

**KINERJA MODEL *EXPONENTIAL* DAN *INTEGRATED*  
GARCH PADA ANALISIS *VALUE AT RISK*  
( Studi kasus : Indeks Harga Saham Gabungan Pada Masa  
Sebelum dan Selama Pandemi Di Indonesia)**

**SKRIPSI**



**SITI AISYAH**

**H051181017**

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DEPARTEMEN  
STATISTIKA FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU  
PENGETAHUAN ALAM UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
OKTOBER 2022**

**KINERJA MODEL *EXPONENTIAL* DAN *INTEGRATED*  
GARCH PADA ANALISIS *VALUE AT RISK*  
( Studi kasus : Indeks Harga Saham Gabungan Pada Masa  
Sebelum dan Selama Pandemi Di Indonesia)**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada  
Program Studi Statistika Departemen Statistika Fakultas Matematika dan  
Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin**

**SITI AISYAH**

**H051181017**

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**OKTOBER 2022**

LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang saya buat dengan judul:

**KINERJA MODEL *EXPONENTIAL* DAN *INTEGRATED* GARCH PADA ANALISIS *VALUE AT RISK***  
( Studi kasus : Indeks Harga Saham Gabungan Pada Masa Sebelum dan Selama Pandemi Di Indonesia)

adalah benar hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiat dan belum pernah dipublikasikan dalam bentuk apapun

Makassar, 14 Oktober 2022



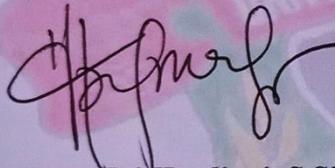
Siti Aisvah

NIM H051181017

**KINERJA MODEL *EXPONENTIAL* DAN *INTEGRATED*  
GARCH PADA ANALISIS *VALUE AT RISK*  
(Studi kasus : Indeks Harga Saham Gabungan Pada Masa  
Sebelum dan Selama Pandemi Di Indonesia)**

Disetujui Oleh:

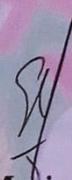
Pembimbing Utama



Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si.

NIP. 19750429 200003 2 001

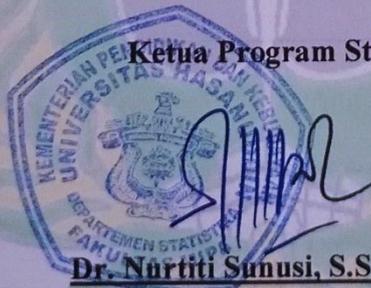
Pembimbing Pertama



Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si.

NIP. 19620926 198702 2 001

Ketua Program Studi



Dr. Nurrtiti Sunusi, S.Si., M.Si.

NIP. 19720117 199703 2 002

Pada 14 Oktober 2022

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Siti Aisyah  
NIM : H051181017  
Program Studi : Statistika  
Judul Skripsi : KINERJA MODEL *EXPONENTIAL* DAN *INTEGRATED GARCH* PADA ANALISIS *VALUE AT RISK* (Studi kasus: Indeks Harga Saham Gabungan Pada Masa Sebelum dan Selama Pandemi Di Indonesia)

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

DEWAN PENGUJI

1. Ketua : Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si. (.....)
2. Sekretaris : Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si. (.....)
3. Anggota : Sitti Sahrman, S.Si., M.Si. (.....)
4. Anggota : Anisa, S.Si., M.Si. (.....)

Ditetapkan di : Makassar

Tanggal : 14 Oktober 2022

## KATA PENGANTAR

### *Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Segala puji hanya milik Allah *Subhanallahu Wa Ta'ala* atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan kepada penulis sampai saat ini. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada baginda Rasulullah *Shallallahu 'Alaihi Wa sallam*, kepada para keluarga, tabi'in, tabi'ut tabi'in, serta orang-orang sholeh yang haq hingga kadar Allah berlaku atas diri-diri mereka. *Alhamdulillahirobbil'aalamiin*, berkat rahmat dan kemudahan yang diberikan oleh Allah *Subhanallahu Wa Ta'ala*, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**KINERJA MODEL EXPONENTIAL DAN INTEGRATED GARCH PADA ANALISIS VALUE AT RISK (Studi kasus : Indeks Harga Saham Gabungan Pada Masa Sebelum dan Selama Pandemi Di Indonesia)**" sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Penulis tidak akan sampai pada titik ini, jikalau tanpa dukungan dan bantuan dari pihak yang selalu ada, peduli dan menyayangi penulis. Oleh karena itu, penulis haturkan rasa terima kasih yang setulus-tulusnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya untuk orang tua penulis, Ayahanda **SUARDI** dan Ibunda **SURIANI** yang telah memberikan dukungan penuh, pengorbanan, kesabaran hati, cinta dan kasih sayang, serta dengan ikhlas telah mengiringi setiap langkah penulis dengan doa dan restunya. Saudara penulis, **Anita** kakak tercinta, Adik-adik tersayang **Selvi**, **Aril**, **Husna**, **Sumayyah**, terima kasih telah menjadi saudara yang sangat baik, selalu ada dan selalu memberikan dorongan dukungan baik batin dan juga raga untuk penulis, serta untuk keluarga besarku, terima kasih atas doa dan dukungannya selama ini.

Penghargaan yang tulus dan ucapan terima kasih dengan penuh keikhlasan juga penulis ucapkan kepada:

1. **Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.**, selaku Rektor Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya.
2. **Bapak Dr. Eng. Amiruddin**, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya.
3. **Ibu Dr. Nurtiti Sunusi S.Si., M.Si.**, selaku Ketua Departemen Statistika sekaligus Penasehat Akademik penulis. Terima kasih atas segala bantuan,

nasehat serta motivasi yang selalu diberikan kepada Penulis selama menjalani pendidikan di Departemen Statistika.

4. **Ibu Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si.**, selaku Pembimbing Utama dan **Ibu Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si.**, selaku Pembimbing Pendamping yang dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu dan pemikirannya di tengah berbagai kesibukan dan prioritasnya untuk senantiasa memberikan arahan, dorongan, dan motivasi kepada penulis mulai dari awal hingga selesainya penulisan tugas akhir ini.
5. **Ibu Sitti Sahrinan, S.Si., M.Si.** dan **Ibu Anisa, S.Si., M.Si.**, selaku Tim Penguji yang telah memberikan kritikan yang membangun dalam penyempurnaan penyusunan tugas akhir ini serta waktu yang telah diberikan kepada penulis.
6. **Bapak Siswanto, S.Si., M.Si.**, selaku dosen pembimbing disetiap kegiatan kemahasiswaan yang telah di ikuti penulis. Terima kasih atas segala bantuan, nasihat dan motivasi yang diberikan kepada penulis selama mengikuti kegiatan kemahasiswaan di universitas Hasanuddin.
7. Kepada segenap Dosen Pengajar dan Staf yang telah membekali ilmu dan kemudahan kepada penulis dalam berbagai hal selama menjadi mahasiswa di Departemen Statistika.

Ucapan jazakumullahu khairan juga penulis sampaikan kepada orang-orang yang telah berperan besar serta istimewa dalam perjalanan hidup penulis hingga sampai pada titik ini, kepada:

1. Sosok yang telah penulis anggap sebagai orang tua angkat, Bapak **Ismail, S.Pd** dan ibu **Fatriana**.Terima kasih atas segala kasih sayang dan kepeduliannya yang telah membantu penulis untuk tetap melanjutkan pendidikan SMP, SMA hingga jenjang perkuliahan.
2. Kepada tante penulis, **Hasni S.Pd**. Terima kasih atas segala kasih sayang dan kepeduliannya yang telah diberikan kepada penulis maupun terhadap saudara penulis.
3. Kepada sahabat tercinta penulis, **Ainun, Bulan, Liza, Afni**. Terimakasih telah menjadi sahabat terbaik yang senantiasa menjadi pendengar sekaligus memberi nasihat, memberikan semangat dan selalu ada saat penulis membutuhkan.

4. Teman-teman keluarga besar Etos ID, terkhusus **INSTINCT** yang sangat baik, telah menjadi keluarga dan rumah terbaik penulis selama diperantauan dalam menempuh pendidikan Universitas Hasanuddin.
5. Teman-teman Statistika 2018, terkhusus kepada **Andi Sri Yulianti, Nurul Hidayah L, Musdalifa, Isra Rizka Utami, Victor Liman, Kaharuddin** yang sangat baik, senantiasa memberikan bantuan dan solusi sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Kepada kakak-kakak etos makassar, **Kak risma, Kak Ita, Kak Ummi, Kak Eni, Kak Sofyan, Kak Hajirah** (sekaligus mentor penulis) yang telah membantu, membimbing dan memberikan arahan serta memberi motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, semoga segala dukungan dan partisipasi yang diberikan kepada penulis bernilai ibadah disisi Allah *Subhanallahu Wa Ta'ala*.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam skripsi ini, untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis memohon maaf. Akhir kata, semoga tulisan ini memberikan manfaat untuk pembaca.

***Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh***

Makassar, 14 Oktober 2022



Siti Aisyah

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIK**

---

Sebagai civitas akademik Universitas Hasanuddin, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Siti Aisyah  
NIM : H051181017  
Program Studi : Statistika  
Departemen : Statistika  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Hasanuddin **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*Non-exclusive Royalty- Free Right*) atas tugas akhir saya yang berjudul:

**“KINERJA MODEL *EXPONENTIAL* DAN *INTEGRATED GARCH* PADA  
ANALISIS *VALUE AT RISK*  
( Studi Kasus : Indeks Harga Saham Gabungan Pada Masa Sebelum dan  
Selama Pandemi Di Indonesia)”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Terkait dengan hal di atas, maka pihak universitas berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Makassar pada tanggal, 14 Oktober 2022

Yang menyatakan



(Siti Aisyah)

## ABSTRAK

Pandemi *Coronavirus disease* (COVID-19) yang terjadi saat ini berimbas pada bidang perekonomian seperti investasi saham. Setiap investor bertujuan ingin mendapatkan return yang besar, tetapi return yang besar selalu diimbangi dengan resiko yang besar pula. Pengukuran risiko dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Value At Risk* (VaR). Metode ini mengukur kemungkinan kerugian terbesar dalam kondisi pasar yang normal berdasarkan model runtun waktu. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis risiko investasi saham pada Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) periode sebelum (Januari 2019 - Desember 2019) dan selama pandemi Covid-19 (Maret 2020 - Maret 2021). Pemodelan data runtun waktu yang bersifat heteroskedastisitas dan asimetris dapat menggunakan model *Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (EGARCH) dan Model *Integrated Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (IGARCH). Model terbaik yang diperoleh berdasarkan signifikansi parameter dan uji kecocokan model yaitu ARIMA(1,1,1) EGARCH (1,1) untuk periode sebelum pandemi dan ARIMA(2,1,2) EGARCH (1,1) untuk periode selama pandemi. Berdasarkan analisis VaR menggunakan model EGARCH dan IGARCH pada periode sebelum dan selama pandemi dapat disimpulkan bahwa risiko investasi selama pandemi lebih besar daripada periode sebelum pandemi.

**Kata Kunci** : Pandemi Covid-19, Return saham, *Exponential GARCH*, *Integrated GARCH*, *Value at Risk*.

## ABSTRACT

The current Coronavirus disease (COVID-19) pandemic has an impact on the economy, such as stock investment. Every investor aims to get a large return, but a large return is always balanced with a large risk. Risk measurement can be done using the Value At Risk (VaR) method. This method measures the greatest possible loss under normal market conditions based on a time series model. In this study, a stock investment risk analysis will be carried out on the Jakarta Composite Index (JCI) for the period before (January 2019 - December 2019) and during the Covid-19 pandemic (March 2020 - March 2021). Heteroscedasticity and asymmetric time series data modeling can use the Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (EGARCH) model and the Integrated Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (IGARCH) model. The best model obtained based on the significance of the parameters and the model fit test, namely ARIMA(1,1,1) EGARCH (1,1) for the period before the pandemic and ARIMA(2,1,2) EGARCH (1,1) for the period during the pandemic. Based on the VaR analysis using the EGARCH and IGARCH models in the period before and during the pandemic, it can be concluded that the investment risk during the pandemic is greater than the period before the pandemic.

**Keywords** : *Covid-19 pandemic, Stock returns, Exponential GARCH, Integrated GARCH, Value at Risk.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	ix
ABSTRAK .....	x
ABSTRACT.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	3
1.3    Batasan Masalah.....	4
1.4    Tujuan Penelitian.....	4
1.5    Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1    Data Runtun Waktu .....	5
2.2    Investasi dan Return Saham .....	5
2.3    Volatilitas .....	6
2.4    Stasioneritas.....	6
2.5    Model <i>Autoregressive</i> .....	7

2.6	Model <i>Moving Average</i> .....	7
2.7	Model <i>Autoregressive Moving Average</i> .....	8
2.8	Prosedur Pembentukan ARMA .....	8
2.9	Pengujian Diagnostik Model .....	9
2.9.1	Uji Signifikansi Parameter .....	9
2.9.2	Uji sisaan <i>white noise</i> .....	9
2.9.3	Uji Normalitas Sisaan .....	10
2.10	Uji <i>Lagrange-Multiplier</i> .....	11
2.11	Model GARCH dan <i>Integrated</i> GARCH .....	11
2.12	Uji Efek Asimetris .....	12
2.13	Model <i>Exponential</i> GARCH .....	13
2.14	Pemilihan Model Terbaik .....	14
2.15	Akurasi Prediksi .....	14
2.16	Pengukuran <i>Value at Risk</i> .....	15
BAB III METODE PENELITIAN.....		16
3.1	Sumber Data .....	16
3.2	Variabel Penelitian .....	16
3.3	Tahapan Analisis .....	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		18
4.1	Statistika Deskriptif Harga dan Return Saham.....	18
4.1.1	Harga Penutupan Saham .....	18
4.1.2	Return Saham .....	18
4.2	Identifikasi Model ARIMA .....	21
4.3	Pemodelan GARCH dan <i>Integrated</i> GARCH.....	25
4.4	<i>Exponential</i> GARCH.....	29
4.4.1	Uji Efek Asimetris.....	29

4.4.2	Pemodelan <i>Exponential</i> GARCH.....	30
4.5	Uji Validitas Model .....	34
4.7	Analisis <i>Value at Risk</i> .....	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		39
3.1	Kesimpulan.....	39
3.2	Saran .....	39
DAFTAR PUSTAKA .....		40

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b> Tabel Identifikasi Model ARIMA.....	9
<b>Tabel 2.2.</b> Signifikansi MAPE .....	15
<b>Tabel 4.1.</b> Stastistik deskriptif harga penutupan saham .....	19
<b>Tabel 4.2.</b> Hasil uji stasioner harga penutupan saham .....	19
<b>Tabel 4.3.</b> Hasil Uji stasioner data return saham.....	20
<b>Tabel 4.4.</b> Ringkasan statistik deskriptif return saham.....	21
<b>Tabel 4.5.</b> Identifikasi model ARIMA sebelum pandemi .....	22
<b>Tabel 4.6.</b> Identifikasi model ARIMA selama pandemi .....	23
<b>Tabel 4.7.</b> Uji diagnostik model ARIMA terbaik.....	24
<b>Tabel 4.8.</b> Identifikasi model IGARCH periode sebelum pandemi .....	26
<b>Tabel 4.9.</b> Identifikasi model IGARCH periode selama pandemi .....	27
<b>Tabel 4.10.</b> Uji diagnostik model IGARCH terbaik.....	28
<b>Tabel 4.11.</b> Identifikasi model EGARCH periode sebelum pandemi .....	30
<b>Tabel 4.12.</b> Identifikasi model EGARCH periode selama pandemi .....	32
<b>Tabel 4.13.</b> Uji diagnostik model EGARCH terbaik.....	33
<b>Tabel 4.14.</b> Hasil perhitungan nilai MAPE dan RMSEP .....	35
<b>Tabel 4.15.</b> Peramalan nilai mean dan variansi return saham EGARCH.....	36
<b>Tabel 4.16.</b> Hasil analisis VaR model EGARCH.....	37
<b>Tabel 4.17.</b> Peramalan nilai mean dan variansi return saham IGARCH.....	37
<b>Tabel 4.18.</b> Hasil analisis VaR model IGARCH.....	38

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 4.1.</b> Harga saham sebelum dan selama pandemi .....	18
<b>Gambar 4.2.</b> Return saham sebelum dan selama pandemi .....	20
<b>Gambar 4.3.</b> Grafik skewness dan kurtosis return saham.....	21
<b>Gambar 4.4.</b> ACF PACF return saham sebelum pandemi.....	21
<b>Gambar 4.5.</b> ACF PACF return saham selama pandemi .....	23
<b>Gambar 4.6.</b> Kenormalan sisaan ARIMA sebelum dan selama pandemi .....	25
<b>Gambar 4.7.</b> Kenormalan sisaan IGARCH sebelum dan selama pandemi .....	29
<b>Gambar 4.8.</b> Cross correlation kuadrat sisaan dengan lag sisaan.....	30
<b>Gambar 4.9.</b> Efek asimetris sebelum dan selama pandemi .....	34
<b>Gambar 4.9.</b> Plot perbandingan data aktual dan peramalan model .....	35

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Data saham sebelum dan selama pandemi.....	43
<b>Lampiran 2.</b> Uji diagnostik model ARIMA .....	45
<b>Lampiran 3.</b> Identifikasi model GARCH .....	46
<b>Lampiran 4.</b> Plot hasil uji normalitas EGARCH.....	48
<b>Lampiran 5.</b> Peramalan <i>mean</i> dan variansi model IGARCH dan EGARCH.....	46
<b>Lampiran 6.</b> Perbandingan data aktual dan peramalan harga penutupan saham.	48

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pandemi *Coronavirus disease* (COVID-19) yang terjadi saat ini berimbas pada banyak bidang kehidupan manusia. Terkhusus dalam bidang ekonomi, pandemi tidak hanya menyelimuti masalah pada sektor riil saja melainkan juga berimbas pada sektor keuangan. Dalam lingkungan keuangan di tengah pandemi COVID-19, investor harus berhati-hati melakukan investasi yang holistik dan beragam, sebab bursa saham di seluruh dunia rata-rata mengalami penurunan (Collins, 2020). Berdasarkan perkembangan pada Bursa Efek Indonesia (BEI) bahwa Indeks Harga Saham Gabungan (IHSG) mencapai titik terendah pada Maret 2020 selama lima tahun terakhir yakni pada angka sekitar 3.938 yang secara internal dipengaruhi kondisi pandemi COVID-19 di dalam negeri (Junaedi, 2020).

Investasi merupakan penanaman satu atau lebih aset dengan harapan mendapatkan return yang tinggi. Return dan Risiko merupakan dua hal yang sangat penting dalam berinvestasi. Volatilitas merupakan variansi dari return saham sehingga volatilitas sangat penting dalam manajemen risiko dan pembentukan harga saham (Engle, 1982). Salah satu alat analisis manajemen risiko adalah *Value at Risk* untuk mengestimasi kerugian maksimum yang mungkin terjadi pada suatu investasi dengan tingkat kepercayaan tertentu (Best, 1998). Peramalan volatilitas return saham sangat penting dalam memberikan dasar yang lebih baik bagi perencanaan dan pengambilan keputusan investor. Salah satu metode yang sering digunakan untuk memodelkan data runtun waktu yaitu *autoregressive integrated moving average* (ARIMA). Akan tetapi, pada data yang memiliki fluktuasi tinggi seperti data saham harian seringkali model ARIMA menghasilkan ragam sisaan yang tidak homogen.

Engle (1982) memperkenalkan model *autoregressive conditional heteroscedasticity* (ARCH) untuk mengatasi data yang memiliki efek heteroskedastisitas dengan memodelkan fungsi rata-rata dan fungsi ragam secara simultan. Pada data finansial dengan tingkat volatilitas yang lebih besar, ARCH memerlukan orde yang besar dalam memodelkan ragamnya (Untari dkk., 2009). Oleh karena itu, model ARCH digeneralisasikan oleh Bollerslev (1986) yang

dikenal dengan *generalized* ARCH (GARCH) dengan menyediakan kerangka kerja yang lebih fleksibel untuk menangkap adanya sifat volatilitas pada data. GARCH memodelkan variansi tidak hanya terfokus pada sisaan masa lalu namun juga pada variansi sisaannya.

Model ARCH dan GARCH tidak selalu dapat menangkap secara penuh adanya akar unit dengan frekuensi tinggi, sehingga sangat sulit untuk memberikan keputusan kapan suatu pelaku saham akan memposisikan dirinya sebagai pembeli atau penjual. Francq dan Zakoian (1993) menemukan model *Integrated* GARCH (IGARCH) yang dapat menutupi kelemahan model GARCH yang terdapat akar unit. Engle (2001) dan Bollerslev (1986) menyatakan IGARCH (p,q) adalah tipe khusus dari model GARCH (p,q). Model ini cukup efektif digunakan karena sebagian besar model data deret waktu keuangan memiliki koefisien ragam yang jumlahnya sama dengan satu. Model IGARCH ketika  $\alpha_i + \beta_j = 1$ , dimana  $\alpha_i$  adalah koefisien sisaan dan  $\beta_j$  adalah koefisien ragam sisaan yang bertindak seperti proses akar unit sehingga akan tetap menjaga keutuhan model ragam bersyarat tersebut.

Data finansial yang memiliki perbedaan besarnya perubahan pada volatilitas ketika terjadi pergerakan nilai return disebut dengan efek *leverage*. Keasimetrisan yang terjadi berupa korelasi negatif atau positif antara nilai return sekarang dengan volatilitas yang akan datang. Korelasi negatif antara nilai return dengan perubahan volatilitasnya yaitu kecenderungan volatilitas menurun ketika return naik dan kecenderungan volatilitas meningkat maka return menurun (Enders, 1995). Keterbatasan model GARCH ini juga dapat diatasi dengan menggunakan model asimetri GARCH, salah satunya yaitu model *exponential* GARCH (EGARCH). Nelson (1991) melakukan pemodelan dengan menggunakan transformasi eksponen untuk varian yang tidak konstan. Eksponensial yang ada pada model EGARCH memastikan ragam bersyaratnya akan selalu bernilai positif walaupun nilai parameter yang dihasilkan negatif sehingga tidak diperlukan pembatasan asumsi non-negatif parameter pada model.

Metode peramalan nilai risiko terhadap masalah yang mengandung heteroskeastisitas dan efek asimetris sangatlah diperlukan untuk para investor dapat mengambil keputusan terhadap aset yang akan diinvestasikan. Berdasarkan

penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, Dwipa (2016) melakukan peramalan *Value at Risk* (VaR) dengan model I-GARCH pada return IHSG yang menunjukkan hasil pemodelan terbaik yaitu model IGARCH (1,1) dalam menggambarkan data berdasarkan nilai *log likelihood* yang paling besar dengan nilai kriteria paling minimum. Agusti (2018) menganalisis risiko investasi saham menggunakan pendekatan metode EGARCH yang mana dapat mengatasi data asimetris. Qamruzzam (2015) dan Freedi dkk (2011) memodelkan volatilitas return saham dengan menggunakan berbagai model GARCH. Perbandingan model difokuskan pada aspek yang berbeda, yakni perbedaan antara simetris dan asimetris GARCH. Mubarokah dkk (2020) menduga nilai VaR dengan menggunakan model GARCH pada data continuous return dari kurs nilai tukar rupiah.

Pentingnya menganalisis pengaruh dampak virus pandemi COVID-19 terhadap sektor pasar saham dan perekonomian membuat acuan dalam beberapa perusahaan dan pemerintahan dalam mengatur arus dana asing supaya angka indeks dan nilai perekonomian tetap stabil. Pergerakan kondisi saham sebelum terjadi pandemi berbeda dengan yang terjadi selama pandemi. Penelitian ini dilakukan untuk melihat seberapa besar faktor pengaruh dari COVID-19 terhadap IHSG di Indonesia. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan analisis data untuk melihat bagaimana *Value at Risk* pergerakan IHSG di Indonesia sebelum terjadi pandemi dan pada selama terjadi pandemi COVID-19 dengan menggunakan model EGARCH dan IGARCH.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka masalah yang akan dikaji pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menentukan model peramalan dengan metode EGARCH dan IGARCH dalam menganalisis *Value at Risk* suatu Investasi.
2. Bagaimana perbandingan besarnya nilai *Value at Risk* investasi pada pergerakan IHSG di Indonesia sebelum terjadi pandemi dan selama terjadi pandemi COVID - 19.

### **1.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan uraian rumusan masalah, batasan masalah yang diberikan pada penelitian ini adalah:

1. Data yang digunakan adalah data Indeks Harga Saham Gabungan frekuensi harian periode sebelum terjadi pandemi (Januari 2019– Desember 2019) dan selama terjadi pandemi (Maret 2020- Maret 2021).
2. Data yang digunakan merupakan data yang heteroskedastisitas dan asimetris.
3. Dalam penelitian ini hanya melibatkan return saham saja, sedangkan faktor-faktor lain tidak dilibatkan.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan permasalahan dan pertanyaan yang diajukan, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membentuk model peramalan terbaik menggunakan metode EGARCH dan IGARCH untuk menganalisis *Value at Risk* suatu investasi.
2. Menentukan taksiran besarnya *Value at Risk* IHSG sebelum terjadi pandemi (Januari 2019– Desember 2019) dan selama terjadi pandemi (Maret 2020- Maret 2021).

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Peneliti mengharapkan penelitian ini berguna bagi pihak yang membutuhkan diantaranya:

1. Bagi investor  
Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan masukan terhadap investor dalam mengambil keputusan investasi.
2. Bagi mahasiswa dan peneliti
  - a. Sebagai salah satu syarat kelulusan mencapai derajat sarjana S1.
  - b. Sebagai bahan informasi dan pengembangan selanjutnya.
  - c. Sebagai salah satu bahan pengetahuan mengenai analisis *Value at Risk* menggunakan pendekatan model EGARCH dan IGARCH.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Data Runtun Waktu

Data runtun waktu adalah barisan data yang diobservasi menurut urutan waktu. Asumsi yang harus diperhatikan dalam deret waktu adalah pengamatan data harus dalam interval waktu yang sama dan antar urutan waktu untuk data yang berdekatan saling berkorelasi (Cryer dan Chan,2008). Pada umumnya tujuan dari analisis data deret waktu yaitu untuk mengetahui atau memodelkan mekanisme stokastik yang telah di observasi dan yang kedua adalah untuk meramalkan data di masa depan.

### 2.2 Investasi dan *Return* Saham

Investasi adalah komitmen atas sejumlah dana atau sumber daya lainnya yang dilakukan pada saat ini dengan tujuan memperoleh sejumlah keuntungan dimasa mendatang (Tendelilin, 2001). Sedangkan menurut Sukirno (2003) menyebutkan kegiatan investasi yang dilakukan oleh masyarakat secara terus menerus akan meningkatkan kegiatan ekonomi dan kesempatan kerja, meningkatkan pendapatan nasional dan meningkatkan taraf kemakmuran masyarakat. Seseorang terlibat dalam jual beli saham tidak terlepas dari adanya keuntungan yang diperoleh dari saham tersebut. Adapun nilai keuntungan dari saham ini ditandai dengan besarnya nilai return yang diperoleh. Return suatu saham merupakan hasil yang diperoleh dari investasi dengan cara menghitung selisih harga penutupan saham periode berjalan dengan periode sebelumnya yang mengabaikan deviden, nilai return dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Tsay 2005):

$$X_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} = \ln P_t - \ln P_{t-1} \quad (2.1)$$

dengan :

$X_t$  : Return

$P_t$  : Harga penutupan saham pada waktu ke-(t)

$P_{t-1}$  : Harga penutupan saham pada waktu ke- (t-1)

### 2.3 Volatilitas

Volatilitas digunakan sebagai salah satu ukuran untuk melihat seberapa besar fluktuasi yang terjadi pada return saham. Perhitungan besarnya volatilitas ke- $t$  dinyatakan sebagai berikut (Hull,2012):

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2} \quad (2.2)$$

dengan :

$\sigma_t$  : volatilitas saat  $t$

$n$  : banyaknya pengamatan

$X_t$  : return

$\bar{X}$  : rata-rata return

$t$  : waktu

### 2.4 Stasioneritas

Saham merupakan data runtun waktu, kestasioneran dalam rata-rata dan variansi harus terpenuhi. Stasioneritas berarti tidak ada perubahan data yang cukup berarti. Fluktuasi data berada disekitar suatu nilai rata-rata yang konstan, tidak tergantung pada waktu dan variansi dari fluktuasi tersebut (Wei,2006). Definisi secara matematis, untuk  $\{X_t\}$  proses stokastik akan stasioner jika *mean* dan variansi konstan dari waktu ke waktu (Cryer dan Chan, 2008).

Salah satu uji yang paling sering digunakan untuk mengecek kestasioneran dari suatu data adalah uji *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) dengan cara melihat apakah terdapat akar unit didalam model atau tidak.

Hipotesis yang digunakan dalam uji ADF adalah (Tsay, 2005):

$H_0$  : Terdapat akar unit sehingga data tidak stasioner

$H_1$  : Tidak terdapat akar unit sehingga data sudah stasioner

Statistik Uji dari ADF adalah statistik-t dari penduga koefisien  $\alpha$  dari metode regresi kuadrat terkecil (Cryer dan Chan,2008). Statistik uji ADF sebagai berikut:

$$ADF\ Test = \frac{\hat{\alpha}}{SE(\hat{\alpha})} \quad (2.3)$$

dengan  $\hat{\alpha}$  adalah penduga dari koefisien  $\alpha$  dan  $SE(\hat{\alpha})$  adalah nilai *standard error* dari  $\hat{\alpha}$ . Tolak  $H_0$ , jika ADF *test* lebih kecil dibandingkan nilai kritisnya atau

$P_{value} < \alpha$ , sehingga  $x_t$  adalah proses stasioner. Jika data tidak stasioner dalam rata-rata maka diatasi dengan melakukan *differencing*.

## 2.5 Model Autoregressive

Model *autoregressive* (AR) adalah model yang menggambarkan bahwa variabel dependen dipengaruhi oleh variabel dependen itu sendiri. Orde dari model AR (yang diberi notasi p) ditentukan oleh jumlah periode variabel independen yang masuk dalam model. Bentuk umum persamaan model AR (p) adalah sebagai berikut (Aritonang, 2009):

$$\phi_p(B)X_t = \mu + \varepsilon_t$$

$$X_t = \mu + \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.4)$$

dengan:

$X_t$  : observasi deret waktu ke-t yang stasioner

$\mu$  : rata-rata umum

$\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$  : koefisien model *autoregressive*

$X_{t-k}$  : observasi pada waktu ke  $t - k$ , untuk  $k = 1, 2, \dots, p$

$\varepsilon_t$  : sisaan waktu ke - t

## 2.6 Model Moving Average

*Moving Average* (MA) digunakan untuk menjelaskan suatu fenomena bahwa suatu observasi pada waktu  $t$  dinyatakan sebagai kombinasi linear dari sejumlah acak. Perbedaan model *moving average* dengan model *autoregressive* terletak pada jenis variabel independen. Variabel independen pada model *autoregressive* merupakan nilai sebelumnya (*lag*) dari variabel dependen ( $X_t$ ) itu sendiri, maka pada model *moving average* sebagai variabel independennya adalah nilai sisaan pada periode sebelumnya. Bentuk umum persamaan model MA (q) adalah sebagai berikut (Sugiarto dan Harijono, 2000):

$$X_t = \mu + \theta_q(B)\varepsilon_t$$

$$X_t = \mu + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.5)$$

dengan:

- $X_t$  : observasi deret waktu ke-t yang stasioner  
 $\mu$  : rata-rata umum  
 $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_3$  : koefisien model *moving average*  
 $\varepsilon_{t-k}$  : sisaan pada waktu ke  $t - k$ , untuk  $k = 1, 2, \dots, q$   
 $\varepsilon_t$  : sisaan waktu ke  $t$

## 2.7 Model Autoregressive Moving Average

Jika kita mengasumsikan bahwa deret waktu yang kita punya merupakan sebagian AR(p) murni dan MA (q) murni disebut juga deret waktu. Proses ini dinamakan ARMA (p,q). Model ARMA dapat ditulis dengan persamaan dibawah ini (Aritonang,2009):

$$\begin{aligned}\phi_p(B)X_t &= \mu + \theta_q(B)\varepsilon_t \\ (1 - \phi_1B - \phi_2B^2 - \dots - \phi_pB^p)X_t &= \mu + (1 - \theta_1B - \theta_2B^2 - \dots - \theta_qB^q)\varepsilon_t \\ X_t &= \mu + \phi_1X_{t-1} + \dots + \phi_pX_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1\varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q\varepsilon_{t-q}\end{aligned}\quad (2.6)$$

dimana,  $X_t$  adalah kombinasi dari model AR(p) dan MA(q),  $X_{t-p}$  dan  $\varepsilon_{t-q}$  adalah koefisien model, sedangkan p dan q merupakan orde dari model ARMA.

## 2.8 Prosedur Pembentukan ARMA

Prosedur dalam pembentukan proses ARMA terdiri dari beberapa tahap, yaitu identifikasi model ARMA, estimasi model ARMA, dan uji diagnosis model terhadap sisaan ARMA yang diperoleh agar dapat memasuki tahap berikutnya. Untuk mengidentifikasi model ARMA dapat menggunakan beberapa cara. Cara pertama yang digunakan untuk identifikasi model ARMA dapat dengan melihat plot ACF dan PACF. ACF berfungsi untuk mengukur korelasi antar pengamatan dengan jeda k, sedangkan PACF mengukur korelasi dengan jeda k dan mengontrol korelasi antar dua pengamatan dengan jeda kurang dari k (Kelikume dan Salami, 2014). Identifikasi model ARMA (p,q) menggunakan plot ACF dan PACF dengan kriteria berikut ini (Cryer dan Chan, 2008) :

**Tabel 2.1.** Tabel identifikasi model ARMA

Plot	AR(p)	MA(q)	ARMA(p,q)	AR(p) atau MA(q)
ACF	<i>Tails off</i>	<i>Cuts off</i> setelah lag ke p	<i>Tails off</i>	<i>Cuts off</i> setelah lag ke p
PACF	<i>Cuts off</i> setelah lag ke p	<i>Tails off</i>	<i>Tails off</i>	<i>Cuts off</i> setelah lag ke p

## 2.9 Pengujian Diagnostik Model

Pemeriksaan diagnostik dapat dibagi dalam dua bagian, yaitu uji signifikansi parameter dan uji kesesuaian model meliputi uji asumsi *white noise* dan distribusi normal.

### 2.9.1 Uji Signifikansi Parameter

Model yang baik dapat menggambarkan suatu kejadian adalah model yang salah satunya menunjukkan bahwa penaksiran parameternya signifikan berbeda dengan nol. Secara umum, misalkan  $\theta$  adalah suatu parameter pada model dan  $\hat{\theta}$  adalah nilai taksiran dari parameter tersebut, serta  $SE(\hat{\theta})$  adalah standar *error* dari nilai taksiran  $\hat{\theta}$ , maka uji signifikansi parameter dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut (Tsay,2002):

Hipotesis:

$H_0: \hat{\theta} = 0$  (parameter tidak signifikan)

$H_1: \hat{\theta} \neq 0$  (parameter signifikan)

Statistik uji :

$$t_{hit} = \frac{\hat{\theta}}{SE(\hat{\theta})} \sim t_{\alpha/2}; df = n - n_p \quad (2.7)$$

Kriteria uji:

Tolak  $H_0$  jika  $|t_{hit}| > t_{\alpha/2}; df = n - n_p$ ,  $n_p$  = banyaknya parameter atau tolak  $H_0$  jika  $P_{value} < \alpha$ .

### 2.9.2 Uji sisaan *white noise*

Sisaan dari suatu model dikatakan telah *white noise* apabila antar sisaan saling independen. Uji *white noise* dapat dilakukan dengan menggunakan statistik uji *Ljung-Box* (Panjaitan dkk., 2018).

Hipotesis:

$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$  (tidak terdapat autokorelasi di dalam sisaan sampai lag-k)

$H_1$ : minimal ada satu  $\rho_k \neq 0$  ( $k = 1, 2, \dots, k$ ) (terdapat autokorelasi di dalam sisaan paling tidak pada sebuah lag)

Statistik uji *Ljung-Box* :

$$Q = n(n+2) \sum_{t=1}^k \frac{\hat{\rho}_t^2}{(n-t)} \sim \chi_{(a;k)}^2 \quad (2.8)$$

dengan  $n$  adalah jumlah sampel,  $\hat{\rho}_t$  adalah autokorelasi data sampel pada lag ke- $t$  dan  $k$  adalah lag terbesar yang diuji. Kaidah keputusannya yaitu tolak  $H_0$  jika paling sedikit ada satu  $Q > \chi_{(a;k)}^2$  atau  $P_{value} < \alpha$ , yang memiliki arti bahwa sisaan tidak *white noise*.

### 2.9.3 Uji Normalitas Sisaan

Uji normalitas merupakan sebuah uji yang dilakukan untuk memastikan bahwa sebaran data yang akan digunakan pada penelitian telah mengikuti distribusi normal. Salah satu uji normalitas yang dapat digunakan yaitu uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan hipotesis dan statistik uji pada persamaan berikut (Massey, 1951):

Hipotesis:

$H_0$  : Sisaan berdistribusi normal

$H_1$  : Sisaan tidak berdistribusi normal

Statistik uji:

$$D_{hit} = \max |F_s(x) - F_t(x)| \sim \chi_{(a;n)}^2 \quad (2.9)$$

$$F_s(x) = \frac{f_{kum}}{n}$$

dengan:

$F_s(x)$  : distribusi frekuensi kumulatif dari data

$F_t(x)$  : probabilitas kumulatif distribusi normalitas untuk nilai yang teramati

$D_{hit}$  : deviasi maksimum

$\chi_{(a;n)}^2$  : nilai kritis uji *Kolmogorov-Smirnov* yang berdistribusi *Chi Square*

$f_{kum}$  : frekuensi kumulatif ke- $i$

$n$  : jumlah data

Taraf Signifikansi :

$$\alpha = 0,05$$

Kriteria Pengujian:

Jika nilai  $D_{hit} < \chi^2_{(a;n)}$  atau  $P_{value} > \alpha$ , maka  $H_0$  diterima yang berarti bahwa sebaran data berdistribusi normal.

## 2.10 Uji Lagrange-Multiplier

Model ARCH dan GARCH digunakan apabila varian dalam model terdapat varian yang tidak konstan (*heteroscedasticity*). Untuk mengecek ada tidaknya efek ARCH, dapat dilakukan menggunakan statistik uji *Lagrange-Multiplier* (LM) yang dikembangkan oleh Engle (Tsay,2002).

Hipotesis:

$$H_0 : \alpha_1 = \dots = \alpha_k = 0 \text{ (tidak terdapat efek ARCH)}$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } i \text{ dengan } \alpha_i \neq 0, i = 1, 2, \dots, k \text{ (terdapat efek ARCH)}$$

Statistik uji didefinisikan sebagai :

$$LM = nR^2 \sim \chi^2_{(\alpha/2,m)} \quad (2.10)$$

dimana  $n$  adalah ukuran sampel,  $R^2$  adalah koefisien determinasi, dan  $m$  adalah jumlah parameter yang diestimasi. Kaidah keputusannya adalah tolak  $H_0$  jika nilai  $LM > \chi^2_{(\alpha/2,m)}$  atau  $P_{value} < \alpha$  yang berarti terdapat efek ARCH-GARCH dalam *sisaan*.

## 2.11 Model GARCH dan Integrated GARCH

Bollerslev dan Taylor (1986) mengembangkan model ARCH kedalam model yang lebih umum yang dikenal sebagai GARCH. Secara matematis, model GARCH(p,q) dapat dibuat dalam persamaan berikut:

$$\begin{aligned} \sigma_t^2 &= \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_j \sigma_{t-j}^2 \\ \sigma_t^2 &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \end{aligned} \quad (2.11)$$

Akan tetapi, model ARCH-GARCH tidak selalu dapat menangkap secara penuh adanya akar unit dengan frekuensi tinggi. *Integrated GARCH* (IGARCH) digunakan apabila dalam model GARCH terdapat akar unit. Menurut Francq dan Zakoian (2010) bentuk umum model IGARCH(p,q) sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2$$

dimana, 
$$\sum_{i=1}^p \alpha_i + \sum_{j=1}^q \beta_j = 1 \quad (2.12)$$

dengan :

$\sigma_t^2$  : Ragam bersyarat dugaan pada waktu ke- $t$

$\alpha_0$  : komponen konstanta

$\alpha_i$  : parameter ke- $i$  dari ARCH

$\varepsilon_{t-i}^2$  : kuadrat dari sisaan pada waktu ke  $(t-i)$ , untuk  $i = 1, 2, \dots, p$

$\beta_j$  : parameter ke- $j$  dari GARCH

$\sigma_{t-j}^2$  : variansi dari sisaan pada waktu ke  $(t-j)$ , untuk  $j = 1, 2, \dots, q$

Jumlah parameter  $\alpha_i$  dan  $\beta_j$  sama dengan satu merupakan syarat yang menunjukkan bahwa parameter yang akan diestimasi memiliki masalah ketidakstasioneran. Pada model GARCH pengaruh kondisi variansi pada sisi positif dan negatif adalah simetris. Sehingga model GARCH tidak mampu menjelaskan *leverage effects* pada data.

## 2.12 Uji Efek Asimetris

Sebelum melakukan pemodelan EGARCH perlu dilakukan pemeriksaan pengaruh efek asimetris, salah satu caranya adalah data runtun waktu dimodelkan kedalam model GARCH terlebih dahulu kemudian dilihat korelasi antara  $\varepsilon_t^2$  (sisaan kuadrat) dengan  $\varepsilon_t$  (*lag* sisaan) dengan menggunakan korelasi silang. Adanya efek asimetris ditandai dengan nilai korelasi yang tidak sama dengan nol (Tagliafichi, 2011). Kriteria pengujiannya juga dapat dilihat pada plot korelasi silang, jika terdapat pola *cuts off lag* maka nilai *cross correlation* berbeda signifikan dengan nol yang artinya memberi pengaruh asimetris terhadap volatilitas. Pengaruh asimetris pada model *Exponential* GARCH dapat dideteksi dengan melihat nilai koefisien  $\gamma_k$ . Jika nilai koefisien  $\gamma_k$  tidak sama dengan nol, hal ini menandakan terdapat pengaruh asimetris pada data. Sedangkan kehadiran efek *leverage* pada data dapat dilihat bila nilai koefisien  $\gamma_k$  lebih kecil dari nol (Angabini dan Wasiuzzaman, 2011).

### 2.13 Model *Exponential* GARCH

Model GARCH seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.11 merupakan suatu fungsi dari volatilitas dan kuadrat sisaan dari beberapa periode sebelumnya, sehingga sisaan negatif dan positif mempunyai pengaruh yang sama terhadap volatilitas. *Exponential* GARCH (EGARCH) merupakan suatu model ekstensi dari model GARCH. Korelasi negatif antara perubahan volatilitas dengan nilai return, kecenderungan volatilitas mengalami kenaikan ketika return negatif dan akan mengalami penurunan ketika return positif disebut efek *leverage* (Enders, 2004). Keadaan yang disebut *leverage effect* ini ditangkap oleh model *Exponential* GARCH. Untuk memperhitungkan efek asimetris antara sisaan negatif dan sisaan positif, Nelson (1991) mempertimbangkan inovasi terboboti (*weighted innovation*):

$$g(\varepsilon_t) = \theta \varepsilon_t + \gamma [|\varepsilon_t| - E(|\varepsilon_t|)] \quad (2.13)$$

dengan  $\theta$  dan  $\gamma$  adalah konstanta riil,  $\varepsilon_t$  dan  $|\varepsilon_t| - E(|\varepsilon_t|)$  adalah barisan berdistribusi *identic independent* dengan rata-rata nol dan kontinu. Dengan demikian,  $E[g(|\varepsilon_t|)] = 0$ . Efek asimetris dari  $g(\varepsilon_t)$  dapat dilihat dengan menuliskan persamaan 2.13 menjadi:

$$g(\varepsilon_t) = \begin{cases} (\theta + \gamma)\varepsilon_t - \gamma E(|\varepsilon_t|), & \varepsilon_t \geq 0 \\ (\theta - \gamma)\varepsilon_t - \gamma E(|\varepsilon_t|), & \varepsilon_t < 0 \end{cases} \quad (2.14)$$

Persamaan 2.14 mewakili proses rata-rata nol, dengan konstanta  $\theta$  dan  $\gamma$ . Untuk nilai  $\varepsilon_t$  positif,  $g$  adalah fungsi linier dengan koefisien kemiringan  $\theta + \gamma$ . Sedangkan untuk  $\varepsilon_t$  negatif,  $g$  adalah fungsi linier dengan koefisien kemiringan  $\theta - \gamma$ . Secara umum, model ragam EGARCH(p,q) didefinisikan sebagai berikut (Nelson, 1991):

$$\ln \sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \beta_i \ln \sigma_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \alpha_j \ln \frac{\varepsilon_{t-j}}{\sigma_{t-j}} + \sum_{j=1}^p \gamma_j \left[ \left| \frac{\varepsilon_{t-j}}{\sigma_{t-j}} \right| \right] \quad (2.15)$$

dengan:

- $\sigma_t^2$  : variansi dari sisaan pada waktu ke- $t$
- $\alpha_0$  : komponen konstanta
- $\alpha_j$  : parameter ke- $j$  dari ARCH

$\varepsilon_{t-j}$  : sisaan terstandarisasi pada waktu ke( $t-j$ )

$\beta_i$  : parameter ke- $i$  dari GARCH

$\sigma_{t-i}^2$  : variansi dari sisaan pada waktu ke ( $t-i$ )

$\gamma_j$  : parameter *leverage effect*

Persamaan (2.15) memiliki dua unsur yaitu *magnitude effect*  $\left| \frac{\varepsilon_{t-j}}{\sigma_{t-j}} \right|$  yang menunjukkan besarnya pengaruh volatilitas pada periode  $t-j$  terhadap varian saat ini dan *sign effect*  $\frac{\varepsilon_{t-j}}{\sigma_{t-j}}$  yang menunjukkan perbedaan pengaruh sisaan positif dan sisaan negatif pada periode  $t-j$  terhadap varian saat ini.

## 2.14 Pemilihan Model Terbaik

Salah satu kriteria untuk menentukan model terbaik adalah *Akaike's Information Criterion* (AIC). Model yang terbaik adalah model yang memiliki nilai AIC yang minimal. Rumus untuk memperoleh nilai AIC ditulis sebagai berikut (Rosadi,2011):

$$AIC = n \log \left( \frac{SSR}{n} \right) + 2m \quad (2.16)$$

dengan  $n$  adalah ukuran sampel,  $SSR = \sum_{t=1}^n \hat{\varepsilon}_t^2$  dan  $m$  adalah jumlah parameter pada model.

## 2.15 Akurasi Prediksi

Akurasi menunjukkan seberapa dekat model memprediksikan dengan data aktual. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) adalah nilai rata – rata perbedaan absolut yang ada diantara nilai hasil peramalan dan nilai aktual yang disebutkan sebagai hasil persentasi dari nilai aktual. *Root Mean Square Error of Prediction* (RMSEP) merupakan metode alternatif untuk mengevaluasi model yang digunakan dalam peramalan untuk mengukur tingkat akurasi hasil perkiraan dari model tersebut. RMSEP merupakan nilai rata-rata kuadrat dari jumlah kesalahan pada model prediksi. Penggunaan MAPE dan RMSEP pada evaluasi dari hasil peramalan dapat melihat tingkat akurasi hasil peramalan dan nilai aktual. Berikut adalah rumusan untuk menghitung MAPE dan RMSEP (Tsay, 2005):

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - \hat{X}_t}{X_t} \right| \times 100\% \quad (2.17)$$

$$RMSEP = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (X_t - \hat{X}_t)^2} \quad (2.18)$$

dengan  $n$  adalah jumlah data,  $X_t$  merupakan nilai aktual dan  $\hat{X}_t$  nilai hasil peramalan. RMSEP merupakan besarnya tingkat kesalahan hasil prediksi, dimana semakin kecil (mendekati 0) nilai RMSEP maka hasil prediksi akan semakin akurat. Sedangkan kriteria MAPE dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel. 2.2** Signifikansi MAPE

MAPE	Signifikansi
<10%	Kemampuan proyeksi sangat baik
10% - 20%	Kemampuan proyeksi baik
20% - 50%	Kemampuan proyeksi cukup baik
>50%	Kemampuan proyeksi buruk

(Sumber: Maricar, 2019)

### 2.16 Pengukuran *Value at Risk*

Menurut Ruppert (2011), Var didefinisikan sebagai batas risiko pasar yang dapat diduga sedemikian sehingga kerugian selama selang waktu pengamatan tertentu dibawah batas kerugian tersebut, dengan tingkat kepercayaan yang sudah ditetapkan. VaR menggunakan dua parameter yakni selang waktu pengamatan (*horizon*) dan tingkat kepercayaan (*confidence level*). VaR dapat digunakan untuk mengestimasi risiko dalam berbagai waktu, mulai dari harian, mingguan, dan bulanan. VaR pada umumnya ditulis dalam bentuk  $VaR(\alpha)$  atau  $VaR(\alpha, t)$  yang mengindikasikan bahwa VaR bergantung pada  $\alpha$  dan  $t$  dengan estimasi sebagai berikut (Longerstaey dan More, 1995) :

$$VaR(\alpha, t) = (-S) \times \left( \hat{\mu}_{t+1} + \frac{t_{\hat{\nu}}(1-\alpha)}{\sqrt{\frac{\hat{\nu}}{(\hat{\nu}-2)}}} \hat{\sigma}_{t+1} \right) \quad (2.19)$$

dengan :

- $S$  : besar investasi
- $t_{\hat{\nu}}(1 - \alpha)$  : nilai kritis yang sesuai dari *quantile*  $(1 - \alpha)$
- $\hat{\nu}$  : derajat kebebasan
- $\hat{\sigma}_{t+1}$  : variansi pada waktu  $t+1$
- $\hat{\mu}_{t+1}$  : *Mean* pada waktu  $t+1$