

**PEMODELAN ASYMMETRIC POWER ARCH
MENGGUNAKAN METODE QUASI MAXIMUM LIKELIHOOD
(Studi Kasus: Harga Saham Jakarta Islamic Index)**

SKRIPSI

Oleh
IIM MASNIYAH
NIM. 16610102



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

**PEMODELAN MODEL ASYMMETRIC POWER ARCH
MENGGUNAKAN METODE QUASI MAXIMUM LIKELIHOOD
(Studi Kasus: Harga Saham Jakarta Islamic Index)**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam negeri maulana malik Ibrahim malang
Untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam
Memperoleh gelar sarjana matematika (S.Mat)**

**Oleh
Iim Masniyah
NIM. 16610102**

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

**PEMODELAN MODEL ASYMMETRIC POWER ARCH
MENGGUNAKAN METODE QUASI MAXIMUM LIKELIHOOD
(Studi Kasus: Harga Saham Jakarta Islamic Index)**

SKRIPSI

Oleh
Iim Masniyah
NIM. 16610102

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji

Tanggal 30 April 2020

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



Muhammad Khudzaifah, M.Si
NIDT. 19900511 20160801 1 057

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika,



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

**PEMODELAN MODEL ASYMMETRIC POWER ARCH
MENGGUNAKAN METODE QUASI MAXIMUM LIKELIHOOD
(Studi Kasus: Harga Saham Jakarta Islamic Index)**

SKRIPSI

Oleh
Iim Masniyah
NIM. 16610102

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Pengaji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)

Tanggal 20 Mei 2020

Pengaji Utama : Dr. Sri Harini, M.Si

Ketua Pengaji : Angga Dwi Mulyanto, M.Si

Sekretaris Pengaji : Abdul Aziz, M.Si

Anggota Pengaji : Muhammad Khudzaifah, M.Si

.....
.....
.....
.....
.....

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika


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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Iim Masniyah

NIM : 16610102

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Pemodelan *Asymmetric Power ARCH* Menggunakan Metode *Quasi Maximum Likelihood* (Studi Kasus: Harga Saham *Jakarta Islamic Index*)

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

Malang, 20 Mei 2020
Yang membuat pernyataan



Iim Masniyah
NIM. 16610102

MOTO

*“Sesungguhnya Allah tidak akan merubah suatu kaum sehingga mereka merubah
keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”*

QS. Ar Ra'd ayat 11



PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Bapak Kartab dan Ibu Mudrikah tercinta, yang senantiasa mendo'akan, mendukung baik moril maupun materiil, memberi nasihat, semangat dan kasih sayang yang tak ternilai, serta kakak Muhammad David Zain dan adik Muhammad Zamroni Ali yang selalu memberi semangat kepada penulis, dan keluarga yang selalu memberi dukungan penuh.

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

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

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

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

6. Seluruh dosen Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim Malang khususnya para dosen di Jurusan Matematika yang telah memberi banyak pengalaman dan ilmu kepada penulis.
7. Bapak dan ibu serta saudara-saudara tercinta yang selalu memberikan doa, semangat dan motivasi kepada penulis sampai saat ini.
8. Sahabat-sahabat terbaik penulis, yang selalu memahami, membantu dan memberi dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Seluruh teman-teman di Jurusan Matematika angkatan 2016, yang berjuang bersama-sama untuk meraih mimpi, terimakasih kenang-kenangan indah yang dirajut bersama dalam menggapai impian.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini baik moril maupun materil.

Semoga Allah SWT. melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua. Akhirnya penulis berharap semoga dengan rahmat dan izin-Nya semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca. *Aamiin.*

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Malang, 27 April 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGAJUAN

HALAMAN PERSETUJUAN

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

HALAMAN MOTO

HALAMAN PERSEMBAHAN

| | |
|-----------------------------|-------------|
| KATA PENGANTAR | viii |
|-----------------------------|-------------|

| | |
|------------------------|----------|
| DAFTAR ISI..... | x |
|------------------------|----------|

| | |
|---------------------------|-------------|
| DAFTAR TABEL | xiii |
|---------------------------|-------------|

| | |
|---------------------------|-------------|
| DAFTAR GAMBAR..... | xiiv |
|---------------------------|-------------|

| | |
|----------------------------|-----------|
| DAFTAR SIMBOL | xv |
|----------------------------|-----------|

| | |
|----------------------|-------------|
| ABSTRAK | xvii |
|----------------------|-------------|

| | |
|-----------------------|--------------|
| ABSTRACT | xviii |
|-----------------------|--------------|

| | |
|-------------------|------------|
| ملخص | xix |
|-------------------|------------|

BAB I PENDAHULUAN

| | |
|--------------------------------|---|
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 6 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 6 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 6 |
| 1.5 Batasan Masalah..... | 7 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 8 |

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

| | |
|--|----|
| 2.1 Deret Waktu | 9 |
| 2.1.1 Pengertian Deret Waktu | 9 |
| 2.1.2 <i>Autocorrelation Function (ACF)</i> | 10 |
| 2.1.3 <i>Partial Autocorrelation Function (PACF)</i> | 11 |
| 2.1.4 Kestasioneran | 13 |
| 2.1.5 <i>Differencing</i> | 19 |

| | | |
|--------|---|----|
| 2.1.6 | Proses <i>White Noise</i> | 22 |
| 2.1.7 | Model Deret Waktu Stasioner | 23 |
| 2.1.8 | Model Deret Waktu Nonstasioner..... | 25 |
| 2.1.9 | Model ARCH dan GARCH..... | 26 |
| 2.1.10 | Model APARCH | 28 |
| 2.1.11 | Pemilihan Model Terbaik..... | 30 |
| 2.2 | Uji Hipotesa..... | 31 |
| 2.2.1 | Uji Stasioneritas | 31 |
| 2.2.2 | Uji Normalitas | 32 |
| 2.2.3 | Uji Heteroskedastisitas | 34 |
| 2.2.4 | Uji Signifikansi Parameter | 34 |
| 2.2.5 | Uji <i>White Noise</i> | 36 |
| 2.3 | Saham dan Volatilitas..... | 36 |
| 2.3.1 | Saham | 36 |
| 2.3.2 | Volatilitas | 37 |
| 2.4 | Estimasi Parameter Metode <i>Quasi Maximum Likelihood</i> | 38 |
| 2.5 | Kajian tentang <i>Return</i> Saham dalam Al-Quran..... | 39 |

BAB III METODE PENELITIAN

| | | |
|-----|---------------------------------|----|
| 3.1 | Pendekatan Penelitian | 43 |
| 3.2 | Sumber Data..... | 43 |
| 3.3 | Variabel Penelitian | 43 |
| 3.4 | Analisis Data | 44 |
| 3.5 | Diagram Alir Analisis Data..... | 45 |

BAB IV PEMBAHASAN

| | | |
|-------|--|----|
| 4.1 | Deskripsi Data | 47 |
| 4.2 | Uji Hipotesa Data | 49 |
| 4.2.1 | Uji Normalitas Data..... | 49 |
| 4.2.2 | Uji Stasioneritas Data..... | 50 |
| 4.3 | Pemodelan ARMA | 51 |
| 4.3.1 | Identifikasi Model ARMA | 51 |
| 4.3.2 | Estimasi Model ARMA..... | 52 |
| 4.3.3 | Uji Asumsi <i>Error</i> | 53 |
| 4.4 | Pemodelan ARMA – APARCH..... | 56 |
| 4.4.1 | Identifikasi Model ARMA – APARCH | 56 |
| 4.4.2 | Uji Asumsi <i>Error</i> | 58 |
| 4.5 | Peramalan Model APARCH | 61 |

BAB V PENUTUP

| | | |
|-----|-----------------|----|
| 5.1 | Kesimpulan..... | 64 |
|-----|-----------------|----|

| | |
|-----------------------------|-----------|
| 5.2 Saran..... | 64 |
| DAFTAR PUSTAKA | 66 |
| LAMPIRAN-LAMPIRAN | |
| RIWAYAT HIDUP | |



DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabel 2.1 | Pola ACF dan PACF | 26 |
| Tabel 4.1 | Statistik Deskriptif Data <i>Return</i> Harga Saham JII..... | 48 |
| Tabel 4.2 | Uji Signifikansi Model..... | 52 |
| Tabel 4.3 | Perbandingan Pemilihan Model ARMA..... | 53 |
| Tabel 4.4 | Perbandingan Nilai AIC dan SC Model ARMA – APARCH | 57 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Plot Data <i>Time Series</i> Stasioner dalam Rata-Rata..... | 13 |
| Gambar 2.2 | Plot Data <i>Time Series</i> Stasioner dalam Variansi | 14 |
| Gambar 2.3 | Plot Data <i>Time Series</i> Stasioner dalam Rata-Rata Dan Variansi | 15 |
| Gambar 2.4 | Plot Data <i>Time Series</i> Stasioner Kuat..... | 16 |
| Gambar 2.5 | Plot Data <i>Time Series</i> Stasioner Lemah | 17 |
| Gambar 2.6 | Uji Stasioneritas Dengan ACF | 18 |
| Gambar 2.7 | Plot Data <i>Time Series Tidak</i> Stasioner dalam Rata-Rata dan Variansi..... | 19 |
| Gambar 2.8 | Plot Data <i>Time Series</i> Setelah didifferencing | 20 |
| Gambar 3.1 | Diagram Alir Analisis Data | 45 |
| Gambar 4.1 | Plot Data <i>Time Series</i> Harga Saham JII | 47 |
| Gambar 4.2 | Plot Data <i>Time Series Return</i> Harga Saham JII..... | 48 |
| Gambar 4.3 | Uji Normalitas <i>Return</i> Harga Saham JII | 50 |
| Gambar 4.4 | Output Uji <i>Augmented Dickey Fuller</i> | 51 |
| Gambar 4.5 | Plot <i>Autocorrelation Function</i> Data <i>Return</i> Harga Saham JII | 51 |
| Gambar 4.6 | Plot <i>Partial Autocorrelation Function</i> Data <i>Return</i> Harga Saham JII | 52 |
| Gambar 4.7 | Uji <i>White Noise</i> Model ARMA | 54 |
| Gambar 4.8 | Uji Normalitas <i>Error</i> Model ARMA..... | 55 |
| Gambar 4.9 | Hasil Uji <i>White</i> Model ARMA..... | 58 |
| Gambar 4.10 | Uji <i>White Noise</i> Model ARMA – APARCH..... | 59 |
| Gambar 4.11 | Uji Normalitas <i>Error</i> Model ARMA – APARCH | 60 |
| Gambar 4.12 | Hasil Uji <i>White</i> Model ARMA – APARCH..... | 61 |
| Gambar 4.13 | Perbandingan Ramalan dengan Data Asli | 62 |

DAFTAR SIMBOL

| | |
|-----------------|---|
| Z_t | : Variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$ |
| k | : Selang waktu, $k = \{0, 1, 2, \dots, n\}$ |
| γ_k | : Nilai fungsi autokovariansi (koefisien kovariansi) pada saat k |
| μ | : Nilai ekspektasi variabel acak (rata-rata variabel acak) |
| σ^2 | : Nilai variansi variabel acak |
| ρ_k | : Nilai fungsi autokorelasi pada saat k |
| Z_{t+k} | : Variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$ pada saat k |
| \hat{Z}_t | : Estimasi variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$ |
| \hat{Z}_{t+k} | : Estimasi variabel acak untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$ pada saat k |
| P_k | : Nilai fungsi autokorelasi parsial pada saat k |
| n | : Banyaknya pengamatan |
| r | : Return |
| Z'_t | : Hasil <i>differencing</i> pertama dari Z_t |
| Z''_t | : Hasil <i>differencing</i> kedua dari Z_t |
| B | : Operator <i>shift</i> mundur |
| d | : Orde <i>differencing</i> |
| ω | : Koefisien AR |
| ε_t | : Nilai <i>error</i> pada saat t |
| p | : Orde AR |
| ϕ | : Koefisien MA |
| q | : Orde MA |
| w_t | : <i>White noise</i> |
| h_t | : Nilai standar deviasi <i>erro</i> |
| h_t^2 | : Variansi <i>error</i> pada saat t |
| α | : Parameter ARCH |

| | |
|----------------|--|
| m | : Orde ARCH |
| ϑ | : Parameter GARCH |
| m,s | : Orde GARCH |
| DF | : <i>Dickey Fuller</i> |
| $\hat{\omega}$ | : penduga dari parameter ω |
| SE | : nilai standar <i>error</i> |
| S_d^2 | : Variansi sampel |
| S_d | : Standar deviasi sampel |
| S_k | : Skewness |
| K_u | : Kurtosis |
| VIF | : Nilai VIF |
| R^2 | : Koefisien determinasi |
| \hat{Y} | : Variabel terikat estimasi |
| Y | : Variabel terikat |
| \bar{Y} | : Variabel terikat rata-rata |
| χ^2 | : Distribusi <i>chi-square</i> |
| Y | : Vektor (acak) ordo $1 \times n$ |
| ε | : Nilai error dengan variansi σ^2 |
| S_T | : Harga saham pada saat t |
| K | : Harga ketetapan |

ABSTRAK

Masniyah, Iim. 2020. **Pemodelan Asymmetric Power ARCH Menggunakan Metode Quasi Maximum Likelihood (Studi Kasus: Harga Saham Jakarta Islamic Index).** Skripsi. Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I)Abdul Aziz, M.Si (II) Muhammad Khudzaifah M.Si.

Kata kunci: ARMA, APARCH, Harga Saham, *Return*, *Quasi Maximum Likelihood*

Harga saham sangat penting diperekonomian Indonesia, sehingga harga saham sering digunakan sebagai obyek penelitian. Data harga saham merupakan jenis data deret waktu yang memiliki pola siklis karena dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang yang berhubungan dengan bisnis. Oleh sebab itu penelitian ini dimodelkan terlebih dahulu ke dalam bentuk *return* dari harga saham yang kemudian dikembalikan pada harga saham untuk memprediksi nilai harga saham diperiode yang akan datang. *Return* merupakan tingkat pengembalian atau keuntungan yang diperolah dari investasi saham. Data *return* merupakan jenis data deret waktu yang terdapat kondisi heteroskedastisitas. Pada penelitian ini menggunakan data return harga saham *Jakarta Islamic Index* (JII) pada periode Januari 2019 sampai Februari 2020. Data *return* harga saham JII dimodelkan menggunakan model *Asymmetric Power Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (APARCH). Kemudian estimasi parameter menggunakan metode *Quasi Maximum Likelihood*. Setelah dilakukan estimasi, diperoleh model ARMA (1,1) – APARCH (1,4) sebagai model yang signifikan. Setelah diperoleh model yang signifikan, *return* dikembalikan keharga saham menggunakan sifat algoritma.

ABSTRACT

Masniyah, Iim. 2020. **Modeling of Asymmetric Power ARCH with Quasi Maximum Likelihood Method (Case Study on Stock Price Date of Jakarta Islamic Index).** Thesis. Mathematics Departement, faculty of science and technology, maulana malik Ibrahim state Islamic university of malang. Advisors: (I) Abdul Aziz, M.Si (II) Muhammad Khudzaifah, M.Si.

Keywords: ARIMA, APARCH, Stock Price, Return, Quasi Maximum Likelihood

Stock prices in the Indonesian economy are very important, so stock prices often used as the object of the study. Stock price data categorized as time-series data that has a cyclical pattern because it is influenced by long-term business-related economic fluctuations. Therefore, this research begins with a model in the context of stock prices returns, then returned to stock prices to forecast the valuation of stock prices in the next period. Return is the rate of repayment or benefits from the expenditure of the stock. Return data is a type of time-series data that contains heteroscedasticity conditions. This study uses the Jakarta Islamic Index (JII) stock price return data for the period of January 2019 to February 2020. The JII stock price return data is modeled using the Asymmetric Power Autoregressive Conditional Heteroscedastic (APARCH) model. Then calculate the parameters by the Quasi Maximum Likelihood method. After calculation, the ARMA (1.1) - APARCH (1.4) model is obtained as a significant model. After receiving a significant model, the return is returned to the stock price using the structure of the algorithm.

ملخص

مثنية، إلم. ٢٠٢٠. **غمضة القوة غير متماثلة ARCH باختلاف التباين المشروطة ذاتية الارتداد (APARCH) باستخدام منهج شبه الإمكانية القصوى** (دراسة حالة: سعر الأسهم في جاكرتا الفهرس الإسلامي). بحث جامعي. قسم الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا، بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكيمية مالانج. المشرف : (١) عبد العزيز الماجستير. (٢) محمد حذيفة الماجستير.

الكلمات المفتاحية : APARCH، ARMA، سعر الأسهم، العائد، شبه الإمكانية القصوى.

سعر الأسهم هام عند الاقتصاد الإندونيسي، حتى كثيراً ما يستخدم في البحث. بيانات الأسعار السهمية هي نوع من بيانات السلسل الزمنية التي لها نمط دائري لأنّ يؤثره تؤثرها التقلبات الاقتصادية بطويل الأمد الذي تتعلق بالتجارة. لذلك، أولاً هذا البحث مشكّل على شكل العوائد من أسعار سهمية تعيد إلى أسعار سهمية لتتبّؤ قيمة الأسعار في المستقبل. العائد *Return* هو مستوى عائد أو الربح يحصل عليه استثمار السهم. بيانات العائد نوع من بيانات السلسل الزمنية التي فيها اختلاف التباين. في هذا البحث يستخدم بيانات عائد سعر الأسهم بموجب جاكرتا الإسلامي في يناير 2019 إلى فبراير 2020. بيانات العائد باستخدام شكل القوة غير متماثلة وباختلاف التباين المشروطة ذاتية الإرتداد (APARCH)، وتقدير المعایير باستخدام منهج الإمكانات القصوى. بعد التقدير يحصل البحث على نموذج التحليل بالترابع وبال المتوسط المتحرك ARMA – (1,1) (1,4) APARCH نموذجاً له هام عالي. وبعد حصول على نموذج هام، إعادة العائد إلى سعر الأسهم باستخدام طبيعة الخوارزمية.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya zaman, matematika dan statistika menjadi semakin penting dalam ilmu pengetahuan, khususnya ilmu ekonomi yang semakin berkembang. Pada perkembangan perekonomian yang semakin meningkat, kebutuhan informasi masyarakat juga semakin meningkat terhadap perkembangan bursa. Perkembangan ekonomi pada suatu negara dapat dilihat dari perkembangan pasar modal dan industri sekuritas. Pasar modal mempunyai peranan penting sebagai salah satu tempat investasi keuangan dalam dunia perekonomian. Tiap investasi antar saham yang dilakukan akan memberikan keuntungan dan risiko yang berbeda meskipun dalam sektor industri yang sama. Saat ini, perkembangan pasar modal mengikuti perkembangan sistem keuangan yang ada. Salah satu perkembangannya yakni pasar modal berbasis syariah yang mengikuti perkembangan industri keuangan syariah. *Jakarta Islamic Index* (JII) merupakan pasar modal di Indonesia yang berbasis syariah Islam. Pemerintah Indonesia menggunakan JII untuk perekonomian Indonesia dikarenakan penduduk Indonesia yang mayoritas muslim.

Jakarta Islamic Index (JII) merupakan salah satu index saham yang terdapat di Indonesia yang menjadi acuan bagi saham-saham yang berisikan saham-saham yang likuid dan memenuhi ketentuan syariah Islam. Lahirnya *Jakarta Islamic Index* tidak terlepas dari PT Bursa Efek Indonesia yang bekerja sama dengan PT Danareksa Investment Management (DIM). Dengan lahirnya JII diharapkan dapat mendukung

proses transparansi dan akuntabilitas saham berbasis syariah Islam di Indonesia. Di samping itu, diharapkan dapat menjadi tolak ukur (*benchmark*) untuk mengukur kinerja investasi pada saham yang berbasis syariah dan meningkatkan kepercayaan para investor untuk mengembangkan investasi atau untuk memberikan kesempatan kepada investor yang ingin melakukan investasi sesuai dengan ketentuan syariah, tanpa mengandung unsur *ribawi* dan struktur permodalan perusahaan bukan mayoritas dari hutang.

Saham merupakan surat berharga keuangan yang diterbitkan oleh suatu perusahaan saham sebagai alat untuk meningkatkan modal jangka panjang. Para pembeli saham membayarkan uang pada perusahaan dan menerima sertifikat saham sebagai bukti kepemilikan atas saham dan kepemilikan dicatat dalam daftar saham perusahaan (Manan, 2009). Dalil naqli tentang saham (*mudharabah*) terdapat pada firman allah surat Al-Muzzamil ayat 20 yang artinya:

...dan berikanlah pinjaman kepada allah pinjaman yang baik. Dan kebaikan apa saja yang kamu perbuat untuk dirimu niscaya kamu memperoleh (balasan)nya di sisi allah sebagai balasan yang paling baik dan yang paling besar pahalanya. Dan mohonlah ampunan kepada allah; sesungguhnya allah maha pengampun lagi maha penyayang.

Dalam terjemahan tafsir Al-Jalalain (Al-Mahali & As-Suyuthi, 2018) surat ini dijelaskan (tunaikanlah zakat dan berikanlah pinjaman kepada allah) seumpamanya kalian membelanjakan sebagian harta kalian yang bukan zakat kepada jalan kebaikan (pinjaman yang baik) yang ditunaikan dengan hati yang tulus dan ikhlas. (Dan kebaikan apa saja yang kalian perbuat untuk diri kalian, niscaya kalian akan memperoleh balasannya di sisi allah sebagai balasan yang jauh lebih baik) dari apa yang telah kalian berikan.

Menurut Nuryanto & Pambuko (2018), ekonometrika adalah gabungan ilmu ekonomi, matematika dan statistika untuk menganalisis ekonomi secara kuantitatif berdasarkan data empiris. Ekonometrika dapat dimanfaatkan untuk membuat estimasi sebuah fungsi beserta parameter-parameternya, yang selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk membuat prediksi untuk periode yang akan datang. Disamping itu, ekonometri lebih banyak memberikan perhatiannya kepada ilmu ekonomi positif (Aziz, 2010).

Deret waktu (*time series*) adalah serangkaian nilai pengamatan (observasi) yang diambil selama kurun waktu tertentu, pada umumnya dalam interval-interval yang sama panjang (Spiegel & Stephens, 2007). Menurut Santoso (2001) dasar dari analisis *time series* adalah bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi pola dari kumpulan data tersebut pada masa lalu dan sekarang cenderung tidak banyak berubah pada masa mendatang. Dengan demikian dapat dilakukan analisis *time series* yang bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor tersebut untuk membantu peneliti dalam mengambil keputusan.

Penerapan analisis *time series* yang sering digunakan menggunakan model *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA), kombinasi *Autoregressive Moving Average* (ARMA), dan penambahan metode pembeda (*differencing*) *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) untuk memodelkan data keuangan dan ekonomi dengan asumsi stasioneritas terhadap variansi (*homoscedastic*). Namun, pada kasus data finansial, biasanya cenderung bergerak secara cepat dari waktu ke waktu sehingga variansi dari *error*-nya akan selalu berubah setiap waktu (*heterogen*). Salah satu model yang dapat digunakan untuk masalah keheterogenan variansi adalah *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) yang diperkenalkan oleh Engle pada tahun

1982. Bollerslev pada tahun 1986 menyempurnakan model ARCH namun dalam kerangka analisis yang sama. Hal tersebut dilakukan dengan memasukkan unsur residual masa lalu dan varian residual dalam persamaan *Autoregressive*. Model tersebut dikenal dengan *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH). Kemudian Ding, Granger dan Engle pada tahun 1993 mengembangkan model *Asymmetric Power ARCH* (APARCH) yang digunakan untuk memperbaiki kelemahan dari kedua model tersebut dalam menangkap ketidaksimetrisan *good news* dan *bad news* dalam volatilitas. Sehingga model APARCH dapat digunakan untuk memprediksi masalah pergerakan naik dan turunnya suatu harga saham untuk para investor yang ini berinvestasi dengan melihat kejadian yang sudah terjadi dan yang akan terjadi pada periode selanjutnya.

Elvitra, dkk. (2013), meneliti tentang metode peramalan pergerakan volatilitas data yang menimbulkan masalah heteroskedastisitas yang dimodelkan dengan *Asymmetric Power ARCH* (APARCH) menggunakan metode iterasi Berndt, Hall, Hall, Hausman (BHHH). Penelitian ini menghasilkan model APARCH yang digunakan untuk peramalan volatilitas dari return nilai tukar rupiah terhadap dollar Amerika beberapa periode kedepan adalah model APARCH (1,3) karena memiliki AIC dan SC terkecil. Kemudian Sulistyowati, dkk. (2015) mengembangkan penelitian tersebut dengan memodelkan data kurs rupiah terhadap dollar menggunakan model asimetris GARCH seperti *Exponential GARCH* (EGARCH), *Threshold GARCH* (TGARCH) dan APARCH. Penelitian tersebut menghasilkan bahwa model terbaik yang dapat digunakan untuk memodelkan nilai kurs rupiah terhadap dollar adalah ARIMA ([4,5], 1, [4,5]) – APARCH (2,1).

Sari (2017) meneliti tentang pemodelan dan transmisi volatilitas return saham utama dunia terhadap Indonesia. Penelitian tersebut dibagi menjadi 2 bagian, pertama proses pemilihan model terbaik dalam menggambarkan return saham serta mengidentifikasi adanya efek asimetris. Bagian kedua mengidentifikasi perubahan struktur interaksi dinamis pasar saham Indonesia setelah krisis 2007. Model yang digunakan pada penelitian tersebut yakni model simetris GARCH dan beberapa macam model asimetris GARCH diantaranya yaitu: EGARCH, *Glosten-Jagannathan-Runkle* GARCH (GJR-GARCH), TGARCH, *Integrated* GARCH (IGARCH), APARCH dan *Component* GARCH (CGARCH). Pada penelitian tersebut bagian pertama menghasilkan model asimetris GARCH lebih baik dalam menggambarkan volatilitas return saham dibandingkan model simetris GARCH. Pada bagian kedua, hasil dari analisis *impulse response* menemukan bahwa transmisi volatilitas terbesar baik pada periode sebelum maupun setelah krisis 2007 berasal dari guncangan pasar saham Hongkong dan Singapura.

Berdasarkan hasil penelitian di atas, yaitu Elvitra, dkk. (2013) meramalkan data yang mengandung heteroskedastisitas dengan model APARCH menggunakan metode iterasi BHHH. Kemudian dilanjutkan oleh Sulistyowati, dkk. (2015) yang membandingkan model EGARCH, TGARCH, dan APARCH, dimana model APARCH adalah model terbaik dari ketiga model tersebut. Selanjutnya Sari (2017) membandingkan model simetris GARCH dan beberapa macam model asimetris GARCH seperti EGARCH, GJR-GARCH, TGARCH, IGARCH, APARCH dan CGARCH. Model yang terbaik yakni model asimetris GARCH. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk mengimplementasikan model APARCH dengan metode *Quasi*

Maximum Likelihood. Penelitian ini menggunakan data harga saham akhir *Jakarta Islamic Index* karena indeks harga rata-rata saham untuk jenis saham-saham yang memenuhi prinsip syariah Islam.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana implementasi model APARCH yang sesuai pada data harga saham *Jarkarta Islamic Index* dengan menggunakan metode *Quasi Maximum Likelihood*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui implementasi model APARCH yang sesuai pada data harga saham *Jakarta Islamic Index* dengan menggunakan metode *Quasi Maximum Likelihood*.

1.4 Manfaat Penelitian

Sesuai dengan tujuan penelitian, maka manfaat penelitian ini dapat menambah informasi dan wawasan pengetahuan tentang hasil implemesntasi model APARCH menggunakan metode *Quasi Maximum Likelihood* pada data harga saham *Jakarta Islamic Index*. Penelitian ini juga dapat digunakan sebagai bahan rujukan untuk mata kuliah ekonometrika.

1.5 Batasan Masalah

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

- 1) Data berdistribusi normal.
- 2) Analisis model yang digunakan adalah model APARCH.
- 3) Metode yang digunakan dalam estimasi parameter adalah *Quasi Maximum Likelihood* dengan bantuan *software* Eviews dan Minitab.
- 4) Data yang digunakan adalah harga saham *Jakarta Islamic Index* periode Januari 2019-Februari 2020.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini akan dipaparkan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penenlitian, batasan masalah, dan sitematika penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan dijelaskan teori-teori yang mendasari pembahasan diantaranya; deret waktu, *autocorrelation fuction*, *partial autocorrelation fuction*, kestasioneran, *differencing*, proses *white noise*, model ARCH dan GARCH, model APARCH, uji hipotesa, saham, volatilitas, dan metode *Quasi Maximum Likelihood*.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode yang digunakan dalam penelitian, diantaranya pendekatan penelitian, sumber data, variabel penelitian dan tahap analisis penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan bab inti pada penelitian. Berisi tentang implementasi model APARCH pada data harga saham *Jakarta Islamic Index* (JII) menggunakan metode *Quasi Maximum Likelihood*.

BAB IV PENUTUP

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

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deret Waktu

2.1.1 Pengertian Deret Waktu

Menurut Box dkk. (1994) dalam Makridakis, dkk. (1999), *time series* atau deret waktu adalah sekelompok nilai-nilai pengamatan yang diperoleh pada waktu yang berbeda dengan selang waktu yang sama dan barisan data diasumsikan saling bebas satu sama lain. Data deret waktu contohnya adalah pertumbuhan ekonomi suatu negara pertahun, jumlah produksi minyak perbulan, dan data penduduk. Deret waktu dapat muncul dalam berbagai pola seperti pola stasioner, pola tak stasioner, pola musiman, maupun pola tak musiman. Menganalisis deret waktu bertujuan untuk memperoleh model yang sesuai dengan deret waktu yang diamati untuk selanjutnya digunakan sebagai model peramalan deret untuk waktu yang akan datang (Makridakis dkk., 1999).

Menurut Boediono & Wayan (2004), data deret waktu atau *time series* adalah data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu untuk menggambarkan suatu perkembangan atau kecenderungan keadaan/peristiwa/kegiatan. Biasanya jarak atau interval dari waktu ke waktu sama. Contoh data berkala adalah sebagai berikut:

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

2.1.2 Autocorrelation Function (ACF)

Menurut Makridakis, dkk. (1999), Autokorelasi merupakan korelasi atau hubungan antar data pengamatan suatu data *time series* untuk selang waktu (*time lag*) yang berbeda. *Autocorrelation Function* (ACF) merupakan ukuran korelasi antara dua nilai Z_t dan Z_{t+k} , dengan koefisien korelasi pada *lag-k*. Untuk Z_t yang stasioner terdapat nilai rata-rata

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

dan memiliki variansi konstan yang dinyatakan sebagai:

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

Autokovarian antara Z_t dan Z_{t+k} adalah sebagai berikut (Wei, 2006):

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

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

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

$$\begin{aligned}
&= \frac{\sum_{t=1}^n (Z_t - \mu) \sum_{t=1}^n (Z_{t+k} - \mu)}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \mu)^2} \\
&= \rho_k
\end{aligned} \tag{2.4}$$

dimana:

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

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

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

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

ρ_k : nilai fungsi autokovariansi (koefisien korelasi) pada *lag* ke k

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

σ^2 : nilai variansi variabel acak

2.1.3 Partial Autocorrelation Function (PACF)

Menurut Wei (2006), PACF digunakan untuk mengukur keeratan korelasi antara Z_t dan Z_{t+k} setelah menghilangkan pengaruh ketergantungan linier dalam variabel $Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k-1}$. Sehingga fungsi autokorelasi parsial (PACF) antara Z_t dan Z_{t+k} akan sama dengan autokorelasi biasa antara $(Z_t - \hat{Z}_t)$ dan $(Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k})$, yaitu:

$$corr(Z_t, Z_{t+k}) = \frac{\text{cov}[(Z_t - \hat{Z}_t)(Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k})]}{\sqrt{\text{var}(Z_t - \hat{Z}_t)} \sqrt{\text{var}(Z_{t+k} - \hat{Z}_{t+k})}}$$

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

dimana

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

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

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

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

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

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

P_k : nilai fungsi korelasi (fungsi autokorelasi parsial)

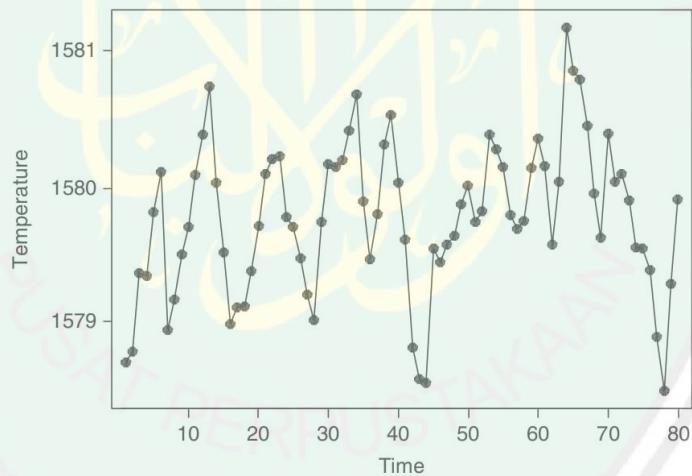
μ : nilai ekspektasi variabel acak (rata-rata variabel acak)

2.1.4 Kestasioneran

Stasioneritas berarti bahwa tidak terdapat perubahan yang drastis pada data. Fluktuasi data berada pada sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu dan variansi dari fluktuasi tersebut (Makridakis, dkk., 1999). Menurut Wei (2006) stasioneritas dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Stasioneritas dalam rata-rata

Stasioneritas dalam rata-rata adalah fluktuasi data berada disekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu dan variansi dari fluktuasi tersebut. Dan bentuk *plot* data seringkali dapat diketahui bahwa data tersebut stasioner atau tidak stasioner.



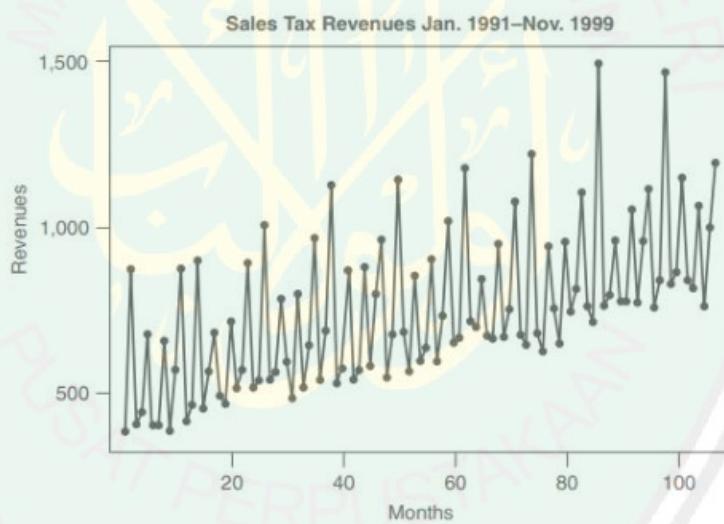
Gambar 2.1 Plot Data *Time Series* Stasioner dalam Rata-Rata
Sumber: Bigsaard & Kulahci (2011)

Dari Gambar 2.1 dapat diketahui bahwa data *time series* tentang pendapatan diatas apabila ditarik garis tengah yang menandakan perkiraan rata-rata menunjukkan

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

2. Stasioneritas dalam variansi

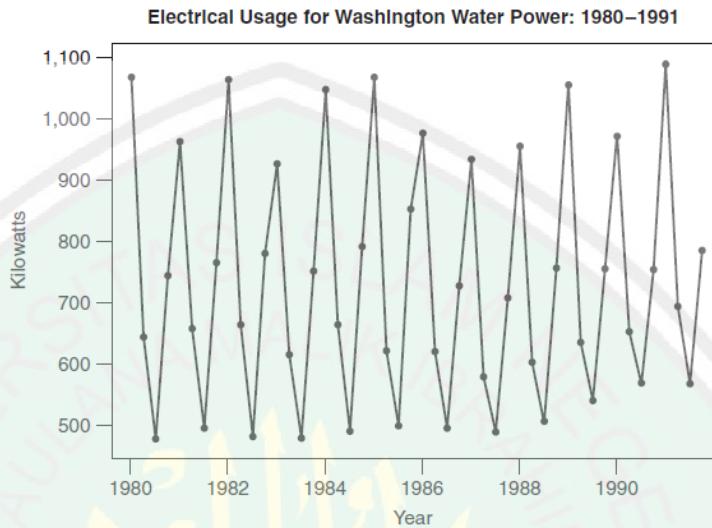
Suatu data *time series* dikatakan stasioner dalam variansi apabila struktur data dari waktu ke waktu mempunyai fluktuasi data yang tetap atau konstan dan tidak berubah-ubah. Secara visual untuk melihat hal tersebut dapat dibantu dengan menggunakan *plot time series*, yaitu dengan melihat fluktuasi data dari waktu ke waktu. Berikut ini adalah salah satu contoh gambar yang stasioner terhadap varians kemudian stasioner terhadap rata-rata dan variansi.



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

Dari gambar 2.2 dapat diketahui bahwa data *time series* tentang pendapatan pajak penjualan diatas apabila ditarik garis lurus menaik pada tengah-tengah *plot* yang menandakan perkiraan rata-rata menunjukkan nilai yang terlihat berubah-ubah dan simpangan setiap data terhadap rata-ratanya menunjukkan nilai yang

terlihat mendekati tetap atau konstan sehingga data tersebut dapat dikatakan stasioner dalam variansi.



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

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

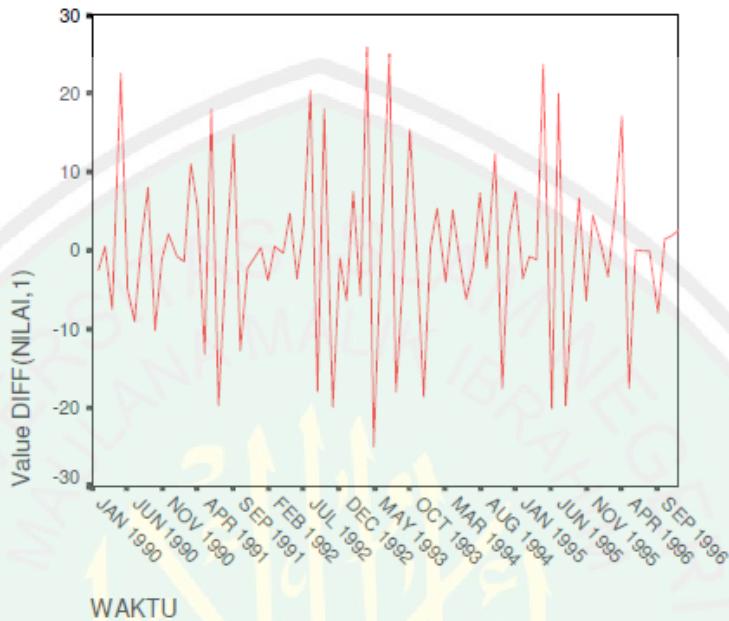
Stasioneritas menurut Effendi & Setiawan (2014), dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Stasioneritas kuat (*strictly stationarity*)

Stationer kuat terjadi ababila distribusi peluang dari variabel acak Z_t , $t = 1, 2, \dots, n$ sama dengan distribusi gabungan dari variabel acak Z_{t+k} dengan $t = 1, 2, \dots, n$ dan untuk semua lag k atau dapat dituliskan sebagai berikut:

$$F(Z_1, Z_2, \dots, Z_n) = F(Z_{1+k}, Z_{2+k}, \dots, Z_{n+k}) \quad (2.6)$$

Berikut ini adalah salah satu contoh plot data *time series* yang stasioner kuat.



Gambar 2.4 Plot Data *Time Series* Stasioner Kuat

Sumber: Mulyana (2004)

Dari gambar 2.4 dapat diketahui bahwa plot data *time series* apabila ditarik garis tengah sebagai perkiraan rata-rata menunjukkan nilai dan simpangan setiap data terhadap rata-ratanya mendekati tetap atau konstan sehingga data tersebut dapat dikatakan stasioner. Kemudian apabila diambil beberapa sampel, nilai dan simpangan datanya mendekati tetap atau konstan terhadap rata-ratanya, sehingga data tersebut dikatakan stasioner kuat.

2. Stasioneritas lemah (*weakly stationarity*)

Stasioner lemah dapat diartikan sebagai kondisi dimana rata-rata variansi, dan autokovariansi konstan pada sumbu waktu dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$E(Z_t) = E(Z_{t+k}) = \mu \quad (2.7)$$

$$\text{var}(Z_t) = \text{var}(Z_{t+k}) = E\{(Z_t - \mu)^2\} = \sigma_Z^2 \quad (2.8)$$

$$\text{cov}(Z_t, Z_{t+k}) = \gamma_k \quad (2.9)$$

dimana:

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

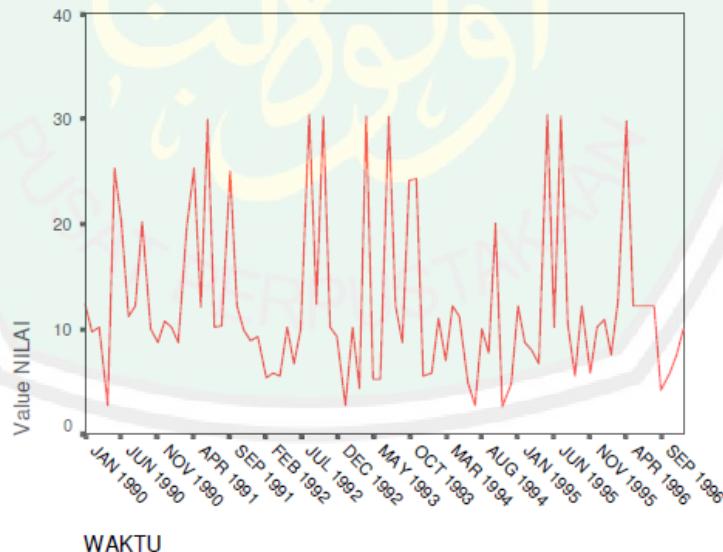
μ : nilai ekspektasi variabel acak (rata-rata variabel acak)

σ_Z^2 : variansi dari nilai variabel acak

γ_k : nilai fungsi autokovariansi pada saat ke k

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

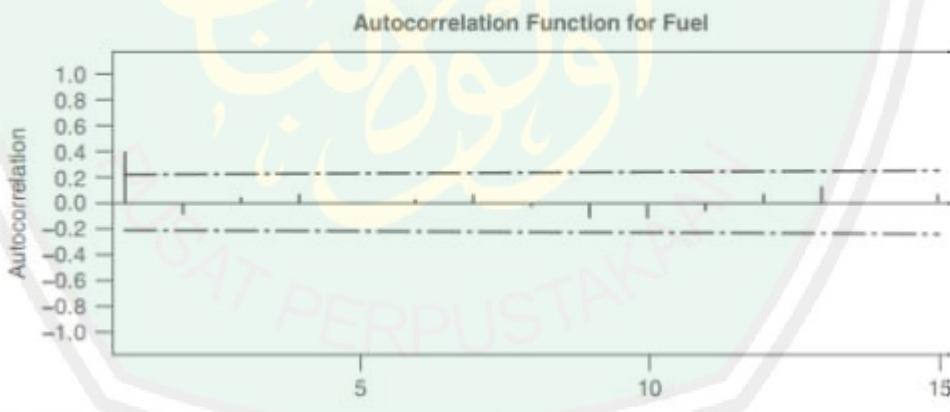
Berikut ini adalah salah satu plot data *time series* stasioner lemah.



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

Dari gambar 2.5 dapat diketahui bahwa data *time series* apabila ditarik garis tengah yang menandakan perkiraan rata-rata menunjukkan nilai yang terlihat mendekati tetap atau konstan sehingga data tersebut dapat dikatakan stasioner dalam rata-rata. Kemudian apabila diambil beberapa sampel terdapat data yang tidak mendekati rata-rata sehingga data tersebut dikatakan stasioner lemah.

Menurut Ekananda (2015), stasioneritas dapat diketahui secara langsung melalui analisis grafis yaitu dengan membuat plot dari deret data yang dimiliki. Kemudian dapat juga dilihat dari *Autocorrelation Function* (ACF) atau *correlogram*. Apabila gambar *correlogram* mendekati nol mulai dari *lag* ke-2 atau *lag* ke-3 maka data dikatakan stasioner. Berikut ini adalah salah satu contoh data *time series* yang dilihat dari plot ACF nya.



Gambar 2.6 Uji Stasioneritas dengan ACF
Sumber: Hanke & Wichern (2014)

Dari Gambar 2.6 dapat diketahui bahwa plot ACF dari data *time series* tentang bahan bakar menunjukkan nilai fungsi autokorelasi yang mendekati nol diantara garis interval pada saat lag ke-2, sehingga data tersebut dapat dikatakan stasioner.

2.1.5 Differencing

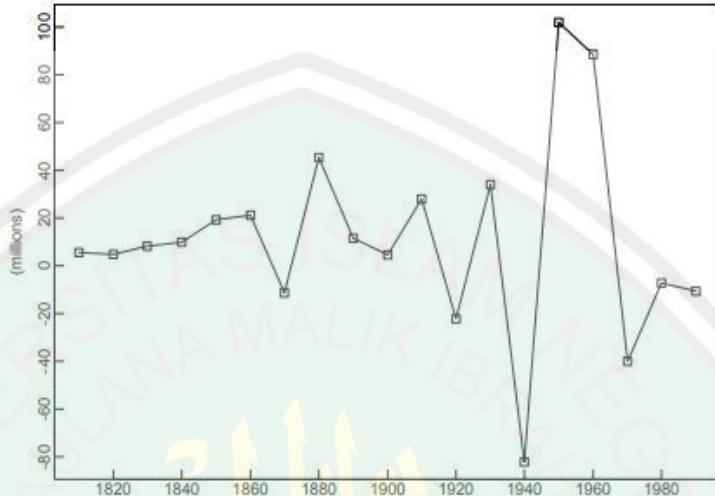
Data deret waktu dikatakan stasioner apabila rata-rata dan variansinya kosntan, tidak ada unsur *trend* dalam data dan tidak ada unsur musiman. Apabila data tidak stasioner, maka perlu dilakukan modifikasi. Salah satu caranya yaitu dengan metode pembedaan (*differencing*). Proses *differencing* dapat dilakukan untuk beberapa periode sampai data stasioner dengan cara mengurangkan suatu data dengan data sebelumnya (Wei, 2006). Berikut ini salah satu contoh gambar yang tidak stasioner terhadap rata-rata dan variansi, sehingga data perlu dilakukan proses *differencing*.



Gambar 2.7 Plot Data *Time Series* Tidak Stasioner dalam Rata-Rata dan Variansi
Sumber: Brockwell & Davis (2002)

Dari gambar 2.7 dapat diketahui bahwa data *time series* tentang populasi penduduk U.S.A pada 1790-1990 diatas jika ditarik garis tengah yang menandakan perkiraan rata-rata menunjukkan nilai yang terlihat tidak mendekati tetap atau konstan begitu juga simpangan setiap data terhadap rata-ratanya menunjukkan nilai yang terlihat tidak mendekati tetap atau konstan. sehingga data tersebut dapat dikatakan

tidak stasioner dalam rata-rata dan variansi. Berikut gambar plot data time series setelah *didifferencing*.



Gambar 2.8 Plot Data Time Series Setelah *didifferencing*
Sumber: Brockwell & Davis (2002)

Dari gambar 2.8 sudah stasioner setelah *didifferencing* karena apabila ditarik garis tengah yang menandakan perkiraan rata-rata menunjukkan nilai yang terlihat mendekati tetap atau konstan sehingga data tersebut dapat dikatakan stasioner dalam rata-rata.

Menurut Makridakis dkk. (1999), notasi yang sangat bermanfaat adalah operator shift mundur (*backward shift*) B , yang penggunaannya sebagai berikut:

$$BZ_t = Z_{t-1} \quad (2.10)$$

dimana

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

Z_{t-1} : nilai variabel Z pada saat $t-1$

B : operator *backward shift*

dengan kata lain, notasi B yang dipasang pada Z_t mempunyai pengaruh menggeser data satu periode ke belakang. Operasi shift mundur tersebut dapat menggambarkan proses *differencing*. Sebagai contoh, apabila suatu deret waktu tidak stasioner, maka data tersebut dapat dibuat lebih mendekati stasioner dengan melakukan *differencing* pertama dari deret data dan *differencing* pertama dituliskan sebagai berikut (Makridakis dkk, 1999):

$$Z'_t = Z_t - Z_{t-1} \quad (2.11)$$

dengan Z'_t merupakan nilai varibel Z pada saat t setelah *differencing*.

Dengan menggunakan *backward shift*, persamaan (2.11) dapat ditulis menjadi

$$Z'_t = Z_t - BZ_t \quad (2.12)$$

atau

$$Z'_t = (1 - B)Z_t \quad (2.13)$$

Differencing pertama pada persamaan (2.13) dinyatakan oleh $(1 - B)$.

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

$$\begin{aligned} Z''_t &= Z'_t - Z'_{t-1} \\ &= (Z_t - Z_{t-1}) - (Z_{t-1} - Z_{t-2}) \\ &= Z_t - 2Z_{t-1} - Z_{t-2} \\ &= (1 - 2B + B^2)Z_t \\ &= (1 - B)^2 Z_t \end{aligned} \quad (2.14)$$

Differencing orde kedua pada persamaan (2.14) dinotasikan oleh $(1 - B)^2$.

Secara umum jika terdapat *differencing* orde ke- d untuk mencapai stasioneritas, maka dapat dinotasikan dengan $(1-B)^d$. *Differencing* orde ke- d , prosesnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Z_t^d &= Z_t - Z_{t-1} - Z_{t-2} - \dots - Z_{t-(d-1)} \\
 &= (Z_t - Z_{t-1}) - (Z_{t-1} - Z_{t-2}) - (Z_{t-2} - Z_{t-3}) - \dots - (Z_{t-(d-1)} - Z_{t-d}) \\
 &= Z_t - 2Z_{t-1} - 2Z_{t-2} - \dots + Z_{t-d} \\
 &= (1 - 2B - 2B^2 - \dots + B^d) Z_t \\
 &= (1 - B)^d Z_t
 \end{aligned} \tag{2.15}$$

2.1.6 Proses *White Noise*

Menurut Wei (2006), suatu proses $\{Z_t\}$ disebut proses *white noise* jika itu adalah barisan variabel acak dari distribusi tetap dengan rata-rata kostan

$$E(Z_t) = \mu \tag{2.16}$$

variansi konstan

$$\text{var}(Z_t) = \sigma^2 \tag{2.17}$$

dan

$$\text{cov}(Z_t + Z_{t+k}) = \gamma_k = 0 \tag{2.18}$$

untuk setiap $k \neq 0$.

2.1.7 Model Deret Waktu Stasioner

Model deret waktu yang stasioner memiliki variansi bersifat homoskedastisitas antara lain:

1. Model *Autoregressive* (AR)

Autoregressive adalah suatu bentuk regresi tetapi tidak menghubungkan variabel tak bebas, melainkan menghubungkan nilai-nilai sebelumnya pada *time lag* (selang waktu) yang bermacam-macam. Jadi suatu model AR akan menyatakan suatu ramalan sebagai fungsi nilai-nilai sebelumnya dari *time series* tertentu (Makridakis dkk, 1999).

Menurut Wei (2006), model AR orde ke- p atau AR(p) secara umum dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Z_t = \omega_0 + \omega_1 Z_{t-1} + \omega_2 Z_{t-2} + \dots + \omega_p Z_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.19)$$

dimana

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

ω_0 : konstanta

ω : koefisien AR

p : orde AR

2. Model *Moving Average* (MA)

Menurut Makridakis dkk. (1999), *Moving Average* adalah singkatan dari rata-rata bergerak dan berarti bahwa nilai *time series* pada waktu ke t dipengaruhi oleh unsur *error* pada saat ini, dan *error* terbobot pada masa lalu. Wei (2006) menyatakan bahwa

salah satu model umum *time series* model MA orde ke- q atau MA(q) dapat ditulis sebagai berikut:

$$Z_t = \phi_0 + \varepsilon_t - \phi_1 \varepsilon_{t-1} - \phi_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \phi_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.20)$$

dengan

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

ϕ_0 : konstanta

ε_t : nilai *error* pada saat t

ϕ : koefisien MA

p : ordo MA

3. Model Autoregressive Moving Average (ARMA)

Menurut Makridakis dkk. (1999), model peramalan *time series* ARMA dapat berbentuk *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA) atau kombinasi antara keduanya (ARMA). Wei (2006) menuliskan proses ARMA orde ke- p dan orde ke- q atau ARMA (p, q) sebagai berikut:

$$Z_t = \omega_0 + \omega_1 Z_{t-1} + \omega_2 Z_{t-2} + \dots + \omega_p Z_{t-p} + \varepsilon_t - \phi_1 \varepsilon_{t-1} - \phi_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \phi_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.21)$$

dimana

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

ω_0 : konstanta

ω : parameter AR

p : ordo AR

ε_t : nilai *error* pada saat t

ϕ : parameter MA

2.1.8 Model Deret Waktu Nonstasioner

Adapun model deret waktu yang nonstasioner, yaitu model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Model ARIMA merupakan data nonstasioner yang ditambahkan pada proses ARMA (Makridakis dkk., 1999). Secara umum model ARIMA dinotasikan dengan ARIMA (p,d,q) . Model ini merupakan gabungan dari model ARMA (p,q) dan proses *differencing*, yaitu (Wei, 2006) :

$$\begin{aligned} Z_t - Z_{t-d} &= \omega_0 + \omega_1(Z_{t-1} - Z_{t-1-d}) + \dots + \omega_p(Z_{t-p} - Z_{t-p-d}) + \varepsilon_t - \phi_1\varepsilon_{t-1} - \dots - \phi_q\varepsilon_{t-q} \\ Z_t &= \omega_0 + Z_{t-d} + \omega_1(Z_{t-1} - Z_{t-1-d}) + \dots + \omega_p(Z_{t-p} - Z_{t-p-d}) + \varepsilon_t - \phi_1\varepsilon_{t-1} - \dots - \phi_q\varepsilon_{t-q} \end{aligned} \quad (2.22)$$

dimana

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

ω_0 : konstanta

d : ordo *differencing*

ω : parameter AR

p : ordo AR

ε_t : nilai eror pada saat untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

ϕ : parameter MA

Dalam memilih mengidentifikasi model ARIMA menentukan ordo p dan q dapat dilakukan dengan mengamati pola ACF dan PACF (*correlogram*) dengan acuan sebagai berikut (Wei, 2006):

Tabel 2.1 Pola ACF dan PACF

| ACF | PACF | Model |
|--|--|------------------------|
| Menuju nol setelah <i>lag</i> ke- <i>q</i> . | Menurun secara bertahap/bergelombang. | ARIMA (0, <i>d,q</i>) |
| Menurun secara bertahap/bergelombang. | Menuju nol setelah <i>lag</i> ke- <i>p</i> . | ARIMA (<i>p,d,0</i>) |
| Menurun secara bertahap/bergelombang (sampai <i>lag</i> ke- <i>q</i> masih berbeda dari nol) | Menurun secara bertahap/bergelombang (sampai <i>lag</i> ke- <i>p</i> masih berbeda dari nol) | ARIMA (<i>p,d,q</i>) |

2.1.9 Model ARCH dan GARCH

Model *Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (ARCH) pertama kali diperkenalkan oleh Engle tahun 1982. Model ini dapat digunakan untuk mengatasi variansi *error* yang tidak konstan dalam data deret waktu finansial. Menurut Wei (2006) model ARCH orde ke-*m* atau ARCH(*m*) dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$\varepsilon_t = h_t w_t \quad (2.23)$$

$$\begin{aligned} h_t^2 &= \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_m \varepsilon_{t-m}^2 \\ &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \end{aligned} \quad (2.24)$$

dimana

ε_t : *error* untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

h_t : standar deviasi *error* untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

h_t^2 : variansi *error* untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

w_t : variabel acak bersifat *white noise* untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

α_0 : konstanta

α_i : parameter ARCH dengan $i = 1, 2, 3, \dots, m$

Model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (GARCH)

pertama kali dikenalkan oleh Bollerslev pada tahun 1986. Wei (2006) menyatakan bahwa, ekstensi alami model ARCH adalah untuk mempertimbangkan bahwa varians kondisional dari proses *error* tidak hanya terkait dengan kuadrat *error* masa lalu tetapi juga dengan variansi kondisional masa lalu. Dengan demikian, diperoleh proses *error* yang lebih umum

$$\varepsilon_t = h_t w_t \quad (2.25)$$

dimana

ε_t : *error* pada saat untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

h_t : standar deviasi *error* untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

w_t : variabel acak bersifat *white noise* untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

Model GARCH(m, s) didefinisikan sebagai (Wei, 2006):

$$\begin{aligned} h_t^2 &= \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_m \varepsilon_{t-m}^2 + \vartheta_1 h_{t-1}^2 + \vartheta_2 h_{t-2}^2 + \dots + \vartheta_s h_{t-s}^2 \\ &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^s \vartheta_j h_{t-j}^2 \end{aligned} \quad (2.26)$$

dimana

h_t^2 : variansi *error* untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$

α_0 : konstanta

α_i : parameter ARCH dengan $i = 1, 2, 3, \dots, m$

ϑ_j : parameter GARCH dengan $i = 1, 2, 3, \dots, s$

2.1.10 Model APARCH

Model *Asymmetric Power Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (APARCH) adalah suatu model yang dikembangkan oleh Ding, Granger, dan Engle pada tahun 1993 untuk memperbaiki kelemahan model ARCH dan GARCH dalam menangkap fenomena ketidaksimetrisan (*asymmetric shocks*) *good news* dan *bad news* dalam volatilitas. Sifat asimetris artinya menampakkan reaksi yang berbeda pada peningkatan harga atau penurunan harga yang disebut *leverage effect*. *Bad news* berarti informasi akan berdampak negatif terhadap pergerakan volatilitas yaitu penurunan nilai volatilitas. *Good news* berarti informasi akan berdampak positif terhadap pergerakan volatilitas yaitu kenaikan nilai volatilitas (Laurent, 2003).

Bentuk umum dari model APARCH(m, s) yaitu (Francq & Zakoian, 2019):

$$\begin{aligned} \varepsilon_t &= h_t w_t \\ h_t^\delta &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i (|\varepsilon_{t-i}| - \theta_i \varepsilon_{t-i})^\delta + \sum_{j=1}^s \vartheta_j h_{t-j}^\delta \end{aligned} \quad (2.27)$$

dan

$$\alpha_0 > 0, \alpha_i > 0, \vartheta_j > 0, \delta > 0, \text{ dan } -1 < \theta_i < 1$$

dimana

- ε_t : *error* untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$
- w_t : variabel acak bersifat *white noise* untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$
- h_t : nilai standar deviasi *error* untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$
- h_t^2 : variansi *error* untuk semua $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$
- ε_{t-i} : nilai *error* pada saat $t - i$, $t = \{0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$
- α_0 : konstanta
- α_i : parameter ARCH untuk $i = 1, 2, \dots, m$
- m : orde ARCH
- ϑ_j : parameter GARCH untuk $j = 1, 2, \dots, s$
- s : orde GARCH
- θ : konstanta asimetris (*leverage effect*)
- δ : parameter APARCH
- dengan α_0 , α_i , ϑ_i , dan θ_i merupakan parameter-parameter yang diestimasi menggunakan transformasi Box-Cox dalam kondisi standar deviasi. θ_i merupakan *leverage effect*. Jika *leverage effect* bernilai positif, artinya *bad news* memiliki pengaruh yang kuat dibandingkan dengan *good news*, berlaku sebaliknya (Laurent, 2003).

2.1.11 Pemilihan Model Terbaik

Beberapa kriteria yang digunakan dalam pemilihan model terbaik yaitu (Putri & Aghsilni, 2019):

1. *Akaike's Information Criterion* (AIC)

Akaike's Information Criterion (AIC) pertama kali diperkenalkan oleh Akaike untuk mengidentifikasi model dari suatu kumpulan data. Nilai AIC didasarkan pada metode *maximum likelihood estimation* (MLE). Persamaan AIC dalam pemilihan model adalah sebagai berikut:

$$AIC = \log(L) + \frac{2k}{n} \quad (2.28)$$

dimana

L : likelihood

k : jumlah parameter

n : banyak pengamatan

Model dikatakan baik jika nilai AIC semakin kecil.

2. *Schwartz Criterion* (SC)

Schwartz Criterion (SC) atau dikenal juga dengan *Bayesian Information Criterion* (BIC) merupakan suatu tipe metode pemilihan model dengan pendekananan *Penalized Maximum Likelihood*. Pendekanan tersebut pertama kali diperkenalkan oleh Schwartz. Persamaan SC dalam pemilihan model adalah sebagai berikut:

$$SC = \log(L) + \frac{k \log(n)}{n} \quad (2.29)$$

dimana

L : likelihood

k : jumlah parameter

n : banyak pengamatan

Model dikatakan baik jika nilai SC juga semakin kecil.

2.2 Uji Hipotesa

2.2.1 Uji Stasioneritas

Uji stasioner dengan *Augmented Dickey Fuller* (ADF) merupakan pengujian stasioner dengan menentukan apakah data runtun waktu mengandung akar unit (*unit root*). Untuk memperoleh gambaran mengenai uji akar-akar unit, berikut ini ditaksir model runtun waktu dengan proses AR(1):

$$Z_t = \hat{\omega} Z_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.30)$$

dengan $t = 1, \dots, n$, $Z_0 = 0$, dan ε_t berdistribusi normal $N(0, \sigma^2)$ proses *white noise*.

Hal ini memberikan hipotesis sebagai berikut (Wei, 2006):

$H_0: \hat{\omega} = 1$ (variabel Z_t tidak stasioner dalam model)

$H_1: \hat{\omega} < 1$ (variabel Z_t stasioner dalam model)

Statistik uji:

$$ADF = \frac{\hat{\omega}}{SE(\hat{\omega})} \quad (2.31)$$

dengan,

$$SE = \sqrt{\frac{s_d^2}{n}} \quad (2.32)$$

dan

$$s_d^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (z_t - \bar{z})^2 \quad (2.33)$$

dimana,

ADF : nilai Uji *Augmented Dickey Fuller*

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

ω : parameter AR

SE : nilai standar *error*

s_d^2 : variansi sampel

n : banyaknya pengamatan

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

\bar{z} : rata-rata sampel

Kriteria uji:

H_0 ditolak jika $|t \text{ statistik } ADF| < |t \text{ statistik } \alpha|$ atau $P\text{-value} < \alpha$, sehingga Z_t adalah proses stasioner.

2.2.2 Uji Normalitas

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

Hipotesis:

$$H_0 : \mu = 0 \text{ (berdistribusi normal)}$$

$$H_1 : \mu \neq 0 \text{ (tidak berdistribusi normal)}$$

Statistik uji:

$$JB = \frac{n}{2} \left(S_k^2 + \frac{(K_u - 3)^2}{4} \right) \quad (2.34)$$

dengan,

$$S_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \mu)^3}{\left(\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \mu)^2 \right)^{3/2}} \quad (2.35)$$

dan

$$K_u = \frac{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \mu)^4}{\left(\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Z_t - \mu)^2 \right)^2} \quad (2.36)$$

dimana

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

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

S_k : skewness

K_u : kurtosis

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

Kesimpulan: Jika H_0 ditolak, maka tidak berdistribusi normal.

2.2.3 Uji Heteroskedastisitas

Uji ini bertujuan untuk menganalisis apakah variansi dari *error* bersifat tetap/konstan (homoskedastik) atau berubah-ubah (heteroskedastik) (Rosadi, 2012).

Salah satu cara untuk menguji heteroskedastisitas yaitu menggunakan uji *Lagrange Multiplier* (Bollerslev, 1986). Berikut ini hipotesa uji heteroskedastisitas untuk uji *Lagrange Multiplier*:

Hipotesis:

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2 = 0 \text{ (data bersifat homoskedastisitas)}$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \sigma_k^2 \neq 0 \text{ (data bersifat heteroskedastisitas)}$$

Statistik uji:

$$\chi^2 = n.R^2 \quad (2.37)$$

dimana

n : banyaknya pengamatan

R^2 : koefisien determinasi

χ^2 : distribusi *chi-square*

Keputusan: Jika $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel}$ atau $p\text{-value} < \alpha$ maka H_0 ditolak.

Kesimpulan: Jika H_0 ditolak maka ada heteroskedastisitas di dalam model.

2.2.5 Uji Signifikansi Parameter

Uji signifikansi parameter merupakan uji yang dilakukan setelah estimasi nilai-nilai parameter dari model ARIMA yang ditetapkan sementara. Uji signifikansi

parameter berguna untuk mengetahui signifikan atau tidaknya suatu parameter.

Menurut Aswi & Sukarna (2006), pengujian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Hipotesis yang digunakan:

$$H_0 : \theta = 0 \text{ (parameter } \theta \text{ tidak signifikan dalam model)}$$

$$H_1 : \theta \neq 0 \text{ (parameter } \theta \text{ signifikan dalam model)}$$

Statistik uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\theta}}{SE(\hat{\theta})} \quad (2.38)$$

dimana:

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

SE : standart error

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

Kesimpulan: Tolak H_0 artinya parameter model telah signifikan.

2.2.6 Uji White Noise

Uji White Noise dapat dilakukan menggunakan uji autokorelasi residual pada analisis *error*-nya. Uji korelasi residual digunakan untuk mendeteksi ada tidaknya korelasi residual antar *lag*. Langkah-langkah pengujian korelasi residual yaitu (Wei, 2006):

Hipotesis:

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0 \text{ (residual memenuhi asumsi white noise)}$$

H_1 : minimal ada satu $\rho_j \neq 0, \forall j = 1, 2, \dots, k$ (residual tidak memuhi asumsi *white noise*)

dengan menggunakan statistik uji sebagai berikut:

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^K \frac{\hat{\rho}_k^2}{(n-k)}; n > k \quad (2.39)$$

dimana:

K : *lag maksimum*

n : jumlah data pengamatan

$\hat{\rho}_k$: autokorelasi residual untuk *lag ke-k*

Kriteria keputusan: H_0 ditolak jika $Q > \chi^2_{(\alpha; K-p-q)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$.

Kriteria pengujian:

1. Jika $Q \leq \chi^2_{(a, db)}$, H_0 diterima dengan derajat kebebasan (*db*) = $k - p$ atau $p\text{-value} > \alpha$.
2. Jika $Q > \chi^2_{(a, db)}$, H_0 ditolak.

2.3 Saham dan Volatilitas

2.3.1 Saham

Menurut Hariyani (2010), saham adalah surat berharga yang menunjukkan bukti kepemilikan suatu perusahaan sehingga pemegang saham memiliki hak klaim atas dividen yang dilakukan perusahaan kepada pemegang saham. Harga saham terbentuk melalui mekanisme permintaan dan penawaran di pasar modal. Harga saham

cenderung naik apabila saham tersebut mengalami kelebihan permintaan dan sebaliknya (Sartono, 2008). Harga saham yang terjadi di pasar bursa pada saat tertentu ditentukan oleh pelaku pasar melalui permintaan dan penawaran saham di pasar modal (Jogiyanto, 2008).

2.3.2 Volatilitas

Knight & Stephen (2002) menjelaskan bahwa volatilitas adalah ketidakpastian tentang hasil yang diperoleh dari data pada masa yang akan datang. Volatilitas hanya menginformasikan perubahan suatu data, tetapi tidak menginformasikan dampak atau kerugiannya. Volatilitas didefinisikan sebagai ketidakpastian tentang hasil yang diperoleh investor dari saham pada waktu yang akan datang. Dalam saham, volatilitas sangat penting untuk dipahami oleh investor.

Volatilitas digunakan para investor untuk meminimalisir resiko yang akan dihadapi. Semakin tinggi nilai volatilitas dari suatu saham, maka semakin tinggi ketidakpastian dari *return* saham yang akan diperoleh. Menurut Ekananda (2015), perhitungan besanya *return* dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$r_t = \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) \quad (2.40)$$

dimana:

r_t : *return* pada saat t untuk $t = \{\pm 1, \pm 2, \dots\}$

S_t : harga saham pada saat t untuk $t = \{\pm 1, \pm 2, \dots\}$

S_{t-1} : harga saham pada saat $t-1$ untuk $t = \{\pm 1, \pm 2, \dots\}$

dan perhitungan standar deviasi dari *return* dapat dinyatakan sebagai berikut (Hull, 2009):

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r - \bar{r})^2} \quad (2.41)$$

dimana:

s : standar deviasi

n : banyaknya pengamatan

r : *return*

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

2.4 Metode Estimasi dengan *Quasi Maximum Likelihood*

Menurut Wibowo, dkk. (2016) metode *Quasi Maximum Likelihood Estimation* (QMLE) membantu menguatkan hasil inferensi *maximum likelihood* bila asumsi bias terlanggar. Metode QML merupakan metode estimasi yang dilakukan terhadap variansi-kovariansi parameter model. Tsay (2010) menawarkan aplikasi metode *Quasi Maximum Likelihood* (QML) untuk analisis *time series* yang asumsi errornya tidak mengikuti distribusi normal $(0, \sigma_a^2)$. QML masih tetap memanfaatkan metode *Maximum Likelihood* sebagai dasar, sehingga penghitungan variansi kovariansi quasi juga merupakan nilai-nilai yang dihasilkan dari metode *Maximum Likelihood*. Dalam spesifikasi ARCH/GARCH masih dapat memberikan model yang layak dan parameter yang konsisten berdasarkan peramalan linear dari kuadrat ε_t dengan model QML yaitu memaksimalkan log fungsi kemungkinan. Dengan metode ini kekonsistennan *error* baku tetap dipertahankan sekalipun asumsi sebaran tidak terpenuhi.

Fungsi *quasi likelihood* dituliskan sebagai berikut (Francq & Zakoian, 2019):

$$L_n(\beta) = L_n(y_1, \dots, y_T | \beta) = \prod_{t=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi h_t^2}} \exp\left(\frac{-\varepsilon_t^2}{2h_t^2}\right) \quad (2.42)$$

Suatu persamaan *quasi maximum likelihood* dari β didefinisikan sebagai solusi terukur $\hat{\beta}_n$ yaitu:

$$\hat{\beta}_n = \arg \max L_n(\beta) \quad (2.43)$$

2.5 Kajian Al-Quran tentang Saham dan *Return* Saham

Berinvestasi dan mengembangkan harta kita sudah diajarkan dalam islam namun tetap dalam aturan-aturan yang tidak bertentangan dengan Al-Quran dan Hadits. Diantaranya adalah larangan adanya riba serta larang berinvestasi pada investasi yang sistem pengelolahannya tidak sesuai syariat islam. Karena apabila kita berinvestasi tidak sesuai syariat islam maka hasil investasi akan diragukan kehalalannya dan tidak mendapatkan barokah dari Allah SWT.

Jual beli saham pada dasarnya merupakan bentuk *syirkah mudhorobah*. Sesungguhnya pengusaha dan pengusaha dan pemilik modal secara bersama-sama berusaha. *Mudhorobah* merupakan teknik pendanaan dimana pemilik modal menyediakan dana bagi unit defisit dalam kegiatan produktif dengan dasar *loss* dan *profit sharing* (Yuliana, 2010).

Dalil naqli tentang saham (*mudharabah*) terdapat pada firman allah surat Al-Muzzamil ayat 20 yang artinya:

...dan berikanlah pinjaman kepada allah pinjaman yang baik. Dan kebaikan apa saja yang kamu perbuat untuk dirimu niscaya kamu memperoleh (balasan)nya di sisi allah sebagai

balasan yang paling baik dan yang paling besar pahalanya. Dan mohonlah ampunan kepada allah; sesungguhnya allah maha pengampun lagi maha penyayang.

Dalam terjemahan tafsir Al-Jalalain (Al-Mahali & As-Suyuthi, 2018) surat ini dijelaskan sebagai berikut:

“...(tunaikanlah zakat dan berikanlah pinjaman kepada allah) seumpamanya kalian membelanjakan sebagian harta kalian yang bukan zakat kepada jalan kebaikan (pinjaman yang baik) yang ditunaikan dengan hati yang tulus dan ikhlas. (Dan kebaikan apa saja yang kalian perbuat untuk diri kalian, niscaya kalian akan memperoleh balasannya di sisi allah sebagai balasan yang jauh lebih baik) dari apa yang telah kalian berikan...”

Sedangkan dalam tafsir Ibnu Katsir (Abdullah, 2004) QS Al-Muzzamil ayat 20 menjelaskan bahwa:

Firman Allah: wa aqri-dlullaaha qardlan hasanah (“Dan berikanlah pinjaman kepada allah dengan pinjaman yang baik.”) yakni berupa shodaqoh, karena allah akan memberikan balasan yang paling baik dan paling banyak atas hal tersebut, sebagaimana firmannya yang artinya: “siapakah yang mau memberikan pinjaman kepada Allah dengan pinjaman yang baik [menafkahkan hartanya di jalan Allah], maka Allah akan melipatgandakan pembayaran kepadanya dengan lipat ganda yang banyak”.

Dari beberapa tafsir surat Al-Muzzammil di atas menerangkan tentang turunannya perintah sholat yang kemudian disusul perintah zakat untuk umat Islam. Selain itu, Allah juga memerintahkan untuk meminjamkan harta pada Allah. Maksud dari lafal ini adalah memberikan pinjaman pada umat yang membutuhkan untuk digunakan di jalan Allah. Dalam konteks investasi saham, maksud dari lafal ini sudah jelas yaitu investor memberikan kucuran dana atau investasi pada perusahaan yang membutuhkan dana, yang kemudian dikelola dan mendapatkan keuntungan. Dilanjutkan oleh firman Allah dalam surat tersebut yang menjelaskan bahwa Allah berjanji akan mengganti harta yang diinvestasikan berlipat-lipat ganda, yang artinya

keuntungan atas hasil investasi akan dilipatgandakan Allah SWT selama yang dilakukannya dilandasi niat yang baik dan didasarkan pada Allah SWT.

Allah SWT. memerintahkan kepada manusia untuk mencari keuntung. *Retrun saham merupakan keuntungan yang diperoleh dari perhitungan selisih logaritma data sekarang dengan data sebelumnya. Dalam Al-Quran surat Al-Qashash ayat 77 menjelaskan tentang pencarian keuntungan, dalam hal ini return saham, yang artinya:*

...dan carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan bahagiamu dari (kenikmatan) duniaawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik, kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan.

Dalam tafsir Ibnu Katsir (Abdullah, 2004) maksud dari surah Al-Qashash ayat 77 ialah gunakanlah harta yang berlimpah dan nikmat yang bergemilang sebagai karunia Allah kepada hamba-Nya untuk bekal ketaatan kepada-Nya dan mendekatkan diri dengan mengerjakan berbagai amal pendekatan diri kepada-Nya, sehingga kamu memperoleh pahala di dunia dan akhirat. berbuat baiklah kepada sesama makhluk Allah sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu.

Dikuatkan pula oleh sebuah hadist hasan yaitu, Rasulullah bersabda:

الْخَرَاجُ بِالصَّمْدَانِ

Artinya: “*penghasilan/keuntungan adalah imbalan atas kesiapan menanggung kerugian.*” (HR. Ahmad, Abu Daud, At-Tirmidzi, dan An-Nasai; oleh Al-Albani dinyatakan sebagai hadist hasan).

Dari tafsiran Al-Qur'an dan Hadist di atas telah jelas bahwa umat manusia dianjurkan untuk mencari keuntungan, dalam hal ini diperoleh atas sebuah investasi

saham meskipun menanggung risiko. Semakin besar risiko yang ditanggung, maka semakin besar pula *return* yang dihasilkan.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan data yang digunakan berupa angka atau data numerik dengan bantuan studi literatur. Studi literatur dalam penelitian merupakan metode penelitian yang dijadikan sumber dalam penyelesaian masalah dengan kajian kepustakaan.

3.2 Sumber Data

Sumber data yang digunakan berasal dari data yang telah dipublikasikan oleh *Jakarta Islamic Index* (JII). Data ini adalah data sekunder yang merupakan data harga saham JII periode bulan Januari 2019 sampai Februari 2020, yang diperoleh dari <https://finance.yahoo.com/quote/%5EKII/history?period1=1546300800&period2=1591002804&interval=1d&filter=history&frequency=1d> pada tanggal 25 April 2020.

3.3 Variabel Penelitian

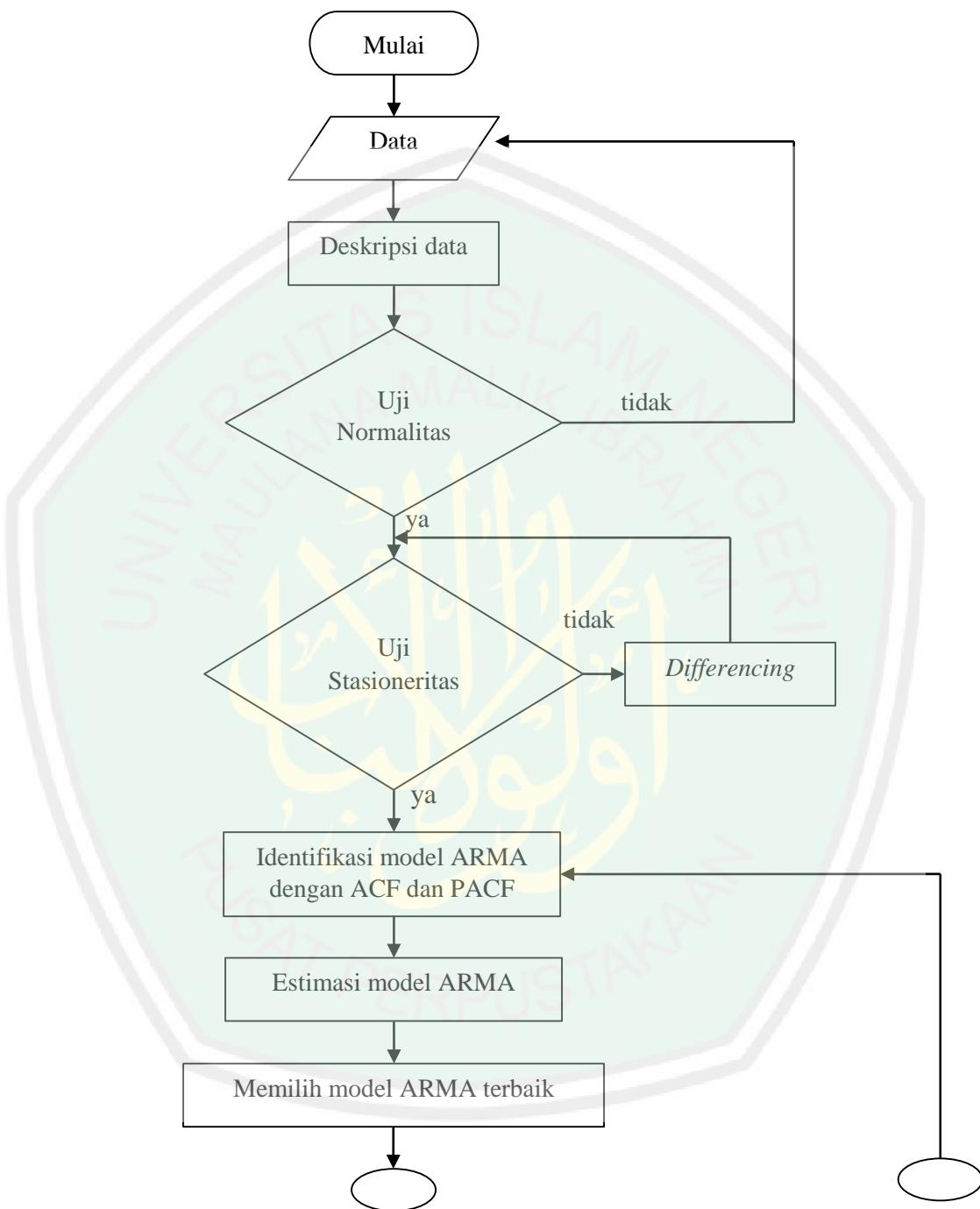
Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah data harian saham penutupan *Jakarta Islamic Index* yang diambil mulai tanggal 2 Januari 2019 sampai 28 Februari 2020.

3.4 Analisis Data

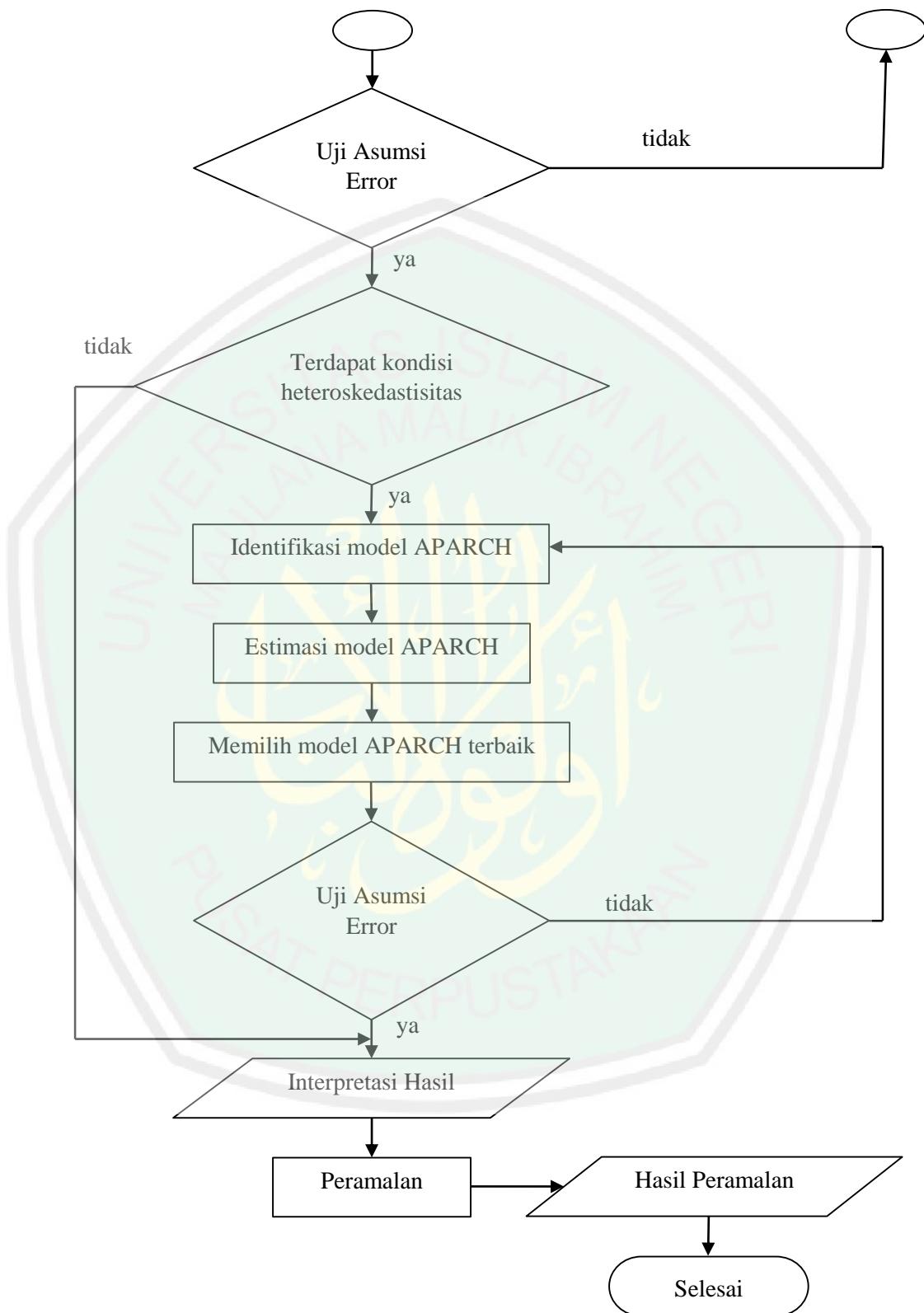
Pemodelan APARCH dengan metode *Quasi Maximum Likelihood* dapat dilakukan dengan bantuan *software* Eviews. Adapun langkah-langkah analisis data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menguji Normalitas data *return* dengan bantuan *software* Eviews.
2. Menguji kestasioneran data dengan menggunakan uji *Augmented Dickey Fuller*.
3. Pemodelan ARMA
 - a) Identifikasi model dengan melihat grafik ACF dan PACF.
 - b) Menentukan estimasi model ARMA terbaik dengan metode *Maximum Likelihood*.
 - c) Melakukan uji autokorelasi, uji normalitas, uji heteroskedastisitas pada *error* hasil estimasi model ARMA terbaik.
4. Pemodelan APARCH
 - a) Identifikasi model APARCH dengan model ARMA terbaik.
 - b) Menentukan model APARCH terbaik menggunakan metode *Quasi Maximum Likelihood* dengan bantuan *software* Eviews.
 - c) Melakukan uji normalitas dan uji autokorelasi *error* pada hasil estimasi model APARCH terbaik.

3.5 Diagram Alir Analisis Data



Gambar 3.1 Diagram Alir Analisis Data

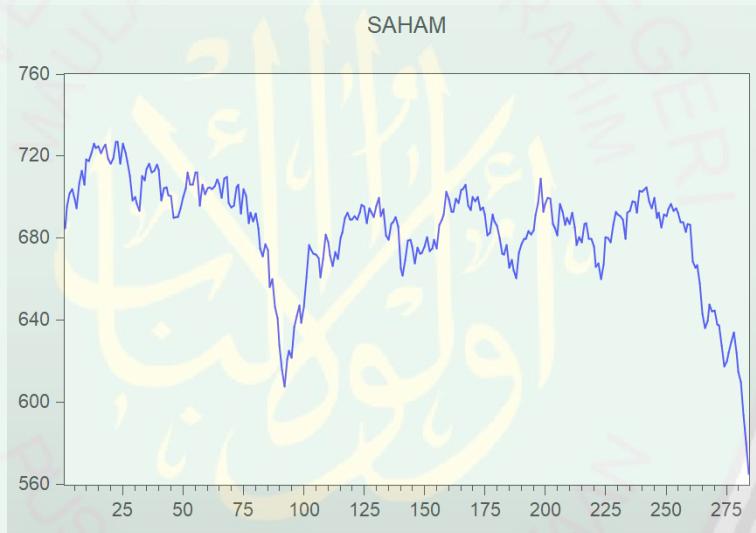


BAB IV

PEMBAHASAN

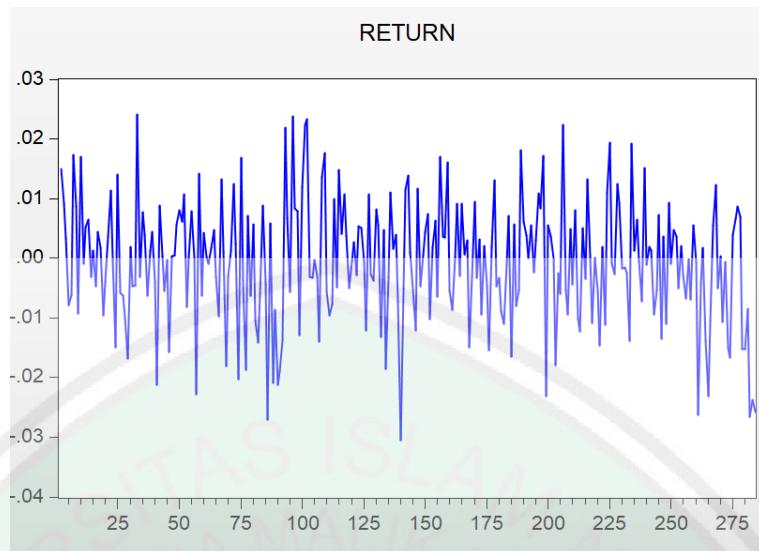
4.1 Deskripsi Data

Plot data *time series* harga saham penutup JII periode Januari 2019 sampai Februari 2020 dapat dilihat pada Gambar 4.1. Dari Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa data harga saham JII mengandung pola siklis karena dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang yang berhubungan dengan bisnis.



Gambar 4.1 Plot Data *Time Series* Harga Saham JII

Menurut Elvitra (2013), para pelaku pasar modal biasanya lebih tertarik melihat dari sisi *return*, dibandingkan dengan melihat nilai harga saham itu sendiri. *Return* merupakan salah satu faktor yang memotivasi investor untuk berinvestasi karena dapat menggambarkan secara nyata perubahan harga. Berikut adalah plot *time series* dari data *return* saham JII periode Januari 2019 sampai Februari 2020.



Gambar 4.2 Plot Data Time Series *Return* Harga Saham JII

Dari Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa data *return* harga saham JII berfluktuasi di sekitar garis tengah atau yang menandakan perkiraan rata-rata sehingga data tersebut dapat dikatakan memiliki pola horizontal. Dan berikut adalah statistik deskriptif data *return* saham JII periode Januari 2019 sampai Februari 2020 yang diperoleh menggunakan bantuan *software* Eviews.

Tabel 4.1 Statistik Deskriptif Data *Return* Harga Saham JII

| | |
|-----------------------|-----------|
| Jumlah Sampel | 284 |
| Nilai Mean | -0.000680 |
| Nilai Median | -0.000149 |
| Nilai Maximum | 0.024064 |
| Nilai Minimum | -0.030450 |
| Nilai Standar Deviasi | 0.010353 |
| Nilai Skewness | -0.186881 |
| Nilai Kurtosis | 3.020919 |
| Nilai Jarque-Bera | 1.652434 |
| Nilai Probabilitas | 0.437702 |

| | |
|---------------------|-----------|
| | |
| Jumlah | -0.192458 |
| Jumlah Kuadrat | 0.030224 |
| | |
| Jumlah Observations | 283 |

Dari tabel 4.1 menunjukkan bahwa terdapat 284 data harga saham dan apabila dilogreturkan menjadi 283 data. Pada konsentrasi standart minimum harga *return* saham JII sebesar -0.030450 dan nilai terbesar dari peubah standart maksimum sebesar -0.030450. Kemudian rata-rata *return* harga saham JII dalam kurun waktu satu tahun lebih dua bulan sebesar -0.000680.

4.2 Uji Hipotesa Data

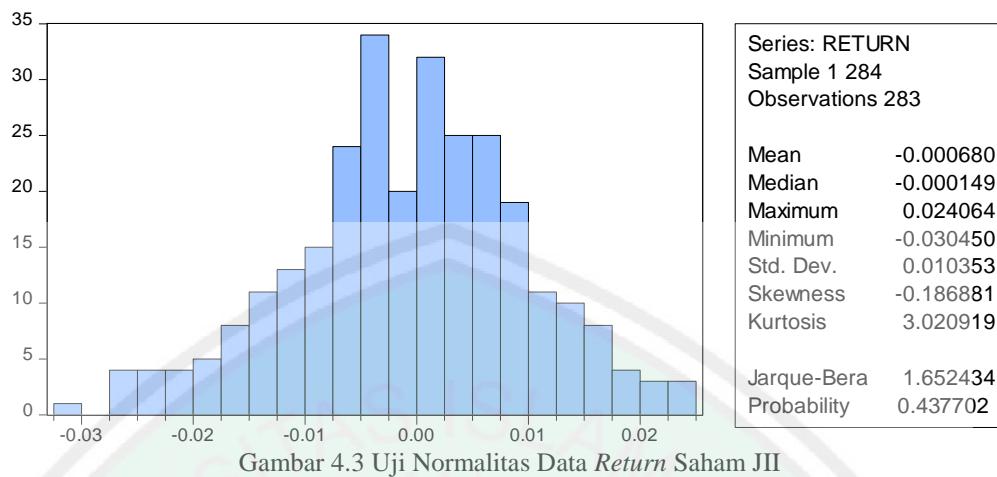
4.2.1 Uji Normalitas Data

Sebelum dilakukan pemodelan pada data, ada baiknya dilakukan uji kenormalan terhadap datanya dikarenakan dalam penelitian ini menggunakan distribusi normal, sehingga perlu dilakukan uji normalitas data *return* saham *Jakarta Islamic Index* (JII). Dengan hipotesis dan uji sebagai berikut:

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

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

Dengan taraf signifikan $\alpha = 5\% = 0,05$. H_0 diterima apabila nilai $JB < 2$ atau $p\text{-value} > \alpha$, hasil pengujian data berdistribusi normal dengan menggunakan uji Jarque-Bera dengan bantuan *software* Eviews sebagai berikut:

Gambar 4.3 Uji Normalitas Data *Return* Saham JII

Dari Gambar 4.3 menunjukkan bahwa nilai Jarque-Bera sebesar 1,662434, dengan nilai *p-value* sebesar 0,437702. Menunjukkan bahwa nilai JB < 2 dan *p-value* > α yang berarti terima H_0 . Karena terima H_0 maka data *return* harga saham JII berdistribusi normal.

4.2.2 Uji Stasioneritas Data

Pengujian stasioneritas dapat dilakukan dengan Uji *Augmented Dickey Fuller*.

Dengan hipotesis dan uji sebagai berikut:

$$H_0: \hat{\omega} = 1 \text{ (variabel } Z_t \text{ tidak stasioner dalam model)}$$

$$H_1: \hat{\omega} < 1 \text{ (variabel } Z_t \text{ stasioner dalam model)}$$

Dengan taraf signifikan $\alpha = 5\% = 0,05$. H_0 ditolak jika DF < t_α atau *p-value* < α , hasil pengujian kestasionera data dengan menggunakan uji *Augmenten Dickey Fuller* dengan bantuan *software* Eviews sebagai berikut:

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

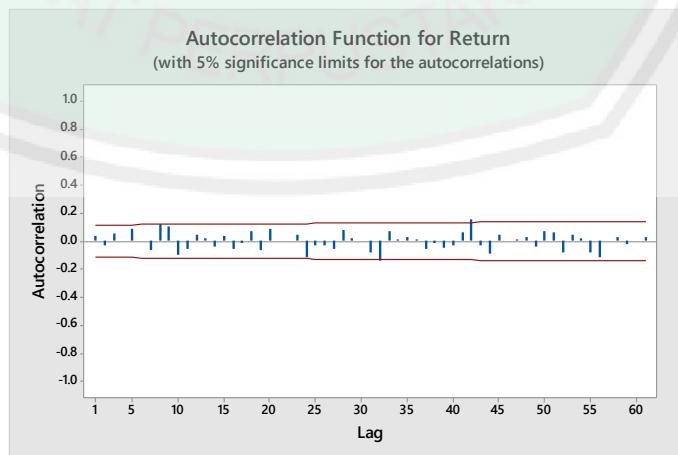
Gambar 4.4 Output Uji Augmented Dickey Fuller

Dari Gambar 4.4 diperoleh nilai DF pada output ditunjukkan pada *t-statistik* ADF sebesar -15,92725 dan *p-value* sebesar 0,0000, dengan menggunakan taraf signifikan 5% nilai dari t_α sebesar -2,871582. Menunjukkan bahwa $DF < t_\alpha$ dan $p-value < \alpha$ maka H_0 ditolak. Karena H_0 ditolak maka H_1 diterima yang artinya data stasioner.

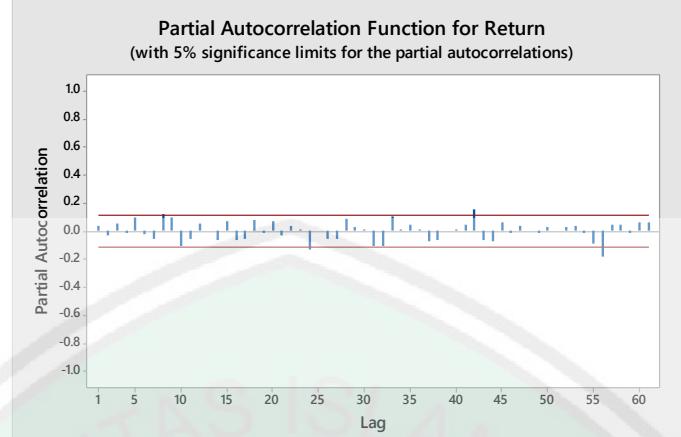
4.3 Pemodelan ARMA

4.3.1 Identifikasi Model ARMA

Identifikasi model ARMA data *return* harga saham JII dapat dilihat dengan cara menentukan ordo dari ARMA (p,q) yang didapat dari plot *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF). Berikut ini plot ACF dan PACF dari *return* harga saham JII:



Gambar 4.5 Plot Autocorrelation Function Data Return Saham JII



Gambar 4.6 Plot Autocorrelation Function Data Return Saham JII

Berdasarkan Gambar 4.5 dan 4.6 dapat dilihat bahwa pada grafik ACF dan PACF *cut off* pada lag kedua. Sehingga dapat diduga model ARMA dari data *return* saham JII yaitu ARMA (1,1), ARMA (1,2), ARMA (2,1) dan ARMA (2,2).

4.3.2 Estimasi Model ARMA

Dari model ARMA yang telah deridentifikasi dapat dipilih dengan melihat nilai parameter yang signifikan. Uji signifikan dilakukan menggunakan *software* Eviews. Berikut tabel hasil uji signifikan model:

Tabel 4.2 Uji Signifikansi Model ARMA

| Model | Lag | P-value | Keputusan |
|------------|-----|---------|------------------|
| ARMA (1,1) | 1 | 0,0248 | Signifikan |
| | 1 | 0,0075 | |
| ARMA (1,2) | 1 | 0,4024 | Tidak signifikan |
| | 2 | 0,5753 | |

| | | | |
|------------|---|--------|------------------|
| ARMA (2,1) | 2 | 0,6072 | Tidak signifikan |
| | 1 | 0,4031 | |
| ARMA (2,2) | 2 | 0,0050 | Signifikan |
| | 2 | 0,0161 | |

Dari tabel 4.2 dapat dilihat bahwa model ARMA (1,1) dan ARMA (2,2) memenuhi uji signifikan, sehingga perlu dibandingkan dengan melihat nilai *Akaike info criterion* (AIC) yang kecil dan *Schwarz criterion* (SC) yang kecil.

Tabel 4.3 Perbandingan Pemilihan Model ARMA

| Model | AIC | SC |
|------------|-----------|-----------|
| ARMA (2,2) | -6,286414 | -6,247770 |
| ARMA (1,1) | -6,288410 | -6,249766 |

Setelah melihat Tabel 4.3 diketahui bahwa yang memiliki nilai AIC terkecil dan SC terkecil adalah model ARMA (1,1).

4.3.3 Uji Asumsi Error

Setelah menemukan model ARMA yang signifikan, maka perlu melakukan pemeriksaan asumsi *error*. Asumsi yang harus terpenuhi pada model ARMA yaitu asumsi *error* bersifat *white noise* dan berdistribusi normal.

1) Uji *White Noise*

Apabila terdapat tidak terdapat korelasi artinya *error* bersifat *white noise*. Untuk mengetahui bahwa *error* bersifat *white noise* dapat dilakukan dengan

menggunakan uji autokorelasi menggunakan *correlogram* dengan bantuan *software* Eviews. Adapun hipotesis dan statistik uji sebagai berikut:

H_0 : tidak ada korelasi dari *error* (*error* memenuhi asumsi *white noise*)

H_1 : ada korelasi dari *error* (*error* tidak memenuhi asumsi *white noise*)

Dengan menggunakan taraf signifikansi α sebesar 5% atau 0,05. H_0 ditolak jika $p\text{-value} < \alpha$. Sehingga hasil dari uji autokorelasi *correlogram* menggunakan *software* Eviews dapat dilihat dari gambar berikut:

| Autocorrelation | Partial Correlation | AC | PAC | Q-Stat | Prob |
|-----------------|---------------------|--------|--------|--------|-------|
| 1 | 1 | -0.010 | -0.010 | 0.0288 | |
| 2 | 2 | 0.007 | 0.007 | 0.0443 | |
| 3 | 3 | 0.025 | 0.026 | 0.2300 | 0.632 |
| 4 | 4 | 0.015 | 0.015 | 0.2920 | 0.864 |
| 5 | 5 | 0.072 | 0.072 | 1.8022 | 0.614 |
| 6 | 6 | 0.006 | 0.007 | 1.8124 | 0.770 |
| 7 | 7 | -0.070 | -0.072 | 3.2366 | 0.664 |
| 8 | 8 | 0.123 | 0.118 | 7.6564 | 0.264 |
| 9 | 9 | 0.095 | 0.098 | 10.334 | 0.170 |
| 10 | 10 | -0.091 | -0.097 | 12.798 | 0.119 |
| 11 | 11 | -0.051 | -0.062 | 13.583 | 0.138 |
| 12 | 12 | 0.043 | 0.052 | 14.145 | 0.166 |

Gambar 4.7 Uji *White Noise* Model ARMA

Dari Gambar 4.7 menunjukkan bahwa $p\text{-value}$ dari *lag* pertama sampai ke *lag* terakhir memiliki nilai yang lebih dari taraf signifikan. Maka H_0 diterima yang artinya tidak terdapat korelasi pada *error* atau *error* bersifat *white noise*.

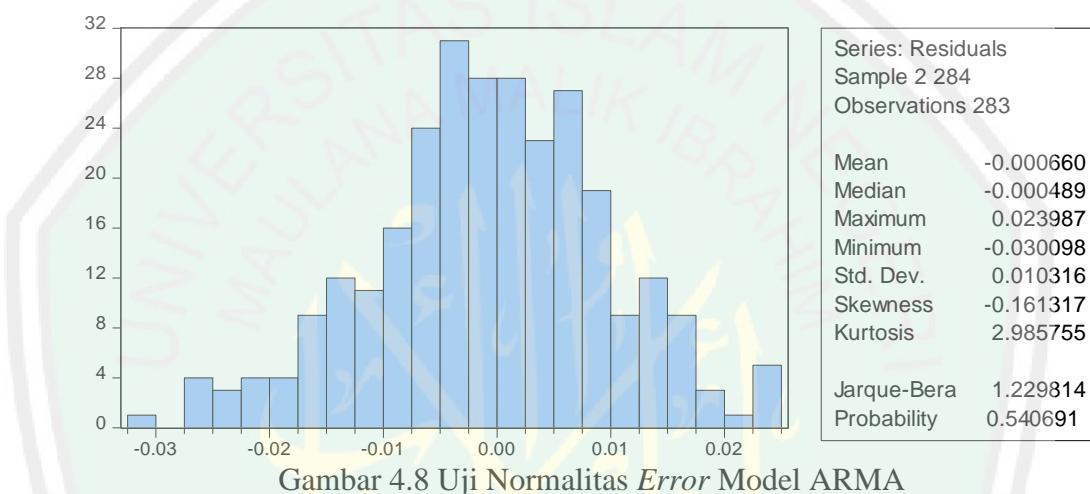
2) Uji Normalitas

Asumsi selanjutnya yaitu *error* berdistribusi normal dengan menggunakan uji Jarque-Bera. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah *error* berdistribusi normal atau tidak. Dengan hipotesis dan uji sebagai berikut:

$H_0 : JB < 2$ (data berdistribusi normal)

$H_1 : JB > 2$ (data tidak berdistribusi normal)

Dengan taraf signifikan $\alpha = 5\% = 0,05$. H_0 diterima apabila nilai JB < 2 atau $p\text{-value} > \alpha$, hasil pengujian data berdistribusi normal dengan menggunakan uji Jarque-Bera dengan bantuan *software* Eviews sebagai berikut:



Gambar 4.8 Uji Normalitas *Error* Model ARMA

Dari Gambar 4.8 menunjukkan bahwa nilai Jarque-Bera sebesar 1,229814, dengan nilai $p\text{-value}$ sebesar 0,540691. Menunjukkan bahwa nilai JB < 2 dan $p\text{-value} > \alpha$ yang berarti terima H_0 . Karena terima H_0 maka data *error* dari model ARMA berdistribusi normal.

3) Uji Heteroskedastisitas

Pengujian keberadaan efek ARCH terhadap *error* model ARMA data *return* harga saham JII dengan menggunakan uji heteroskedastisitas metode *white*. Dengan hipotesis

$H_0 : \sigma_t^2 = \sigma^2$ (data bersifat homoskedastisitas)

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

Dengan menggunakan taraf signifikansi α sebesar 5% atau 0,05. H_0 ditolak jika $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel}$ atau $p-value < \alpha$. Sehingga hasil dari uji *white* menggunakan *software Eviews* dapat dilihat dari gambar berikut:

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

Gambar 4.9 Hasil Uji *White* Model ARMA

Dari gambar 4.9 diperoleh nilai probabilitas (*Chi-square*) sebesar 0,000 yang artinya $p-value < \alpha$, dengan demikian H_0 ditolak. Karena H_0 ditolak berarti *error* model ARMA data *return* harga saham JII mengandung efek heteroskedastisitas.

4.4 Pemodelan APARCH

4.4.1 Identifikasi Model APACH

Model yang teridentifikasi yakni model ARMA (1,1) – APARCH (1,4) dan ARMA (1,1) – APARCH (2,0). Pendugaan parameter model APARCH menggunakan metode *Quasi Maximum Likelihood* dengan bantuan *software Eviews*. Karena terdapat lebih dari satu model yang teridentifikasi, maka dibandingkan nilai AIC dan SC nya, dengan kriteria AIC yang kecil dan SC yang kecil. Berikut tabel perbandingan AIC dan SC:

Tabel 4.4 Perbandingan nilai AIC dan SC Model ARIMA - APARCH

| Model | AIC | SC |
|---------------------------|-----------|-----------|
| ARMA (1,1) – APARCH (1,4) | -6,340165 | -6,211019 |
| ARMA (1,1) – APARCH (2,0) | -6,291868 | -6,201466 |

Berdasarkan nilai AIC dan SC pada Tabel 4.4, dapat disimpulkan bahwa model terbaik yang digunakan adalah model ARMA (1,1) – APARCH (1,4) karena memiliki nilai AIC dan SC terkecil, yaitu -6,340165 dan -6,211019. Maka model yang akan digunakan adalah model ARMA (1,1) – APARCH (1,4) dengan bentuk persamaan:

$$Z_t = 0,288110Z_{t-1} - 0,395589\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.1)$$

dimana $\varepsilon_t \sim N(0, h_t^\delta)$. Berdasarkan model di atas dapat diketahui bahwa model *return* harga saham JII merupakan kombinasi linier dari *return* harga saham sebelumnya yang memiliki koefisien sebesar 0,288110 dengan *error* sebelumnya yang memiliki koefisien sebesar -0,395589. Kemudian untuk persamaan variansi *error* yaitu kombinasi linier dari *error* sebelumnya dengan variansi-variansi *error* sebelumnya, dari

$$\varepsilon_t = h_t w_t \quad (4.2)$$

dengan bentuk persamaan:

$$\begin{aligned} h_t^{0,901276} &= 0,000588 + 0,039708(|\varepsilon_{t-1}| - 0,994863\varepsilon_{t-1})^{0,901276} + 0,208094h_{t-1}^{0,901276} \\ &\quad + 1,178663h_{t-2}^{0,901276} + 0,406937h_{t-3}^{0,901276} - 0,860390h_{t-4}^{0,901276} \end{aligned} \quad (4.3)$$

Berdasarkan persamaan variansi *error* di atas dapat diketahui bahwa setiap variansi periode sekarang sama dengan kuadrat dari akar 0,901276 dari:

1. Nilai konstanta sebesar 0,0005888.
2. Nilai penurunan pangkat 0,901276 dari *error* periode sebelumnya dan 0,994863 *error* untuk satu *error* periode sebelumnya sebanyak 0,039708.
3. Nilai kenaikan 0,208094 untuk standar deviasi periode sebelumnya berpangkat 0,901276.
4. Nilai kenaikan 1,178663 untuk standar deviasi dua periode sebelumnya berpangkat 0,901276.
5. Nilai kenaikan 0,406937 untuk standar deviasi tiga periode sebelumnya berpangkat 0,901276.
6. Nilai penuruna 0,860390 untuk standar deviasi empat periode sebelumnya berpangkat 0,901276.

4.4.2 Uji Asumsi *Error*

Pengujian asumsi *error* pada model APARCH sama seperti pengujian asumsi *error* pada model ARIMA. Asumsi yang harus terpenuhi yaitu asumsi *error* bersifat *white noise* dan berdistribusi normal.

1) Uji *White Noise*

Apabila terdapat tidak terdapat korelasi artinya *error* bersifat *white noise*. Untuk mengetahui bahwa *error* bersifat *white noise* dapat dilakukan dengan menggunakan uji autokorelasi menggunakan *correlogram* dengan bantuan *software Eviews*. Adapun hipotesis dan statistik uji sebagai berikut:

H_0 : tidak ada korelasi dari *error* (*error* memenuhi asumsi *white noise*)

H_1 : ada korelasi dari *error* (*error* tidak memenuhi asumsi *white noise*)

Dengan menggunakan taraf signifikansi α sebesar 5% atau 0,05. H_0 ditolak jika $p\text{-value} < \alpha$. Sehingga hasil dari uji autokorelasi *correlogram* menggunakan *software Eviews* dapat dilihat dari gambar berikut:

| Autocorrelation | Partial Correlation | AC | PAC | Q-Stat | Prob* |
|-----------------|---------------------|----|--------|--------|--------------|
| | | 1 | 0.039 | 0.039 | 0.4332 |
| | | 2 | -0.026 | -0.027 | 0.6226 |
| | | 3 | 0.055 | 0.057 | 1.4846 0.223 |
| | | 4 | -0.018 | -0.023 | 1.5778 0.454 |
| | | 5 | 0.096 | 0.101 | 4.2423 0.236 |
| | | 6 | 0.014 | 0.001 | 4.3029 0.367 |
| | | 7 | -0.020 | -0.012 | 4.4186 0.491 |
| | | 8 | 0.103 | 0.094 | 7.5082 0.276 |
| | | 9 | 0.051 | 0.046 | 8.2826 0.308 |
| | | 10 | -0.087 | -0.095 | 10.537 0.229 |

Gambar 4.10 Uji White Noise Model ARMA – APARCH

Dari Gambar 4.10 menunjukkan bahwa $p\text{-value}$ dari *lag* pertama sampai ke *lag* terakhir memiliki nilai yang lebih dari taraf signifikan. Maka H_0 diterima yang artinya tidak terdapat korelasi pada *error* atau *error* bersifat *white noise*.

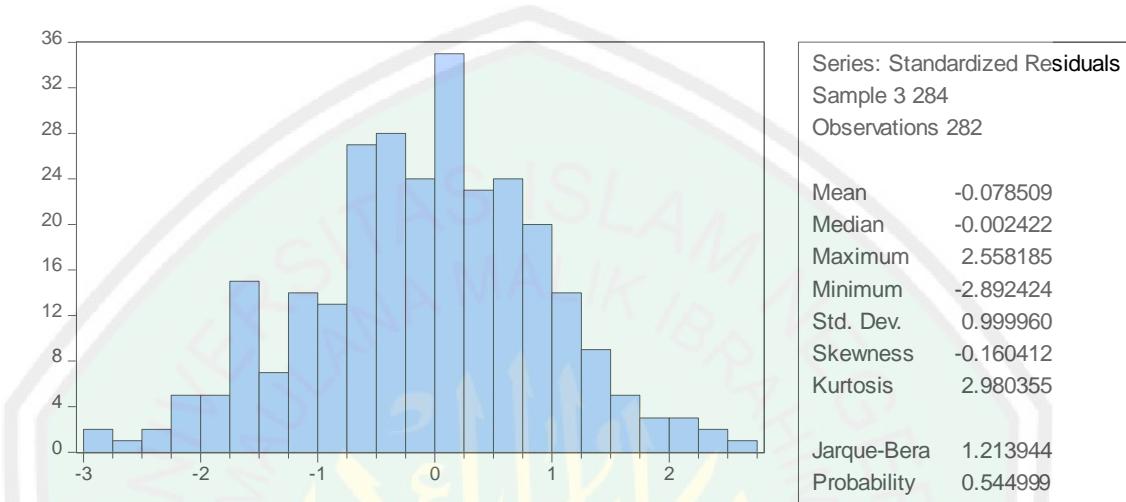
2) Uji Normalitas

Asumsi selanjutnya yaitu *error* berdistribusi normal dengan menggunakan uji Jarque-Bera. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah *error* berdistribusi normal atau tidak. Dengan hipotesis dan uji sebagai berikut:

H_0 : JB < 2 (data berdistribusi normal)

H_1 : JB > 2 (data tidak berdistribusi normal)

Dengan taraf signifikan $\alpha = 5\% = 0,05$. H_0 diterima apabila nilai JB < 2 atau $p\text{-value} > \alpha$, hasil pengujian data berdistribusi normal dengan menggunakan uji Jarque-Bera dengan bantuan *software* Eviews sebagai berikut:



Gambar 4.11 Uji Normalitas *Error* Model ARMA – APARCH

Dari Gambar 4.11 menunjukkan bahwa nilai Jarque-Bera sebesar 1,213944, dengan nilai $p\text{-value}$ sebesar 0,544999. Menunjukkan bahwa nilai JB < 2 dan $p\text{-value} > \alpha$ yang berarti terima H_0 . Karena terima H_0 maka data *error* dari model APARCH berdistribusi normal.

3) Uji heteroskedastisitas

Pengujian keberadaan efek heteroskedastisitas terhadap *error* model ARMA (1,1) – APARCH (1,4) data *return* harga saham JII menggunakan uji heteroskedastisitas dengan uji *Lagrange Multiplier*. Dengan hipotesis

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

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

Dengan menggunakan taraf signifikansi α sebesar 5% atau 0,05. H_0 ditolak jika $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel}$ atau $p-value < \alpha$. Sehingga hasil dari uji white menggunakan software Eviews dapat dilihat dari gambar berikut:

| Heteroskedasticity Test: ARCH | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------|--------|
| F-statistic | 1.062107 | Prob. F(1,279) | 0.3036 |
| Obs*R-squared | 1.065663 | Prob. Chi-Square(1) | 0.3019 |

Gambar 4.12 Hasil Uji White Model ARMA-APARCH

Dari gambar 4.12 diperoleh nilai probabilitas (*Chi-square*) sebesar 0,3019 yang artinya $p-value > \alpha$, dengan demikian H_0 diterima. Karena H_0 diterima berarti *error* model ARMA-APARCH data *return* harga saham JII tidak mengandung efek heteroskedastisitas.

4.5 Peramalan Model APARCH

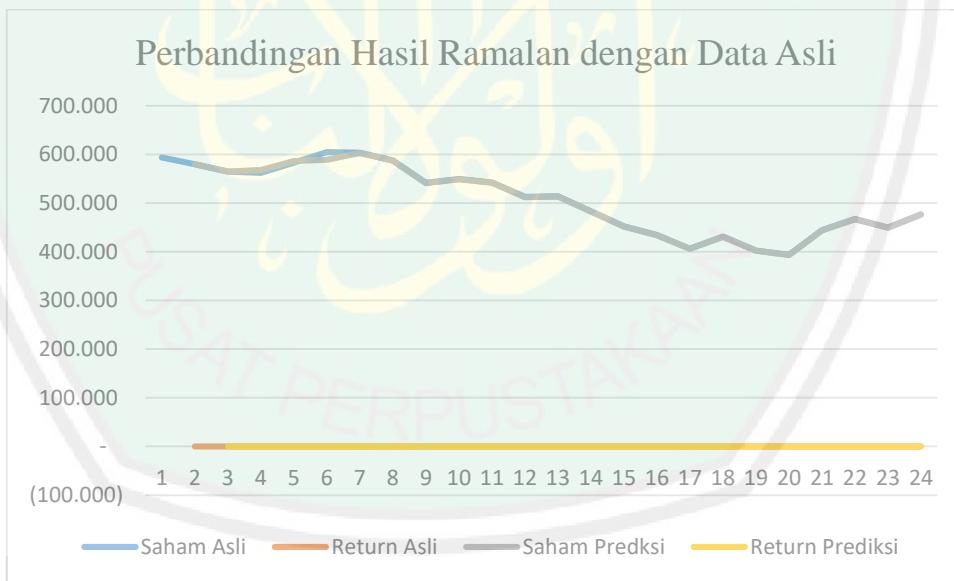
Untuk memprediksi nilai harga saham JII pada periode yang akan datang maka dapat menggunakan model ARMA (1,1) – APARCH (1,4) yang telah diperoleh pada persamaan (4.1) dan (4.3). Karena data yang dimodelkan adalah data *return* maka untuk mengitung harga saham JII pada periode yang akan datang menggunakan sifat algoritma menjadi,

$$S_t = (S_{t-1}) (\exp(Z_t)) \quad (4.4)$$

Misalkan menghitung nilai harga saham JII pada tanggal 28 Februari 2020:

$$\begin{aligned}
 S_2 &= (S_1)(\exp(Z_1)) \\
 &= (S_{t-1})(\exp(0,288110Z_1 - 0,395589\varepsilon_1 + \varepsilon_2)) \\
 &= (579,716)(\exp(0,288110(-0,0236589) - 0,395589(-0,02720) - 0,02964)) \\
 &= (579,716)(\exp(0,0181999773)) \\
 &= (579,716)(0,9746303738) \\
 &= 565,0088218
 \end{aligned} \tag{4.5}$$

Nilai harga saham JII pada 28 Februari 2020 yang dihitung menggunakan model hasil estimasi sebesar 565,0088218. Nilai prediksi tersebut berada disekitar harga saham JII pada data riil yaitu sebesar 565,007. Sehingga model ARMA (1,1) - APARCH (1,4) dapat digunakan untuk meprediksi periode berikutnya. Berikut perbandingan prediksi (*forecasting*) pada periode 3 Maret 2020 sampai 31 Maret 2020 menggunakan model ARMA (1,1) – APARCH (1,4):



Gambar 4.13 Perbandingan Hasil Ramalan dengan Data Asli

Berdasarkan Gambar 4.13 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan yang tidak terlalu jauh antara data asli dengan data prediksi menggunakan model ARMA (1,1) – APARCH (1,4).



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa implementasi dari model APARCH pada data *return* harga saham untuk periode Januari 2019 sampai Februari 2020 adalah model ARIMA (1,1) – APARCH (1,4) karena memiliki nilai AIC dan SC paling kecil dengan bentuk persamaan:

$$Z_t = 0,288110Z_{t-1} - 0,395589\varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

dimana

$$\varepsilon_t \sim N(0, h_t^\delta)$$

dengan

$$\varepsilon_t = h_t w_t$$

dan memiliki variansi dengan bentuk persamaan:

$$h_t^{0,901276} = 0,000588 + 0,039708(|\varepsilon_{t-1}| - 0,994863\varepsilon_{t-1})^{0,901276} + 0,208094h_{t-1}^{0,901276} \\ + 1,178663h_{t-2}^{0,901276} + 0,406937h_{t-3}^{0,901276} - 0,860390h_{t-4}^{0,901276}$$

Sehingga dapat dilihat bahwa terdapat hubungan antara model ARMA (1,1) – APARCH (1,4).

5.2 Saran

Peneliti menerapkan model APARCH dan distribusi normal pada *return* harga saham atau perhitungan keuntungan yang diperoleh dari dana yang diinvestasikan pada saham *Jakarta Islamic Index*. Peneliti menyarankan untuk melakukan penelitian bukan

hanya pada perhitungan tapi juga pada kemungkinan kerugian dari dana yang diinvestasikan dengan model ataupun estimasi yang lebih maksimum.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, 2004. *Lubaabut Tafsir min Ibnu Katsiir*. Bogor: Pustaka Imam Asy-Syafi'i.
- Al-Mahali, I. & As-Suyuthi, I., 2018. *Tafsir Al-Jalalain*. Jakarta: Ummul Qura.
- Ansofino, 2016. *Buku Ajar Ekonometrika*. Yogyakarta: Deepublish.
- Aswi & Sukarna, 2006. *Analisis Deret Waktu Teori dan Aplikasi*. Makassar: Andira Publisher.
- Aziz, A., 2010. *Ekonometrika Teori dan Praktik Eksperimen dengan MATLAB*. Malang: UIN Maliki PRESS.
- Bigsaard, S. & Kulahci, M., 2011. *Time Series Analysis and Forecasting by Example*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Boediono & Wayan, K., 2004. *Teori Aplikasi Statistika dan Probabilitas*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya Offset.
- Bollerslev, T., 1986. Generalized Autoregression Conditional Heteroscedasticity. *Journal of Econometrics*, Volume 31.
- Brockwell, P. J. & Davis, R. A., 2002. *Introduction to Time Series and Forecasting Second Edition*. New York: Springer-Verlag New York, Inc.
- Effendi, N. & Setiawan, M., 2014. *Ekonometrika: Pendekatan Teori dan Terapan..* Jakarta: Salemba Empat.
- Ekananda, M., 2015. *Ekonometrika Dasar Untuk Penenlitian Ekonomi, Sosial, dan Bisnis..* Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Elvitra, C. W., Warsito, B. & Hoyyi, A., 2013. Metode Peramalan dengan Menggunakan Volatilitas Model Asymmetric Power ARCH (APARCH). *Jurnal Gaussian.*, Volume 2.
- Francq, C. & Zakoian, J. M., 2019. *GARCH Model Structure, Statistical Inference and Financial Application*. France: A John Wiley and Sons, Ltd.
- Gujarati, D., 1978. *Basic Econometrics*. Jakarta: PT. Gelora Aksara Pratama.
- Gujarati, D. & Porter, D. C., 2010. *Basic Econometrics Fifth Edition*. Jakarta: Salemba Empat.
- Hanke, J. E. & Whichern, D., 2014. *Business Forecasting Ninth Edition*. United Stated of Amerika: Pearson Education Limited.

- Hariyani, I., 2010. *Buku Pintar Pasar Modal Strategi Tepat Investasi Saham, Obligasi, Waran, Right, Opsi, Reksadana, & Produk Pasar Modal Syariah*. Jakarta: Visimedia.
- Hull, J. C., 2009. *Option, Futures, and Other Derivatives, 7th Edition*. Canada: Pearson Education, Inc.
- Jogiyanto, 2008. *Teori Portofolio dan Analisis Investasi*. Yogyakarta: BPFE.
- Knight , J. & Stephen, S., 2002. *Forecasting Volatility in The Financial Markets*. New York: Butterworth-Heinemann.
- Laurent, S., 2003. *Analytical Derivates of The APARCH Model*. Canada: Forthcoming in Computation Economics.
- Makridakis, S., Wheelwright, S. C. & McGee, V. R., 1999. *Forcasting, 2nd Edition*. s.l.:s.n.
- Manan, A., 2009. *Aspek Hukum dalam Penyelenggaraan Investasi di Pasar Modal Syariah Indonesia*. Jakarta: Kencana.
- Montgomery, D. C., Peck, E. A. & Vining, G. G., 1992. *Introduction to Linear Regression Analysis*. Toronto: John Wiley & Sons, Inc.
- Mulyana, 2004. *Buku Ajar Analisis Deret Waktu*. Bandung: FMIPA UNPAD.
- Nuryanto & Pambuko, Z. B., 2018. *Eviews untuk Analisis Ekonometrika Dasar: Aplikasi dan Interpretasi*. Magelang: UNIMMA PRESS.
- Putri, D. M. & Aghsilni, 2019. Estimasi Model Terbaik untuk Peramalan Harga Saham PT. Polychem Indonesia Tbk. dengan ARIMA. *Mathematics & Applications Journal*, Volume 1.
- Rosadi, D., 2012. *Ekonometrika & Analisis Runtun Waktu Terapan dengan Eviews*. Yogyakarta: Andi.
- Santoso, S., 2001. *Business Forecasting: Metode Peramalan Bisnis Masa Kini dengan MINITAB dan SPSS*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Sari, L. K., 2017. *Pemodelan dan Transmisi Volatilitas Return Saham Utama Dunia Terhadap Indonesia*. Tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sartono, A., 2008. *Manajemen Keuangan Teori dan Aplikasi Edisi Empat*. Yogyakarta: BPFE.
- Spiegel, M. R. & Stephens, L. J., 2007. *Schaum's Outlines Teori dan Soal-soal Statistik Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.

- Sulistiyowati, U., Tarno & Hoyyi, A., 2015. Pemodelan Kurs Mata Uang Rupiah Terhadap Dollar Amerika Menggunakan Metode GARCH Asimetris. *Jurnal Gaussian*, Volume 4.
- Tsay, R. S., 2010. *Analysis of Financial Time Series Third Edition*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Wei, W. W. S., 2006. *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods*. 2nd penyunt. New Jersey: Pearson Education, Inc..
- Wibowo, N. M., Sugito & Rusgiyono, A., 2016. . Pemodelan Return Saham Perbankan Menggunakan Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (EGARCH). *Jurnal Gaussian*, Volume 6.
- Yuliana, I., 2010. *Investasi Produk Keuangan Syariah*. Malang: UIN Maliki Press.

Lampiran 1 Data Harga Saham Penutup dan Return Harga Saham Penutup *Jakarta Islamic Index (JII)*

| Tanggal | Harga Saham | Return | Tanggal | Harga Saham | Return |
|-----------|-------------|--------------|------------|-------------|-------------|
| 2/1/2019 | 684.916 | | 8/8/2019 | 678.599 | 0.013887639 |
| 3/1/2019 | 695.300 | 0.015047204 | 9/8/2019 | 679.279 | 0.00100156 |
| 4/1/2019 | 701.742 | 0.009222408 | 12/8/2019 | 675.633 | -0.0053819 |
| 7/1/2019 | 704.113 | 0.00337304 | 13/08/2019 | 667.474 | -0.0121496 |
| 8/1/2019 | 698.653 | -0.007784659 | 14/08/2019 | 675.345 | 0.01172323 |
| 9/1/2019 | 694.404 | -0.006100272 | 15/08/2019 | 672.233 | -0.0046187 |
| 10/1/2019 | 706.573 | 0.017372599 | 16/08/2019 | 672.647 | 0.00061567 |
| 11/1/2019 | 712.760 | 0.008718235 | 19/08/2019 | 675.593 | 0.00437015 |
| 14/1/2019 | 706.148 | -0.009319911 | 20/08/2019 | 680.658 | 0.00746915 |
| 15/1/2019 | 718.294 | 0.017054109 | 21/08/2019 | 673.752 | -0.0101979 |
| 16/1/2019 | 717.668 | -0.000871889 | 22/08/2019 | 675.015 | 0.00187282 |
| 17/1/2019 | 721.426 | 0.005222742 | 23/08/2019 | 679.254 | 0.00626022 |
| 18/1/2019 | 726.083 | 0.006434525 | 26/08/2019 | 674.870 | -0.0064751 |
| 21/1/2019 | 723.802 | -0.003146459 | 27/08/2019 | 686.505 | 0.01709343 |
| 22/1/2019 | 724.755 | 0.001315792 | 28/08/2019 | 689.022 | 0.00365969 |
| 23/1/2019 | 721.313 | -0.004760504 | 29/08/2019 | 691.429 | 0.00348727 |
| 24/1/2019 | 724.569 | 0.004503833 | 30/08/2019 | 702.590 | 0.01601304 |
| 25/1/2019 | 725.818 | 0.001722299 | 2/9/2019 | 698.742 | -0.0054919 |
| 28/1/2019 | 718.888 | -0.009593721 | 3/9/2019 | 692.699 | -0.008686 |
| 29/1/2019 | 716.119 | -0.003859219 | 4/9/2019 | 692.871 | 0.00024827 |

| | | | | | |
|-----------|---------|--------------|------------|---------|------------|
| 30/1/2019 | 718.747 | 0.003663064 | 5/9/2019 | 699.284 | 0.00921312 |
| 31/1/2019 | 727.011 | 0.01143219 | 6/9/2019 | 697.234 | -0.0029359 |
| 1/2/2019 | 726.814 | -0.000271009 | 9/9/2019 | 703.612 | 0.00910599 |
| 4/2/2019 | 716.078 | -0.014881499 | 10/9/2019 | 704.097 | 0.00068906 |
| 6/2/2019 | 726.181 | 0.014010195 | 11/9/2019 | 706.233 | 0.00302908 |
| 7/2/2019 | 722.046 | -0.005710446 | 12/9/2019 | 695.758 | -0.0149433 |
| 8/2/2019 | 717.515 | -0.006294995 | 13/09/2019 | 693.682 | -0.0029883 |
| 11/2/2019 | 710.370 | -0.010007892 | 16/09/2019 | 700.229 | 0.00939378 |
| 12/2/2019 | 698.575 | -0.016743415 | 17/09/2019 | 697.922 | -0.0033001 |
| 13/2/2019 | 699.924 | 0.001929212 | 18/09/2019 | 700.179 | 0.00322867 |
| 14/2/2019 | 696.625 | -0.004724512 | 19/09/2019 | 693.627 | -0.0094017 |
| 15/2/2019 | 693.429 | -0.004598391 | 20/09/2019 | 695.031 | 0.0020221 |
| 18/2/2019 | 710.318 | 0.024063902 | 23/09/2019 | 691.750 | -0.0047318 |
| 19/2/2019 | 708.119 | -0.003100598 | 24/09/2019 | 681.169 | -0.0154142 |
| 20/2/2019 | 713.633 | 0.007756666 | 25/09/2019 | 682.450 | 0.00187882 |
| 21/2/2019 | 716.452 | 0.003942428 | 26/09/2019 | 691.455 | 0.01310881 |
| 22/2/2019 | 712.008 | -0.006222105 | 27/09/2019 | 688.173 | -0.0047578 |
| 25/2/2019 | 712.901 | 0.001253414 | 30/09/2019 | 685.920 | -0.0032793 |
| 26/2/2019 | 716.033 | 0.004383694 | 1/10/2019 | 679.850 | -0.0088888 |
| 27/2/2019 | 713.239 | -0.003909688 | 2/10/2019 | 672.444 | -0.0109533 |
| 28/2/2019 | 698.316 | -0.021144845 | 3/10/2019 | 671.824 | -0.0009224 |
| 1/3/2019 | 704.483 | 0.008792478 | 4/10/2019 | 676.645 | 0.00715036 |

| | | | | | |
|-----------|---------|--------------|------------|---------|------------|
| 4/3/2019 | 704.673 | 0.000269665 | 7/10/2019 | 665.588 | -0.0164759 |
| 5/3/2019 | 700.882 | -0.005394324 | 8/10/2019 | 669.417 | 0.00573632 |
| 6/3/2019 | 700.674 | -0.000296813 | 9/10/2019 | 664.132 | -0.0079263 |
| 8/3/2019 | 689.800 | -0.015641028 | 10/10/2019 | 660.638 | -0.0052749 |
| 11/3/2019 | 690.088 | 0.000417425 | 11/10/2019 | 672.711 | 0.01810978 |
| 12/3/2019 | 690.465 | 0.000546158 | 14/10/2019 | 676.878 | 0.00617523 |
| 13/3/2019 | 694.429 | 0.005724641 | 15/10/2019 | 679.439 | 0.00377641 |
| 14/3/2019 | 700.045 | 0.008054694 | 16/10/2019 | 679.501 | 9.1248E-05 |
| 15/3/2019 | 704.419 | 0.006228731 | 17/10/2019 | 683.246 | 0.00549627 |
| 18/3/2019 | 712.024 | 0.010738269 | 18/10/2019 | 681.656 | -0.0023298 |
| 19/3/2019 | 706.222 | -0.008181983 | 21/10/2019 | 683.733 | 0.00304236 |
| 20/3/2019 | 706.244 | 3.11512E-05 | 22/10/2019 | 691.270 | 0.01096299 |
| 21/3/2019 | 711.897 | 0.007972451 | 23/10/2019 | 697.127 | 0.00843712 |
| 22/3/2019 | 711.930 | 4.63539E-05 | 24/10/2019 | 709.173 | 0.0171319 |
| 25/3/2019 | 695.948 | -0.022704647 | 25/10/2019 | 692.984 | -0.0230926 |
| 26/3/2019 | 705.909 | 0.014211389 | 28/10/2019 | 696.855 | 0.00557044 |
| 27/3/2019 | 701.499 | -0.00626686 | 29/10/2019 | 699.453 | 0.00372125 |
| 28/3/2019 | 704.553 | 0.004344085 | 30/10/2019 | 699.349 | -0.0001487 |
| 29/3/2019 | 704.688 | 0.000191592 | 31/10/2019 | 686.924 | -0.0179262 |
| 1/4/2019 | 704.037 | -0.00092424 | 1/11/2019 | 685.245 | -0.0024472 |
| 2/4/2019 | 705.270 | 0.001749797 | 4/11/2019 | 681.192 | -0.0059322 |
| 4/4/2019 | 708.612 | 0.004727419 | 5/11/2019 | 696.650 | 0.02243893 |

| | | | | | |
|------------|---------|--------------|------------|---------|------------|
| 5/4/2019 | 706.396 | -0.00313214 | 6/11/2019 | 692.810 | -0.0055273 |
| 8/4/2019 | 699.603 | -0.009662955 | 7/11/2019 | 686.311 | -0.0094249 |
| 9/4/2019 | 708.928 | 0.013240939 | 8/11/2019 | 689.717 | 0.00495049 |
| 10/4/2019 | 709.729 | 0.001129237 | 11/11/2019 | 686.750 | -0.004311 |
| 11/4/2019 | 697.018 | -0.018071972 | 12/11/2019 | 692.276 | 0.0080144 |
| 12/4/2019 | 694.956 | -0.002962701 | 13/11/2019 | 685.218 | -0.0102477 |
| 15/04/2019 | 695.808 | 0.001225226 | 14/11/2019 | 676.844 | -0.0122962 |
| 16/04/2019 | 704.574 | 0.012519605 | 15/11/2019 | 680.323 | 0.00512687 |
| 18/04/2019 | 706.245 | 0.002368838 | 18/11/2019 | 678.039 | -0.0033629 |
| 22/04/2019 | 692.032 | -0.020330005 | 19/11/2019 | 687.054 | 0.01320808 |
| 23/04/2019 | 703.766 | 0.016813717 | 20/11/2019 | 687.115 | 8.8781E-05 |
| 24/04/2019 | 700.340 | -0.004879983 | 21/11/2019 | 679.686 | -0.0108707 |
| 25/04/2019 | 687.331 | -0.01874995 | 22/11/2019 | 679.686 | 0 |
| 26/04/2019 | 692.272 | 0.007162961 | 25/11/2019 | 675.982 | -0.0054645 |
| 29/04/2019 | 687.963 | -0.006243885 | 26/11/2019 | 666.165 | -0.0146291 |
| 30/04/2019 | 691.910 | 0.005720832 | 27/11/2019 | 667.468 | 0.00195406 |
| 2/5/2019 | 684.675 | -0.010511616 | 28/11/2019 | 660.084 | -0.0111243 |
| 3/5/2019 | 675.091 | -0.014096777 | 29/11/2019 | 667.438 | 0.0110794 |
| 6/5/2019 | 671.143 | -0.005865268 | 2/12/2019 | 680.532 | 0.01942834 |
| 7/5/2019 | 677.155 | 0.008917969 | 3/12/2019 | 679.904 | -0.0009232 |
| 8/5/2019 | 674.190 | -0.004388228 | 4/12/2019 | 678.067 | -0.0027055 |
| 9/5/2019 | 656.231 | -0.026999109 | 5/12/2019 | 686.610 | 0.01252034 |

| | | | | | |
|------------|---------|--------------|------------|---------|------------|
| 10/5/2019 | 660.066 | 0.005826969 | 6/12/2019 | 692.889 | 0.00910337 |
| 13/05/2019 | 646.385 | -0.020944529 | 9/12/2019 | 691.732 | -0.0016712 |
| 14/05/2019 | 640.885 | -0.008545268 | 10/12/2019 | 690.619 | -0.0016103 |
| 15/05/2019 | 627.432 | -0.021214735 | 11/12/2019 | 688.892 | -0.0025038 |
| 16/05/2019 | 615.738 | -0.01881375 | 12/12/2019 | 679.452 | -0.0137979 |
| 17/05/2019 | 607.427 | -0.013589545 | 13/12/2019 | 692.596 | 0.01916027 |
| 20/05/2019 | 620.888 | 0.021918708 | 16/12/2019 | 693.458 | 0.00124382 |
| 21/05/2019 | 625.166 | 0.006866503 | 17/12/2019 | 697.972 | 0.00648831 |
| 22/05/2019 | 621.642 | -0.00565285 | 18/12/2019 | 697.564 | -0.0005847 |
| 23/05/2019 | 636.621 | 0.023810138 | 19/12/2019 | 692.547 | -0.0072182 |
| 24/05/2019 | 641.947 | 0.008331244 | 20/12/2019 | 703.152 | 0.01519698 |
| 27/05/2019 | 647.003 | 0.007845186 | 23/12/2019 | 702.455 | -0.0009917 |
| 28/05/2019 | 638.722 | -0.012881626 | 26/12/2019 | 703.784 | 0.00189015 |
| 29/05/2019 | 646.390 | 0.011933732 | 27/12/2019 | 704.696 | 0.00129501 |
| 31/05/2019 | 661.039 | 0.022409803 | 30/12/2019 | 698.085 | -0.0094256 |
| 10/6/2019 | 676.658 | 0.023353136 | 2/1/2020 | 694.394 | -0.0053013 |
| 11/6/2019 | 674.595 | -0.003053465 | 3/1/2020 | 699.446 | 0.00724907 |
| 12/6/2019 | 672.354 | -0.003327523 | 6/1/2020 | 690.062 | -0.0135071 |
| 13/06/2019 | 672.152 | -0.000300482 | 7/1/2020 | 692.539 | 0.00358311 |
| 14/06/2019 | 670.107 | -0.003047104 | 8/1/2020 | 685.011 | -0.0109297 |
| 17/06/2019 | 660.838 | -0.013928675 | 9/1/2020 | 691.376 | 0.00924892 |
| 18/06/2019 | 669.956 | 0.013703312 | 10/1/2020 | 690.741 | -0.0009189 |

| | | | | | |
|------------|---------|--------------|------------|---------|------------|
| 19/06/2019 | 681.917 | 0.017695911 | 13/01/2020 | 694.017 | 0.00473152 |
| 20/06/2019 | 678.075 | -0.005650048 | 14/01/2020 | 696.508 | 0.00358282 |
| 21/06/2019 | 671.641 | -0.00953393 | 15/01/2020 | 693.076 | -0.0049396 |
| 24/06/2019 | 666.552 | -0.007605816 | 16/01/2020 | 694.465 | 0.0020021 |
| 25/06/2019 | 673.163 | 0.009869343 | 17/01/2020 | 692.505 | -0.0028263 |
| 26/06/2019 | 669.895 | -0.004866516 | 20/01/2020 | 687.901 | -0.0066705 |
| 27/06/2019 | 679.877 | 0.014790916 | 21/01/2020 | 687.824 | -0.0001119 |
| 28/06/2019 | 682.647 | 0.004065989 | 22/01/2020 | 683.113 | -0.0068727 |
| 1/7/2019 | 689.959 | 0.010654287 | 23/01/2020 | 686.861 | 0.00547165 |
| 2/7/2019 | 692.584 | 0.003797355 | 24/01/2020 | 686.309 | -0.000804 |
| 3/7/2019 | 689.137 | -0.00498944 | 27/01/2020 | 668.495 | -0.026299 |
| 4/7/2019 | 688.840 | -0.000431067 | 28/01/2020 | 665.724 | -0.0041537 |
| 5/7/2019 | 690.723 | 0.002729852 | 29/01/2020 | 666.937 | 0.00182042 |
| 8/7/2019 | 688.839 | -0.002731303 | 30/01/2020 | 657.831 | -0.0137475 |
| 9/7/2019 | 692.516 | 0.005323771 | 31/01/2020 | 642.804 | -0.0231082 |
| 10/7/2019 | 696.036 | 0.005070041 | 3/2/2020 | 636.107 | -0.0104731 |
| 11/7/2019 | 695.550 | -0.000698484 | 4/2/2020 | 639.640 | 0.00553873 |
| 12/7/2019 | 687.240 | -0.012019323 | 5/2/2020 | 647.511 | 0.01223026 |
| 15/07/2019 | 694.642 | 0.010713029 | 6/2/2020 | 644.278 | -0.0050055 |
| 16/07/2019 | 692.841 | -0.002596069 | 7/2/2020 | 644.539 | 0.00040502 |
| 17/07/2019 | 690.260 | -0.003732197 | 10/2/2020 | 637.693 | -0.0106784 |
| 18/07/2019 | 696.001 | 0.008282759 | 11/2/2020 | 637.363 | -0.0005176 |

| | | | | | |
|------------|---------|--------------|------------|---------|------------|
| 19/07/2019 | 699.861 | 0.005530647 | 12/2/2020 | 627.793 | -0.0151289 |
| 24/07/2019 | 690.718 | -0.013150108 | 13/02/2020 | 617.417 | -0.0166658 |
| 25/07/2019 | 694.032 | 0.004786433 | 14/02/2020 | 619.844 | 0.00392319 |
| 26/07/2019 | 681.257 | -0.018578448 | 17/02/2020 | 623.974 | 0.00664087 |
| 29/07/2019 | 679.171 | -0.003066684 | 19/02/2020 | 629.412 | 0.00867735 |
| 30/07/2019 | 686.687 | 0.011005648 | 20/02/2020 | 633.775 | 0.00690795 |
| 31/07/2019 | 687.802 | 0.001622421 | 21/02/2020 | 624.167 | -0.015276 |
| 1/8/2019 | 690.490 | 0.003900485 | 24/02/2020 | 614.722 | -0.0152478 |
| 2/8/2019 | 685.476 | -0.007288003 | 25/02/2020 | 609.580 | -0.0083999 |
| 5/8/2019 | 664.918 | -0.030449763 | 26/02/2020 | 593.595 | -0.0265729 |
| 6/8/2019 | 661.591 | -0.005016185 | 27/02/2020 | 579.716 | -0.0236589 |
| 7/8/2019 | 669.240 | 0.0114952 | 28/02/2020 | 565.007 | -0.0257002 |

Lampiran 2 Output Identifikasi Model ARIMA

1. Model ARMA (1,1)

Dependent Variable: RETURN
 Method: ARMA Maximum Likelihood (Newton-Raphson)
 Date: 04/26/20 Time: 06:42
 Sample: 2 284
 Included observations: 283
 Convergence achieved after 17 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| AR(1) | -0.724252 | 0.320992 | -2.256295 | 0.0248 |
| MA(1) | 0.783460 | 0.291063 | 2.691721 | 0.0075 |
| SIGMASQ | 0.000106 | 9.01E-06 | 11.81943 | 0.0000 |
| R-squared | 0.002999 | Mean dependent var | -0.000680 | |
| Adjusted R-squared | -0.004123 | S.D. dependent var | 0.010353 | |
| S.E. of regression | 0.010374 | Akaike info criterion | -6.288410 | |
| Sum squared resid | 0.030134 | Schwarz criterion | -6.249766 | |
| Log likelihood | 892.8100 | Hannan-Quinn criter. | -6.272915 | |
| Durbin-Watson stat | 1.983616 | | | |
| Inverted AR Roots | -.72 | | | |
| Inverted MA Roots | -.78 | | | |

2. Model ARMA (1,2)

Dependent Variable: RETURN
 Method: ARMA Maximum Likelihood (Newton-Raphson)
 Date: 04/26/20 Time: 06:41
 Sample: 2 284
 Included observations: 283
 Convergence achieved after 6 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| AR(1) | 0.050049 | 0.059680 | 0.838612 | 0.4024 |
| MA(2) | -0.032906 | 0.058671 | -0.560851 | 0.5753 |
| SIGMASQ | 0.000107 | 9.09E-06 | 11.75874 | 0.0000 |
| R-squared | -0.001129 | Mean dependent var | -0.000680 | |
| Adjusted R-squared | -0.008280 | S.D. dependent var | 0.010353 | |
| S.E. of regression | 0.010395 | Akaike info criterion | -6.284330 | |
| Sum squared resid | 0.030259 | Schwarz criterion | -6.245685 | |
| Log likelihood | 892.2326 | Hannan-Quinn criter. | -6.268835 | |
| Durbin-Watson stat | 1.971668 | | | |
| Inverted AR Roots | .05 | | | |
| Inverted MA Roots | .18 | -.18 | | |

3. Model ARMA (2,1)

Dependent Variable: RETURN
 Method: ARMA Maximum Likelihood (Newton-Raphson)
 Date: 04/26/20 Time: 06:39
 Sample: 2 284
 Included observations: 283
 Convergence achieved after 5 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| AR(2) | -0.029769 | 0.057846 | -0.514616 | 0.6072 |
| MA(1) | 0.049874 | 0.059560 | 0.837365 | 0.4031 |
| SIGMASQ | 0.000107 | 9.09E-06 | 11.75912 | 0.0000 |
| R-squared | -0.001147 | Mean dependent var | -0.000680 | |
| Adjusted R-squared | -0.008298 | S.D. dependent var | 0.010353 | |
| S.E. of regression | 0.010396 | Akaike info criterion | -6.284311 | |
| Sum squared resid | 0.030259 | Schwarz criterion | -6.245667 | |
| Log likelihood | 892.2301 | Hannan-Quinn criter. | -6.268816 | |
| Durbin-Watson stat | 1.971715 | | | |
| Inverted AR Roots | -00+.17i | -00-.17i | | |
| Inverted MA Roots | -05 | | | |

4. Model ARMA (2,2)

Dependent Variable: RETURN
 Method: ARMA Maximum Likelihood (Newton-Raphson)
 Date: 04/26/20 Time: 06:44
 Sample: 2 284
 Included observations: 283
 Convergence achieved after 7 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

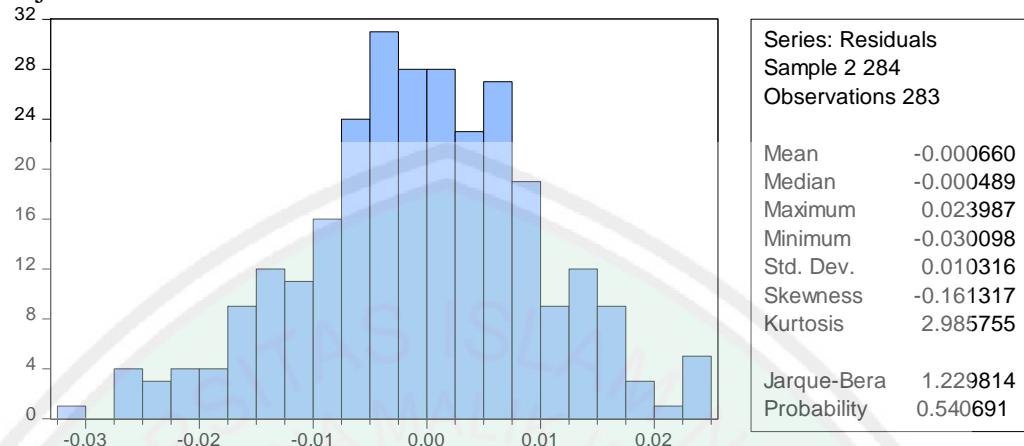
| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| AR(2) | -0.826971 | 0.291988 | -2.832214 | 0.0050 |
| MA(2) | 0.785802 | 0.324597 | 2.420858 | 0.0161 |
| SIGMASQ | 0.000107 | 8.80E-06 | 12.11793 | 0.0000 |
| R-squared | 0.001038 | Mean dependent var | -0.000680 | |
| Adjusted R-squared | -0.006097 | S.D. dependent var | 0.010353 | |
| S.E. of regression | 0.010384 | Akaike info criterion | -6.286414 | |
| Sum squared resid | 0.030193 | Schwarz criterion | -6.247770 | |
| Log likelihood | 892.5276 | Hannan-Quinn criter. | -6.270919 | |
| Durbin-Watson stat | 1.876537 | | | |
| Inverted AR Roots | -00+.91i | -00-.91i | | |
| Inverted MA Roots | -00+.89i | -00-.89i | | |

Lampiran 3 Output Uji Asumsi Error Model ARMA (1,1)

1. Uji White Noise

| Autocorrelation | Partial Correlation | AC | PAC | Q-Stat | Prob* |
|-----------------|---------------------|----|--------|--------|--------------|
| | | 1 | 0.039 | 0.039 | 0.4332 |
| | | 2 | -0.026 | -0.027 | 0.6226 |
| | | 3 | 0.055 | 0.057 | 1.4846 0.223 |
| | | 4 | -0.018 | -0.023 | 1.5778 0.454 |
| | | 5 | 0.096 | 0.101 | 4.2423 0.236 |
| | | 6 | 0.014 | 0.001 | 4.3029 0.367 |
| | | 7 | -0.020 | -0.012 | 4.4186 0.491 |
| | | 8 | 0.103 | 0.094 | 7.5082 0.276 |
| | | 9 | 0.051 | 0.046 | 8.2826 0.308 |
| | | 10 | -0.087 | -0.095 | 10.537 0.229 |
| | | 11 | -0.050 | -0.054 | 11.275 0.257 |
| | | 12 | 0.051 | 0.056 | 12.056 0.281 |
| | | 13 | 0.006 | -0.008 | 12.069 0.358 |
| | | 14 | 0.003 | -0.006 | 12.071 0.440 |
| | | 15 | 0.041 | 0.056 | 12.585 0.480 |
| | | 16 | -0.077 | -0.077 | 14.362 0.423 |
| | | 17 | -0.028 | -0.044 | 14.603 0.480 |
| | | 18 | 0.034 | 0.045 | 14.949 0.528 |
| | | 19 | -0.069 | -0.044 | 16.380 0.497 |
| | | 20 | 0.091 | 0.077 | 18.916 0.397 |
| | | 21 | -0.016 | -0.032 | 18.997 0.457 |
| | | 22 | -0.018 | 0.013 | 19.094 0.516 |
| | | 23 | 0.023 | -0.004 | 19.255 0.569 |
| | | 24 | -0.113 | -0.096 | 23.197 0.391 |
| | | 25 | -0.051 | -0.035 | 24.020 0.403 |
| | | 26 | -0.047 | -0.064 | 24.725 0.421 |
| | | 27 | -0.057 | -0.054 | 25.736 0.422 |
| | | 28 | 0.109 | 0.117 | 29.469 0.290 |
| | | 29 | 0.012 | 0.018 | 29.512 0.337 |
| | | 30 | -0.033 | -0.012 | 29.863 0.370 |
| | | 31 | -0.119 | -0.117 | 34.415 0.224 |
| | | 32 | -0.140 | -0.127 | 40.721 0.092 |
| | | 33 | 0.047 | 0.052 | 41.426 0.100 |
| | | 34 | 0.002 | 0.007 | 41.427 0.123 |
| | | 35 | 0.039 | 0.053 | 41.909 0.138 |
| | | 36 | 0.018 | 0.024 | 42.015 0.163 |

2. Uji Normalitas



3. Uji Heteroskedastisitas

Heteroskedasticity Test: White

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

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 04/26/20 Time: 07:27

Sample: 2 284

Included observations: 283

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| C | 4.17E-05 | 4.77E-06 | 8.749082 | 0.0000 |
| GRADF_01^2 | 0.000193 | 5.62E-05 | 3.437273 | 0.0007 |
| GRADF_01*GRADF_02 | -0.000327 | 0.000102 | -3.204149 | 0.0015 |
| GRADF_01*GRADF_03 | -8.48E-09 | 1.73E-09 | -4.890998 | 0.0000 |
| GRADF_02^2 | 0.000146 | 4.66E-05 | 3.128631 | 0.0019 |
| GRADF_02*GRADF_03 | 7.22E-09 | 1.52E-09 | 4.751148 | 0.0000 |
| GRADF_03^2 | 9.12E-13 | 4.85E-14 | 18.81272 | 0.0000 |
| R-squared | 0.786961 | Mean dependent var | 0.000106 | |
| Adjusted R-squared | 0.782329 | S.D. dependent var | 0.000152 | |
| S.E. of regression | 7.09E-05 | Akaike info criterion | -16.24756 | |
| Sum squared resid | 1.39E-06 | Schwarz criterion | -16.15739 | |
| Log likelihood | 2306.030 | Hannan-Quinn criter. | -16.21141 | |
| F-statistic | 169.9226 | Durbin-Watson stat | 2.097763 | |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 | | | |

Lampiran 4 Output Identifikasi Model APARCH

1. Model ARMA (1,1) – APARCH (1,4)

| Variable | Coefficient | Std. Error | z-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| AR(1) | 0.288110 | 0.226391 | 1.272619 | 0.2032 |
| MA(1) | -0.395589 | 0.226018 | -1.750255 | 0.0801 |
| Variance Equation | | | | |
| C(3) | 0.000588 | 0.000875 | 0.672508 | 0.5013 |
| C(4) | 0.039708 | 0.016053 | 2.473487 | 0.0134 |
| C(5) | 0.994863 | 0.404893 | 2.457098 | 0.0140 |
| C(6) | 0.208094 | 0.049428 | 4.210044 | 0.0000 |
| C(7) | 1.178663 | 0.035779 | 32.94241 | 0.0000 |
| C(8) | 0.406937 | 0.033431 | 12.17230 | 0.0000 |
| C(9) | -0.860390 | 0.052266 | -16.46169 | 0.0000 |
| C(10) | 0.901276 | 0.304335 | 2.961462 | 0.0031 |
| R-squared | -0.025315 | Mean dependent var | -0.000736 | |
| Adjusted R-squared | -0.028977 | S.D. dependent var | 0.010328 | |
| S.E. of regression | 0.010477 | Akaike info criterion | -6.340165 | |
| Sum squared resid | 0.030735 | Schwarz criterion | -6.211019 | |
| Log likelihood | 903.9633 | Hannan-Quinn criter. | -6.288376 | |
| Durbin-Watson stat | 1.672886 | | | |
| Inverted AR Roots | .29 | | | |
| Inverted MA Roots | .40 | | | |

2. Model ARMA (1,1) – APARCH (2,0)

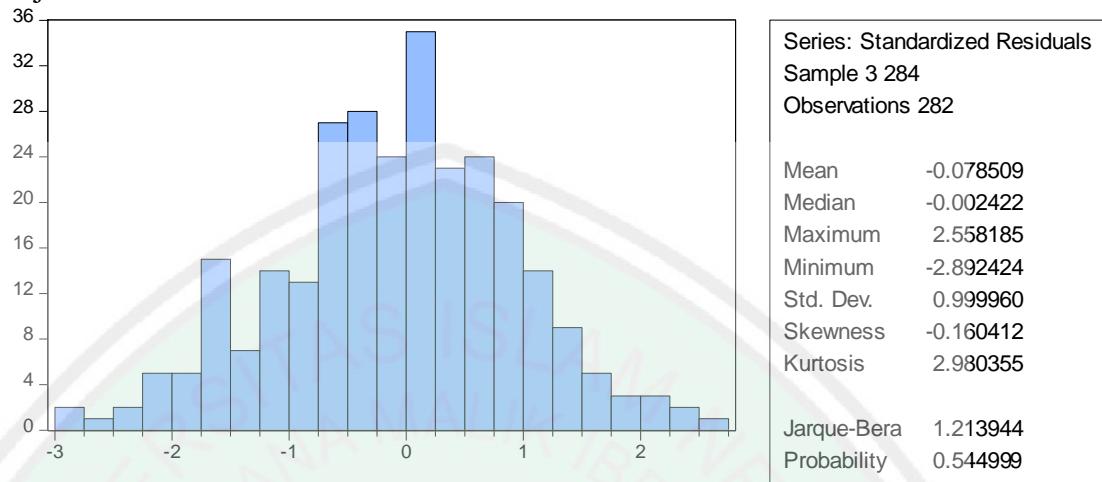
| Variable | Coefficient | Std. Error | z-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| AR(1) | 0.522544 | 0.303063 | 1.724210 | 0.0847 |
| MA(1) | -0.597185 | 0.291453 | -2.048991 | 0.0405 |
| Variance Equation | | | | |
| C(3) | 0.058777 | 0.109836 | 0.535130 | 0.5926 |
| C(4) | 0.119403 | 0.056670 | 2.107009 | 0.0351 |
| C(5) | 0.998834 | 0.051277 | 19.47920 | 0.0000 |
| C(6) | 0.152345 | 0.084978 | 1.792764 | 0.0730 |
| C(7) | 0.570057 | 0.398719 | 1.429720 | 0.1528 |
| R-squared | -0.019794 | Mean dependent var | -0.000736 | |
| Adjusted R-squared | -0.023436 | S.D. dependent var | 0.010328 | |
| S.E. of regression | 0.010449 | Akaike info criterion | -6.303137 | |
| Sum squared resid | 0.030570 | Schwarz criterion | -6.212735 | |
| Log likelihood | 895.7423 | Hannan-Quinn criter. | -6.266885 | |
| Durbin-Watson stat | 1.731767 | | | |
| Inverted AR Roots | .52 | | | |
| Inverted MA Roots | .60 | | | |

Lampiran 5 Output Uji Asumsi *Error* Model ARMA (1,1) – APARCH (1,4)

1. Uji White Noise

| Autocorrelation | Partial Correlation | AC | PAC | Q-Stat | Prob* |
|-----------------|---------------------|-----------|--------|--------|-------|
| | | 1 0.039 | 0.039 | 0.4332 | |
| | | 2 -0.026 | -0.027 | 0.6226 | |
| | | 3 0.055 | 0.057 | 1.4846 | 0.223 |
| | | 4 -0.018 | -0.023 | 1.5778 | 0.454 |
| | | 5 0.096 | 0.101 | 4.2423 | 0.236 |
| | | 6 0.014 | 0.001 | 4.3029 | 0.367 |
| | | 7 -0.020 | -0.012 | 4.4186 | 0.491 |
| | | 8 0.103 | 0.094 | 7.5082 | 0.276 |
| | | 9 0.051 | 0.046 | 8.2826 | 0.308 |
| | | 10 -0.087 | -0.095 | 10.537 | 0.229 |
| | | 11 -0.050 | -0.054 | 11.275 | 0.257 |
| | | 12 0.051 | 0.056 | 12.056 | 0.281 |
| | | 13 0.006 | -0.008 | 12.069 | 0.358 |
| | | 14 0.003 | -0.006 | 12.071 | 0.440 |
| | | 15 0.041 | 0.056 | 12.585 | 0.480 |
| | | 16 -0.077 | -0.077 | 14.362 | 0.423 |
| | | 17 -0.028 | -0.044 | 14.603 | 0.480 |
| | | 18 0.034 | 0.045 | 14.949 | 0.528 |
| | | 19 -0.069 | -0.044 | 16.380 | 0.497 |
| | | 20 0.091 | 0.077 | 18.916 | 0.397 |
| | | 21 -0.016 | -0.032 | 18.997 | 0.457 |
| | | 22 -0.018 | 0.013 | 19.094 | 0.516 |
| | | 23 0.023 | -0.004 | 19.255 | 0.569 |
| | | 24 -0.113 | -0.096 | 23.197 | 0.391 |
| | | 25 -0.051 | -0.035 | 24.020 | 0.403 |
| | | 26 -0.047 | -0.064 | 24.725 | 0.421 |
| | | 27 -0.057 | -0.054 | 25.736 | 0.422 |
| | | 28 0.109 | 0.117 | 29.469 | 0.290 |
| | | 29 0.012 | 0.018 | 29.512 | 0.337 |
| | | 30 -0.033 | -0.012 | 29.863 | 0.370 |
| | | 31 -0.119 | -0.117 | 34.415 | 0.224 |
| | | 32 -0.140 | -0.127 | 40.721 | 0.092 |
| | | 33 0.047 | 0.052 | 41.426 | 0.100 |
| | | 34 0.002 | 0.007 | 41.427 | 0.123 |
| | | 35 0.039 | 0.053 | 41.909 | 0.138 |
| | | 36 0.018 | 0.024 | 42.015 | 0.163 |

2. Uji Normalitas



3. Uji Heteroskedastisitas

Heteroskedasticity Test: ARCH

| | | | |
|---------------|----------|---------------------|--------|
| F-statistic | 1.062107 | Prob. F(1,279) | 0.3036 |
| Obs*R-squared | 1.065663 | Prob. Chi-Square(1) | 0.3019 |

Test Equation:
 Dependent Variable: WGT_RESID^2
 Method: Least Squares
 Date: 04/29/20 Time: 14:02
 Sample (adjusted): 4 284
 Included observations: 281 after adjustments

| Variable | Coefficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|--------|
| C | 1.068877 | 0.104521 | 10.22646 | 0.0000 |
| WGT_RESID^2(-1) | -0.061847 | 0.060012 | -1.030586 | 0.3036 |
| R-squared | 0.003792 | Mean dependent var | 1.007244 | |
| Adjusted R-squared | 0.000222 | S.D. dependent var | 1.437104 | |
| S.E. of regression | 1.436944 | Akaike info criterion | 3.570007 | |
| Sum squared resid | 576.0816 | Schwarz criterion | 3.595902 | |
| Log likelihood | -499.5859 | Hannan-Quinn criter. | 3.580392 | |
| F-statistic | 1.062107 | Durbin-Watson stat | 1.993546 | |
| Prob(F-statistic) | 0.303628 | | | |

Lampiran 6 Hasil Peramalan Model ARMA (1,1) – APARCH (1,4)

| Tanggal | Saham Asli | Return Asli | Saham Predksi | Return Prediksi | Error |
|------------|------------|-------------|---------------|-----------------|----------|
| 28/02/2020 | 565.007 | -0.0257002 | 565.0088218 | -0.025700182 | -0.02964 |
| 2/3/2020 | 562.005 | -0.0053274 | 568.0268672 | 0.005327374 | 0.00101 |
| 3/3/2020 | 583.014 | 0.03670045 | 586.4143385 | 0.031857883 | 0.04445 |
| 4/3/2020 | 604.524 | 0.03623017 | 589.2113614 | 0.004758365 | 0.017584 |
| 5/3/2020 | 603.403 | -0.0018561 | 602.7151308 | 0.022659698 | -0.00648 |
| 6/3/2020 | 587.456 | -0.0267839 | 586.7863104 | -0.026783948 | -0.02995 |
| 9/3/2020 | 541.403 | -0.0816374 | 540.7858098 | -0.081637432 | -0.08691 |
| 10/3/2020 | 549.482 | 0.0148121 | 548.8555996 | 0.014812097 | 0.002811 |
| 11/3/2020 | 542.304 | -0.0131493 | 541.6857826 | -0.013149286 | -0.01745 |
| 12/3/2020 | 512.958 | -0.0556328 | 512.3732367 | -0.055632759 | -0.05989 |
| 13/03/2020 | 514.153 | 0.00232692 | 513.5668743 | 0.002326916 | -0.00648 |
| 16/03/2020 | 483.066 | -0.0623676 | 482.5153127 | -0.062367597 | -0.06674 |
| 17/03/2020 | 452.125 | -0.0661946 | 451.6095849 | -0.0661946 | -0.07577 |
| 18/03/2020 | 434.494 | -0.0397766 | 433.9986838 | -0.039776555 | -0.05182 |
| 19/03/2020 | 406.511 | -0.0665711 | 406.047584 | -0.066571146 | -0.07675 |
| 20/03/2020 | 431.165 | 0.05887986 | 430.6734788 | 0.058879858 | 0.046557 |
| 23/03/2020 | 402.572 | -0.0686169 | 402.1130742 | -0.068616885 | -0.0683 |
| 24/03/2020 | 393.863 | -0.0218708 | 393.4140023 | -0.02187083 | -0.03026 |
| 26/03/2020 | 444.318 | 0.12053739 | 443.8114844 | 0.120537389 | 0.113726 |
| 27/03/2020 | 467.462 | 0.05077754 | 466.9291007 | 0.05077754 | 0.059898 |
| 30/03/2020 | 449.848 | -0.0384083 | 449.3351805 | -0.038408314 | -0.03048 |
| 31/03/2020 | 476.388 | 0.0573229 | 475.8449255 | 0.057322901 | 0.055189 |

RIWAYAT HIDUP



Iim Masniyah lahir di Kabupaten Lamongan pada 17 Januari 1999, bisa dipanggil Iim. Penulis tinggal di Dusun Pilang, Desa Tejoasri, Kecamatan Laren Lamongan. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Kartab dan Ibu Mudzrikah. Penulis menempuh pendidikan pertama di TK Trikora II (2003-2004), kemudian melanjutkan pendidikan dasar di SD Nurul Huda 2 Yapis Jayapura (2004-2010), tahun 2010 penulis melanjutkan di Ponpes Tanwirul Qulub Sungelebak serta menempuh pendidikan di MTs. Tanwirul Qulub Sungelebak (2010-2013) dan SMA NU 1 Model Karanggeneng (2010-2016) Kabupaten Lamongan. Pada tahun 2016, penulis mulai menempuh kuliah di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang pada jurusan Matematika. Bagi pembaca dapat menghubungi penulis melalui email iim.masniyah@gmail.com untuk memberikan saran, kritik, maupun pertanyaan yang berhubungan dengan penelitian ini.



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

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

| | | |
|------------------|---|--|
| Nama | : | Iim Masniyah |
| NIM | : | 16610102 |
| Fakultas/Jurusan | : | Sains dan Teknologi/ Matematika |
| Judul Skripsi | : | Pemodelan Asymmetric Power ARCH Menggunakan Metode <i>Quasi Maximum Likelihood</i> (Studi Kasus: Data Harga Saham <i>Jakarta Islamic Index</i>) |
| Pembimbing I | : | Abdul Aziz, M.Si |
| Pembimbing II | : | Muhammad Khudzaifah, M.Si |

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

| | | | |
|-----|-------------|---------------------------|---|
| 20. | 5 Mei 2020 | Turnitin | 20.  |
| 21. | 7 Mei 2020 | Latihan Presentasi Sidang | 21.  |
| 22. | 16 Mei 2020 | Bimbingan Pasca Sidang | 22.  |
| 23. | 25 Mei 2020 | ACC Keseluruhan | 23.  |

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika,


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