

**SIMULASI MONTE CARLO UNTUK PERHITUNGAN *VALUE AT RISK*
PADA MODEL *GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL
HETEROSCEDASTIC IN MEAN***

SKRIPSI

**OLEH
AULIA RIZKY NURHIDAYAH
NIM. 12610001**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2016**

**SIMULASI MONTE CARLO UNTUK PERHITUNGAN VALUE AT RISK
PADA MODEL *GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL
HETEROSCEDASTIC IN MEAN***

SKRIPSI

**Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh
Aulia Rizky Nurhidayah
NIM. 12610001**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2016**

**SIMULASI MONTE CARLO UNTUK PERHITUNGAN *VALUE AT RISK*
PADA MODEL *GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL
HETEROSCEDASTIC IN MEAN***

SKRIPSI

Oleh
Aulia Rizky Nurhidayah
NIM. 12610001

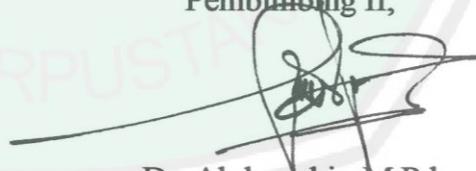
Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal 28 Juni 2016

Pembimbing I,



Abdul Aziz, M.Si
NIP. 19760318 200604 1002

Pembimbing II,



Dr. Abdussakir, M.Pd
NIP. 19751006 200312 1 001



Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika


Dr. Abdussakir, M.Pd
NIP. 19751006 200312 1 001

**SIMULASI MONTE CARLO UNTUK PERHITUNGAN VALUE AT RISK
PADA MODEL GENERALIZED AUTOREGRESSIVE CONDITIONAL
HETEROSCEDASTIC IN MEAN**

SKRIPSI

Oleh
Aulia Rizky Nurhidayah
NIM. 12610001

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Tanggal 26 Agustus 2016

Penguji Utama : Dr. Sri Harini, M.Si

Ketua Penguji : Dr. H. Turmudi, M.Si., Ph.D

Sekretaris Penguji : Abdul Aziz, M.Si

Anggota Penguji : Dr. Abdussakir, M.Pd



Mengetahui,

Ketua Jurusan Matematika

Dr. Abdussakir, M.Pd

NIP. 19751006200312 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aulia Rizky Nurhidayah

NIM : 12610001

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Simulasi Monte Carlo untuk Perhitungan *Value at Risk* pada Model

Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic in Mean

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

Malang, 19 Agustus 2016

Yang membuat pernyataan,



Aulia Rizky Nurhidayah
NIM. 12610001

MOTO

﴿وَمَنْ يُسَلِّمْ وَجْهَهُ إِلَى اللَّهِ وَهُوَ مُحْسِنٌ فَقَدِ اسْتَمْسَكَ بِالْعُرْوَةِ الْوُثْقَىٰ وَإِلَى اللَّهِ عَاقِبَةُ الْأُمُورِ ۚ﴾

“dan barangsiapa yang menyerahkan dirinya kepada Allah Swt., sedang ia orang yang berbuat kebaikan, maka sesungguhnya ia telah berpegang kepada buhul tali yang kokoh. Dan hanya kepada Allah Swt.-lah kesudahan segala urusan” (QS. Luqman/31:22)



PERSEMBAHAN

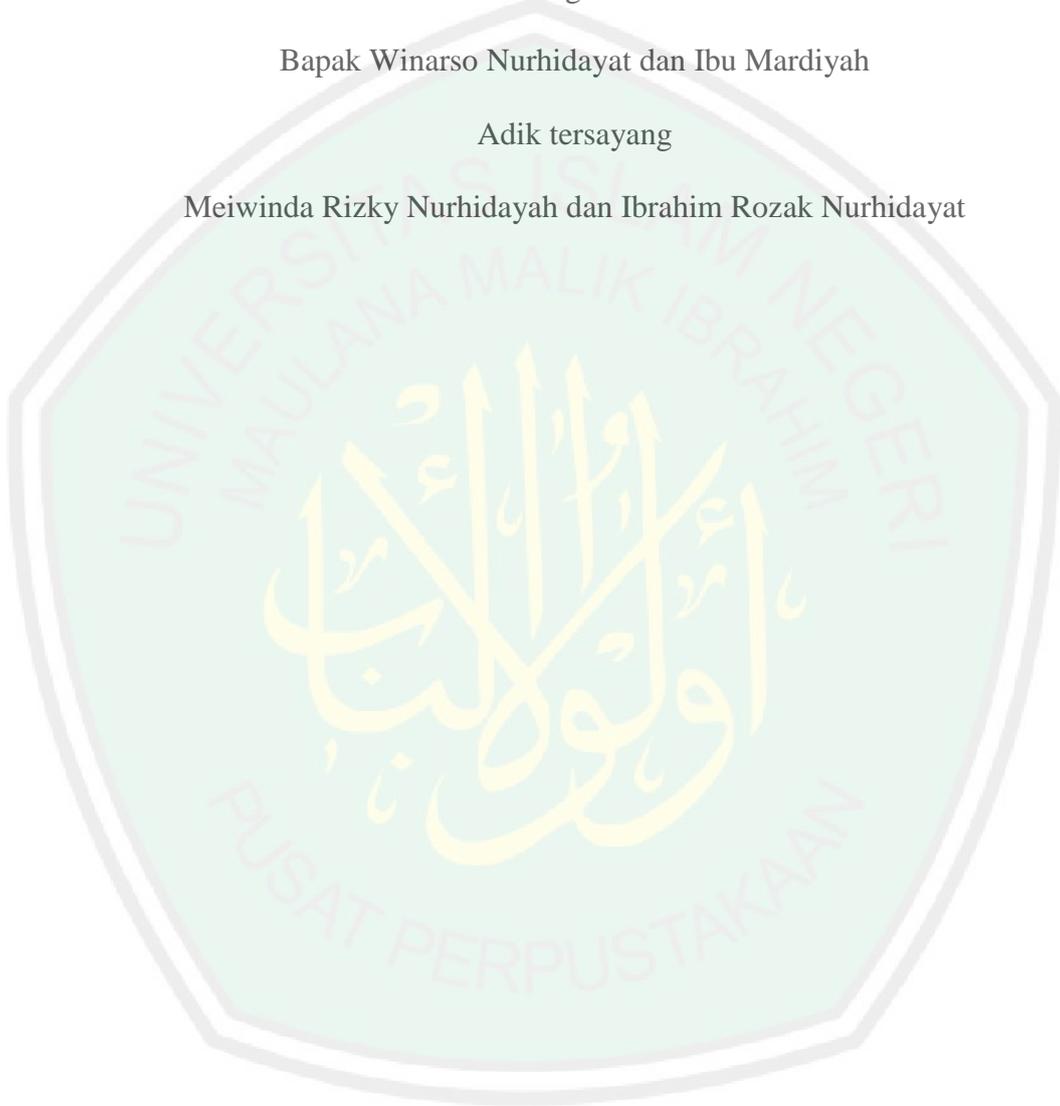
Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Kedua orang tua tercinta

Bapak Winarso Nurhidayat dan Ibu Mardiyah

Adik tersayang

Meiwinda Rizky Nurhidayah dan Ibrahim Rozak Nurhidayat



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis haturkan ke hadirat Allah Swt. yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, serta hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan studi di Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada nabi besar Muhammad Saw. yang telah menuntun dan memberikan inspirasi kepada seluruh umat manusia untuk terus berkarya dengan penuh semangat dengan berlandaskan keagungan moral dan spiritual.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa tidak akan mendapatkan hasil yang baik tanpa adanya saran, bimbingan, bantuan, dorongan, serta doa dari berbagai pihak yang telah membantu dan mendukung selesainya skripsi ini. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis dengan hormat mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Mudjia Rahardjo, M.Si, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. drh. Bayyinatul Muchtaromah, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Abdussakir, M.Pd, selaku ketua Jurusan Matematika, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan petunjuk dalam menyelesaikan skripsi ini.

4. Abdul Aziz, M.Si, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan pengarahan dan pengalaman yang berharga.
5. Segenap sivitas akademika Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang terutama seluruh Bapak dan Ibu dosen, terima kasih atas segala ilmu dan bimbingannya.
6. Bapak dan Ibu yang tak selalu memberikan doa, semangat, serta motivasi baik moral maupun spiritual kepada penulis sampai saat ini.
7. Semua pihak yang ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini baik berupa moral maupun spiritual.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya, khususnya bagi penulis secara pribadi. *Amin Ya Rabbal 'Alamin.*

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Malang, Agustus 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGAJUAN	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	
HALAMAN MOTO	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR SIMBOL	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
ABSTRAK	xviii
ABSTRACT	xix
ملخص	xx
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Masalah	7
1.6 Sistematika Penulisan	8
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Deret Waktu (<i>Time Series</i>)	10
2.2 Proses <i>White Noise</i>	11
2.3 Uji Normalitas	11
2.4 Model Umum Deret Waktu	12
2.4.1 Model <i>Autoregressive</i> (AR)	13
2.4.2 Model <i>Moving Average</i> (MA)	14
2.4.3 Model <i>Autoregressive Moving Average</i> (ARMA)	15
2.4.4 Model <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> (ARIMA)	15
2.5 Fungsi Autokorelasi (ACF)	16
2.6 Fungsi Autokorelasi Parsial (PACF)	17
2.7 Model dengan Ragam Bersifat Heteroskedastisitas	18

2.7.1 Uji Heteroskedastisitas	19
2.7.2 Model Deret Waktu Data Keuangan	20
2.8 ACF untuk Kuadrat Sisaan	26
2.9 ACF untuk Sisaan yang Dibakukan	28
2.10 Metode <i>Maximum Likelihood</i> (ML)	29
2.11 Volatilitas	30
2.12 Harga Saham	31
2.12.1 Pengertian Harga Saham	31
2.12.2 <i>Return</i> /Imbal Hasil	32
2.12.3 Risiko	32
2.13 <i>Value at Risk</i> (VaR)	33
2.14 Simulasi Monte Carlo	36
2.15 Jual-Beli Saham dalam Kaidah Islam	37
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Pendekatan Penelitian	42
3.2 Variabel Penelitian	42
3.3 Jenis dan Sumber Data	42
BAB IV PEMBAHASAN	
4.1 Estimasi VaR GARCH-M Melalui Simulasi Monte Carlo	46
4.2 Analisis Data	48
4.2.1 Analisis Statistik Deskriptif	48
4.2.2 Uji Stasioneritas Data	51
4.2.3 Uji Normalitas	52
4.2.4 Uji Heteroskedastisitas	53
4.3 Identifikasi Model	54
4.3.1 Identifikasi Model ARMA dengan ACF dan PACF	54
4.3.2 Identifikasi Model ARCH/GARCH dengan ACF dan PACF	55
4.3.3 Identifikasi Model GARCH-M Menggunakan Metode <i>Maximum Likelihood</i>	57
4.4 Uji Kesesuaian Model	59
4.5 Estimasi VaR Monte Carlo Menggunakan Model GARCH-M	60
4.5.1 Estimasi VaR Monte Carlo untuk Sampel	61
4.5.2 Estimasi VaR Monte Carlo untuk Populasi	70
4.6 Perbandingan Hasil Model GARCH-M dan Nilai Risiko Menggunakan Simulasi Monte Carlo dengan Penelitian Sebelumnya	71
4.6.1 Perbandingan Hasil Model GARCH-M dengan Penelitian Sebelumnya	71
4.6.2 Perbandingan Hasil Nilai Risiko Menggunakan Simulasi Monte Carlo dengan Penelitian Sebelumnya	73
4.7 Kajian Al-Quran tentang Peramalan	74
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	78

5.2 Saran	79
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN-LAMPIRAN	
RIWAYAT HIDUP	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pola ACF dan PACF	18
Tabel 4.1 Hasil Statistik Deskriptif Data Harga Saham Penutupan dengan Bantuan Minitab 14	48
Tabel 4.2 Tabel <i>Chi-Square</i> $\chi^2_{(k)}$ dan Q-stat dari <i>Lag</i> -1 sampai <i>Lag</i> -11 dengan Bantuan Minitab 14 dan EViews 3	55
Tabel 4.3 Hasil Analisis GARCH(1,1) dengan Bantuan EViews 3.....	57
Tabel 4.4 Hasil <i>Uji Ljung Box Q</i> untuk Sisaan yang Dibakutkan Data <i>Return</i> dengan Bantuan EViews 3 dan Minitab 14	59
Tabel 4.5 Data Acak dari Data <i>Return</i> yang Digunakan untuk Mengestimasi Nilai VaR untuk Sampel Pertama.....	61
Tabel 4.6 Data Acak dari Data <i>Return</i> yang Digunakan untuk Mengestimasi Nilai VaR untuk Sampel Kedua	65
Tabel 4.7 Perbandingan Model GARCH-M dengan Penelitian Sebelumnya.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 <i>Time Series Plot</i> Harga Saham Penutupan Bank Mandiri, Tbk. dengan Bantuan Minitab 14	49
Gambar 4.2 Uji Normalitas Data Harga Saham Penutupan Bank Mandiri, Tbk. Menggunakan Bantuan Minitab 14	50
Gambar 4.3 <i>Plot Trend Analysis</i> Data <i>Return</i> Saham Penutupan Bank Mandiri, Tbk. Menggunakan Bantuan Minitab. 14.....	51
Gambar 4.4 Uji Normalitas Data <i>Return</i> Saham Penutupan Bank Mandiri, Tbk. Menggunakan Bantuan Minitab 14	52
Gambar 4.5 <i>Scatter Plot</i> dari Data <i>Return</i> Saham Penutupan Bank Mandiri, Tbk. Menggunakan Bantuan EViews 3	53
Gambar 4.6 <i>Plot ACF</i> Data <i>Return</i> Saham Penutupan Bank Mandiri, Tbk. Menggunakan Bantuan Minitab 14.....	54
Gambar 4.7 <i>Plot PACF</i> Data <i>Return</i> Saham Penutupan Bank Mandiri, Tbk. Menggunakan Bantuan Minitab 14.....	54
Gambar 4.8 Hasil <i>Correlogram</i> dari Sisaan Kuadrat pada Data <i>Return</i> Harga Saham Penutupan Bank Mandiri, Tbk. Menggunakan Bantuan EViews 3	56
Gambar 4.9 Hasil VaR Simulasi Monte Carlo dengan Bantuan <i>Software</i> Matlab.....	70

DAFTAR SIMBOL

$VaR_{(1-\alpha)}(t)$ = batas maksimum kerugian pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$

dan

pada waktu ke t

W_0 = dana investasi awal aset

R^* = nilai *quantile* ke- α dari distribusi normal *return*

$\sqrt{t^*}$ = periode waktu *return* saham

μ = rata-rata

σ = varian

$N(0,1)$ = distribusi normal dengan $\mu = 0$ dan $\sigma = 1$

Z^α = nilai tabel-Z pada tingkat kesalahan α

Y_t = nilai *mean* pada model GARCH-M

σ_t^2 = volatilitas model GARCH-M

C = konstanta

$\{X_t\}$ = proses *time series*

$\chi^2_{(k)}$ = nilai *Chi-square*

DAFTAR SINGKATAN

GDP	= <i>Gross Domestic Product</i>
GNP	= <i>Gross National Product</i>
AR	= <i>Autoregressive</i>
MA	= <i>Moving Average</i>
ARMA	= <i>Autoregressive Moving Average</i>
ARIMA	= <i>Autoregressive Integrated Moving Average</i>
ARCH	= <i>Autoregressive Conditional Heteroscedasticity</i>
GARCH	= <i>Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity</i>
GARCH-M	= <i>Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity in Mean</i>
EWMA	= <i>Exponentially Weighted Moving Average</i>
BUMN	= Bank Badan Usaha Milik Negara
ML	= <i>Maximum Likelihood</i>
ACF	= <i>Autocorrelation Function</i> (Fungsi Autokorelasi)
PACF	= <i>Partial Autocorrelation Function</i> (Fungsi Autokorelasi Parsial)
PT	= Perseroan Terbatas
LBQ	= <i>L-Jung-Box Q</i>
AIC	= <i>Akaike Info Criterion</i>
SIC	= <i>Schwarz Criterion</i>
KS	= Kolmogorov-Smirnov
Q-Stat	= Nilai statistik Q
Tbk	= Terbuka



ABSTRAK

Nurhidayah, Aulia Rizky. 2016. **Simulasi Monte Carlo untuk Perhitungan Value at Risk pada Model Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic in Mean**. Skripsi. Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Abdul Aziz, M.Si. (II) Dr. Abdussakir, M.Pd.

Kata kunci: *return*, risiko, volatilitas, *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic in Mean*, *Value at Risk*, simulasi Monte Carlo

Return dari suatu aset saham adalah tingkat pengembalian atau hasil yang diperoleh akibat melakukan investasi. Volatilitas merupakan besarnya harga fluktuasi dari sebuah aset. Semakin besar volatilitas aset, maka semakin besar kemungkinan mengalami (risiko) keuntungan atau kerugian. Data *return* merupakan jenis data yang ragamnya bersifat heteroskedastik. Salah satu cara untuk memodelkan data *return* adalah dengan menggunakan model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic in Mean* (GARCH-M). Sedangkan salah satu cara untuk menghitung nilai risiko adalah dengan menggunakan simulasi *Value at Risk* (VaR) Monte Carlo.

Tujuan penelitian ini adalah mencari estimasi VaR GARCH-M melalui simulasi Monte Carlo, menghitung nilai risiko pada *return* saham penutupan Bank Mandiri, Tbk. yang digunakan untuk memperkirakan batas kerugian maksimum yang akan dialami investor setelah menginvestasikan dananya, dan membandingkan hasil model GARCH-M dan nilai risiko yang diperoleh dari penelitian ini dengan penelitian sebelumnya. Hasil penelitian ini adalah:

1. Estimasi VaR Monte Carlo

$$VaR = W_0\{Y_t + 1,96\sigma_t\}$$

2. Hasil perhitungan risiko oleh VaR dari uang yang diinvestasikan *investor* sebesar Rp. 150.000.000,00 ke Bank Mandiri, Tbk., yaitu:
- a. Simulasi untuk sampel, dengan tingkat kepercayaan 95% yang berarti peluang terjadinya kerugian hanya 5% dengan kemungkinan kerugian maksimum sebesar Rp 13.941.933,00.
 - b. Simulasi untuk populasi, dengan tingkat kepercayaan 95% yang berarti peluang terjadinya kerugian hanya 5% dengan kemungkinan kerugian maksimum sebesar Rp 16.955.261,00.
3. Dari perbandingan antara model GARCH-M pada penelitian ini dengan penelitian sebelumnya diperoleh kesimpulan bahwa model pada penelitian sebelumnya lebih baik dalam memodelkan data *return* saham Bank Mandiri, Tbk.. Sedangkan untuk perbandingan nilai risiko antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya disimpulkan bahwa nilai risiko pada penelitian ini lebih baik karena menghasilkan risiko maksimum yang lebih akurat walaupun nilainya besar.

Bagi penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan VaR metode lain (VaR metode Varian-Kovarian) untuk mencari nilai risiko dari saham penutupan Bank Mandiri, Tbk..

ABSTRACT

Nurhidayah, Aulia Rizky. 2016. **Monte Carlo Simulation for Calculation of Value at Risk in Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic in Mean Model**. Thesis. Department of Mathematic, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim Malang State Islamic University. Adviors: (I) Abdul Aziz, M.Si. (II) Dr. Abdussakir, M.Pd.

Keyword: return data, risk, volatility, Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic in Mean, Value at Risk, Monte Carlo simulation

Return of a stock asset is the rate of return or the results obtained as a result of investation. Volatility is the magnitude of price fluctuations of an asset. The greater the volatility of the assets, the greater the possibility of having (risk) the gain or loss. Return data is data type that has a heteroscedastic variance. One way to modeling the return data is using the model Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic in Mean (GARCH-M). One way to calculate the value of risk is using simulation of Monte Carlo Value at Risk (VaR).

The purpose of this research is to determine a VaR GARCH-M estimation using Monte Carlo simulation, calculate the value at risk on closing stock returns of Mandiri Bank, Inc. which is used to estimate the maximum loss limit would be experienced by investor after investing their funds, and compare the results of GARCH-M model and value at risk obtained from this research and previous research. The results from this research are:

1. VaR Monte Carlo estimastion

$$VaR = W_0\{Y_t + 1,96\sigma_t\}$$

2. The results of the calculation of VaR risk by investors money invested of Rp. 150.000.000,00 to Mandiri Bank, Inc., are:
 - a. Simulation for the sample with a confidence level of 95% which means the chances of loss of only 5% with a maximum losses possibility of Rp 13.941.933,00.
 - b. Simulation for the population with a confidence level of 95% which means the chances of loss of only 5% with a maximum losses possibility of Rp 16.955.261,00.
3. From GARCH-M model comparison between models in this research and the previous research we concluded that model in previous research is better in modeling the return data of Mandiri Bank, Inc.. While from the comparison of risks between this research and previous research has gotten conclude that the risk in this research is better because it produces more accurate maximum risk regardless of its great value.

For the next research the author suggests to use other methods of VaR (Varian-Kovarian method of VaR) to determine the risk value of Mandiri Bank, Inc..

ملخص

نور الهداية، الأولياء رزقي. ٦ ٢٠١٦. محاكاة Monte Carlo لأ حساب Value at Risk في نموذج **Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic in Mean**. بحث جامعي. شعبة الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا، الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالنج. المشرف: (١) عبد العزيز ، الماجستير. (٢) الدكتور عبد الشاكير، ماجستير في التربية.

الكلمات الرئيسية: *return* البيانات، خطر، *volatility*، *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic in Mean*، محاكاة Monte Carlo

Return من أصل الأسهم هو معدل العائد أو النتائج التي تم الحصول عليها نتيجة للاستثمار. *Volatilitas* هو حجم التقلبات في أسعار الأصول. وزيادة التقلبات في الأصول، فمن المرجح على نحو متزايد لتجربة (خطر) مكاسب أو خسائر. البيانات *Return* هو نوع البيانات التي لديها مجموعة متنوعة من طبيعة *heteroscedastic*. طريقة واحدة لنمذجة البيانات العودية لاستخدام *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic in Mean (GARCH-M)* نموذج. بينما طريقة واحدة لحساب قيمة المخاطر هي بمحاكاة *Value at Risk (VaR) Monte Carlo*. والغرض من هذه الدراسة هو تحديد قدر *VaR GARCH-M* من خلال محاكاة *Monte Carlo*، بحساب قيمة المخاطر على إغلاق لأ *Bank Mandiri, Tbk*. الذي يستخدم لتقدير سوف يكون من ذوي الخبرة الحد الأقصى فقدان المستثمرين بعد استثمار أموالهم، ومقارنة نتائج *GARCH-M* وتقييم مخاطر هذه الدراسة الى أبحاث سابقة. نتائج هذه الدراسة هي:

١. وتقدر $VaR = W_0\{Y_t + 1,96\sigma_t\}$ *VaR Monte Carlo*

٢. نتائج حساب المخاطر التي كتبها *Value at Risk* من الأموال المستثمرة من قبل المستثمرين هي ١٥٠.٠٠٠.٠٠٠ روبية إلى لأ *Bank Mandiri, Tbk* وهي:

أ. محاكاة لعينة، مع مستوى ثقة ٩٥٪، مما يعني أن فرص فقدان ٥٪ فقط بحد أقصى خسائر محتملة ١٣.٩٤١.٩٣٣,٠٠ روبية.

ب. محاكاة للسكان، مع مستوى ثقة ٩٥٪، مما يعني أن فرص فقدان ٥٪ فقط إلى خسائر القصوى الممكنة تصل إلى ١٦.٩٥٥.٢٦١,٠٠ روبية.

٣. مقارنة نموذج *GARCH-M* بين النماذج في هذه الدراسة الى أبحاث سابقة خلصنا إلى أن النماذج في الدراسات السابقة أفضل في نمذجة البيانات *return* سهم، *Bank Mandiri, Tbk*. وخلصت المقارنة بين المخاطر بين هذه الدراسة الى دراسات سابقة أن خطر في هذه الدراسة هو أفضل لأنها تنتج الحد الأقصى للخطر أكثر دقة على الرغم من قيمة كبيرة.

مزید من VaR البحوث المتوقع أن تستخدم وسائل أخرى للبحث عن القيمة خطر غطاء سهم لأ

.Bank Mandiri, Tbk



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seorang manusia di dalam usahanya mencari nafkah, dihadapkan pada kondisi ketidakpastian terhadap apa yang terjadi. Manusia boleh saja merencanakan suatu kegiatan usaha atau investasi, namun tidak dapat memastikan apa yang akan diperoleh dari hasil investasi tersebut apakah untung atau rugi. Sebagaimana firman Allah Swt. dalam al-Quran surat al-Hasyr/59:18, yaitu:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا اتَّقُوا اللَّهَ وَلْتَنْظُرْ نَفْسٌ مِّمَّا قَدَّمْتُمْ لِغَدٍ ۖ وَاتَّقُوا اللَّهَ إِنَّ اللَّهَ خَبِيرٌ بِمَا تَعْمَلُونَ ۙ ۱۸

“Hai orang-orang yang beriman, bertakwalah kepada Allah Swt. dan hendaklah setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat); dan bertakwalah kepada Allah Swt., sesungguhnya Allah Swt. Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan” (QS. al-Hashr/59:18).

Ayat tersebut menjadi dasar pemikiran konsep risiko dalam Islam, khususnya kegiatan usaha dan investasi. Konsep ketidakpastian dalam ekonomi Islam menjadi salah satu pilar penting dalam proses risiko secara Islami. Dalam kegiatan usaha, tidak ada seorang pun yang menginginkan investasinya mengalami kerugian. Kaidah syariah tentang risiko adalah *al ghunmu bil ghurmi*, artinya risiko akan selalu menyertai setiap ekspektasi *return* atau imbal hasil (Hastawa, 2013).

Islam memberi isyarat untuk mengatur posisi risiko dengan sebaik-baiknya, sebagaimana al-Quran dan hadits mengajarkan agar melakukan aktivitas dengan perhitungan yang sangat matang dalam menghadapi risiko. Karena Islam

melarang setiap transaksi yang di dalamnya terjadi ketidakseimbangan antara keuntungan dan risiko (Hastawa, 2013).

Return dari suatu aset saham adalah tingkat pengembalian atau hasil yang diperoleh akibat melakukan investasi. *Return* merupakan salah satu faktor yang memotivasi investor untuk berinvestasi karena dapat menggambarkan secara nyata perubahan harga dari hasil investasinya (Ruppert, 2004).

Horne dan Wachowics (1992) mengatakan, risiko adalah tingkat ketidakpastian akan terjadinya sesuatu atau tidak terwujudnya sesuatu tujuan pada kurun waktu atau periode waktu tertentu (*time period*). Dalam bidang finansial, risiko sering dihubungkan dengan volatilitas atau penyimpangan/deviasi dari hasil investasi yang akan diterima dengan keuntungan yang diharapkan. Volatilitas merupakan besarnya harga fluktuasi dari sebuah aset. Semakin besar volatilitas aset, maka semakin besar kemungkinan mengalami keuntungan atau kerugian. Risiko sebagai variabilitas (keragaman) *return* terhadap *return* yang diharapkan. *Investor* yang rasional akan cenderung memilih aset investasi yang mengandung risiko yang lebih rendah.

Forecasting dan analisis data bertujuan untuk memperkecil risiko dan faktor-faktor ketidakpastian. Seperti halnya dalam masalah saham, apabila tidak diketahui prediksi berapa saham yang akan dibeli pada waktu yang akan datang, maka juga tidak akan diketahui pula berapa saham yang terjual untuk periode berikutnya, sehingga data yang sekarang sangatlah penting sebagai alat untuk prediksi masa depan (Bowerman dan O'Connell, 1993).

Menurut Mulyono (2006), *time series* adalah serangkaian nilai-nilai variabel yang disusun berdasarkan waktu. Analisis *time series* adalah analisis

dengan menggunakan data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu (data masa sebelumnya) yang berupa harian, mingguan, bulanan, kuartalan, atau dua tahunan untuk membantu dalam memprediksi kejadian di masa yang akan datang.

Penerapan analisis deret berkala salah satunya adalah pada bidang ekonomi dan keuangan seperti pergerakan kurs valuta asing, harga saham, *Gross Domestic Product* (GDP), *Gross National Product* (GNP), inflasi, dan sebagainya merupakan data deret waktu yang tidak stasioner terhadap *mean* dan ragam (heteroskedastisitas). Model umum deret waktu *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA), dan *Autoregressive Moving Average* (ARMA) sering digunakan untuk memodelkan data ekonomi dan keuangan dengan asumsi stasioneritas terhadap ragam (*homoscedastic*). Oleh karena itu dibutuhkan suatu model deret waktu lain yang dapat memodelkan sebagian besar data ekonomi dan keuangan dengan tetap mempertahankan heteroskedastisitas data (Mulyono, 2006).

Pada penelitian terdahulu, David dan Wilton (1988) melakukan penelitian volatilitas di Bursa Tokyo dengan menggunakan model *Autoregressive Conditional Heteroscedascity* (ARCH) dan *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedascity* (GARCH) dengan data periode 1986 sampai periode 1989. Hasil yang diperoleh yaitu data yang digunakan sangat signifikan, akan tetapi tidak memberikan hasil peramalan yang lebih baik dibandingkan dengan *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA).

Value at Risk (VaR) merupakan salah satu bentuk pengukuran risiko yang cukup populer. VaR dapat didefinisikan sebagai estimasi kerugian maksimum yang akan diperoleh selama periode waktu (*time period*) tertentu dalam kondisi pasar normal pada tingkat kepercayaan (*confidence level*) tertentu.

Berdasarkan pernyataan tersebut, dapat dilihat adanya tiga variabel yang penting yaitu besar kerugian, periode waktu, dan besar tingkat kepercayaan (Jorion, 2002).

Tiga metode utama untuk menghitung VaR yaitu metode Parametrik (disebut juga metode simulasi Varian-Kovarian), metode simulasi Monte Carlo, dan metode simulasi Historis. Ketiga metode tersebut mempunyai karakteristik masing-masing. Metode varian-kovarian mengasumsikan bahwa *return* berdistribusi normal dan *return* saham bersifat linier terhadap *return* aset sahamnya. Kedua faktor ini menyebabkan estimasi yang lebih rendah terhadap potensi volatilitas aset atau saham di masa depan. VaR dengan metode simulasi Monte Carlo mengasumsikan bahwa *return* berdistribusi normal dan tidak mengasumsikan bahwa *return* saham bersifat linier terhadap *return* aset sahamnya. VaR dengan simulasi historis adalah metode yang mengesampingkan asumsi *return* yang berdistribusi normal maupun sifat linier antara *return* saham terhadap *return* aset sahamnya (Jorion, 2002).

Harga saham di bursa efek setiap detik dapat berubah-ubah dan memberikan informasi ke berbagai pihak (*investor*) yang berinvestasi. Perubahan harga saham yang lebih tinggi akan memberikan dampak positif ke berbagai pihak (*investor*) dan memberikan dampak negatif bila mengalami penurunan (Fayez, 2012).

Penggunaan metode simulasi Monte Carlo untuk mengukur risiko telah dikenalkan oleh Boyle pada tahun 1977. Dalam mengestimasi nilai VaR baik pada saham maupun aset tunggalnya, simulasi Monte Carlo mempunyai beberapa jenis algoritma. Namun pada intinya adalah melakukan simulasi dengan membangkitkan bilangan acak berdasarkan karakteristik dari data yang akan

dibangkitkan, yang kemudian digunakan untuk mengestimasi nilai VaR-nya. VaR dengan menggunakan metode simulasi Monte Carlo mengasumsikan bahwa *return* berdistribusi normal (Jorion, 2002).

Pada penelitian sebelumnya Sufianti (2011) membahas tentang estimasi model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic in Mean* (GARCH-M) untuk memperoleh hasil yang lebih baik pada perhitungan VaR dengan data sampel yang lebih panjang terutama pada harga saham penutupan dari Bank Mandiri, Tbk.. Penelitian tersebut hanya sebatas menghitung seberapa besar kerugian dari harga saham Bank Mandiri, Tbk. dengan menggunakan metode VaR saja tanpa melakukan simulasi. Selain itu estimasi model GARCH-M yang dihasilkan kurang layak digunakan karena probabilitas parameternya lebih tinggi dari nilai α -nya.

Penelitian selanjutnya oleh Suhadi (2012) yang berjudul “Evaluasi Perhitungan *Value at Risk* dengan Simulasi Monte Carlo dan Simulasi Historis pada Tiga Bank Badan Usaha Milik Negara (BUMN)”. Penelitian tersebut membahas pada lingkup pengukuran VaR pada portofolio dengan simulasi Monte Carlo dan Historis pada ketiga aset saham bank milik BUMN dengan analisis statistik deskriptif dan dengan bantuan *software* Ms. Excel. Dalam hal ini program hanya digunakan untuk melakukan simulasi. Simulasi yang dilakukan menggunakan banyak data yang berulang dan seharusnya menggunakan program yang khusus untuk perulangan dalam simulasi seperti Matlab dan Maple.

Dengan berbagai latar belakang dan kelemahan dari penelitian terdahulu tersebut, maka penulis di sini akan membahas tentang “Simulasi Monte Carlo untuk Perhitungan *Value at Risk* pada Model *Generalized Autoregressive*

Conditional Heteroscedastic in Mean”. Untuk memperoleh hasil yang lebih baik pada estimasi modelnya, serta perhitungan VaR menggunakan simulasi Monte Carlo sehingga kerugian yang diperoleh lebih kecil dengan menggunakan pembangkit dari data yang bersifat acak pada harga saham penutupan dari Bank Mandiri, Tbk..

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah estimasi VaR GARCH-M melalui simulasi Monte Carlo?
2. Bagaimanakah hasil perhitungan nilai risiko pada *return* saham penutupan Bank Mandiri, Tbk. yang menggunakan VaR Monte Carlo pada model GARCH-M?
3. Bagaimanakah perbandingan hasil model GARCH-M dan nilai risiko dari saham penutupan Bank Mandiri, Tbk. dengan penelitian sebelumnya?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui estimasi VaR GARCH-M melalui simulasi Monte Carlo.
2. Untuk menghitung hasil perhitungan nilai risiko pada *return* saham penutupan Bank Mandiri, Tbk. yang menggunakan VaR Monte Carlo pada model GARCH-M.
3. Untuk mengetahui perbandingan hasil model GARCH-M dan nilai risiko dari saham penutupan Bank Mandiri, Tbk. dengan penelitian sebelumnya.

1.4 Manfaat Penelitian

Sesuai dengan tujuan penelitian, maka manfaat penelitian ini dibedakan berdasar kepentingan beberapa pihak yaitu:

1. Bagi penulis, penulis dapat mengambil atau mengetahui penerapan ekonometri pada ilmu deret waktu dan perhitungan saham dengan simulasi Monte Carlo sehingga nantinya dapat mengaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari.
2. Bagi mahasiswa, mahasiswa dapat menambah dan mengembangkan sebuah informasi atau wawasan tentang ekonometri, statistika, deret waktu, harga saham, dan perhitungannya pada kehidupan sehari-hari.
3. Bagi pihak Fakultas Sains dan Teknologi selaku lembaga yang mewadahi, sebagai tambahan wawasan atau literatur untuk penelitian pengembangan ilmu matematika khususnya pengembangan dalam bidang ekonometri dan matematika terapan.
4. Bagi pihak lain, penelitian ini dapat menjadi bahan untuk memprediksi dan menghitung kerugian yang terjadi pada harga saham tertentu pada berbagai bursa efek dan perbankan dengan menggunakan metode VaR dan simulasi Monte Carlo.

1.5 Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak meluas, maka penulis memberikan batasan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Dalam identifikasi model dan analisis data menggunakan bantuan *software* Minitab 14.

2. Perhitungan harga saham yang dimaksud menggunakan metode VaR Monte Carlo.
3. Dalam estimasi VaR dengan simulasi Monte Carlo menggunakan Model GARCH-M.
4. Estimasi parameter model GARCH-M menggunakan metode *Maximum Likelihood* (ML).
5. Dalam estimasi parameter model GARCH-M menggunakan bantuan *software* EViews 3.
6. Menggunakan bantuan *software* Matlab untuk mengestimasi risiko dan kerugian dari perhitungan VaR yang menggunakan simulasi Monte Carlo.
7. Perbandingan hasil yang dimaksud yakni dari model dan perhitungan VaR oleh Sufianti (2011).

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Pada bab ini dijelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II Kajian Pustaka

Pada bab ini dijelaskan tentang teori-teori mendasar yang berkaitan dalam masalah yang dikaji oleh penulis, di antaranya deret waktu (*time series*), proses *white noise*, uji normalitas, model umum deret waktu, fungsi autokorelasi (ACF), fungsi autokorelasi parsial (PACF), model

dengan ragam bersifat heteroskedastisitas, ACF untuk kuadrat sisaan, ACF untuk sisaan yang dibakukan, metode ML, volatilitas, harga saham, *return*, risiko, VaR, simulasi Monte Carlo, dan jual-beli saham dalam kaidah Islam.

Bab IV Metode Penelitian

Berisi pendekatan penelitian, variabel penelitian, jenis dan sumber data, dan metode analisis.

Bab IV Pembahasan

Pada bab ini dijelaskan mengenai analisis literatur (teoritis) yang terdiri pemodelan dan estimasi parameternya, dan juga berisi tentang analisis kuantitatif yang menggambarkan data yang sudah ada, kemudian pembahasannya.

Bab V Penutup

Pada bab ini akan diuraikan kesimpulan dan saran-saran yang sesuai dengan hasil penelitian untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Deret Waktu (*Time Series*)

Menurut Box, dkk (1994) dalam Makridakis, dkk (1999), *time series* atau deret waktu adalah sekelompok nilai-nilai pengamatan yang diperoleh pada waktu yang berbeda dengan selang waktu yang sama dan barisan data diasumsikan saling bebas satu sama lain. Data deret waktu contohnya adalah pertumbuhan ekonomi suatu negara pertahun, jumlah produksi minyak perbulan, dan data penduduk.

Deret waktu dapat muncul dalam berbagai pola seperti pola stasioner, pola tak stasioner, pola musiman, maupun pola tak musiman. Penganalisis deret waktu bertujuan untuk memperoleh model yang sesuai dengan deret waktu yang diamati untuk selanjutnya digunakan sebagai model peramalan deret untuk waktu yang akan datang (Makridakis dkk, 1999).

Menurut Boediono dan Wayan (2004:131), data deret waktu atau *time series* adalah data yang dikumpulkan dari waktu ke waktu untuk menggambarkan suatu perkembangan atau kecenderungan keadaan/peristiwa/kegiatan. Biasanya jarak atau interval dari waktu ke waktu sama. Contoh data berkala adalah sebagai berikut:

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

2.2 Proses *White Noise*

White noise dapat didefinisikan sebagai suatu bentuk variabel acak yang tidak saling berkorelasi dan mengikuti distribusi normal. Proses *white noise* ditetapkan dengan *mean* yang konstan $E(a_t) = \mu_a$ atau biasanya diasumsikan nol, memiliki ragam konstan $var(a_t) = \sigma_a^2$ dan kovarian $\gamma_k = cov(a_t, a_{t-k}) = 0$ untuk semua $k \neq 0$ (Wei, 1990:16).

Menurut Wei (2006) proses *white noise* pasti stasioner. Misalkan $\{X_t\}$ adalah suatu proses *time series* dengan $X_t \sim N(0, \sigma^2)$, maka dikatakan *white noise* jika memenuhi:

1. $E(X_t) = 0$
2. Jika $Var(X_T) = \sigma^2$ maka konstan
3. $\{X_t\} =$ independen
4. $Cov(X_{t+h}, X_t) = 0$, untuk $h \neq 0$
5. $Cov(X_{t+h}, X_t) = \sigma^2$, untuk $h = 0$
6. $Cor(X_{t+h}, X_t) = 0$, untuk $h \neq 0$
7. $Cor(X_{t+h}, X_t) = \sigma^2$, untuk $h = 0$

2.3 Uji Normalitas

Salah satu asumsi model regresi adalah sisaan mempunyai distribusi normal. Uji normalitas bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi, variabel pengganggu, atau sisaan mempunyai distribusi normal. Jika asumsi ini dilanggar maka saat melakukan uji statistik, uji tersebut tidak valid untuk jumlah sampel kecil. Menurut (Ghozali, 2009) ada dua cara mendeteksi apakah sisaan memiliki distribusi normal atau tidak yaitu dengan analisis grafik dan uji statistik:

- a. Analisis Grafik, salah satu cara termudah untuk melihat normalitas adalah dengan melihat *normal probability plot*. Distribusi normal akan membentuk satu garis lurus diagonal, dan *plotting* data akan dibandingkan dengan garis diagonal. Jika distribusi data adalah normal, maka garis yang menggambarkan data sesungguhnya akan mengikuti garis diagonalnya.

Pada prinsipnya normalitas dapat dideteksi dengan melihat penyebaran data (titik) pada sumbu diagonal dari grafik. Dasar uji hipotesisnya adalah:

H_0 : data menyebar di sekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis diagonal
maka data berdistribusi normal.

H_1 : data menyebar jauh dari garis diagonal dan/atau tidak mengikuti arah garis diagonal data tidak berdistribusi normal.

- b. Uji Statistik, uji statistik yang dimaksud di sini yaitu membandingkan nilai probabilitas dengan tingkat signifikansinya. Jika probabilitas lebih besar dari signifikansi (α) maka H_0 diterima yang berarti data mengikuti distribusi normal. Sebaliknya jika probabilitas lebih kecil dari signifikansi (α) maka H_0 ditolak atau H_1 diterima yang berarti data tidak mengikuti distribusi normal (Widarjono, 2010).

2.4 Model Umum Deret Waktu

Dalam suatu model regresi data merupakan komponen utama. Dari data akan diperoleh statistik yang dibutuhkan untuk memodelkan *trend* yang ada. Definisi dari sebuah deret waktu adalah suatu kumpulan nilai observasi yang dihasilkan dari suatu variabel yang diambil pada waktu yang berbeda. Data deret

waktu biasanya dikumpulkan pada interval waktu yang tepat seperti setiap hari, setiap minggu, setiap bulan, dan seterusnya (Engle, 2001).

Asumsi ketiga model umum deret waktu yaitu $AR(p)$, $MA(q)$, dan $ARMA(p,q)$ adalah ragam bersifat homoskedastik. Pada kenyataannya, terutama pada sebagian besar data di bidang ekonomi dan keuangan, ragam bersifat heteroskedastik (Engle, 2001).

Model umum deret waktu yang memiliki ragam bersifat homoskedastisitas antara lain:

1. Model *Autoreregressive* (AR).
2. Model *Moving Average* (MA).
3. Model *Autoregressive Moving Average* (ARMA).
4. Model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA).

sedangkan pada sebagian besar data keuangan ragamnya bersifat heteroskedastisitas yang mana harus terlebih dahulu diselidiki kasus heteroskedastisitasnya (Engle, 2001).

2.4.1 Model *Autoregressive* (AR)

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

Lo (2003) menyatakan bahwa pada model AR, X_t dipengaruhi oleh p amatan yang lalu dan dapat dituliskan sebagai:

$$X_t = \omega_1 X_{t-1} + \omega_2 X_{t-2} + \dots + \omega_p X_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.1)$$

atau dapat ditulis dengan:

$$X_t = \sum_{i=1}^p \omega_i X_{t-i} + \varepsilon_t$$

dengan:

X_t	= nilai variabel pada waktu ke- t
$X_{t-1}, X_{t-2}, \dots, X_{t-p}$	= nilai masa lalu dari <i>time series</i> pada waktu $t-1, t-2, \dots, t-p$
ω_i	= koefisien regresi, $i = 1, 2, 3, \dots, p$
ε_t	= nilai <i>error</i> pada waktu ke- t
p	= orde AR

Persamaan (2.1) menyatakan model AR orde ke- p atau dapat dituliskan AR(p). Pada model AR(p) ε_t merupakan sisaan. Jika sisaan bebas dan berdistribusi normal dengan *mean* nol dan ragam konstan (σ_t^2), maka model tersebut *white noise*. Asumsi dari model AR(p) adalah ε_t merupakan *white noise* (Lo, 2003).

2.4.2 Model *Moving Average* (MA)

Lo (2003) menyatakan bahwa salah satu model umum deret waktu yang lain adalah model MA ke- q atau MA(q), yang didefinisikan sebagai:

$$X_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.2)$$

dengan:

X_t	= nilai variabel pada waktu ke- t
$\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots, \varepsilon_{t-q}$	= nilai-nilai dari <i>error</i> pada waktu $t, t-1, t-2, \dots, t-q$
θ_i	= koefisien regresi, $i = 1, 2, 3, \dots, q$

q = orde MA

atau dapat ditulis dengan:

$$X_t = \varepsilon_t - \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j}$$

dengan ε_t bersifat *white noise*.

2.4.3 Model Autoregressive Moving Average (ARMA)

Menurut Lo (2003) X_t adalah proses ARMA orde ke- p dan orde ke- q atau ARMA(p, q) jika memenuhi:

$$X_t - \omega_1 X_{t-1} - \dots - \omega_p X_{t-p} = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.3)$$

atau dapat ditulis dengan:

$$X_t = \sum_{i=1}^p \omega_i X_{t-i} - \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t$$

dengan:

X_t = nilai variabel pada waktu ke- t

ω_i = koefisien regresi ke- i , $i=1, 2, 3, \dots, p$

p = orde AR

θ_j = parameter model MA ke- i , $i = 1, 2, 3, \dots, q$

$\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \varepsilon_{t-q}$ = nilai-nilai *error* pada saat $t, t-1, t-2, \dots, t-q$

dengan ε_t bersifat *white noise*.

2.4.4 Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Salah satu analisis data runtun waktu adalah ARIMA. Metode runtun waktu ARIMA yang terkenal adalah Box-Jenkins. ARIMA sangat baik

ketepatannya untuk peramalan jangka pendek, sedangkan untuk peramalan jangka panjang ketepatan peramalannya kurang baik. Biasanya akan cenderung *flat* (mendatar atau konstan) untuk periode yang cukup panjang (Ekananda, 2014).

Model ARIMA (p, d, q) didefinisikan sebagai:

$$Y_t - Y_{t-d} = \gamma_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i (Y_{t-1} - Y_{t-i-d}) + \sum_{i=1}^q \beta_i e_{t-i} + e_t \quad (2.4)$$

2.5 Fungsi Autokorelasi (ACF)

ACF ρ_k merupakan ukuran korelasi antara dua nilai X_t dan X_{t+k} , dengan jarak k bagian atau disebut koefisien korelasi pada *lag-k* untuk X_t yang stasioner terdapat nilai *mean* $E(X_t) = \mu$ dan ragam $Var(X_t) = E(X_t - \mu)^2 = \sigma^2$ adalah konstan.

Autokovarian antara X_t dan X_{t+k} adalah sebagai berikut:

$$\gamma_k = \text{cov}(X_t, X_{t+k}) = E(X_t - \mu)(X_{t+k} - \mu) \quad (2.5)$$

dan korelasi antara X_t dan X_{t+k} , adalah:

$$\rho_k = \text{corr}(X_t, X_{t+k}) = \frac{\text{cov}(X_t, X_{t+k})}{\sqrt{\text{var}(X_t)}\sqrt{\text{var}(X_{t+k})}} \quad (2.6)$$

atau $\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0}$, dengan $\text{var}(X_t) = \text{var}(X_{t+k}) = \gamma_0$.

Pada analisis deret berkala, γ_k disebut sebagai fungsi autokovarian dan

ρ_k disebut sebagai ACF yang merupakan ukuran keeratan antara X_t dan X_{t+k} dari proses yang sama dan hanya dipisahkan oleh selang waktu ke- k (Wei, 1990:10).

Pada dasarnya ACF tidak mungkin dihitung dari populasi, sehingga ACF dihitung sesuai dengan sampel pengambilan data dan dirumuskan sebagai berikut:

$$\rho_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (X_t - \bar{X})(X_{t+k} - \bar{X})}{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X})^2}, k=0,1,2,\dots \quad (2.7)$$

dengan:

ρ_k = koefisien autokorelasi pada *lag-k*

X_t = data pengamatan pada waktu ke- t

$\bar{X} = \sum_{t=1}^n \frac{X_t}{n}$ (*mean* data pengamatan) (Wei, 1990:21).

Nilai ρ_k yang mendekati ± 1 mengindikasikan adanya korelasi tinggi, sedangkan ρ_k yang mendekati nol akan mengindikasikan adanya hubungan yang lemah. ACF *plot* dapat juga digunakan sebagai alat untuk mengidentifikasi kestasioneran data, jika ACF *plot* cenderung lambat atau turun secara linier maka dapat disimpulkan data belum stasioner dalam *mean*.

Menurut Wei (1990:10), fungsi autokovarian dan autokorelasi dapat disebut stasioner dengan syarat:

1. $\gamma_0 = \text{var}(X_t)$ dan $\rho_0 = 1$
2. $|\gamma_k| \leq \gamma_0$ dan $|\rho_k| \leq 1$
3. $\gamma_k = \gamma_{-k}$ dan $\rho_k = \rho_{-k}$

2.6 Fungsi Autokorelasi Parsial (PACF)

Wei (1990:12) menyatakan bahwa, *plot* PACF digunakan untuk mengukur tingkat keeratan hubungan antara X_t dan X_{t+k} setelah menghilangkan

pengaruh dependasi linier dalam variabel $X_{t+1}, X_{t+2}, \dots, X_{t+k-1}$, sehingga PACF dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\omega_{kk} = \text{corr}(X_t, X_{t+k}, \dots, X_{t+k-1}) \quad (2.8)$$

Menurut Box dkk (1994:65) nilai ω_{kk} dapat ditentukan melalui persamaan Yule Walker sebagai berikut:

$$\rho_i = \omega_{k1}\rho_{j-1} + \omega_{k2}\rho_{j-2} + \dots + \omega_{kk}\rho_{j-k}, \quad j=1, 2, \dots, k-1 \quad (2.9)$$

Selanjutnya Cryer (1986:109), telah memperkenalkan metode yang lebih efisien untuk menyelesaikan persamaan Yule Walker adalah:

$$\omega_{kk} = \frac{\rho_k - \sum_{j=1}^{k-1} \omega_{k-1,j} \rho_j}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \omega_{k-1,j} \rho_j} \quad (2.10)$$

dengan $\omega_{kj} = \omega_{k-1,j} - \omega_{kk}\omega_{k-1,k-j}$ untuk $j=1, 2, \dots, k-1$.

Tabel 2.1 Pola ACF dan PACF

Model	ACF	PACF
AR(p)	Berpola eksponensial (Dies down)	Perbedaan nilai antara lag-1 dengan nilai sesudah lag-p cukup besar (Cuts off after lag-p)
MA(q)	Cuts off after lag-q	Dies down
ARMA(p,q)	Dies down	Dies down
AR(p) or MA(q)	Cuts off after lag-q	Cuts off after lag-p

2.7 Model dengan Ragam Bersifat Heteroskedastisitas

Faktor *error* pada suatu model regresi biasanya memiliki masalah atas pelanggaran asumsi-asumsi pada sisaan. Suatu keadaan dikatakan heteroskedastisitas, apabila suatu data memiliki variansi *error* yang tidak konstan untuk setiap observasi atau dengan kata lain melanggar asumsi $\text{Var } \varepsilon_t = \sigma^2$. Jika *error* pada suatu model mengandung masalah heteroskedastisitas, maka akibatnya

estimator yang dihasilkan tetap konsisten, tetapi tidak lagi efisien karena ada *estimator* lain yang memiliki variansi lebih kecil daripada *estimator* yang memiliki sisaan yang bersifat heteroskedastisitas (Lo, 2003).

Oleh karena itu, Lo (2003) menganjurkan digunakan model ARCH dan model GARCH dengan tetap mempertahankan sifat heteroskedastisitas data karena kedua model tersebut dapat menerima efek heteroskedastisitas. Model ARCH(p) dan GARCH(p, q) adalah solusi lain untuk estimasi data non homokedastis.

2.7.1 Uji Heteroskedastisitas

Uji Heteroskedastisitas seperti halnya uji normalitas adalah cara yang sering digunakan untuk menentukan apakah suatu model terbebas dari masalah heteroskedastisitas atau tidak hanya dengan melihat pada *scatter plot* dan dilihat apakah sisaan memiliki pola tertentu atau tidak. Banyak metode statistik yang dapat digunakan untuk menentukan apakah suatu model terbebas dari masalah heteroskedastisitas atau tidak, seperti misalnya Uji White, Uji Park, Uji Glejser, dan lain-lain (Setyadharna, 2010).

Menurut Ghozali (2009), salah satu cara untuk mendeteksi ada tidaknya heteroskedastisitas yaitu metode grafik. Metode grafik dilakukan dengan melihat *plot* antara nilai prediksi variabel dependen dengan sisaannya. Deteksi ada tidaknya heteroskedastisitas dapat dilakukan dengan melihat ada tidaknya pola tertentu pada grafik *scatter plot*, antara variabel dependen dan sisaannya, dengan sumbu X adalah \hat{Y} (Y yang telah diprediksi) dan sumbu Y adalah sisaannya atau $(\hat{Y} - Y)$ yang telah di *studentized* (Ghozali, 2009).

Dengan dasar hipotesis sebagai berikut:

$H_0 = 0$ (homoskedastisitas) : Jika tidak ada pola yang jelas, serta titik-titik menyebar di atas dan di bawah angka 0 pada sumbu Y secara acak.

$H_1 \neq 0$ (heteroskedastisitas) : Jika ada pola tertentu, seperti titik-titik yang membentuk pola teratur (berbentuk corong, bergelombang, melebar kemudian menyempit) (Ghozali, 2009).

2.7.2 Model Deret Waktu Data Keuangan

Asumsi bagi ketiga model umum deret waktu; $AR(p)$, $MA(q)$ dan $ARMA(p,q)$ adalah ragam bersifat homoskedastik. Pada kenyataannya, terutama pada sebagian besar data di bidang ekonomi dan keuangan, ragam bersifat heteroskedastik (Engle, 2001:157). Oleh karena itu, Lo (2003:12) menganjurkan digunakan model ARCH dan model GARCH dengan tetap mempertahankan sifat heteroskedastisitas data.

2.7.2.1 *Continuously Compounded Return Data*

Pada analisis data deret waktu ekonomi dan keuangan menggunakan model ARCH/GARCH, yang menjadi pusat perhatian adalah fluktuasi harga yang terjadi. Fluktuasi harga merupakan variabel yang menunjukkan naik turunnya harga sebagai bentuk kausal dan mekanisme pasar yang terjadi. Fluktuasi telah sedemikian menarik perhatian berbagai kalangan sehingga saat ini banyak sekali definisi yang diberikan untuk mempresentasikan fluktuasi harga (Surya dan Situngkir, 2004).

Lo (2003:34) mengatakan bahwa secara umum, fluktuasi harga didefinisikan sebagai:

$$\Delta S_t = S_t - S_{t-1} \quad (2.11)$$

dengan perubahan harga pada saat t yang diberi notasi ΔS_t merupakan selisih dari harga saat ini S_t dengan harga sebelumnya S_{t-1} , dengan t merupakan urutan waktu dalam satuan detik, hari, bulan, atau tahun. Pendekatan untuk fluktuasi harga adalah perubahan relatif atau *return* yang didefinisikan sebagai *continuously compounded return* atau *log return*, yaitu:

$$Y_t = \ln \frac{S_{t+1}}{S_t} = \ln S_{t+1} - \ln S_t \quad (2.12)$$

Pada pemodelan ARCH dan GARCH diperlukan suatu kondisi stasioneritas terhadap *mean* dan ragam. Salah satu cara untuk membuat data menjadi stasioner terhadap *mean* dan ragam adalah transformasi data menjadi data *return*. Data *return* merupakan data yang stasioner terhadap *mean* dan ragam. Transformasi data ke dalam bentuk *return series* akan menjamin kestasioneran data dalam pemodelan GARCH. Salah satu keuntungan menggunakan data *return* harga saham adalah peningkatan dan penurunan tersebut akan semakin terlihat jelas jika diamati perbandingan nilai (t) dengan ($t-1$). Nilai *return* akan bernilai positif jika terjadi kenaikan harga saham dan bernilai negatif jika terjadi penurunan nilai tersebut, sehingga fluktuasi harga saham akan jelas terlihat jika ditransformasi menjadi data *return* (Surya dan Hariadi, 2002).

2.7.2.2 Model Autoregressive Conditional Heteroscedastic (ARCH)

Lo (2003:12) menyatakan bahwa, jika Y_1, Y_2, \dots, Y_T merupakan data deret waktu dan F_t merupakan himpunan dari Y_t , maka model pada orde ke- q atau ARCH(q) pada Y_t didefinisikan sebagai:

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q Y_{t-q}^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i Y_{t-i}^2 \quad (2.13)$$

dengan

$$Y_t | F_{t-1} \sim N(0, h_t)$$

dengan $q > 0$, $\alpha_0 > 0$ dan $\alpha_i \geq 0$ untuk $i = 1, 2, \dots, q$. Syarat $\alpha_0 > 0$ dan $\alpha_i \geq 0$ diperlukan untuk menjamin agar $h_t > 0$. Model ARCH(q) memberikan informasi bahwa ragam data pada saat ini dipengaruhi oleh data kuadrat pada q periode yang lalu. Model paling sederhana adalah ARCH(1) yaitu:

$$Y_t | F_{t-1} \sim N(0, h_t)$$

dengan

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1}^2 \quad (2.14)$$

Model ARCH(1) memberikan informasi bahwa ragam data dipengaruhi oleh kuadrat data pada satu periode yang lalu.

Menurut Enders (2004), data *return* (Y_t) dapat dimodelkan ke dalam model ARMA(p, q):

$$Y_t = C + \sum_{i=1}^p \omega_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^q \theta_j Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (2.15)$$

Sebagai contoh, Y_t dimodelkan ke dalam model ARMA($1, 0$) yaitu:

$$Y_t = C + \omega_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t. \quad (2.16)$$

Dalam hal ini ε_t akan bersifat *white noise* jika tidak terdapat sifat heteroskedastisitas pada Y_t atau $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_a^2)$. Jika dilakukan peramalan terhadap Y_{t+1} , maka *mean* bersyarat dari Y_{t+1} dapat dituliskan:

$$E(Y_{t+1} | Y_t) = E_t Y_{t+1} = C + \omega_1 Y_t.$$

Sedangkan ragam bersyarat dari Y_{t+1} adalah:

$$\text{Var}(Y_{t+1} | Y_t) = \text{Var}_t Y_{t+1} = E \left[(Y_{t+1} - C - \omega_1 Y_t)^2 \right] = E_t (\varepsilon_{t+1}^2) = \sigma_a^2$$

Menurut Enders (2004) jika ragam dari sisaan tidak konstan maka salah satu cara sederhana untuk meramalkan sisaan yang diperoleh dari permodelan Y_t ke dalam model AR(p)

$$\hat{\varepsilon}_t^2 = K + A_1 \hat{\varepsilon}_{t-1}^2 + A_2 \hat{\varepsilon}_{t-2}^2 + \dots + A_p \hat{\varepsilon}_{t-p}^2 + v_t \quad (2.17)$$

dengan v_t adalah *white noise*. Jika A_1, A_2, \dots, A_p bernilai nol maka ragam bersyarat Y_{t+1} adalah K . Tetapi jika A_1, A_2, \dots, A_p tidak bernilai nol maka ragam bersyarat Y_{t+1} dapat dinyatakan sebagai:

$$E_t (\hat{\varepsilon}_{t+1}^2) = K + A_1 \hat{\varepsilon}_t^2 + A_2 \hat{\varepsilon}_{t-1}^2 + \dots + A_p \hat{\varepsilon}_{t+1-p}^2 \quad (2.18)$$

Karena $E_t (\hat{\varepsilon}_{t+1}^2)$ tidak konstan maka persamaan (2.18) dapat dinyatakan sebagai model ARCH. Engle (2001) dalam Enders (2004) menyatakan bahwa cara paling mudah dan sederhana untuk melakukan pendugaan A_1, A_2, \dots, A_p pada persamaan (2.18) adalah menyatakan v_t secara multiplikatif sehingga menjadi

$$\hat{\varepsilon}_t^2 = (K + A_1 \hat{\varepsilon}_{t-1}^2 + A_2 \hat{\varepsilon}_{t-2}^2 + \dots + A_p \hat{\varepsilon}_{t-p}^2) v_t \quad (2.19)$$

Sebagai contoh adalah model ARCH(1) pada ε_t yang dinyatakan:

$$\varepsilon_t = v_t \sqrt{K + A_1 \varepsilon_{t-1}^2} \quad (2.20)$$

dengan $v_t \sim N(0,1)$, $K > 0$ dan $0 < A_1 < 1$. Karena v_t adalah *white noise* dan bebas dari ε_{t-1} , maka ragam bersyarat dari ε_t adalah:

$$E(\varepsilon_t^2 | \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots) = K + A_1 \varepsilon_{t-1}^2 \quad (2.21)$$

oleh karena itu, ada heteroskedastisitas pada sisaan. Hal ini dibuktikan dengan mencari *mean* bersyarat dari Y_t pada persamaan (2.16) jika ε_t dinyatakan dengan persamaan (2.21), yaitu:

$$\begin{aligned} E(Y_t | Y_{t-1}) &= E_{t-1} Y_t = C - \omega_1 Y_{t-1} \\ \text{Var}(Y_t | Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots) &= E_{t-1} \left[(Y_t - C - \omega_1 Y_{t-1})^2 \right] \\ &= E_{t-1} (\varepsilon_t)^2 \\ &= E_{t-1} \left[v^2 (K + A_1 \varepsilon_{t-1}^2) \right] \\ &= E_{t-1} (v^2) E_{t-1} (K + A_1 \varepsilon_{t-1}^2) \\ &= E_{t-1} (K + A_1 \varepsilon_{t-1}^2) \\ &= K + A_1 \varepsilon_{t-1}^2 \end{aligned}$$

sehingga ragam bersyarat dari Y_t sebagai model AR(1) dapat diduga menggunakan ragam bersyarat dari sisaan yang dimodelkan ARCH(1).

Secara umum proses ARCH(q) pada ragam bersyarat sisaan dapat dinyatakan sebagai:

$$\sigma_t^2 = K + \sum_{i=1}^q A_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (2.22)$$

dengan $\varepsilon_t = v_t \sqrt{\sigma_t^2}$. Oleh karena itu, h_t pada persamaan (2.13) dapat diduga menggunakan σ_t^2 pada persamaan (2.22) (Enders, 2004).

2.7.2.3 Model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic* (GARCH)

Menurut Lo (2003), model GARCH dengan orde ke- p dan orde ke- q , GARCH (p, q) pada Y_t didefinisikan sebagai:

$$\begin{aligned}\sigma_t^2 &= \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p Y_{t-p}^2 + \beta_1 h_{t-1}^2 + \dots + \beta_q h_{t-q}^2 \\ &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i Y_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j h_{t-j}^2\end{aligned}\quad (2.23)$$

dengan

$$Y_t | F_{t-1} \sim N(0, h_t)$$

Sama halnya dengan model ARCH (q), ragam bersyarat Y_t pada persamaan (2.23) dapat diduga menggunakan ragam bersyarat dari sisaan yaitu:

$$\sigma_t^2 = K + \sum_{j=1}^p G_j \sigma_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^q A_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (2.24)$$

dengan $\varepsilon_t = v_t \sqrt{\sigma_t^2}$.

Secara umum, model GARCH (p, q) pada Y_t dinyatakan sebagai:

$$Y_t = C + \varepsilon_t, \quad \text{dengan } \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_t^2)$$

dengan

$$\sigma_t^2 = K + \sum_{j=1}^p G_j \sigma_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^q A_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (2.25)$$

Model GARCH pada persamaan (2.25) memberikan informasi bahwa ragam dari Y_t dipengaruhi oleh kuadrat sisaan pada q periode yang lalu dan juga ragam Y_t pada p periode yang lalu.

2.7.2.4 Model (*Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic in Mean*) GARCH-M

Jika memasukkan variansi bersyarat ke dalam persamaan *mean* maka akan mendapatkan model GARCH-M (Engle, 2001). Model GARCH(p, q)-M dapat didefinisikan sebagai mana:

$$Y_t | F_{t-1} \sim N(0, h_t), t = 1, 2, \dots, T$$

dengan

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \alpha_1 \sigma_t^2 + \varepsilon_t \quad (2.26)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \sigma_{t-p}^2 + \beta_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \beta_q \varepsilon_{t-q}^2 \quad (2.27)$$

dengan β_1 dan α adalah konstan. Perumusan dari model GARCH-M pada (2.26) menyatakan bahwa ada serial korelasi dalam deret *return* Y_t . Untuk model GARCH(p, q)-M pada data *return* yang tidak mengandung model ARMA di dalamnya maka untuk persamaan model *mean*-nya menjadi:

$$Y_t = C + \varepsilon_t \quad (2.28)$$

2.8 ACF untuk Kuadrat Sisaan

Menurut Enders (2004), ACF untuk ε_t^2 digunakan untuk membantu identifikasi orde dari model GARCH. Langkah-langkah pembentukan ACF kuadrat sisaan untuk data *return* adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pemodelan data *return* ke dalam bentuk $Y_t = C + \varepsilon_t$ sehingga diperoleh sisaan (ε_t^2) untuk Y_t yang diperoleh menggunakan rumus $\varepsilon_t = Y_t - C$ kemudian masing-masing sisaan dikuadratkan (ε_t^2).
2. Menghitung ACF untuk ε_t^2 menggunakan rumus:

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=k+1}^T (\hat{\varepsilon}_t^2 - \hat{\sigma}^2)(\hat{\varepsilon}_{t-k}^2 - \hat{\sigma}^2)}{\sum_{t=1}^T (\hat{\varepsilon}_t^2 - \hat{\sigma}^2)^2} \quad (2.29)$$

dengan ragam dari sisaan sebagai berikut:

$$\hat{\sigma}^2 = \sum_{t=1}^T \frac{\hat{\varepsilon}_t^2}{T} \quad (2.30)$$

dan T adalah banyaknya sisaan.

3. Untuk sampel yang cukup besar, maka untuk menguji proses *white noise* dari $\hat{\rho}_k$ dapat didekati dengan $\pm \frac{2}{\sqrt{n}}$. Statistik $\hat{\rho}_k$ yang secara individu mempunyai nilai yang lebih besar dari $\pm \frac{2}{\sqrt{n}}$ mengindikasikan adanya proses ARCH/GARCH.

Hipotesis yang digunakan untuk menguji keberadaan efek ARCH/GARCH pada ε_t^2 adalah:

H_0 : tidak terpengaruh efek ARCH/GARCH (ε_t^2 *white noise*) ($\rho = 0$)

H_1 : terpengaruh efek ARCH/GARCH (ε_t^2 bukan *white noise*) ($\rho \neq 0$)

Menurut Lo (2003:41), Statistik uji *Ljung-Box Q* adalah sebagai berikut:

$$Q = T(T+2) \sum_{k=1}^n \frac{\hat{\rho}_k}{(T-k)} \quad (2.31)$$

dengan $k =$ banyak *lag*.

H_0 diterima apabila $Q < \chi^2_{(k)}$ atau $p\text{-value} > \alpha$. Penolakan H_0 menunjukkan dalam kuadrat sisaan tersebut mengalami proses ARCH/GARCH.

2.9 ACF untuk Sisaan yang Dibakukan

Menurut Lo (2003:46), diagnostik model GARCH menggunakan fungsi autokorelasi untuk sisaan yang dibakukan. Sisaan berasal dari model $Y_t = C + \varepsilon_t$ yang dibakukan menggunakan rumus:

$$Z_t = \frac{\varepsilon_t}{\sqrt{\sigma_t^2}}. \quad (2.32)$$

Jika persamaan (2.30) dikuadratkan maka $Z_t^2 = \frac{\varepsilon_t^2}{\sigma_t^2}$, sehingga dapat dihitung ACF untuk sisaan yang telah dibakukan sebagai:

$$\hat{\rho}_j = \frac{\sum_{t=j+1}^n (Z_t^2 - \bar{Z})(Z_{t-j}^2 - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^n (Z_t^2 - \bar{Z})^2} \quad (2.33)$$

dengan

$$\bar{Z} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n Z_t^2 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{\varepsilon_t^2}{\sigma_t^2} \quad (2.34)$$

jika model GARCH cukup baik dalam memodelkan keragaman data, maka tidak terdapat hubungan antar sisaan yang dibakukan.

2.10 Metode *Maximum Likelihood* (ML)

Menurut Gujarati (2007), metode ML adalah suatu penaksir titik yang mempunyai sifat teoritis yang lebih kuat dibandingkan dengan metode penaksir kuadrat terkecil. Metode ML merupakan suatu cara untuk mengestimasi parameter yang tidak diketahui. Prosedur estimasi ML menguji apakah estimasi maksimum yang tidak diketahui dari fungsi *likelihood* suatu sampel nilainya sudah memaksimalkan fungsi *likelihood*.

Menurut Greene (2003:468-469) fungsi p.d.f (*probability density function*) dari variabel acak y dengan parameter β , dinotasikan $f(y|\beta)$. Probabilitas sampel acak dari *joint* p.d.f untuk y_1, y_2, \dots, y_n dengan n saling bebas dan berdistribusi sama dapat dihitung:

$$f(y_1, \dots, y_n|\beta) = \prod_{i=1}^n f(y_i|\beta) = l(\beta|y) \quad (2.35)$$

Metode ML akan memilih nilai β yang diketahui sedemikian hingga memaksimalkan nilai probabilitas dari gambaran sampel secara acak yang telah diperoleh secara aktual.

Menurut Aziz (2010:11), fungsi *log likelihood*-nya adalah:

$$\begin{aligned} L(\beta|y) &= \ln \left\{ \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{(2\pi\sigma^2)}} \exp \left[-\frac{1}{2} \frac{(y_i - \beta)^2}{\sigma^2} \right] \right\} \\ &= \ln \left\{ (2\pi\sigma^2)^{\frac{n}{2}} \exp \left[-\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \beta)^2}{\sigma^2} \right] \right\} \\ &= -\frac{n}{2} \ln(2\pi\sigma^2) - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \beta)^2}{\sigma^2} \end{aligned}$$

Menurut Davidson dan Mackinnon (2004) bila fungsi *likelihood* terdiferensialkan terhadap β , maka estimasi ML dapat diperoleh melalui persamaan berikut:

$$(\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n) \rightarrow \frac{\partial l(x_1, x_2, \dots, x_n)}{\partial \beta_i} \quad (2.36)$$

untuk $i = 1, 2, \dots, n$.

Dalam banyak kasus, penggunaan deferensiasi akan lebih mudah bekerja pada logaritma natural dari $l(x_1, x_2, \dots, x_n | \beta)$, yaitu:

$$L(x_1, x_2, \dots, x_n | \beta) = \ln l(x_1, x_2, \dots, x_n | \beta). \quad (2.37)$$

2.11 Volatilitas

Knight dan Stephen (2002) menjelaskan bahwa volatilitas adalah ketidakpastian tentang hasil yang diperoleh dari data pada masa yang akan datang. Volatilitas hanya menginformasikan perubahan suatu data, tetapi tidak menginformasikan dampak atau kerugiannya. Volatilitas didefinisikan sebagai ketidakpastian tentang hasil yang diperoleh *investor* dari saham pada waktu yang akan datang. Untuk mengukur besarnya volatilitas dilihat dari simpangan baku (*standard deviation*) *mean return* per satuan waktu. Semakin besar kecenderungan harga saham tersebut untuk naik turun atau dengan kata lain harga saham tersebut cenderung sangat mudah berubah, hal ini disebabkan karena tingkat volatilitas *return* saham semakin besar. Data dalam deret waktu di bidang finansial seperti *return* saham memiliki karakteristik volatilitas, yaitu:

1. Distribusi berekor tebal.
2. Volatilitas berkelompok.
3. *Leverage effect*.
4. Pergerakan bersama dalam volatilitas.

2.12 Harga Saham

2.12.1 Pengertian Harga Saham

Harga saham adalah harga dari suatu saham yang ditentukan pada saat pasar saham sedang berlangsung dengan berdasarkan kepada permintaan dan penawaran pada saham yang dimaksud. Harga saham yang berlaku di pasar modal biasanya ditentukan oleh para pelaku pasar yang sedang melangsungkan perdagangan sahamnya. Dengan harga saham yang ditentukan otomatis perdagangan saham di bursa efek akan berjalan. Sementara saham sendiri adalah suatu kepemilikan aset seperti instrumen dari kegiatan finansial suatu perusahaan yang biasa disebut juga dengan efek (Atikah, 2015)

Daya tarik dari investasi saham adalah dividen dan *capital gain*. Dividen merupakan keuntungan yang diberikan perusahaan penerbit saham atas keuntungan yang dihasilkan perusahaan. Biasanya dividen dibagikan setelah adanya persetujuan pemegang saham dan dilakukan setahun sekali. Agar *investor* berhak mendapatkan dividen, *investor* tersebut harus memegang saham tersebut untuk kurun waktu tertentu hingga kepemilikan saham tersebut diakui sebagai pemegang saham dan berhak mendapatkan dividen. Dividen yang diberikan perusahaan dapat berupa dividen tunai, dengan pemodal atau pemegang saham mendapatkan uang tunai sesuai dengan jumlah saham yang dimiliki dan dividen saham dengan pemegang saham mendapatkan jumlah saham tambahan. Dalam kaitannya dengan harga saham dan metode yang digunakan, maka akan dicari dan dihitung kerugian dan faktor-faktor yang ada dengan menggunakan metode VaR dan simulasi Monte Carlo (Anonim, 2012).

2.12.2 Return/Imbal Hasil

Menurut Hartono (2010) *return* merupakan hasil yang diperoleh dari suatu investasi. *Return* saham dibedakan menjadi dua yaitu *return* realisasi (*realized return*) dan *return* ekspektasi (*expected return*). *Return* realisasi (*realized return*) yaitu *return* yang telah terjadi, dihitung menggunakan data historis, merupakan sesuatu yang penting karena digunakan sebagai salah satu pengukur kinerja dari perusahaan. *Return* realisasi juga berguna sebagai salah satu penentuan *return* ekspektasi (*expected return*) dan risiko di masa datang. Sedangkan *return* ekspektasi (*expected return*) adalah *return* yang diharapkan akan diperoleh oleh *investor* di masa mendatang. Berbeda dengan *return* realisasi yang sifatnya sudah terjadi, *return* ekspektasi sifatnya belum terjadi.

Ruppert (2004) menjelaskan bahwa *return* dari suatu aset adalah tingkat pengembalian atau hasil yang diperoleh akibat melakukan investasi. *Return* merupakan salah satu faktor yang memotivasi *investor* untuk berinvestasi karena dapat menggambarkan secara nyata perubahan harga. *Return* pada waktu ke- t dinotasikan dengan (R_t) didefinisikan sebagai berikut:

$$R_t = \ln(1 + R_t) = \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) = \ln(S_t) - \ln(S_{t-1}) \quad (2.38)$$

dengan S_t adalah harga aset pada waktu ke- t tanpa adanya dividen.

2.12.3 Risiko

Horne dan Wachowics (1992) dalam Batuparan (2000) mengatakan bahwa secara umum, risiko adalah tingkat ketidakpastian akan terjadinya sesuatu atau tidak terwujudnya sesuatu tujuan, pada suatu kurun atau periode waktu tertentu (*time period*). Dalam bidang finansial, risiko sering dihubungkan dengan

volatilitas atau penyimpangan/deviasi dari hasil investasi yang akan diterima dengan keuntungan yang diharapkan. Volatilitas merupakan besarnya harga fluktuasi dari sebuah aset. Semakin besar volatilitas aset, maka semakin besar kemungkinan mengalami keuntungan atau kerugian. Mendefinisikan risiko sebagai variabilitas (keragaman) *return* terhadap *return* yang diharapkan. *Investor* yang rasional akan cenderung memilih aset investasi yang mengandung risiko yang lebih rendah.

Batuparan (2000) menjelaskan, jika terdapat n (jumlah observasi) *return*, maka ekspektasi *return* dapat diestimasi dengan *mean* sampel *return*:

$$\bar{R}_t = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n R_t \quad (2.39)$$

Menurut Batuparan (2000), *mean return* kemudian digunakan untuk mengestimasi varian tiap periode yaitu kuadrat standar deviasi per periode

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R}_t)^2 \quad (2.40)$$

disebut varian per periode karena besarnya tergantung pada panjang waktu ketika *return* diukur. Akar dari varian (standar deviasi) merupakan estimasi risiko dari harga saham yaitu:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R}_t)^2}{n-1}} \quad (2.41)$$

2.13 Value at Risk (VaR)

VaR merupakan sebuah konsep yang digunakan dalam pengukuran risiko dalam *risk management*. Secara sederhana VaR ingin menjawab pertanyaan

“seberapa besar (dalam persen atau sejumlah uang tertentu) *investor* dapat merugi selama waktu investasi T dengan tingkat kesalahan sebesar α ”. Dari pertanyaan tersebut, secara sederhana dapat dilihat melihat adanya tiga variabel yang penting, yaitu besar kerugian, selang waktu, dan besar tingkat kesalahan. Secara spesifik dapat dilihat pergerakan harga-harga saham melalui perspektif VaR ini (Harper, 2004).

Sufianti (2011) menyatakan bahwa, secara teknis, VaR dengan tingkat kesalahan α yang disimbolkan dengan $\Psi(\alpha)$, dinyatakan sebagai bentuk *quantile* $(1-\alpha)$ dari distribusi keuntungan atau kerugian $r(t)$ untuk $t=1,2,3,\dots,T$, dengan T adalah periode investasinya. Jika menuliskan $f(r(t))$ sebagai fungsi kepadatan peluang dari $r(t)$ dan $F(r(t))$ sebagai fungsi distribusi kumulatifnya, maka secara sederhana $r(t)$ dapat menyatakan VaR pada tingkat kesalahan α sebagai:

$$F(\psi) = 1 - \alpha \quad (2.42)$$

dan bentuk invers dari fungsi tersebut untuk menghitung nilai VaR,

$$\psi = F^{-1}(1 - \alpha) \quad (2.43)$$

Sufianti (2011) menyatakan bahwa, dalam hal ini, VaR merupakan bentuk invers dari fungsi kepadatan kumulatif (CDF). Mengingat komposisi portofolio dalam sistem perbankan senantiasa tidak tetap melainkan sering terjadi perubahan, maka VaR dapat ditulis sebagai:

$$\psi = F^{-1}\left(\frac{1-\alpha}{\Theta(t)}\right) \quad (2.44)$$

dengan $\Theta(t)$ merupakan besaran yang menunjukkan komposisi portofolio pada waktu t .

Baxter dan Rennie (1996) menjelaskan bahwa, dengan memandang pergerakan harga saham $p(t)$ sebagai proses stokastik dengan model difusi kontinu dapat menyatakan *return* harga sebagai gerak Brown pada waktu diskrit sebagai:

$$\begin{aligned}
 R(t) &= \left(\frac{S(t+\Delta t)}{S(t)} \right) \\
 &= \ln(S(t+\Delta t)) - \ln(S(t)) \\
 &= \ln(\exp(\sigma\omega(t+\Delta t) + \mu(t+\Delta t))) - \ln(\exp(\sigma\omega(t) + \mu t)) \\
 &= (\sigma\omega(t+\Delta t) + \mu(t+\Delta t)) - (\sigma\omega(t) + \mu t) \\
 &= \mu\Delta t + \sigma\omega(\Delta t) \\
 &= \mu\Delta t + \sigma\varepsilon\sqrt{\Delta t}
 \end{aligned} \tag{2.44}$$

dengan $\omega(\Delta t) = \varepsilon\sqrt{\Delta t}$, μ dan σ masing-masing sebagai konstanta *drift* dan volatilitas dengan $\varepsilon = \left(\frac{r(t)-\mu}{\sigma} \right)$ saat $\Delta t = 1$, $\varepsilon \sim iid N(0,1)$.

Menurut Dowd (2002) VaR biasanya ditulis dalam bentuk $VaR(\alpha)$ atau $VaR(\alpha, T)$ yang menandakan bahwa VaR bergantung pada nilai α dan T . Dengan estimasi VaR (α) pada waktu t hari adalah:

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = W_0 R^* \sqrt{t^*} \tag{2.45}$$

dengan R^* (α -quantile) adalah nilai kritis (kerugian maksimum) yang merupakan transformasi dari distribusi normal standar $Z^\alpha = \frac{R^* - \mu}{\sigma}$. Apabila data *return* berdistribusi normal $N(\mu, \sigma^2)$, maka persamaan dari R^* memenuhi:

$$R^* = \mu + Z^\alpha \sigma \tag{2.46}$$

dengan:

μ = rata-rata pada data

Z^α = nilai z-tabel

σ = nilai volatilitas atau standar deviasi data

Maka dengan mensubstitusikan persamaan (2.46) ke dalam persamaan (2.45) estimasi $VaR(\alpha)$ dalam periode waktu t hari adalah:

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = W_0 \times \{\mu + Z^\alpha \sigma\} \sqrt{t^*} \quad (2.47)$$

2.14 Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo adalah metode untuk menganalisis perambatan ketidakpastian dimana tujuannya adalah untuk menentukan bagaimana variasi acak atau *error* mempengaruhi sensitivitas, performa, atau reliabilitas dari sistem yang sedang dimodelkan. Simulasi Monte Carlo digolongkan sebagai metode *sampling* karena *input* dibangkitkan secara acak dari suatu distribusi probabilitas untuk proses *sampling* dari suatu populasi nyata. Oleh karena itu, suatu model harus memilih suatu distribusi *input* yang paling mendekati data yang dimiliki (Rubinstein, 1981).

JP Morgan dalam Fariandi (2013) menjelaskan bahwa kelebihan simulasi Monte Carlo dibandingkan dengan metode perhitungan VaR yang lain adalah: (1) Simulasi ini memberikan hasil perhitungan yang lebih akurat untuk semua jenis instrumen. (2) Dapat digunakan pada semua jenis asumsi distribusi (distribusi normal, dan lain-lain) dan dapat digunakan untuk jenis distribusi *fat tails* (leptokurtik). Sedangkan kelemahan dalam simulasi Monte Carlo terletak dalam hal komputasi karena memerlukan simulasi *risk factor* yang cukup banyak.

Perhitungan VaR dalam periode waktu t hari yaitu:

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = W_0 R^* \sqrt{t^*}$$

dengan:

$VaR_{(1-\alpha)}(t)$ = potensi kerugian maksimal pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$

dalam

periode waktu t hari

W_0 = dana investasi awal aset

R^* = nilai *quantile* ke- α dari distribusi *return*

$\sqrt{t^*}$ = periode waktu *return* saham

2.15 Jual-Beli Saham dalam Kaidah Islam

Saham adalah surat berharga yang merupakan tanda kepemilikan seseorang atau badan terhadap suatu perusahaan. Saham biasanya dikeluarkan oleh sebuah perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Di dalam saham dinyatakan bahwa pemilik saham tersebut juga pemilik sebagian dari perusahaan itu. Wujud saham adalah selembar kertas yang menerangkan bahwa pemilik kertas itu adalah pemilik perusahaan yang menerbitkan kertas tersebut.

Islam mengajarkan *mudlorobah* atau *musyarikah* yaitu kerjasama antara dua atau lebih pihak untuk melakukan usaha dengan masing-masing pihak menyetorkan sejumlah dana, barang, atau jasa. Atau di zaman modern dapat disebut *join venture*, dengan usaha yang dianjurkan dalam Islam yang mendatangkan rezeki (keuntungan) yang halal tanpa mengakibatkan kerugian bagi orang lain (terdapat unsur tipu-menipu).

Sebagaimana dalam terjemahan hadits Qudsi yang diriwayatkan oleh Abu Daud dan Hakim berikut:

“Saya adalah ketiga dari dua orang yang bersyarikat itu, selama salah satu pihak tidak mengkhianati kawannya; jika salah satu mengkhianati kawannya, maka saya akan keluar dari antara mereka berdua itu” (Abu Daud dan Hakim).

Makna dari kata bersyarikat dalam hadits tersebut yakni jual-beli saham, dengan Rasulullah Saw. memperbolehkan/menghalalkan jual-beli saham apabila tidak ada unsur menipu dan merugikan orang lain. Jika ada unsur tersebut maka Rasulullah Saw. memilih untuk tidak melakukan jual-beli dan mengharamkan yang demikian.

Sebagaimana firman Allah Swt. dalam al-Quran surat an-Nisa'/04:29, yaitu:

يٰۤاَيُّهَا الَّذِيْنَ ءَامَنُوْا لَا تَأْكُلُوْا اَمْوَالِكُمْ بَيْنَكُمْ بِالْبَاطِلِ اِلَّا اَنْ تَكُوْنَ تِجْرَةً عَنْ تَرَاضٍ مِّنْكُمْ وَلَا تَقْتُلُوْا اَنْفُسَكُمْ اِنَّ اللّٰهَ كَانَ بِكُمْ رَحِيْمًا ۙ ۲۹

“Hai orang-orang yang beriman, janganlah kamu saling memakan harta sesamamu dengan jalan yang batil, kecuali dengan jalan perniagaan yang berlaku dengan suka sama-suka di antara kamu. Dan janganlah kamu membunuh dirimu; sesungguhnya Allah Swt. adalah Maha Penyayang kepadamu” (QS. an-Nisa’/04:29).

Ayat di atas menjelaskan bahwa dalam jual-beli saham semestinya dilakukan dengan jujur, tidak ada penipuan, dan tidak menerapkan hukum riba. Sebagaimana diketahui bahwa beberapa berpendapat bahwa jual-beli saham itu haram dan ada pula yang berpendapat bahwa jual-beli saham itu halal. Pendapat bahwa jual-beli saham itu haram dikarenakan bertentangan dengan konsep syariat Islam, dalam konsep syariat Islam orang-orang bekerjasama membentuk perusahaan baik pengusaha ataupun *investor* saling mengenal dan terikat kontrak yang jelas, dan sesama partner saling mengenal. Tetapi dalam jual-beli saham, para partner bisnis mayoritas *majhul* atau tidak dikenal. Pemegang satu perusahaan dapat berubah-ubah baik dalam jumlah maupun orangnya. Dan juga saham itu baik barang maupun nilainya tidak jelas, sehingga membeli atau menjualnya adalah tindakan yang spekulatif. Jika seorang *investor* memang berniat untuk investasi, tentu dia akan menyerahkan modalnya langsung kepada

pengusaha yang memerlukan modal baik langsung atau di pasar perdana. Tapi jika menyerahkan uangnya kepada pemilik saham yang menjual sahamnya (spekulasi) di pasar sekunder, maka tindakan itu sama saja dengan spekulasi. Hal itu mengakibatkan uang hanya beredar di antara sesama pemilik uang. Ada juga yang mengatakan bahwa jual-beli saham untuk orang awam yang tidak punya data itu haram karena risikonya besar. Tetapi bagi yang ahli serta punya data maka hukumnya halal. Berikut ini pendapat beberapa ahli fikih tentang kondisi jual-beli saham yang diperbolehkan dan yang tidak diperbolehkan:

1. Para ahli fikih kontemporer sepakat, bahwa haram hukumnya memperdagangkan saham di pasar modal dari perusahaan yang bergerak di bidang usaha yang haram. Misalnya perusahaan yang bergerak di bidang produksi minuman keras, bisnis babi, dan apa saja yang terkait dengan babi, jasa keuangan konvensional seperti bank dan asuransi, dan industri hiburan, seperti kasino, perjudian, prostitusi, media porno, dan sebagainya. Namun mereka berbeda pendapat jika saham yang diperdagangkan di pasar modal itu adalah dari perusahaan yang bergerak di bidang usaha halal, misalnya di bidang transportasi, telekomunikasi, produksi tekstil, dan sebagainya. Saham perusahaan semacam ini boleh diperjualbelikan dengan harga yang disepakati antara kedua belah pihak, baik dengan harga yang sama dengan nilai saham yang tertera pada surat saham atau lebih sedikit atau lebih banyak.
2. Bila saham-saham tersebut tidak mewakili uang tunai baik secara keseluruhan atau kebanyakannya, akan tetapi mewakili aset berupa tanah atau kendaraan atau properti dan yang serupa, dan aset tersebut telah diketahui oleh masing-masing penjual dan pembeli, maka boleh untuk memperjualbelikannya, baik

dengan pembayaran kontan atau dihutang dengan sekali pembayaran atau dicicil dalam beberapa pembayaran, hal ini berdasarkan keumuman dalil-dalil yang membolehkan jual-beli.

3. Perusahaan tersebut tidak melakukan praktik riba, baik dalam cara pembiayaan atau penyimpanan kekayaannya atau lainnya. Bila suatu perusahaan dalam pembiayaan atau penyimpanan kekayaannya dengan riba, maka tidak dibenarkan bagi seorang manusia untuk membeli saham perusahaan tersebut. Walaupun kekayaan dan keuntungan perusahaan tersebut diperoleh dari usaha yang halal, akan tetapi telah dicampuri oleh riba yang ia peroleh dari metode pembiayaan atau penyimpanan tersebut. Sebagai contoh, misalnya suatu perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi perabotan rumah tangga, akan tetapi kekayaan perusahaan tersebut ditabungkan di bank atau modalnya diperoleh dari berhutang kepada bank dengan bunga tertentu, menjual sebagian saham perusahaannya, maka tidak dibenarkan bagi seorang manusia untuk membeli saham perusahaan tersebut.
4. Perusahaan atau badan usaha yang tidak menjalankan praktik riba, tidak juga hal haram lainnya, boleh untuk ikut serta menanamkan saham padanya. Adapun perusahaan yang menjalankan praktik riba atau suatu transaksi haram lainnya, maka haram untuk ikut andil menanam saham padanya. Bila seorang manusia meragukan perihal suatu perusahaan, maka yang lebih selamat ialah dengan tidak ikut menanam saham padanya.
5. Menanamkan modal di bank atau perusahaan yang bertransaksi dengan cara riba tidak boleh, dan bila penanam modal hendak melepaskan dirinya dari keikutsertaannya dalam perusahaan riba tersebut, maka hendaknya ia melelang

sahamnya dengan harga yang berlaku di pasar modal, kemudian dari hasil penjualannya ia hanya mengambil modal asalnya, sedangkan sisanya ia infakkan di berbagai jalan kebaikan. Tidak halal baginya untuk mengambil sedikitpun dari bunga atau keuntungan sahamnya.

Dari berbagai pendapat yang menghalalkan dan mengharamkan jual-beli saham di atas dapat diambil kesimpulan bahwa apabila jual-beli saham dilakukan dengan niat dan tujuan memperoleh penambahan modal, memperoleh aset likuid, maupun mengharap deviden dengan memilikinya sampai jatuh tempo, untuk efek syari'ah (*hold to maturity*) di samping dapat difungsikan sewaktu-waktu, dapat dijual (*available for sale*), keuntungan berupa *capital gains* dengan kenaikan nilai saham seiring kenaikan nilai dan kinerja perusahaan penerbit (emiten) dalam rangka menghidupkan investasi yang akan mengembangkan kinerja perusahaan, adalah sesuatu yang halal sepanjang usahanya tidak dalam hal yang haram. Namun ketika aktivitas jual-beli saham tersebut disalahgunakan dan menjadi alat spekulasi mengejar keuntungan di atas kerugian pihak lain, maka hukumnya haram karena berubah menjadi perjudian saham. Dengan begitu kembali lagi kepada pribadi masing-masing agar selalu bertaqwa dan berpedoman pada al-Quran dan hadits.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan pendekatan literatur deskriptif kuantitatif. Pada pendekatan literatur, yaitu dilakukan dengan cara mengkaji buku-buku yang berkaitan dengan penelitian sebagai acuan dalam menyelesaikan penelitian. Sedangkan pendekatan deskriptif kuantitatif yaitu dengan menganalisis data dan menyusun data yang sudah ada sesuai dengan kebutuhan peneliti, dengan data yang digunakan dalam penelitian ini berupa angka atau data numerik.

3.2 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini variabel yang diteliti ada enam jenis yang meliputi harga saham, *return*, sisaan (ϵ_t), sisaan kuadrat (ϵ_{t-1}^2), variansi (σ_{t-1}^2), dan sisaan yang dibakukan (ϵ_t).

3.3 Jenis dan Sumber Data

Pada penelitian ini jenis data yang digunakan adalah data sekunder, karena peneliti tidak mendapatkan data secara langsung dari observasi, tetapi mendapatkannya dari penelitian sebelumnya oleh Sufianti (2011) yang melakukan pengambilan data secara langsung sebanyak 254 dengan rentang data mingguan mulai dari tanggal 02 Mei 2005 sampai dengan 20 September 2010.

3.4 Metode Analisis

3.4.1 Estimasi VaR GARCH-M Melalui Simulasi Monte Carlo

Langkah-langkah estimasi VaR GARCH-M melalui simulasi Monte Carlo adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan formula dari VaR Monte Carlo yang sudah diketahui.
2. Menentukan formula VaR model GARCH-M pada waktu ke- t , dengan mengasumsikan bahwa VaR berdistribusi normal dan memasukkan model GARCH-M ke dalam α -quantile.

3.4.2 Perhitungan Nilai Risiko pada *Return* Saham Penutupan Bank Mandiri, Tbk. yang Mengandung VaR Monte Carlo pada Model GARCH-M

Langkah-langkah dalam perhitungan nilai risiko pada *return* saham penutupan Bank Mandiri, Tbk. yang mengandung VaR Monte Carlo pada model GARCH-M pada kasus kerugian yang diperoleh *investor* setelah menginvestasikan dananya dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menganalisis statistik deskriptif data (melihat tebaran data) dengan *Basic Statistic* dan menguji stasioneritas data dengan *Time Series Plot* menggunakan bantuan *software* Minitab 14.
2. Menguji normalitas data *log return* dengan bantuan *software* Minitab 14.
3. Mengidentifikasi model.
 - a. Menguji kestasioneran data dengan melihat *trend analysis plot* menggunakan bantuan *software* Minitab 14.
 - b. Menguji keragaman data dengan uji heteroskedastisitas menggunakan *software* EViews 3.

- c. Menguji kebaikan model GARCH-M terhadap sisaan kuadrat data *return* dengan melihat grafik ACF dan PACF menggunakan bantuan *software* EViews 3.
- d. Menguji keberadaan efek ARCH/GARCH terhadap sisaan kuadrat data *return* dengan menggunakan statistik *L-Jung-Box Q*.
- e. Menentukan model GARCH-M.
 - 1) Mengidentifikasi model GARCH-M.
 - 2) Menaksir parameter GARCH-M dengan metode ML menggunakan bantuan *software* EViews 3.
- f. Menguji model.
 - 1) Memeriksa hubungan antar sisaan yang dibakukan.
 - 2) Menguji sisaan yang dibakukan menggunakan uji *Ljung-Box Q*.
- g. Mengaplikasi model GARCH-M pada VaR data harga saham penutupan dari Bank Mandiri, Tbk. dengan simulasi VaR Monte Carlo menggunakan bantuan *software* Matlab dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - 1) Menentukan nilai parameter dari *return* aset saham. *Return* diasumsikan mengikuti distribusi normal dengan *mean* μ dan varian σ^2 .
 - 2) Mensimulasikan nilai *return* dengan cara pengambilan data secara acak *return* aset saham dengan parameter yang diperoleh dari langkah (1) sebanyak n sehingga terbentuk distribusi empiris dari *return* hasil simulasi.
 - 3) Mencari estimasi kerugian maksimum pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ yaitu sebagai nilai *quantile* ke- α dari distribusi empiris *return* yang diperoleh pada langkah (2), dinotasikan dengan R^* .

4) Menghitung nilai VaR pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ dalam periode waktu t hari, yaitu:

$$5) VaR_{(1-\alpha)}(t) = W_0 R^* \sqrt{t^*}$$

dengan:

W_0 = dana investasi awal aset

R^* = nilai *quantile* ke- α dari distribusi normal *return*

$\sqrt{t^*}$ = periode waktu *return* saham

- 6) Mengulangi langkah (a) sampai langkah (d) sebanyak m kali sehingga mencerminkan berbagai kemungkinan nilai VaR aset saham yaitu $VaR_1, VaR_2, \dots, VaR_m$.
- 7) Menghitung rata-rata hasil dari langkah (5) untuk menstabilkan nilai karena nilai VaR yang dihasilkan oleh tiap simulasi berbeda.

3.4.3 Perbandingan Hasil Model GARCH-M dan Nilai Risiko dari Saham Penutupan Bank Mandiri, Tbk. dengan Penelitian Sebelumnya

Langkah-langkah dalam membandingkan hasil model GARCH-M dan nilai risiko dari penelitian ini dengan penelitian sebelumnya Sufianti (2011) yaitu:

1. Membandingkan model GARCH-M dari penelitian ini dengan penelitian sebelumnya dengan cara melihat nilai *p-value*, *Akaike Info Criterion* (AIC), dan *Schwarz Criterion* (SIC).
2. Membandingkan nilai risiko dari penelitian ini dengan penelitian sebelumnya dengan cara melihat besarnya nilai VaR.

BAB IV
PEMBAHASAN

4.1 Estimasi VaR GARCH-M Melalui Simulasi Monte Carlo

- a. Menggunakan formula dari VaR Monte Carlo yang sudah diketahui

Perhitungan VaR dengan tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ menggunakan simulasi Monte Carlo dalam waktu t yaitu:

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = W_0 R^* \sqrt{t^*} \quad (4.1)$$

dengan $\sqrt{t^*}$ adalah periode waktu *return* saham dan R^* merupakan α -quantile atau simbol dari nilai kritis (kerugian maksimum) *return* saham yang apabila data *return* yang digunakan berdistribusi normal $N(0,1)$ dan R^* pada persamaan (4.1) merupakan transformasi dari distribusi normal standar $Z^\alpha = \frac{R^* - \mu}{\sigma}$, maka persamaan dari R^* memenuhi:

$$R^* = \mu + Z^\alpha \sigma \quad (4.2)$$

- b. Menentukan formula VaR model GARCH-M pada waktu ke- t

Persamaan R^* pada persamaan (4.2) disubstitusikan ke dalam persamaan (4.1) sehingga menjadi:

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = W_0 \{\mu + Z^\alpha \sigma\} \sqrt{t^*} \quad (4.3)$$

dengan nilai μ merupakan persamaan *mean* (Y_t) dan σ merupakan volatilitas ($\sqrt{\sigma_t^2}$) yang dicari dengan menggunakan model GARCH-M sebagai berikut:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \alpha_1 \sigma_t^2 + \varepsilon_t \quad (4.4)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \sigma_{t-p}^2 + \beta_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \beta_q \varepsilon_{t-q}^2 \quad (4.5)$$

Persamaan (4.4) merupakan persamaan *mean* model GARCH-M yang digunakan untuk data *return* yang mengandung ARMA di dalamnya. Untuk data *return* yang tidak mengandung model ARMA, persamaan *mean*-nya menggunakan model yakni:

$$Y_t = C + \varepsilon_t \quad (4.6)$$

Jika nilai $\mu = Y_t$ dan $\sigma = \sqrt{\sigma_t^2}$ disubstitusikan ke dalam persamaan (4.3) maka persamaannya menjadi:

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = W_0 \left\{ Y_t + Z^\alpha \sqrt{\sigma_t^2} \right\} \sqrt{t^*} \quad (4.7)$$

dengan mensubstitusikan persamaan (4.5) dan (4.6) ke dalam persamaan (4.7), menggunakan tingkat kesalahan $\alpha = 5\%$, tingkat kepercayaan $(1 - \alpha) = 95\%$, nilai $Z^{0,025} = 1,96$, dan karena data yang dipakai merupakan data harga saham harian dengan tipe data *time series* mingguan sehingga periode waktu $\sqrt{t^*} = 1$, maka diperoleh,

$$\begin{aligned} VaR_{(1-\alpha)}(t) &= \\ &W_0 \left\{ (C + \varepsilon_t) + \right. \\ &\left. Z^\alpha \sqrt{\alpha_0 + \alpha_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \sigma_{t-p}^2 + \beta_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \beta_q \varepsilon_{t-q}^2} \right\} \sqrt{t^*} \\ &= \\ &W_0 \left\{ (C + \varepsilon_t) + \right. \\ &\left. 1,96 \sqrt{\alpha_0 + \alpha_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \sigma_{t-p}^2 + \beta_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \beta_q \varepsilon_{t-q}^2} \right\} 1 \\ &= \end{aligned}$$

$$W_0 \left\{ (C + \varepsilon_t) + 1,96 \sqrt{\alpha_0 + \alpha_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \sigma_{t-p}^2 + \beta_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \beta_q \varepsilon_{t-q}^2} \right\}$$

persamaan tersebut dapat disederhanakan menjadi:

$$\begin{aligned} VaR_{(1-\alpha)}(t) &= W_0 \left\{ (C + \varepsilon_t) + 1,96 \sqrt{\alpha_0 + \alpha_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \sigma_{t-p}^2 + \beta_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \beta_q \varepsilon_{t-q}^2} \right\} \\ &= W_0 \left\{ Y_t + 1,96 \sqrt{\sigma_t^2} \right\} \\ VaR_{(1-\alpha)}(t) &= W_0 \{ Y_t + 1,96 \sigma_t \} \end{aligned} \quad (4.8)$$

Formula inilah yang digunakan untuk menghitung nilai risiko menggunakan simulasi Monte Carlo. Sebelum simulasi dilakukan maka terlebih dahulu dilakukan analisis terhadap data yang akan digunakan.

4.2 Analisis Data

4.2.1 Analisis Statistik Deskriptif

Dalam penelitian ini digunakan data harga saham penutupan Bank Mandiri, Tbk. Mingguan yang data diambil mulai tanggal 2 Mei 2005 sampai dengan tanggal 20 September 2010 (Lampiran 1). Data diperoleh dari penelitian sebelumnya (Sufianti, 2011) dengan frekuensi sebesar 254.

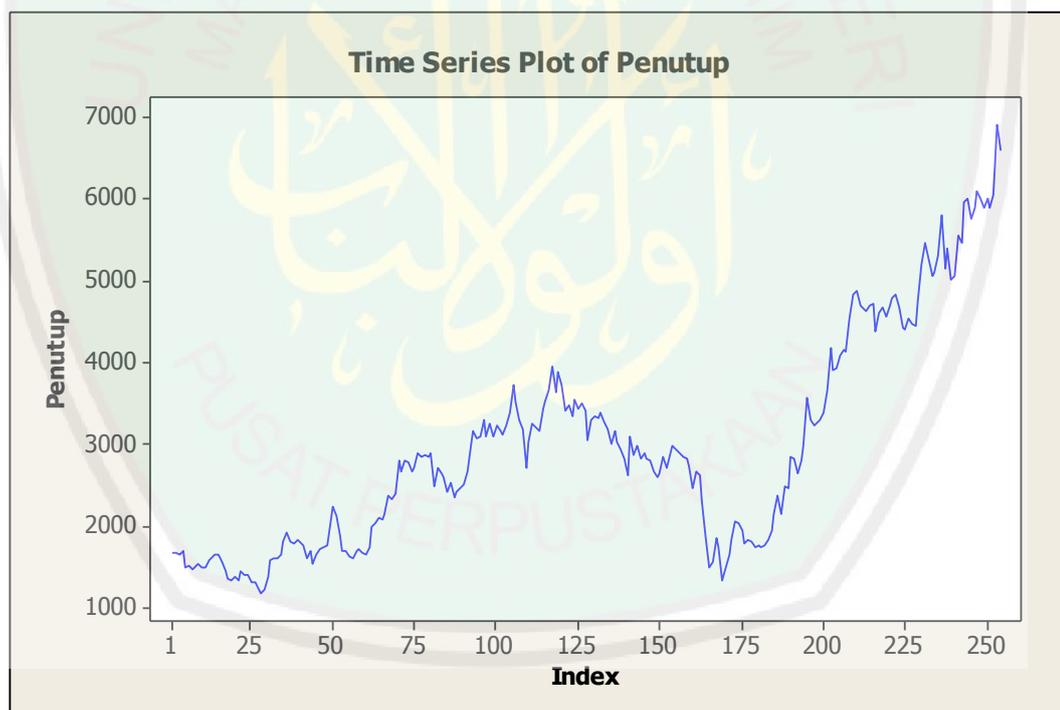
Analisis statistik deskriptif dari data harga saham penutupan Bank Mandiri, Tbk. adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Statistik Deskriptif Data Harga Saham Penutupan dengan Bantuan Minitab 14

Descriptive Statistics: Penutupan								
Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median
Penutupan	254	0	2964,2	81,3	1295,7	1180,0	1797,5	2825,0

Variable	Q3	Maximum
Penutupan	3525,0	6900,0

Dari Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa frekuensi data harga saham penutupan sebesar 254, dan tidak ada *missing* data. Nilai minimum dari data saham penutupan sebesar Rp 1.180,0 dan nilai maksimumnya sebesar Rp 6.900,0. *Mean* harga saham penutupan dalam kurun waktu 5 tahun sebesar Rp 2.964,2. Dari yang diperoleh di atas dapat diketahui bahwa data harga saham memiliki pergerakan acak. Oleh karena itu, untuk mengetahui perubahan harga saham tersebut, digunakan *software* Minitab 14 untuk *plot* data ke dalam *time series plot* seperti di bawah ini:

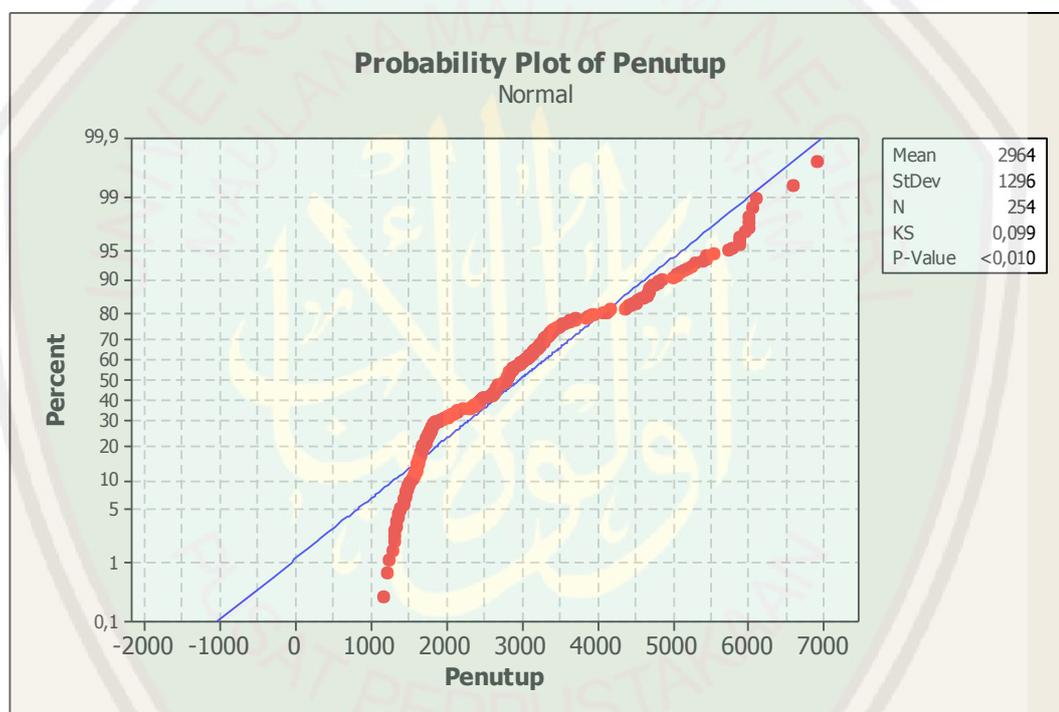


Gambar 4.1 *Time Series Plot* Harga Saham Penutupan Bank Mandiri, Tbk. dengan Bantuan Minitab 14

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa data di atas belum stasioner, karena pergerakan data mengalami kenaikan dan penurunan setiap minggunya, bahkan pada data ke-170 harga saham mengalami penurunan secara drastis. Dengan kata lain fluktuasi data tidak berada di sekitar nilai *mean* yang konstan. Oleh karena

itu, perlu dilakukan transformasi ke dalam bentuk *return* pada data sehingga nantinya data tersebut dapat stasioner, setelah itu barulah diuji stasioneritasnya.

Sebelum dilakukan transformasi ke dalam bentuk *return*, ada baiknya diuji kenormalan datanya dikarenakan dalam penelitian ini menggunakan distribusi normal pada data yang digunakan, sehingga perlu dilakukan uji normalitas data harga saham Bank Mandiri, Tbk. menggunakan Minitab 14 sebagai berikut,



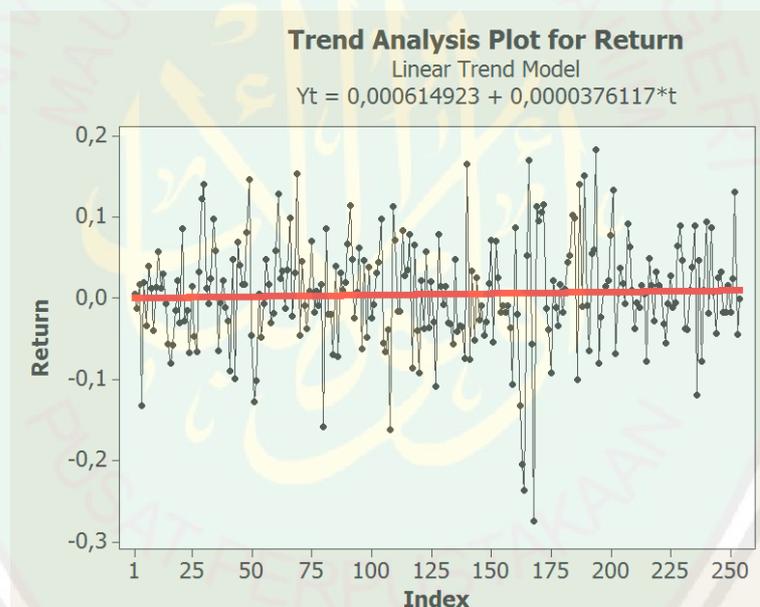
Gambar 4.2 Uji Normalitas Data Harga Saham Penutupan Bank Mandiri, Tbk. Menggunakan Bantuan Minitab 14

Pada Gambar 4.2 terlihat bahwa sebaran data menjauhi garis diagonal kenormalan dan pergerakannya tidak mengikuti arah garis diagonal. Dari nilai Kolmogorov-Smirnov (KS) sebesar 0,099 dan nilai *p-value* sebesar 0,010, maka perbandingan nilai *p-value* dengan α yaitu $0,010 < 0,05$, dari kedua pernyataan tersebut seperti pada subbab 2.3 dapat diambil kesimpulan bahwa H_0 ditolak yang

berarti H_1 diterima. Jadi harga saham penutupan Bank Mandiri, Tbk. tidak berdistribusi normal.

4.2.2 Uji Stasioneritas Data

Data *time series* yang non-stasioner akan ditransformasikan menjadi data yang stasioner dengan cara diubah ke dalam bentuk logaritma natural. Dalam uji stasioneritas data dapat dilihat dari grafik *trend* pada *trend analysis* yang menggunakan bantuan *software* Minitab 14. Dari persamaan (2.12) menunjukkan regresi stasioneritas sebagai berikut,



Gambar 4.3 Plot Trend Analysis Data Return Saham Penutupan Bank Mandiri, Tbk. Menggunakan Bantuan Minitab. 14

Plot data pada Gambar 4.3 merupakan data *return* saham penutupan Bank Mandiri, Tbk. yang mana menunjukkan bahwa data *return* stasioner karena *mean* data yang ditunjukkan oleh garis merah tebal berada pada satu nilai konstan yaitu nol. Grafik pada gambar tersebut bersifat fluktuatif, yang artinya grafik bernilai positif apabila terjadi kenaikan harga saham dan bernilai negatif apabila terjadi penurunan harga saham.

4.2.3 Uji Normalitas

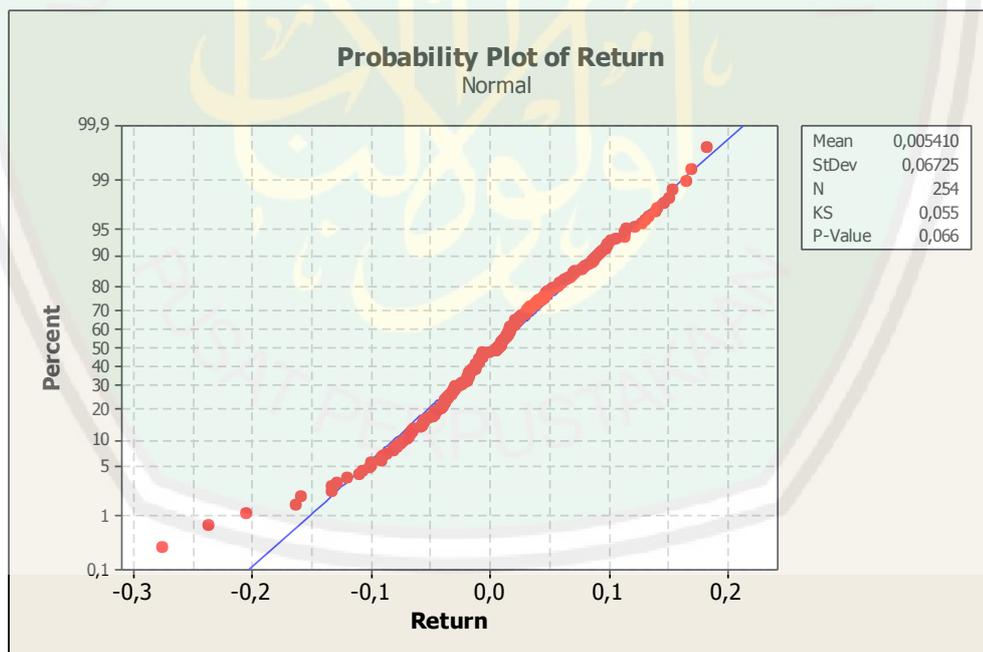
Setelah dilakukan transformasi data *return* yang kemudian diuji stasioneritasnya, maka langkah selanjutnya yakni dilakukan uji kenormalan data *return* tersebut. Uji normalitas di sini menggunakan bantuan *software* Minitab 14 dengan melihat pada grafik *probability plot of return*. Uji normalitas memiliki 2 hipotesis yaitu:

H_0 : Data *return* saham penutupan Bank Mandiri, Tbk. berdistribusi normal

($p\text{-value} > \alpha$)

H_1 : Data *return* saham penutupan Bank Mandiri, Tbk. tidak berdistribusi normal

($p\text{-value} < \alpha$)



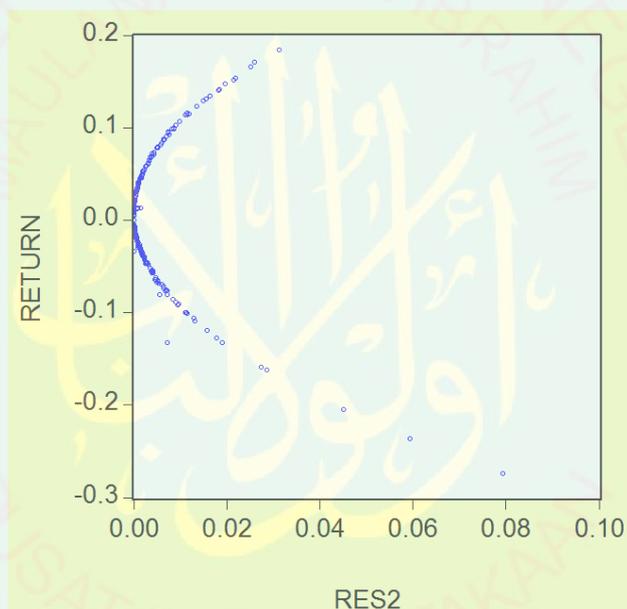
Gambar 4.4 Uji Normalitas Data *Return* Saham Penutupan Bank Mandiri, Tbk. Menggunakan Bantuan Minitab 14

Pada Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa data menyebar di sekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis diagonal. Lalu, dari nilai Kolmogorov-Smirnov (KS) sebesar 0,055, dan nilai *p-value* sebesar 0,066, maka perbandingan nilai *p*-

value dengan α yaitu $0,066 > 0,05$, dari kedua pernyataan tersebut seperti pada subbab 2.1.4 dapat diambil kesimpulan bahwa H_0 diterima. Jadi *return* saham penutupan Bank Mandiri, Tbk. berdistribusi normal.

4.2.4 Uji Heteroskedastisitas

Untuk melihat apakah data *return* saham penutupan Bank Mandiri, Tbk. bersifat heteroskedastik dapat dilihat pada *scatter plot* pada grafik *residuals versus fitted values* yang menggunakan bantuan *software* EViews 3 berikut,



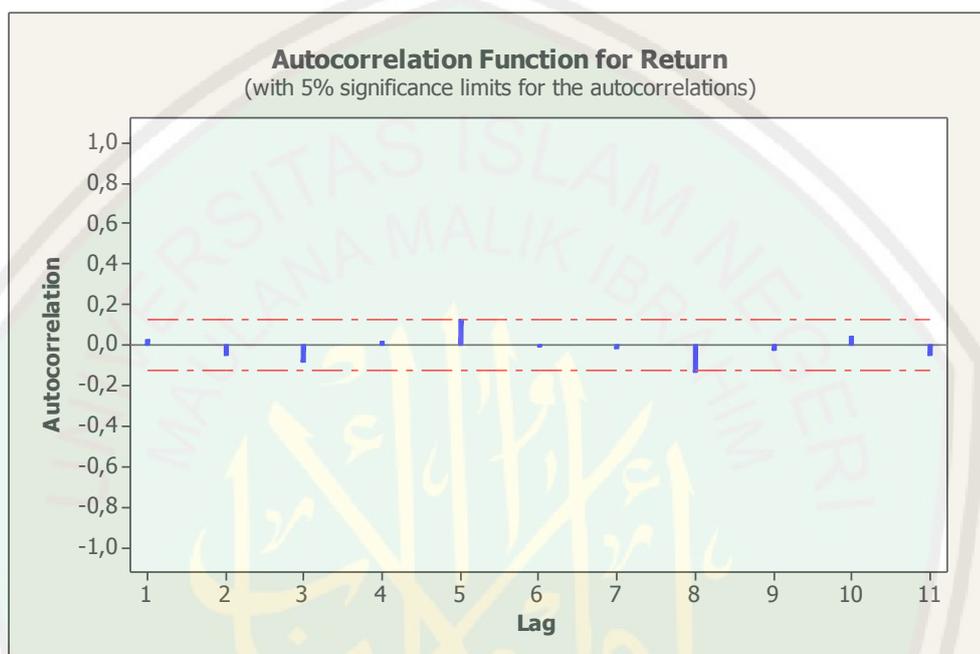
Gambar 4.5 *Scatter Plot* dari Data *Return* Saham Penutupan Bank Mandiri, Tbk. Menggunakan Bantuan EViews 3

Berdasarkan pada *scatter plot* di atas, terlihat bahwa titik-titik data menyebar dan membentuk pola tertentu yang teratur (pola corong dan melebar), seperti pada subbab 2.7.1 dapat diperoleh keputusan bahwa H_0 ditolak yang berarti H_1 diterima karena titik-titik data membentuk pola tertentu yang teratur (pola corong dan melebar), maka data tersebut bersifat heteroskedastik.

4.3 Identifikasi Model

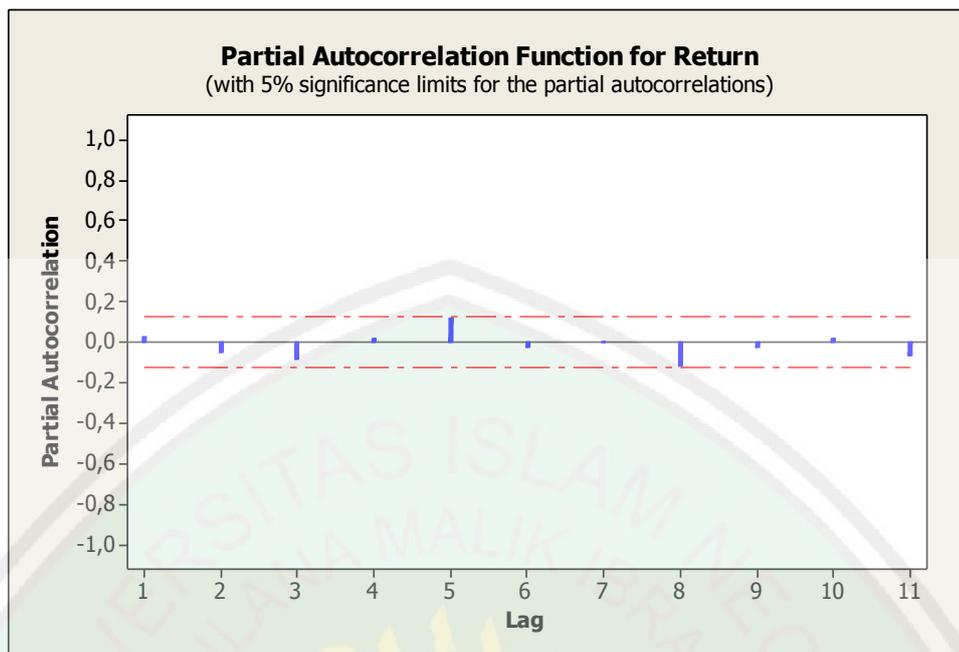
4.3.1 Identifikasi Model ARMA dengan ACF dan PACF

Identifikasi model pada data *return* dengan cara memplotkan data tersebut ke dalam *plot* ACF dan PACF sebagai berikut:



Gambar 4.6 *Plot* ACF Data *Return* Saham Penutupan Bank Mandiri, Tbk. Menggunakan Bantuan Minitab 14

Dari Gambar 4.6 dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat nilai autokorelasi pada *lag-1* sampai *lag-11*, sehingga data *return* saham penutupan dari Bank Mandiri, Tbk. stasioner terhadap *mean* dan bersifat *white noise*.



Gambar 4.7 Plot PACF Data *Return* Saham Penutupan Bank Mandiri, Tbk. Menggunakan Bantuan Minitab 14

Dari Gambar 4.6 dan Gambar 4.7 menunjukkan bahwa tidak terdapat *cuts off* maupun *dies down* sehingga kurang sesuai jika menggunakan model AR, MA, maupun ARMA. Sehingga penulis mencoba menggunakan model ARCH/GARCH-M, karena dari Gambar 4.3 menunjukkan bahwa data *return* tersebut memiliki nilai variansi yang stasioner.

4.3.2 Identifikasi Model ARCH/GARCH dengan ACF dan PACF

Pengujian efek ARCH/GARCH bertujuan untuk menguji keberadaan efek ARCH/GARCH terhadap sisaan data *return* saham penutupan Bank Mandiri, Tbk. yang dimodelkan ke dalam $Y_t = C + \varepsilon_t$ dengan menggunakan uji *Ljung-Box Q* (Q-stat), dengan hipotesis yang digunakan untuk menguji keberadaan efek ARCH/GARCH pada ε_t^2 sebagai berikut:

H_0 : tidak terpengaruh efek ARCH/GARCH (ε_t^2 *white noise*) ($\hat{\rho}_k = 0$)

H_1 : terpengaruh efek ARCH/GARCH (ε_t^2 bukan *white noise*) ($\hat{\rho}_k \neq 0$)

Tabel 4.2 Tabel *Chi-Square* $\chi^2_{(k)}$ dan Q-stat dari *Lag-1* Sampai *Lag-11* dengan Bantuan Minitab 14 dan EViews 3

Lag	$\chi^2_{(k)} (\alpha = 0,05)$	Q-stat	p-value
1	0,004	0,1264	0,722
2	0,103	0,8528	0,653
3	0,352	2,7604	0,430
4	0,711	2,8424	0,585
5	1,145	6,7409	0,241
6	1,635	6,7794	0,342
7	2,167	6,8225	0,448
8	2,733	11,424	0,179
9	3,325	11,556	0,240
10	3,940	11,947	0,289
11	4,575	12,625	0,319

Karena $Q - stat > \chi^2_{(k)}$ dan $\alpha (0.05) < p-value$, maka menolak H_0 yang berarti terpengaruh efek ARCH/GARCH pada ε_t^2 .

Date: 04/12/16 Time: 21:58
Sample: 5/02/2005 3/08/2010
Included observations: 254

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.022	0.022	0.1264	0.722
		2 -0.053	-0.054	0.8528	0.653
		3 -0.086	-0.084	2.7604	0.430
		4 0.018	0.019	2.8424	0.585
		5 0.122	0.114	6.7409	0.241
		6 -0.012	-0.023	6.7794	0.342
		7 -0.013	0.002	6.8225	0.448
		8 -0.132	-0.117	11.424	0.179
		9 -0.022	-0.025	11.556	0.240
		10 0.038	0.015	11.947	0.289
		11 -0.050	-0.070	12.625	0.319

Gambar 4.8 Hasil *Correlogram* dari Sisaan Kuadrat pada Data *Return* Harga Saham Penutupan Bank Mandiri, Tbk. Menggunakan Bantuan EViews 3

Berdasarkan Gambar 4.8 menunjukkan bahwa sisaan *return* yang diperlihatkan *Correlogram*-nya menunjukkan hasil bahwa terdapat model ARCH/GARCH pada *lag-2*, *3*, *5*, dan *8*. Dikarenakan penggunaan *lag-8* dirasa terlalu tinggi dan dikhawatirkan tidak memenuhi prinsip parsimoni (kesederhanaan suatu model, yang mana tidak menggunakan derajat parameter

yang terlalu tinggi) dalam penggunaan model, maka penulis mencoba untuk menggunakan model pada *lag-2*, 3, dan 5.

4.3.3 Identifikasi Model GARCH-M Menggunakan Metode *Maximum Likelihood*

Hasil dari identifikasi model yang pertama (menggunakan ARMA) menunjukkan bahwa data tersebut kurang sesuai menggunakan model pertama, maka dilakukanlah identifikasi model yang kedua, yaitu menggunakan model GARCH-M.

Pendugaan parameter model GARCH(1,1)-M pada *lag-2*, 3, dan 5 dengan bantuan *software* EViews 3 yang menggunakan metode ML diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil Analisis GARCH(1,1) dengan Bantuan EViews 3

<i>Lag-2</i>	Hasil Estimasi				
	Dependent Variable: RETURN Method: ML - ARCH Date: 04/11/16 Time: 21:36 Sample(adjusted): 5/02/2005 3/08/2010 Included observations: 254 after adjusting endpoints Convergence achieved after 15 iterations				
		Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
	C	0.004879	0.004195	1.162985	0.2448
	Variance Equation				
	C	0.001579	0.000479	3.296768	0.0010
	ARCH(1)	0.231448	0.100535	2.302162	0.0213
	GARCH(1)	0.415142	0.154731	2.682984	0.0073
	R-squared	0.002641	Mean dependent var	0.005410	
	Adjusted R-squared	0.001914	S.D. dependent var	0.067248	
	S.E. of regression	0.067652	Akaike info criterion	-2.624953	
	Sum squared resid	1.144210	Schwarz criterion	-2.569247	
	Log likelihood	337.3690	Durbin-Watson stat	1.955501	

3	<p>Dependent Variable: RETURN Method: ML - ARCH Date: 04/12/16 Time: 22:01 Sample(adjusted): 5/02/2005 3/08/2010 Included observations: 254 after adjusting endpoints Convergence achieved after 15 iterations</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Coefficient</th> <th>Std. Error</th> <th>z-Statistic</th> <th>Prob.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>0.004879</td> <td>0.004195</td> <td>1.162985</td> <td>0.2448</td> </tr> </tbody> </table> <p>Variance Equation</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>0.001579</td> <td>0.000479</td> <td>3.296768</td> <td>0.0010</td> </tr> <tr> <td>ARCH(1)</td> <td>0.231448</td> <td>0.100535</td> <td>2.302162</td> <td>0.0213</td> </tr> <tr> <td>GARCH(1)</td> <td>0.415142</td> <td>0.154731</td> <td>2.682984</td> <td>0.0073</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>R-squared</td> <td>0.002641</td> <td>Mean dependent var</td> <td>0.005410</td> </tr> <tr> <td>Adjusted R-squared</td> <td>0.001914</td> <td>S.D. dependent var</td> <td>0.067248</td> </tr> <tr> <td>S.E. of regression</td> <td>0.067652</td> <td>Akaike info criterion</td> <td>-2.624953</td> </tr> <tr> <td>Sum squared resid</td> <td>1.144210</td> <td>Schwarz criterion</td> <td>-2.569247</td> </tr> <tr> <td>Log likelihood</td> <td>337.3690</td> <td>Durbin-Watson stat</td> <td>1.955501</td> </tr> </tbody> </table>		Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.	C	0.004879	0.004195	1.162985	0.2448	C	0.001579	0.000479	3.296768	0.0010	ARCH(1)	0.231448	0.100535	2.302162	0.0213	GARCH(1)	0.415142	0.154731	2.682984	0.0073	R-squared	0.002641	Mean dependent var	0.005410	Adjusted R-squared	0.001914	S.D. dependent var	0.067248	S.E. of regression	0.067652	Akaike info criterion	-2.624953	Sum squared resid	1.144210	Schwarz criterion	-2.569247	Log likelihood	337.3690	Durbin-Watson stat	1.955501
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.																																										
C	0.004879	0.004195	1.162985	0.2448																																										
C	0.001579	0.000479	3.296768	0.0010																																										
ARCH(1)	0.231448	0.100535	2.302162	0.0213																																										
GARCH(1)	0.415142	0.154731	2.682984	0.0073																																										
R-squared	0.002641	Mean dependent var	0.005410																																											
Adjusted R-squared	0.001914	S.D. dependent var	0.067248																																											
S.E. of regression	0.067652	Akaike info criterion	-2.624953																																											
Sum squared resid	1.144210	Schwarz criterion	-2.569247																																											
Log likelihood	337.3690	Durbin-Watson stat	1.955501																																											
5	<p>Dependent Variable: RETURN Method: ML - ARCH Date: 04/12/16 Time: 22:07 Sample(adjusted): 5/02/2005 3/08/2010 Included observations: 254 after adjusting endpoints Convergence achieved after 15 iterations</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Coefficient</th> <th>Std. Error</th> <th>z-Statistic</th> <th>Prob.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>0.004879</td> <td>0.004195</td> <td>1.162985</td> <td>0.2448</td> </tr> </tbody> </table> <p>Variance Equation</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>0.001579</td> <td>0.000479</td> <td>3.296768</td> <td>0.0010</td> </tr> <tr> <td>ARCH(1)</td> <td>0.231448</td> <td>0.100535</td> <td>2.302162</td> <td>0.0213</td> </tr> <tr> <td>GARCH(1)</td> <td>0.415142</td> <td>0.154731</td> <td>2.682984</td> <td>0.0073</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>R-squared</td> <td>0.002641</td> <td>Mean dependent var</td> <td>0.005410</td> </tr> <tr> <td>Adjusted R-squared</td> <td>0.001914</td> <td>S.D. dependent var</td> <td>0.067248</td> </tr> <tr> <td>S.E. of regression</td> <td>0.067652</td> <td>Akaike info criterion</td> <td>-2.624953</td> </tr> <tr> <td>Sum squared resid</td> <td>1.144210</td> <td>Schwarz criterion</td> <td>-2.569247</td> </tr> <tr> <td>Log likelihood</td> <td>337.3690</td> <td>Durbin-Watson stat</td> <td>1.955501</td> </tr> </tbody> </table>		Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.	C	0.004879	0.004195	1.162985	0.2448	C	0.001579	0.000479	3.296768	0.0010	ARCH(1)	0.231448	0.100535	2.302162	0.0213	GARCH(1)	0.415142	0.154731	2.682984	0.0073	R-squared	0.002641	Mean dependent var	0.005410	Adjusted R-squared	0.001914	S.D. dependent var	0.067248	S.E. of regression	0.067652	Akaike info criterion	-2.624953	Sum squared resid	1.144210	Schwarz criterion	-2.569247	Log likelihood	337.3690	Durbin-Watson stat	1.955501
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.																																										
C	0.004879	0.004195	1.162985	0.2448																																										
C	0.001579	0.000479	3.296768	0.0010																																										
ARCH(1)	0.231448	0.100535	2.302162	0.0213																																										
GARCH(1)	0.415142	0.154731	2.682984	0.0073																																										
R-squared	0.002641	Mean dependent var	0.005410																																											
Adjusted R-squared	0.001914	S.D. dependent var	0.067248																																											
S.E. of regression	0.067652	Akaike info criterion	-2.624953																																											
Sum squared resid	1.144210	Schwarz criterion	-2.569247																																											
Log likelihood	337.3690	Durbin-Watson stat	1.955501																																											

Dari Tabel 4.3 di atas, untuk memilih model terbaik dari ketiga *lag* tersebut yaitu dengan melihat nilai *Akaike Info Criterion* (AIC) dan *Schwarz Criterion* (SIC)-nya, diketahui bahwa nilai AIC dan SIC dari ketiga model pada *lag* berbeda tersebut sama. Oleh karena itu penulis mengambil *lag* yang terkecil yaitu pada *lag-2*. Sehingga diperoleh:

- a. Nilai koefisien α_0 sebesar 0,001579 dengan nilai statistik z -nya signifikan yaitu sebesar 3,296768. Demikian juga dengan nilai probabilitasnya kurang dari $\alpha = 0,05$, yaitu $0,0010 < 0,05$.
- b. Nilai koefisien ARCH(1) α_1 sebesar 0,231448 dengan nilai statistik z -nya signifikan yaitu sebesar 2,302162. Demikian juga dengan nilai probabilitasnya kurang dari $\alpha = 0,05$, yaitu $0,0213 < 0,05$.
- c. Nilai koefisien GARCH(1) β_1 sebesar 0,415142 dengan nilai statistik z -nya signifikan yaitu sebesar 2,302162. Demikian juga dengan nilai probabilitasnya kurang dari $\alpha = 0,05$, yaitu $0,0073 < 0,05$.

Dari hasil di atas dapat diasumsikan bahwa volatilitas data log *return* saham penutupan Bank Mandiri, Tbk. mengikuti model GARCH-M. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai probabilitasnya yang lebih kecil dari tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$, sehingga diperoleh model GARCH(1,1)-M sebagai berikut:

$$Y_t = 0,004879 + \varepsilon_t \quad (4.9)$$

$$\sigma_t^2 = 0,001579 + 0,231448\sigma_{t-1}^2 + 0,415142\varepsilon_{t-1}^2 \quad (4.10)$$

4.4 Uji Kesesuaian Model

Uji kesesuaian model GARCH-M diperlukan untuk mengetahui apakah model GARCH-M sudah sesuai untuk memodelkan data *return* harga saham penutupan Bank Mandiri, Tbk..

- a. Pemeriksaan Hubungan Antar Sisaan yang Dibakukan

Plot ACF untuk data *return* harga saham menunjukkan bahwa tidak terdapat autokorelasi yang berbeda nyata untuk sisaan model GARCH-M yang

dibakukan, sehingga dapat dikatakan model GARCH-M sesuai untuk memodelkan data *return* saham penutupan Bank Mandiri, Tbk..

b. Pengujian Sisaan yang Dibakukan

Kesesuaian model GARCH-M ditunjukkan dengan uji *Ljung Box Q* untuk sisaan model GARCH-M yang dibakukan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4 Hasil Uji *Ljung Box Q* untuk Sisaan yang Dibakukan Data *Return* dengan Bantuan EViews 3 dan Minitab 14

<i>Lag</i>	ACF	PACF	Q-stat	$\chi^2_{(k)} (\alpha = 0,05)$	<i>p-values</i>
1	-0,041	-0,041	0,4267	0,004	0,514
2	0,015	0,014	0,4885	0,103	0,783
3	-0,084	-0,083	2,3284	0,352	0,507
4	0,030	0,023	2,5599	0,711	0,634
5	0,055	0,059	3,3401	1,145	0,648
6	-0,044	-0,048	3,8513	1,635	0,697
7	-0,003	-0,004	3,8544	2,167	0,796
8	-0,075	-0,066	5,3262	2,733	0,722
9	-0,029	-0,046	5,5497	3,325	0,784
10	0,045	0,044	6,0794	3,940	0,809
11	-0,069	-0,073	7,3422	4,575	0,771

Dari hasil tabel di atas ditunjukkan nilai statistik Q lebih kecil dibandingkan $\chi^2_{(k)} (\alpha = 0,05)$ serta nilai *p-value* yang lebih besar dari $\alpha = 0,05$, maka tidak terdapat hubungan antar sisaan yang dibakukan sehingga model GARCH-M sesuai untuk data *return* harga saham penutupan Bank Mandiri, Tbk..

4.5 Estimasi VaR Monte Carlo Menggunakan Model GARCH-M

Setelah parameter-parameter yang digunakan telah diperoleh, maka langkah selanjutnya yakni mengestimasi VaR dengan menggunakan model GARCH-M dengan rumus di bawah ini:

$$Y_t = 0,004879 + \varepsilon_t \quad (4.11)$$

$$\sigma_t^2 = 0,001579 + 0,231448\sigma_{t-1}^2 + 0,415142\varepsilon_{t-1}^2 \quad (4.12)$$

$$VaR_{1-\alpha}(t) = W_0\{Y_t + 1,96\sigma_t\} \quad (4.13)$$

dengan dana investasi awal W_0 sebesar Rp. 150.000.000,00. Dan langkahnya terbagi menjadi dua yakni estimasi VaR Monte Carlo untuk sampel dan estimasi VaR Monte Carlo untuk populasi.

4.5.1 Estimasi VaR Monte Carlo untuk Sampel

Estimasi VaR untuk sampel yang dimaksud di sini yakni mengestimasi nilai VaR Monte Carlo menggunakan cara simulasi manual (bukan menggunakan program) sebanyak dua kali simulasi dengan masing-masing simulasi mengambil data acak dari data pada (Lampiran 1) sebanyak 5 buah yang bertujuan agar proses untuk mendapatkan nilai VaR lebih jelas dibandingkan dengan menggunakan program, langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Simulasi Manual Pertama

- a. Memilih secara acak data *return* (Lampiran 1) sebanyak n , di sini akan dipilih $n = 5$ dalam sampelnya, data yang dipilih adalah sebagai berikut:

Tabel 4.5 Data Acak dari Data *Return* yang Digunakan untuk Mengestimasi Nilai VaR untuk Sampel Pertama

Tanggal	Return	Sisaan	Sisaan Kuadrat	Variansi	Sisaan dibakukan
02/05/2005	0,005970167	0,00055975	0,00000031	0	0
16/05/2005	0,017910927	0,01250051	0,00015626	0,002069981	0,274754292
04/07/2005	0,01342302	0,008012603	0,00006420	0,002946874	0,147602206
03/04/2006	0,017094433	0,011684016	0,00013652	0,002393819	0,238806699
13/11/2006	0,009302393	0,003891976	0,00001515	0,002886794	0,072437296

b. Menghitung nilai GARCH-M dan VaR menggunakan data pada Tabel 4.5 dan rumus dari persamaan (4.11), (4.12), dan (4.13):

(i) Tanggal 02/05/2005

$$\begin{aligned}
 Y_1 &= 0,004879 + \varepsilon_1 \\
 &= 0,004879 + 0,00055975 \\
 &= 0,00055975 \\
 \sigma_1^2 &= 0,001579 + 0,231448\sigma_0^2 + 0,415142\varepsilon_0^2 \\
 &= 0,001579 + 0,231448(0) + 0,415142(0) \\
 &= 0,001579 + 0 + 0 \\
 &= 0,001579 \\
 \sqrt{\sigma_1^2} &= \sqrt{0,001579} \\
 \sigma_1 &= 0,039736 \\
 VaR_1 &= W_0\{Y_1 + 1,96\sigma_1\} \\
 &= 150.000.000\{0,00055975 + 1,96(0,039736)\} \\
 &= 150.000.000(0,07844231) \\
 &= 11.766.346,5
 \end{aligned}$$

(ii) Tanggal 16/05/2005

$$\begin{aligned}
 Y_2 &= 0,004879 + \varepsilon_2 \\
 &= 0,004879 + 0,01250051 \\
 &= 0,01737951 \\
 \sigma_2^2 &= 0,001579 + 0,231448\sigma_1^2 + 0,415142\varepsilon_1^2 \\
 &= 0,001579 + 0,231448(0) + 0,415142(0,00000031) \\
 &= 0,001579 + 0 + 0,00000012869
 \end{aligned}$$

$$= 0,00157912869$$

$$\sqrt{\sigma_2^2} = \sqrt{0,00157912869}$$

$$\sigma_2 = 0,0397382$$

$$VaR_2 = W_0\{Y_2 + 1,96\sigma_2\}$$

$$= 150.000.000\{0,017379 + 1,96(0,0397382)\}$$

$$= 150.000.000(0,095265872)$$

$$= 14.289.880,8$$

(iii) Tanggal 04/07/2005

$$Y_3 = 0,004879 + \varepsilon_3$$

$$= 0,004879 + 0,008012603$$

$$= 0,012891603$$

$$\sigma_3^2 = 0,001579 + 0,231448\sigma_2^2 + 0,415142\varepsilon_2^2$$

=

$$0,001579 + 0,231448(0,00157912869) +$$

$$0,415142(0,00015626)$$

$$= 0,001579 + 0,000365486 + 0,00006487$$

$$= 0,002009356$$

$$\sqrt{\sigma_3^2} = \sqrt{0,002009356}$$

$$\sigma_3 = 0,0448258$$

$$VaR_3 = W_0\{Y_3 + 1,96\sigma_3\}$$

$$= 150.000.000\{0,012891603 + 1,96(0,0448258)\}$$

$$= 150.000.000(0,100750171)$$

$$= 15.112.525,65$$

(iv) Tanggal 03/04/2006

$$\begin{aligned}
 Y_4 &= 0,004879 + \varepsilon_4 \\
 &= 0,004879 + 0,011684016 \\
 &= 0,016563016 \\
 \sigma_4^2 &= 0,001579 + 0,231448\sigma_3^2 + 0,415142\varepsilon_3^2 \\
 &= \\
 &= 0,001579 + 0,231448(0,002009356) + \\
 &= 0,415142(0,00006420) \\
 &= 0,0020707 \\
 \sqrt{\sigma_4^2} &= \sqrt{0,0020707} \\
 \sigma_4 &= 0,0455049 \\
 VaR_4 &= W_0\{Y_4 + 1,96\sigma_4\} \\
 &= 150.000.000\{0,016563016 + 1,96(0,0455049)\} \\
 &= 150.000.000(0,10575262) \\
 &= 15.862.893
 \end{aligned}$$

(v) Tanggal 13/11/2006

$$\begin{aligned}
 Y_5 &= 0,004879 + \varepsilon_5 \\
 &= 0,004879 + 0,003891976 \\
 &= 0,008770976 \\
 \sigma_5^2 &= 0,001579 + 0,231448\sigma_4^2 + 0,415142\varepsilon_4^2 \\
 &= \\
 &= 0,001579 + 0,231448(0,0020707) + \\
 &= 0,415142(0,00013652)
 \end{aligned}$$

$$= 0,001579 + 0,0004792593736 + 0,00005667518584$$

$$= 0,00211493455944$$

$$\sqrt{\sigma_5^2} = \sqrt{0,00211493455944}$$

$$\sigma_5 = 0,045988$$

$$\begin{aligned} VaR_5 &= W_0\{Y_5 + 1,96\sigma_5\} \\ &= 150.000.000\{0,008770976 + 1,96(0,045988)\} \\ &= 150.000.000(0,098907456) \\ &= 14.836.118,4 \end{aligned}$$

- c. Setelah diperoleh nilai $VaR_1, VaR_2, \dots, VaR_5$ langkah berikutnya yaitu meratakan hasil dari kesepuluh nilai tersebut, yang kemudian diperoleh hanya satu nilai VaR yang digunakan:

$$\begin{aligned} VaR_I &= \frac{\sum_{i=1}^5 VaR_i}{n} \\ &= \frac{VaR_1 + VaR_2 + VaR_3 + VaR_4 + VaR_5}{5} \\ &= \frac{11.766.346,5 + 14.289.880,8 + 15.112.525,65 + 15.862.893 + 14.836.118,4}{5} \\ &= 14.373.553,00 \end{aligned}$$

- d. Nilai VaR dari simulasi data acak yang pertama sudah diperoleh, langkah selanjutnya yaitu mengulangi langkah yang sama mulai dari langkah a-c dengan data acak yang berbeda.

2. Simulasi Manual Kedua

- a. Memilih secara acak data *return* (Lampiran 1) sebanyak n , di sini akan dipilih $n = 5$ dalam sampelnya, data yang dipilih adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6 Data Acak dari Data *Return* yang Digunakan untuk Mengestimasi Nilai VaR untuk Sampel Kedua

Tanggal	Return	Sisaan	Sisaan Kuadrat	Variansi	Sisaan dibakukan
---------	--------	--------	----------------	----------	------------------

18/06/2007	-0,00796817	-0,013378587	0,00017899	0,002591201	-0,262820748
28/01/2008	-0,007490672	-0,012901089	0,00016644	0,002906552	-0,23929702
23/02/2009	0,011428696	0,006018279	0,00003622	0,002316736	0,1250357
03/08/2009	0,006389798	0,000979381	0,00000096	0,006018652	0,012624148
02/11/2009	0,016086138	0,010675721	0,00011397	0,002219578	0,226601109

b. Menghitung nilai GARCH-M dan VaR menggunakan data pada Tabel 4.6 dan rumus dari persamaan (4.11), (4.12), dan (4.13):

(i) Tanggal 18/06/2007

$$\begin{aligned} Y_1 &= 0,004879 + \varepsilon_1 \\ &= 0,004879 - 0,013378587 \\ &= -0,008499587 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_1^2 &= 0,001579 + 0,231448\sigma_0^2 + 0,415142\varepsilon_0^2 \\ &= 0,001579 + 0,231448(0) + 0,415142(0) \\ &= 0,001579 \end{aligned}$$

$$\sqrt{\sigma_1^2} = \sqrt{0,001579}$$

$$\sigma_1 = 0,0397366$$

$$\begin{aligned} VaR_1 &= W_0\{Y_1 + 1,96\sigma_1\} \\ &= 150.000.000\{-0,008499587 + 1,96(0,0397366)\} \\ &= 150.000.000(0,069384149) \end{aligned}$$

$$VaR_1 = 10,407,622,35$$

(ii) Tanggal 28/01/2008

$$\begin{aligned} Y_2 &= 0,004879 + \varepsilon_2 \\ &= 0,004879 - 0,012901089 \\ &= -0,008022089 \end{aligned}$$

$$\sigma_2^2 = 0,001579 + 0,231448\sigma_1^2 + 0,415142\varepsilon_1^2$$

$$\begin{aligned}
 &= \\
 &= 0,001579 + 0,231448(0,001579) + \\
 &= 0,415142(0,00017899) \\
 &= 0,00201876
 \end{aligned}$$

$$\sqrt{\sigma_2^2} = \sqrt{0,00201876}$$

$$\sigma_2 = 0,04493061$$

$$\begin{aligned}
 VaR_2 &= W_0\{Y_2 + 1,96\sigma_2\} \\
 &= 150.000.000\{-0,008022089 + 1,96(0,04493061)\} \\
 &= 150.000.000(0,0800419066) \\
 &= 12.006.285,99
 \end{aligned}$$

(iii) Tanggal 23/02/2009

$$\begin{aligned}
 Y_3 &= 0,004879 + \varepsilon_3 \\
 &= 0,004879 + 0,006018279 \\
 &= 0,010897279
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_3^2 &= 0,001579 + 0,231448\sigma_2^2 + 0,415142\varepsilon_2^2 \\
 &= \\
 &= 0,001579 + 0,231448(0,00201876) + \\
 &= 0,415142(0,00016644)
 \end{aligned}$$

$$= 0,00211533419896$$

$$\sqrt{\sigma_3^2} = \sqrt{0,00211533419896}$$

$$\sigma_3 = 0,04599276$$

$$\begin{aligned}
 VaR_3 &= W_0\{Y_3 + 1,96\sigma_3\} \\
 &= 150.000.000\{0,010897279 + 1,96(0,04599276)\}
 \end{aligned}$$

$$= 150.000.000(0,1010430886)$$

$$= 15.156.463,29$$

(iv) Tanggal 03/08/2009

$$Y_4 = 0,004879 + \varepsilon_4$$

$$= 0,004879 + 0,000979381$$

$$= 0,005858381$$

$$\sigma_4^2 = 0,001579 + 0,231448\sigma_3^2 + 0,415142\varepsilon_3^2$$

$$= 0,001579 + 0,231448(0,00211533419896) +$$

$$0,415142(0,00003622)$$

$$= 0,0020836$$

$$\sqrt{\sigma_4^2} = \sqrt{0,0020836}$$

$$\sigma_4 = 0,04564646755$$

$$VaR_4 = W_0\{Y_4 + 1,96\sigma_4\}$$

$$= 150.000.000\{0,005858381 + 1,96(0,04564646755)\}$$

$$= 150.000.000(0,095325457398)$$

$$= 14.298.818,6097$$

(v) Tanggal 02/11/2009

$$Y_5 = 0,004879 + \varepsilon_5$$

$$= 0,004879 + 0,010675721$$

$$= 0,015554721$$

$$\sigma_5^2 = 0,001579 + 0,231448\sigma_4^2 + 0,415142\varepsilon_4^2 + \varepsilon_5$$

$$=$$

$$\begin{aligned}
& 0,001579 + 0,231448(0,0020836) + \\
& 0,415142(0,00000096) \\
& = 0,00206164358912
\end{aligned}$$

$$\sqrt{\sigma_5^2} = \sqrt{0,00206164358912}$$

$$\sigma_5 = 0,045405325559$$

$$\begin{aligned}
VaR_5 &= W_0\{Y_5 + 1,96\sigma_5\} \\
&= 150.000.000\{0,015554721 + 1,96(0,045405325559)\} \\
&= 150.000.000(0,10454915909564) \\
&= 15.682.373,864346
\end{aligned}$$

- c. Setelah diperoleh nilai $VaR_1, VaR_2, \dots, VaR_5$ langkah berikutnya yaitu merata-ratakan hasil dari kesepuluh nilai tersebut, yang kemudian diperoleh hanya satu nilai VaR yang digunakan:

$$\begin{aligned}
VaR_{II} &= \frac{\sum_{i=1}^5 VaR_i}{n} \\
&= \frac{VaR_1 + VaR_2 + VaR_3 + VaR_4 + VaR_5}{5} \\
&= \frac{10.407.622,35 + 12.006.285,99 + 15.156.463,29 + 14.298.818,6097 + 15.682.373,864346}{5} \\
&= 13.510.313,00
\end{aligned}$$

- d. Nilai VaR dari simulasi data acak yang pertama dan kedua telah diperoleh, langkah selanjutnya yaitu mengulangi langkah yang sama mulai dari langkah a-c dengan data acak yang berbeda. Yang kemudian hasil dari simulasi pertama, kedua, dan seterusnya dirata-rata hasilnya, lalu diperoleh satu nilai VaR. Itulah nilai VaR yang sebenarnya.

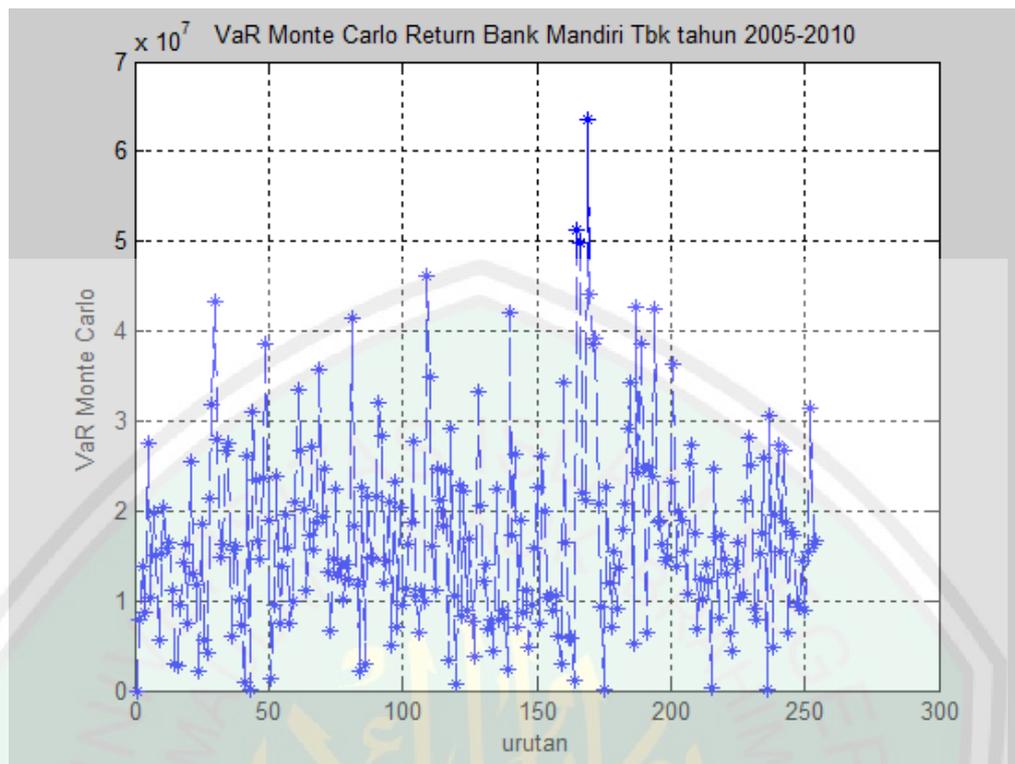
- e. Merata-ratakan hasil dari simulasi manual pertama dengan simulasi manual kedua sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Var_{sebenarnya} &= \frac{Var_I + VaR_{II} + \dots + VaR_n}{n} \\ &= \frac{Var_I + VaR_{II}}{2} \\ &= \frac{14.373.553 + 13.510.313}{2} \\ &= 13.941.933,00 \end{aligned}$$

Hasil tersebut merupakan risiko *return* saham Bank Mandiri, Tbk. menggunakan simulasi manual sebanyak dua kali, untuk perhitungan simulasi sebanyak n dilakukan menggunakan bantuan *software* Matlab, yang selanjutnya akan dibahas pada subbab 4.5.2.

4.5.2 Estimasi VaR Monte Carlo untuk Populasi

Estimasi VaR Monte Carlo untuk populasi yang dimaksud di sini adalah mengestimasi nilai VaR Monte Carlo dengan melakukan simulasi pada keseluruhan data *return* saham Bank Mandiri, Tbk. dengan cara pengambilan acak beberapa data sebanyak $n = 5$ yang disimulasikan sebanyak 254 kali dari $n_{total} = 254$ buah data yang menggunakan bantuan *software* Matlab. Dengan program simulasi dapat dilihat pada (Lampiran 2) dan hasil perhitungan dari simulasi tersebut adalah sebagai berikut (lihat juga pada Lampiran 3):



Gambar 4.9 Hasil VaR Simulasi Monte Carlo dengan Bantuan *Software* Matlab

$$VaR = 16.955.261,00$$

Gambar 4.9 merupakan hasil simulasi monte carlo pada data *return* mulai dari data yang pertama sampai ke-254 dan didapatkan rata-rata VaR-nya sebesar Rp 16.955.261,00. Yang artinya dengan tingkat kepercayaan 95% dan berarti peluang terjadinya kerugian hanya 5% dengan kemungkinan kerugian maksimum dari dana yang telah diinvestasikan sebesar Rp 150.000.000,00 pada saham Bank Mandiri, Tbk. adalah Rp 16.955.261,00.

4.6 Perbandingan Hasil Model GARCH-M dan Nilai Risiko Menggunakan Simulasi Monte Carlo dengan Penelitian Sebelumnya

4.6.1 Perbandingan Hasil Model GARCH-M dengan Penelitian Sebelumnya

Untuk mengetahui model yang lebih baik digunakan untuk memodelkan data *return* saham Bank Mandiri, Tbk. maka dilakukanlah perbandingan nilai AIC

dan SIC dari kedua model GARCH-M tersebut dengan memperhatikan kriteria AIC dan SIC yang terkecil.

Tabel 4.7 Perbandingan Model GARCH-M dengan Penelitian Sebelumnya

<p>Model GARCH-M peneliti</p>	<p>Dependent Variable: RETURN Method: ML - ARCH Date: 04/11/16 Time: 21:36 Sample(adjusted): 5/02/2005 3/08/2010 Included observations: 254 after adjusting endpoints Convergence achieved after 15 iterations</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Coefficient</th> <th>Std. Error</th> <th>z-Statistic</th> <th>Prob.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>0.004879</td> <td>0.004195</td> <td>1.162985</td> <td>0.2448</td> </tr> </tbody> </table> <p>Variance Equation</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Coefficient</th> <th>Std. Error</th> <th>z-Statistic</th> <th>Prob.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>0.001579</td> <td>0.000479</td> <td>3.296768</td> <td>0.0010</td> </tr> <tr> <td>ARCH(1)</td> <td>0.231448</td> <td>0.100535</td> <td>2.302162</td> <td>0.0213</td> </tr> <tr> <td>GARCH(1)</td> <td>0.415142</td> <td>0.154731</td> <td>2.682984</td> <td>0.0073</td> </tr> </tbody> </table> <p>R-squared 0.002641 Mean dependent var 0.005410 Adjusted R-squared 0.001914 S.D. dependent var 0.067248 S.E. of regression 0.067652 Akaike info criterion -2.624953 Sum squared resid 1.144210 Schwarz criterion -2.569247 Log likelihood 337.3690 Durbin-Watson stat 1.955501</p> $Y_t = 0,004879 + \varepsilon_t$ $\sigma_t^2 = 0,001579 + 0,231448\sigma_{t-1}^2 + 0,415142\varepsilon_{t-1}^2$		Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.	C	0.004879	0.004195	1.162985	0.2448		Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.	C	0.001579	0.000479	3.296768	0.0010	ARCH(1)	0.231448	0.100535	2.302162	0.0213	GARCH(1)	0.415142	0.154731	2.682984	0.0073																				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.																																															
C	0.004879	0.004195	1.162985	0.2448																																															
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.																																															
C	0.001579	0.000479	3.296768	0.0010																																															
ARCH(1)	0.231448	0.100535	2.302162	0.0213																																															
GARCH(1)	0.415142	0.154731	2.682984	0.0073																																															
<p>Model GARCH-M penelitian sebelumnya</p>	<p>Dependent Variable: RETURN Method: ML - ARCH Date: 12/29/10 Time: 13:55 Sample(adjusted): 2 254 Included observations: 253 after adjusting endpoints Convergence achieved after 100 iterations Backcast: 1</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Coefficient</th> <th>Std. Error</th> <th>z-Statistic</th> <th>Prob.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SQR(GARCH)</td> <td>0.340250</td> <td>0.140323</td> <td>2.424767</td> <td>0.0153</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>-0.006320</td> <td>0.003360</td> <td>-1.880823</td> <td>0.0600</td> </tr> <tr> <td>AR(1)</td> <td>0.106759</td> <td>0.425493</td> <td>0.250906</td> <td>0.8019</td> </tr> <tr> <td>MA(1)</td> <td>-0.023831</td> <td>0.407840</td> <td>-0.058433</td> <td>0.9534</td> </tr> </tbody> </table> <p>Variance Equation</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Coefficient</th> <th>Std. Error</th> <th>z-Statistic</th> <th>Prob.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>0.002927</td> <td>0.000683</td> <td>4.282557</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>ARCH(1)</td> <td>0.760594</td> <td>0.191022</td> <td>3.981710</td> <td>0.0001</td> </tr> <tr> <td>GARCH(1)</td> <td>0.659278</td> <td>0.137667</td> <td>4.788945</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>GARCH</td> <td>-0.114277</td> <td>0.028237</td> <td>-4.047011</td> <td>0.0001</td> </tr> </tbody> </table> <p>R-squared -0.003043 Mean dependent var 0.002349 Adjusted R-squared -0.031701 S.D. dependent var 0.029263 S.E. of regression 0.029724 Akaike info criterion -4.291981 Sum squared resid 0.216454 Schwarz criterion -4.180253 Log likelihood 550.9356 Durbin-Watson stat 2.063240</p> <p>Inverted AR Roots .11 Inverted MA Roots .02</p> $Y_t = 0,004879 + \varepsilon_t$ $\sigma_t^2 = 0,001579 + 0,231448\sigma_{t-1}^2 + 0,415142\varepsilon_{t-1}^2$		Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.	SQR(GARCH)	0.340250	0.140323	2.424767	0.0153	C	-0.006320	0.003360	-1.880823	0.0600	AR(1)	0.106759	0.425493	0.250906	0.8019	MA(1)	-0.023831	0.407840	-0.058433	0.9534		Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.	C	0.002927	0.000683	4.282557	0.0000	ARCH(1)	0.760594	0.191022	3.981710	0.0001	GARCH(1)	0.659278	0.137667	4.788945	0.0000	GARCH	-0.114277	0.028237	-4.047011	0.0001
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.																																															
SQR(GARCH)	0.340250	0.140323	2.424767	0.0153																																															
C	-0.006320	0.003360	-1.880823	0.0600																																															
AR(1)	0.106759	0.425493	0.250906	0.8019																																															
MA(1)	-0.023831	0.407840	-0.058433	0.9534																																															
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.																																															
C	0.002927	0.000683	4.282557	0.0000																																															
ARCH(1)	0.760594	0.191022	3.981710	0.0001																																															
GARCH(1)	0.659278	0.137667	4.788945	0.0000																																															
GARCH	-0.114277	0.028237	-4.047011	0.0001																																															

Dari kedua model pada Tabel 4.7 tersebut diperoleh hasil bahwa pada penelitian ini tidak mengandung model ARMA dapat dilihat pada hasil uji keberadaan ARMA pada subbab 4.3.1 menggunakan *plot* ACF dan PACF memperlihatkan bahwa kedua *plot* tersebut tidak berbentuk *cut off* maupun *dies down*, sedangkan pada penelitian sebelumnya oleh Sufianti (2011) dapat dilihat bahwa pada model GARCH-M-nya mengandung ARMA. Sedangkan, untuk perbandingan AIC dan SIC dari kedua model diperoleh:

1. Perbandingan antara nilai AIC penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah $-2624953 > -4291981$.
2. Perbandingan antara nilai SIC penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah $-2569247 > -4180253$.

Dari perbandingan dua nilai antara AIC dan SIC dari penelitian ini dengan penelitian sebelumnya diperoleh hasil bahwa penelitian sebelumnya memiliki model yang lebih baik dibandingkan model dalam penelitian ini dikarenakan nilai AIC dan SIC pada penelitian sebelumnya lebih kecil.

4.6.2 Perbandingan Hasil Nilai Risiko Menggunakan Simulasi Monte Carlo dengan Penelitian Sebelumnya

Perbandingan nilai risiko dari *return* saham Bank Mandiri, Tbk. menggunakan VaR dengan simulasi Monte Carlo dengan penelitian sebelumnya bertujuan untuk membandingkan nilai risiko mana yang lebih baik. Hasil perhitungan nilai risiko pada penelitian ini yaitu dengan tingkat kepercayaan 95% yang berarti peluang terjadinya kerugian hanya 5% dengan kemungkinan dana yang telah diinvestasikan untuk sebesar Rp 16.955.261,00.

Perhitungan risiko pada penelitian sebelumnya (tanpa simulasi) didapatkan hasil bahwa dengan tingkat kepercayaan 95% yang berarti peluang terjadinya kerugian hanya 5% dengan kemungkinan dari dana yang telah diinvestasikan sebesar Rp 10.991.351. Dari kedua hasil tersebut diperoleh bahwa perhitungan VaR dengan model GARCH-M yang tidak mengandung model ARMA hasilnya lebih besar. Tetapi dalam perhitungan batas kerugian maksimumnya, penelitian ini melibatkan/memperhatikan data-data historis (bukan hanya data pengambilan yang terakhir seperti pada penelitian sebelumnya) dalam kurun waktu 5 tahun terakhir dalam bentuk data mingguan sehingga keakuratan hasil perhitungan lebih terjamin.

4.7 Kajian Al-Quran tentang Peramalan

Peramalan yang dilakukan manusia adalah upaya untuk mencari pegangan dalam pengambilan suatu keputusan, akan tetapi hasil dari rencana manusia dapat berubah bergantung pada upaya-upaya yang mereka lakukan untuk menjadi yang lebih baik, sebagaimana firman Allah Swt. dalam al-Quran surat ar-Ra'd/13:11, yaitu:

لَهُ مِعْقَبَاتٌ مِّنْ بَيْنِ يَدَيْهِ وَمِنْ خَلْفِهِ يَحْفَظُونَهُ مِنْ أَمْرِ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّى يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ وَإِذَا أَرَادَ اللَّهُ بِقَوْمٍ سُوءًا فَلَا مَرَدَّ لَهُ وَمَا لَهُمْ مِنْ دُونِهِ مِنْ وَالٍ ﴿١١﴾

"Bagi manusia ada malaikat-malaikat yang selalu mengikutinya bergiliran, di muka dan di belakangnya, mereka menjaganya atas perintah Allah Swt.. Sesungguhnya Allah Swt. tidak mengubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri. Dan apabila Allah Swt. menghendaki keburukan terhadap sesuatu kaum, maka tak ada yang dapat menolaknya; dan sekali-kali tak ada pelindung bagi mereka selain Dia" (QS. Ar-Ra'd/13:11).

Di dalam ayat di atas dijelaskan bahwa Allah Swt. memiliki malaikat-malikat yang memantau manusia dari depan dan belakang secara bergiliran. Malaikat-malaikat-Nya ini menjaganya berdasarkan perintah Allah Swt., menghitung amal perbuatannya yang baik maupun yang buruk.

Sesungguhnya Allah Swt. tidak mengubah nikmat yang telah Dia berikan kepada suatu kaum sampai mereka mengubah ketaatan kepada-Nya menjadi kemaksiatan. Dia pun mengubah kesenangan menjadi kesengsaraan, mengganti nikmat dengan cobaan.

Apabila Allah Swt. menghendaki *bala'* atau bencana atas suatu kaum maka tidak ada yang dapat mencegahnya. Tidak ada tempat untuk menghindar dari ketetapan-Nya. Mereka tidak mempunyai penolong yang dapat membantu menangani persoalan mereka untuk mendapatkan apa yang mereka suka dan menghalangi apa yang mereka benci. Hanya Allah Swt. semata yang mendalilkan segala urusan hamba-hamba-Nya (Qardhawi, 2002).

Peramalan yang dilarang dalam Islam yang dimaksud yaitu mempercayai perkara *ghaib* yang disampaikan oleh peramal ataupun dukun. Jika seseorang pernah terjerumus ataupun sedang dalam kondisi kebatilan ini maka hendaklah ia bertaubat kepada Allah Swt. dan tidak lagi mempercayai/membenarkan perkataan dukun dan peramal, sesungguhnya Allah Swt. Maha Pengampun lagi Maha Mendengar (Anonim, 2014).

Sedangkan peramalan yang diperbolehkan jika peramalannya mengacu pada data-data historis dari suatu peristiwa sebelumnya. Karena pada masalah saham apabila tidak diketahui berapa prediksi harga saham yang akan dibeli pada waktu yang akan datang, maka tidak akan diketahui pula berapa besar keuntungan

yang akan diperoleh dari saham yang akan dibeli tersebut, sehingga data-data sebelumnya sangatlah penting dan diperlukan sebagai alat untuk prediksi masa depan. Dalam ilmu statistika, alat untuk memprediksi kondisi masa yang akan datang berdasarkan data masa lampau disebut dengan *forecasting* (peramalan). Lalu peramalan di sini bertujuan untuk memperkecil risiko dan faktor-faktor ketidakpastian dalam memprediksi masa depan (Pratama, 2014).

Hal ini semakin diperkuat dengan firman Allah Swt. dalam al-Quran surat al-Hasyr/59:18, yaitu:

يٰۤاَيُّهَا الَّذِيْنَ ءَامَنُوْا اٰتُّوْا اللّٰهَ وَالتَّنٰظِرَ نَفْسٍ ۭ مَّا قَدَّمْتُمْ لِغَدٍ ۭ وَاتَّقُوا اللّٰهَ ۭ اِنَّ اللّٰهَ خَبِيْرٌۢ بِمَا تَعْمَلُوْنَ ۙ ۱۸

“Hai orang-orang yang beriman, bertakwalah kepada Allah Swt. dan hendaklah setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk hari esok (akhirat); dan bertakwalah kepada Allah Swt., sesungguhnya Allah Swt. Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan” (QS. al-Hashr/59:18).

Menurut Shiddieqy (2003) kerjakanlah apa yang diperintahkan dan tinggalkanlah apa yang dilarang. Itulah dasar bertakwa (mengerjakan apa yang diperintahkan dan meninggalkan apa yang dilarang). Hendaklah kamu memperhatikan apa yang telah kamu kerjakan untuk akhirat yang dapat memberi manfaat kepadamu pada hari hisab (perhitungan amal) dan pembalasan. Hendaklah masing-masing diri memperhitungkan semua perbuatannya sebelum Allah Swt. nanti memperhitungkannya. Berusahalah mengumpulkan bekal untuk hari akhirat. Allah Swt. mengetahui segala keadaanmu. Sedikit pun tidak ada yang luput dari pandangan-Nya. Allah Swt. akan menghisab semua perbuatanmu dan akan membalasnya.

Ayat tersebut memberikan penguatan terhadap kegiatan peramalan yang dimaksud di sini. Karena ketidakpastian dari hasil kegiatan ekonomi yang ada menjadi salah satu pilar penting bagi manusia untuk selanjutnya melakukan proses

peramalan. Sedangkan menurut tafsir di atas diperintahkan untuk berusaha mengumpulkan bekal untuk hari akhir, hari akhir yang dimaksud di sini yaitu saat hasil investasi kelak. Karena dalam kegiatan ekonomi tidak ada seorang pun yang menginginkan investasinya mengalami kerugian. Bahkan dalam tingkat makro, sebuah negara juga mengharapkan neraca perdagangannya positif. Oleh karena itu untuk menanggulangi ketidakpastian hasil antara positif dan negatif, maka dilakukanlah kegiatan peramalan.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh berdasarkan penelitian ini adalah:

1. Perhitungan VaR simulasi Monte Carlo dengan menggunakan model GARCH-M pada tingkat kepercayaan 95%, dan menggunakan data berdistribusi normal diperoleh formula baru yaitu:

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = W_0\{Y_t + 1,96\sigma_t\}$$

dengan:

$$Y_t = C + \varepsilon_t \text{ dan}$$

$$\sigma_t = \sqrt{\alpha_0 + \alpha_1\sigma_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p\sigma_{t-p}^2 + \beta_1\varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \beta_q\varepsilon_{t-q}^2}.$$

2. Hasil perhitungan risiko oleh VaR dari uang yang diinvestasikan *investor* sebesar Rp. 150.000.000,00 ke Bank Mandiri, Tbk. dengan bantuan *software* Matlab adalah dengan tingkat kepercayaan 95% yang berarti peluang terjadinya kerugian hanya 5% dengan kemungkinan kerugian maksimum sebesar Rp 16.955.261,00.
3. Perbandingan model GARCH-M antara model pada penelitian ini dengan penelitian sebelumnya diperoleh kesimpulan bahwa model pada penelitian sebelumnya lebih baik dalam memodelkan data *return* saham Bank Mandiri, Tbk.. Sedangkan untuk perbandingan nilai risiko antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya disimpulkan bahwa nilai risiko pada penelitian ini hasilnya lebih besar. Tetapi dalam perhitungan batas kerugian maksimumnya, penelitian ini melibatkan/memperhatikan data-data historis (bukan hanya data

pengambilan yang terakhir seperti pada penelitian sebelumnya) dalam kurun waktu 5 tahun terakhir dalam bentuk data mingguan sehingga keakuratan hasil perhitungan lebih terjamin.

5.2 Saran

Penulis menerapkan metode VaR dengan simulasi Monte Carlo dengan menggunakan model GARCH-M pada kemungkinan kerugian dari dana yang diinvestasikan pada saham Bank Mandiri, Tbk.. Penulis menyarankan agar penelitian selanjutnya melakukan penelitian yang serupa dengan menerapkan model GARCH-M pada kasus VaR dengan simulasi yang berbeda, misal simulasi Varian-Kovarian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2012. Ilmu Akuntansi: *Pengertian Saham dan Jenis Saham*. (Online), (<http://ilmuakuntansi.web.id/pengertian-saham-dan-jenis-saham/>), diakses 02 Februari 2016.
- Anonim. 2014. Jendela Dunia Sekitar Kita: *Ramalan Menurut Islam*. (Online), (<http://dinasuciwahyuni.blogspot.co.id/2013/07/ramalan-menurut-islam/>), diakses 06 April 2016.
- Atikah, S. 2015. Financeroll: *Harga Saham*. (Online), (<http://financeroll.co.id/uncategorized/harga-saham/>), diakses 02 Februari 2015.
- Aziz, A. 2010. *Ekonometrika*. Malang: UIN Maliki Malang Press.
- Baxter dan Rennie. 1996. *Financial Calculus: An Introduction to Derivative Pricing*. London: Cambridge University Press.
- Batuparan, D.S. 2000. *Mengapa Risk Management? Edisi ke-4*. Jakarta: BEI News.
- Boediono dan Wayan, K. 2004. *Teori dan Aplikasi Statistika dan Probabilitas*. Bandung : P.T Remaja Rosdakarya Offset.
- Bowerman, B.L dan O'Connel, R.T. 1993. *Forecasting and Time Series and Applied Approach (Third Edition)*. California: Duxbury Press.
- Box, G.E.P, Jenkins, G.M, dan Reinsel, G.C. 1994. *Time Series Analysis Forecasting and Control. Edisi Revisi*. New York: John Willey & Sons Ltd..
- Cryer, J. D. 1986. *Time Series Analysis*. Boston: PWS-Kent Publishing Company.
- David, T dan Wilton, P.C. 1988. Model of Consumer Satisfaction Formation: An Extension, *Journal of Marketing Research*, XXV, 204-212.
- Davidson, R dan Mackinnon, J.G. 2004. *Econometric Theory and Methods*. New York: Oxford University Press.
- Dowd, K. 2002. *An Introduction to Market Risk Measurement*. New York: John Willey & Sons Ltd..
- Ekananda, M. 2014. *Analisis Data Time Series*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Enders, W. 2004. *Applied Econometric Time Series*. New York: John Willey & Sons Ltd..

- Engle, R. 2001. GARCH (1,1): The Use of ARCH/GARCH Models in Applied Econometric. *Journal of Economic Prespective*, 15:157-168.
- Fariandi, A. 2013. *Analisis Risiko Aset Tunggal dan Portofolio Saham dengan Value at Risk (VaR) Simulasi Monte Carlo*. Skripsi tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Fayez, S.H. 2012. The Relationship between Economic Value Added and Stock Return: Evidence from Jordanian Banks. *Journal of Finance and Economics*, 17:45-48.
- Ghozali, I. 2009. *Ekonometri Teori, Konsep, dan Aplikasi dengan SPSS 17*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Greene, W.H. 2003. *Econometric Analysis 5th ed*. New York: Prentice Hall Pearson Education. Inc..
- Gujarati, D. 2007. *Dasar-Dasar Ekonometrika Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- Harper, J. 2004. Investopedia: *Introduction to Value at Risk (VaR)*. (Online), (<http://www.scribd.com/doc/39642715/MPRA-Paper-895>), diakses 10 November 2015.
- Hartono, J. 2010. *Teori Portofolio dan Analisis Investasi Edisi 7*. Yogyakarta: BPFPE Press.
- Hastawa, A. 2013. Slide Share: *Pandangan Islam Terhadap Risiko*. (Online), (<http://slideshare.net/AdamHastawa/pandangan-islam-terhadap-risiko/>), diakses 06 April 2016.
- Horne, V dan Wachowicz, Jr. 1992. *Fundamental of Financial Management (9th ed.)*. New York: Prentice Hall Pearson Education. Inc..
- Jorion, P. 2002. *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk (Second Edition)*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc..
- Knight, J dan Stephen, S. 2002. *Forecasting Volatility in The Financial Markets*. New York: Butterworth-Heinemann.
- Lo, M.S, 2003. *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic Time Series Model*. Disertasi tidak diterbitkan. Canada: Simon Fraser University.
- Makridakis, S, McGee, E, dan Wheel, W.S. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan. Jilid 1*. Terjemahan Hari Suminto. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Mulyono, S. 2006. *STATISTIKA untuk Ekonomi dan Bisnis, Buku Ajar Kuliah*. Jakarta: Fakultas Manajemen UI.

- Pratama, A. 2014. *Peramalan Data Runtun Waktu dengan Model ARIMAX-GARCH dalam Pasar Modal Syariah*. Skripsi tidak dipublikasikan. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga.
- Qardhawi, Y. 2002. *Tafsir Al-Fiqhi Li Al-Muslim Al-Mu'ashiri Fi Dahu' Al-Qur'ani Wa Al-Sunnah*, terj. Abdul Hayyi. "Fiqih Praktis Bagi Kehidupan Modern". Jakarta: Gema Insani.
- Rubinstein, R.Y. 1981. *Simulation and the Monte Carlo Method*. New York: John Willey and Sons Ltd..
- Ruppert, D. 2004. *Statistics and Finance an Introduction*. New York: Springer Inc..
- Setyadharma, A. 2010. *Uji Asumsi Klasik dengan SPSS 16.0*. Laporan tidak dipublikasikan. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Shiddieqy, T.M.H.A. 2003. *Tafsir Al-Qur'anul Majid An-Nuur*. Semarang: PT Pustaka Rizki Putra.
- Sufianti, E. 2011. *Model GARCH-M untuk Estimasi Value at Risk (VaR) Data Harga Saham*. Skripsi tidak dipublikasikan. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Suhadi. 2012. *Evaluasi Perhitungan Value at Risk dengan Simulasi Monte Carlo dan Simulasi Historis pada Tiga Bank Badan Usaha Milik Negara (BUMN)*. Skripsi tidak dipublikasikan. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Surya, Y dan Situngkir, H. 2004. *Sifat Statistika Data Ekonomi Keuangan (Studi Empirik Beberapa Indeks Saham Indonesia)*. Laporan tidak dipublikasikan. Bandung: FE Institute.
- Surya, Y dan Hariadi, Y.. 2002. *Kulminasi Prediksi Data Daret Waktu Keuangan Volatilitas dalam GARCH(1,1)*. Paper tidak dipublikasikan. Bandung: FE Institute.
- Wei, W.W.S. 1990. *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*. California: Addison Wesley Publishing.
- Wei, W.W.S.. 2006. *Time Series Analysis*. New York: Addison Wesley.
- Widarjono, A. 2010. *Analisis Statistika Multivariat Terapan Edisi Pertama*. Yogyakarta: Unit Penerbit dan Percetakan Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen YKPN.

LAMPIRAN

Tanggal	Saham	Return	Sisaan	Sisaan Kuadrat	Variansi	Sisaan dibakukan
02/05/2005	1670	0,005970167	0,00055975	0,00000031	0	0
09/05/2005	1680	-0,011976191	-0,017386608	0,00030229	0,00157913	-0,437528061
16/05/2005	1660	0,017910927	0,01250051	0,00015626	0,002069981	0,274754292
23/05/2005	1690	-0,132686441	-0,138096858	0,01907074	0,002122964	-2,997177422
30/05/2005	1480	0,020067563	0,014657146	0,00021483	0,009987422	0,146663727
06/06/2005	1510	-0,033673215	-0,039083632	0,00152753	0,003979755	-0,619536319
13/06/2005	1460	0,040273899	0,034863482	0,00121546	0,003134248	0,622736136
20/06/2005	1520	0,013072082	0,007661665	0,00005870	0,002809005	0,144559581
27/06/2005	1540	-0,039740329	-0,045150746	0,00203859	0,002253508	-0,951120159
04/07/2005	1480	0,01342302	0,008012603	0,00006420	0,002946874	0,147602206
11/07/2005	1500	0,058268908	0,052858491	0,00279402	0,002287701	1,105134485
18/07/2005	1590	0,012500163	0,007089746	0,00005026	0,003268399	0,124011835
25/07/2005	1610	0,030583423	0,025173006	0,00063368	0,002356331	0,51858137
01/08/2005	1660	-0,006042314	-0,011452731	0,00013117	0,002387435	-0,234392256
08/08/2005	1650	-0,056089467	-0,061499884	0,00378224	0,002186019	-1,315368083
15/08/2005	1560	-0,080042708	-0,085453125	0,00730224	0,003655115	-1,413440216
22/08/2005	1440	-0,057158414	-0,062568831	0,00391486	0,005456434	-0,847039346
29/08/2005	1360	-0,014815086	-0,020225503	0,00040907	0,004467103	-0,302612138
05/09/2005	1340	0,022141126	0,016730709	0,00027992	0,002782725	0,317160599
12/09/2005	1370	-0,029631798	-0,035042215	0,00122796	0,002339261	-0,724523018
19/09/2005	1330	0,086384614	0,080974197	0,00655682	0,002630194	1,578893289
03/10/2005	1450	-0,027973852	-0,033384269	0,00111451	0,004909765	-0,476443638
10/10/2005	1410	-0,014285957	-0,019696374	0,00038795	0,003178035	-0,349387173
17/10/2005	1390	-0,066939483	-0,0723499	0,00523451	0,002475603	-1,454110582
24/10/2005	1300	0,015267472	0,009857055	0,00009716	0,004325037	0,149882956
31/10/2005	1320	-0,046520016	-0,051930433	0,00269677	0,002620357	-1,014475819
07/11/2005	1260	-0,065597282	-0,071007699	0,00504209	0,003305019	-1,235146503
14/11/2005	1180	0,03333642	0,027926003	0,00077986	0,004437125	0,419235418
21/11/2005	1220	0,12323264	0,117822223	0,01388208	0,002929717	2,176779208
28/11/2005	1380	0,141650517	0,1362401	0,01856137	0,00802011	1,521299735
05/12/2005	1590	0,012500163	0,007089746	0,00005026	0,011140841	0,067169433
12/12/2005	1610	-0,00623055	-0,011640967	0,00013551	0,004178392	-0,180087865
19/12/2005	1600	0,024692613	0,019282196	0,00037180	0,002602337	0,37798511
26/12/2005	1640	0,098630603	0,093220186	0,00869000	0,002335657	1,928881068
02/01/2006	1810	0,058998341	0,053587924	0,00287167	0,005727168	0,708103848
09/01/2006	1920	-0,064538521	-0,069948938	0,00489285	0,004096691	-1,092860024

16/01/2006	1800	-0,005571045	-0,010981462	0,00012059	0,0045584	-0,162649955
23/01/2006	1790	0,022100347	0,01668993	0,00027855	0,002684096	0,322148064
30/01/2006	1830	-0,010989122	-0,016399539	0,00026895	0,002315868	-0,3407805
06/02/2006	1810	-0,028013036	-0,033423453	0,00111713	0,002226653	-0,708312681
13/02/2006	1760	-0,08907963	-0,094490047	0,00892837	0,002558121	-1,868209317
20/02/2006	1610	0,04849435	0,043083933	0,00185623	0,005877613	0,561972224
27/02/2006	1690	-0,099460794	-0,104871211	0,01099797	0,003709959	-1,721756519
06/03/2006	1530	0,069428506	0,064018089	0,00409832	0,007003382	0,764977738
13/03/2006	1640	0,041797129	0,036386712	0,00132399	0,004901302	0,519741131
20/03/2006	1710	0,017391743	0,011981326	0,00014355	0,003263042	0,209745946
03/04/2006	1740	0,017094433	0,011684016	0,00013652	0,002393819	0,238806699
10/04/2006	1770	0,081345639	0,075935222	0,00576616	0,002189718	1,622740786
24/04/2006	1920	0,14743173	0,142021313	0,02017005	0,00447958	2,121948603
01/05/2006	2225	-0,045985113	-0,05139553	0,00264150	0,010989226	-0,490277311
08/05/2006	2125	-0,127833372	-0,133243789	0,01775391	0,005219032	-1,844386706
15/05/2006	1870	-0,101209902	-0,106620319	0,01136789	0,010157327	-1,057913741
22/05/2006	1690	0,005899722	0,000489305	0,00000024	0,008649183	0,00526129
29/05/2006	1700	-0,048202102	-0,053612519	0,00287430	0,003580935	-0,895917392
05/06/2006	1620	-0,00619197	-0,011602387	0,00013462	0,003601044	-0,193345091
12/06/2006	1610	0,04849435	0,043083933	0,00185623	0,002468339	0,867187375
19/06/2006	1690	0,017595762	0,012185345	0,00014848	0,002920889	0,225465598
03/07/2006	1720	-0,029500664	-0,034911081	0,00121878	0,002316675	-0,725321773
10/07/2006	1670	-0,018127385	-0,023537802	0,00055403	0,002621158	-0,459747405
17/07/2006	1640	0,059188871	0,053778454	0,00289212	0,002415662	1,094183647
24/07/2006	1740	0,129211731	0,123801314	0,01532677	0,003338742	2,142564255
31/07/2006	1980	0,024938948	0,019528531	0,00038136	0,008714529	0,209193227
07/08/2006	2030	0,033901552	0,028491135	0,00081175	0,00375428	0,464992978
14/08/2006	2100	-0,011976191	-0,017386608	0,00030229	0,00278491	-0,329464996
22/08/2006	2075	0,035506688	0,030096271	0,00090579	0,002349057	0,620963298
11/09/2006	2150	0,099529595	0,094119178	0,00885842	0,002498714	1,882867851
18/09/2006	2375	-0,021277398	-0,026687815	0,00071224	0,005834824	-0,349380875
25/09/2006	2325	0,031748698	0,026338281	0,00069371	0,003225139	0,46378128
02/10/2006	2400	0,15415068	0,148740263	0,02212367	0,002613438	2,909527307
09/10/2006	2800	-0,045670037	-0,051080454	0,00260921	0,011368338	-0,479078036
16/10/2006	2675	0,045670037	0,04025962	0,00162084	0,005293373	0,553354474
30/10/2006	2800	-0,00896867	-0,014379087	0,00020676	0,003477018	-0,243852851
06/11/2006	2775	-0,036701367	-0,042111784	0,00177340	0,002469583	-0,847406589
13/11/2006	2675	0,009302393	0,003891976	0,00001515	0,002886794	0,072437296
20/11/2006	2700	0,071458964	0,066048547	0,00436241	0,002253431	1,391365194
27/11/2006	2900	-0,017391743	-0,02280216	0,00051994	0,003911572	-0,364586281

04/12/2006	2850	0,00873368	0,003323263	0,00001104	0,002700174	0,063954167
11/12/2006	2875	-0,00873368	-0,014144097	0,00020006	0,002208535	-0,300969934
18/12/2006	2850	0,017391743	0,011981326	0,00014355	0,002173212	0,25701223
02/01/2007	2900	-0,158470341	-0,163880758	0,02685690	0,00214158	-3,541284296
08/01/2007	2475	0,087011377	0,08160096	0,00665872	0,013224093	0,709597904
15/01/2007	2700	-0,018692133	-0,02410255	0,00058093	0,007404003	-0,280110705
22/01/2007	2650	-0,019048195	-0,024458612	0,00059822	0,003533811	-0,411443428
29/01/2007	2600	-0,069679921	-0,075090338	0,00563856	0,002645241	-1,459995128
05/02/2007	2425	0,040409538	0,034999121	0,00122494	0,004532038	0,519888668
20/02/2007	2525	-0,071825735	-0,077236152	0,00596542	0,003136455	-1,379117028
26/02/2007	2350	0,031416196	0,026005779	0,00067630	0,004781424	0,376089536
05/03/2007	2425	0,0102565	0,004846083	0,00002348	0,002966412	0,088976465
12/03/2007	2450	0,020202707	0,01479229	0,00021881	0,002275319	0,310108899
26/03/2007	2500	0,067658648	0,062248231	0,00387484	0,002196456	1,328206956
02/04/2007	2675	0,114662908	0,109252491	0,01193611	0,003695975	1,797077583
09/04/2007	3000	0,048790164	0,043379747	0,00188180	0,007389605	0,504633868
23/04/2007	3150	-0,024097552	-0,029507969	0,00087072	0,004070525	-0,462502537
30/04/2007	3075	0,00809721	0,002686793	0,00000722	0,002882587	0,050042962
07/05/2007	3100	0,062520357	0,05710994	0,00326155	0,002249166	1,204206471
14/05/2007	3300	-0,062520357	-0,067930774	0,00461459	0,003453569	-1,155932491
21/05/2007	3100	0,047252885	0,041842468	0,00175079	0,004294032	0,63853493
28/05/2007	3250	-0,047252885	-0,052663302	0,00277342	0,003299672	-0,916795918
04/06/2007	3100	0,039530839	0,034120422	0,00116420	0,003494067	0,577229835
11/06/2007	3225	-0,023530497	-0,028940914	0,00083758	0,002871004	-0,540126287
18/06/2007	3150	-0,00796817	-0,013378587	0,00017899	0,002591201	-0,262820748
25/06/2007	3125	0,031498667	0,02608825	0,00068060	0,002253033	0,549618255
02/07/2007	3225	0,045462374	0,040051957	0,00160416	0,002383004	0,82046739
09/07/2007	3375	0,098671528	0,093261111	0,00869764	0,002796495	1,763573328
17/07/2007	3725	-0,055186416	-0,060596833	0,00367198	0,005836997	-0,793149761
23/07/2007	3525	-0,065957968	-0,071368385	0,00509345	0,004454353	-1,069334467
31/07/2007	3300	-0,038614836	-0,044025253	0,00193822	0,004724455	-0,640510162
06/08/2007	3175	-0,162055859	-0,167466276	0,02804495	0,003477103	-2,840001489
14/08/2007	2700	0,113659318	0,108248901	0,01171783	0,014026407	0,914008602
20/08/2007	3025	0,071743905	0,066333488	0,00440013	0,009689945	0,67386388
27/08/2007	3250	-0,015504187	-0,020914604	0,00043742	0,005648398	-0,278283206
03/09/2007	3200	-0,015748357	-0,021158774	0,00044769	0,003067902	-0,382005621
10/09/2007	3150	0,083699019	0,078288602	0,00612911	0,002474916	1,57368673
17/09/2007	3425	0,028778965	0,023368548	0,00054609	0,004696263	0,341000877
24/09/2007	3525	0,034846731	0,029436314	0,00086650	0,002892645	0,5473131
01/10/2007	3650	0,078988411	0,073577994	0,00541372	0,002608216	1,440708638

08/10/2007	3950	-0,085861291	-0,091271708	0,00833053	0,004430129	-1,371285762
17/10/2007	3625	0,066691374	0,061280957	0,00375536	0,006062695	0,787032512
22/10/2007	3875	-0,039478811	-0,044889228	0,00201504	0,004541205	-0,666126333
29/10/2007	3725	-0,09129142	-0,096701837	0,00935125	0,003466582	-1,64241919
05/11/2007	3400	0,021819047	0,01640863	0,00026924	0,006263428	0,207331975
12/11/2007	3475	-0,036634133	-0,04204455	0,00176774	0,003140432	-0,750265559
19/11/2007	3350	0,057987258	0,052576841	0,00276432	0,003039712	0,953626469
03/12/2007	3550	-0,035846132	-0,041256549	0,00170210	0,003430122	-0,704430412
10/12/2007	3425	0,021661497	0,01625108	0,00026410	0,003079509	0,292847461
17/12/2007	3500	-0,028987537	-0,034397954	0,00118322	0,002401384	-0,701942889
07/01/2008	3400	-0,108633841	-0,114044258	0,01300609	0,002626	-2,225492307
14/01/2008	3050	0,078780878	0,073370461	0,00538323	0,007586158	0,842384395
21/01/2008	3300	0,015037877	0,00962746	0,00009269	0,005569604	0,129002936
28/01/2008	3350	-0,007490672	-0,012901089	0,00016644	0,002906552	-0,23929702
11/02/2008	3325	0,01492565	0,009515233	0,00009054	0,002320811	0,197514751
18/02/2008	3375	-0,030077455	-0,035487872	0,00125939	0,002153734	-0,764687405
25/02/2008	3275	-0,031010237	-0,036420654	0,00132646	0,002600303	-0,714226209
03/03/2008	3175	-0,056695344	-0,062105761	0,00385713	0,002731506	-1,188312931
18/03/2008	3000	0,048790164	0,043379747	0,00188180	0,003812456	0,702561871
25/03/2008	3150	-0,040491361	-0,045901778	0,00210697	0,003242601	-0,806088601
31/03/2008	3025	-0,033616611	-0,039027028	0,00152311	0,003204187	-0,689456044
07/04/2008	2925	-0,034786116	-0,040196533	0,00161576	0,002952909	-0,739713531
14/04/2008	2825	-0,073427469	-0,078837886	0,00621541	0,002933215	-1,45567023
21/04/2008	2625	0,166321215	0,160910798	0,02589229	0,004838165	2,313368574
28/04/2008	3100	-0,075349437	-0,080759854	0,00652215	0,013447759	-0,696418937
05/05/2008	2875	0,034191365	0,028780948	0,00082834	0,007399077	0,33459259
12/05/2008	2975	-0,051735674	-0,057146091	0,00326568	0,003635382	-0,947788717
19/05/2008	2825	0,026202372	0,020791955	0,00043231	0,003776121	0,338354835
26/05/2008	2900	-0,026202372	-0,031612789	0,00099937	0,002632444	-0,616145479
02/06/2008	2825	-0,008888947	-0,014299364	0,00020447	0,002603154	-0,280263687
10/06/2008	2800	-0,045670037	-0,051080454	0,00260921	0,00226638	-1,072972091
16/06/2008	2675	-0,028437935	-0,033848352	0,00114571	0,003186743	-0,599603314
23/06/2008	2600	0,019048195	0,013637778	0,00018599	0,002792198	0,258089604
30/06/2008	2650	0,072759354	0,067348937	0,00453588	0,00230246	1,403571868
07/07/2008	2850	-0,054067221	-0,059477638	0,00353759	0,003994934	-0,941020136
14/07/2008	2700	0,071458964	0,066048547	0,00436241	0,003972221	1,047964433
21/07/2008	2900	0,025533302	0,020122885	0,00040493	0,004309383	0,306536872
28/07/2008	2975	-0,016949558	-0,022359975	0,00049997	0,002744502	-0,426814901
04/08/2008	2925	-0,008583744	-0,013994161	0,00019584	0,002421767	-0,284367951
11/08/2008	2900	-0,017391743	-0,02280216	0,00051994	0,002220813	-0,483860278

19/08/2008	2850	-0,00881063	-0,014221047	0,00020224	0,002308851	-0,295960397
25/08/2008	2825	-0,036039936	-0,041450353	0,00171813	0,002197337	-0,884259942
01/09/2008	2725	-0,106380404	-0,111790821	0,01249719	0,002800838	-2,112331927
08/09/2008	2450	0,087861356	0,082450939	0,00679816	0,007415356	0,957479776
15/09/2008	2675	-0,018868484	-0,024278901	0,00058947	0,00611747	-0,310415293
22/09/2008	2625	-0,132171773	-0,13758219	0,01892886	0,003239588	-2,417226443
29/09/2008	2300	-0,204300464	-0,209710881	0,04397865	0,010186961	-2,077775648
14/10/2008	1875	-0,236566572	-0,241976989	0,05855286	0,022194138	-1,62425768
20/10/2008	1480	0,052643733	0,047233316	0,00223099	0,031023541	0,268165407
27/10/2008	1560	0,170499818	0,165089401	0,02725451	0,009685513	1,677482059
03/11/2008	1850	-0,055569851	-0,060980268	0,00371859	0,015135184	-0,495673237
10/11/2008	1750	-0,274436846	-0,279847263	0,07831449	0,006625752	-3,437980933
17/11/2008	1330	0,113597178	0,108186761	0,01170438	0,035624151	0,573194288
24/11/2008	1490	0,095920122	0,090509705	0,00819201	0,014683116	0,746940537
01/12/2008	1640	0,106883745	0,101473328	0,01029684	0,008378224	1,108602677
09/12/2008	1825	0,116259806	0,110849389	0,01228759	0,007792772	1,255704087
15/12/2008	2050	-0,012270093	-0,01768051	0,00031260	0,008483715	-0,191956022
30/12/2008	2025	-0,037740328	-0,043150745	0,00186199	0,003672312	-0,712063108
12/01/2009	1950	-0,091216008	-0,096626425	0,00933667	0,003201938	-1,707612928
19/01/2009	1780	0,022223137	0,01681272	0,00028267	0,006196124	0,213588521
27/01/2009	1820	-0,011049836	-0,016460253	0,00027094	0,003130428	-0,29419458
02/02/2009	1800	-0,033901552	-0,039311969	0,00154543	0,00241601	-0,799789039
09/02/2009	1740	0,017094433	0,011684016	0,00013652	0,002779754	0,22160981
16/02/2009	1770	-0,017094433	-0,02250485	0,00050647	0,002279042	-0,471411264
23/02/2009	1740	0,011428696	0,006018279	0,00003622	0,002316736	0,1250357
02/03/2009	1760	0,044451763	0,039041346	0,00152423	0,00213024	0,84588337
10/03/2009	1840	0,052922401	0,047511984	0,00225739	0,00270481	0,91355513
16/03/2009	1940	0,102779869	0,097369452	0,00948081	0,00314216	1,737035094
23/03/2009	2150	0,099529595	0,094119178	0,00885842	0,006242129	1,191274248
30/03/2009	2375	-0,099529595	-0,104940012	0,01101241	0,00670123	-1,281928599
06/04/2009	2150	0,140772554	0,135362137	0,01832291	0,007701699	1,542424587
13/04/2009	2475	-0,010152371	-0,015562788	0,00024220	0,010968151	-0,148600645
20/04/2009	2450	0,15123097	0,145820553	0,02126363	0,004218104	2,245226111
27/04/2009	2850	-0,00881063	-0,014221047	0,00020224	0,011382699	-0,133293488
04/05/2009	2825	-0,063948725	-0,069359142	0,00481069	0,004297461	-1,058029464
11/05/2009	2650	0,055059777	0,04964936	0,00246506	0,004570758	0,734377778
18/05/2009	2800	0,060624622	0,055214205	0,00304861	0,003660242	0,912632434
25/05/2009	2975	0,183721137	0,17831072	0,03179471	0,003691761	2,934679343
01/06/2009	3575	-0,080042708	-0,085453125	0,00730224	0,015632771	-0,683455053
08/06/2009	3300	-0,022989518	-0,028399935	0,00080656	0,008228639	-0,313078577

15/06/2009	3225	0,007722046	0,002311629	0,00000534	0,003818337	0,037409422
29/06/2009	3250	0,015267472	0,009857055	0,00009716	0,002464965	0,198537164
06/07/2009	3300	0,022472856	0,017062439	0,00029113	0,002189847	0,364614737
13/07/2009	3375	0,078331843	0,072921426	0,00531753	0,002206695	1,552329925
21/07/2009	3650	0,134387191	0,128976774	0,01663501	0,004297267	1,967502726
27/07/2009	4175	-0,068137805	-0,073548222	0,00540934	0,009479484	-0,755404941
03/08/2009	3900	0,006389798	0,000979381	0,00000096	0,006018652	0,012624148
10/08/2009	3925	0,037504395	0,032093978	0,00103002	0,002972403	0,588667004
18/08/2009	4075	0,018237588	0,012827171	0,00016454	0,002694563	0,247107949
24/08/2009	4150	-0,006042314	-0,011452731	0,00013117	0,002270957	-0,240328133
31/08/2009	4125	0,092551557	0,08714114	0,00759358	0,002159061	1,875386661
14/09/2009	4525	0,064193158	0,058782741	0,00345541	0,005231124	0,812741322
28/09/2009	4825	0,01030937	0,004898953	0,00002400	0,004224219	0,075375468
12/10/2009	4875	-0,036557596	-0,041968013	0,00176131	0,00256665	-0,828390383
19/10/2009	4700	-0,005333346	-0,010743763	0,00011543	0,002904242	-0,19936093
26/10/2009	4675	-0,010752792	-0,016163209	0,00026125	0,0022991	-0,337092153
02/11/2009	4625	0,016086138	0,010675721	0,00011397	0,002219578	0,226601109
09/11/2009	4700	0,005305052	-0,000105365	0,00000001	0,002140031	-0,002277642
16/11/2009	4725	-0,076961041	-0,082371458	0,00678506	0,00207431	-1,808588943
23/11/2009	4375	0,050149784	0,044739367	0,00200161	0,004875857	0,640714191
30/11/2009	4600	0,016172859	0,010762442	0,00011583	0,00353846	0,180927124
07/12/2009	4675	-0,02710193	-0,032512347	0,00105705	0,002446055	-0,657378
21/12/2009	4550	0,032435276	0,027024859	0,00073034	0,002583962	0,531643371
28/12/2009	4700	0,015831465	0,010421048	0,00010860	0,002480249	0,209249188
04/01/2010	4775	0,010416761	0,005006344	0,00002506	0,002198132	0,106780945
11/01/2010	4825	-0,031581572	-0,036991989	0,00136841	0,002098158	-0,807585598
25/01/2010	4675	-0,054958884	-0,060369301	0,00364445	0,002632698	-1,176564228
01/02/2010	4425	-0,005665738	-0,011076155	0,00012268	0,003701298	-0,182058928
08/02/2010	4400	0,028013036	0,022602619	0,00051088	0,002486588	0,453269859
15/02/2010	4525	-0,011111225	-0,016521642	0,00027297	0,002366603	-0,339617859
22/02/2010	4475	-0,005602256	-0,011012673	0,00012128	0,002240065	-0,232681821
01/03/2010	4450	0,065240522	0,059830105	0,00357964	0,002147806	1,290987959
08/03/2010	4750	0,090514008	0,085103591	0,00724262	0,003562165	1,4259059
15/03/2010	5200	0,046956983	0,041546566	0,00172612	0,005410172	0,564845392
22/03/2010	5450	-0,037387532	-0,042797949	0,00183166	0,003547757	-0,718531826
29/03/2010	5250	-0,038839833	-0,04425025	0,00195809	0,003160522	-0,787111598
05/04/2010	5050	0,009852296	0,004441879	0,00001973	0,00312338	0,079479362
12/04/2010	5100	0,038466281	0,033055864	0,00109269	0,002310091	0,687755354
19/04/2010	5300	0,090151097	0,08474068	0,00718098	0,002567287	1,672455971
26/04/2010	5800	-0,118861203	-0,12427162	0,01544344	0,005154321	-1,730956775

03/05/2010	5150	0,047402239	0,041991822	0,00176331	0,009183176	0,438195853
10/05/2010	5400	-0,076961041	-0,082371458	0,00678506	0,004436453	-1,23668419
17/05/2010	5000	0,009950331	0,004539914	0,00002061	0,00542257	0,061651694
24/05/2010	5050	0,094409684	0,088999267	0,00792087	0,002842599	1,669277716
31/05/2010	5550	-0,018182319	-0,023592736	0,00055662	0,0055252	-0,3173981
07/06/2010	5450	0,087775611	0,082365194	0,00678403	0,003088872	1,481984969
14/06/2010	5950	0,00836825	0,002957833	0,00000875	0,005110247	0,041376396
21/06/2010	6000	-0,042559614	-0,047970031	0,00230112	0,002765388	-0,912203918
28/06/2010	5750	0,025752496	0,020342079	0,00041380	0,003174337	0,361051237
05/07/2010	5900	0,03333642	0,027926003	0,00077986	0,00248548	0,560149137
19/07/2010	6100	-0,016529302	-0,021939719	0,00048135	0,002478013	-0,440736787
02/08/2010	6000	-0,016807118	-0,022217535	0,00049362	0,00235236	-0,458082782
09/08/2010	5900	0,016807118	0,011396701	0,00012989	0,002328371	0,236185416
16/08/2010	6000	-0,016807118	-0,022217535	0,00049362	0,002171817	-0,476742885
23/08/2010	5900	0,025105921	0,019695504	0,00038791	0,002286585	0,411882606
30/08/2010	6050	0,13146314	0,126052723	0,01588929	0,002269264	2,646120887
06/09/2010	6900	-0,044451763	-0,04986218	0,00248624	0,008700528	-0,534562461
20/09/2010	6600	0	-0,005410417	0,00002927	0,004624861	-0,079557548

Lampiran 1. Data yang Digunakan dalam Pemodelan GARCH-M dan Estimasi

VaR

PUSAT PERPUSTAKAAN

Lampiran 2. Program Simulasi Monte Carlo Menggunakan Model GARCH-M dengan Menggunakan Matlab

```
clc,clear all
format long
Y3=xlsread('Perhitungan Data.xlsx','C2:C255');
Y4=xlsread('Perhitungan Data.xlsx','D2:D255');
Y5=xlsread('Perhitungan Data.xlsx','E2:E255');
Y6=xlsread('Perhitungan Data.xlsx','F2:F255');
Y7=xlsread('Perhitungan Data.xlsx','G2:G255');
matrik_data=[Y3 Y4 Y5 Y6 Y7];

a=0.004879;
b=0.001579;
c=0.231448;
d=0.415142;
e=150000000;
z_alpha=1.96;

varian(1)=0;
for i=2:254;
    y(i)=a+(Y4(i));
    varian(i)=b+c*varian(i-1)+d*Y5(i-1);
    volatility(i)=sqrt(varian(i));

    R(i)=abs(y(i)+((z_alpha)*volatility(i)));
    VaR(i)=150000000*R(i);
end
VaR;
VaRrata2=mean(VaR)
VaRrata2;

bangkit=datasample(matrik_data,254,5);
B=bangkit;

varianb(1)=0;
for i=2:254;
    yb(i)=a+B(i,2);
    varianb(i)=b+c*varian(i-1)+d*B(i-1,3);
    volatilityb(i)=sqrt(varianb(i));
    Rb(i)=abs(yb(i)+((z_alpha)*volatilityb(i)));
    VaRb(i)=150000000*Rb(i);
end
VaRb
VaRrata2b=mean(VaRb)

a=1:254;
b=VaRb;
plot(a,b,'--*b')
grid on; xlabel('urutan'); ylabel('VaR Monte Carlo');
title('VaR Saham Penutupan Bank Mandiri Tbk tahun 2005-2010 dengan Simulasi Monte Carlo');
```

Lampiran 3. Hasil Simulasi Monte Carlo Menggunakan Model GARCH-M dengan Menggunakan Matlab

VaRrata2 =

1.695526137590706e+07

VaRb =

1.0e+07 *

Columns 1 through 3

0 0.792927682842337 1.383332324587066

Columns 4 through 6

0.861351507737706 2.758989871114631 1.043560203602476

Columns 7 through 9

1.977551210829541 1.495886087721252 0.567273850986216

Columns 10 through 12

1.532859371158020 2.046265578739923 1.590198776185778

Columns 13 through 15

1.648555343852354 1.107048811446832 0.304363518170051

Columns 16 through 18

0.283178058145725 0.957337561344621 1.418990409359524

Columns 19 through 21

1.625789809984789 0.740980631990886 2.553265593258156

Columns 22 through 24

1.301391171772412 1.168769346900573 0.215651752228652

Columns 25 through 27

1.843792618570853 0.557327532352462 0.426617838905104

Columns 28 through 30

2.135719855532094 3.176098640160996 4.326557768379209

Columns 31 through 33

2.783981893119705 1.493574439208093 1.621166391528440

Columns 34 through 36

2.663996814879011 2.744359917578732 0.603284096025770

Columns 37 through 39

1.574418512694735 1.601902765376842 1.014638461723964

Columns 40 through 42

0.736183000588804 0.096156792258396 2.611167463528733

Columns 43 through 45

0.003057030104313 3.098413634063775 2.346465125423797

Columns 46 through 48

1.662415886093184 1.455710793292261 2.366865744768982

Columns 49 through 51

3.854994213628876 1.888920193286096 0.142878995758265

Columns 52 through 54

0.960714693047666 2.375323779752149 0.745571847547375

Columns 55 through 57

1.379863813168342 1.945356683240742 1.589531712677144

Columns 58 through 60

0.737172303528247 0.983410094402382 2.092622909632885

Columns 61 through 63

3.355971707989501 2.669564711574832 2.012443159109758

Columns 64 through 66

1.114541098796001 1.720554003819524 2.718405386394583

Columns 67 through 69

1.557692911362503 1.869560006315339 3.565719257161305

Columns 70 through 72

1.937886114711560 2.472322993019804 1.312490801915571

Columns 73 through 75

0.667729830441064 1.457325009022526 2.235243273235249

Columns 76 through 78

1.274390329124518 1.405225784212572 1.020626386728984

Columns 79 through 81

1.403197222231641 1.243136237873893 4.134727076908980

Columns 82 through 84

1.834844535026379 1.173132641220174 0.215912336336067

Columns 85 through 87

2.259303098096164 0.296542839661174 2.169494631706495

Columns 88 through 90

1.489794612826139 1.472074481836555 2.163336029849981

Columns 91 through 93

3.212077428129759 2.845013636903679 1.204846791538010

Columns 94 through 96

1.438280999462894 2.100055148981225 0.504300998620022

Columns 97 through 99

2.317746702113515 0.700635936568587 2.043546200925123

Columns 100 through 102

0.961201071239708 1.128558612536718 1.635735495832158

Columns 103 through 105

1.878499819696364 2.776962559222889 1.049408456706108

Columns 106 through 108

0.649491852367303 1.108834102007634 0.983799209605313

Columns 109 through 111

4.619256061754804 3.497133099136901 1.613935919843814

Columns 112 through 114

1.122518262967910 2.475059053915790 2.114673410485619

Columns 115 through 117

1.841833069647857 2.437024397527425 0.346458065262050

Columns 118 through 120

2.913676585421483 1.062656864188528 0.075464310091602

Columns 121 through 123

2.272138903344263 0.825292819716770 2.222258663567313

Columns 124 through 126

0.899483524500193 1.686249045961622 0.766387485728034

Columns 127 through 129

0.373020651794825 3.322898691141107 2.059086685214269

Columns 130 through 132

1.209958388666319 1.404626628128000 0.685992684426751

Columns 133 through 135

0.785131488352180 0.431208081746580 2.247441382821089

Columns 136 through 138

0.789747490024722 0.884521110486825 0.811093180389160

Columns 139 through 141

0.226994104680334 4.203164011395293 1.723210526664122

Columns 142 through 144

2.627390584770947 0.703751171777422 1.901346798997776

Columns 145 through 147

0.865001897044601 1.117640375359106 0.481668766889999

Columns 148 through 150

0.958394159912936 1.581609590884456 2.267423288119422

Columns 151 through 153

0.740615854846092 2.619068895537246 1.994840574277782

Columns 154 through 156

1.030459115725735 1.077565207168524 0.893974465586351

Columns 157 through 159

1.045515473830835 0.608088961061289 0.297803701857444

Columns 160 through 162

3.434774060916929 1.638938244597439 0.586111567364315

Columns 163 through 165

0.582018778240618 0.119536900470054 5.127816088135966

Columns 166 through 168

4.977916187312516 2.194126233203877 2.116010429566177

Columns 169 through 171

6.353235044303594 4.420796774717230 3.853852792726665

Columns 172 through 174

3.914152921973315 2.080719658427301 0.921219105467653

Columns 175 through 177

0.020040094515521 2.267679897330885 1.206853069970930

Columns 178 through 180

0.696353846394424 1.549394446988655 0.913579802359725

Columns 181 through 183

1.351128186750213 1.797668100036498 2.069157039492712

Columns 184 through 186

2.916883230392782 3.434473988862119 0.519006074421721

Columns 187 through 189

4.269078331902278 2.423929838972584 3.863058866079192

Columns 190 through 192

2.492438477210628 0.650367956352359 2.486137626503163

Columns 193 through 195

2.394234033375405 4.247095432291278 1.876530071521943

Columns 196 through 198

1.885500768783077 1.632594213133650 1.446115411647103

Columns 199 through 201

1.483807980906950 2.326126105739371 3.625370243640126

Columns 202 through 204

1.372384891438785 2.002161566550325 1.899869524213087

Columns 205 through 207

1.546451492476756 1.077270261190658 2.526843051773104

Columns 208 through 210

2.739582638885213 1.750396101958794 0.693752612359160

Columns 211 through 213

1.241789354210698 1.013876716076523 1.395819094487262

Columns 214 through 216

1.213081579293302 0.038573892951333 2.467265072674123

Columns 217 through 219

1.702412958348652 0.805866382208950 1.732854355631624

Columns 220 through 222

1.458367454410177 1.305148850816962 0.648559752769943

Columns 223 through 225

0.433715320816066 1.408227603276862 1.642660444822528

Columns 226 through 228

1.025743391771695 1.075845922554269 2.114185468215911

Columns 229 through 231

2.822438461745678 2.511325283232193 0.9009340754444032

Columns 232 through 234

0.796623223957037 1.518829996345131 1.754987474816625

Columns 235 through 237

2.594538132868819 0.019382188357496 3.067640200911476

Columns 238 through 240

0.481133558893117 1.958303919505450 2.723747139979842

Columns 241 through 243

1.553428350351015 2.680040614046056 1.881469311816312

Columns 244 through 246

0.651217780411124 1.768536612175071 1.722236936134697

Columns 247 through 249

0.972401884226729 0.936687486205480 1.434783151579810

Columns 250 through 252

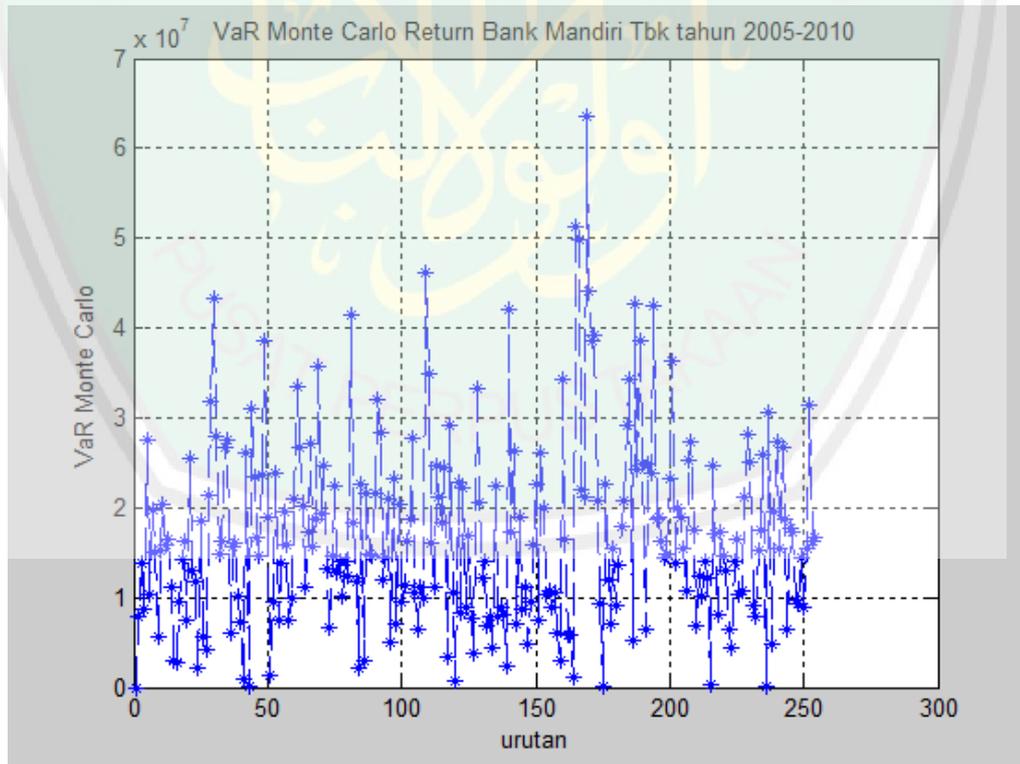
0.889845156257387 1.548532819595789 3.139413818717368

Columns 253 through 254

1.626852911166151 1.670084986722198

VaRrata2b =

1.695526137590706e+07



RIWAYAT HIDUP



Aulia Rizky Nurhidayah, lahir di kota Pasuruan pada tanggal 25 Maret 1995, biasa dipanggil Aulia. Anak pertama dari tiga bersaudara, pasangan bapak Ir. Winarso Nurhidayat dan ibu Dra. Mardiyah, M.Pd. Kedua adiknya bernama Meiwinda Rizky Nurhidayah dan Ibrahim Rozak Nurhidayat.

Pendidikan dasarnya ditempuh di SD Pancasila kemudian melanjutkan ke SDN Karanganyar dan lulus pada tahun 2006. Pada tahun yang sama dia melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN 5 Pasuruan. Kemudian dia melanjutkan pendidikan ke SMAN 4 Pasuruan dan menamatkan pendidikan tersebut pada tahun 2012. Pendidikan berikutnya dia tempuh di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang melalui Jalur Undangan mengambil Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi. Selama menempuh pendidikan di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, dia disibukkan dengan organisasi intra kampus Himpunan Mahasiswa Jurusan Matematika pada tahun periode 2012-2013 sebagai Sekretaris II dan organisasi daerah Gerombolan Mahasiswa Pasuruan ing Malang (GEMPA) sebagai anggota Divisi Eksternal.



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

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Aulia Rizky Nurhidayah
NIM : 12610001
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Matematika
Judul Skripsi : Simulasi Monte Carlo untuk Perhitungan *Value at Risk*
dengan Model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic in Mean*
Pembimbing I : Abdul Aziz, M.Si
Pembimbing II : Dr. Abdussakir, M.Pd

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1.	2 Februari 2016	Konsultasi Bab I dan II	1.
2.	4 Februari 2016	Konsultasi Bab II	2.
3.	9 Februari 2016	Revisi Bab II	3.
4.	16 Februari 2016	Konsultasi Bab III dan IV	4.
5.	15 Maret 2016	Revisi Bab III dan IV	5.
6.	16 Maret 2016	Konsultasi Agama Bab I	6.
7.	5 April 2016	Konsultasi Bab IV	7.
8.	6 April 2016	Revisi Agama Bab I	8.
9.	7 April 2016	Konsultasi Agama Bab I dan II	9.
10.	22 Juni 2016	Konsultasi Bab IV dan V	10.
11.	23 Juni 2016	Revisi Bab IV dan V	11.
12.	23 Juni 2016	Konsultasi Agama Bab IV	12.
13.	28 Juni 2016	ACC Bab IV dan V	13.
14.	28 Juni 2016	ACC Agama Keseluruhan	14.
15.	28 Juni 2016	ACC Keseluruhan	15.

Malang, 28 Juni 2016

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Abdussakir, M.Pd

NIP. 19751006 200312 1 001