TUGAS AKHIR – KM184801

PERAMALAN VOLATILITAS RETURN HARGA SUKUK DENGAN MENGGUNAKAN METODE GARCH

TRISNA NOVIA HARWANTI
06111640000021

Dosen Pembimbing
Dra. Laksmi Prita Wardhani, M.Si
Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes

DEPARTEMEN MATEMATIKA
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

TUGAS AKHIR - KM184801

PERAMALAN VOLATILITAS RETURN HARGA SUKUK DENGAN MENGGUNAKAN METODE GARCH

TRISNA NOVIA HARWANTI
NRP. 06111640000021

Dosen Pembimbing:
Dra. Laksmi Prita Wardhani, M.Si
Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes

DEPARTEMEN MATEMATIKA
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

FINAL PROJECT - KM184801

FORECASTING THE VOLATILITY OF SUKUK PRICE RETURNS USING THE GARCH METHOD

TRISNA NOVIA HARWANTI
NRP. 06111640000021

Supervisors:
Dra. Laksmi Prita Wardhani, M.Si
Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes

DEPARTMENT OF MATHEMATICS
Faculty of Science and Data Analytics
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

LEMBAR PENGESAHAN

PERAMALAN VOLATILITAS RETURN HARGA SUKUK DENGAN MENGGUNAKAN METODE GARCH

FORECASTING THE VOLATILITY OF SUKUK PRICE RETURNS USING THE GARCH METHOD

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika
Bidang Studi Matematika Terapan
Program Studi S-1 Departemen Matematika
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
Oleh:
Trisna Novia Harwanti
NRP. 06111640000021

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II,

Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes
NIP. 19650220 198903 2 002

Dosen Pembimbing I,

Dra. Laksmi Prita Wardhani, M.Si
NIP. 19611208 198803 2 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Matematika FSAD ITS

Subchan, Ph.D
NIP. 19710513 199702 1 001

Surabaya, Agustus 2020

PERAMALAN VOLATILITAS RETURN HARGA SUKUK DENGAN MENGGUNAKAN METODE GARCH

Nama	:	Trisna Novia Harwanti
NRP	:	06111640000021
Departemen	:	Matematika FSAD ITS
Dosen Pembimbing	:	Dra. Laksmi Prita Wardhani, M.Si
		Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes

Abstrak

Sukuk merupakan salah satu produk investasi keuangan syariah di pasar modal yang banyak diminati oleh investor. Hal tersebut dikarenakan investor memandang Sukuk sebagai sumber pembiayaan jangka panjang dengan menerapkan prinsip syariah yang memiliki resiko yang rendah. Dalam meramalkan volatilitas *return* harga Sukuk, data *return* harga Sukuk dimodelkan dengan metode ARIMA dan dideteksi terdapat adanya kasus heteroskedastisitas. Karena adanya kasus heteroskedastisitas pada varian residual data *return* harga Sukuk maka perlu diterapkan model GARCH. Model GARCH terbaik yang sesuai dengan data *return* harga Sukuk yang digunakan yaitu GARCH (1,0) atau ARCH(1). Bentuk model ARCH(1) adalah $\sigma_t^2 = 0,00000178 + 0,145236\epsilon_{t-1}^2; Y_t = 0,0003 38 - 0,95998Y_{t-1} - 0,9380\epsilon_{t-1} + \epsilon_t$. Hasil peramalan volatilitas *return* harga Sukuk cukup tinggi sehingga mengakibatkan besarnya resiko serta sebanding dengan *return* yang diterima oleh investor. Penelitian ini dilakukan untuk memberikan saran serta membantu investor dalam merancang strategi dalam berinvestasi.

Kata Kunci : ARIMA, GARCH, Heteroskedastisitas, Peramalan, Sukuk, Volatilitas.

FORECASTING THE VOLATILITY OF SUKUK PRICE RETURNS USING THE GARCH METHOD

Name	:	Trisna Novia Harwanti
NRP	:	06111640000021
Department	:	Mathematics FSDA ITS
Supervisors	:	Dra. Laksmi Prita Wardhani, M.Si
		Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes

Abstract

Sukuk is one of the sharia financial investment products in the capital market which is in great demand by investors. This is because investors view Sukuk as a source of long-term financing by applying sharia principles which have low risk. In predicting the volatility of Sukuk price returns, Sukuk price return data is modeled by the ARIMA method and detected cases of heteroscedasticity. Because of the case of heteroscedasticity in the residual variant of Sukuk price return data, it is necessary to apply the GARCH model. The best GARCH model that fits the Sukuk price return data used is GARCH (1,0) or ARCH (1). The form of the ARCH (1) model is $\sigma_t^2 = 0,00000178 + 0,145236\epsilon_{t-1}^2; Y_t = 0,000338 - 0,95998Y_{t-1} - 0,9380\epsilon_{t-1} + \epsilon_t$. *The results of forecasting Sukuk price return volatility are high enough to result in a large amount of risk and comparable to returns received by investors. This research was conducted to provide advice and assist investors in designing investment strategies.*

Key Words : ARIMA, Forecasting, GARCH, Heteroscedasticity, Sukuk, Volatility.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam yang telah memberikan rahmat, taufik, hidayah serta inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **"Peramalan Volatilitas Return Harga Sukuk dengan Menggunakan Metode GARCH"** dengan baik dan tepat waktu. Tugas Akhir merupakan salah satu persyaratan akademik dalam menyelesaikan Program Studi S1 di Departemen Matematika Fakultas Sains dan Analitika Data Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penyusunan Tugas Akhir dapat terselesaikan atas dukungan, kerjasama, maupun bantuan dari berbagai pihak. Sehubungan dengan hal itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis, Ayah Joko Sutrisno dan Ibu Nafik Umamah serta adik penulis Adik Yuda Novian Hananta atas dukungan semangat, nasehat dan doanya selama ini sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Subchan, Ph.D selaku kepala Departemen Matematika FSAD ITS yang telah memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis.
3. Ibu Dra. Laksmi Prita Wardhani, M.Si dan Ibu Dra. Nuri Wahyuningsih, M.Kes selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II, atas bimbingan, saran, kritik, serta motivasi selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
4. Ibu Endah R.M. Putri, S.Si, M.T, Dra. Nur Asiyah, M.Si., dan Bapak Subchan, Ph.D selaku dosen penguji Tugas Akhir serta membimbing dan memberi nasehat kepada penulis.
5. Ibu Dra. Wahyu Fistia Doctorina, M.Si selaku dosen wali yang selalu memberikan nasehat dan doa kepada penulis.
6. Teman-teman seperjuangan Matematika ITS 2016 yang telah banyak memberikan motivasi dan bantuan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

7. Semua pihak yang belum disebutkan yang telah membantu selama penulisan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan penyempurnaan laporan ini sangat penulis harapkan.

Surabaya, 12 Agustus 2020

Trisna Novia Harwanti

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL . . . . . **i**

LEMBAR PENGESAHAN . . . . . **v**

ABSTRAK . . . . . **vii**

ABSTRACT . . . . . **ix**

KATA PENGANTAR . . . . . **xi**

DAFTAR ISI . . . . . **xiii**

DAFTAR GAMBAR . . . . . **xvii**

DAFTAR TABEL . . . . . **xix**

1 BAB I
PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Batasan Masalah 4
1.4 Tujuan Penelitian 4
1.5 Manfaat Penelitian 4

2 BAB II
TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 Penelitian Terdahulu 5
2.2 Sukuk 6
2.3 Stasioneritas 8
2.4 Pemodelan *Autoregressive Integrated Moving Average*
(ARIMA) 11

2.4.1 Identifikasi Model ARIMA 11
2.4.2 Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model ARIMA 12
2.4.3 Pengujian Asumsi Residual dan *Overfitting* 14
2.5 Uji Heteroskedastisitas 16
2.6 Pemodelan GARCH 17
2.6.1 Identifikasi Model GARCH 17
2.6.2 Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model GARCH 18
2.6.3 Pengujian Asumsi Residual dan *Overfitting* 19

3 BAB III
METODOLOGI PENELITIAN 21

4 BAB IV
ANALISIS DAN PEMBAHASAN 25
4.1 Deskripsi Data 25
4.2 Menghitung *Return* Harga Sukuk 26
4.3 Uji Stasioneritas 28
4.4 Pemodelan Model ARIMA 29
4.4.1 Identifikasi Model ARIMA 29
4.4.2 Estimasi Parameter Model ARIMA 31
4.4.3 Pengujian Asumsi Residual 33
4.5 Uji Heteroskedastisitas 35
4.6 Pemodelan GARCH 36
4.6.1 Identifikasi Model ARCH/GARCH 37
4.6.2 Estimasi Model ARCH/GARCH 38
4.6.3 Pengujian Asumsi Residual 40
4.7 Peramalan 41

5 BAB V
PENUTUP 43
5.1 Kesimpulan 43
5.2 Saran 43

LAMPIRAN **46**

BIODATA PENULIS **74**

DAFTAR GAMBAR

Halaman

3.1 Diagram Alir Penelitian 21
4.1 Plot Grafik Harga Franklin Global Sukuk Fund . . 25
4.2 Statistika Deskriptif Harga Franklin Global Sukuk Fund 26
4.3 Plot Grafik *Return* Harga Franklin Global Sukuk Fund 27
4.4 Statistika Deskriptif *Return* Harga Franklin Global Sukuk Fund 27
4.5 Plot ACF *Return* Harga Franklin Global Sukuk Fund 30
4.6 Plot PACF *Return* Harga Franklin Global Sukuk Fund 30
4.7 Plot ACF Residual Kuadrat *Return* Harga Sukuk . . 37
4.8 Plot PACF Residual Kuadrat *Return* Harga Sukuk . 38
4.9 Plot Hasil Volatilitas Return Harga Sukuk 42

DAFTAR TABEL

Halaman

2.1 Karakteristik ACF dan PACF pada model ARIMA . 12
4.1 Uji ADF 29
4.2 Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model ARIMA 31
4.3 Hasil *Overfitting* Model ARIMA 35
4.4 Estimasi Parameter Model ARCH/GARCH 38
4.5 Hasil *Overfitting* Model GARCH 41

BAB I
PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai berbagai hal yang melatarbelakangi munculnya permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir ini. Kemudian permasalahan tersebut disusun dalam suatu rumusan masalah dan dijabarkan batasan masalah untuk mendapatkan tujuan yang diinginkan serta manfaat yang diperoleh.

1.1 Latar Belakang Masalah

Terkendalanya dana yang dibutuhkan oleh suatu perusahaan membuat perusahaan tersebut tidak dapat melakukan kegiatan produksi dalam bidang barang maupun jasa secara optimal. Jika perusahaan tidak dapat melakukan kegiatan produksi dalam bidang barang maupun jasa secara optimal maka akan berdampak terhadap menurunnya persediaan barang maupun jasa yang dibutuhkan oleh masyarakat serta muncul dampak negatif lainnya. Oleh karena itu, perusahaan memerlukan dana dari pihak lain untuk meningkatkan produksi dalam penyediaan barang maupun jasa serta mengembangkan perusahaannya secara optimal.

Di sisi lain, investor menanamkan modal dalam suatu perusahaan dengan tujuan mendapatkan keuntungan. Disinilah peranan pasar modal dimanfaatkan yaitu sebagai wadah ataupun sarana yang digunakan untuk mempertemukan pihak perusahaan dan pihak investor untuk mencapai tujuannya masing-masing. Menurut UU No. 8 Tahun 1995 Pasal 1, pasar modal adalah kegiatan yang bersangkutan dengan penawaran umum dan perdagangan efek, perusahaan publik yang berkaitan dengan efek yang diterbitkannya, serta lembaga dan profesi yang berkaitan dengan efek pasar modal yang berbeda dengan pasar uang [1]. Pasar modal dibagi menjadi pasar modal konvensional dan pasar modal syariah. Pasar modal memiliki beberapa instrumen yang dikelompokkan meliputi saham, obligasi dan derivatif. Dalam dunia pasar modal para investor dapat melakukan investasi serta alternatif pendanaan yang dapat

membantu suatu perusahaan dalam mengembangkan perusahaannya. Di pasar modal inilah setiap investor dapat memilih berbagai instrumen investasi yang ada, dimana setiap instrumen investasi mempunyai karakteristik masing-masing dalam hal tingkat pengembalian risiko. Hal inilah yang mendorong pembuat kebijakan serta pengelola risiko keuangan perlu meningkatkan kemampuan metode yang digunakan dalam memperkirakan serta mengevaluasi risiko keuangan untuk bertahan di pasar global yang kompetitif sehingga dapat menarik minat para investor [4].

Salah satu instrumen investasi yang memiliki tingkat risiko yang rendah namun memiliki tingkat keuntungan yang tinggi adalah obligasi. Berdasarkan imbal hasil yang diberikan, obligasi dibagi menjadi dua yaitu Obligasi Konvensional dan Obligasi Syariah atau yang biasa disebut dengan Sukuk. Sukuk berbeda dengan Obligasi Konvensional karena Sukuk menerapkan prinsip syariah dalam imbal hasil yang diterima oleh investor. Konsep investasi Sukuk dibuat sebagai alternatif untuk Obligasi Konvensional karena larangan instrumen berbunga dalam hukum Islam. Keuangan syariah menjadi bagian penting dalam sistem keuangan internasional karena Keuangan syariah merupakan salah satu komponen yang berkembang pesat selama dekade terakhir. Diantara semua bidang pengembangan yang ada pada Keuangan Syariah, laju pertumbuhan Obligasi Syariah atau Sukuk semakin meningkat [5].

Menurut *Islamic Financial Services Board* (IFSB), Sukuk menyumbang $19,5\%$ dari aset keuangan islam global pada akhir 2017. Sejak Sukuk diterbitkan pertama kali oleh Shell Mds Bhd, pada tahun 1990 di Malaysia, Sukuk berkembang secara signifikan. Sukuk menjadi sumber terpenting dalam pendanaan untuk beberapa negara meliputi Asia, Eropa dan Afrika. Pergerakan Sukuk dunia cenderung meningkat dari tahun ke tahun [7]. Sukuk dikembangkan menjadi salah satu mekanisme yang sangat penting dalam meningkatkan keuangan dalam pasar modal internasional melalui struktur yang dapat diterima sesuai Syariah [6].

Adapun penelitian terdahulu yang berkaitan dengan peneli-

tian pada tugas akhir ini yaitu penelitian yang dilakukan oleh Maya Puspa Rahmana dkk., yang berjudul *An Application of GARCH Mode-ling on the Malaysian Sukuk Spreads*. Pada penelitian tersebut menjelaskan mengenai faktor-faktor penyebab persebaran Sukuk dengan menggunakan metode *Generalised Autoregressive Conditional Hete-roscedasticity* (GARCH). Selain itu, pentingnya penetapan harga dan peringkat Sukuk diidentifikasi oleh Essia Ries Ahmed, dkk. Penelitian ini diharapkan membantu mengisi kesenjangan yang ada dalam literatur karakteristik Sukuk serta memberikan wawasan bagi peneliti. Penelitian ini memungkinkan adanya beberapa implikasi kebijakan mengenai Sukuk yang telah dibuat sebelumnya [3]. Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dilakukan, peneliti memutuskan untuk menggunakan data *return* harga Sukuk sebagai objek penelitian pada Tugas Akhir ini karena data *return* harga Sukuk berfluktuasi sehingga menimbulkan volatilitas. Dengan adanya volatilitas tersebut, peneliti ingin mengetahui pemodelan sekaligus peramalan volatilitas *return* harga Sukuk di masa mendatang dengan menggunakan metode *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH) yang diharapkan mampu mengatasi kasus heteroskedastisitas yang ada pada varian residual data return harga Sukuk.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut.

1. Bagaimana model volatilitas *return* harga Sukuk dengan menggunakan metode GARCH?

2. Bagaimana hasil peramalan volatilitas *return* harga Sukuk untuk periode mendatang dengan model yang diperoleh?

1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Data yang digunakan adalah data harga Franklin Global Sukuk Fund yang diakses pada website *www.investing.com*.
2. Data harga Franklin Global Sukuk Fund diambil secara harian mulai tanggal 21 November 2018 sampai 4 November 2019 dengan mengasumsikan saat *weekend* tidak ada aktivitas pada harga Franklin Global Sukuk Fund.
3. Software yang digunakan dalam penelitian ini adalah Minitab dan Eviews.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Menentukan model volatilitas *return* harga Sukuk dengan menggunakan metode GARCH.
2. Menganalisa hasil peramalan volatilitas *return* harga Sukuk pada periode mendatang dengan model yang diperoleh.

1.5 Manfaat Penelitian

Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Bagi investor, dapat digunakan sebagai saran untuk merancang strategi dalam memilih sasaran yang tepat dalam berinvestasi.
2. Bagi pembaca dan peneliti, dapat digunakan sebagai wawasan mengenai penerapan GARCH pada volatilitas *return* harga Sukuk.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan teori - teori yang menunjang penulisan Tugas Akhir ini, antara lain penjelasan mengenai Penelitian Terdahulu, Sukuk, Stasioneritas, Pemodelan ARIMA, Uji Heteroskedastisitas dan Pemodelan GARCH.

2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian sebelumnya, Maya Puspa Rahman dkk membuat paper yang berjudul *An Application of GARCH Modeling on the Malaysian Sukuk Spreads* yang menyelidiki tentang faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran Sukuk dengan menggunakan GARCH. Tujuan dalam penelitian ini adalah dapat membuat kajian bukti empirik terhadap penyebaran Sukuk serta volatilitasnya guna memperbanyak kajian literatur mengenai Sukuk dalam pasar keuangan. Hasil dari penelitian ini adalah perubahan dalam Sukuk menyebar, baik untuk Sukuk jangka panjang maupun jangka pendek serta berkorelasi negatif dengan variabel tingkat bunga dan kemiringan kurva hasil [9].

Adapun penelitian yang dilakukan oleh Luluk Presdita Widasari yang berjudul Aplikasi Model ARCH-GARCH dalam Peramalan Tingkat Inflasi. Pada penelitian tersebut beliau memodelkan data tingkat inflasi dengan menggunakan model ARIMA Box-Jenkins dan ternyata terdapat kasus heteroskedastisitas sehingga beliau menggunakan model ARCH-GARCH dalam meramalkan tingkat inflasi. Hasil penelitian ini adalah diperolehnya model terbaik yang sesuai dengan data tingkat inflasi yang digunakan [8].

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Nurul Asyaroh yang berjudul Analisis Nilai *Return* Saham PT Telekomunikasi Indonesia Tbk dengan Model GARCH. Pada penelitian tersebut beliau ingin mengetahui pergerakan *return* saham blue chips pada PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dengan menggunakan model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (GARCH).

Keberadaan proses GARCH ini dapat diketahui dari uji efek ARCH dengan *Langrange Multiplier* (LM) atau ACF dari residual kuadrat. Hasil Estimasi yang diperoleh adalah model GARCH (1,3) dengan metode iteratif yang diturunkan dari estimasi maksimum *likelihood* [10].

Pentingnya penetapan harga dan peringkat Sukuk diidentifikasi oleh Essia Ries Ahmed, dkk. Penelitian ini diharapkan membantu mengisi kesenjangan yang ada dalam literatur karakteristik Sukuk serta memberikan wawasan bagi peneliti. Penelitian ini memungkinkan adanya beberapa implikasi kebijakan mengenai Sukuk yang telah dibuat sebelumnya [3].

Engle mengembangkan model ARCH untuk mengukur volatilitas stokastik. Selanjutnya, model diperluas ke *Generalized* ARCH yang disebut GARCH oleh Bollerslev. Lebih jauh, Engle, Lilien, dan Robins menyarankan model ARCH-in-Mean yang disebut ARCH-M, yang memungkinkan rata-rata urutan bergantung pada varian kondisionalnya sendiri berdasarkan kerangka ARCH. Nelson mengembangkan model GARCH eksponensial yang disebut EGARCH. Model ini berdasarkan pada varian bersyarat yang didefinisikan pada skala logaritma. Glosten dkk memperkenalkan model *threshold* ARCH yang disebut TARCH untuk menjelaskan efek *leverage* pada model ARCH, sehingga memungkinkan dampak asimetris atau diferensial dari guncangan positif dan negatif pada volatilitas. Hamilton dkk mengembangkan model *switching* ARCH yang disebut SWARCH. Baillie dkk mengembangkan GARCH yang terintegrasi secara fraksional yaitu FIGARCH (p,d,q) model volati-litas bersyarat untuk menganalisis memori panjang dalam variabel keuangan [11].

2.2 Sukuk

Sukuk adalah istilah bahasa Arab untuk Sekuritas atau Obligasi yang disusun berdasarkan prinsip syariah dan disebut sebagai Sukuk, Obligasi Syariah, Sertifikat Syariah atau Sekuritas Utang

Syariah. Menurut *Accounting and Auditing Organization of Islamic financial Institutions* (AAOFI), Sukuk adalah sertifikat dengan nilai yang sama dengan sebagian atau keseluruhan dari kepemilikan aset berwujud untuk memperoleh hasil dan jasa atau di dalam kepemilikan aset dari proyek tertentu atau aktivitas investasi khusus. Sertifikat ini berlaku setelah menerima nilai Sukuk, saat jatuh tempo dengan menerima dana seutuhnya sesuai dengan tujuan penerbitan Sukuk. Tipe Sukuk yang sering digunakan adalah Sukuk Musharakah, Sukuk Ijarah, Sukuk Murabahah, Sukuk Istisna, Sukuk Mudarabah dan gabungan dari beberapa tipe-tipe tersebut [13].

Dalam pasar keuangan, obligasi erat kaitannya dengan bunga dalam pemberian imbalan. Berbeda dengan Sukuk yang menggunakan prinsip syariah dalam pemberian imbalan sehingga tidak mengandung bunga melainkan bagi hasil. Bagi hasil ini biasanya disesuaikan dengan jenis Sukuk yang digunakan seperti musharakah dan mudarabah. Prinsip pembagian resiko pada musharakah dan mudarabah dapat berpotensi meningkatkan stabilitas pasar keuangan [16].

Return merupakan salah satu faktor yang memotivasi investor berinteraksi dan juga merupakan imbalan atas keberanian investor dalam menanggung risiko atas investasi yang dilakukan. Data *return* harga Sukuk mengalami pergerakan kenaikan maupun penurunan pada periode tertentu, pergerakan inilah yang biasa disebut dengan volatilitas. Volatilitas adalah pengukuran statistik fluktuasi harga selama periode tertentu. Volatilitas dapat dinyatakan sebagai kecepatan naik turunnya *return* dari instrumen suatu investasi. Semakin tinggi volatilitas maka semakin tinggi resiko yang akan dihadapi oleh investor dan sebaliknya. Volatilitas *return* harga Sukuk akan dimodelkan menggunakan metode GARCH [17]. Data *return* harga Sukuk dapat diperoleh dengan menggunakan rumus berikut :

$$r_t = ln\frac{p_t}{p_{t-1}}, \tag{2.1}$$

dengan r_t menunjukkan *return* harga Sukuk ke-t, p_t menunjukkan

harga Sukuk ke- t dan p_{t-1} menunjukkan harga Sukuk pada saat ke- $t-1$.

Data harga *return* Sukuk termasuk data *time series*. Data *time series* adalah sekumpulan pengamatan data yang terurut dalam waktu. Metode data *time series* adalah metode data peramalan de-ngan menggunakan analisa pola hubungan antara variabel yang akan diperkirakan dengan variabel waktu. Peramalan suatu data *time series* perlu memperhatikan tipe atau pola data. Secara umum terdapat empat macam pola data *time series*, yaitu pola data horizontal, pola data trend, pola data musiman, dan pola data siklis [17].

Peramalan adalah proses perkiraan besar atau jumlah suatu objek pada waktu yang akan datang berdasarkan data masa lalu yang dianalisis secara ilmiah dengan menggunakan metode tertentu. Segala sesuatu yang tidak pasti tidak dapat diperkirakan secara tepat, namun setidaknya akan dicari pendekatan yang sesuai dengan kejadian nyata. Sehingga diperlukan metode peramalan yang sesuai untuk mengetahui hal tersebut [17].

2.3 Stasioneritas

Langkah awal yang harus dilakukan sebelum melakukan pembentukan model data *time series* adalah melihat kestasioneran suatu data. Data *time series* harus memenuhi beberapa kondisi stasioneritas, baik stasioner dalam mean maupun stasioner dalam varian. Stasioneritas merupakan suatu keadaan jika proses pembangkitan yang mendasari suatu data *time series* didasarkan pada nilai tengah konstan dan nilai varian konstan. Suatu data dikatakan stasioner apabila data tersebut tidak mengalami perubahan seiring dengan waktu yang berubah dan apabila pola data tersebut berada pada kesetimbangan disekitar nilai rata-rata yang konstan dan varian disekitar rata-rata tersebut konstan selama waktu tertentu [21]. Proses stasioner untuk suatu data *time series* $\{Y_n\}$ dapat ditulis sebagai

berikut :

$$\begin{aligned} E(Y_t) &= \mu_t, \\ Var(Y_t) &= E(Y_t - \mu)^2 &= \sigma_t^2, \\ Cov(Y_t, Y_{t+k}) &= E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)] &= \gamma_k. \end{aligned} \tag{2.2}$$

Sedangkan data yang tidak stasioner adalah data yang nilai rata-ratanya tidak konstan dan nilai variannya juga tidak konstan. Kestasioneran data berkaitan dengan metode estimasi yang digunakan. Ketidakstasionernya data akan mengakibatkan kurang tepatnya model yang diestimasi sehingga perlu dipertimbangkan kembali validitas dan kestabilannya. Sehingga untuk menghilangkan ketidakstasioneran terhadap mean, maka data tersebut dapat dibuat lebih mendekati stasioner dengan cara melakukan metode pembedaan atau *differencing*. Proses *Differencing* dilakukan dalam beberapa periode hingga menghasilkan data yang stasioner.

Ada beberapa cara dalam melakukan pengujian stasioneritas suatu data *time series* yaitu metode *correlogram* dan metode uji akar-akar unit. Pada metode *correlogram*, kestasioneran suatu data *time series* dapat dilihat melalui hasil plot *Autocorelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorelation Function* (PACF).

Autocorrelation Function (ACF) merupakan salah satu cara untuk mendeteksi masalah stasioner data yang digunakan. Misalkan, jika data deret waktu sebagai berikut $Y_1, Y_2, \ldots, Y_n$ maka dapat dibangun pasangan nilai $(Y_1, Y_{1-k}), (Y_2, Y_{2-k}), \ldots (Y_n, Y_{n-k})$. Autokorelasi untuk lag-k adalah korelasi antar pengamatan pada periode t dan t-k dari data *time series* dinyatakan sebagai $\hat{\rho}_k$ yaitu

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k}(Y_t - \overline{Y})(Y_{t-k} - \overline{Y}))}{\sum_{t=1}^{n}(Y_t - \overline{Y})^2}, \tag{2.3}$$

dengan $\hat{\rho}_k$ adalah koefisien autokorelasi untuk *lag* ke k, Y_t adalah data pengamatan pada waktu ke t n adalah banyak pengamatan dan $\overline{Y}$ adalah rata-rata data deret waktu. Karena $\hat{\rho}_k$ merupakan fungsi dari k, maka hubungan autokorelasi dengan lagnya dinamakan

Autocorrelation Function (ACF). ACF pada dasarnya memberikan informasi bagaimana korelasi antara data-data yang berdekatan. Data dikatakan stasioner dalam mean jika nilai-nilai autokorelasinya akan turun secara cepat menuju nol [19].

Partial Autocorrelation Function (PACF) mengukur korelasi antar pengamatan dengan lag ke-k dan mengontrol korelasi pengamatan antara dua pengamatan dengan lag kurang dari k. Selain itu PACF digunakan bersamaan dengan ACF untuk mengetahui orde dari pemodelan AR(p). PACF didefinisikan sebagai korelasi antara Y_t dan Y_{t+k} setelah menghilangkan pengaruh autokorelasi *lag* pendek dari korelasi yang diestimasi pada *lag* yang lebih panjang. Untuk menghitung PACF dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\hat{\phi_{kk}} = \frac{\hat{\rho}_k - \sum_{j=1}^{k-1} \hat{\phi}_{k-1,j}\hat{\rho}_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \hat{\phi}_{k-1,j}\hat{\rho}_j}, \tag{2.4}$$

dengan $\hat{\phi_{kk}}$ adalah koefisien autokorelasi parsial pada *lag* ke k dan $\hat{\rho}_k$ adalah koefisien autokorelasi untuk *lag* ke k[19].

Selain metode correlogram, ada juga metode uji akar-akar Unit. Metode uji akar-akar unit meliputi uji *Augmented Dicky Fuller* (ADF), uji *Dicky Fuller* DLS, uji *Phillips-Perron*, uji *Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin*, Uji *Elliot-Rothenberg-Stock Point-Optimal*, dan *Ng-Perron* [15]. Salah satu uji akar unit yaitu uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) digunakan untuk mendeteksi apakah data stationer atau tidak dengan melihat apakah terdapat *unit root* di dalam model. Pada pengujian *Augmented Dickey-Fuller* jika nilai mutlak tes ADF lebih besar dari taraf signifikansi maka tidak terdapat *unit root* dan dinyatakan data *time series* stasioner.

Terdapat dua macam kestasioneran data yaitu :

1. Stasioner Kuat

   Suatu proses deret waktu $\{Y_t\}$ disebut stasioner dengan kuat *(strictly stationary)* jika fungsi distribusi bersama *(CDF)* dari $Y_{t_1}, Y_{t_2}, \ldots, Y_{t_n}$ sama dengan fungsi distribusi bersama dari

$Y_{t_1-k}, Y_{t_2-k}, \ldots, Y_{t_n-k}$ untuk semua $t_1, t_2, \ldots, t_n$ dan untuk semua *lag* ke k. Dengan kata lain, fungsi distribusi bersama dari $Y_{t_1-k}, Y_{t_2-k}, \ldots, Y_{t_n-k}$ yang bersifat *strictly stationary* tidak berubah karena pergeseran waktu.

2. Stasioner Lemah

   Suatu proses deret waktu $\{Y_t\}$ disebut stasioner dengan lemah *(weakly stationary or second-order stationary)* untuk semua $t_1, t_2, \ldots, t_n$ dan untuk semua *lag* ke k jika memenuhi: $E[Y_t] = \mu$ dan $Cov(Y_{t,t-k}) = \gamma_k$, dimana μ adalah konstan[19].

2.4 Pemodelan *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA)

2.4.1 Identifikasi Model ARIMA

Data yang sudah dinyatakan stasioner akan dilanjutkan ke tahap identifikasi model ARIMA. Identifikasi model ARIMA dapat dilakukan dengan melihat dan mengamati plot ACF dan plot PACF dari data *time series* yang sudah stasioner. Plot ACF digunakan untuk menentukan orde q, plot PACF digunakan untuk menentukan orde p, dan banyaknya differencing digunakan untuk menentukan orde d dari model ARIMA(p,d,q).

Karakteristik ACF dan PACF yang dapat digunakan untuk menduga model ARIMA yang dapat dilihat pada Tabel 2.1. Melalui plot ACF dan PACF dapat diduga model yang sesuai dengan data tersebut [21]. Pemodelan *time series* dapat dilakukan jika data *time series* merupakan data yang stasioner. Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) dapat digunakan dalam menjelaskan data *time series* yang tidak stasioner. Jika data belum stasioner dalam varians, maka perlu dilakukan transformasi dan jika data belum stasioner dalam mean perlu dilakukan proses *differencing*. Model ARIMA juga biasa dikenal dengan model Box-Jenkins.

Tabel 2.1. Karakteristik ACF dan PACF pada model ARIMA

Model	ACF	PACF
AR (p)	Turun secara eksponensial	Terputus setelah lag p
MA (q)	Terputus setelah lag q	Turun secara eksponensial
ARMA (p, q)	Terputus setelah lag q	Terputus setelah lag p
ARIMA (p, q)	Turun setelah lag $q - p$	Turun setelah lag $p - q$

Model umum dari ARIMA orde (p, d, q) adalah

$$\phi_p(B)(1 - B)^d Y_t = \mu + \theta_q(B)\epsilon_t. \tag{2.5}$$

dengan $\phi_p(B) = 1 - \phi_1(B) - \cdots - \phi_p(B)^p$ adalah operator AR, $\theta_q(B) = 1 - \theta_1(B) - \cdots - \theta_q(B)^q$ adalah operator MA, ϕ adalah koefisien *Autoregressive* (AR), θ adalah koefisien *Moving Average* (MA), Y_t adalah data pengamatan ke-t, *B* adalah *backward shift*,$(1-B)^d Y_t$ adalah time series yang stasioner pada pembedaan ke-d, ϵ_t adalah nilai error pada waktu ke-t, μ adalah suatu konstanta, p adalah orde *Autoregressive* (AR), d adalah orde pembedaan dan q adalah orde Moving Average (MA) [19].

2.4.2 Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model ARIMA

Setelah dilakukan identifikasi model, selanjutnya dilakukan estimasi parameter untuk menduga nilai dari parameter model ARIMA. Untuk mengestimasi parameter dalam model ARIMA digunakan metode kuadrat terkecil atau yang biasa disebut metode *Least-Square*. Metode *Least-Square* merupakan salah satu metode

yang dilakukan untuk mencari nilai parameter dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual (selisih antara nilai aktual dan peramalan) [21]. Misalkan pada model AR (1) adalah

$$Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} + \epsilon_t,$$

sehingga

$$\epsilon_t = Y_t - \phi_0 - \phi_1 Y_{t-1}.$$

Model *Least-Square* untuk AR(1) yaitu

$$S(\phi_0, \phi_1) = \sum_{t=1}^{n} \epsilon_t^2 = \sum_{t=1}^{n} [Y_t - \phi_0 - \phi_1 Y_{t-1}]^2. \tag{2.6}$$

Kemudian persamaan 2.6 diturunkan terhadap ϕ_0 dan ϕ_1 lalu disamadengankan dengan nol. Sehingga diperoleh

$$\phi_0 = \frac{\sum_{t=1}^{n} Y_t - \phi_1 \sum_{t=1}^{n} Y_{t-1}}{n}$$

dan

$$\phi_1 = n \frac{\sum_{t=1}^{n} Y_t Y_{t-1} - \sum_{t=1}^{n} Y_t \sum_{t=1}^{n} Y_{t-1}}{n \sum_{t=1}^{n} Y_{t-1}^2 - \sum_{t=1}^{n} (Y_{t-1})^2}.$$

Setelah mendapatkan nilai estimasi dari masing-masing parameter selanjutnya akan dilakukan uji signifikansi untuk mengetahui apakah model layak atau tidak untuk digunakan. Uji signifikansi parameter pada penelitian ini menggunakan Uji-t. Pada model ARIMA, secara umum ϕ dan θ adalah parameter-parameter pada model ARIMA. Sedangkan, $\hat{\phi}$ dan $\hat{\theta}$ adalah estimasi parameternya. Misal akan dilakukan uji signifikansi untuk parameter θ maka hipotesis untuk pengujian signifikansi adalah sebagai berikut
Hipotesis :
$H_0 : \theta = 0$ (parameter model θ tidak signifikan).
$H_1 : \theta \neq 0$ (parameter model θ signifikan).

Statistik uji :

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\theta}}{SE(\hat{\theta})} \tag{2.7}$$

dengan standar deviasi $\neq 0$.
Kriteria pengujian :
Dengan menggunakan $\alpha = 0.05$, jika $|t_{hitung}| > t_{\frac{\alpha}{2},(n-p-1)}$, maka H_0 ditolak yang berarti parameter model signifikan. Dengan cara lain dapat melihat nilai dari *p-value*. Jika *p-value* $< \alpha$ maka H_0 ditolak yang berarti parameter model signifikan [8].

2.4.3 Pengujian Asumsi Residual dan *Overfitting*

Pengujian asumsi residual dilakukan setelah pengujian signifikansi parameter, untuk membuktikan kecukupan suatu model. Uji asumsi residual yang dilakukan adalah uji asumsi *white noise* dan uji asumsi normalitas. Pengujian asumsi residual ini dilakukan pada saat model sudah memenuhi uji signifikansi. Berikut merupakan uji asumsi residual yang harus dikerjakan yaitu:

1. Uji Asumsi *White Noise*
   Pengujian asumsi residual bersifat *white noise* dengan menggunakan uji Ljung Box. Pengujian untuk melihat residual *white noise* menggunakan semua residual pada sampel ACF [21].
   Hipotesis :
   $H_0 : \rho_1 = \cdots = \rho_k = 0$ (residual *white noise*)
   H_1 : minimal ada satu $\rho_k \neq 0$ (residual tidak *white noise*)
   dengan $k = 1, \ldots, K$
   Statistik uji :

$$Q = n(n+2)\sum_{k=1}^{K} \frac{\hat{\rho}_k}{n-k}, n > k \tag{2.8}$$

dengan K adalah lag maksimum, n adalah jumlah pengamatan dan $\hat{\rho}_k$ adalah autokorelasi residual untuk lag ke-k.
Kriteria pengujian:
Dengan menggunakan $\alpha = 0.05$, jika $Q > \chi^2_{(\alpha,K-p-q)}$), maka H_0 ditolak yang berarti residual tidak *white noise*. Dengan cara lain dapat melihat nilai dari P-value. Jika P-value $< \alpha$ maka H_0 ditolak yang berarti residual tidak *white noise*.

2. Uji Asumsi Normalitas
Selanjutnya akan dilakukan uji asumsi normalitas menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov.
Hipotesa :
$H_0 : F(x) = F_0(x)$ untuk semua x (artinya berdistribusi normal)
$H_1 : F(x) \neq F_0(x)$ untuk beberapa x (artinya tidak berdistribusi normal)
Statistik uji :

$$D = sup_x|S(x) - F_0(x)| \tag{2.9}$$

dengan $F(x)$ adalah fungsi distribusi yang belum diketahui, $F_0(x) \approx N(\mu, \sigma^2)$ adalah fungsi distribusi yang dihipotesiskan berdistribusi normal, $S(x)$ adalah fungsi distribusi kumulatif dari data sampel.
Kriteria pengujian:
Dengan menggunakan $\alpha = 0.05$, jika $D < D_{(\alpha,n)}$, maka H_0 ditolak yang berarti residual berdistribusi normal. Dengan cara lain dapat melihat nilai dari *p-value*. Jika *p-value* $> \alpha$ maka H_0 ditolak yang berarti berdistribusi normal.

Setelah melakukan pengujian asumsi residual dan diperoleh model yang memenuhi pengujian tersebut. Selanjutnya akan dilakukan tahap *overfitting*. Pada tahap *overfitting* dilakukan perluasan pada model yang dihasilkan pada tahap identifikasi, misalnya menggunakan beberapa parameter lebih banyak daripada yang

diperlukan, memilih model dengan orde lebih rendah atau kombinasi dari orde pada model diidentifikasikan sebelumnya. Model yang dihasilkan dari overfitting dijadikan sebagai model alternatif yang kemudian dicari model terbaik diantara model-model yang signifikan [19].

2.5 Uji Heteroskedastisitas

Sebelum melakukan pemodelan GARCH maka data *return* harga Sukuk harus dipastikan mengandung kasus heteroskedastisitas. Adanya kasus heteroskedastisitas ini ditandai dengan varian yang tidak konstan atau berubah seiring waktu. Pengidentifikasian adanya unsur heteroskedastisitas dilakukan sebelum melakukan analisa model ARCH/GARCH. Pengujiannya dilakukan dengan Uji Statistik Ljung-Box dengan menggunakan residual kuadrat pada model ARMA.
Hipotesis :
H_0 : Tidak terdapat unsur heteroskedastisitas
H_1 : Terdapat unsur heteroskedastisitas
Statistik uji :

$$LB = n(n+2)\sum_{k=1}^{m}\frac{\hat{\rho_k}^2}{n-k} \tag{2.10}$$

dengan m adalah banyak lag dan $\hat{\rho_k}^2$ adalah autokorelasi residual kuadrat lag ke-k.
Kriteria pengujian:
Dengan menggunakan $\alpha = 0.05$, jika $LB < \chi^2_{\alpha,(m)}$, maka H_0 ditolak yang berarti terdapat unsur heteroskedastisitas [18].

2.6 Pemodelan GARCH

2.6.1 Identifikasi Model GARCH

Data *time series* dari sektor keuangan sangat tinggi nilai volatilitasnya. Hal ini ditunjukkan dengan keadaan fluktuasinya yang berubah-ubah. Dengan tingginya volatilitas sehingga perlu dibuat sebuah model tertentu untuk masalah volatilitas residual. Untuk mengatasi masalah volatilitas residual dilakukan pendekatan model varian menggunakan metode GARCH.

Pada data finansial dengan tingkat volatilitas yang lebih besar, model ARCH memerlukan orde yang besar pula dalam memodelkan ragamnya. Hal tersebut mempersulit proses identifikasi dan estimasi model. Sehingga model ARCH dikembangkan menjadi Generalized ARCH (GARCH) untuk mengatasi orde yang terlalu besar pada model ARCH. Pada model GARCH, perubahan ragam bersyaratnya dipengaruhi oleh data acak sebelumnya dan ragam dari data acak sebelumnya. Model GARCH lebih tepat digunakan untuk memodelkan data acak dengan tingkat volatilitas yang tinggi. ARCH adalah singkatan dari *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*. Dalam perkembangannya, muncul variasi dari model ini, yang dikenal dengan nama GARCH, singkatan dari *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*. Model ARCH dikembangkan oleh Robert Engle (1982) dan dimodifikasi oleh Mills (1999). GARCH dimaksudkan untuk memperbaiki ARCH dan dikembangkan oleh Tim Bollerslev (1986 dan 1994).

Model ARCH adalah model yang digunakan untuk mengatasi varian error yang tidak konstan dalam data deret berkala. Pada Model ARCH, varian residual data deret berkala tidak hanya dipengaruhi oleh variabel independen, tetapi juga dipengaruhi oleh nilai residual variabel yang diteliti [20]. Secara umum model ARCH orde ke p adalah

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \epsilon_{t-i}^2, \tag{2.11}$$

dengan σ_t^2 adalah varian residual pada waktu t dan ϵ_{t-i}^2 adalah kuadrat dari residual pada waktu $t-i$.

Sedangkan model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH) merupakan pengembangan dari model ARCH. Model GARCH dibangun untuk menghindari ordo yang tinggi pada ARCH berdasarkan prinsip ”parsimoni” atau memilih model yang sederhana, sehingga akan menjamin variansi yang selalu positif [22]. Secara umum model GARCH orde ke (p,q) adalah

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \epsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^{q} \beta_j \sigma_{t-j}^2, \tag{2.12}$$

dengan σ_t^2 adalah varian residual pada waktu t, σ_{t-j}^2 adalah variansi residual pada waktu $t-j$, α_i adalah koefisien dari kuadrat residual, β_j adalah koefisien dari varian residuaal dan ϵ_{t-i}^2 adalah kuadrat dari residual pada waktu $t-i$ [19].

2.6.2 Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model GARCH

Maximum Likelihood Estimation (MLE) digunakan untuk mendapatkan estimasi parameter model GARCH. Contohnya untuk model ARCH(1) adalah

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2,$$

dengan fungsi likelihoodnya adalah

$$lnL = \sum_{t=1}^{n} -\frac{1}{2} ln(2\pi) - \frac{1}{2} ln(\alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2) - \frac{1}{2} \frac{\epsilon_t^2}{\alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2}.$$

Kemudian fungsi tersebut diturunkan terhadap α_0 dan α_1

$$\frac{\partial lnL}{\partial \alpha_0} = -\frac{1}{2}\sum_{t=1}^{n} \frac{1}{\alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2} + \frac{\epsilon_t^2}{\alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2{}^2}$$
$$\frac{\partial lnL}{\partial \alpha_1} = -\frac{1}{2}\sum_{t=1}^{n} \frac{\epsilon_{t-1}^2}{\alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2} + \frac{\epsilon_t^2 \epsilon_{t-1}^2}{\alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2{}^2}$$

Setelah mendapatkan nilai estimasi dari masing-masing parameter selanjutnya akan dilakukan uji signifikansi untuk mengetahui apakah model layak atau tidak untuk digunakan. Uji signifikansi parameter pada penelitian ini menggunakan Uji-t. Misalkan α_i adalah estimasi parameter dari model ARCH/GARCH. Sehingga hipotesis untuk pengujian signifikansi parameternya adalah sebagai berikut :
Hipotesis :
$H_0 : \alpha_i = 0$ (parameter α_i tidak signifikan).
$H_1 : \alpha_i \neq 0$ (parameter α_i signifikan).
Statistik uji :

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\alpha}_i}{SE\hat{\alpha}_i} \tag{2.13}$$

dengan SE $\hat{\alpha}_i \neq 0$.
Kriteria pengujian :
Dengan menggunakan $\alpha = 0.05$, jika $|t_{hitung}| > t_{\frac{(\alpha}{2},(n-p-1))}$, dimana n adalah jumlah data dan p adalah banyak parameter maka H_0 ditolak yang berarti parameter model signifikan [21].

2.6.3 Pengujian Asumsi Residual dan *Overfitting*

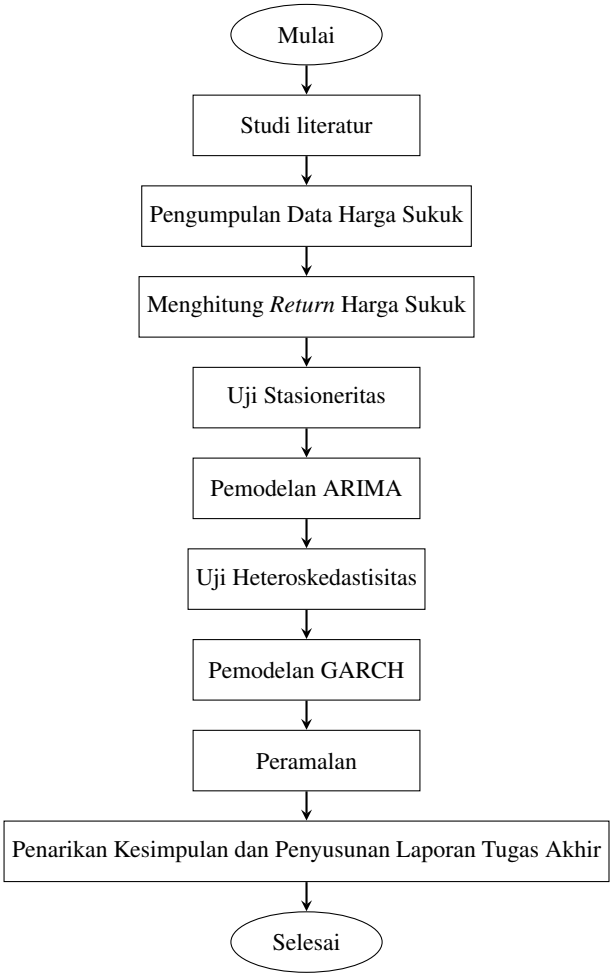
Pengujian asumsi residual dilakukan setelah pengujian signifikansi parameter, untuk membuktikan kecukupan suatu model. Uji asumsi residual yang dilakukan adalah uji asumsi *white noise* dan uji asumsi normalitas. Pengujian asumsi residual ini dilakukan

pada saat model sudah memenuhi uji signifikansi. Langkah-langkah pengujian asumsi residual pada pemodelan GARCH sama dengan pemodelan ARIMA. Dengan menggunakan persamaan 2.8 untuk menguji apakah residual *white noise*.

Setelah melakukan pengujian asumsi residual dan diperoleh model yang memenuhi pengujian tersebut. Selanjutnya akan dilakukan tahap *overfitting*. Pada tahap *overfitting* dilakukan perluasan pada model yang dihasilkan pada tahap identifikasi, misalnya menggunakan beberapa parameter lebih banyak daripada yang diperlukan, memilih model dengan orde lebih rendah atau kombinasi dari orde pada model diidentifikasikan sebelumnya. Model yang dihasilkan dari overfitting dijadikan sebagai model alternatif yang kemudian dicari model terbaik diantara model-model yang signifikan [19].

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini dijelaskan mengenai langkah-langkah yang digunakan dalam penyelesaian masalah Tugas Akhir ini.



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

Langkah - langkah sistematis yang dilakukan dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. **Studi Literatur**
   Pada tahap ini dilakukan pengumpulan teori pendukung mengenai objek yang dibahas dalam Tugas Akhir yaitu Penelitian Terdahulu, Sukuk, Stasioneritas, Pemodelan ARIMA, Uji Heteroskedastisitas dan Pemodelan GARCH. Literatur diperoleh dari jurnal, buku, atau penelitian terdahulu yang terkait dengan Tugas Akhir ini.

2. **Pengumpulan Data Sukuk**
   Pada tahap ini akan dilakukan pengumpulan data Sukuk. Data harga Sukuk dapat diakses di www.investing.com. Data harga Sukuk yang digunakan adalah data harga *Franklin Global Sukuk Fund*.

3. **Menghitung *Return* Harga Sukuk**
   Pada tahap ini akan dihitung *return* dari harga Sukuk. Data ini akan digunakan dalam proses pemodelan.

4. **Uji Stasioneritas**
   Pada tahap ini akan diuji apakah data stasioner atau tidak. Penerapan model ARIMA mensyaratkan bahwa data yang digunakan adalah data yang stasioner. Data dinyatakan stasioner jika nilai rata-rata dan varian dari data tersebut tidak mengalami perubahan secara sistematik sepanjang waktu. Metode yang digunakan untuk menguji stasioneritas data pada penelitian ini adalah Uji ADF. Jika data tidak stasioner maka akan dilakukan proses *differencing*.

5. **Pemodelan ARIMA**
   Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi model dan penetapan ARIMA sementara dengan menentukan orde p dan q dari model ARIMA(p,d,q). Melalui plot ACF dan PACF dari data yang stasioner dapat diduga model yang sesuai dengan data

tersebut. Setelah itu akan dilakukan estimasi parameter dari model ARIMA dengan menggunakan metode *Least-Square*. Setelah memperoleh nilai estimasi parameter akan dilakukan uji signifikansi terhadap nilai estimasi masing-masing parameter dengan menggunakan uji-t. Setelah uji signifikansi akan dilanjutkan dengan uji diagnostik yang meliputi uji asumsi *white noise* dengan menggunakan uji asumsi normalitas de-ngan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov serta melakukan *overfitting* terhadap model.

6. **Uji Heteroskedastisitas**
   Pada tahap ini akan dilakukan uji heteroskedastisitas untuk mengetahui adanya varian residual yang tidak konstan. Pengidentifikasian adanya kasus heteroskedastisitas dilakukan sebelum melakukan analisa model ARCH/GARCH. Pengujiannya dilakukan dengan uji statistik Ljung-Box dengan menggunakan residual kuadrat pada model ARIMA.

7. **Pemodelan GARCH**
   Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi model GARCH sementara dengan menentukan orde p dan q dari model GARCH(p,q). Penentuan orde dari model GARCH sementara dapat dilihat melalui plot ACF dan PACF residual kuadrat. Setelah itu akan dilakukan estimasi parameter model GARCH sementara dengan menggunakan *Maximum Likelihood Estimation* (MLE). Setelah mendapatkan nilai estimasi parameter akan dilanjutkan de-ngan uji signifikansi terhadap nilai taksiran masing-masing parameter dengan menggunakan uji-t untuk mengetahui apakah model layak atau tidak untuk digunakan. Kemudian dilakukan uji diagnostik meliputi uji asumsi *white noise* serta melakukan *overfitting* terhadap model.

8. **Peramalan**
   Pada tahap ini dilakukan peramalan volatilitas *return* harga

Sukuk dengan menggunakan model GARCH yang telah diperoleh.

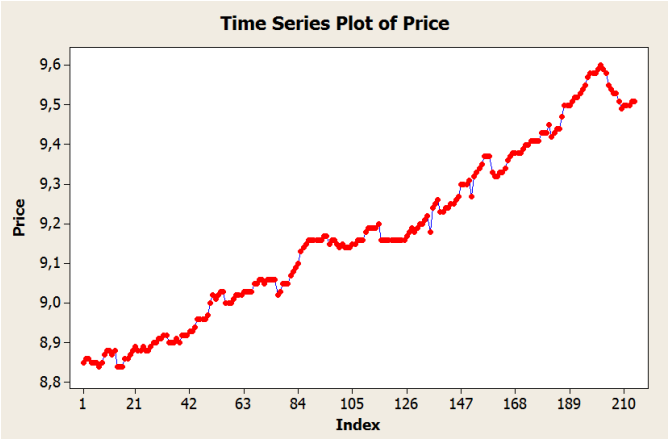
9. **Penarikan Kesimpulan dan Pemberian Saran**
   Pada tahap ini akan dilakukan penarikan kesimpulan berdasarkan penelitian yang dilakukan pada tahap sebelumnya. Setelah itu akan diberi saran untuk penelitian mendatang berupa perbaikan maupun pengenmabangan dari penelitian yang telah dilakukan.

10. **Penyusunan Laporan Tugas Akhir**
    Pada tahap ini akan dilakukan penyusunan laporan Tugas Akhir.

BAB IV
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

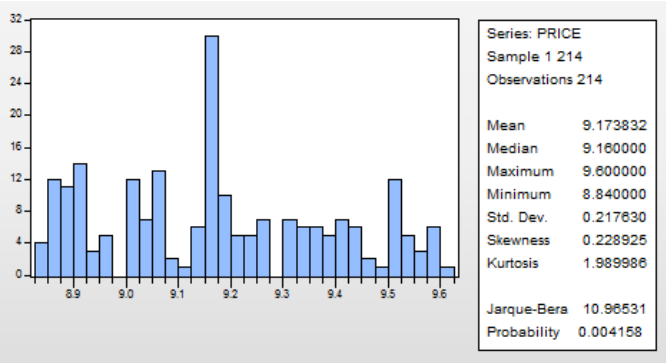
4.1 Deskripsi Data

Data yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, merupakan data harian harga Franklin Global Sukuk Fund. Data harian harga Franklin Global Sukuk Fund dapat diakses melalui website *www.investing.com*. Data harian harga Franklin Global Sukuk Fund yang digunakan mulai tanggal 21 November 2018 sampai 4 November 2019. Data *training* yang digunakan dalam proses pembentukan model untuk peramalan mulai tanggal 21 November 2018 sampai 23 September 2019. Sedangkan, data *testing* yang digunakan dalam proses evaluasi data mulai tanggal 24 September 2019 sampai 4 November 2019.



Gambar 4.1. Plot Grafik Harga Franklin Global Sukuk Fund

Data harian harga Franklin Global Sukuk Fund tertera pada Lampiran A. Gambar 4.1 merupakan plot grafik harga Franklin Global Sukuk Fund yang menunjukkan bahwa data harga Franklin Global Sukuk Fund fluktuatif dengan kecenderungan meningkat. Sedangkan, Gambar 4.2 menunjukkan statistika deskriptif harga Franklin Global Sukuk Fund.



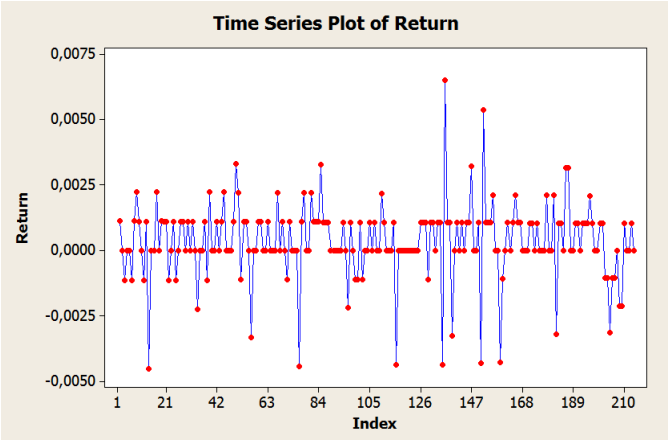
Gambar 4.2. Statistika Deskriptif Harga Franklin Global Sukuk Fund

Gambar 4.2 merupakan statistika deskriptif data *return* harga Franklin Global Sukuk Fund yang memiliki 214 pengamatan. Nilai rata-ratanya adalah $9,173832$. Nilai standar deviasi adalah $0,217630$. *Skewness* menunjukkan kecondongan suatu data. Nilai *skewness* data harga Franklin Global Sukuk Fund adalah $0,228925$. Nilai *skewness* yang bernilai positif disebut *skewness* positif yang memiliki arti bahwa data harga Franklin Global Sukuk Fund cenderung memiliki kecondongan ke kanan (*long right tail*). Nilai kurtosis data harga Franklin Global Sukuk Fund adalah $1,989886$. Nilai kurtosis yang kurang dari 3 adanya kesimetrisan dari distribusi normal.

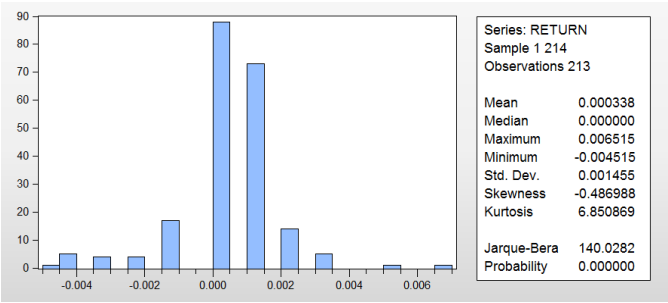
4.2 Menghitung *Return* Harga Sukuk

Return harga Sukuk merupakan tingkat pengembalian harga Sukuk yang diterima oleh investor selama periode waktu tertentu. Jika semakin tinggi *return* harga Sukuk yang diterima oleh investor maka akan semakin besar resiko yang akan ditanggung oleh investor dan sebaliknya. Besar kecilnya resiko yang ditanggung oleh investor dapat ditentukan melalui volatilitas *return* harga Sukuk. Jika semakin tinggi volatilitas *return* harga Sukuk maka akan semakin besar resiko yang ditanggung oleh investor dan sebaliknya. Sehingga untuk mendapatkan volatilitas *return* harga Sukuk perlu

menghitung *return* harga Sukuk. Data *return* harga Franklin Global Sukuk Fund dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 2.1 yang tertera pada Lampiran B. Plot grafik *return* harga Sukuk dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Plot Grafik *Return* Harga Franklin Global Sukuk Fund



Gambar 4.4. Statistika Deskriptif *Return* Harga Franklin Global Sukuk Fund

Gambar 4.4 merupakan statistika deskriptif data *return* harga Franklin Global Sukuk Fund yang memiliki 214 pengamatan. Nilai

rata-ratanya adalah $0,000338$. Nilai rata-rata yang bernilai positif menunjukkan *return* harga Franklin Global Sukuk Fund selama periode pengamatan kecenderungan memiliki keuntungan. Sedangkan, nilai standar deviasi adalah $0,001455$ mencerminkan tingginya volatilitas *return* harga Sukuk selama periode pengamatan. *Skewness* menunjukkan kecondongan suatu data. Nilai *skewness* data *return* harga Franklin Global Sukuk Fund adalah $-0,486988$. Nilai *skewness* yang bernilai negatif disebut *skewness* negatif yang memiliki arti bahwa data *return* harga Franklin Global Sukuk Fund cenderung memiliki kecondongan ke kiri (*long left tail*). Nilai kurtosis data *return* harga Franklin Global Sukuk Fund adalah $6,850869$. Nilai kurtosis yang melebihi 3 mengindikasikan bahwa distribusi dari data *return* harga Sukuk memiliki bentuk *leptokurtic*. *Leptokurtic* merupakan bentuk bagian tengah distribusi data yang mempunyai puncak yang lebih runcing. Hal ini menggambarkan adanya ketidaksimetrisan dari distribusi normal.

4.3 Uji Stasioneritas

Uji stasioneritas merupakan langkah awal yang harus dilakukan sebelum melakukan pemodelan ARIMA. Dalam melakukan pemodelan ARIMA data yang digunakan harus data yang stasioner. Pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa plot *return* harga Franklin Global Sukuk Fund telah stasioner dalam mean. Terlihat dari rata-rata deret pengamatan yang berfluktuasi di sekitar nilai tengah. Namun data *return* harga Sukuk tidak stasioner dalam varian karena dapat dilihat bahwa varian tidak konstan. Uji *Augmented Dickey Fuller* (ADF) digunakan untuk mendeteksi apakah data stationer atau tidak dengan melihat apakah terdapat *unit root* di dalam model. Data dikatakan stationer apabila fluktuasi data berada di sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu dan variansi dari fluktuasi tersebut.

Tabel 4.1 menunjukkan hasil uji ADF data *return* Franklin Global Sukuk Fund. Dengan menggunakan taraf signifikansi $\alpha =$

Tabel 4.1. Uji ADF

		t-statistics	*p-value*
Augmented Dicky Fuller Test		-15.1073325943891	0.0000
Nilai kritis McKinnon :	1%	-4.00193099867734	
	5%	-3.43116318357069	
	10%	-3.13923218342394	

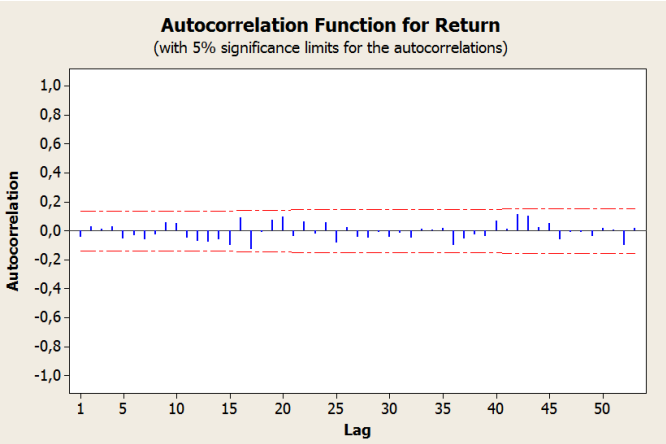
5% dapat dilihat bahwa nilai mutlak dari *t-statistics* pada *Augmented Dicky Fuller Test* yaitu $|-15.1073325943891|$ lebih besar dari nilai kritis McKinnon $\alpha = 5\% = -3.43116318357069$. Selain itu, *p-value* pada *Augmented Dicky Fuller Test* adalah 0,0000 dimana nilai probabilitas tersebut lebih kecil dari tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Berdasarkan hasil tersebut dapat diartikan bahwa H_0 ditolak sehingga data tidak mempunyai akar-akar unit dengan kata lain data stasioner.

4.4 Pemodelan Model ARIMA

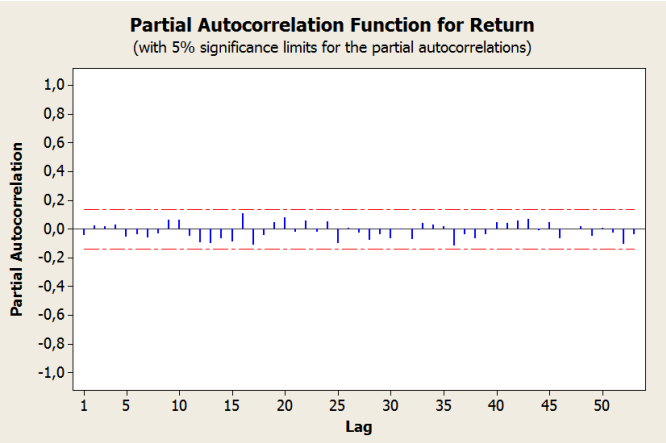
Pemodelan ARIMA merupakan model yang digunakan untuk memodelkan *mean*. Pada tahap pembentukan model ARIMA terdiri dari identifikasi model ARIMA, estimasi parameter, pengujian asumsi residual dan *overfitting*.

4.4.1 Identifikasi Model ARIMA

Pada tahap identifikasi model ARIMA dilakukan pemeriksaan kestasioneran data dan penetapan model ARIMA sementara. Berdasarkan uji stasioner yang telah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan uji ADF, diperoleh hasil bahwa data *return* harga Franklin Global Sukuk Fund telah stasioner. Selanjutnya adalah mendapatkan model ARIMA sementara yang sesuai dengan data *return* harga Franklin Global Sukuk Fund. Penetapan orde model ARIMA sementara dilihat dari plot ACF dan PACF *return* harga Franklin Global Sukuk Fund. Terlihat bahwa pada Gambar



Gambar 4.5. Plot ACF *Return* Harga Franklin Global Sukuk Fund



Gambar 4.6. Plot PACF *Return* Harga Franklin Global Sukuk Fund

4.5 dan Gambar 4.6 tidak terdapat *cuts off*, sehingga model ARIMA sementara untuk data *return* harga Franklin Global Sukuk Fund

adalah ARIMA(1,0,1). Bentuk persamaan model ARIMA(1,0,1) adalah $Y_t = \phi_0 + \phi_1 Y_{t-1} - \theta_1 \epsilon_{t-1} + \epsilon_t$.

4.4.2 Estimasi Parameter Model ARIMA

Setelah dilakukan identifikasi model dan diperoleh model ARIMA sementara, selanjutnya dilakukan estimasi parameter untuk menduga nilai dari parameter model ARIMA. Estimasi parameter model ARIMA dilakukan menggunakan metode *Least Square* atau metode kuadrat terkecil. Estimasi parameter model ARIMA sementara dengan menggunakan metode *Least Square* dapat diperoleh melalui *software* Eviews. Hasil estimasi parameter model ARIMA sementara ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model ARIMA

Model	Parameter	Koefisien	SE	t-stat	*p-value*
ARIMA	ϕ_0	0,0003	0,0001	3,3081	0,0011
(1,0,1)	ϕ_1	-0,9599	0,0833	-11,5184	0,0000
	θ_1	0,9380	0,1002	9,3542	0,0000

Setelah memperoleh nilai estimasi dari masing-masing parameter maka selanjutnya akan ditunjukkan uji signifikansi parameter untuk model ARIMA(1,0,1). Pengujian signifikansi parameter dengan $\alpha = 5\%$ dilakukan dengan menggunakan uji-t untuk melihat kesesuaian dengan data yang ada. Berikut merupakan uji signifikansi terhadap masing-masing parameter :

a. Uji signifikansi terhadap parameter ϕ_0
   Hipotesis :
   $H_0 : \phi_0 = 0$ (parameter model tidak signifikan).
   $H_1 : \phi_0 \neq 0$ (parameter model signifikan).

Statistik uji :

$$t_{hitung}(\phi_1) = \frac{\hat{\phi_1}}{SE(\hat{\phi_1})} = \frac{0,000338}{0,000102} = 3,308111$$

$$t_{tabel} = t_{(\frac{0,05}{2},(213-1-1))} = 1,971435$$

Kriteria pengujian :
H_0 ditolak karena $|t_{hitung}| > t_{tabel} = |3,308111| > 1,971435$ serta dapat dilihat dari *p-value* $< \alpha = 0,0011 < 0,05$ yang berarti parameter model signifikan.

b. Uji signifikansi terhadap parameter ϕ_1
Hipotesis :
$H_0 : \phi_1 = 0$ (parameter model tidak signifikan).
$H_1 : \phi_1 \neq 0$ (parameter model signifikan).
Statistik uji :

$$t_{hitung}(\phi_1) = \frac{\hat{\phi_1}}{SE(\hat{\phi_1})} = \frac{-0,959998}{0,083345} = -11,51842$$

$$t_{tabel} = t_{(\frac{0,05}{2},(213-1-1))} = 1,971435$$

Kriteria pengujian :
H_0 ditolak karena $|t_{hitung}| > t_{tabel} = |-11,51842| > 1,971435$ serta dapat dilihat dari *p-value* $< \alpha = 0,0000 < 0,05$ yang berarti parameter model signifikan.

c. Uji signifikansi terhadap parameter θ_1

Hipotesis :
$H_0 : \theta_1 = 0$ (parameter model tidak signifikan).
$H_1 : \theta_1 \neq 0$ (parameter model signifikan).
Statistik uji :

$$t_{hitung}(\theta_1) = \frac{\hat{\theta_1}}{st(\hat{\theta_1})} = \frac{0,938095}{0,100285} = 9,354285$$

$$t_{tabel} = t_{(\frac{0,05}{2},(213-1-1))} = 1,971435$$

Kriteria pengujian :
H_0 ditolak karena $|t_{hitung}| > t_{tabel} = |9,354285| > 1,971435$ serta dapat dilihat dari *p-value* $< \alpha = 0,0000 < 0,05$ maka yang berarti parameter model signifikan.

Berdasarkan hasil pengujian signifikansi parameter, semua parameter pada model ARIMA(1,0,1) memenuhi uji signifikansi parameter. Sehingga model ARIMA(1,0,1) merupakan model yang sesuai dengan data yang digunakan. Untuk membuktikan kecukupan pada model ARIMA(1,0,1) maka akan dilakukan pengujian asumsi residual yang meliputi uji asumsi *white noise* dan uji normalitas.

4.4.3 Pengujian Asumsi Residual

Setelah masing-masing parameter dari model ARIMA(1,0,1) dinyatakan memenuhi uji signifikansi parameter. Langkah selanjutnya adalah pengujian asumsi residual. Pengujian asumsi residual digunakan untuk menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode *Least Square* dapat menghasilkan estimator yang terbaik. Pengujian asumsi residual yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Uji asumsi *white noise*
   Pengujian asumsi residual *white noise* diperoleh menggunakan uji Ljung-Box pada ACF residual model ARIMA(1,0,1) dengan $\alpha = 5\%$.
   Hipotesis :
   $H_0 : \rho_1 = \cdots = \rho_k = 0$
   H_1 : minimal ada satu $\rho_j \neq 0$, dengan $j = 1, \ldots, k$
   Statistik uji :

$$
\begin{aligned}
Q &= n(n+2)\sum_{k=1}^{25}\frac{\hat{\rho_k}^2}{n-k} \\
&= 213(213+2)[\frac{-0,016^2}{213-1}+\frac{0,002^2}{213-2}+\frac{0,043^2}{213-3}+\ldots] \\
&= 20,92607923
\end{aligned}
$$

Kriteria pengujian:
H_0 diterima karena $Q < \chi^2_{(0.05;25-1-1)} = 20,92607923 < 35,172$ yang berarti residual *white noise*.

2. Uji asumsi normalitas
   Pengujian asumsi normalitas bertujuan untuk menguji apakah residual dari model ARIMA(1,0,1) memiliki distribusi normal. Pengujian asumsi normalitas ini menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dengan $\alpha = 5\%$
   Hipotesis :
   $H_0 : F(x) = F_0(x)$ (residual berdistribusi normal)
   $H_1 : F(x) \neq F_0(x)$ (residual tidak berdistribusi normal)
   Statistik uji :

$$D = sup_x|S(x) - F_0(x)| = 0,19736366$$

   Kriteria pengujian:
   H_0 diterima karena $D > D_{(0.05,213)} = 0,19736366 > 0,092500476$ yang berarti residual tidak berdistribusi normal.

Berdasarkan pengujian asumsi residual yang dilakukan meliputi uji asumsi residual *white noise* dan uji asumsi normalitas, model ARIMA (1,0,1) memenuhi uji asumsi residual *white noise* yang berarti bahwa residual model ARIMA (1,0,1) bersifat *white noise*. Namun pada pengujian asumsi normalitas, residual model ARIMA(1,0,1) tidak berdistribusi normal. Adanya ketidaknormalan

pada residual model ARIMA (1,0,1) mengindikasikan adanya kasus heteroskedas-tisitas sehingga diperlukan pemodelan varian untuk dapat mengatasi kasus heteroskedastisitas tersebut. Namun untuk membuktikan ada atau tidaknya kasus heteroskedastisitas tersebut maka akan dilakukan uji heteroskedastisitas terlebih dahulu.

Selanjutnya adalah tahap *overfitting*. Salah satu tahap uji diagnostik adalah tahap *overfitting*. Tahap *overfitting* ini dilakukan untuk melihat model lain yang mungkin sesuai dengan data. Hasil *overfitting* dapat dilihat pada Tabel 4.3. Terlihat bahwa model ARIMA yang memenuhi uji signifikansi parameter, uji asumsi *white noise*, uji asumsi normalitas adalah ARIMA(1,0,1). Sehingga model

Tabel 4.3. Hasil *Overfitting* Model ARIMA

Model ARIMA	Uji Signifikansi Parameter	Uji Asumsi *White Noise*	Uji Asumsi Normalitas
ARIMA (1,0,1)	signifikan	*white noise*	tidak normal
ARIMA (1,0,0)	tidak signifikan	*white noise*	tidak normal
ARIMA (0,0,1)	tidak signifikan	*white noise*	tidak normal

yang terbaik untuk data *return* harga Franklin Global Sukuk Fund. Dengan menggunakan persamaan 2.5 diperoleh persamaan model ARIMA(1,0,1) untuk data *return* Franklin Global Sukuk Fund yaitu $Y_t = 0,000338 - 0,95998Y_{t-1} - 0,9380\epsilon_{t-1} + \epsilon_t$.

4.5 Uji Heteroskedastisitas

Ketidaknormalan dari residual dapat mengindikasikan kondisi heteroskedastisitas yang menunjukkan adanya proses ARCH-GARCH. Setelah ditemukan ketidaknormalan pada residual, langkah

selanjutnya dilakukan pengujian kuadrat residual dari data *return* harga Franklin Global Sukuk Fund. Pengujian kuadrat residual dari data *return* harga Franklin Global Sukuk Fund dilakukan dengan uji heteroskedastisitas dengan menggunakan uji L-Jung Box. Pengidentifikasian adanya unsur heteroskedastisitas dilakukan sebelum melakukan analisa model ARCH/GARCH. Pengujian untuk melihat kuadrat residual homoskedastisitas atau heteroskedastisitas dengan menggunakan $\alpha = 5\%$ dilakukan sebagai berikut :
Hipotesis :
H_0 : Tidak terdapat unsur heteroskedastisitas
H_1 : Terdapat unsur heteroskedastisitas
Statistik uji :

$$\begin{aligned} LB &= n(n+2)\sum_{k=1}^{25}\frac{\hat{\gamma_k}^2}{n-k} \\ &= 213(215)(\frac{0.182^2}{213-1} + \frac{-0.087^2}{213-2} + \frac{-0.016^2}{213-3} + \ldots) \\ &= 41.35949799 \end{aligned}$$

Kriteria pengujian:
H_0 ditolak karena $LB > \chi^2_{0.05,25} = 41.35949799 > 37.6525$ yang berarti terdapat unsur heteroskedastisitas dan menunjukkan bahwa residual kuadrat menunjukkan adanya unsur ARCH atau GARCH.

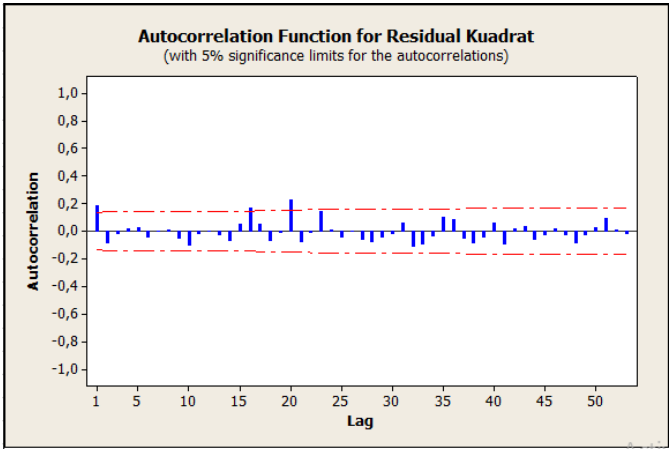
Berdasarkan pengujian heteroskedastisitas pada residual kuadrat model ARIMA(1,0,1), terbukti bahwa residual kuadrat model ARIMA (1,0,1) mengandung unsur heteroskedastisitas. Sehingga diperlukan pemodelan ARCH/GARCH untuk mengatasi kasus heteroskedastisitas tersebut.

4.6 Pemodelan GARCH

Pemodelan GARCH pada penelitian ini terdiri dari identifikasi model ARCH/GARCH, estimasi parameter, pengujian asumsi residual dan *overfitting*.

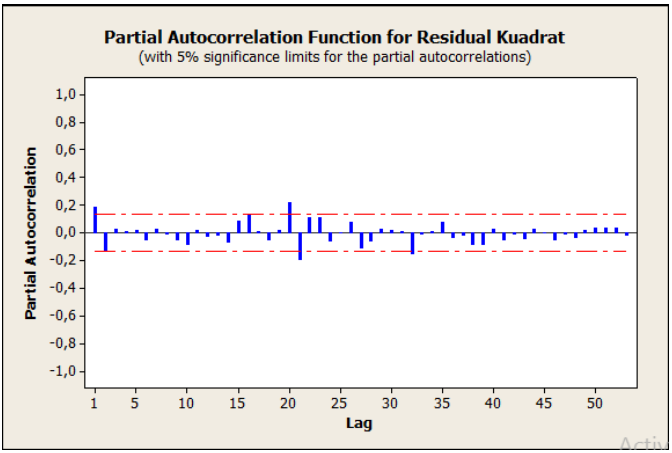
4.6.1 Identifikasi Model ARCH/GARCH

Pada pemodelan ARIMA ternyata masih terdapat unsur heteroskedastisitas, ARCH/GARCH untuk memodelkan varian untuk menyelesaikan kasus heteroskedastisitas. Pembentukan model ARCH/GARCH ini digunakan untuk mengatasi volatilitas pada data *return* harga Franklin Global Sukuk Fund. Tahap pertama dalam pemodelan GARCH yaitu identifikasi model ARCH/GARCH sementara melalui plot ACF dan PACF dari residual kuadrat.



Gambar 4.7. Plot ACF Residual Kuadrat *Return* Harga Sukuk

Hasil plot grafik ACF residual kuadrat dapat dilihat pada Gambar 4.7 sedangkan plot PACF residual kuadrat dapat dilihat pada Gambar 4.8. Terlihat pada Gambar 4.7 plot ACF menunjukkan cuts off pada lag ke-1. Sedangkan Gambar 4.8 plot PACF menunjukkan cuts off pada lag ke-1 maka dugaan model sementaranya berdasarkan hasil plot ACF dan PACF adalah GARCH$(1,0)$ atau ARCH (1). Bentuk persamaan model GARCH$(1,0)$ adalah $\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1\epsilon_{t-1}^2$, $Y_t = 0,000338 - 0,95998Y_{t-1} - 0,9380\epsilon_{t-1} + \epsilon_t$.



Gambar 4.8. Plot PACF Residual Kuadrat *Return* Harga Sukuk

4.6.2 Estimasi Model ARCH/GARCH

Setelah dilakukan identifikasi model dan diperoleh model ARCH/GARCH sementara, selanjutnya dilakukan estimasi parameter untuk menduga nilai dari parameter model ARCH/GARCH. Estimasi parameter model ARCH/GARCH dilakukan menggunakan *Maximum Likelihood Estimation*(MLE). Estimasi parameter model ARCH/GARCH sementara dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation*(MLE) dapat diperoleh melalui *software* Eviews. Hasil estimasi parameter model ARCH/GARCH sementara ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Estimasi Parameter Model ARCH/GARCH

Model	Parameter	Koefisien	SE	t-stat	*p-value*
GARCH	α_0	0,0000	0,0000	11,3998	0,0000
(1,0)	α_1	0,1452	0,0554	2,6185	0,0088

Setelah memperoleh nilai estimasi dari masing-masing parameter maka selanjutnya akan dilakukan uji signifikansi untuk mengetahui apakah model GARCH(1,0) atau ARCH(1). Pengujian signifikansi parameter dengan $\alpha = 5\%$ dilakukan dengan menggunakan uji-t untuk melihat kesesuaian dengan data yang ada. Berikut merupakan uji signifikansi terhadap masing-masing parameter :

a. Uji signifikansi terhadap parameter α_0
   Hipotesis :
   $H_0 : \alpha_0 = 0$ (parameter model tidak signifikan).
   $H_1 : \alpha_0 \neq 0$ (parameter model signifikan).
   Statistik uji :

$$t_{hitung}(\alpha_0) = \frac{\hat{\alpha_0}}{SE(\hat{\alpha_0})} = \frac{0,00000178}{0,000000156} = 11,39983$$
$$t_{tabel} = t_{(\frac{0,05}{2},(213-1-1))} = 1,971435$$

   Kriteria pengujian :
   H_0 ditolak karena $|t_{hitung}| > t_{tabel} = |11,39983| > 1,971435$ serta dapat dilihat dari *p-value* $< \alpha = 0,0000 < 0,05$ yang berarti parameter model signifikan.

b. Uji signifikansi terhadap parameter α_1
   Hipotesis :
   $H_0 : \alpha_1 = 0$ (parameter model tidak signifikan).
   $H_1 : \alpha_1 \neq 0$ (parameter model signifikan).
   Statistik uji :

$$t_{hitung}(\alpha_1) = \frac{\hat{\alpha_1}}{SE(\hat{\alpha_1})} = \frac{0,145236}{0,055465} = 2,618521$$
$$t_{tabel} = t_{(\frac{0,05}{2},(213-1-1))} = 1,971435$$

   Kriteria pengujian :
   H_0 ditolak karena $|t_{hitung}| > t_{tabel} = |2,618521| > 1,9714$ serta dapat dilihat dari *p-value* $< \alpha = 0,0000 < 0,05$ yang berarti parameter model signifikan.

Berdasarkan hasil pengujian signifikansi parameter, semua parameter pada model GARCH(1,0) memenuhi uji signifikansi parameter. Sehingga model GARCH(1,0) merupakan model yang sesuai dengan data yang digunakan. Untuk membuktikan kecukupan pada model GARCH(1,0) maka akan dilakukan pengujian asumsi residual yang meliputi uji asumsi *white noise*

4.6.3 Pengujian Asumsi Residual

Setelah masing-masing parameter dari model GARCH(1,0) atau ARCH(1) dinyatakan memenuhi uji signifikansi parameter. Langkah selanjutnya adalah pengujian asumsi residual. Pengujian asumsi residual digunakan untuk menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood Estimation*(MLE) dapat menghasilkan estimator yang terbaik. Pengujian asumsi residual yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Uji asumsi *white noise*
   Pengujian asumsi residual *white noise* diperoleh menggunakan uji Ljung-Box pada ACF residual model GARCH(1,0) atau ARCH(1) dengan $\alpha = 5\%$.
   Hipotesis :
   $H_0 : \rho_1 = \cdots = \rho_k = 0$
   H_1 : minimal ada satu $\rho_j \neq 0$, dengan $j = 1, \ldots, k$
   Statistik uji :

$$
\begin{aligned}
Q &= n(n+2)\sum_{k=1}^{25} \frac{\hat{\rho_k}^2}{n-k} \\
&= 213(213+2)[\frac{-0.031^2}{213-1} + \frac{0,026^2}{213-2} + \frac{0,019^2}{213-3} + \ldots] \\
&= 24,7783074
\end{aligned}
$$

   Kriteria pengujian:
   H_0 diterima karena $Q < \chi^2_{(0.05;25-1-1)} = 20,92607923 < 35,172$ yang berarti residual *white noise*.

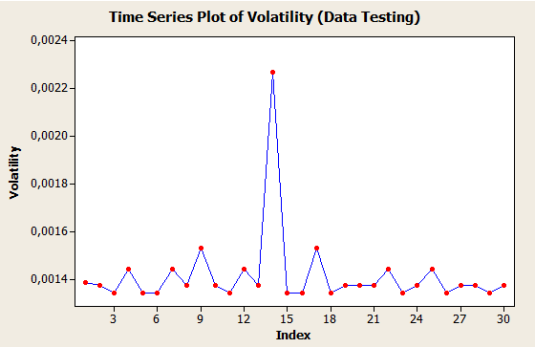
Tabel 4.5. Hasil *Overfitting* Model GARCH

Model GARCH	Uji Signifikansi Parameter	Uji Asumsi *White Noise*
GARCH (1,0)	signifikan	*white noise*
GARCH (1,1)	tidak signifikan	*white noise*
GARCH (1,2)	tidak signifikan	*white noise*
GARCH (2,1)	tidak signifikan	*white noise*
GARCH (2,2)	tidak signifikan	*white noise*

Berdasarkan pengujian asumsi residual yang dilakukan meliputi uji asumsi residual *white noise*, model GARCH (1,0) memenuhi uji asumsi residual *white noise* yang berarti bahwa residual model GARCH (1,0) bersifat *white noise*. Selanjutnya adalah tahap *overfitting*. Salah satu tahap uji diagnostik adalah tahap *overfitting*. Tahap *overfitting* ini dilakukan untuk melihat model lain yang mungkin sesuai dengan data. Hasil overfitting dapat dilihat pada Tabel 4.5. Terlihat bahwa model ARIMA yang memenuhi uji signifikansi parameter dan uji asumsi *white noise* adalah GARCH(1,0) atau ARCH(10). Sehingga model yang terbaik untuk data *return* harga Franklin Global Sukuk Fund. Dengan menggunakan persamaan 2.11 diperoleh persamaan model GARCH(1,0) atau ARCH(1) untuk data *return* Franklin Global Sukuk Fund yaitu $\sigma_t^2 = 0,00000178 + 0,145236\epsilon_{t-1}^2$.

4.7 Peramalan

Pada tahap ini dilakukan peramalan volatilitas *return* harga Sukuk periode mendatang sesuai dengan model ARCH(1) yang telah diperoleh. Hasil peramalan volatilitas *return* harga Franklin Global Sukuk Fund ditunjukkan pada Gambar 4.9. Hasil peramalan volatilitas *return* harga Franklin Global Sukuk Fund dapat dilihat pada Lampiran K. Berdasarkan hasil peramalan volatilitas *return* harga



Gambar 4.9. Plot Hasil Volatilitas Return Harga Sukuk

Franklin Global Sukuk Fund dapat membantu memberikan informasi kepada investor untuk menjual Sukuk pada hari ke 14 dalam periode 30 hari hasil peramalan karena volatilitas pada periode tersebut tinggi sehingga tingkat pengembalian yang diterima juga akan tinggi.

BAB V
PENUTUP

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan berdasarkan analisis dan pembahasan di bab IV serta saran untuk penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat dibuat kesimpulan bahwa model GARCH dapat diterapkan untuk mendapatkan hasil peramalan volatilitas *return* harga Franklin Global Sukuk Fund. Model GARCH yang terbaik untuk meramalkan volatilitas *return* harga Franklin Global Sukuk Fund adalah $\sigma_t^2 = 0,00000178 + 0,145236\epsilon_{t-1}^2$; $Y_t = 0,000338 - 0,95998Y_{t-1} - 0,9380\epsilon_{t-1} + \epsilon_t$. Dengan menggunakan model tersebut dapat diperoleh peramalan volatilitas *return* harga Franklin Global Sukuk Fund dengan periode selama 30 hari. Peramalan volatilitas *return* harga Franklin Global Sukuk cukup tinggi namun pada hari ke-14 merupakan volatilitas yang paling tinggi selama periode hasil peramalan sehingga mengakibatkan resiko yang ditanggung oleh investor besar pula. Namun adanya resiko yang besar terdapat peluang bagi investor untuk mendapatkan *return* yang besar pula. Hal tersebut dapat diketahui melalui adanya kenaikan harga Sukuk hasil peramalan dibanding harga Sukuk sebelum peramalan.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebaiknya model yang dibahas pada Tugas Akhir ini diperluas dengan memperhatikan distribusi tak normal pada varians error. Serta dapat diperluas mengenai penelitian yang menggunakan metode pengembangan GARCH.

DAFTAR PUSTAKA

[1] https://jdih.kemenkeu.go.id/fulltext/1995/8tahun 1995uu.htm

[2] ICD, Thomson Reuters. (2015). ”ICD-Thomas Reuters Islamic Finance Development”.

[3] Ahmed, Essia Ries., Islam, Md. Aminul., Alabdullah, Tariq Tawfeeq Yousif. (2014). ”Islamic Sukuk: Pricing Mechanism and Rating”. Journal of Asian Scientific Research. Vol.4, No.11, Hal.640-648.

[4] Yamai, Y., Yoshiba, T. (2005). Value-at-risk versus expected shortfall: A practical perspective. Journal of Banking and Finance, 29(4), 997-1015.

[5] Hesse, H., Jobst, A., Sol, J. (2008). Trends and challenges in Islamic finance. World Economics, 9(2), 175-193.

[6] R. Wilson, ”Innovation in the structuring of islamic¡ IT¿ sukuk¡/IT¿ securities,” Humanomics, vol. 24, pp. 170-181, 2008.

[7] Islamic Financial Services Board. (2017). ”Islamic Financial Services Industry Stability”.

[8] Widasari, Lulik P. (2012). ”Aplikasi Model ARCH-GARCH dalam Peramalan Tingkat Inflasi”. Jurnal ITS.

[9] Rahman, Maya P., Mohd Azmi Omar, Salina H. Kasim. (2013). ”An Application of GARCH Modeling on the Malaysian Sukuk Spreads”.

[10] Asyaroh, Nurul. (2010). ”Analisis Nilai *Return* Saham PT Telekomunikasi Indonesia Tbk dengan Model GARCH”. Jurnal. Universitas Diponegoro.

[11] Engle, Robert F., Ng, V. K., Rothschild, M. (1990). ”Asset Pricing with a Factor-ARCH Covariance Structure”. Journal Of Econometrics. Vol.45, No.2, Hal.235-237.

[12] M. AL-Bashir. (2008). ”Structuring Sukuk, A Lecture Wrote for MBA Students”. Tersedia di : www.asiancampus.net.

[13] Accounting and Auditing Organization for Islamic Financial Institutions (AAOIFI). (2008). ”AAOIFI Statement on Sukuk and its implications”.

[14] Makridakis. (1999). ”Metode dan Aplikasi Peramalan”. Jakarta : Binarupa Aksara.

[15] Phillips, P.C.B. (1987). ”Time Series regression with a Unit Root”. Econometrics Journal of Econometrics. Hal. 277-301.

[16] Syamni, G., Husaini. (2010). ”Interest rates and currencies effect on Islamic and conventional bonds”. Economic Journal of Emerging Market. Vol. 2, Hal.29-140.

[17] Hanke, J.E., Wichers,D.W. (2005). ”Busines Forecasting Eight Edition”. New Jearsey: Pearson Prentice Hall.

[18] Sumaryanto. (2009). Analisis volatilitas harga eceran beberapa komoditas pangan utama dengan ARCHGARCH. Jurnal Agro Ekonomi Bogor.

[19] Tsay, Ruey S. (2010). ”Analysis of Financial Time Series, Third Edition”. New Jersey : John Wiley and Sons.

[20] Winarno, Wing Wahyu. (2007). ”Analisis Ekonometrika dan Statistika dengan Eviews”. Yogyakarta : Unit Penerbit dan Percetakan Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen YKPN.

[21] Wei, William S. (2006) . ”Time Series Analysis, Univariate and Multivariate Method Second Edition”. New York : Pearson Education.

[22] Enders, Walter. (1995). ”Applied Econometric Time Series”. Jhon Wiley and Sons, Inc: Canada.

Lampiran A
Data Harga Sukuk(USD)

Tanggal	Harga	Tanggal	Harga	Tanggal	Harga	Tanggal	Harga
21/11/2018	8,85	11/01/2019	8,90	01/03/2019	9,05	23/04/2019	9,15
22/11/2018	8,86	14/01/2019	8,91	04/03/2019	9,06	24/04/2019	9,16
23/11/2018	8,86	15/01/2019	8,90	05/03/2019	9,06	25/04/2019	9,16
26/11/2018	8,85	16/01/2019	8,92	06/03/2019	9,06	26/04/2019	9,16
27/11/2018	8,85	17/01/2019	8,92	07/03/2019	9,06	30/04/2019	9,18
28/11/2018	8,85	18/01/2019	8,92	08/03/2019	9,02	01/05/2019	9,19
29/11/2018	8,84	21/01/2019	8,93	11/03/2019	9,03	02/05/2019	9,19
30/11/2018	8,85	22/01/2019	8,93	12/03/2019	9,05	03/05/2019	9,19
03/12/2018	8,87	23/01/2019	8,94	13/03/2019	9,05	06/05/2019	9,19
04/12/2018	8,88	24/01/2019	8,96	14/03/2019	9,05	07/05/2019	9,20
05/12/2018	8,88	25/01/2019	8,96	15/03/2019	9,07	08/05/2019	9,16
06/12/2018	8,87	28/01/2019	8,96	18/03/2019	9,08	09/05/2019	9,16
07/12/2018	8,88	29/01/2019	8,96	19/03/2019	9,09	10/05/2019	9,16
10/12/2018	8,84	30/01/2019	8,97	20/03/2019	9,10	13/05/2019	9,16
11/12/2018	8,84	31/01/2019	9,00	21/03/2019	9,13	14/05/2019	9,16
12/12/2018	8,84	01/02/2019	9,02	22/03/2019	9,14	15/05/2019	9,16
13/12/2018	8,86	04/02/2019	9,01	25/03/2019	9,15	16/05/2019	9,16
14/12/2018	8,86	05/02/2019	9,02	27/03/2019	9,16	17/05/2019	9,16
17/12/2018	8,87	06/02/2019	9,03	28/03/2019	9,16	20/05/2019	9,16
18/12/2018	8,88	07/02/2019	9,03	29/03/2019	9,16	21/05/2019	9,16
19/12/2018	8,89	08/02/2019	9,00	01/04/2019	9,16	22/05/2019	9,17
20/12/2018	8,88	11/02/2019	9,00	02/04/2019	9,16	23/05/2019	9,18
21/12/2018	8,88	12/02/2019	9,00	03/04/2019	9,16	24/05/2019	9,19
24/12/2018	8,89	13/02/2019	9,01	04/04/2019	9,17	27/05/2019	9,18
26/12/2018	8,88	14/02/2019	9,02	05/04/2019	9,17	28/05/2019	9,19
27/12/2018	8,88	15/02/2019	9,02	08/04/2019	9,15	29/05/2019	9,20
28/12/2018	8,89	18/02/2019	9,02	09/04/2019	9,16	30/05/2019	9,20
31/12/2018	8,90	19/02/2019	9,03	10/04/2019	9,16	31/05/2019	9,21
02/01/2019	8,90	20/02/2019	9,03	11/04/2019	9,15	03/06/2019	9,22
03/01/2019	8,91	21/02/2019	9,03	12/04/2019	9,14	04/06/2019	9,18
04/01/2019	8,91	22/02/2019	9,03	15/04/2019	9,15	05/06/2019	9,24
07/01/2019	8,92	25/02/2019	9,05	16/04/2019	9,14	06/06/2019	9,25
08/01/2019	8,92	26/02/2019	9,05	17/04/2019	9,14	07/06/2019	9,26
09/01/2019	8,90	27/02/2019	9,06	18/04/2019	9,14	10/06/2019	9,23
10/01/2019	8,90	28/02/2019	9,06	22/04/2019	9,15	11/06/2019	9,23

Lampiran A (Lanjutan)
Data Harga Sukuk

Tanggal	Harga	Tanggal	Harga	Tanggal	Harga
12/06/2019	9,24	31/07/2019	9,41	18/09/2019	9,50
13/06/2019	9,24	01/08/2019	9,41	19/09/2019	9,50
14/06/2019	9,25	02/08/2019	9,43	20/09/2019	9,51
17/06/2019	9,25	05/08/2019	9,43	23/09/2019	9,51
18/06/2019	9,26	06/08/2019	9,43	24/09/2019	9,52
19/06/2019	9,27	07/08/2019	9,45	25/09/2019	9,50
20/06/2019	9,30	08/08/2019	9,42	26/09/2019	9,50
21/06/2019	9,30	09/08/2019	9,43	27/09/2019	9,50
24/06/2019	9,30	12/08/2019	9,44	30/09/2019	9,49
25/06/2019	9,31	13/08/2019	9,44	01/10/2019	9,49
26/06/2019	9,27	14/08/2019	9,47	02/10/2019	9,49
27/06/2019	9,32	15/08/2019	9,50	03/10/2019	9,49
28/06/2019	9,33	16/08/2019	9,50	04/10/2019	9,51
01/07/2019	9,34	19/08/2019	9,50	07/10/2019	9,51
02/07/2019	9,35	20/08/2019	9,51	08/10/2019	9,48
03/07/2019	9,37	21/08/2019	9,52	09/10/2019	9,47
04/07/2019	9,37	22/08/2019	9,52	10/10/2019	9,46
05/07/2019	9,37	23/08/2019	9,53	11/10/2019	9,46
08/07/2019	9,33	26/08/2019	9,54	14/10/2019	9,46
09/07/2019	9,32	27/08/2019	9,55	15/10/2019	9,46
10/07/2019	9,32	28/08/2019	9,57	16/10/2019	9,46
11/07/2019	9,33	29/08/2019	9,58	17/10/2019	9,46
12/07/2019	9,33	30/08/2019	9,58	18/10/2019	9,47
15/07/2019	9,34	02/09/2019	9,58	21/10/2019	9,46
16/07/2019	9,36	03/09/2019	9,59	22/10/2019	9,46
17/07/2019	9,37	04/09/2019	9,60	23/10/2019	9,46
18/07/2019	9,38	05/09/2019	9,59	24/10/2019	9,46
19/07/2019	9,38	06/09/2019	9,58	25/10/2019	9,46
22/07/2019	9,38	09/09/2019	9,55	28/10/2019	9,45
23/07/2019	9,38	10/09/2019	9,54	29/10/2019	9,46
24/07/2019	9,39	11/09/2019	9,53	30/10/2019	9,47
25/07/2019	9,40	12/09/2019	9,53	31/10/2019	9,48
26/07/2019	9,40	13/09/2019	9,51	01/11/2019	9,48
29/07/2019	9,41	16/09/2019	9,49	04/11/2019	9,47
30/07/2019	9,41	17/09/2019	9,50		

Lampiran B
Data *Return* Harga Sukuk

Tanggal	Return	Tanggal	Return	Tanggal	Return	Tanggal	Return
21/11/2018		11/01/2019	0,000000	01/03/2019	-0,001104	23/04/2019	0,000000
22/11/2018	0,001129	14/01/2019	0,001123	04/03/2019	0,001104	24/04/2019	0,001092
23/11/2018	0,000000	15/01/2019	-0,001123	05/03/2019	0,000000	25/04/2019	0,000000
26/11/2018	-0,001129	16/01/2019	0,002245	06/03/2019	0,000000	26/04/2019	0,000000
27/11/2018	0,000000	17/01/2019	0,000000	07/03/2019	0,000000	30/04/2019	0,002181
28/11/2018	0,000000	18/01/2019	0,000000	08/03/2019	-0,004425	01/05/2019	0,001089
29/11/2018	-0,001131	21/01/2019	0,001120	11/03/2019	0,001108	02/05/2019	0,000000
30/11/2018	0,001131	22/01/2019	0,000000	12/03/2019	0,002212	03/05/2019	0,000000
03/12/2018	0,002257	23/01/2019	0,001119	13/03/2019	0,000000	06/05/2019	0,000000
04/12/2018	0,001127	24/01/2019	0,002235	14/03/2019	0,000000	07/05/2019	0,001088
05/12/2018	0,000000	25/01/2019	0,000000	15/03/2019	0,002208	08/05/2019	-0,004357
06/12/2018	-0,001127	28/01/2019	0,000000	18/03/2019	0,001102	09/05/2019	0,000000
07/12/2018	0,001127	29/01/2019	0,000000	19/03/2019	0,001101	10/05/2019	0,000000
10/12/2018	-0,004515	30/01/2019	0,001115	20/03/2019	0,001100	13/05/2019	0,000000
11/12/2018	0,000000	31/01/2019	0,003339	21/03/2019	0,003291	14/05/2019	0,000000
12/12/2018	0,000000	01/02/2019	0,002220	22/03/2019	0,001095	15/05/2019	0,000000
13/12/2018	0,002260	04/02/2019	-0,001109	25/03/2019	0,001093	16/05/2019	0,000000
14/12/2018	0,000000	05/02/2019	0,001109	27/03/2019	0,001092	17/05/2019	0,000000
17/12/2018	0,001128	06/02/2019	0,001108	28/03/2019	0,000000	20/05/2019	0,000000
18/12/2018	0,001127	07/02/2019	0,000000	29/03/2019	0,000000	21/05/2019	0,000000
19/12/2018	0,001125	08/02/2019	-0,003328	01/04/2019	0,000000	22/05/2019	0,001091
20/12/2018	-0,001125	11/02/2019	0,000000	02/04/2019	0,000000	23/05/2019	0,001090
21/12/2018	0,000000	12/02/2019	0,000000	03/04/2019	0,000000	24/05/2019	0,001089
24/12/2018	0,001125	13/02/2019	0,001110	04/04/2019	0,001091	27/05/2019	-0,001089
26/12/2018	-0,001125	14/02/2019	0,001109	05/04/2019	0,000000	28/05/2019	0,001089
27/12/2018	0,000000	15/02/2019	0,000000	08/04/2019	-0,002183	29/05/2019	0,001088
28/12/2018	0,001125	18/02/2019	0,000000	09/04/2019	0,001092	30/05/2019	0,000000
31/12/2018	0,001124	19/02/2019	0,001108	10/04/2019	0,000000	31/05/2019	0,001086
02/01/2019	0,000000	20/02/2019	0,000000	11/04/2019	-0,001092	03/06/2019	0,001085
03/01/2019	0,001123	21/02/2019	0,000000	12/04/2019	-0,001093	04/06/2019	-0,004348
04/01/2019	0,000000	22/02/2019	0,000000	15/04/2019	0,001093	05/06/2019	0,006515
07/01/2019	0,001122	25/02/2019	0,002212	16/04/2019	-0,001093	06/06/2019	0,001082
08/01/2019	0,000000	26/02/2019	0,000000	17/04/2019	0,000000	07/06/2019	0,001080
09/01/2019	-0,002245	27/02/2019	0,001104	18/04/2019	0,000000	10/06/2019	-0,003245
10/01/2019	0,000000	28/02/2019	0,000000	22/04/2019	0,001093	11/06/2019	0,000000

Lampiran B (Lanjutan)
Data *Return* Harga Sukuk

Tanggal	Return	Tanggal	Return	Tanggal	Return
12/06/2019	0,001083	31/07/2019	0,000000	18/09/2019	0,000000
13/06/2019	0,000000	01/08/2019	0,000000	19/09/2019	0,000000
14/06/2019	0,001082	02/08/2019	0,002123	20/09/2019	0,001052
17/06/2019	0,000000	05/08/2019	0,000000	23/09/2019	0,000000
18/06/2019	0,001080	06/08/2019	0,000000	24/09/2019	0,001051
19/06/2019	0,001079	07/08/2019	0,002119	25/09/2019	-0,002103
20/06/2019	0,003231	08/08/2019	-0,003180	26/09/2019	0,000000
21/06/2019	0,000000	09/08/2019	0,001061	27/09/2019	0,000000
24/06/2019	0,000000	12/08/2019	0,001060	30/09/2019	-0,001053
25/06/2019	0,001075	13/08/2019	0,000000	01/10/2019	0,000000
26/06/2019	-0,004306	14/08/2019	0,003173	02/10/2019	0,000000
27/06/2019	0,005379	15/08/2019	0,003163	03/10/2019	0,000000
28/06/2019	0,001072	16/08/2019	0,000000	04/10/2019	0,002105
01/07/2019	0,001071	19/08/2019	0,000000	07/10/2019	0,000000
02/07/2019	0,001070	20/08/2019	0,001052	08/10/2019	-0,003160
03/07/2019	0,002137	21/08/2019	0,001051	09/10/2019	-0,001055
04/07/2019	0,000000	22/08/2019	0,000000	10/10/2019	-0,001057
05/07/2019	0,000000	23/08/2019	0,001050	11/10/2019	0,000000
08/07/2019	-0,004278	26/08/2019	0,001049	14/10/2019	0,000000
09/07/2019	-0,001072	27/08/2019	0,001048	15/10/2019	0,000000
10/07/2019	0,000000	28/08/2019	0,002092	16/10/2019	0,000000
11/07/2019	0,001072	29/08/2019	0,001044	17/10/2019	0,000000
12/07/2019	0,000000	30/08/2019	0,000000	18/10/2019	0,001057
15/07/2019	0,001071	02/09/2019	0,000000	21/10/2019	-0,001057
16/07/2019	0,002139	03/09/2019	0,001043	22/10/2019	0,000000
17/07/2019	0,001068	04/09/2019	0,001042	23/10/2019	0,000000
18/07/2019	0,001067	05/09/2019	-0,001042	24/10/2019	0,000000
19/07/2019	0,000000	06/09/2019	-0,001043	25/10/2019	0,000000
22/07/2019	0,000000	09/09/2019	-0,003136	26/10/2019	-0,001058
23/07/2019	0,000000	10/09/2019	-0,001048	27/10/2019	0,001058
24/07/2019	0,001066	11/09/2019	-0,001049	28/10/2019	0,001057
25/07/2019	0,001064	12/09/2019	0,000000	29/10/2019	0,001055
26/07/2019	0,000000	13/09/2019	-0,002101	30/10/2019	0,000000
29/07/2019	0,001063	16/09/2019	-0,002105	31/10/2019	-0,001055
30/07/2019	0,000000	17/09/2019	0,001053		

Lampiran C
Hasil Uji *Augmented Dickey Fuller*(ADF)

Null Hypothesis: RETURN has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=14)

		t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-15.10733	0.0000
Test critical values:	1% level	-4.001931	
	5% level	-3.431163	
	10% level	-3.139232	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(RETURN)
Method: Least Squares
Date: 05/27/20 Time: 09:54
Sample (adjusted): 3 214
Included observations: 212 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RETURN(-1)	-1.043393	0.069065	-15.10733	0.0000
C	0.000328	0.000204	1.604683	0.1101
@TREND("1")	1.94E-07	1.64E-06	0.118102	0.9061

R-squared	0.521994	Mean dependent var	-5.33E-06
Adjusted R-squared	0.517420	S.D. dependent var	0.002106
S.E. of regression	0.001463	Akaike info criterion	-10.20302
Sum squared resid	0.000447	Schwarz criterion	-10.15552
Log likelihood	1084.520	Hannan-Quinn criter.	-10.18382
F-statistic	114.1164	Durbin-Watson stat	1.996269
Prob(F-statistic)	0.000000		

Lampiran D
Hasil Estimasi Parameter Model ARIMA

1. Estimasi Parameter Model ARIMA(1,0,1)

Dependent Variable: RETURN
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
Date: 05/20/20 Time: 09:19
Sample: 2 214
Included observations: 213
Convergence achieved after 19 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000338	0.000102	3.308111	0.0011
AR(1)	-0.959998	0.083345	-11.51842	0.0000
MA(1)	0.938095	0.100285	9.354285	0.0000
SIGMASQ	2.09E-06	1.44E-07	14.53331	0.0000

R-squared	0.006523	Mean dependent var	0.000338
Adjusted R-squared	-0.007737	S.D. dependent var	0.001455
S.E. of regression	0.001460	Akaike info criterion	-10.20143
Sum squared resid	0.000446	Schwarz criterion	-10.13830
Log likelihood	1090.452	Hannan-Quinn criter.	-10.17592
F-statistic	0.457443	Durbin-Watson stat	2.030007
Prob(F-statistic)	0.712321		

Inverted AR Roots	-.96
Inverted MA Roots	-.94

Lampiran D (Lanjutan)
Hasil Estimasi Parameter Model ARIMA

2. Estimasi Parameter Model ARIMA(1,0,0)

Dependent Variable: RETURN
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
Date: 05/20/20 Time: 09:20
Sample: 2 214
Included observations: 213
Convergence achieved after 11 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000338	0.000105	3.204996	0.0016
AR(1)	-0.043210	0.060443	-0.714881	0.4755
SIGMASQ	2.10E-06	1.51E-07	13.87781	0.0000

R-squared	0.001882	Mean dependent var	0.000338
Adjusted R-squared	-0.007624	S.D. dependent var	0.001455
S.E. of regression	0.001460	Akaike info criterion	-10.20638
Sum squared resid	0.000448	Schwarz criterion	-10.15904
Log likelihood	1089.980	Hannan-Quinn criter.	-10.18725
F-statistic	0.197933	Durbin-Watson stat	1.996385
Prob(F-statistic)	0.820578		

Inverted AR Roots	-.04

Lampiran D (Lanjutan)
Hasil Estimasi Parameter Model ARIMA

3. Estimasi Parameter Model ARIMA(0,0,1)

Dependent Variable: RETURN
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
Date: 05/20/20 Time: 09:21
Sample: 2 214
Included observations: 213
Convergence achieved after 18 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000338	0.000105	3.201365	0.0016
MA(1)	-0.040878	0.060849	-0.671786	0.5025
SIGMASQ	2.10E-06	1.51E-07	13.94242	0.0000

R-squared	0.001781	Mean dependent var	0.000338
Adjusted R-squared	-0.007726	S.D. dependent var	0.001455
S.E. of regression	0.001460	Akaike info criterion	-10.20628
Sum squared resid	0.000448	Schwarz criterion	-10.15894
Log likelihood	1089.969	Hannan-Quinn criter.	-10.18715
F-statistic	0.187326	Durbin-Watson stat	2.001109
Prob(F-statistic)	0.829311		

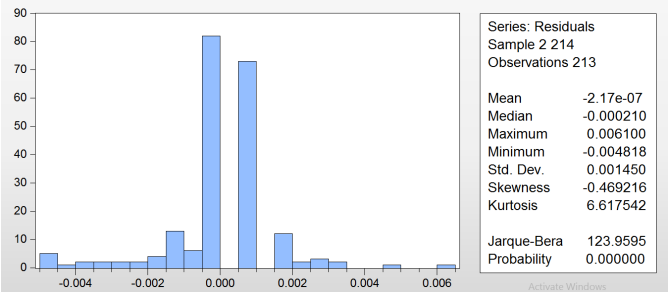
Inverted MA Roots	.04

Lampiran E
Hasil Uji *White Noise* Model ARIMA (1,0,1)

Date: 06/26/20 Time: 15:51
Sample: 1 214
Included observations: 213
Q-statistic probabilities adjusted for 2 ARMA terms

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.016	-0.016	0.0539	
		2	0.002	0.001	0.0545	
		3	0.043	0.044	0.4671	0.494
		4	0.006	0.008	0.4752	0.789
		5	-0.033	-0.033	0.7093	0.871
		6	-0.056	-0.059	1.3944	0.845
		7	-0.038	-0.041	1.7180	0.887
		8	-0.049	-0.047	2.2501	0.895
		9	0.082	0.086	3.7502	0.808
		10	0.033	0.041	3.9953	0.858
		11	-0.030	-0.028	4.2004	0.898
		12	-0.093	-0.109	6.1512	0.802
		13	-0.057	-0.076	6.8879	0.808
		14	-0.080	-0.085	8.3717	0.755
		15	-0.084	-0.071	10.007	0.693
		16	0.077	0.094	11.386	0.655
		17	-0.115	-0.102	14.491	0.489
		18	-0.024	-0.047	14.621	0.553
		19	0.094	0.056	16.715	0.474
		20	0.083	0.072	18.353	0.433
		21	-0.022	-0.012	18.471	0.491
		22	0.052	0.055	19.127	0.514
		23	-0.007	-0.018	19.138	0.576
		24	0.051	0.054	19.760	0.598
		25	-0.069	-0.102	20.929	0.585

Lampiran F
Hasil Normalitas Model ARIMA (1,0,1)



Lampiran G
Hasil Uji Heteroskedastisitas

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	1.879797	Prob. F(25,162)	0.0106
Obs*R-squared	42.27398	Prob. Chi-Square(25)	0.0168

Test Equation:
Dependent Variable: RESID^2
Method: Least Squares
Date: 06/26/20 Time: 16:02
Sample (adjusted): 27 214
Included observations: 188 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.40E-06	7.52E-07	1.868765	0.0635
RESID^2(-1)	0.311257	0.078550	3.962515	0.0001
RESID^2(-2)	-0.130862	0.082034	-1.595216	0.1126
RESID^2(-3)	-0.017234	0.082049	-0.210040	0.8339
RESID^2(-4)	0.007142	0.081773	0.087340	0.9305
RESID^2(-5)	0.031494	0.079668	0.395308	0.6931
RESID^2(-6)	-0.018583	0.076262	-0.243674	0.8078
RESID^2(-7)	-0.007839	0.076177	-0.102903	0.9182
RESID^2(-8)	0.004447	0.076220	0.058350	0.9535
RESID^2(-9)	-0.016274	0.076234	-0.213479	0.8312
RESID^2(-10)	-0.067860	0.075635	-0.897205	0.3709
RESID^2(-11)	0.019058	0.076649	0.248647	0.8039
RESID^2(-12)	-0.021989	0.076173	-0.288666	0.7732
RESID^2(-13)	-0.001791	0.072108	-0.024842	0.9802
RESID^2(-14)	-0.047371	0.071680	-0.660866	0.5096
RESID^2(-15)	0.040275	0.071684	0.561843	0.5750
RESID^2(-16)	0.131511	0.071613	1.836407	0.0681
RESID^2(-17)	-0.011504	0.072324	-0.159066	0.8738
RESID^2(-18)	-0.019932	0.072356	-0.275475	0.7833
RESID^2(-19)	-0.047184	0.072386	-0.651845	0.5154
RESID^2(-20)	0.273142	0.072467	3.769174	0.0002
RESID^2(-21)	-0.221977	0.075490	-2.940484	0.0038
RESID^2(-22)	0.090013	0.077473	1.161866	0.2470
RESID^2(-23)	0.122789	0.077755	1.579182	0.1162
RESID^2(-24)	-0.075264	0.077859	-0.966664	0.3352
RESID^2(-25)	0.007459	0.075358	0.098979	0.9213

R-squared	0.224862	Mean dependent var	2.12E-06
Adjusted R-squared	0.105241	S.D. dependent var	5.03E-06
S.E. of regression	4.76E-06	Akaike info criterion	-21.54465
Sum squared resid	3.67E-09	Schwarz criterion	-21.09706
Log likelihood	2051.197	Hannan-Quinn criter.	-21.36331
F-statistic	1.879797	Durbin-Watson stat	2.001525
Prob(F-statistic)	0.010589		

Lampiran H
Hasil Estimasi Parameter Model GARCH

1. Estimasi Parameter Model GARCH(1,0)

Dependent Variable: RETURN
Method: ML ARCH - Normal distribution (BFGS / Marquardt steps)
Date: 06/26/20 Time: 15:41
Sample (adjusted): 2 214
Included observations: 213 after adjustments
Convergence achieved after 8 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients
Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
GARCH = C(2) + C(3)*RESID(-1)^2

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.000296	0.000114	2.588659	0.0096
Variance Equation				
C	1.78E-06	1.56E-07	11.39983	0.0000
RESID(-1)^2	0.145236	0.055465	2.618521	0.0088

R-squared	-0.000817	Mean dependent var	0.000338
Adjusted R-squared	-0.000817	S.D. dependent var	0.001455
S.E. of regression	0.001455	Akaike info criterion	-10.24873
Sum squared resid	0.000449	Schwarz criterion	-10.20139
Log likelihood	1094.490	Hannan-Quinn criter.	-10.22960
Durbin-Watson stat	2.083330		

Lampiran H (Lanjutan)
Hasil Estimasi Parameter Model GARCH

2. Estimasi Parameter Model GARCH(1,1)

Dependent Variable: RETURN
Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
Date: 05/20/20 Time: 09:20
Sample: 2 214
Included observations: 213
Convergence achieved after 11 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000338	0.000105	3.204996	0.0016
AR(1)	-0.043210	0.060443	-0.714881	0.4755
SIGMASQ	2.10E-06	1.51E-07	13.87781	0.0000

R-squared	0.001882	Mean dependent var	0.000338
Adjusted R-squared	-0.007624	S.D. dependent var	0.001455
S.E. of regression	0.001460	Akaike info criterion	-10.20638
Sum squared resid	0.000448	Schwarz criterion	-10.15904
Log likelihood	1089.980	Hannan-Quinn criter.	-10.18725
F-statistic	0.197933	Durbin-Watson stat	1.996385
Prob(F-statistic)	0.820578		

Inverted AR Roots	-.04

Lampiran I
Hasil Uji *White Noise* Model GARCH (1,0)

Date: 06/26/20 Time: 16:30
Sample: 1 214
Included observations: 213

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1	-0.031	-0.031	0.2079	0.648
		2	0.026	0.025	0.3575	0.836
		3	0.019	0.021	0.4367	0.933
		4	0.031	0.032	0.6520	0.957
		5	-0.071	-0.071	1.7697	0.880
		6	-0.043	-0.050	2.1774	0.903
		7	-0.040	-0.041	2.5405	0.924
		8	-0.020	-0.018	2.6309	0.955
		9	0.042	0.050	3.0193	0.964
		10	0.047	0.052	3.5246	0.966
		11	-0.076	-0.079	4.8321	0.939
		12	-0.079	-0.099	6.2556	0.903
		13	-0.066	-0.083	7.2467	0.889
		14	-0.067	-0.067	8.2787	0.874
		15	-0.083	-0.067	9.8730	0.828
		16	0.058	0.066	10.666	0.830
		17	-0.116	-0.117	13.789	0.682
		18	-0.003	-0.039	13.791	0.743
		19	0.078	0.052	15.241	0.707
		20	0.129	0.120	19.171	0.511
		21	-0.038	-0.015	19.519	0.552
		22	0.072	0.057	20.761	0.536
		23	0.012	-0.006	20.793	0.594
		24	0.087	0.077	22.642	0.541
		25	-0.094	-0.099	24.808	0.473

Lampiran J
Hasil Uji ARCH-LM Model GARCH (1,0)

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.258428	Prob. F(1,210)	0.6117
Obs*R-squared	0.260569	Prob. Chi-Square(1)	0.6097

Test Equation:
Dependent Variable: WGT_RESID^2
Method: Least Squares
Date: 08/07/20 Time: 09:39
Sample (adjusted): 3 214
Included observations: 212 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.967782	0.170625	5.671994	0.0000
WGT_RESID^2(-1)	0.035067	0.068980	0.508358	0.6117

R-squared	0.001229	Mean dependent var	1.003006
Adjusted R-squared	-0.003527	S.D. dependent var	2.266263
S.E. of regression	2.270256	Akaike info criterion	4.487051
Sum squared resid	1082.353	Schwarz criterion	4.518717
Log likelihood	-473.6274	Hannan-Quinn criter.	4.499850
F-statistic	0.258428	Durbin-Watson stat	1.992806
Prob(F-statistic)	0.611736		

Lampiran K
Hasil Peramalan Volatilitas *Return* Harga Sukuk

Tanggal	Volatilitas
24/09/2019	0,00138319
25/09/2019	0,00137228
26/09/2019	0,00133981
27/09/2019	0,00144134
30/09/2019	0,00133981
01/10/2019	0,00133981
02/10/2019	0,00144153
03/10/2019	0,00137239
04/10/2019	0,00153001
07/10/2019	0,00137205
08/10/2019	0,00133981
09/10/2019	0,00144098
10/10/2019	0,00137205
11/10/2019	0,00226799
14/10/2019	0,00133981
15/10/2019	0,00133981
16/10/2019	0,00153048
17/10/2019	0,00133981
18/10/2019	0,00137216
21/10/2019	0,00137205
22/10/2019	0,00137194
23/10/2019	0,00144080
24/10/2019	0,00133981
25/10/2019	0,00137194
28/10/2019	0,00144080
29/10/2019	0,00133981
30/10/2019	0,00137194
31/10/2019	0,00137183
01/11/2019	0,00133981
04/11/2019	0,00137172

Lampiran L
Hasil Peramalan Harga Sukuk

Tanggal	Harga
24/09/2019	9,52
25/09/2019	9,53
26/09/2019	9,51
27/09/2019	9,52
30/09/2019	9,51
01/10/2019	9,50
02/10/2019	9,51
03/10/2019	9,50
04/10/2019	9,51
07/10/2019	9,52
08/10/2019	9,52
09/10/2019	9,50
10/10/2019	9,48
11/10/2019	9,51
14/10/2019	9,47
15/10/2019	9,47
16/10/2019	9,48
17/10/2019	9,47
18/10/2019	9,47
21/10/2019	9,48
22/10/2019	9,47
23/10/2019	9,48
24/10/2019	9,47
25/10/2019	9,47
28/10/2019	9,48
29/10/2019	9,46
30/10/2019	9,47
31/10/2019	9,48
01/11/2019	9,49
04/11/2019	9,49

BIODATA PENULIS

Trisna Novia Harwanti atau yang biasa dipanggil Trisna lahir di Lamongan, 10 Desember 1998. Penulis yang merupakan anak pertama dari dua bersaudara ini menempuh pendidikan di SD Putra Indonesia Surabaya (2004-2010), SMPN 23 Surabaya (2010-2013) dan SMAN 3 Sidoarjo (2013-2016). Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang S1 Departemen Matematika di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) (2016-2020). Penulis mengikuti beberapa kegiatan kepanitiaan maupun organisasi mahasiswa yang ada di ITS. Kegiatan kepanitiaan yang diikuti penulis antara lain Pengajar Tangguh ITS Mengajar For Indonesia (2017), OC Acara Musyawarah Besar (MUBES) V ITS (2018), Pemandu Integralistik GERIGI ITS (2018), dan Pemandu Latihan Keterampilan Manajerial Mahasiswa (LKMM) Pra Tingkat Dasar dan Tingkat Dasar (2017-sekarang). Sedangkan kegiatan organisasi yang pernah diikuti oleh penulis yaitu Staff Kementerian Sosial Masyarakat Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) ITS (2018) dan Kepala Divisi Departemen *Student Welfare* Himpunan Mahasiswa Maatematika ITS (2019). Di Departemen Matematika ITS, penulis mengambil bidang minat Matematika Terapan yang terdiri atas Pemodelan Matematika serta Riset Operasi dan Pengolahan Data. Penulis secara khusus mengambil bidang minat Riset Operasi dan Pengolahan Data serta Matematika Keuangan. Apabila ingin memberikan kritik dan saran mengenai Tugas Akhir ini dapat menghubungi e-mail penulis di noviatrisna10@gmailcom. Terima kasih dan semoga bermanfaat.