

**PERAMALAN VOLATILITAS NILAI TUKAR RUPIAH DENGAN  
MODEL ARCH ATAU GARCH UNTUK PENDUGAAN  
VALUE AT RISK (VaR) INDIVIDUAL  
(Studi Kasus Nilai Tukar Mata Uang Yen Terhadap Rupiah)**

Asal:	Harfiah Pembelian	Klass
<b>SKRIPSI</b> : 08 NOV 2007		S12.5 NIS
No. Induk :		7
KLA 10 / PENYALIN :	SKS	

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas Akhir Dan Memenuhi Syarat-syarat  
Untuk Menyelesaikan Program Studi Matematika (S1)  
Dan Mencapai Gelar Sarjana Sains

Oleh :

**AMALIA NURUN NISAI**  
NIM. 031810101034

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2007**

## PERSEMBAHAN

Dengan bangga kupersembahkan karya tulis ilmiah ini untuk :

1. Orang tuaku tercinta, Ayahanda Nur Amad BcHk dan Ibunda Dra. Ermas yang telah membesarkanku dengan cinta dan kasih sayang dan terima kasih atas semua pengorbanan selama ini. Kebahagiaan ayahanda dan ibunda merupakan kebahagiaan terbesar ananda;
2. Adindaku tersayang, Nurul Fithriati Haritsah yang telah menjadi saudara, teman dan sahabat terbaikku dan terima kasih atas senyum, kasih sayang dan tawamu yang membuat hari – hariku lebih berbahagia;
3. Sahabat-sahabatku, yang selalu membantuku dalam suka dan duka, terima kasih atas motivasi, bantuan dan dukungannya; dan
4. Almamater Fakultas MIPA Universitas Jember tercinta

MOTTO

Kenalilah Allah disaat kamu senang,  
Niscaya Allah akan mengenalimu disaat susah  
Maka janganlah bersikap lemah dan bersedih hati  
(DR. Aidh Al-Qarni)

Jangan lihat masa lalu dengan penyesalan,  
Jangan pula lihat masa depan dengan ketakutan  
Tapi lihatlah sekitarmu dengan penuh kesadaran  
(James Thurber)

Jangan membuang waktu barang semenitpun  
Untuk memikirkan orang-orang yang tidak kita sukai  
(Eissen Hower)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Amalia Nurun Nisai

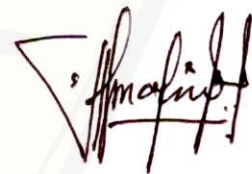
NIM : 031810101034

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul *Peramalan Volatilitas Nilai Tukar Rupiah Dengan Model ARCH Atau GARCH Untuk Pendugaan Value at Risk (VaR) Individual (Studi Kasus Nilai Tukar Mata Uang Yen Terhadap Rupiah)* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, November 2007

Yang menyatakan,



Amalia Nurun Nisai

NIM. 031810101034



**PEMBIMBINGAN**

**SKRIPSI**

**PERAMALAN VOLATILITAS NILAI TUKAR RUPIAH DENGAN  
MODEL ARCH ATAU GARCH UNTUK PENDUGAAN  
VALUE AT RISK (VaR) INDIVIDUAL  
(Studi Kasus Nilai Tukar Mata Uang Yen Terhadap Rupiah)**

Oleh :

**AMALIA NURUN NISAI**

**NIM. 031810101034**

Pembimbing :

**Dosen Pembimbing Utama : Alfian Futuhul Hadi, S.Si, M.Si.**

**Dosen Pembimbing Anggota: Dian Anggraeni, S.Si.**

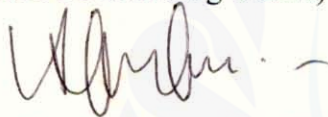
PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Peramalan Volatilitas Nilai Tukar Rupiah Dengan Model ARCH Atau GARCH Untuk Pendugaan Value at Risk (VaR) Individual (Studi Kasus Nilai Tukar Mata Uang Yen Terhadap Rupiah)* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada :

Hari : SELASA  
Tanggal : 06 NOV 2007  
Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Tim Penguji :

Ketua,  
(Dosen Pembimbing Utama)



Alfian Futuhul Hadi, S.Si, M.Si.  
NIP. 132 287 621

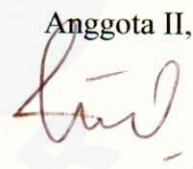
Sekretaris,  
(Dosen Pembimbing Anggota)



Dian Anggraeni, S.Si.  
NIP. 132 317 482

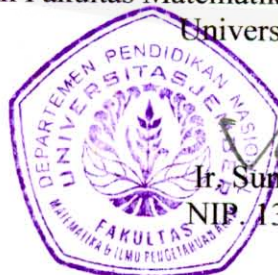
Anggota I,  



Yuliani Setia Dewi, S.Si, M.Si.  
NIP. 132 258 183

Anggota II,  


Firdaus Ubaidillah, S.Si, M.Si.  
NIP. 132 213 838

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Jember



  
Ir. Sumadi, M.S.  
NIP. 130 368 784

## PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah dilimpahkan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul *Peramalan Volatilitas Nilai Tukar Rupiah Dengan Model ARCH Atau GARCH Untuk Pendugaan Value at Risk (VaR) Individual (Studi Kasus Nilai Tukar Mata Uang Yen Terhadap Rupiah)* dengan lancar. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada nabi besar Muhammad SAW.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada :

1. Alfian Futuhul Hadi, S.Si, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dian Anggraeni, S.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, serta perhatiannya guna memberikan bimbingan, selama penulisan skripsi ini;
2. Yuliani Setia Dewi, S.si, M.Si dan Firdaus Ubaidillah, S.Si, M.Si selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritikan maupun saran dalam penulisan skripsi ini;
3. Semua bapak dan ibu dosen yang selama ini telah menyalurkan ilmunya;
4. Safak terimakasih atas motivasinya selama ini dan Nora, Eni, Syamsi, Dian, Iis, Ilyas, Azwar dan teman-teman angkatan 2003 yang telah membantu dan memberi dorongan;
5. Semua kru kalimantan4 (meti, rena, datul, lupi, fitria, retno, ndut, maria, dll) yang telah membantu, memberi dorongan dan tetap bersemangat;
6. Semua pihak yang telah membantu kelancaran penyusunan skripsi ini.

Penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menjadi sumbangan berharga bagi masyarakat pada umumnya dan rekan-rekan mahasiswa pada khususnya.

Jember, November 2007

Penulis



RINGKASAN

**Peramalan Volatilitas Nilai Tukar Rupiah dengan Model ARCH atau GARCH untuk Pendugaan *Value at Risk* (VaR) Individual (Studi Kasus Nilai Tukar Mata Uang Yen Terhadap Rupiah);** Amalia Nurun Nisai; 031810101034; 2007; 52 hlm; Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember

Nilai tukar merupakan salah satu faktor resiko yang menyebabkan perubahan dalam resiko pasar (*Market Risk*). *Value at Risk* (VaR) merupakan pendekatan untuk mengukur resiko pasar. Dalam VaR perlu dilakukan analisis terhadap volatilitas. Besaran yang menggambarkan volatilitas adalah variansi. Volatilitas dibagi menjadi dua yaitu homoskedastik dan heteroskedastik. Volatilitas heteroskedastik adalah data acak yang memiliki variansi yang berubah berdasarkan waktu. Untuk menghitung data acak yang memiliki volatilitas dengan sifat heteroskedastik Engle (1982) dan Bollerslev (1986) mengenalkan model ARCH dan GARCH.

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan bentuk model peramalan dengan menggunakan model ARCH atau GARCH kemudian meramalkan nilai volatilitasnya dan menghitung nilai VaR dari nilai tukar. Sehingga diharapkan para investor dapat meminimumkan kerugian yang akan dialami dalam transaksi jual beli pertukaran mata uang asing.

Data yang digunakan adalah nilai tukar Rupiah terhadap mata uang Yen yang diambil dari Bank Indonesia selama periode tahun 2006. Penelitian ini diawali dengan identifikasi model untuk menentukan model yang cocok antara ARCH atau GARCH. Tahapan kedua yaitu menduga parameter kemudian tahapan ketiga yaitu diagnostik model yang telah diperoleh. Tahapan selanjutnya adalah peramalan dengan menggunakan model yang telah diperoleh dan tahapan terakhir adalah menduga nilai VaR individual.



Hasil yang diperoleh dari penelitian ini bahwa model yang cocok adalah GARCH (1,1) yaitu model variansi  $\sigma_t^2 = 0,039136 + 0,134175\varepsilon_{t-1}^2 + 0,743882\sigma_{t-1}^2$  dan model mean  $Y_t = -0,054224 + e_t$ . Sedangkan hasil peramalan variansinya pada data ke-243 bernilai 0,204549, nilai volatilitasnya sebesar 0,45227. Dan untuk mengukur nilai resikonya adalah apabila investor mempunyai *exposure* sebesar 100 Yen maka kerugian maksimum yang akan dialami sebesar Rp.6.017,18.



DAFTAR ISI

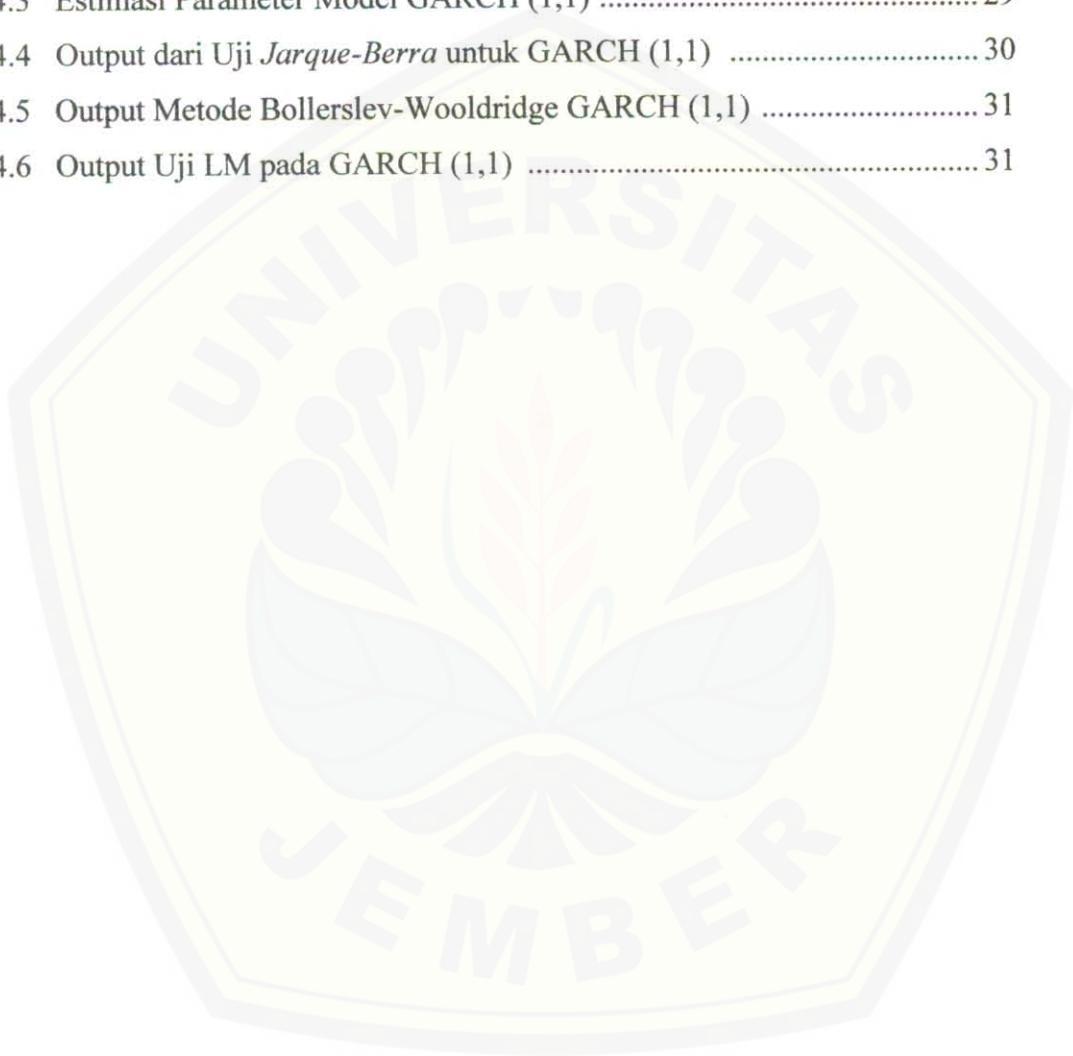
Halaman

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN .....	v
HALAMAN PENGESAHAN .....	vi
PRAKATA .....	vii
RINGKASAN .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan .....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Deret Waktu .....	4
2.2 Autoregresi .....	5
2.3 Autokorelasi .....	6
2.4 Model ARIMA dan Model ARMA.....	7
2.5 Konsep <i>White Noise</i> .....	9
2.6 Model-Model Heteroskedastik.....	9
2.6.1 Model ARCH .....	10
2.6.2 Model GARCH .....	12

2.7	Estimasi Parameter Maksimum Likelihood .....	13
2.7.1	Estimasi Parameter Model ARCH .....	14
2.7.2	Estimasi Parameter Model GARCH .....	15
2.8	Pemeriksaan Diagnostik Model .....	18
2.9	Uji Heteroskedastik .....	20
2.10	Value at Risk (VaR) .....	21
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b>		
3.1	Ilustrasi Data .....	22
3.2	Analisis Data .....	22
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Penyiapan Data .....	25
4.2	Identifikasi Model .....	25
4.2.1	Pemeriksaan Pola Data .....	26
4.2.2	Analisis Mean Model .....	26
4.2.3	Evaluasi Residual Dari Mean Model .....	27
4.3	Pendugaan Parameter .....	28
4.4	Diagnostik Model .....	30
4.5	Peramalan .....	31
4.6	Pendugaan Value at Risk (VaR) .....	33
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan .....	34
5.2	Saran .....	34
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>35</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>36</b>

DAFTAR TABEL

4.1 Hasil dari Metode <i>Least Square</i> .....	27
4.2 Hasil dari Uji LM dengan 12 Lag .....	28
4.3 Estimasi Parameter Model GARCH (1,1) .....	29
4.4 Output dari Uji <i>Jarque-Berra</i> untuk GARCH (1,1) .....	30
4.5 Output Metode Bollerslev-Wooldridge GARCH (1,1) .....	31
4.6 Output Uji LM pada GARCH (1,1) .....	31





**DAFTAR GAMBAR**

2.1 Plot Data Horizontal .....	5
2.2 Plot Data Musiman .....	5
2.3 Plot Data Siklis .....	5
2.4 Plot Data Trend .....	5
3.1 Diagram Alir Peramalan Volatilitas Nilai Tukar Rupiah Terhadap Yen dan Pendugaan VaR .....	26
4.1 Plot Data Return .....	25
4.2 Plot Residual Data Return .....	27
4.3 Plot Peramalan Volatilitas Dengan GARCH (1,1) .....	32

**DAFTAR LAMPIRAN**

- A. Data Asli Return Nilai Tukar Rupiah Terhadap Mata Uang Yen
- B. Analisis Mean Model dengan Menggunakan Metode *Least Square*
- C. Pendugaan Parameter Dengan Maksimum Likelihood
- D. Diagnostik Model GARCH (1,1)
- E. Hasil Peramalan Volatilitas Dengan Menggunakan Model GARCH (1,1)
- F. Perhitungan *Value at Risk* (VaR) Individual





## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Resiko pasar (*market risk*) adalah resiko yang diterima pelaku pasar akibat perubahan faktor resiko dalam periode tertentu. Salah satu faktor yang mempengaruhi perubahan resiko pasar adalah pergerakan nilai tukar Rupiah terhadap valuta asing. Resiko pasar yang terjadi yaitu apabila nilai tukar Rupiah terhadap valuta asing menguat maka akan menyebabkan resiko pasar menurun, namun sebaliknya apabila nilai tukar Rupiah terhadap valuta asing menurun maka resiko pasar akan meningkat. Perubahan resiko pasar tersebut mempengaruhi para investor Indonesia dalam melakukan transaksi jual beli pertukaran mata uang asing. Investor berusaha meminimumkan resiko/kerugian yang mungkin akan mereka alami untuk mendapatkan keuntungan dari transaksi jual beli pertukaran mata uang asing. Oleh karena itu investor perlu mengukur jumlah kerugian yang mungkin akan mereka alami.

Salah satu pendekatan untuk menghitung resiko pasar yaitu internal model dengan konsep VaR (*Value at Risk*). VaR merupakan pendekatan untuk mengukur jumlah kerugian yang akan terjadi pada suatu posisi portofolio sebagai akibat perubahan faktor-faktor resiko (*risk factor*) yang meliputi harga, suku bunga dan nilai tukar selama periode waktu tertentu dengan menggunakan tingkat probabilitas tertentu. Metode VaR ini membutuhkan data perubahan faktor-faktor resiko guna menghitung besarnya resiko yang dihadapi perbankan pada suatu saat tertentu. Untuk itu dalam metode VaR perlu dilakukan analisis terhadap volatilitas (Bank Indonesia, 2004).

Analisis terhadap volatilitas memegang peranan penting dalam peramalan data waktu tertentu yang menentukan seberapa cepat data berubah dengan keacakannya. Oleh karena itu analisa terhadap volatilitas dianggap penting untuk mendapatkan



informasi pasar, salah satunya informasi tentang pergerakan dan perubahan nilai tukar Rupiah terhadap valuta asing. Besaran yang menggambarkan volatilitas adalah variansi. Volatilitas secara langsung bisa dipandang sebagai besaran yang mengukur seberapa besar terjadinya perubahan pada data yang akan berakibat langsung pada perilaku nilai tukar Rupiah terhadap valuta asing. Volatilitas pada data acak dibagi menjadi 2 macam yaitu volatilitas konstan atau homoskedastik dan volatilitas acak atau heteroskedastik.

Suatu metode yang dikembangkan untuk volatilitas data acak yang memiliki variansi konstan terhadap waktu (bersifat homoskedastik) yaitu model Autoregresi. Sedangkan volatilitas data acak yang memiliki variansi yang berubah terhadap waktu (bersifat heteroskedastik). Engle (1982) mengenalkan model *Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (ARCH) dan model *Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* (GARCH) yang merupakan perangkat autoregresi.

Model ARCH merupakan model autoregresi yang mengasumsikan bahwa perubahan variansi dipengaruhi oleh data acak sebelumnya yang tersusun dalam urutan waktu. Sedangkan model GARCH yang diperkenalkan oleh Bollerslev (1986) merupakan pengembangan dari model ARCH mengasumsikan bahwa perubahan variansi selain dipengaruhi oleh beberapa data acak sebelumnya, juga dipengaruhi oleh sejumlah faktor variansi dari data sebelumnya. Kedua model ini berguna untuk memodelkan data acak dengan tingkat volatilitas tinggi.

Penelitian ini menggunakan data nilai tukar Rupiah terhadap mata uang Yen. Karena mata uang Yen merupakan salah satu mata uang yang berpengaruh pada perdagangan internasional, khususnya Asia. Penelitian tentang model ARCH dan model GARCH untuk data acak yang mempunyai sifat heteroskedastik pernah dilakukan untuk meramalkan besarnya nilai tukar Rupiah terhadap US Dolar pada masa mendatang (Masita, 2005). Pada penelitian ini, peneliti ingin meramalkan volatilitas nilai tukar Rupiah terhadap Yen Jepang dengan menggunakan model ARCH atau model GARCH kemudian meramalkan volatilitas nilai tukar tersebut untuk beberapa waktu mendatang, kemudian menghitung dugaan kerugian



maksimum yang akan dialami oleh investor apabila melakukan transaksi jual beli nilai tukar Rupiah terhadap mata uang Yen.

## 1.2 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diperoleh rumusan masalah yaitu bagaimana menentukan bentuk model peramalan dan bagaimana meramalkan volatilitas nilai tukar Rupiah terhadap valuta asing serta bagaimana menentukan *Value at Risk* (VaR) individual.

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini sebagai berikut :

- a. menentukan bentuk model peramalan volatilitas nilai tukar Rupiah terhadap Yen;
- b. meramalkan volatilitas nilai tukar Rupiah terhadap Yen;
- c. menentukan *Value at Risk* (VaR) individual.

## 1.4 Manfaat

Manfaat dari penulisan skripsi ini adalah sebagai acuan untuk memprediksi besarnya volatilitas nilai tukar Rupiah terhadap mata uang Yen dan menduga *Value at Risk* (VaR) individual sehingga dapat membantu investor untuk meminimumkan resiko/kerugian yang akan dialami dalam transaksi jual beli pertukaran mata uang asing.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Deret Waktu

Deret waktu adalah serangkaian hasil pengamatan yang diamati berdasarkan interval periode yang bergerak secara seragam dan ke arah yang sama dari waktu lampau ke masa yang akan datang.

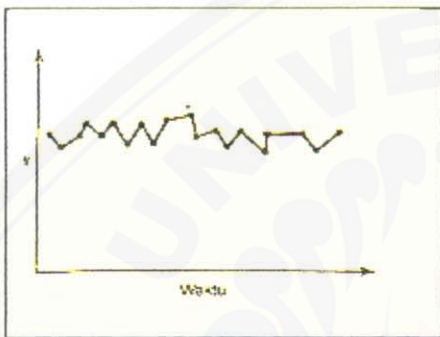
Peramalan kondisi di periode mendatang dapat dilakukan jika kita mampu mengetahui pola pergerakan data dari waktu ke waktu. Panduan paling sederhana untuk proses peramalan di periode mendatang adalah nilai data historis. Contohnya adalah jumlah curah hujan hari ini dapat dihitung berdasarkan data curah hujan kemarin. Secara umum analisis deret berkala dapat dituliskan dengan nilai-nilai  $X = \{X_1, X_2, \dots\}$  dengan periode waktunya adalah  $t_1, t_2, \dots$ ; sehingga  $Y$  merupakan fungsi dari periode waktu ( $t$ ) yang dinyatakan dengan  $Y = F(t)$ .

Sebagai pertimbangan dalam memilih suatu metode peramalan deret berkala yang tepat adalah dengan melihat jenis pola data yang tersedia, sehingga metode yang dipilih adalah metode yang paling tepat dengan pola data yang tersedia. Pola data dapat dibedakan menjadi 4 jenis, yaitu :

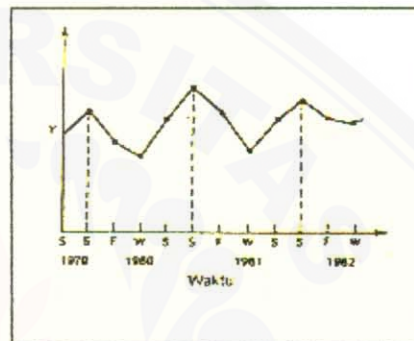
- a. Pola Horizontal (H) terjadi bilamana nilai data berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang konstan. Contohnya adalah suatu produk yang penjualannya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu.
- b. Pola Musiman (S) terjadi bilamana suatu deret dipengaruhi oleh faktor musiman (misalnya kuartal tahun tertentu, bulanan atau harian). Contohnya kenaikan jumlah penumpang kereta api paling melonjak adalah pada saat perayaan lebaran.
- c. Pola Siklis (C) terjadi bilamana datanya dipengaruhi oleh fluktuasi ekonomi jangka panjang yang pergerakannya di sekitar garis tren berperilaku. Misalnya harga penjualan mobil dipengaruhi oleh harga bahan bakar.

- d. Pola Trend (T) terjadi bilamana terdapat kenaikan atau penurunan sekuler jangka panjang dalam data yang menggambarkan pergerakan menuju arah perkembangan secara umum. Misalnya penjualan produk perusahaan dan berbagai indikator ekonomi yang perubahannya sepanjang waktu mengikuti pola tren (Makridakis, 1999).

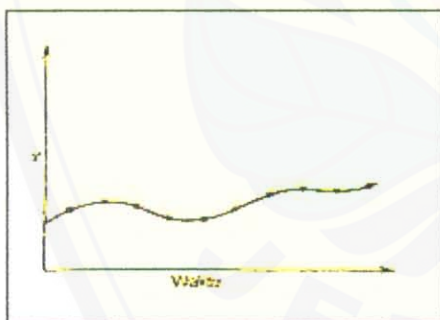
Untuk lebih mempermudah pengertian dari macam-macam pola data di atas, di bawah ini disajikan beberapa gambar yang menggambarkan pola-pola data tersebut



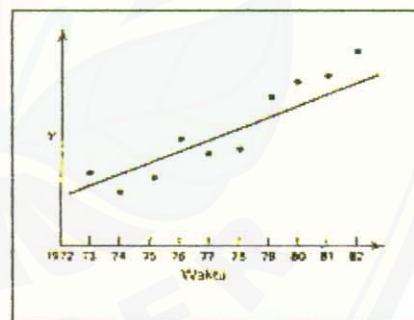
Gambar 2.1 Plot Data Horizontal



Gambar 2.2 Plot Data Musiman



Gambar 2.3 Plot data Siklis



Gambar 2.4 Plot Data Trend

## 2.2 Autoregresi

Pengertian dari autoregresi adalah suatu bentuk regresi untuk mengamati pengaruh antara variabel pada suatu periode dengan periode yang bermacam-macam. Misalkan  $\{\varepsilon_t\}$  adalah proses random dengan mean nol dan varians  $\sigma^2$ . Maka  $\{X_t\}$  dikatakan autoregresi orde  $p$  atau disingkat dengan AR ( $p$ ) jika

$$X_t = \alpha_1 X_{t-1} + \alpha_2 X_{t-2} + \dots + \alpha_p X_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.1)$$



dimana  $p$  merupakan lag periode waktu, dan koefisien autoregresi  $\alpha$  sebagai pengaruh jangka pendek karena menggambarkan perubahan rata-rata dari variabel tak bebas  $X_t$  yang disebabkan oleh perubahan satu unit dari variabel bebas  $X_{t-p}$  pada periode yang sama.

Pada proses autoregresi, besar dari suatu variabel bergantung pada nilai variabel itu sendiri pada periode sebelumnya. Nilai variabel yang bergantung pada satu periode yang lalu dinyatakan dalam persamaan :

$$X_t = F(X_{t-1})$$

dan variabel yang bergantung pada dua periode sebelumnya dinyatakan dalam persamaan di bawah ini :

$$X_t = F(X_{t-2})$$

dan variabel yang bergantung pada  $p$  periode sebelumnya dinyatakan dalam persamaan :

$$X_t = F(X_{t-p})$$

### 2.3 Autokorelasi

Autokorelasi adalah suatu proses acak yang menggambarkan korelasi antara nilai-nilai variabel pengamatan yang sama untuk selang waktu yang berbeda. Misalkan  $X_t$  adalah variabel pengamatan yang tergantung pada periode ( $t$ ) dimana nilai variabel  $X_t$  bergantung pada variabel sebelumnya yaitu  $X_{t-1}$ .

Koefisien korelasi sederhana antara  $X_t$  dengan  $X_{t-1}$  dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$r_{(X_t, X_{t-1})} = \frac{\sum_{t=2}^n (X_t - \bar{X}_t)(X_{t-1} - \bar{X}_{t-1})}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X}_t)^2} \sqrt{\sum_{t=1}^n (X_{t-1} - \bar{X}_{t-1})^2}} \quad (2.2)$$



dimana  $\bar{X}_t = \sum_{i=2}^n \frac{X_i}{n}$  dan  $\bar{X}_{t-1} = \sum_{i=2}^n \frac{X_{i-1}}{n}$  dengan mengasumsikan nilai dari  $\bar{X}_t, \bar{X}_{t-1}$

adalah sama maka persamaan (2.2) dapat disederhanakan sebagai berikut :

$$r_{(X_t, X_{t-1})} = \frac{\sum_{i=2}^n (X_i - \bar{X})(X_{i-1} - \bar{X})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (2.3)$$

Dengan cara yang sama dapat diperoleh persamaan autokorelasi dengan *time-lag* (selisih waktu) 1, 2, 3, ..., k dengan notasi  $r_k$ , adalah :

$$r_k = \frac{\sum_{i=1}^{n-k} (X_i - \bar{X})(X_{i+k} - \bar{X})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (2.4)$$

Koefisien dari autokorelasi digunakan untuk mengidentifikasi kestasioneran dari data deret berkala. Hal yang dilakukan untuk mengidentifikasi kestasioneran data deret berkala adalah dengan memeriksa nilai  $r_k$  apakah mendekati nilai nol atau tidak. Apabila nilai  $r_k$  mendekati nol maka keadaan data dapat dikatakan stasioner sesudah beda waktu kedua atau ketiga, namun apabila nilai dari  $r_k$  tidak bernilai nol maka keadaan data tidak stasioner untuk beberapa periode waktu (Makridakis, 1999).

## 2.4 Model ARIMA dan Model ARMA

Model-model autoregresi (AR) dapat secara efektif digabungkan dengan model *Moving Average* (MA) untuk membentuk model yang sangat umum dan berguna dalam model deret berkala yaitu pola atau proses *Autoregresi Integrated Moving Average* (ARIMA) dan proses *Autoregresi Moving Average* (ARMA).

Model ARIMA adalah model yang menunjukkan adanya proses autoregresi, proses pembedaan dan proses *Moving Average*. Simbol dari model ini adalah ARIMA ( $p, d, q$ ) dimana  $p$  adalah derajat dari proses autoregresi,  $d$  adalah derajat pembedaan,

dan  $q$  adalah derajat dari proses *Moving Average*. Secara umum model ARIMA sebagai berikut (Makridakis, 1999) :

$$(1 - \alpha_1 B - \dots - \alpha_p B^p)(1 - B)^d X_t = \mu' + (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q)e_t \quad (2.5)$$

dengan  $\alpha$  : koefisien autoregresi

$B$  : operator mundur yang didefinisikan  $B^d X_t = X_{t-d}$

$\theta$  : koefisien *Moving Average*

$e_t$  : *error* pada waktu ke- $t$

Dari persamaan (2.5) misalkan akan diperoleh persamaan ARMA (1,0,1) maka :

$$(1 - \alpha_1 B)(1 - B)^0 X_t = \mu' + (1 - \theta_1 B)e_t$$

$$(1 - \alpha_1 B)X_t = \mu' + (1 - \theta_1 B)e_t$$

$$(X_t - \alpha_1 B X_t) = \mu' + (e_t - \theta_1 B e_t)$$

Karena  $B X_t = X_{t-1}$  dan  $B e_t = e_{t-1}$ , maka

$$X_t - \alpha_1 X_{t-1} = \mu' + e_t - \theta_1 e_{t-1}$$

$$X_t = \alpha_1 X_{t-1} + \mu' + e_t - \theta_1 e_{t-1} \quad (2.6)$$

Persamaan (2.6) disebut dengan persamaan ARMA (1,1). Untuk orde persamaan yang lebih tinggi dapat diperoleh dengan cara yang sama.

Sedangkan model ARMA sebenarnya model ARIMA ( $p,0,q$ ) yang dirumuskan sebagai berikut:

$$X_t = \alpha_1 X_{t-1} + \dots + \alpha_p X_{t-p} + \mu' + e_t - \theta_1 e_{t-1} - \dots - \theta_q e_{t-q} \quad (2.7)$$

dengan  $\mu'$  adalah konstan. Dari persamaan (2.6)  $X_t$  tergantung pada suatu nilai sebelumnya yaitu  $X_{t-1}$  dan satu nilai galat sebelumnya  $e_{t-1}$ . Deret data tersebut diasumsikan stasioner pada nilai tengah dan ragamnya (Greene, 2000).

## 2.5 Konsep *White Noise*

Proses *White Noise* terjadi apabila tidak ada pola apapun dalam deret atau bisa disebut data dalam keadaan sangat acak. Data  $\{X_t\}$  dikatakan memenuhi sifat *White Noise* apabila variabel acak tidak berkorelasi dari distribusi tertentu mempunyai mean  $E(X_t) = \mu_X$  yang selalu diasumsikan bernilai nol, variansi  $Var(X_t) = \sigma_X^2$  dan  $\omega_k = Cov(X_t, X_{t-k}) = 0$  untuk  $k \neq 0$ . Dapat disimpulkan bahwa  $\{X_t\}$  mengalami proses *White Noise* jika nilai autokorelasinya (Wei, 1994) :

$$r_k = \begin{cases} 1, k = 0 \\ 0, k \neq 0 \end{cases}$$

dan nilai autokorelasi parsialnya,

$$\rho_k = \begin{cases} 1, k = 0 \\ 0, k \neq 0 \end{cases}$$

## 2.6 Model – Model Heteroskedastik

Dalam perhitungan peramalan dengan metode deret berkala diperlukan data yang bersifat homoskedastik untuk lebih mempermudah. Heteroskedastik adalah suatu keadaan data yang mempunyai variansi galat yang tidak konstan. Suatu model regresi linier populasi dirumuskan sebagai berikut :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$$

dengan :

$Y$  = variabel tak bebas;

$X$  = variabel bebas;

$\beta_0$  dan  $\beta_1$  = koefisien regresi yang tidak diketahui; dan

$\varepsilon$  = galat.

Sifat data heteroskedastik berarti data diasumsikan mempunyai variansi galat yang tidak konstan atau dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Var(\varepsilon) \neq \sigma^2$$



### 2.6.1 Model ARCH

Model ARCH diperkenalkan pertama kali oleh Engle (1982) untuk data yang memiliki ketidakkonstanan variansi dalam data. Untuk dapat mengerti metodologi yang diperkenalkan Engle, akan ditunjukkan bahwa adanya ramalan bersyarat lebih efektif daripada ramalan tidak bersyarat. Misal diinginkan estimasi dari model ARIMA stasioner yaitu  $X_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1} + \varepsilon_t$  dan akan meramalkan  $X_{t+1}$  maka ramalan bersyarat untuk  $X_{t+1}$  adalah

$$E_t(X_{t+1}) = \alpha_0 + \alpha_1 X_t + \varepsilon_{t+1}$$

Jika menggunakan mean bersyarat untuk meramalkan  $X_{t+1}$  diperoleh variansi galat ramalan yaitu  $Var(X_{t+1}) = Var(\alpha_0 + \alpha_1 X_t + \varepsilon_t) = \sigma^2$ . Namun, apabila menggunakan ramalan yang tidak bersyarat, maka variansi galat untuk ramalan tidak bersyarat, yaitu

$$\text{var}(X_{t+1}) = \text{var}(\alpha_0 + \alpha_1 X_t + \varepsilon_t) = \alpha_1^2 \text{var}(X_t) + \text{var}(\varepsilon_t)$$

$$\sigma^2 = \frac{\sigma_\varepsilon^2}{(1 - \alpha_1^2)}$$

karena kemungkinan hasil dari variansi tidak bersyarat adalah konstan sedangkan variansi bersyarat berubah berdasarkan waktu, dapat disimpulkan bahwa ramalan bersyarat lebih efisien daripada ramalan tidak bersyarat.

Jika variansi pada model ARMA, contohnya  $\{\hat{\varepsilon}_t\}$  sebagai residual terestimasi dari model  $X_t = \alpha_0 + \alpha_1 X_{t-1} + \varepsilon_t$  maka variansi bersyarat  $X_{t+1}$  adalah

$$\text{var}(X_{t+1} | X_t) = E_t[(X_{t+1} - \alpha_0 - \alpha_1 X_t)] = E_t(\varepsilon_{t+1}^2)$$

Asumsi  $E_t(\varepsilon_{t+1}^2) = \sigma^2$ . Apabila variansi bersyarat tidak konstan maka memodelkan variansi bersyarat sebagai suatu proses MA ( $q$ ) dilakukan melalui kuadrat galat terestimasi, yaitu :

$$\hat{\varepsilon}_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \hat{\varepsilon}_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q \hat{\varepsilon}_{t-q}^2 + V_t \quad (2.8)$$

Ramalan variansi bersyarat pada saat  $t+1$  dapat diperoleh dari persamaan (2.8), yaitu :

$$E_t(\hat{\varepsilon}_{t+1}^2) = \alpha_0 + \alpha_1 \hat{\varepsilon}_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q \hat{\varepsilon}_{t+1-q}^2 \quad (2.9)$$

Persamaan (2.8) disebut model ARCH.

Pada persamaan (2.8),

$$\varepsilon_t = V_t \sqrt{\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2} \quad (2.10)$$

dimana  $V_t$  merupakan proses *White Noise* dengan  $\sigma_V^2 = 1$ ,  $V_t$  dan  $\varepsilon_{t-1}$  saling independen,  $\alpha_0$  dan  $\alpha_1$  adalah konstan sedemikian hingga  $\alpha_0 > 0$  dan  $0 < \alpha_1 < 1$ .

Karena nilai dari  $E(\varepsilon_t) = 0$  maka

$$\begin{aligned} E(\varepsilon_t) &= E[V_t(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2)^{1/2}] \\ &= E(V_t)E[(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2)^{1/2}] = 0 \end{aligned} \quad (2.11)$$

Karena  $E(V_t V_{t+1}) = 0$  diperoleh

$$E(\varepsilon_t \varepsilon_{t+1}) = 0 \quad (2.12)$$

$$\text{Selanjutnya } E(\varepsilon_t^2) = \frac{\alpha_0}{1 - \alpha_1} \quad (2.13)$$

$V_t$  dan  $\varepsilon_{t-i}$  saling independen dengan  $i \neq 0$  dan  $E(V_t) = 0$  maka nilai dari mean bersyarat  $\varepsilon_t$  adalah

$$E(\varepsilon_t | \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots) = E(v_t) E(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2)^{1/2} = 0$$

Karena  $\sigma_V^2 = 1$ , maka

$$E(\varepsilon_t | \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots) = (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2) \quad (2.14)$$

untuk menjamin agar  $\alpha_0$  dan  $\alpha_1$  tidak pernah bernilai negatif maka diasumsikan nilai tersebut positif.

Sifat dari model ARCH dapat dilihat dari persamaan (2.11), (2.12) yaitu struktur galat dari model ARCH bernilai nol,  $\{\varepsilon_t\}$  tidak berkorelasi karena untuk

$i \neq 0$ ,  $E(\varepsilon_t \varepsilon_{t+i}) = 0$ . Dari persamaan (2.14) diperoleh variansi bersyarat mengikuti proses autoregresi tingkat satu. Apabila harga  $\varepsilon_{t+1}$  jauh dari nol maka  $\alpha_1(\varepsilon_{t-1})^2$  relatif besar, sehingga  $\{X_t\}$  berupa model ARCH.

## 2.6.2 Model GARCH

Perkembangan lebih lanjut dari model ARCH yaitu model GARCH yang diperkenalkan oleh Bollerslev (1986). Pada model GARCH perubahan variansinya selain dipengaruhi oleh beberapa data acak sebelumnya, ternyata juga dipengaruhi oleh sejumlah variansi pada data acak tersebut.

Model GARCH dibangun dari variansi bersyarat menjadi proses ARMA ( $p, q$ ), dengan asumsi proses galat sebagai (Greene, 2000) :

$$\varepsilon_t | \psi_t \sim N(0, \sigma_t^2)$$

variansi bersyaratnya sebagai berikut :

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2 + \delta_1 \sigma_{t-1}^2 + \delta_2 \sigma_{t-2}^2 + \dots + \delta_p \sigma_{t-p}^2 \quad (2.15)$$

didefinisikan

$$s_t = [1, \varepsilon_{t-1}^2, \varepsilon_{t-2}^2, \dots, \varepsilon_{t-q}^2, \sigma_{t-1}^2, \sigma_{t-2}^2, \dots, \sigma_{t-p}^2]$$

dan

$$\gamma = [\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_q, \delta_1, \delta_2, \dots, \delta_p] = [\alpha', \delta']$$

maka didapat

$$\sigma_t^2 = \gamma' s_t$$

Agar kestasioneran tetap terjaga maka persamaan (2.15) harus memenuhi :

$$\sum_{i=1}^p \delta_i + \sum_{j=1}^q \alpha_j < 1$$

Persamaan (2.15) disebut persamaan GARCH ( $p, q$ ). Sifat dasar dari model GARCH adalah variansi bersyaratnya berupa proses ARMA sehingga autokorelasi dan



autokorelasi parsialnya mengindikasikan adanya *white noise*. Jika  $E_{t-1}(\varepsilon_t) = \sigma_t$ , maka persamaan (2.15) dapat ditulis kembali sebagai :

$$E_{t-1}(\varepsilon_t^2) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \delta_i \sigma_{t-i}^2 \quad (2.16)$$

persamaan di atas disebut ARMA ( $p, q$ ).

## 2.7 Estimasi Parameter Maksimum Likelihood

Metode estimasi menggunakan maksimum likelihood paling tepat untuk memperoleh sebuah estimator tunggal. Misalkan  $X$  adalah variabel acak dengan distribusi probabilitas  $f(\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n)$  dimana  $\varphi$  sebagai parameter tunggal dan  $X_1, X_2, \dots, X_n$  menjadi nilai pengamatan pada sampel acak sebanyak  $n$  buah. Fungsi Likelihood sampel tersebut adalah :

$$\begin{aligned} L &= (x_1, x_2, \dots, x_n \mid \varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n) \\ &= \prod_{i=1}^n f(x_i; \varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n) \end{aligned} \quad (2.17)$$

Dari persamaan ( 2.14 ) dibentuk persamaan logaritma yaitu

$$l = \log L = \sum_{i=1}^n \log f(x_i; \varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n)$$

Langkah-langkah mengestimasi parameter dengan metode maksimum Likelihood sebagai berikut (Tirta, 2003) :

- menentukan fungsi likelihood dari data  $x = [x_1 \ x_2 \ x_3 \ \dots \ x_n]$  yaitu

$$L = \prod_{i=1}^n f(x_i, \varphi)$$

- menentukan maksimum dari  $l = \log L = \sum_{i=1}^n \log f(x_i, \varphi)$ .

## 2.7.1 Estimasi Parameter Model ARCH

Fungsi *likelihood* dari model ARCH dengan  $n$  pengamatan adalah :

$$\log L = -\frac{n}{2} \log(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \log(\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{i-1}^2) - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \frac{\varepsilon_i^2}{\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{i-1}^2} \quad (2.18)$$

dimana  $\varepsilon_i = y_i - \beta'x_i$ , yang diperoleh dari model heteroskedastik sederhana. Menurut Engle (1982), proses pengestimasi parameter pada persamaan di atas diperoleh dengan menggunakan empat langkah sebagai berikut :

1. meregresi  $y$  terhadap  $X$  dengan metode *least square* untuk memperoleh  $\mathbf{b}$  dan  $\mathbf{e}$ .  
Sehingga diperoleh

$$\mathbf{b} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{y} \quad \text{dan}$$

$$\mathbf{e} = \mathbf{y} - \mathbf{X}\mathbf{b};$$

2. meregresikan  $e_i^2$  dan  $e_{i-1}^2$  untuk memperoleh estimasi dari  $\alpha_0$  dan  $\alpha_1$  yang dinotasikan sebagai vektor  $\mathbf{a} = [\alpha_0, \alpha_1]'$ ;
3. setelah memperoleh  $\mathbf{a} = [\alpha_0, \alpha_1]'$  maka selanjutnya menghitung  $f_t = \alpha_0 + \alpha_1 e_{t-1}^2$  untuk  $t = 1, 2, 3, \dots, n$ ,  $g_t = \left( \frac{e_{t-1}^2}{f_t} - 1 \right)$ ,  $z_{t1} = \frac{1}{f_t}$  dan  $z_{t2} = \frac{e_{t-1}^2}{f_t}$  untuk  $1, 2, 3, \dots, n$  pengamatan. Pada  $n-1$  pengamatan  $\mathbf{g} = [g_i]_{i=2, \dots, n}$  dan  $\mathbf{Z} = [z_{i1}, z_{i2}]_{i=2, \dots, n}$  sehingga dapat dihitung  $\mathbf{d}_\alpha = (\mathbf{Z}'\mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}'\mathbf{g}$  dan estimator dari  $\alpha = [\alpha_0, \alpha_1]$  adalah  $\hat{\alpha} = \mathbf{a} + \mathbf{d}_\alpha$  dengan  $\mathbf{Z}$  adalah matrik regresi untuk estimasi  $\alpha$  dan  $\mathbf{d}_\alpha$  adalah vektor koefisien *least square*;
4. menghitung kembali nilai  $f_t$  dengan menggunakan estimator  $\hat{\alpha}$  pada langkah 3 untuk pengamatan  $t = 1, 2, 3, \dots, n$ . Diperoleh penghitungan untuk  $2, 3, \dots, n-1$  pengamatan

$$r_i = \sqrt{\frac{1}{f_t} + 2 \left( \frac{\hat{\alpha}_1 e_t}{f_{t+1}} \right)^2} \quad \text{dan} \quad s_t = \frac{1}{f_t} - \left( \frac{\hat{\alpha}_1}{f_{t+1}} \right) \left( \frac{e_{t+1}^2}{f_{t+1}} - 1 \right), \quad \text{dengan diambil nilai}$$

$$\mathbf{v} = \begin{bmatrix} e_1 s_1 \\ \vdots \\ e_n s_n \\ r_1 \\ \vdots \\ r_{n-1} \end{bmatrix} \quad \text{dan} \quad \mathbf{W} = [r_t x'_t]_{t=1, \dots, n-1}, \quad \text{kemudian menghitung nilai}$$

$\mathbf{d}_\beta = (\mathbf{W}'\mathbf{W})^{-1} \mathbf{W}'\mathbf{v}$  maka akan diperoleh estimator  $\beta$  yaitu  $\hat{\beta} = \mathbf{b} + \mathbf{d}_\beta$  dengan  $\mathbf{W}$  adalah matrik regresi untuk estimasi  $\beta$  dan  $\mathbf{d}_\beta$  adalah vektor koefisien *least square* (Greene, 2000).

### 2.7.2 Estimasi Parameter Model GARCH

Misalkan  $p = 1$  dan  $q = 1$ , maka fungsi *likelihood* model GARCH(1,1) dengan  $n$  pengamatan adalah :

$$\begin{aligned} l = \log L &= \sum_{t=1}^n -\frac{1}{2} \left[ \log(2\pi) + \log \sigma_t^2 + \frac{\varepsilon_t^2}{\sigma_t^2} \right] \\ &= \sum_{t=1}^n \log f_t(\theta) = \sum_{t=1}^n l_t(\theta) \end{aligned} \quad (2.19)$$

dengan  $\varepsilon_t = y_t - \beta'x_t$  dan  $\theta = (\beta', \alpha', \delta')' = (\beta', \gamma')'$ .

#### Estimasi Parameter $\gamma$

Untuk maksimum parameter  $\gamma$  adalah dengan menurunkan fungsi *likelihood* pada persamaan (2.19) sehingga diperoleh (Greene, 2000) :

$$\begin{aligned} \frac{\partial l_t}{\partial \gamma} &= -\frac{1}{2} \left[ \frac{1}{\sigma_t^2} - \frac{\varepsilon_t^2}{(\sigma_t^2)^2} \right] \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial \gamma} \\ &= \frac{1}{2} \left( \frac{1}{\sigma_t^2} \right) \frac{\partial \sigma_t^2}{\partial \gamma} \left( \frac{\varepsilon_t^2}{\sigma_t^2} - 1 \right) \\ &= \frac{1}{2} \left( \frac{1}{\sigma_t^2} \right) \mathbf{g}_t v_t \end{aligned} \quad (2.20)$$

Sedangkan turunan keduanya diperoleh :



$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 l_i}{\partial \gamma \partial \gamma'} &= \frac{1}{2} v_i \left\{ \frac{\partial (1/\sigma_i^2) \mathbf{g}_i}{\partial \gamma'} \right\} + \frac{1}{2} \left( \frac{1}{\sigma_i^2} \right) \mathbf{g}_i \left\{ \frac{\partial [(\varepsilon_i^2/\sigma_i^2) - 1]}{\partial \gamma'} \right\} \\ &= \frac{1}{2} v_i \left( \frac{\partial [(1/\sigma_i^2) \mathbf{g}_i, 1]}{\partial \gamma'} \right) - \frac{1}{2} \left( \frac{\mathbf{g}_i}{\sigma_i^2} \right) \left( \frac{\varepsilon_i^2}{\sigma_i^2} \right) \left( \frac{\mathbf{g}_i}{\sigma_i^2} \right)' \end{aligned} \quad (2.21)$$

Dengan menggunakan metode Newton Raphson turunan di atas dapat diselesaikan

$$\hat{\gamma}^{i+1} = \hat{\gamma}^i - \mathbf{H}^{-1} \mathbf{g}$$

dengan  $\mathbf{H}$  adalah matriks Hessian dan  $\mathbf{g}$  adalah vektor turunan pertama yaitu

$\mathbf{g}_i = \frac{\partial \sigma_i^2}{\partial \gamma}$ , sehingga dari persamaan (2.19) diperoleh:

$$\hat{\gamma}^{i+1} = \hat{\gamma}^i + \left[ \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} \left( \frac{\mathbf{g}_i}{\sigma_i^2} \right) \left( \frac{\mathbf{g}_i}{\sigma_i^2} \right)' \right]^{-1} \left[ \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} \left( \frac{\mathbf{g}_i}{\sigma_i^2} \right) v_i \right]$$

Pada iterasi ini akan diperoleh estimasi parameter variansi yang baru berupa vektor

dengan  $v_{*i} = (1/\sqrt{2})v_i$  dan  $W_{*i} = \frac{(1/\sqrt{2})\mathbf{g}_i}{\sigma_i^2}$ , sehingga didapatkan persamaan :

$$\begin{aligned} \hat{\gamma}^{i+1} &= \hat{\gamma}^i + [W_*' W_*]^{-1} W_*' v_* \\ &= \hat{\gamma}^i + [W_*' W_*]^{-1} \left( \frac{\partial \log L}{\partial \gamma} \right) \end{aligned}$$

$$\text{dengan } W_*' W_* = \sum_{i=1}^n \left[ \left( \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \frac{\mathbf{g}_i}{\sigma_i^2} \right] \left[ \left( \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \frac{\mathbf{g}_i}{\sigma_i^2} \right]'$$

### Estimasi Parameter $\beta$

Untuk mengestimasi parameter  $\beta$  dimulai dengan menurunkan fungsi likelihood pada persamaan (2.19) sehingga diperoleh (Greene, 2000) :

$$\frac{\partial l_i}{\partial \beta} = \frac{\varepsilon_i}{\sigma_i^2} + \frac{1}{2} \left( \frac{1}{\sigma_i^2} \right) v_i \left( \frac{\partial \sigma_i^2}{\partial \beta} \right) \quad (2.22)$$

Misalkan  $\mathbf{d}_i = \frac{\partial \sigma_i^2}{\partial \beta}$ . Sehingga turunan keduanya diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 l_i}{\partial \beta \partial \beta'} &= - \left( \frac{1}{\sigma_i^2} \right) x_i x_i' - \left( \frac{1}{\sigma_i^2} \right)^2 \varepsilon_i x_i \mathbf{d}_i' - \frac{1}{2} \left( \frac{1}{\sigma_i^2} \right) v_i \mathbf{d}_i \mathbf{d}_i' \\ &\quad + \frac{1}{2} \left( \frac{1}{\sigma_i^2} \right) v_i \left( \frac{\partial \mathbf{d}_i}{\partial \beta'} \right) + \frac{1}{2} \left( \frac{1}{\sigma_i^2} \right) \mathbf{d}_i \left( \frac{\partial v_i}{\partial \beta'} \right) \end{aligned} \quad (2.23)$$

dengan mengambil nilai  $v_i = \left( \frac{\varepsilon_i^2}{\sigma_i^2} \right) - 1$  sehingga diperoleh

$$\frac{\partial v_i}{\partial \beta'} = -2 \left( \frac{1}{\sigma_i^2} \right) \varepsilon_i x_i' - \left( \frac{1}{\sigma_i^2} \right) \left( \frac{\varepsilon_i^2}{\sigma_i^2} \right) \mathbf{d}_i' \quad (2.24)$$

Jika diketahui  $E(\varepsilon_i) = E(v_i) = 0$  dan  $E\left[\frac{\varepsilon_i^2}{\sigma_i^2}\right] = 1$  maka didapatkan:

$$E\left[\frac{\partial^2 l_i}{\partial \beta \partial \beta'}\right] = - \left( \frac{1}{\sigma_i^2} \right) x_i x_i' - \frac{1}{2} \left( \frac{1}{\sigma_i^2} \right)^2 \mathbf{d}_i \mathbf{d}_i'$$

Bentuk iterasi estimasi parameter  $\beta$  dijelaskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \hat{\beta}^{i+1} &= \hat{\beta}^i + \left[ \sum_{t=1}^n \frac{x_t x_t'}{\sigma_t^2} + \frac{1}{2} \left( \frac{\mathbf{d}_t}{\sigma_t^2} \right) \left( \frac{\mathbf{d}_t}{\sigma_t^2} \right)' \right]^{-1} \left[ \sum_{t=1}^n \frac{x_t \varepsilon_t}{\sigma_t^2} + \frac{1}{2} \left( \frac{\mathbf{d}_t}{\sigma_t^2} \right) v_t \right] \\ &= \hat{\beta}^i + \left[ \sum_{t=1}^n \frac{x_t x_t'}{\sigma_t^2} + \frac{1}{2} \left( \frac{\mathbf{d}_t}{\sigma_t^2} \right) \left( \frac{\mathbf{d}_t}{\sigma_t^2} \right)' \right]^{-1} \left( \frac{\partial \log L}{\partial \beta} \right) \\ &= \hat{\beta}^i + \mathbf{h}^i \end{aligned}$$

## 2.8 Pemeriksaan Diagnostik Model

Memeriksa ketepatan model dalam hal ini model ARCH dan model GARCH perlu dilakukan agar model yang digunakan benar – benar efektif untuk penelitian ini. Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

### 1. Uji Normalitas

Pengujian ini dilakukan untuk memeriksa kenormalan pada residualnya. Uji yang digunakan adalah uji *Jarque-Berra*.

Hipotesa :

$H_0$  : Residual menunjukkan kenormalan

$H_1$  : Residual tidak menunjukkan kenormalan

Statistik uji :

$$JB = \frac{n}{6} \left( S^2 + \frac{(K-3)^2}{4} \right)$$

dengan  $n$  = banyaknya pengamatan,

$S$  = skewness (kemencengan)

$$S = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{\left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right)^{3/2}}$$

$K$  = kurtosis (keruncingan)

$$K = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{\left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right)^2}$$

Daerah penolakan :

$H_0$  ditolak jika  $JB > \chi^2_{(\alpha, df)}$  dengan  $df$  adalah  $n$  dan  $\alpha$  adalah tingkat kesalahan.



## 2. Uji Ketepatan Model

Uji yang digunakan untuk memeriksa ketepatan model ARCH dan model GARCH adalah uji F. Pada dasarnya uji F digunakan untuk menunjukkan pengaruh antara variabel bebas dengan variabel tak bebas secara bersama-sama.

Hipotesa :

$H_0$  : Model sesuai dengan ARCH atau GARCH

$H_1$  : Model tidak sesuai dengan ARCH atau GARCH

Statistik uji :

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{X} - \bar{X})^2 / (k-1)}{\sum_{i=1}^n (X_i - \hat{X})^2 / (n-k)}$$

dengan  $n$  = jumlah pengamatan;

$k$  = jumlah parameter;

$\hat{X}$  = variabel dugaan; dan

$\bar{X}$  = mean.

Daerah penolakan :

$H_0$  ditolak jika  $F > F$  tabel dengan  $df(k-1, n-k)$ .

## 3. Uji Z (Z-Score)

Uji Z digunakan untuk melihat ketepatan dari komponen ARCH atau GARCH yang cocok atau nyata dalam mendapatkan sebuah model. Pada dasarnya uji Z mengindikasikan bahwa standar deviasi dari sebuah pengamatan mendekati normal atau berdistribusi normal.

Hipotesa :

$H_0$  : Komponen ARCH atau GARCH nyata

$H_1$  : Komponen ARCH atau GARCH tidak nyata

Statistik Uji :

$$Z = \frac{X - \bar{X}}{\sigma/\sqrt{n}}$$

dengan  $\bar{X}$  = mean dari populasi;

$\sigma$  = standar deviasi; dan

$n$  = jumlah pengamatan.

## 2.9 Uji Heteroskedastik

Pengujian heteroskedastik menggunakan uji *Lagrange Multiplier* atau sering disebut uji LM. Heteroskedastik muncul apabila kesalahan atau residual dan model yang diamati tidak memiliki variansi yang konstan dari satu pengamatan ke pengamatan lain.

Hipotesa :

$H_0$  : Residual bersifat homoskedastik

$H_1$  : Residual bersifat heteroskedastik

Statistik Uji :

$$LM = n \cdot \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \hat{X}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \right)$$

dengan  $n$  = jumlah pengamatan;

$\hat{X}$  = variabel dugaan; dan

$\bar{X}$  = mean.

Daerah penolakan :

$H_0$  ditolak jika  $LM > \chi^2_{(\alpha, df)}$  (Chi-kuadrat) dengan  $\alpha$  adalah tingkat kesalahan dan  $df$  adalah derajat kebebasan  $v = n - 1$ .

### 2.10 Value at Risk (VaR)

Salah satu metode untuk mengukur tingkat resiko adalah *Value at Risk* (VaR). Metode ini dianggap metode standar yang digunakan untuk mengukur resiko pasar. VaR didefinisikan sebagai kerugian terbesar yang mungkin terjadi dalam rentang waktu tertentu yang diprediksikan dengan tingkat kepercayaan tertentu. Konsep VaR berdiri atas dasar observasi statistika yang merupakan data-data histories dan relative bersifat obyektif.

VaR dapat dihitung secara individual dengan persamaan sebagai berikut (Harper, 2004):

$$VaR_i = V_i(\mu - \alpha.\sigma) \quad (2.25)$$

dengan

- $V_i$  = *Exposure* yang dimiliki oleh investor;
- $\mu$  = mean model;
- $\sigma$  = *Risk Factor Volatility* (standar deviasi); dan
- $Z_\alpha$  = .nilai Z pada tingkat kesalahan  $\alpha = 5\%$ .





### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Ilustrasi Data

Pada penelitian ini menggunakan data riil nilai tukar rupiah terhadap Yen yang diambil dari Bank Indonesia selama periode satu tahun yaitu dari bulan Januari sampai dengan Desember 2006 sehingga mendapatkan 243 data. Variabel yang digunakan adalah  $X_t$ , yang menunjukkan nilai tukar Rupiah terhadap mata uang Yen.

#### 3.2 Analisis Data

Proses analisis data pada penelitian ini menggunakan *software* Eviews4 dan Microsoft Excel. Langkah-langkah yang diperlukan dalam penelitian ini berupa identifikasi model, pendugaan parameter, diagnostik model dan peramalan.

##### 1. Identifikasi Model

Identifikasi Model dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Penyiapan data yang akan dianalisis kedalam program yang nantinya digunakan sebagai data pada program.
- b. Memplot data awal.
- c. Menentukan mean model
- d. Menduga parameter mean model dengan metode *least square*.
- e. Mencari sisaan atau residual.
- f. Melakukan uji keberadaan heteroskedastik pada residual
- g. Menentukan ordo ARCH dan GARCH.

##### 2. Pendugaan Parameter

Pendugaan parameter ini diartikan sebagai proses estimasi parameter mean model dan varians model ARCH dan GARCH.

### 3. Diagnostik Model

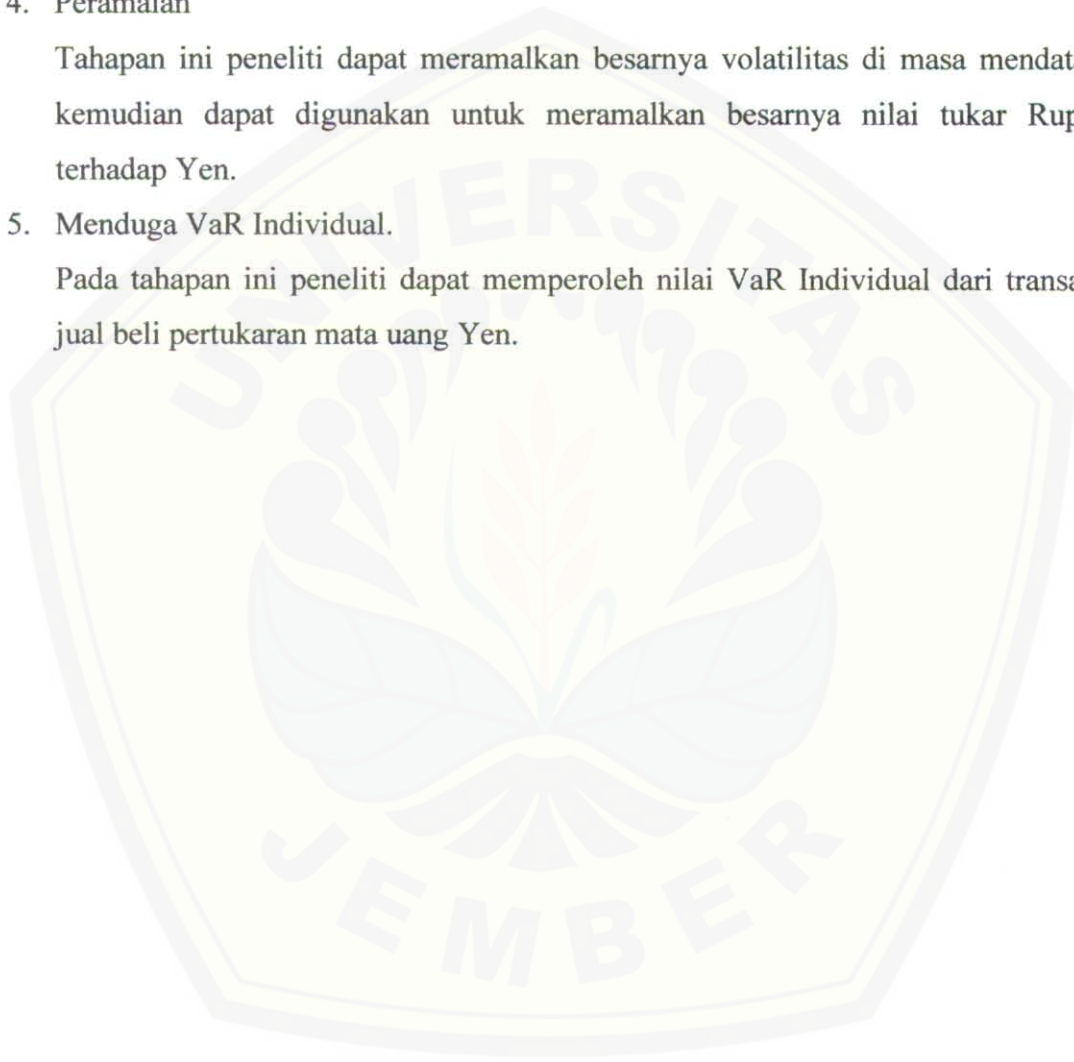
Pada tahapan ini peneliti melakukan diagnostik model yaitu memeriksa kenormalan residual dengan uji *Jarque-Bera* dan memeriksa ketepatan model dengan menggunakan uji F sehingga mendapatkan model yang tepat.

### 4. Peramalan

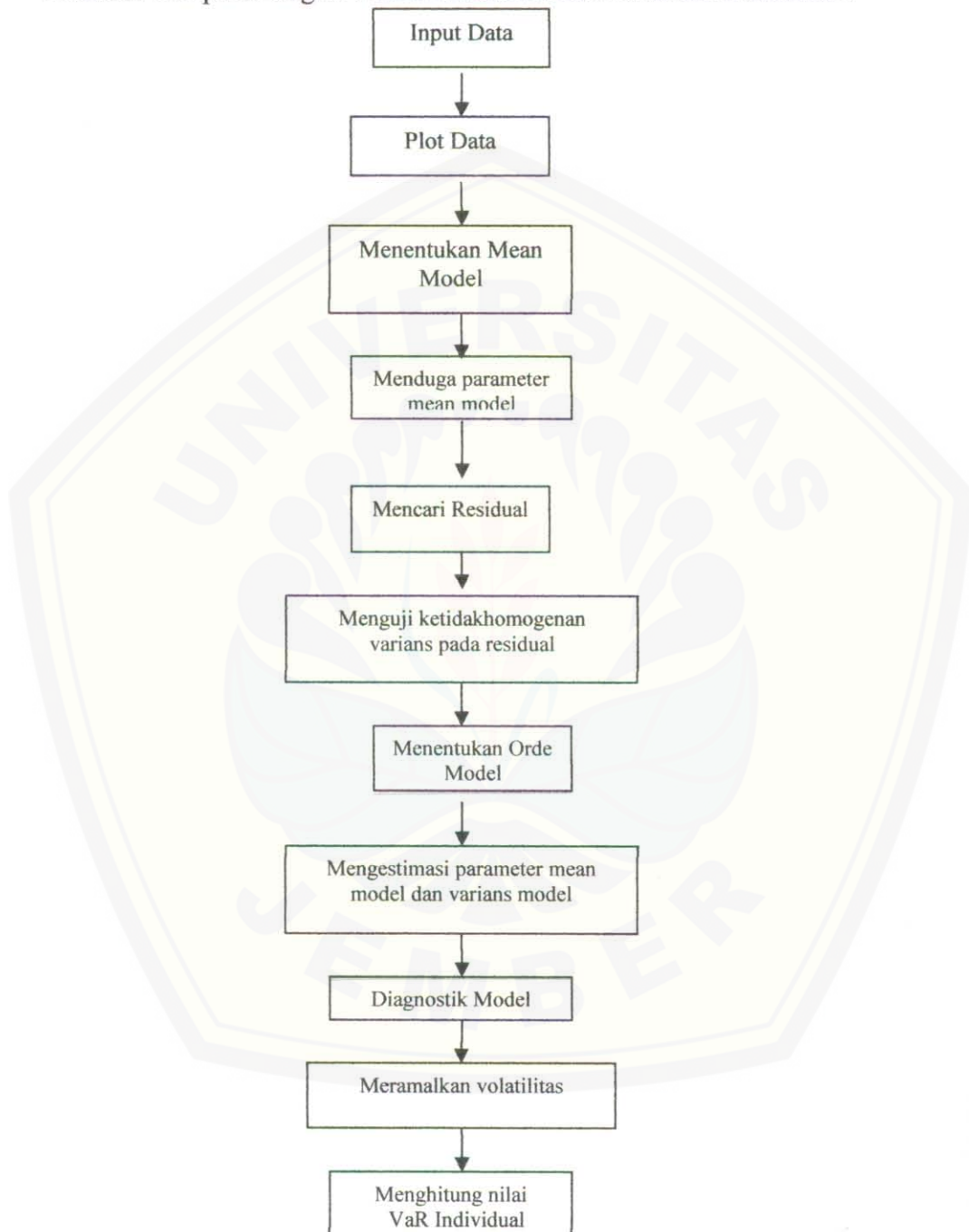
Tahapan ini peneliti dapat meramalkan besarnya volatilitas di masa mendatang kemudian dapat digunakan untuk meramalkan besarnya nilai tukar Rupiah terhadap Yen.

### 5. Menduga VaR Individual.

Pada tahapan ini peneliti dapat memperoleh nilai VaR Individual dari transaksi jual beli pertukaran mata uang Yen.



Dibawah ini bagan dari proses peramalan volatilitas dengan model ARCH atau GARCH dan perhitungan VaR Individual untuk lebih memudahkan :



Gambar 3.1 Diagram Alir Peramalan Volatilitas Nilai Tukar Rupiah Terhadap Yen dan Pendugaan VaR



## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari tujuan yang ingin dicapai, maka diperoleh kesimpulan :

- a. Persamaan model yang diperoleh dari hasil estimasi maksimum likelihood adalah persamaan GARCH (1,1) sebagai berikut :

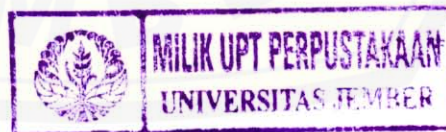
$$Y_t = -0,054224 + e_t$$

$$\sigma_t^2 = 0,039136 + 0,134175\varepsilon_{t-1}^2 + 0,743882\sigma_{t-1}^2$$

- b. Hasil peramalan nilai volatilitas yang dilakukan menunjukkan pergerakan nilai volatilitas cenderung turun dan tidak stabil.
- c. Apabila investor mempunyai *exposure* sebesar 100 Yen, maka kerugian maksimal yang akan dialami oleh investor sebesar 6.017,18 rupiah.

### 5.2 Saran

Penelitian ini masih sangat mungkin dilanjutkan oleh peneliti lain, terutama dengan menggunakan faktor resiko seperti harga saham dan suku bunga, beserta dengan perhitungan nilai VaR-nya baik VaR individual maupun VaR portofolio.



DAFTAR PUSTAKA

- Artha, Gita. 2006. *Info Pasar Komoditi PT. Gita Artha Berjangka*.  
[http://infokomoditi.blogspot.com/2006\\_05\\_01\\_archive.html](http://infokomoditi.blogspot.com/2006_05_01_archive.html)
- Bank Indonesia. 2004. *Kajian Statistika dan Keuangan*. Jakarta. Indonesia
- Greene, H. William. 2000. *Econometric Analysis*, 4<sup>th</sup>. New Jersey : Prentice-Hall. Inc.
- Harper, David. 2004. *Introduction to Value at Risk (VaR) – Part 1*.  
<http://click.investopedia.com/article.htm>
- Makridakis, S. , Wheelwright, S. C. dan McGee, V. E. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Terjemahan Rudiansyah dan Basith. Binarupa Aksara. Jakarta.
- Masita, 2005. *Peramalan Data Waktu Heteroskedastik dengan Model ARCH dan GARCH*. Jember: Laboratorium Komputer Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Sharpe, F. William, Alexander, J. Gordon, Bailey, V. 1997. Jeffery. *Investasi*. Jakarta: Prenhallindo
- Tirta, I. M. 2003. *Model Statistika Linier*. Jember : Fakultas MIPA Universitas Jember.
- Wei, W.S. William. 1994. *Time Series Analysis Univariate and Multivariate Methods*. New York : Addison-Wesley Publishing Company.



## Lampiran A

## Data asli Return nilai Tukar Rupiah Terhadap Mata uang Yen

Periode	Kurs Jual	Kurs Beli	Return	Periode	Kurs Jual	Kurs Beli	Return	Periode	Kurs Jual	Kurs Beli	Return	Periode	Kurs Jual	Kurs Beli	Return
1	8370,75	8283,19	-	29	7876,37	7796,26	0,918026	57	7816,38	7737,38	0,063304				
2	8371,54	8285,91	0,021076	30	7901,73	7821,39	0,322154	58	7771,84	7691,79	-0,57947				
3	8397,86	8314,18	0,327721	31	7871,65	7791,47	-0,3816	59	7832,05	7752,93	0,784745				
4	8345,96	8259,78	-0,63607	32	7865,21	7785,13	-0,08159	60	7773,02	7693,95	-0,7572				
5	8301,48	8216,71	-0,52723	33	7845,48	7764,99	-0,25475	61	7737,34	7658,38	-0,46066				
6	8343,87	8257,74	0,505019	34	7861,02	7781,73	0,206784	62	7703,39	7625,18	-0,43616				
7	8334,5	8248,54	-0,11186	35	7832,98	7754,72	-0,35192	63	7690,02	7611	-0,17973				
8	8269,33	8184,05	-0,78188	36	7859,37	7779,09	0,325641	64	7720,56	7640,43	0,391935				
9	8239,76	8155,55	-0,35294	37	7929,34	7847,25	0,883271	65	7707,71	7628,42	-0,16184				
10	8254,73	8169,47	0,176209	38	7968,46	7887,57	0,503531	66	7687,08	7608,7	-0,2631				
11	8279,97	8193,91	0,30248	39	8028,27	7948,3	0,760216	67	7626,4	7548,52	-0,79015				
12	8255,75	8170,89	-0,28676	40	7965,65	7885,97	-0,78208	68	7660,37	7582,82	0,449887				
13	8267,09	8182,69	0,140869	41	7955,11	7875,02	-0,13557	69	7640,71	7562,85	-0,25998				
14	8159,17	8075,76	-1,3061	42	7953,55	7872,38	-0,02653	70	7640,24	7562,17	-0,00756				
15	8242,16	8158,15	1,018668	43	7936,28	7855,24	-0,21743	71	7658,04	7579,74	0,23266				
16	8276,19	8192,05	0,414199	44	7921,67	7840,8	-0,18396	72	7712,38	7632,77	0,70463				
17	8272,02	8188,14	-0,04906	45	7862,67	7781,09	-0,75312	73	7623,87	7545,32	-1,14668				
18	8136,03	8051,21	-1,65806	46	7936,35	7855,38	0,945872	74	7608,88	7531,04	-0,19296				
19	8101,34	8016,34	-0,42972	47	7992,7	7910,23	0,704166	75	7678,15	7600,17	0,91414				
20	8050,13	7965,91	-0,63061	48	7890,65	7808,05	-1,28423	76	7728,38	7649,52	0,651773				
21	7992,32	7910,09	-0,70948	49	7814,13	7734,8	-0,95403	77	7725,57	7645,01	-0,0476				
22	7936,72	7855,21	-0,69474	50	7805,04	7725,51	-0,11821	78	7717,92	7637,88	-0,09616				
23	7904,87	7823,48	-0,40261	51	7821,09	7739,49	0,193361	79	7712,29	7631,99	-0,07502				
24	7861,42	7780,59	-0,54895	52	7820,43	7739,49	-0,00424	80	7804,99	7725,14	1,211201				
25	7783,28	7702,12	-1,00121	53	7893,79	7812,98	0,943771	81	7757,44	7678,63	-0,60566				
26	7861,68	7781,73	1,02038	54	7890,62	7807,48	-0,0552	82	7782,88	7704,47	0,332209				
27	7823,63	7742,72	-0,4926	55	7879,1	7796,76	-0,14167	83	7756,38	7676,95	-0,3488				
28	7805,17	7724,89	-0,23313	56	7812,15	7731,77	-0,84168	84	7765,85	7685,07	0,113974				



Periode	Kurs Jual	Kurs Beli	Return	Periode	Kurs Jual	Kurs Beli	Return	Periode	Kurs Jual	Kurs Beli	Return
85	7865,78	7784,84	1,29248	117	8139,15	8054,74	-0,27957	149	7932,02	7850,38	-0,36282
86	7869,85	7789,1	0,053225	118	8119,58	8035,38	-0,2404	150	7903,16	7823,31	-0,35438
87	7890,05	7809,46	0,259021	119	8131,63	8049,85	0,16416	151	7921,48	7841,95	0,235018
88	7902,83	7820,85	0,153954	120	8096,8	8013,78	-0,43816	152	7876,74	7796,14	-0,57443
89	7946,32	7862,26	0,53995	121	8051,15	7967,06	-0,57335	153	7858,74	7779,31	-0,22223
90	8161,32	8078,68	2,729024	122	8137,73	8053,79	1,081956	154	7846,6	7766,34	-0,16057
91	8362,96	8277,27	2,46447	123	8038,22	7955,16	-1,22373	155	7871,85	7792,32	0,328125
92	8318,87	8234,38	-0,52271	124	7963,87	7881,88	-0,92307	156	7852,59	7773,09	-0,24572
93	8382,43	8295,55	0,753508	125	7933,19	7852,86	-0,37676	157	7842,72	7762,03	-0,13395
94	8292,16	8206,98	-1,07231	126	7961,22	7878,84	0,342138	158	7882,25	7801,17	0,504141
95	8307,49	8223,29	0,191768	127	7915,76	7836,92	-0,55164	159	7861,06	7779,49	-0,27335
96	8391,87	8304,67	1,002736	128	7974,01	7893,58	0,729463	160	7841,23	7760,05	-0,25108
97	8347,01	8260,21	-0,53496	129	7963,32	7882,27	-0,13865	161	7833,01	7752,31	-0,1023
98	8290,42	8204,08	-0,67874	130	7937,76	7857,02	-0,32066	162	7811,16	7730,81	-0,27815
99	8246,02	8160,56	-0,53303	131	7924,87	7844,75	-0,15929	163	7807,08	7725,92	-0,05771
100	8262,15	8177,93	0,204186	132	7995,16	7915,01	0,891271	164	7798,36	7720,21	-0,0929
101	8267,59	8183,68	0,068065	133	7955,99	7874,88	-0,49842	165	7813,57	7734,48	0,189966
102	8278	8194,16	0,126981	134	7950,54	7868,45	-0,07504	166	7870,65	7789,57	0,721441
103	8318,3	8233,19	0,4816	135	7915,57	7836,43	-0,42348	167	7856,71	7777,3	-0,16737
104	8318,8	8232,94	0,00151	136	7887,25	7806,42	-0,3703	168	7829,36	7750,28	-0,34777
105	8321,09	8235,71	0,030571	137	7865,64	7783,58	-0,28324	169	7862,12	7779,69	0,399046
106	8307,96	8223,08	-0,15559	138	7901,23	7820,35	0,462387	170	7864,49	7782,34	0,032093
107	8328,51	8245,31	0,258786	139	7881,85	7800,41	-0,2501	171	7810,56	7731,02	-0,67266
108	8291,25	8205,24	-0,46658	140	7839,38	7758,8	-0,53615	172	7801,42	7721,45	-0,12039
109	8291,38	8207,08	0,011942	141	7845,16	7765,74	0,081548	173	7798,98	7717,33	-0,04226
110	8312,77	8227,22	0,25172	142	7890,87	7809,8	0,575047	174	7802,72	7721,21	0,04911
111	8231,35	8147,41	-0,97479	143	7953,06	7872,47	0,795253	175	7780,61	7698,63	-0,28788
112	8171,51	8085,98	-0,74041	144	7964,06	7883,49	0,139142	176	7786,34	7705,14	0,079074
113	8121,05	8036,3	-0,61596	145	8001,75	7918,49	0,458683	177	7866,64	7784,88	1,033084
114	8191,42	8107,9	0,878671	146	8002,09	7919,1	0,005967	178	7841,23	7760,71	-0,31677
115	8201,19	8116,98	0,115649	147	7937,96	7857,02	-0,79272	179	7923,86	7842,78	1,055638
116	8161,63	8077,66	-0,48339	148	7960,31	7879,56	0,284204	180	7932,46	7851,37	0,109028



Periode	Kurs Jual	Kurs Beli	Return	Periode	Kurs Jual	Kurs Beli	Return	Periode	Kurs Jual	Kurs Beli	Return
181	7977,48	7896,37	0,570331	209	7793,94	7714,36	0,234164	237	7747,5	7668,36	-0,161113
182	7900,32	7819,66	-0,96933	210	7818,82	7737,7	0,31093	238	7722,2	7644,23	-0,32064
183	7877,21	7794,89	-0,30458	211	7797,71	7716,23	-0,27371	239	7713,25	7635,23	-0,11681
184	7881,28	7801,17	0,066041	212	7795,82	7714,33	-0,02443	240	7665,41	7588,47	-0,61635
185	7846,02	7766,22	-0,4477	213	7829	7747,6	0,428429	241	7659,93	7580,35	-0,08916
186	7853,99	7773,81	0,099665	214	7788,77	7709,02	-0,50595	242	7632,75	7553,84	-0,35229
187	7849,64	7768,36	-0,06271	215	7807,78	7727,04	0,238937	243	7618,93	7540,12	-0,18134
188	7867,4	7787,22	0,234473	216	7787,66	7707,75	-0,25369				
189	7842,49	7761,86	-0,32112	217	7813,11	7734,23	0,335132				
190	7795,07	7715,73	-0,59951	218	7859,96	7780,44	0,598559				
191	7782,25	7704,38	-0,15583	219	7887,46	7807,75	0,350439				
192	7745,55	7666,72	-0,48016	220	7936,19	7854,61	0,609039				
193	7745,55	7666,72	0	221	7949,62	7868,23	0,171302				
194	7758,95	7681,15	0,18057	222	7955,9	7872,95	0,069542				
195	7725,26	7647,8	-0,43419	223	7926,85	7844,98	-0,36023				
196	7728,04	7648,84	0,024849	224	7953,94	7870,87	0,335915				
197	7764,29	7684,79	0,469536	225	7981,11	7899,34	0,3516				
198	7736,18	7656,85	-0,3628	226	7973,45	7891,59	-0,09704				
199	7781,91	7701,54	0,587409	227	7966,4	7882,88	-0,09934				
200	7787,34	7708,69	0,081248	228	7943,37	7861,42	-0,28071				
201	7795,66	7714,04	0,088216	229	7910,05	7829,86	-0,41051				
202	7830,07	7749,36	0,44959	230	7826,01	7746,96	-1,06062				
203	7812,29	7731,15	-0,23101	231	7810,89	7731,16	-0,19855				
204	7815,99	7735,49	0,051726	232	7794,32	7715,34	-0,2084				
205	7770,06	7690,16	-0,58683	233	7765,67	7687,07	-0,367				
206	7771	7691,14	0,012419	234	7744,37	7665,34	-0,27846				
207	7784,39	7702,9	0,162655	235	7728,16	7648,65	-0,2135				
208	7777,02	7695,05	-0,09827	236	7760,05	7680,69	0,415756				

**Lampiran B****Analisis Mean Model dengan Menggunakan Metode Least Square.**

Dalam Eviews dapat diperoleh melalui menu **Quick/Estimation Equation ...**

Output dari analisis mean model

Dependent Variable: JPY  
Method: Least Squares  
Date: 08/31/07 Time: 11:41  
Sample: 1 242  
Included observations: 242

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.037282	0.036191	-1.030141	0.3040
R-squared	0.000000	Mean dependent var	-0.037282	
Adjusted R-squared	0.000000	S.D. dependent var	0.562998	
S.E. of regression	0.562998	Akaike info criterion	1.693043	
Sum squared resid	76.38902	Schwarz criterion	1.707460	
Log likelihood	-203.8582	Durbin-Watson stat	1.869012	



## Lampiran C

## Pendugaan Parameter Dengan Maksimum Likelihood

Prosedure analisis GARCH terhadap data menggunakan Eviews dengan menggunakan menu Quick/Estimate Equation.

Dependent Variable: JPY  
Method: ML - ARCH (Marquardt)  
Sample: 1 242  
Included observations: 242

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-0.054224	0.033235	-1.631552	0.1028
Variance Equation				
C	0.039136	0.024714	1.583569	0.1133
ARCH(1)	0.134175	0.059914	2.239472	0.0251
GARCH(1)	0.743882	0.108711	6.842766	0.0000
R-squared	-0.000909	Mean dependent var		-0.037282
Adjusted R-squared	-0.013526	S.D. dependent var		0.562998
Log likelihood	-193.2975	Durbin-Watson stat		1.867314

Menghasilkan komponen ARCH dan GARCH yang signifikan. Kemudian dilakukan proses overfitting untuk mendapatkan model yang lebih baik. Ordo  $p$  dan  $q$  yang dicobakan tidak lebih dari 4.

Dependent Variable: JPY  
Method: ML - ARCH (Marquardt)  
Sample: 1 242  
Included observations: 242

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-0.055971	0.033180	-1.686896	0.0916
Variance Equation				
C	0.030224	0.025746	1.173937	0.2404
ARCH(1)	0.205205	0.100037	2.051290	0.0402
ARCH(2)	-0.108227	0.089941	-1.203314	0.2289
GARCH(1)	0.807400	0.135800	5.945493	0.0000
R-squared	-0.001107	Mean dependent var		-0.037282
Adjusted R-squared	-0.018003	S.D. dependent var		0.562998
Log likelihood	-192.4384	Durbin-Watson stat		1.866946

**Lanjutan Lampiran C**

Dependent Variable: JPY

Method: ML - ARCH (Marquardt)

Sample: 1 242

Included observations: 242

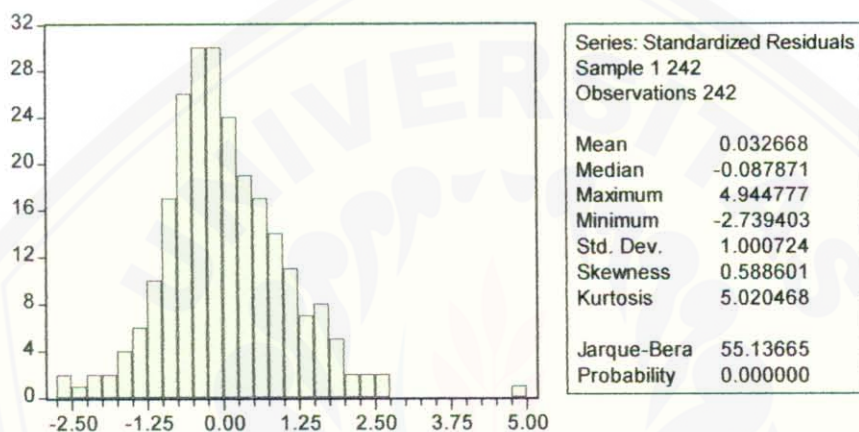
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-0.056549	0.032589	-1.735201	0.0827
Variance Equation				
C	0.086955	0.062832	1.383922	0.1664
ARCH(1)	0.204086	0.094613	2.157069	0.0310
GARCH(1)	-0.039851	0.157615	-0.252836	0.8004
GARCH(2)	0.550922	0.194630	2.830618	0.0046
R-squared	-0.001176	Mean dependent var	-0.037282	
Adjusted R-squared	-0.018074	S.D. dependent var	0.562998	
Log likelihood	-190.9176	Durbin-Watson stat	1.866816	

## Lampiran D

### Diagnostik Model GARCH (1,1)

Dalam Eviews untuk memeriksa kenormalan residual menggunakan menu **View/Residual Test/Histogram-Normality Test**. Dan, untuk memeriksa ketepatan model menggunakan menu **View/Residual test/ARCH LM Test**.

Output dari hasil pemeriksaan kenormalan residual



kesimpulan dari output diatas bahwa residual tidak menunjukkan kenormalan. Untuk mengatasi ketidaknormalan dengan menggunakan metode Bollerslev-Wooldridge.

Dependent Variable: JPY

Method: ML - ARCH (Marquardt)

Sample: 1 242

Included observations: 242

Bollerslev-Wooldrige robust standard errors & covariance

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-0.054224	0.032467	-1.670128	0.0949
Variance Equation				
C	0.039136	0.022808	1.715900	0.0862
ARCH(1)	0.134175	0.062418	2.149627	0.0316
GARCH(1)	0.743882	0.112873	6.590440	0.0000
R-squared	-0.000909	Mean dependent var		-0.037282

Sedangkan untuk memeriksa ketepatan model, outputnya sebagai berikut



**Lanjutan Lampiran D**

ARCH Test:

F-statistic	2.191457	Probability	0.140095
Obs*R-squared	2.189717	Probability	0.138935

Test Equation:

Dependent Variable: STD\_RESID<sup>2</sup>

Method: Least Squares

Sample(adjusted): 2 242

Included observations: 241 after adjusting endpoints

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors &amp; Covariance

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.906869	0.145371	6.238288	0.0000
STD_RESID <sup>2</sup> (-1)	0.095316	0.064387	1.480357	0.1401
R-squared	0.009086	Mean dependent var		1.002394
Adjusted R-squared	0.004940	S.D. dependent var		2.027269
Log likelihood	-510.6754	F-statistic		2.191457
Durbin-Watson stat	1.988213	Prob(F-statistic)		0.140095

## Lampiran E

## Hasil Peramalan Volatilitas dengan Menggunakan Model GARCH(1,1)

Dengan menggunakan Microsoft Excel dapat diperoleh hasil peramalan dari variansi model dan mean model dari GARCH(1,1) pada 242 data.

Periode	Variansi	Mean	Periode	Variansi	Mean
1	NA	NA	42	0,278777	-0,05422
2	0,043278	-0,05422	43	0,252745	-0,05422
3	0,085591	-0,05422	44	0,231577	-0,05422
4	0,156894	-0,05422	45	0,287296	-0,05422
5	0,192977	-0,05422	46	0,372635	-0,05422
6	0,216751	-0,05422	47	0,382684	-0,05422
7	0,201939	-0,05422	48	0,544716	-0,05422
8	0,271162	-0,05422	49	0,566231	-0,05422
9	0,257436	-0,05422	50	0,462148	-0,05422
10	0,234693	-0,05422	51	0,387848	-0,05422
11	0,225872	-0,05422	52	0,327562	-0,05422
12	0,218068	-0,05422	53	0,40206	-0,05422
13	0,203901	-0,05422	54	0,338541	-0,05422
14	0,419292	-0,05422	55	0,293564	-0,05422
15	0,490003	-0,05422	56	0,35234	-0,05422
16	0,426551	-0,05422	57	0,301678	-0,05422
17	0,356677	-0,05422	58	0,308444	-0,05422
18	0,672757	-0,05422	59	0,351003	-0,05422
19	0,564276	-0,05422	60	0,376976	-0,05422
20	0,512109	-0,05422	61	0,347906	-0,05422
21	0,487459	-0,05422	62	0,323334	-0,05422
22	0,466346	-0,05422	63	0,283889	-0,05422
23	0,407682	-0,05422	64	0,270797	-0,05422
24	0,382695	-0,05422	65	0,243983	-0,05422
25	0,458051	-0,05422	66	0,229799	-0,05422
26	0,519307	-0,05422	67	0,293632	-0,05422
27	0,457881	-0,05422	68	0,284584	-0,05422
28	0,386946	-0,05422	69	0,259788	-0,05422
29	0,439819	-0,05422	70	0,23229	-0,05422
30	0,380133	-0,05422	71	0,219077	-0,05422
31	0,341332	-0,05422	72	0,268525	-0,05422
32	0,293843	-0,05422	73	0,414976	-0,05422
33	0,266316	-0,05422	74	0,352731	-0,05422
34	0,242869	-0,05422	75	0,413409	-0,05422
35	0,23629	-0,05422	76	0,403501	-0,05422
36	0,229009	-0,05422	77	0,339508	-0,05422
37	0,313926	-0,05422	78	0,292833	-0,05422
38	0,306535	-0,05422	79	0,257622	-0,05422
39	0,344505	-0,05422	80	0,42725	-0,05422
40	0,377273	-0,05422	81	0,406028	-0,05422
41	0,322154	-0,05422	82	0,355874	-0,05422



Periode	Variansi	Mean	Periode •	Variansi	Mean
83	0,320073	-0,05422	131	0,266025	-0,05422
84	0,278875	-0,05422	132	0,343367	-0,05422
85	0,47033	-0,05422	133	0,327754	-0,05422
86	0,389305	-0,05422	134	0,283604	-0,05422
87	0,337634	-0,05422	135	0,274032	-0,05422
88	0,293375	-0,05422	136	0,261254	-0,05422
89	0,296338	-0,05422	137	0,244123	-0,05422
90	1,257451	-0,05422	138	0,249277	-0,05422
91	1,788408	-0,05422	139	0,232844	-0,05422
92	1,406187	-0,05422	140	0,250755	-0,05422
93	1,161285	-0,05422	141	0,226453	-0,05422
94	1,057076	-0,05422	142	0,251792	-0,05422
95	0,830393	-0,05422	143	0,311078	-0,05422
96	0,791546	-0,05422	144	0,273037	-0,05422
97	0,666259	-0,05422	145	0,270331	-0,05422
98	0,596429	-0,05422	146	0,240131	-0,05422
99	0,520815	-0,05422	147	0,301863	-0,05422
100	0,432073	-0,05422	148	0,27441	-0,05422
101	0,361083	-0,05422	149	0,2608	-0,05422
102	0,309806	-0,05422	150	0,249864	-0,05422
103	0,300576	-0,05422	151	0,2323	-0,05422
104	0,262629	-0,05422	152	0,256047	-0,05422
105	0,234521	-0,05422	153	0,236117	-0,05422
106	0,216727	-0,05422	154	0,218126	-0,05422
107	0,209219	-0,05422	155	0,215713	-0,05422
108	0,22383	-0,05422	156	0,207581	-0,05422
109	0,205549	-0,05422	157	0,195845	-0,05422
110	0,200419	-0,05422	158	0,218766	-0,05422
111	0,31544	-0,05422	159	0,211774	-0,05422
112	0,347147	-0,05422	160	0,205007	-0,05422
113	0,348119	-0,05422	161	0,192928	-0,05422
114	0,401457	-0,05422	162	0,192905	-0,05422
115	0,339476	-0,05422	163	0,182968	-0,05422
116	0,322881	-0,05422	164	0,176284	-0,05422
117	0,289697	-0,05422	165	0,174991	-0,05422
118	0,262278	-0,05422	166	0,238937	-0,05422
119	0,237746	-0,05422	167	0,220523	-0,05422
120	0,241609	-0,05422	168	0,219275	-0,05422
121	0,262807	-0,05422	169	0,223479	-0,05422
122	0,391392	-0,05422	170	0,205406	-0,05422
123	0,530862	-0,05422	171	0,252453	-0,05422
124	0,548137	-0,05422	172	0,228767	-0,05422
125	0,465835	-0,05422	173	0,209442	-0,05422
126	0,401267	-0,05422	174	0,195148	-0,05422
127	0,378319	-0,05422	175	0,195295	-0,05422
128	0,391773	-0,05422	176	0,185138	-0,05422
129	0,333055	-0,05422	177	0,319756	-0,05422
130	0,300571	-0,05422	178	0,290345	-0,05422



Periode	Variansi	Mean	Periode *	Variansi	Mean
179	0,404342	-0,05422	212	0,181168	-0,05422
180	0,341423	-0,05422	213	0,198385	-0,05422
181	0,336606	-0,05422	214	0,220901	-0,05422
182	0,415341	-0,05422	215	0,211	-0,05422
183	0,360445	-0,05422	216	0,204608	-0,05422
184	0,307756	-0,05422	217	0,206278	-0,05422
185	0,294828	-0,05422	218	0,24048	-0,05422
186	0,259683	-0,05422	219	0,234373	-0,05422
187	0,232731	-0,05422	220	0,263078	-0,05422
188	0,219519	-0,05422	221	0,238662	-0,05422
189	0,21614	-0,05422	222	0,217213	-0,05422
190	0,24797	-0,05422	223	0,217995	-0,05422
191	0,226743	-0,05422	224	0,216308	-0,05422
192	0,238591	-0,05422	225	0,216499	-0,05422
193	0,216511	-0,05422	226	0,201337	-0,05422
194	0,204454	-0,05422	227	0,190117	-0,05422
195	0,216376	-0,05422	228	0,191006	-0,05422
196	0,200066	-0,05422	229	0,20369	-0,05422
197	0,217392	-0,05422	230	0,341282	-0,05422
198	0,218377	-0,05422	231	0,298197	-0,05422
199	0,247709	-0,05422	232	0,266678	-0,05422
200	0,22418	-0,05422	233	0,255457	-0,05422
201	0,206833	-0,05422	234	0,23945	-0,05422
202	0,219969	-0,05422	235	0,223259	-0,05422
203	0,209808	-0,05422	236	0,228267	-0,05422
204	0,195456	-0,05422	237	0,21231	-0,05422
205	0,230564	-0,05422	238	0,210735	-0,05422
206	0,21056	-0,05422	239	0,197616	-0,05422
207	0,199202	-0,05422	240	0,236931	-0,05422
208	0,1885	-0,05422	241	0,216341	-0,05422
209	0,186592	-0,05422	242	0,216589	-0,05422
210	0,190779	-0,05422	243	0,204549	-0,05422
211	0,190979	-0,05422			

**Lampiran F****Perhitungan Value at Risk (VaR) Individual**

Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel, dengan persamaan VaR individual sebagai berikut :

$$VaR = V_i(\mu - \alpha.\sigma)$$

dengan  $V_i = 100$

$$\alpha = 1,64 \text{ ( tabel Z dengan tingkat signifikan 95\%)}$$

$$\mu = -0,054221$$

Periode	Return	Residual	Variansi	Volatilitas	VaR
1	0,0211	0,0753	NA	NA	NA
2	0,3277	0,3819	0,043278	0,208034	39,64366
3	-0,6361	-0,5818	0,085591	0,292559	53,54802
4	-0,5272	-0,473	0,156894	0,396098	70,58021
5	0,505	0,5592	0,192977	0,439291	77,68547
6	-0,1119	-0,0576	0,216751	0,465565	82,0075
7	-0,7819	-0,7277	0,201939	0,449376	79,34449
8	-0,3529	-0,2987	0,271162	0,520733	91,0826
9	0,1762	0,2304	0,257436	0,507382	88,88642
10	0,3025	0,3567	0,234693	0,484452	85,11438
11	-0,2868	-0,2325	0,225872	0,47526	83,60237
12	0,1409	0,1951	0,218068	0,466977	82,23983
13	-1,3061	-1,2519	0,203901	0,451554	79,7028
14	1,0187	1,0729	0,419292	0,647527	111,9403
15	0,4142	0,4684	0,490003	0,700002	120,5724
16	-0,0491	0,0052	0,426551	0,653109	112,8585
17	-1,6581	-1,6038	0,356677	0,597224	103,6655
18	-0,4297	-0,3755	0,672757	0,820218	140,3479
19	-0,6306	-0,5764	0,564276	0,751183	128,9917
20	-0,7095	-0,6553	0,512109	0,715618	123,1413
21	-0,6947	-0,6405	0,487459	0,698183	120,2731
22	-0,4026	-0,3484	0,466346	0,682895	117,7584
23	-0,5489	-0,4947	0,407682	0,6385	110,4553
24	-1,0012	-0,947	0,382695	0,618624	107,1857
25	1,0204	1,0746	0,458051	0,676794	116,7548
26	-0,4926	-0,4384	0,519307	0,72063	123,9657
27	-0,2331	-0,1789	0,457881	0,676669	116,7341
28	0,918	0,9723	0,386946	0,62205	107,7493
29	0,3222	0,3764	0,439819	0,663189	114,5167
30	-0,3816	-0,3274	0,380133	0,616549	106,8444
31	-0,0816	-0,0274	0,341332	0,584236	101,529
32	-0,2548	-0,2005	0,293843	0,542073	94,5931
33	0,2068	0,261	0,266316	0,516058	90,31364



Periode	Return	Residual	Variansi	Volatilitas	VaR
34	-0,3519	-0,2977	0,242869	0,492817	86,49053
35	0,3256	0,3799	0,23629	0,486097	85,38501
36	0,8833	0,9375	0,229009	0,478549	84,14346
37	0,5035	0,5578	0,313926	0,560291	97,5899
38	0,7602	0,8144	0,306535	0,553656	96,49857
39	-0,7821	-0,7279	0,344505	0,586945	101,9746
40	-0,1356	-0,0813	0,377273	0,614226	106,4622
41	-0,0265	0,0277	0,322154	0,567586	98,79
42	-0,2174	-0,1632	0,278777	0,527993	92,27699
43	-0,184	-0,1297	0,252745	0,502737	88,12239
44	-0,7531	-0,6989	0,231577	0,481224	84,5835
45	0,9459	1,0001	0,287296	0,536	93,59413
46	0,7042	0,7584	0,372635	0,610438	105,8392
47	-1,2842	-1,23	0,382684	0,618615	107,1842
48	-0,954	-0,8998	0,544716	0,738049	126,8311
49	-0,1182	-0,064	0,566231	0,752483	129,2056
50	0,1934	0,2476	0,462148	0,679815	117,2517
51	-0,0042	0,05	0,387848	0,622775	107,8686
52	0,9438	0,998	0,327562	0,57233	99,57039
53	-0,0552	-0,001	0,40206	0,634082	109,7286
54	-0,1417	-0,0874	0,338541	0,581843	101,1352
55	-0,8417	-0,7875	0,293564	0,541816	94,55076
56	0,0633	0,1175	0,35234	0,593582	103,0664
57	-0,5795	-0,5253	0,301678	0,549252	95,77406
58	0,7847	0,839	0,308444	0,555378	96,7817
59	-0,7572	-0,703	0,351003	0,592455	102,8809
60	-0,4607	-0,4064	0,376976	0,613984	106,4224
61	-0,4362	-0,3819	0,347906	0,589835	102,45
62	-0,1797	-0,1255	0,323334	0,568624	98,96079
63	0,3919	0,4462	0,283889	0,532812	93,06969
64	-0,1618	-0,1076	0,270797	0,520382	91,02492
65	-0,2631	-0,2089	0,243983	0,493946	86,67626
66	-0,7902	-0,7359	0,229799	0,479374	84,27909
67	0,4499	0,5041	0,293632	0,541879	94,56112
68	-0,26	-0,2058	0,284584	0,533464	93,17693
69	-0,0076	0,0467	0,259788	0,509694	89,26673
70	0,2327	0,2869	0,23229	0,481964	84,70525
71	0,7046	0,7589	0,219077	0,468057	82,41743
72	-1,1467	-1,0925	0,268525	0,518194	90,66499
73	-0,193	-0,1387	0,414976	0,644186	111,3908
74	0,9141	0,9684	0,352731	0,593912	103,1206
75	0,6518	0,706	0,413409	0,642969	111,1905
76	-0,0476	0,0066	0,403501	0,635217	109,9153
77	-0,0962	-0,0419	0,339508	0,582673	101,2719
78	-0,075	-0,0208	0,292833	0,541141	94,43974
79	1,2112	1,2654	0,257622	0,507565	88,91652
80	-0,6057	-0,5514	0,42725	0,653643	112,9464
81	0,3322	0,3864	0,406028	0,637204	110,2421



Periode	Return	Residual	Variansi	Volatilitas	VaR
82	-0,3488	-0,2946	0,355874	0,596552	103,5548
83	0,114	0,1682	0,320073	0,56575	98,48794
84	1,2925	1,3467	0,278875	0,528086	92,29225
85	0,0532	0,1074	0,47033	0,685806	118,2372
86	0,259	0,3132	0,389305	0,623943	108,0608
87	0,154	0,2082	0,337634	0,581062	101,0069
88	0,5399	0,5942	0,293375	0,541641	94,52211
89	2,729	2,7832	0,296338	0,54437	94,97093
90	2,4645	2,5187	1,257451	1,121361	189,886
91	-0,5227	-0,4685	1,788408	1,337314	225,4102
92	0,7535	0,8077	1,406187	1,185828	200,4908
93	-1,0723	-1,0181	1,161285	1,077629	182,6921
94	0,1918	0,246	1,057076	1,028142	174,5515
95	1,0027	1,057	0,830393	0,911259	155,3242
96	-0,535	-0,4807	0,791546	0,889689	151,7759
97	-0,6787	-0,6245	0,666259	0,816247	139,6947
98	-0,533	-0,4788	0,596429	0,772288	132,4635
99	0,2042	0,2584	0,520815	0,721675	124,1376
100	0,0681	0,1223	0,432073	0,657323	113,5517
101	0,127	0,1812	0,361083	0,600902	104,2705
102	0,4816	0,5358	0,309806	0,556603	96,98323
103	0,0015	0,0557	0,300576	0,548248	95,60889
104	0,0306	0,0848	0,262629	0,512473	89,72394
105	-0,1556	-0,1014	0,234521	0,484274	85,08512
106	0,2588	0,313	0,216727	0,46554	82,00341
107	-0,4666	-0,4124	0,209219	0,457405	80,66519
108	0,0119	0,0662	0,22383	0,473107	83,24822
109	0,2517	0,3059	0,205549	0,453375	80,00229
110	-0,9748	-0,9206	0,200419	0,447682	79,06576
111	-0,7404	-0,6862	0,31544	0,561641	97,81201
112	-0,616	-0,5617	0,347147	0,589192	102,3442
113	0,8787	0,9329	0,348119	0,590016	102,4797
114	0,1156	0,1699	0,401457	0,633606	109,6503
115	-0,4834	-0,4292	0,339476	0,582646	101,2673
116	-0,2796	-0,2253	0,322881	0,568226	98,89531
117	-0,2404	-0,1862	0,289697	0,538235	93,96173
118	0,1642	0,2184	0,262278	0,512131	89,6677
119	-0,4382	-0,3839	0,237746	0,487592	85,63104
120	-0,5733	-0,5191	0,241609	0,491537	86,27993
121	1,082	1,1362	0,262807	0,512647	89,75248
122	-1,2237	-1,1695	0,391392	0,625614	108,3355
123	-0,9231	-0,8688	0,530862	0,728603	125,2773
124	-0,3768	-0,3225	0,548137	0,740363	127,2118
125	0,3421	0,3964	0,465835	0,682521	117,6968
126	-0,5516	-0,4974	0,401267	0,633456	109,6256
127	0,7295	0,7837	0,378319	0,615077	106,6022
128	-0,1386	-0,0844	0,391773	0,625918	108,3856
129	-0,3207	-0,2664	0,333055	0,577109	100,3566



Periode	Return	Residual	Variansi	Volatilitas	VaR
130	-0,1593	-0,1051	0,300571	0,548244	95,60818
131	0,8913	0,9455	0,266025	0,515776	90,26728
132	-0,4984	-0,4442	0,343367	0,585976	101,8151
133	-0,075	-0,0208	0,327754	0,572498	99,59808
134	-0,4235	-0,3693	0,283604	0,532545	93,0257
135	-0,3703	-0,3161	0,274032	0,523481	91,53467
136	-0,2832	-0,229	0,261254	0,511131	89,50307
137	0,4624	0,5166	0,244123	0,494088	86,69959
138	-0,2501	-0,1959	0,249277	0,499276	87,55308
139	-0,5361	-0,4819	0,232844	0,482539	84,79977
140	0,0815	0,1358	0,250755	0,500754	87,79616
141	0,575	0,6293	0,226453	0,47587	83,70278
142	0,7953	0,8495	0,251792	0,501789	87,96631
143	0,1391	0,1934	0,311078	0,557744	97,17097
144	0,4587	0,5129	0,273037	0,522529	91,37812
145	0,006	0,0602	0,270331	0,519934	90,95125
146	-0,7927	-0,7385	0,240131	0,490032	86,03236
147	0,2842	0,3384	0,301863	0,549421	95,80185
148	-0,3628	-0,3086	0,27441	0,523841	91,59401
149	-0,3544	-0,3002	0,2608	0,510686	89,42997
150	0,235	0,2892	0,249864	0,499864	87,64973
151	-0,5744	-0,5202	0,2323	0,481975	84,70702
152	-0,2222	-0,168	0,256047	0,506011	88,66095
153	-0,1606	-0,1063	0,236117	0,485919	85,35574
154	0,3281	0,3823	0,218126	0,46704	82,25011
155	-0,2457	-0,1915	0,215713	0,464449	81,82398
156	-0,1339	-0,0797	0,207581	0,455611	80,37007
157	0,5041	0,5584	0,195845	0,442543	78,22047
158	-0,2733	-0,2191	0,218766	0,467724	82,36267
159	-0,2511	-0,1969	0,211774	0,460189	81,12317
160	-0,1023	-0,0481	0,205007	0,452777	79,90393
161	-0,2781	-0,2239	0,192928	0,439235	77,6763
162	-0,0577	-0,0035	0,192905	0,43921	77,67209
163	-0,0929	-0,0387	0,182968	0,427747	75,78653
164	0,19	0,2442	0,176284	0,419862	74,48947
165	0,7214	0,7757	0,174991	0,41832	74,23568
166	-0,1674	-0,1131	0,238937	0,488812	85,83172
167	-0,3478	-0,2935	0,220523	0,469599	82,6711
168	0,399	0,4533	0,219275	0,468268	82,45227
169	0,0321	0,0863	0,223479	0,472735	83,18708
170	-0,6727	-0,6184	0,205406	0,453218	79,9764
171	-0,1204	-0,0662	0,252453	0,502447	88,07471
172	-0,0423	0,012	0,228767	0,478296	84,10185
173	0,0491	0,1033	0,209442	0,457649	80,7053
174	-0,2879	-0,2337	0,195148	0,441756	78,09094
175	0,0791	0,1333	0,195295	0,441922	78,11833
176	1,0331	1,0873	0,185138	0,430276	76,20254
177	-0,3168	-0,2626	0,319756	0,565469	98,44181



Periode	Return	Residual	Variānsi	Volatilitas	VaR
178	1,0556	1,1099	0,290345	0,538836	94,06066
179	0,109	0,1633	0,404342	0,635879	110,0242
181	0,5703	0,6246	0,341423	0,584314	101,5418
182	-0,9693	-0,9151	0,336606	0,580178	100,8613
183	-0,3046	-0,2504	0,415341	0,64447	111,4374
184	0,066	0,1203	0,360445	0,600371	104,1831
185	-0,4477	-0,3935	0,307756	0,554757	96,67967
186	0,0997	0,1539	0,294828	0,542981	94,74246
187	-0,0627	-0,0085	0,259683	0,509591	89,24986
188	0,2345	0,2887	0,232731	0,482422	84,78057
189	-0,3211	-0,2669	0,219519	0,468529	82,49506
190	-0,5995	-0,5453	0,21614	0,464909	81,89955
191	-0,1558	-0,1016	0,24797	0,497966	87,33744
192	-0,4802	-0,4259	0,226743	0,476176	83,753
193	0	0,0542	0,238591	0,488457	85,77335
194	0,1806	0,2348	0,216511	0,465308	81,96525
195	-0,4342	-0,38	0,204454	0,452166	79,80333
196	0,0248	0,0791	0,216376	0,465162	81,94127
197	0,4695	0,5238	0,200066	0,447288	79,00094
198	-0,3628	-0,3086	0,217392	0,466253	82,12067
199	0,5874	0,6416	0,218377	0,467309	82,29437
200	0,0812	0,1355	0,247709	0,497704	87,29442
201	0,0882	0,1424	0,22418	0,473477	83,30904
202	0,4496	0,5038	0,206833	0,454789	80,23488
203	-0,231	-0,1768	0,219969	0,469009	82,57405
204	0,0517	0,106	0,209808	0,458048	80,77102
205	-0,5868	-0,5326	0,195456	0,442104	78,14817
206	0,0124	0,0666	0,230564	0,480171	84,41017
207	0,1627	0,2169	0,21056	0,458868	80,90594
208	-0,0983	-0,0441	0,199202	0,44632	78,84182
209	0,2342	0,2884	0,1885	0,434166	76,84246
210	0,3109	0,3652	0,186592	0,431963	76,47999
211	-0,2737	-0,2195	0,190779	0,436783	77,27286
212	-0,0244	0,0298	0,190979	0,437011	77,31043
213	0,4284	0,4827	0,181168	0,425639	75,43963
214	-0,506	-0,4517	0,198385	0,445404	78,69111
215	0,2389	0,2932	0,220901	0,470001	82,73721
216	-0,2537	-0,1995	0,211	0,459348	80,98479
217	0,3351	0,3894	0,204608	0,452336	79,83142
218	0,5986	0,6528	0,206278	0,454179	80,13452
219	0,3504	0,4047	0,24048	0,490387	86,09081
220	0,609	0,6633	0,234373	0,484121	85,05999
221	0,1713	0,2255	0,263078	0,512911	89,79601
222	0,0695	0,1238	0,238662	0,488531	85,7854
223	-0,3602	-0,306	0,217213	0,466061	82,08911
224	0,3359	0,3901	0,217995	0,466899	82,22699
225	0,3516	0,4058	0,216308	0,46509	81,92937
226	-0,097	-0,0428	0,216499	0,465294	81,96304



Periode	Return	Residual	Variansi	Volatilitas	VaR
227	-0,2807	-0,2265	0,190117	0,436024	77,14807
228	-0,4105	-0,3563	0,191006	0,437042	77,31552
229	-1,0606	-1,0064	0,20369	0,45132	79,66421
230	-0,1985	-0,1443	0,341282	0,584194	101,522
231	-0,2084	-0,1542	0,298197	0,546074	95,25126
232	-0,367	-0,3128	0,266678	0,516409	90,37137
233	-0,2785	-0,2242	0,255457	0,505427	88,56487
234	-0,2135	-0,1593	0,23945	0,489336	85,91795
235	0,4158	0,47	0,223259	0,472503	83,14884
236	-0,1611	-0,1069	0,228267	0,477773	84,01576
237	-0,3206	-0,2664	0,21231	0,460771	81,21891
238	-0,1168	-0,0626	0,210735	0,459059	80,93734
239	-0,6163	-0,5621	0,197616	0,44454	78,54889
240	-0,0892	-0,0349	0,236931	0,486755	85,49331
241	-0,3523	-0,2981	0,216341	0,465125	81,9352
242	-0,1813	-0,1271	0,216589	0,465391	81,97888
243			0,204549	0,45227	79,82059

