. Berikut hasil dari estimasi parameter dan uji

signifikansi. Hasil olah data akan dilampirkan pada Lampiran B:

**Tabel 4.5 Hasil Uji Estimasi dan Signifikansi Parameter ARCH – GARCH**

Model ARMA	Model ARCH-GARCH	Parameter	Coefficient parameter	p-value parameter	Sig	AIC	SC
AR(9)	ARCH (1)	$\alpha_0$	941.963	0	Ya	9.81514	9.85621
		$\alpha_1$	0.12419	0.0342			
	ARCH (2)	$\alpha_0$	788.6551	0	Ya	9.7848	9.836069
		$\alpha_1$	0.095671	0.0361			
		$\alpha_2$	0.176108	0.003			
	GARCH (1,1)	$\alpha_0$	5.058221	0.0089	Ya	9.63713	9.68847
		$\alpha_1$	-0.0296	0			
		$\beta_1$	1.015229	0			
	GARCH (1,2)	$\alpha_0$	5.086403	0.0326	Tidak	9.66301	9.72462
		$\alpha_1$	-0.03546	0.0001			
		$\beta_1$	0.558316	0.0527			
		$\beta_2$	0.459182	0.1135			
	GARCH (2,1)	$\alpha_0$	7.29031	0.0002	Ya	9.59217	9.65378
		$\alpha_1$	0.12375	0.0207			
		$\alpha_2$	-0.151	0.0058			
		$\beta_1$	1.01362	0			
	GARCH (2,2)	$\alpha_0$	2.34527	0.028	Ya	9.66083	9.7327
		$\alpha_1$	0.00438	0			
		$\alpha_2$	0.01746	0.0001			
		$\beta_1$	1.15635	0			
$\beta_2$		-0.1515	0				

Berdasarkan tabel (4.5) dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Model yang lulus uji signifikansi adalah model ARCH (1), ARCH (2), GARCH (1,1), GARCH (2,1) dan GARCH (2,2). Hal ini berdasarkan nilai *p-value* parameter pada tiap parameter  $< \alpha_{(0,05)}$ .

- b. Model yang tidak lulus uji signifikansi adalah model GARCH (1,2).
- c. Pada model GARCH (1,1), GARCH (2,1) dan GARCH (2,2) dapat dilihat bahwa nilai  $Resid^2(\alpha)$  dan nilai  $Garch(-1)(\beta)$  memiliki nilai probabilitas yang signifikan. Hasil ini mengindikasikan bahwa model memiliki sifat *GARCH*.
- d. Model yang memiliki nilai absolut AIC dan SC terkecil adalah *GARCH* (2,1).

Maka dapat disimpulkan bahwa model *GARCH* (2,1) akan digunakan untuk uji kesesuaian model karena telah memenuhi uji signifikansi dan memiliki nilai absolut AIC dan SC terkecil.

#### 4.3.3. Uji Kesesuaian Model ARCH-GARCH

Dalam pemodelan ARCH - GARCH terdapat uji diagnostic model dengan menggunakan *correlogram square residual* dan uji *heterokedastisitas* ARCH LM untuk mengetahui adanya pengaruh ARCH-GARCH pada data. Hasil dari uji *correlogram square residual* GARCH (2,1) adalah sebagai berikut:

Date: 01/20/22 Time: 15:42  
 Sample: 3/31/2020 10/04/2021  
 Included observations: 385

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
1		-0.002	-0.002	0.0011	0.973
2		0.098	0.098	3.7544	0.153
3		0.002	0.002	3.7556	0.289
4		-0.028	-0.038	4.0536	0.399
5		-0.020	-0.020	4.2050	0.520
6		0.088	0.095	7.2186	0.301
7		-0.019	-0.015	7.3678	0.392
8		0.049	0.030	8.3359	0.401
9		-0.045	-0.044	9.1242	0.426
10		-0.071	-0.075	11.142	0.347
11		-0.019	-0.009	11.290	0.419
12		-0.022	-0.012	11.480	0.488

\*Probabilities may not be valid for this equation specification.

Gambar 4.7 Hasil Uji *Correlogram Residual* Kuadrat GARCH (2,1)

Berdasarkan Gambar 4.7 dapat ditunjukkan bahwa mulai lag 1 sampai lag ke-12 pada GARCH (2,1) tidak ada lag yang melebihi batas lag sehingga dapat

dinyatakan bahwa  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak atau dapat dikatakan model tidak memiliki sisaan residual atau heterokedastisitas. Sedangkan pada uji ARCH LM didapatkan hasil berikut ini :

Heteroskedasticity Test: ARCH				
F-statistic	0.001131	Prob. F(1,382)	0.9732	
Obs*R-squared	0.001136	Prob. Chi-Square(1)	0.9731	
Test Equation:				
Dependent Variable: WGT_RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 01/20/22 Time: 15:43				
Sample (adjusted): 4/15/2020 10/04/2021				
Included observations: 384 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.972380	0.114035	8.527013	0.0000
WGT_RESID^2(-1)	-0.001721	0.051193	-0.033624	0.9732
R-squared	0.000003	Mean dependent var	0.970716	
Adjusted R-squared	-0.002615	S.D. dependent var	2.010652	
S.E. of regression	2.013279	Akaike info criterion	4.242602	
Sum squared resid	1548.358	Schwarz criterion	4.263178	
Log likelihood	-812.5795	Hannan-Quinn criter.	4.250763	
F-statistic	0.001131	Durbin-Watson stat	1.997370	
Prob(F-statistic)	0.973195			

Gambar 4.8 Hasil Uji ARCH LM GARCH (2,1)

Pada Gambar4.8 dapat dijelaskan bahwa nilai *chi-square* berada pada  $p\text{-value} > \alpha_{(0,05)}$ , jika hipotesis untuk uji ARCH LM sebagai berikut:

- Hipotesis nol:  $H_0 : \theta_1 = \theta_2 = 0$  (tidak terdapat efek ARCH-GARCH pada model)
- Hipotesis satu:  $H_1 : \theta_1 = \theta_2 \neq 0$  (terdapat efek ARCH-GARCH pada model)

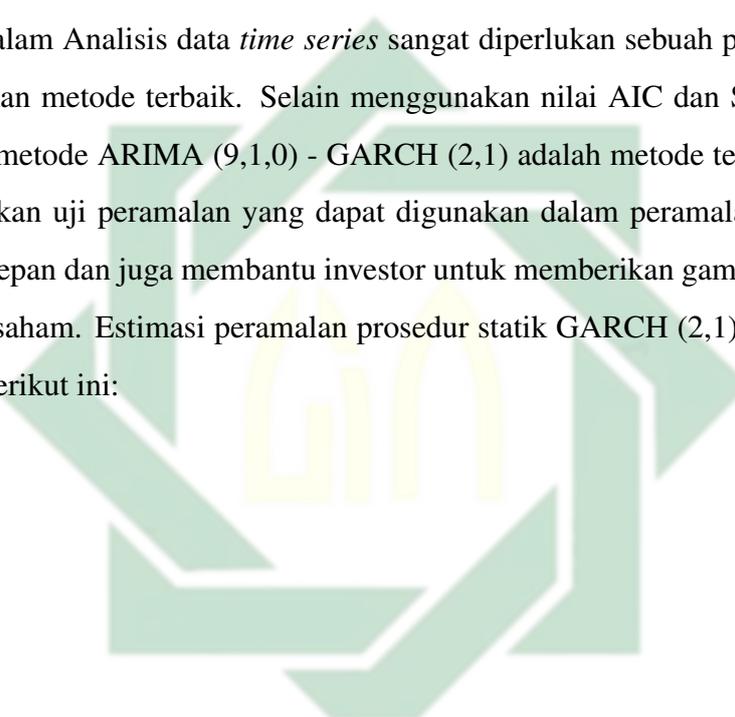
Berdasarkan hasil probabilitas pada Gambar4.8 maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak. Artinya model ARIMA (9,1,0) – GARCH (2,1) tidak memiliki efek GARCH dan dianggap cocok untuk memodelkan harga saham PT. HM. Sampoerna, Tbk. Model GARCH (2,1) memiliki nilai AIC sebesar 9.592174 dan SC yaitu sebesar 9.653783. Bentuk persamaan model GARCH (2,1) adalah sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = 7.290307 + 0.123753\varepsilon_{t-1}^2 - 0.151017\varepsilon_{t-2}^2 + 1.0136183\sigma_{t-1}^2 \quad (4.2)$$

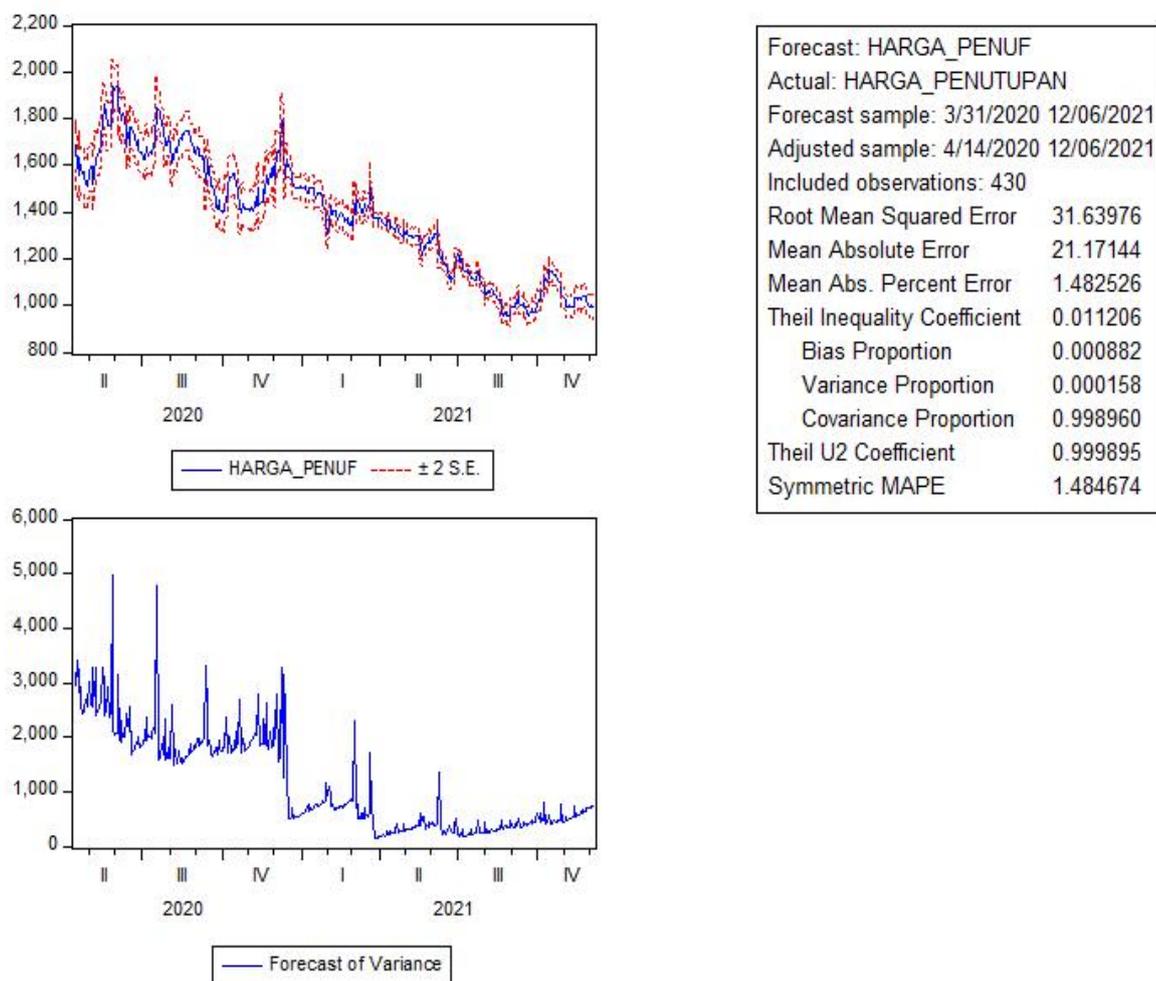
Dari Persamaan 4.2 dapat dimaknai bahwa apabila  $(\varepsilon^2)$  merupakan residual dari model GARCH. Model GARCH tidak hanya dipengaruhi oleh residual namun juga dipengaruhi oleh varians residual sebelumnya  $(\sigma_{t-1}^2)$ . Hasil persamaan ini akan digunakan dalam peramalan.

#### 4.4. Uji Akurasi Peramalan

Dalam Analisis data *time series* sangat diperlukan sebuah peramalan untuk menentukan metode terbaik. Selain menggunakan nilai AIC dan SC untuk membuktikan metode ARIMA (9,1,0) - GARCH (2,1) adalah metode terbaik, maka akan dilakukan uji peramalan yang dapat digunakan dalam peramalan harga saham di masa depan dan juga membantu investor untuk memberikan gambaran pergerakan harga saham. Estimasi peramalan prosedur statik GARCH (2,1) diberikan pada gambar berikut ini:



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A



**Gambar 4.9 Hasil Peramalan GARCH (2,1)**

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

Gambar 4.9 merupakan hasil peramalan harga saham PT. HM. Sampoerna, Tbk pada periode Maret 2020 - Desember 2021. Berdasarkan gambar 4.9 menunjukkan hasil sebagai berikut:

1. Grafik prosedur *static* pada *forecast of variant* menghasilkan harga saham yang menurun
2. Hasil *forecasting* menyatakan bahwa nilai MAPE menghasilkan nilai 1.4825 dengan nilai bias proporsinya adalah 0.000882. Berdasarkan tabel (2.2) apa-

bila nilai MAPE  $< 10\%$  maka model sangat baik untuk memproyeksikan data aktual harga saham PT. HM. Sampoerna, Tbk.

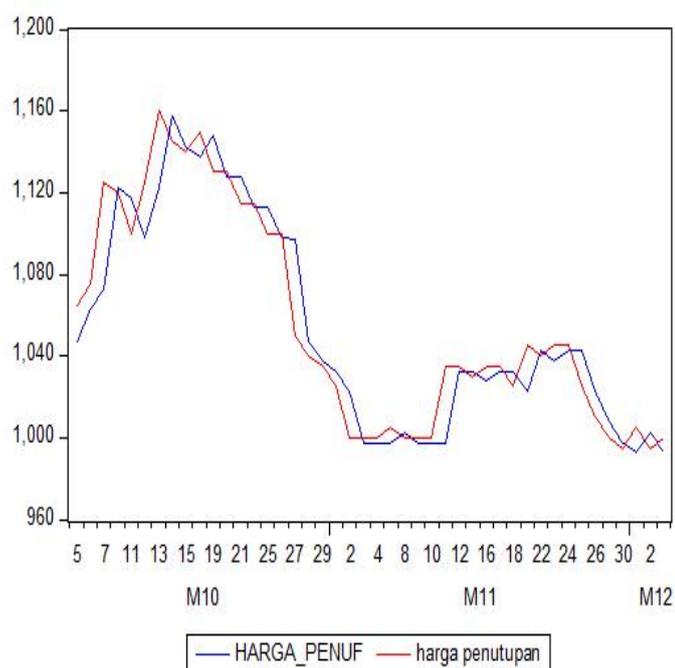
Kemudian dilakukan *forecasting* pada data *out sample* mulai 05 Oktober 2021 – 06 Desember 2021. Berikut grafik hasil perbandingan *forecasting* menggunakan model GARCH (2,1) dan data aktual

**Tabel 4.4 Hasil Estimasi Prediksi dan Aktual GARCH (2,1)**

Tanggal	Peramalan	Aktual	Tanggal	Peramalan	Aktual	Tanggal	Peramalan	Aktual
10/5/2021	1047.579	1065	10/26/2021	1097.733	1100	11/16/2021	1027.553	1035
10/6/2021	1062.63	1075	10/27/2021	1097.476	1050	11/17/2021	1032.553	1035
10/7/2021	1072.476	1125	10/28/2021	1047.528	1040	11/18/2021	1032.579	1025
10/8/2021	1122.528	1120	10/29/2021	1037.605	1035	11/19/2021	1022.528	1045
10/11/2021	1117.579	1100	11/1/2021	1032.451	1025	11/22/2021	1042.553	1040
10/12/2021	1097.707	1125	11/2/2021	1022.553	1000	11/23/2021	1037.553	1045
10/13/2021	1122.681	1160	11/3/2021	997.4765	1000	11/24/2021	1042.733	1045
10/14/2021	1157.502	1145	11/4/2021	997.5533	1000	11/25/2021	1042.553	1025
10/15/2021	1142.707	1140	11/5/2021	997.4765	1005	11/26/2021	1022.528	1010
10/18/2021	1137.63	1150	11/8/2021	1002.553	1000	11/29/2021	1007.579	1000
10/19/2021	1147.605	1130	11/9/2021	997.2972	1000	11/30/2021	997.5533	995
10/20/2021	1127.809	1130	11/10/2021	997.5021	1000	12/1/2021	992.5021	1005
10/21/2021	1127.528	1115	11/11/2021	997.5277	1035	12/2/2021	1002.656	995
10/22/2021	1112.451	1115	11/12/2021	1032.502	1035	12/3/2021	992.5277	1000
10/25/2021	1112.681	1100	11/15/2021	1032.425	1030	12/6/2021	997.5789	995

Jika Tabel 4.4 dirubah dalam bentuk grafik seperti berikut:

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A



**Gambar 4.10 Hasil Peramalan Harga Saham PT. HM. Sampoerna, Tbk**

Berdasarkan Gambar 4.10 yang menunjukkan garis biru adalah data peramalan menggunakan GARCH (2,1) dan garis merah adalah data aktual. Dari Grafik 4.10 juga menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang jauh antara data aktual dengan hasil peramalan sehingga dapat disimpulkan bahwa model yang digunakan sudah cukup baik untuk memodelkan harga saham PT. HM. Sampoerna, Tbk.

#### **4.5. Integrasi Keislaman Pada Sains dan Teknologi dalam Al-Quran dan Hadis**

Berdasarkan hasil dari analisis data didapatkan model yang tepat untuk memprediksi saham PT. HM. Sampoerna, Tbk yaitu model AR (9,1,0) - GARCH (2,1). Artinya usaha untuk melakukan prediksi saham perusahaan ini dapat digunakan untuk menentukan harga saham di masa depan. Pemodelan AR (9,1,0) - GARCH (2,1) dapat dijadikan acuan untuk para investor dalam melakukan jual-beli saham di masa pandemi ini atau dapat dikatakan penelitian ini tidak sia-sia dan berhasil mencapai tujuan dan manfaat penelitian.

Tujuan serta manfaat dari penelitian ini yaitu dapat membantu manusia untuk menghadapi penurunan ekonomi di masa pandemi serta membantu peneliti untuk mencari cara yang tepat untuk memprediksi saham suatu perusahaan yang mengalami volatilitas saham. Hal ini merupakan usaha yang sangat mulia di mata Allah SWT karena segala bentuk usaha atau pekerjaan yang mulia akan dinilai sebagai ibadah apabila niat dari usaha tersebut dalam rangka merubah keadaan menjadi lebih baik di masa depan.

Dalam upaya merubah keadaan buruk dari saham PT. HM Sampoerna, Tbk yang terjadi saat ini, Maka penelitian ini dapat menjadi langkah untuk investor meraih kebahagiaan dunia sebagai jalan kebahagiaan menuju akhirat. Dijelaskan dalam Al-Quran Surat Al-Baqarah ayat 215 sebagai berikut:

يَسْأَلُونَكَ مَاذَا يُنْفِقُونَ قُلْ مَا أَنْفَقْتُمْ مِنْ خَيْرٍ فَلِلْوَالِدَيْنِ وَالْأَقْرَبِينَ وَالْيَتَامَىٰ

وَالْمَسْكِينِ وَابْنِ السَّبِيلِ وَمَا تَفْعَلُوا مِنْ خَيْرٍ فَإِنَّ اللَّهَ بِهِ عَلِيمٌ ﴿٢١٥﴾

Artinya :” Mereka bertanya tentang apa yang mereka nafkahkan. Jawablah: ”Apa saja harta yang kamu nafkahkan hendaklah diberikan kepada ibu-bapak, kaum kerabat, anak-anak yatim, orang-orang miskin dan orang-orang yang sedang dalam perjalanan”. Dan apa saja kebaikan yang kamu buat, maka sesungguhnya Allah Maha Mengetahuinya”(QS. Al-Baqarah:215).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa harta kekayaan yang dimiliki sebaiknya diamankan ke jalan yang benar agar tidak terjadi ke-mudharat-an, kita harus senantiasa mengingat bahwa terdapat hak - hak orang lain pada harta tersebut. Maka dengan melakukan jual – beli saham, investor akan memperoleh keuntungan sehingga hasilnya dapat digunakan untuk membantu orang lain. Rasulullah SAW juga bersabda dalam hadistnya sebagai berikut:

مَنْ كَانَتْ الدُّنْيَا هَمَّهُ فَرَّقَ اللهُ عَلَيْهِ أَمْرَهُ وَجَعَلَ ، فَقَرَهُ بَيْنَ عَيْنَيْهِ  
 وَلَمْ يَأْتِهِ بِالدُّنْيَا إِلَّا مَا كُتِبَ لَهُ ، وَمَنْ كَانَتْ الْآخِرَةُ نِيَّتَهُ جَمَعَ ،  
 اللهُ لَهُ أَمْرَهُ وَجَعَلَ عِنَاهُ فِي قَلْبِهِ وَأَتَتْهُ الدُّنْيَا وَهِيَ رَاحِمَةٌ

Artinya: “Barangsiapa tujuan hidupnya adalah dunia, maka Allâh akan menceraiberaikan urusannya, menjadikan kefakiran di kedua pelupuk matanya, dan ia tidak mendapatkan dunia kecuali menurut ketentuan yang telah ditetapkan baginya. Barangsiapa yang niat (tujuan) hidupnya adalah negeri akhirat, Allâh akan mengumpulkan urusannya, menjadikan kekayaan di hatinya, dan dunia akan mendatangnya dalam keadaan hina”. (Hadits Shahih Ibnu Majah No.4105).

Pada hadis tersebut dijelaskan bahwa jika kita melakukan usaha dalam mencari dunia dengan tujuan mencari kebahagiaan akhirat maka Allah SWT memberikan rezeki yang cukup. misalkan dalam berinvestasi, maka kegiatan tersebut harus diniatkan untuk mencapai kehidupan di akhirat sehingga kehidupan keduanya dapat diperoleh dengan lancar begitu juga sebaliknya. Maka apabila investasi saham tetap terlaksana saat pandemi, investor tidak akan lupa oleh niatnya dalam mencapai jalan menuju akhirat. Apabila pada penelitian ini disimpulkan mulai dari latar belakang hingga hasil penelitian terdapat kaidah fiqh didalamnya yaitu sebagai berikut :

العُسْرُ سَبَبٌ لِلْيُسْرِ

Artinya : Kesulitan sebab datangnya kemudahan

Kaidah fiqh di atas dapat dijelaskan bahwa setiap kesulitan selalu ada jalan keluarnya dan terdapat kemudahan di balik kesulitan tersebut. Apabila kaidah fiqh tersebut dihubungkan dengan penelitian ini maka kesulitan tersebut dapat dimaknai sebagai efek dari pandemi yang menyulitkan kehidupan manusia dan turunnya

harga saham PT. HM. Sampoerna, Tbk yang mengakibatkan investor merasa panik dan kesulitan mencari informasi tentang keadaan saham di pasar saham. Sehingga dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberi kemudahan untuk para investor yang mengalami kesulitan maupun kerugian dalam melakukan jual - beli saham. Kemudahan tersebut juga dapat mengantarkan investor dalam menjalankan perintah Allah SWT dalam membantu sesama manusia seperti yang dikatakan dalam ilmu sosial bahwa manusia adalah makhluk sosial yang saling membutuhkan dan membantu satu sama lain. Penelitian ini juga memudahkan peneliti lainnya dalam menganalisis saham perusahaan PT. HM. Sampoerna, Tbk menggunakan model ARCH- GARCH, tidak hanya itu penelitian ini juga sebagai wawasan bagi dunia saham apabila terdapat keadaan seperti ini di kemudian hari sehingga efek yang ditimbulkan tidak begitu besar.

Dalam investasi pun pasti menghasilkan keuntungan atau biasanya disebut dengan pengembalian saham (return stock). Keuntungan ini biasanya dapat diperoleh secara harian. Maka dari keuntungan tersebut dapat digunakan untuk melakukan hal- hal baik yang untuk menjalankan perintah allah seperti zakat, bershadaqoh kepada fakir-miskin, dan lain - lain. Apabila hal tersebut terjadi secara berulang – ulang maka penelitian ini juga dapat mengantarkan kemudahan untuk para investor untuk menjalankan ibadah juga membantu mereka dalam mencapai surga Allah SWT yang merupakan tujuan hidup manusia selama di dunia. Hal ini juga dapat menarik seseorang untuk memulai bisnis saham karena metode yang dipakai dapat digunakan sebagai analisa saham sehingga mereka dapat memperkirakan saham yang akan dibeli di pasar saham.

## BAB V

### Kesimpulan dan Saran

#### 5.1. Kesimpulan

1. Hasil pengolahan data harga saham PT. HM. Sampoerna, Tbk selama 31 maret 2020 – 10 Oktober 2021 menunjukkan adanya volatilitas saham yang membentuk model GARCH (2,1). Koefisien pada GARCH (2,1) signifikan secara statistik, bebas dari sisaan residual, dan sudah tidak memiliki unsur ARCH pada uji ARCH LM. Model GARCH (2,1) memiliki nilai AIC sebesar 9.592174 dan SC yaitu sebesar 9.653783. Bentuk persamaan model GARCH (2,1) pada persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = 7.290307 + 0.123753\varepsilon_{t-1}^2 - 0.151017\varepsilon_{t-2}^2 + 1.0136183\sigma_{t-1}^2$$

2. Berdasarkan uji akurasi peramalan, harga saham mengalami fluktuasi dengan uji akurasi *error MAPE* yang sangat kecil yaitu 1.4825 sehingga pemodelan ARIMA (9,1,0) – GARCH (2,1) merupakan model yang tepat untuk memodelkan harga saham PT. HM. Sampoerna Tbk dibandingkan dengan metode ARIMA dan ARCH.

#### 5.2. Saran

Dalam penelitian ini, pemodelan asimetris dilakukan dengan menggunakan metode ARCH-GARCH yang didapatkan hasil yaitu pemodelan GARCH (2,1) dengan nilai MAPE sebesar 1.4825 untuk harga saham PT. HM. Sampoerna, Tbk. Menurut kriteria MAPE, hasil penelitian tersebut termasuk dalam pemodelan yang sangat baik. Metode ini dapat diimplementasikan pada data saham perusahaan lainnya.

Penelitian ini hanya menggunakan *single variable*, yakni data *time series* harga saham saja. Sejatinya, fluktuasi saham dipengaruhi banyak faktor, sehingga untuk penelitian selanjutnya bisa dikembangkan dengan menambahkan variabel lainnya yang mempengaruhi harga saham dengan menggunakan berbagai metode peramalan *multivariate time series* agar hasil peramalan lebih akurat dan meminimalkan tingkat ketidakpastian.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, A., & Ikenberry, D. L. (1994). *The Individual Investor and The Weekend Effect*. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 29(2), 263–277.
- Adebisi, O. S, & Lawal, K. O. (2015). *Equity Share Price Determinants: A Survey of Literature*. *Oman Chapter of Arabian Journal of Business and Management Review*, 5(3), 38 – 44.
- Adebiyi, A., Adewumi, A., & Charles, A. (2014). *Stock Price Prediction Using the ARIMA Model*. *International Conference on Computer Modelling and Simulation Stock*, 106–112.
- Bai, Y. (2014). *Cross-Border Sentiment: An Empirical Analysis on EU Stock Markets*. *Applied Financial Economics*, 24(4), 259–290.
- Bakar, N. A., & Rosbi, S. (2017). *Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Model for Forecasting Cryptocurrency Exchange Rate in High Volatility Environment: A New Insight of Bitcoin Transaction*. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 4(11), 130–137.
- Bhardwaj, S. P., Paul, R. K., Singh, D. R., & Singh, K. N. (2014). *An Empirical Investigation of Arima and Garch Models in Agricultural Price Forecasting*. *Economic Affairs*, 59(3), 415.
- Bhowmik, R., & Wang, S. (2020). *Stock Market Volatility and Return Analysis: A Systematic Literature Review*. *Entropy*, 22(5), 1–18.
- Bodie, Z., Kane, A., & Marcus .J, A. (2014). *Investments* (N. Bathurst (10rd ed) : McGraw-Hill Education.
- Bohme, R., & Moore, T. (2016). *The "Iterated Weakest Link" Model of Adaptive Security Investment*. *Journal of Information Security*, 07(02), 81–102.

- Boubakri, N., Cosset, J. C., & Somé, H. Y. (2011). *Introduction to Institutional Investors In Global Capital Markets*. *International Finance Review*, 12, 3–13.
- Chen, R. J. C., & Bloomfield, P. (2003). *An Evaluation of Alternative Forecasting Methods to Recreation Visitation*. 35(4), 441–454.
- Christie & David, R. (2002). *Analysis of Financial Time Series*. In *Journal of Financial Research* .25(3).
- Chuang, A., & Wei, W. W. S. (1991). *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods In Technometrics*.33(1), 108.
- DSN-MUI. (2020). *Fatwa Dewan Syari'ah Nasional Tentang Saham*. In *Dewan Syariah Nasional MUI*.
- Engle, R. F. (1982). *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation*. *Econometrica*, 50(4), 987.
- Firmansyah & R.S. Dyah. (2005). *Estimasi Pengaruh Inflasi dan Tingkat Output Terhadap Return dan Volatilitas Saham di Indonesia (Pendekatan Model Garch, Tarch dan Egarch)*. *Jurnal Bisnis Strategi*, 14(1), 95–109.
- Ganbold, B., Akram, I., & Lubis, R. F. (2017). *Exchange Rate Volatility: A Forecasting Approach of Using The ARCH Family Along With ARIMA SARIMA and Semi-Structural-SVAR in Turkey*. 84447.
- Garg, N., Soni, K., Saxena, T. K., & Maji, S. (2015). *Applications of AutoRegressive Integrated Moving Average (ARIMA) Approach in Time-Series Prediction of Traffic Noise Pollution*. *Noise Control Engineering Journal*, 63(2), 182–194.
- Gokmenoglu, K. K., & Fazlollahi, N. (2015). *The Interactions Among Gold, Oil, and Stock Market: Evidence From S& P500*. *Procedia Economics and Finance*, 25, 478–488.

- Halimi, R., Anggraeni, W., & Tyasnurita, R. (2013). *Permintaan Produk Dengan Metode Time Series Exponential Smoothing Holts Winter di PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk* . Teknik Pomits, 1(1), 1–6.
- Hillmer, S. C., & Wei, W. W. S. (1991). *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods*. Journal of the American Statistical Association, 86(413), 245.
- Karius, T. (2016). *Intellectual Property and Intangible Assets in Luxembourg*. EIKV -Schriftenreihe Zum Wissens and Wertemanagement. 3, 92.
- Khaeruman, B., Nur, S., Mujiyo, M., & Rodliyana, D. (2020). *Pandemi Covid-19 dan Kondisi Darurat: Kajian Hadis Tematik*. UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
- Kingsley, A., & Peter, U. (2019). *Volatility Modelling Using Arch and Garch Models (A Case Study of the Nigerian Stock Exchange)*. International Journal of Mathematics Trends and Technology, 65(4), 58–63.
- Kotze A.A. (2005). *Stock Price Volatility: A Primer Financial Chaos Teory*. The South African Financial Markets Journal. 9.
- Komalasari, M. P., Sujatmoko, B., & Fauzi, M. (2018). Analisis Statistik Data Curah Hujan Harian Pada Das Siak Berdasarkan Aic ( Akaike Information Criterion ). 5, 1–7.
- Kubatova, J., & Krocil, O. (2020). *The Potential of Impact and Integral Investing For Sustainable Social Development and The Role of Academia in Their Dissemination*. Sustainability (Switzerland), 12(17), 1–14.
- Lama, A., Jha, G. K., Paul, R. K., & Gurung, B. (2015). *Modelling and Forecasting of Price Volatility: An Application of GARCH and EGARCH Models*. Agricultural Economics Research Review, 28(1), 73.
- Lewis, A. (1982). *The Social Psychology of Taxation*. British Journal of Social Psychology, 21(2), 151–158.

- Liu, P., Shi, L., Zhang, W., He, J., Liu, C., Zhao, C., Kong, S. K., Fong, J., Loo, C., Gu, D., & Hu, L. (2017). *Prevalence and Genetic Diversity Analysis of Human Coronaviruses Among Cross-Border Children*. *Virgology Journal*, 1–8.
- Maharani, A. (2008). *Panic Selling*. *SSRN Electronic Journal*, 1–13.
- Makridakis S, Wheelwright SC, H. R. (1997). *1/The Forecasting Perspective*. *Forecasting Methods and Applications*, 1–632.
- Mamtha, D., & Srinivasan, K. S. (2015). *Stock Market Volatility – Conceptual Perspective Through Literature Survey*. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 7(1), 208–211.
- Merton, R. C. (1980). *On Estimating The Expected Return on The Market: An Exploratory Investigation*. *Topics in Catalysis*, 8(4), 323–361.
- Mishra, P. K., & Mishra, S. K. (2020). *Corona Pandemic and Stock Market Behaviour: Empirical Insights from Selected Asian Countries*. *Millennial Asia*, 11(3), 341–365.
- Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulahci, M. (2016). *Introduction Time Series Analysis and Forecasting*. 671.
- Mudjiyono, M. (2012). *Investasi Dalam Saham & Obligasi dan Meminimalisasi Risiko Sekuritas Pada Pasar Modal Indonesia*. *Jurnal STIE Semarang*, 4(2), 1–18.
- Naik, N., Mohan, B. R., & Jha, R. A. (2020). *GARCH Model Identification for Stock Crises Events*. *Procedia Computer Science*, 171(2019), 1742–1749.
- Nelson. (1991). *Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach*, 59(2), 347–370.
- Neusser, K. (2016). *Time Series Econometrics* (1st ed.). Switzerland: Springer International Publishing.
- Nielsen, F., & Bender, J. C. (2012). *The Fundamentals of Fundamental Factor Models*. *SSRN Electronic Journal*, 1–15.

- Petrusheva, N., & Jordanoski, I. (2016). *Comparative Analysis Between The Fundamental and Technical Analysis of Stocks*. Journal of Process Management. New Technologies, 4(2), 26–31.
- Puspitaningtyas, Z. (2017). *Is Financial Performance Reflected in Stock Prices ?* 2nd International Conference on Accounting, Management, and Economics (ICAME 2017), 40, 17–28.
- Putri, R. N., Usman, M., Warsono, Widiarti, & Virginia, E. (2021). *Modeling Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) and Forecasting of PT Unilever Indonesia Tbk Share Prices During the COVID-19 Pandemic Period*. Journal of Physics: Conference Series, 1751, 012027.
- Rizwan, M. S., Ahmad, G., & Ashraf, D. (2020). *Systemic Risk: The Impact of COVID-19*. Finance Research Letters, 36.
- Ruppert, D. (2011). *GARCH MODELS*. In *Statistics and Data Analysis for Financial Engineering*, (1), 5–15.
- Sarwar, U., Muhammad, M. B., & Abdul Karim, Z. A. (2014). *Time Series Method for Machine Performance Prediction Using Condition Monitoring Data*. I4CT 2014 - 1st International Conference on Computer, Communications, and Control Technology, Proceedings, 394–398.
- Schwert, G. W. (1989). *Why Does Stock Market Volatility Change Over Time?* In The Journal of Finance 44 (5), 1115.
- Senol, Z., & Zeren, F. (2020). *Coronavirus (Covid-19) and Stock Markets: the Effects of the Pandemic on the Global Economy*. Eurasian Journal of Researches in Social and Economics (EJRSE), 7(4), 1–16.
- Srivastava, U., & Ahmad Sheikh, R. (2016). *Stock Performance Analysis of Top Ten Indian Blue Chip Companies*. International Journal of Commerce and Management Research, 2(11), 29–30.

- Stores, F. S., Hazana, N., Abdullahi, B., Lizam, M., & Mohd, B. (2013). *A Review of Technological Investment and Its Effects on Firm's Performance*. 1st FPTP Postgraduate, 1–5.
- Supriatna, E. (2020). *Wabah Corona Virus Disease (Covid 19) Dalam Pandangan Islam*. SALAM: Jurnal Sosial Dan Budaya Syar-I, 7(6).
- Syafrida, S. (2020). *Bersama Melawan Virus Covid 19 di Indonesia*. SALAM: Jurnal Sosial Dan Budaya Syar-I, 7(6).
- Tan, E., & Astuti, I. (2020). *Metode Autoregressive Integrated Moving Average untuk Meramalkan Penjualan*. EKOMABIS: Jurnal Ekonomi Manajemen Bisnis, 1(02), 149–158.
- Tandelilin, E. (2010). *Dasar-dasar Manajemen Investasi* ., (1ed.) Yogyakarta : Kanisius
- Taufiq, T. (2018). *Memakan Harta Secara Batil (Perspektif Surat An-Nisa: 29 dan At-Taubah: 34)*. JURIS (Jurnal Ilmiah Syariah), 17(2), 245.
- Tim Bollerslev. (1986). *A Generalized Least Absolute Deviation Method For Parameter Estimation of Autoregressive Signals*. IEEE Transactions on Neural Networks, 19(1), 107–118.
- Tinungki, G. M. (2019). *The Analysis of Partial Autocorrelation Function in Predicting Maximum Wind Speed*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 235(1)
- Tsay, R. S. (2010). *Analysis of Financial Time Series. In Analysis of Financial Time Series: Third Edition (3rd )*. A JOHN WILEY & SONS, INC., PUBLICATION.
- Tendai, M., & Chikobvu, D, *Modelling international tourist arrivals and volatility to the Victoria Falls Rainforest, Zimbabwe: Application of the GARCH family of models*. African Journal of Hospitality, Tourism and Leisure, 6(4), 1–16.

Ummul K. , Hasanul F. , & Sarudin A. H. (2017). *Forecasting Error Calculation with Mean Absolute Deviation and Mean Absolute Percentage Error*. Journal of Physics: Conference Series PAPER, 930.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A