



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PORTFOLIO MATA UANG ASING
DENGAN METODE *VALUE AT RISK*
PERIODE 1 SEPTEMBER 2006-31 AGUSTUS 2009
(STUDI KASUS PT. BANK EOS)**

TESIS

**MARSILLAM TAMBUNAN
0706170204**

**FAKULTAS EKONOMI
PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN
KEKHUSUSAN MANAJEMEN RISIKO
JAKARTA
JULI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PORTFOLIO MATA UANG ASING
DENGAN METODE *VALUE AT RISK*
PERIODE 1 SEPTEMBER 2006-31 AGUSTUS 2009
(STUDI KASUS PT. BANK EOS)**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister
Manajemen**

**MARSILLAM TAMBUNAN
0706170204**

**FAKULTAS EKONOMI
PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN
KEKHUSUSAN MANAJEMEN RISIKO
JAKARTA
JULI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Marsillam Tambunan
NPM : 0706170204
Tanda Tangan :
Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Marsillam Tambunan
NPM : 0706170204
Program Studi : Magister Manajemen
Judul Tesis : Analisis *Portfolio* Mata Uang Asing Dengan
Metode *Value At Risk* (Studi Kasus PT. Bank EOS)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Manajemen pada Program Studi Magister Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Muhammad Muslich, MBA (.....)
Penguji : Dr. Dewi Hanggraeni (.....)
Penguji : Dr. Irwan Adi Ekaputra (.....)

Ditetapkan di : Salemba
Tanggal :

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur bagi Nya, karena kasih setia Nya yang tak berkesudahan telah memampukan saya dalam menyelesaikan Tesis ini dengan baik. Tesis ini disusun dalam rangka memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar akademik Master Manajemen di Universitas Indonesia. Dalam tesis ini dijelaskan mengenai penggunaan estimasi volatilitas *EWMA* dan *ARCH/GARCH* dalam melakukan pengukuran risiko valuta asing dari penempatan yang dilakukan PT. Bank EOS terhadap *portfolionya*.

Tesis ini telah melibatkan banyak pihak yang sangat berjasa besar, sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang tersebut di bawah ini:

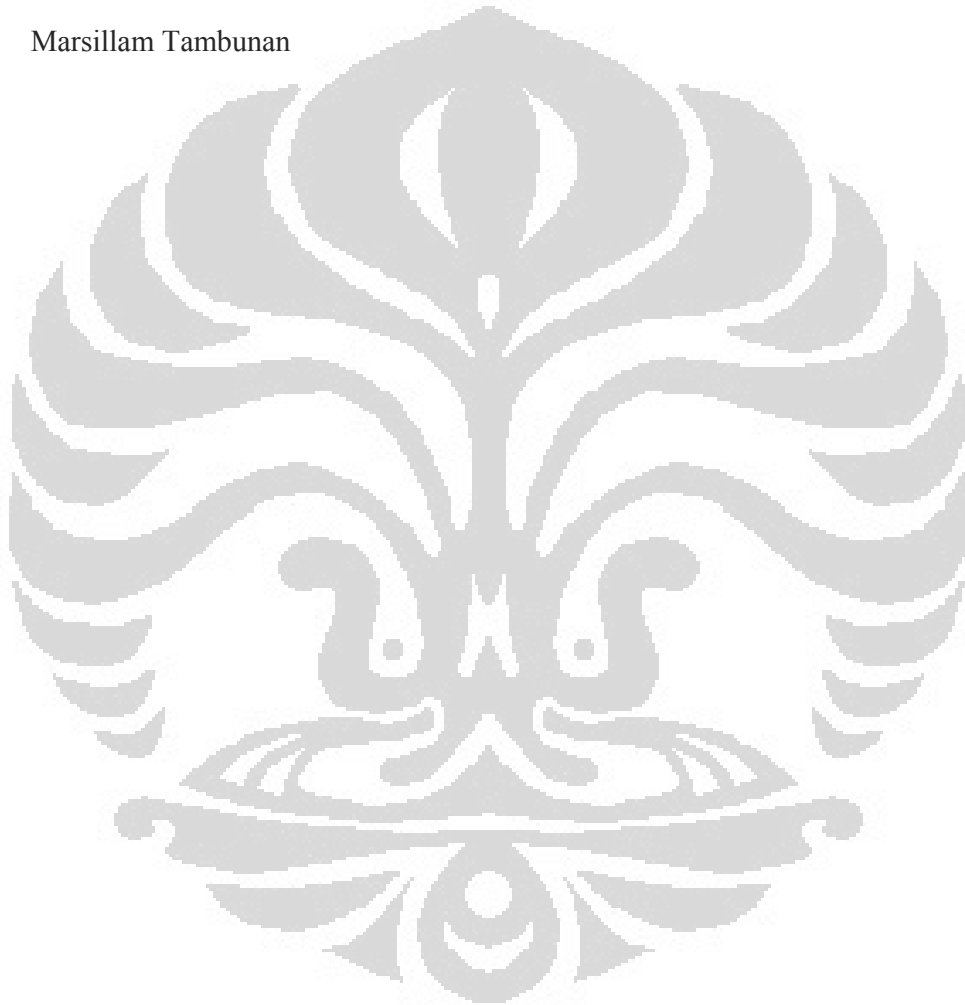
1. Bapak Prof. Rhenald Kasali, PhD sebagai Ketua Program Magister Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia
2. Bapak DR. Muhammad Muslich, MBA, sebagai dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, pengetahuan dan tenaga dalam proses penyusunan Karya Akhir ini.
3. Seluruh Dosen Pengajar *Risk Management* MM-UI; secara khusus Bapak DR. Muhammad Muslich, MBA, Bapak Sandra Chalik, MM, Bapak Suahasil Nazara, PhD, Bapak Hardius Usman, Msi
4. Kedua orang tua saya, abang, kakak dan adik saya, serta Ernasari Oktaviani Simanjuntak yang telah dengan setia serta sabar menemani selama ini.
5. Teman-teman pada jurusan Pasar Modal dan Manajemen Risiko MM-UI antara lain Niki Reginal Subakti, Pak Sarbini, Kiky, dan Pak Budi Satria, yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam berdiskusi dan mengerjakan tugas selama proses perkuliahan.

Selain itu juga disampaikan banyak terima kasih kepada berbagai pihak yang tidak dapat dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama proses perkuliahan sampai dengan selesai. Seperti kata pepatah yang mengatakan: “Tak ada gading yang tak rusak”, maka akhir kata

penulis mohon maaf apabila ada kesalahan dalam perkataan maupun sikap selama perkuliahan dan penyusunan Tesis ini.

Jakarta, 18 Juli 2010

Marsillam Tambunan



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Marsillam Tambunan
NPM : 0706170204
Program Studi : Magister Manajemen
Departemen : Manajemen
Fakultas : Ekonomi
Jenis karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Analisis *Portfolio* Mata Uang Asing Dengan Metode *Value At Risk* (Studi Kasus PT. Bank EOS)

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Salemba
Pada tanggal :
Yang menyatakan

(Marsillam Tambunan)

ABSTRAK

Nama : Marsillam Tambunan
Program Studi : Magister Manajemen
Judul : Analisis *Portfolio* Mata Uang Asing Dengan Metode *Value At Risk* (Studi Kasus PT. Bank EOS)

Perhitungan *VaR* (*Value at Risk*) merupakan kewajiban bagi setiap bank dalam mengukur potensi risiko atas *portfolio* yang dimilikinya. Ini merupakan kewajiban yang diamanatkan oleh Bank Indonesia (BI). Pada Tesis ini, akan diperlihatkan pengukuran *VaR* risiko nilai tukar pada PT Bank EOS dan pendekatan estimasi volatilitas *EWMA* serta *ARCH/GARCH*. Diperlihatkan bahwa *ARCH/GARCH* dapat menghasilkan model *VaR* yang lebih baik daripada model *VaR* yang menggunakan estimasi volatilitas *EWMA*. Dengan menggunakan *ARCH/GARCH*, maka kita akan memperoleh nilai *VaR Portfolio* PT. Bank EOS untuk 1 September 2009 sebesar Rp. 3.783.429.678.

Kata Kunci:
Risiko nilai tukar, *VaR portfolio*, *EWMA*, *ARCH/GARCH*

ABSTRACT

Name : Marsillam Tambunan
Study Program: Magister Management
Title : Portfolio Analysis At Foreign Exchange With Value At Risk Method (Case Study PT. Bank EOS)

Bank has a responsibility to assess potential risk of its portfolio through VaR (Value at Risk). VaR is a mandatory assessment required by Central Bank of Indonesia (BI). This thesis will illustrate how to make an assessment about potential risk of foreign exchange portfolio of PT Bank EOS by evaluating VaR with both EWMA and ARCH/GARCH methods. Final result described that ARCH/GARCH methods is better than EWMA. By using ARCH/GARCH, VaR for PT Bank EOS on the 1st of September 2009 is Rp. 3.783.429.678.

Key words:
Foreign exchange risk, portfolio VaR, EWMA, ARCH/GARCH

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Kerangka Pemikiran	6
1.6 Hipotesis Penelitian	7
1.7 Manfaat Penelitian	8
1.8 Metode Penelitian	9
1.9 Sistematika Penulisan	9
2. TINJAUAN LITERATUR	
2.1 Teori	11
2.1.1 Definisi Risiko dan Jenis – jenis Risiko	11
2.1.2 Konsep mengenai <i>Value At Risk (VaR)</i>	13
2.1.2.1 <i>Return</i>	16
2.1.2.2 Pengujian Model <i>VaR</i>	17
2.1.3 Landasan Teori <i>Econometry</i>	18
2.1.3.1 Regresi Linier	18
2.1.3.2 Estimasi Volatilitas	19
2.2 Penelitian Sebelumnya	23
3. DATA DAN METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Data	25
3.1.1 Pengujian Stasionaritas Data <i>Return</i>	26
3.1.2 Pengujian Normalitas Data <i>Return</i>	27
3.1.3 Pengujian Heteroskedastisitas Data <i>Return</i>	28
3.2 Estimasi Volatilitas Data Heteroskedastik	28
3.2.1 Estimasi Volatilitas <i>EWMA</i>	28
3.2.2 Estimasi Volatilitas <i>ARCH/GARCH</i>	29
3.3 Perhitungan <i>VaR Single Instrument</i>	29
3.4 Perhitungan <i>Actual Profit-Loss (P/L)</i>	30

3.5	<i>Kupiec Test VaR Single Instrument</i>	30
3.6	Perhitungan <i>Return Portfolio</i>	31
3.7	Perhitungan <i>VaR Portfolio</i>	31
3.8	<i>Kupiec Test VaR Portfolio</i>	31
3.9	<i>Flow Chart</i>	31
4.	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1	Perhitungan Data <i>Return</i> Nilai Tukar.....	33
4.2	Pengujian Data <i>Return</i> Nilai Tukar	33
4.2.1	Uji Stasionaritas Data <i>Return</i> Nilai Tukar	33
4.2.2	Uji Normalitas Data <i>Return</i> Nilai Tukar	35
4.2.3	Uji Heteroskedastisitas Data <i>Return</i> Nilai Tukar	36
4.3	Perhitungan Volatilitas Data <i>Return</i>	37
4.3.1	Metode <i>EWMA</i>	37
4.3.2	Metode <i>ARCH/GARCH</i>	44
4.4	Perhitungan <i>VaR Single Instrument</i>	61
4.4.1	Metode <i>EWMA</i>	61
4.4.2	Metode <i>ARCH/GARCH</i>	62
4.5	Pengujian Validitas Model <i>VaR Single Instrument</i>	62
4.5.1	<i>Kupiec Test</i> terhadap Model <i>VaR</i> hasil Volatilitas <i>EWMA</i> ...	62
4.5.2	<i>Kupiec Test</i> Model <i>VaR</i> Volatilitas <i>ARCH/GARCH</i>	63
4.6	Pengukuran Korelasi Data <i>Return</i>	64
4.7	<i>Return Portfolio</i> dan Pengujian	65
4.7.1	Tes Stasionaritas	66
4.7.2	Tes Normal	66
4.7.3	Tes Heteroskedastik	67
4.8	<i>Variance Portfolio</i>	68
4.9	<i>VaR Portfolio</i>	68
4.10	<i>Kupiec Test</i> Model <i>VaR Portfolio</i>	69
5.	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan	72
5.3	Saran	75
	DAFTAR PUSTAKA	77
	HALAMAN LAMPIRAN	L1-L75

DAFTAR TABEL

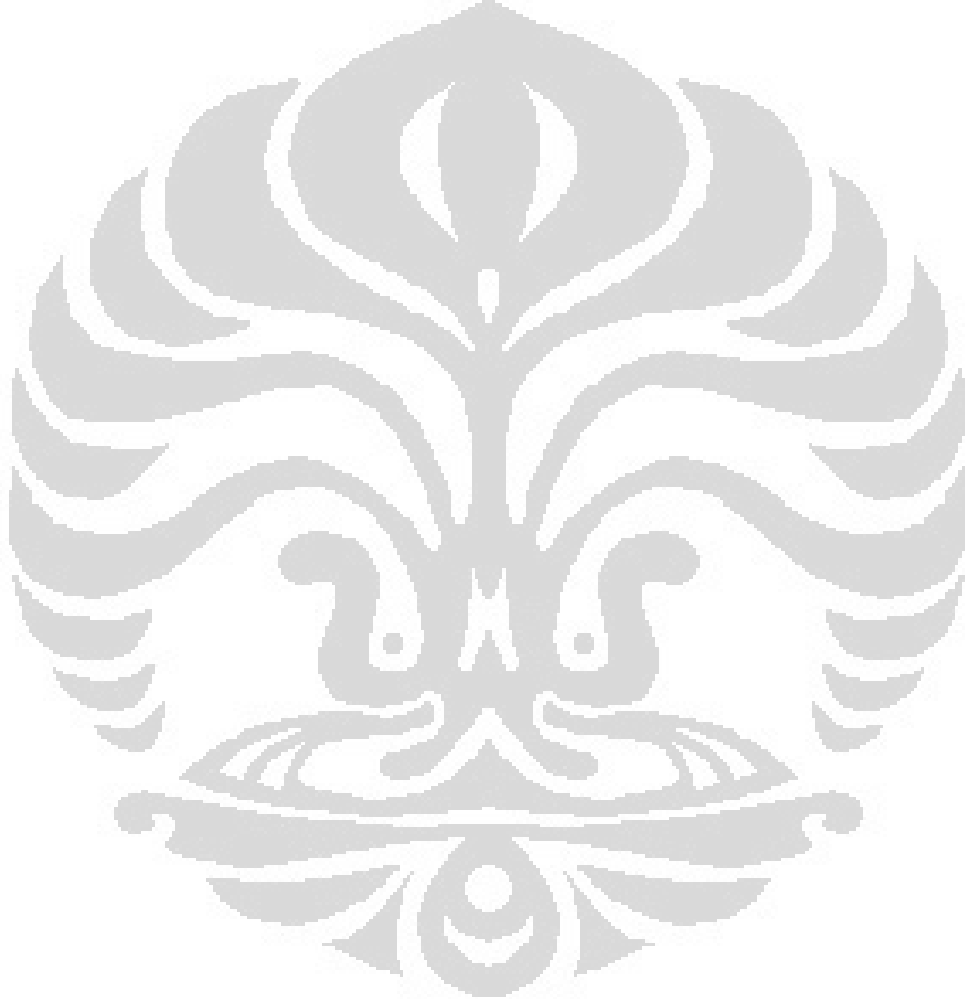
Tabel 1.1	Posisi Devisa Netto (PDN) PT. Bank EOS.....	4
Tabel 3.1	Statistik Deskriptif Data <i>Return</i> 12 Mata Uang Asing Periode September 2006 – 31 Agustus 2009	25
Tabel 4.1	<i>Stationary Test Result</i> Data <i>Return</i> 12 Mata Uang Asing	34
Tabel 4.2	<i>Normality Test Result</i> Data <i>Return</i> 12 Mata Uang Asing	35
Tabel 4.3	<i>Cornish Fisher Expansion (α')</i> Data <i>Return</i> 12 Mata Uang Asing	36
Tabel 4.4	<i>Heteroskedasticity Test Result</i> Data <i>Return</i> 12 Mata Uang Asing	37
Tabel 4.5	<i>Decay Factor Optimum</i> Data <i>Return</i> 12 Mata Uang Asing	38
Tabel 4.6	<i>Output Solver Decay Factor (λ) dan RMSE</i> Data <i>Return</i> USD ...	38
Tabel 4.7	<i>Output Solver Decay Factor (λ) dan RMSE</i> Data <i>Return</i> GBP ...	39
Tabel 4.8	<i>Output Solver Decay Factor (λ) dan RMSE</i> Data <i>Return</i> JPY ...	39
Tabel 4.9	<i>Output Solver Decay Factor (λ) dan RMSE</i> Data <i>Return</i> HKD ...	40
Tabel 4.10	<i>Output Solver Decay Factor (λ) dan RMSE</i> Data <i>Return</i> INR ...	40
Tabel 4.11	<i>Output Solver Decay Factor (λ) dan RMSE</i> Data <i>Return</i> MUR ..	41
Tabel 4.12	<i>Output Solver Decay Factor (λ) dan RMSE</i> Data <i>Return</i> AUD ...	41
Tabel 4.13	<i>Output Solver Decay Factor (λ) dan RMSE</i> Data <i>Return</i> CAD ...	42
Tabel 4.14	<i>Output Solver Decay Factor (λ) dan RMSE</i> Data <i>Return</i> CHF ...	42
Tabel 4.15	<i>Output Solver Decay Factor (λ) dan RMSE</i> Data <i>Return</i> EURO	43
Tabel 4.16	<i>Output Solver Decay Factor (λ) dan RMSE</i> Data <i>Return</i> SGD ...	43
Tabel 4.17	<i>Output Solver Decay Factor (λ) dan RMSE</i> Data <i>Return</i> ZAR ... 1 Januari 2005 - 31 Januari 2007	44

Tabel 4.18	<i>Output ARCH-LM Test Untuk Data Return USD</i>	46
Tabel 4.19	<i>Output Granger Causality Test Untuk Data Return GBP</i>	48
Tabel 4.20	<i>Output ARCH-LM Test Untuk Data Return GBP</i>	48
Tabel 4.21	<i>Output ARCH-LM Test Untuk Data Return JPY</i>	49
Tabel 4.22	<i>Output Granger Causality Test Untuk Data Return HKD</i>	50
Tabel 4.23	<i>Output ARCH-LM Test Untuk Data Return HKD</i>	51
Tabel 4.24	<i>Output ARCH-LM Test Untuk Data Return INR</i>	52
Tabel 4.25	<i>Output ARCH-LM Test Untuk Data Return MUR</i>	53
Tabel 4.26	<i>Output ARCH-LM Test Untuk Data Return AUD</i>	54
Tabel 4.27	<i>Output ARCH-LM Test Untuk Data Return CAD</i>	55
Tabel 4.28	<i>Output Granger Causality Test Untuk Data Return CHF</i>	56
Tabel 4.29	<i>Output ARCH-LM Test Untuk Data Return CHF</i>	57
Tabel 4.30	<i>Output ARCH-LM Test Untuk Data Return EURO</i>	58
Tabel 4.31	<i>Output Granger Causality Test Untuk Data Return SGD</i>	59
Tabel 4.32	<i>Output ARCH-LM Test Untuk Data Return SGD</i>	60
Tabel 4.33	<i>Output ARCH-LM Test Untuk Data Return ZAR</i>	61
Tabel 4.34	Komponen - Komponen Perhitungan <i>VaR</i>	62
Tabel 4.35	Hasil <i>Kupiec Test Model VaR Single Instrument</i> dengan Volatilitas <i>EWMA</i>	63
Tabel 4.36	Hasil <i>Kupiec Test Model VaR Single Instrument</i> dengan Volatilitas <i>ARCH/GARCH</i>	64
Tabel 4.37	Korelasi <i>Data Return</i> Antar Nilai Tukar dalam <i>Portfolio</i> PT. Bank EOS	65
Tabel 4.38	Statistik Deskriptif <i>Data Return Portfolio</i>	65

Tabel 4.39	Hasil Tes Stasioner Data <i>Return Portfolio</i>	66
Tabel 4.40	Hasil Tes Normal Data <i>Return Portfolio</i>	66
Tabel 4.41	Nilai α' Untuk Data <i>Return Portfolio</i>	67
Tabel 4.42	Hasil Tes Heteroskedastik Data <i>Return Portfolio</i>	67
Tabel 4.43	Perhitungan <i>Variance Portfolio</i>	68
Tabel 4.44	<i>Input Data</i> Perhitungan <i>VaR Portfolio</i>	69
Tabel 4.45	Hasil <i>Kupiec Test</i> Model <i>VaR Portfolio</i> PT. Bank FDR (<i>EWMA</i>)	70
Tabel 4.46	Hasil <i>Kupiec Test</i> Model <i>VaR Portfolio</i> PT. Bank FDR (<i>ARCH/GARCH</i>)	70
Tabel 5.1	<i>VaR Single Instrument</i> Dengan Metode <i>EWMA</i>	72
Tabel 5.2	<i>VaR Single Instrument</i> Dengan Metode <i>ARCH/GARCH</i>	73
Tabel 5.3	Hasil <i>Kupiec Test</i> Model <i>VaR Single Instrument</i> dengan Volatilitas <i>EWMA</i>	74
Tabel 5.4	Hasil <i>Kupiec Test</i> Model <i>VaR Single Instrument</i> dengan Volatilitas <i>ARCH/GARCH</i>	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Mitigasi Risiko PT. Bank EOS.....	6
Gambar 2.1	Distribusi Normal untuk VaR pada cl 99%	14
Gambar 3.1	<i>Flow Chart</i> Metodologi Penelitian	34



DAFTAR LAMPIRAN

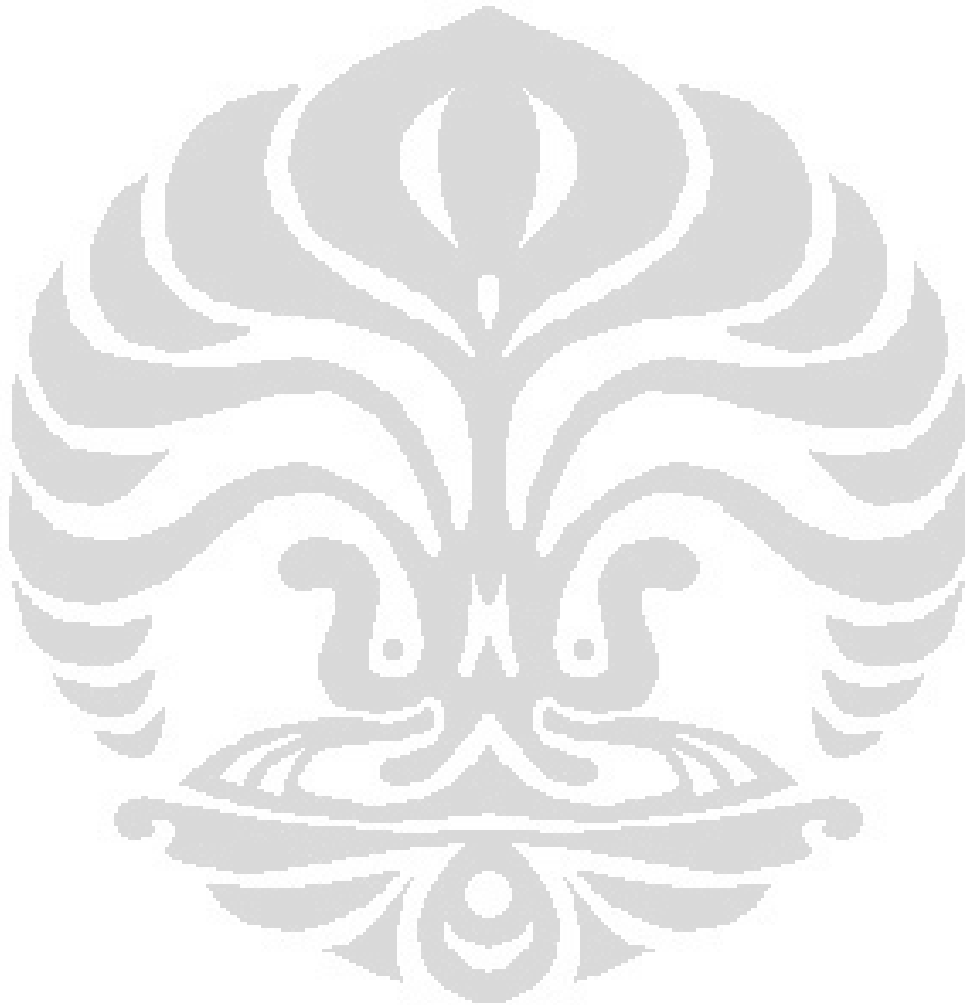
Lampiran 1	Data <i>Return</i> kurs USD	L1
Lampiran 2	Data <i>Return</i> kurs GBP	L3
Lampiran 3	Data <i>Return</i> kurs JPY	L5
Lampiran 4	Data <i>Return</i> kurs HKD	L7
Lampiran 5	Data <i>Return</i> kurs INR	L9
Lampiran 6	Data <i>Return</i> kurs MUR	L11
Lampiran 7	Data <i>Return</i> kurs AUD	L13
Lampiran 8	Data <i>Return</i> kurs CAD	L15
Lampiran 9	Data <i>Return</i> kurs CHF	L17
Lampiran 10	Data <i>Return</i> kurs EURO	L19
Lampiran 11	Data <i>Return</i> kurs SGD	L21
Lampiran 12	Data <i>Return</i> kurs ZAR	L23
Lampiran 13	Hasil Tes Stasioner, Normal, dan Heteroskesdastis Data <i>Return</i> USD	L25
Lampiran 14	Hasil Tes Stasioner, Normal, dan Heteroskesdastis Data <i>Return</i> GBP	L26
Lampiran 15	Hasil Tes Stasioner, Normal, dan Heteroskesdastis Data <i>Return</i> JPY	L27
Lampiran 16	Hasil Tes Stasioner, Normal, dan Heteroskesdastis Data <i>Return</i> HKD	L28
Lampiran 17	Hasil Tes Stasioner, Normal, dan Heteroskesdastis Data <i>Return</i> INR	L29
Lampiran 18	Hasil Tes Stasioner, Normal, dan Heteroskesdastis Data <i>Return</i> MUR	L30

Lampiran 19	Hasil Tes Stasioner, Normal, dan Heteroskedastis Data Return AUD	L31
Lampiran 20	Hasil Tes Stasioner, Normal, dan Heteroskedastis Data Return CAD	L32
Lampiran 21	Hasil Tes Stasioner, Normal, dan Heteroskedastis Data Return CHF	L33
Lampiran 22	Hasil Tes Stasioner, Normal, dan Heteroskedastis Data Return EURO	L34
Lampiran 23	Hasil Tes Stasioner, Normal, dan Heteroskedastis Data Return SGD	L35
Lampiran 24	Hasil Tes Stasioner, Normal, dan Heteroskedastis Data Return ZAR	L36
Lampiran 25	Perhitungan <i>Variance EWMA</i> Data Return USD	L37
Lampiran 26	Perhitungan <i>Variance EWMA</i> Data Return GBP	L37
Lampiran 27	Perhitungan <i>Variance EWMA</i> Data Return JPY	L38
Lampiran 28	Perhitungan <i>Variance EWMA</i> Data Return HKD	L38
Lampiran 29	Perhitungan <i>Variance EWMA</i> Data Return INR	L39
Lampiran 30	Perhitungan <i>Variance EWMA</i> Data Return MUR	L39
Lampiran 31	Perhitungan <i>Variance EWMA</i> Data Return AUD	L40
Lampiran 32	Perhitungan <i>Variance EWMA</i> Data Return CAD	L40
Lampiran 33	Perhitungan <i>Variance EWMA</i> Data Return CHF	L41
Lampiran 34	Perhitungan <i>Variance EWMA</i> Data Return EURO	L41
Lampiran 35	Perhitungan <i>Variance EWMA</i> Data Return SGD	L42
Lampiran 36	Perhitungan <i>Variance EWMA</i> Data Return ZAR	L42

Lampiran 37	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>EWMA</i> Data Return USD ...	L43
Lampiran 38	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>EWMA</i> Data Return GBP ...	L44
Lampiran 39	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>EWMA</i> Data Return JPY ...	L45
Lampiran 40	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>EWMA</i> Data Return HKD ...	L46
Lampiran 41	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>EWMA</i> Data Return INR ...	L47
Lampiran 42	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>EWMA</i> Data Return MUR ...	L48
Lampiran 43	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>EWMA</i> Data Return AUD ...	L49
Lampiran 44	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>EWMA</i> Data Return CAD ...	L50
Lampiran 45	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>EWMA</i> Data Return CHF ...	L51
Lampiran 46	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>EWMA</i> Data Return EURO...	L52
Lampiran 47	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>EWMA</i> Data Return SGD ...	L53
Lampiran 48	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>EWMA</i> Data Return ZAR ...	L54
Lampiran 49	Rangkuman Model <i>ARCH/GARCH</i> Untuk Data Return USD ..	L55
Lampiran 50	Rangkuman Model <i>ARCH/GARCH</i> Untuk Data Return GBP ..	L55
Lampiran 51	Rangkuman Model <i>ARCH/GARCH</i> Untuk Data Return JPY ...	L56
Lampiran 52	Rangkuman Model <i>ARCH/GARCH</i> Untuk Data Return HKD	L56
Lampiran 53	Rangkuman Model <i>ARCH/GARCH</i> Untuk Data Return INR	L57
Lampiran 54	Rangkuman Model <i>ARCH/GARCH</i> Untuk Data Return MUR	L57
Lampiran 55	Rangkuman Model <i>ARCH/GARCH</i> Untuk Data Return AUD	L58
Lampiran 56	Rangkuman Model <i>ARCH/GARCH</i> Untuk Data Return CAD	L58
Lampiran 57	Rangkuman Model <i>ARCH/GARCH</i> Untuk Data Return CHF	L59
Lampiran 58	Rangkuman Model <i>ARCH/GARCH</i> Untuk Data Return EURO	L59
Lampiran 59	Rangkuman Model <i>ARCH/GARCH</i> Untuk Data Return SGD	L60

Lampiran 60	Rangkuman Model <i>ARCH/GARCH</i> Untuk Data Return ZAR	L60
Lampiran 61	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>ARCH/GARCH</i> Data Return USD	L61
Lampiran 62	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>ARCH/GARCH</i> Data Return GBP	L62
Lampiran 63	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>ARCH/GARCH</i> Data Return JPY	L63
Lampiran 64	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>ARCH/GARCH</i> Data Return HKD	L64
Lampiran 65	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>ARCH/GARCH</i> Data Return INR	L65
Lampiran 66	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>ARCH/GARCH</i> Data Return MUR	L66
Lampiran 67	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>ARCH/GARCH</i> Data Return AUD	L67
Lampiran 68	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>ARCH/GARCH</i> Data Return CAD	L68
Lampiran 69	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>ARCH/GARCH</i> Data Return CHF	L69
Lampiran 70	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>ARCH/GARCH</i> Data Return EURO	L70
Lampiran 71	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>ARCH/GARCH</i> Data Return SGD	L71
Lampiran 72	<i>Kupiec Test VaR</i> Dari Volatilitas <i>ARCH/GARCH</i> Data Return ZAR	L72

Lampiran 73 Hasil Tes Stasioner, Normal, dan Heteroskedastis Data Return Portfolio	L73
Lampiran 74 Kupiec Test VaR portfolio metode EWMA	L74
Lampiran 75 Kupiec Test VaR portfolio metode ARCH/GARCH	L75



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sebagai lembaga intermediasi, Bank berperan dalam menyalurkan dana yang diperolehnya dari dana pihak ketiga (DPK) kepada pihak yang membutuhkan dana. Peranan Bank ini sangatlah penting dalam menggerakkan roda perekonomian di suatu negara. Penyaluran dana ini umumnya disalurkan dalam bentuk pinjaman kredit kepada individu maupun korporasi dalam berbagai mata uang (*currency*), baik dalam Rupiah maupun dalam mata uang asing. Demikian pula halnya dengan simpanan dari nasabah bank, yang merupakan kewajiban bank, pada umumnya disimpan dalam bentuk mata uang Rupiah maupun mata uang asing. Sehingga dapatlah dipastikan bahwa hampir seluruh bank memiliki beberapa mata uang asing pada *portfolio* mereka.

Dalam menyalurkan dana yang dimilikinya, bank secara otomatis menghadapi ketidakpastian (*uncertainty*) di masa yang akan datang, yaitu berupa kesempatan (*opportunity*) dan risiko (*risk*). Dalam definisi yang sangat umum, risiko merupakan potensi terjadinya suatu peristiwa (*events*) yang dapat menimbulkan kerugian pada bank dalam rentang periode waktu tertentu. Peristiwa ini disebut juga sebagai penyimpangan atau *deviation* dari sesuatu yang diharapkan terjadi di masa depan. Salah satu jenis risiko yang umum dihadapi bank adalah risiko pasar (*market risk*). Risiko pasar merupakan potensi kerugian bank diakibatkan karena adanya pergerakan harga pasar seperti pergerakan suku bunga, pergerakan nilai tukar, pergerakan harga komoditi. Dalam tesis ini, risiko pasar dari pergerakan nilai tukar yang akan dibahas lebih lanjut.

Dengan menerapkan sistem nilai tukar mengambang bebas sejak tanggal 14 Agustus 1997, Indonesia mencoba memberanikan diri untuk mengambang nilai tukar Rupiah secara bebas terhadap mata uang asing lainnya. Kebijakan ini menyerahkan sepenuhnya fluktuasi yang berpotensi terjadi pada nilai tukar

Rupiah kepada mekanisme pasar. Akibat pondasi perekonomian kita yang tidak kokoh, ditambah lagi dengan praktek dunia usaha yang tidak sehat, maka kebijakan ini membuka peluang ambruknya nilai tukar Rupiah. Masa – masa sesudah kebijakan ini berlaku ditandai dengan mulai melonjaknya nilai tukar mata uang asing terhadap Rupiah. Dunia usaha, perbankan, serta masyarakat luas sangat merasakan dampak depresiasi ini. Peristiwa ini kita kenal dengan istilah krisis moneter yang melanda hampir seluruh kawasan Asia dengan dampak terparah dialami oleh negara-negara ASEAN. Lonjakan nilai tukar mata uang asing berdampak pada melonjaknya nilai kewajiban bank pada mata uang asing. Di lain pihak, kredit yang telah disalurkan bank menjadi bermasalah karena banyak industri yang kesulitan untuk memenuhi kewajibannya kepada bank. Situasi seperti ini mengakibatkan bank menghadapi risiko likuiditas. Pada masa itu, tidak sedikit bank yang ditutup karena mengalami pailit. Kerusakan yang terjadi pada industri perbankan memiliki dampak negatif berantai pada industri lainnya, sehingga situasi ini mengganggu ekonomi Indonesia pada masa itu.

Untuk mengantisipasi ataupun paling tidak meminimalisir dampak krisis ekonomi di masa depan, bank hendaknya memperbaiki kondisi fundamentalnya dengan menerapkan manajemen risiko. Penerapan manajemen risiko di bank merupakan salah satu cara agar bank dapat mengelola risiko yang terdapat pada aktivitas bisnisnya. Penerapan manajemen risiko pada bank meliputi identifikasi risiko, pengukuran risiko, analisis risiko, kontrol risiko dan pemantauan risiko. Untuk mengantisipasi risiko yang mungkin timbul, Bank Indonesia sebagai pengawas bank di Indonesia mewajibkan bank untuk memenuhi *minimum capital requirement* atau *capital adequacy ratio (CAR)* minimum sebesar 8% yang dihitung dari perbandingan antara modal bank dengan aktiva tertimbang menurut risiko (ATMR).

Menurut Peraturan Bank Indonesia (PBI) No. 5/12/PBI/2003, bank yang memenuhi salah satu dari kriteria yang telah ditentukan oleh BI, wajib memenuhi kewajiban penyediaan modal minimum sebesar 8% dengan memperhitungkan faktor risiko pasar. Adapun kriteria – kriteria yang telah ditentukan oleh BI adalah sebagai berikut:

1. Bank dengan total aktiva sebesar Rp 10 triliun atau lebih.

2. Bank devisa dengan posisi surat berharga dan atau posisi transaksi derivatif dalam *trading book* sebesar Rp 20 milyar atau lebih.
3. Bank bukan bank devisa dengan posisi surat berharga dan atau posisi transaksi derivatif suku bunga dalam *trading book* sebesar Rp. 25 milyar atau lebih.

Bank Indonesia juga melalui PBI no.7/37/2005 mewajibkan bank dengan kriteria tertentu untuk menjaga rasio Posisi Devisa Netto (PDN) neraca dan secara keseluruhan maksimum 20% dari jumlah modal. PDN adalah penjumlahan nilai absolut yang dinyatakan dalam Rupiah dari selisih bersih antara aktiva dan pasiva dalam mata uang asing dan selisih bersih antara tagihan dan kewajiban komitmen dan kontijensi yang dicatat dalam rekening administratif yang didenominasi dalam setiap mata uang.

PT. Bank EOS memiliki total aktiva sebesar Rp 55,015693 triliun per 31 Desember 2007, dengan demikian berdasarkan PBI No. 5/12/PBI/2003 maka PT. Bank EOS memiliki kewajiban untuk menghitung PDN. Pada tahun 2007, PT. Bank EOS memiliki rasio PDN sebesar 1,29% dari modal. Pada tahun 2006, PT. Bank EOS memiliki rasio PDN sebesar 4,05% (Data PDN tahun per 31 Desember 2007 dapat dilihat pada tabel 1.1).

Pengukuran risiko pasar, berdasarkan *Basel Committee*, dapat dilakukan dengan menggunakan salah satu dari 2 model yaitu model standar (*standardized model*) dan model internal (*internal model*). Pada model standar, setiap bank melakukan perhitungan yang seragam terhadap kebutuhan modal minimum, sehingga hasil perhitungan akan kebutuhan modal minimum bank tersebut tidak mencerminkan profil risiko yang sebenarnya. Dengan menggunakan model internal untuk mengukur nilai *VaR* (*Value at Risk*), yang akan dijelaskan pada Bab II, perhitungan mengenai kebutuhan modal minimum akan dapat mencerminkan profil risiko dari setiap bank.

PT. Bank EOS selama ini telah melakukan pengukuran risiko nilai tukar dengan menggunakan model standar dan bermaksud untuk melakukan pengukuran risiko nilai tukar dengan model internal.

Tabel 1.1 Posisi Devisa Netto (PDN) PT. Bank EOS

Per 31 Desember 2007

(juta rupiah)

Mata uang	Aktiva	Pasiva	Nilai bersih absolut	PDN
NERACA				
Dollar Amerika Serikat	18,607,670	18,345,791	261,879	27,511
Poundsterling Inggris	14,016	32,491	18,475	617
Yen Jepang	59,076	58,991	85	795
Dollar Hongkong	1,642	249	1,393	248
Rupee India	212,596	181,690	30,906	30,906
Rupee Mauritius	391	1	390	390
Dollar Australia	90,042	95,549	5,507	1,180
Dollar Kanada	792	13	779	171
Frank Swiss	1,104	1,002	102	150
Euro	224,553	395,726	171,173	1,377
Dollar Singapura	324,111	342,192	18,081	16,629
Rand Afrika Selatan	12	2	10	10
	<u>19,536,005</u>	<u>19,453,697</u>	<u>508,780</u>	<u>79,984</u>
REKENING ADMINISTRATIF				
Dollar Amerika Serikat	942,222	1,176,590	234,368	
Poundsterling Inggris	17,858	-	17,858	
Yen Jepang	33,387	32,677	710	
Dollar Hongkong	1,204	2,349	1,145	
Dollar Australia	9,808	3,121	6,687	
Dollar Kanada	-	950	950	
Frank Swiss	704	956	252	
Euro	188,463	18,667	169,796	
Dollar Singapura	37,695	2,985	34,710	
	<u>1,231,341</u>	<u>1,238,295</u>	<u>466,476</u>	
Total	<u>20,767,346</u>	<u>20,691,992</u>	<u>79,984</u>	
Jumlah modal			6,186,150	
Rasio PDN (On/Off Balance Sheet)				1.29%

Sumber : Laporan Keuangan Tahun 2007 PT. Bank EOS

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah, dengan demikian rumusan masalah pada karya akhir ini adalah kesulitan dihadapi oleh PT. Bank EOS dalam mengukur nilai *VaR* risiko nilai tukar yang terdapat dalam *portfolio* PT. Bank EOS.

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka pertanyaan penelitian disusun sebagai berikut:

1. Dari karakteristik *return* mata uang asing yang dimiliki PT. Bank EOS serta model *VaR single instrument* yang telah dibangun manakah model yang terbaik berdasarkan pengujian validasi model, yang untuk selanjutnya akan digunakan dalam perhitungan nilai *VaR portfolio*?
2. Dengan menggunakan model yang terbaik, berapakah nilai *VaR portfolio*?
3. Apakah *VaR portfolio* dapat digunakan sebagai model pengukuran potensi kerugian *portfolio*?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

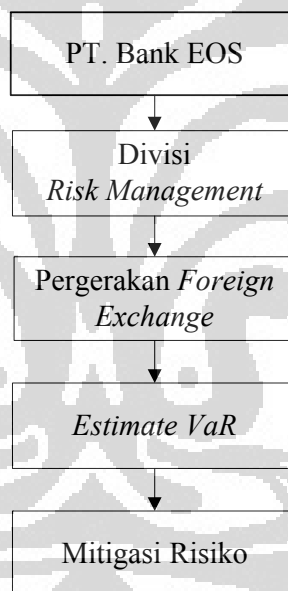
1. Mengetahui model terbaik yang akan digunakan untuk perhitungan *VaR portfolio* dari karakteristik *return* mata uang asing yang dimiliki PT. Bank EOS.
2. Mengetahui nilai *VaR portfolio* yang dimiliki oleh PT. Bank EOS
3. Mengetahui validitas *VaR portfolio*

1.4 Batasan Masalah

- a. PT. Bank EOS memiliki 12 mata uang asing pada *portfolio* yang mencakup Dollar Amerika Serikat (USD), Poundsterling Inggris (GBP), Yen Jepang (JPY), Dollar Hongkong (HKD), Rupee India (INR), Rupee Mauritius (MUR), Dollar Australia (AUD), Dollar Kanada (CAD), Franc Swiss (CHF), Euro Eropa (EURO), Dollar Singapura (SGD), dan Rand Afrika Selatan (ZAR).
- b. Posisi PT. Bank EOS terhadap 12 mata uang asing tersebut berdasarkan pada laporan keuangan tahun 2007 PT. Bank EOS.

- c. Periode pengamatan nilai tukar mata uang asing terhadap Rupiah yang dipilih adalah mulai 1 September 2006 sampai dengan 31 Agustus 2009.
- d. Data nilai tukar mata uang asing terhadap Rupiah berdasarkan kurs tengah BI yang diperoleh dari situs resmi BI yaitu www.bi.go.id dan www.oanda.com.
- e. Risiko nilai tukar akan diukur dengan pendekatan *VaR* yang estimasi volatilitasnya menggunakan metode *EWMA* (*Exponentially Weighted Moving Average*) dan metode *ARCH* (*Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*)/*GARCH* (*Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity*).

1.5 Kerangka Pemikiran



Gambar 1.1 Mitigasi Risiko PT. Bank EOS

Adanya pergerakan nilai tukar mata uang suatu negara, merupakan salah satu konsekuensi logis dari globalisasi. Nilai tukar yang berfluktuasi berpotensi menimbulkan kerugian pada suatu entitas bisnis, tak terkecuali pada *portfolio* yang dimiliki oleh PT. Bank EOS. Dengan menggunakan pendekatan *VaR*, risiko nilai tukar dapat diukur dan profil risiko yang dimiliki oleh PT. Bank EOS dapat diketahui.

Untuk menghitung nilai *VaR* pada PT. Bank EOS, data *time series* yang rentang waktunya telah dipilih, diproses untuk mengetahui apakah *variance* yang dimilikinya konstan ataupun tidak konstan terhadap waktu. Berdasarkan sifat *variance*, data *time series* dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu homoskedastik dan heteroskedastik. Homoskedastik adalah data *time series* yang memiliki *variance* konstan sedangkan heteroskedastik merupakan data *time series* yang memiliki *variance* tidak konstan terhadap waktu. Untuk mengukur standar *deviation*/volatilitas pada data homoskedastik, kita dapat langsung menggunakan formula dari standar *deviation* distribusi normal, sedangkan formula yang sama tidak dapat digunakan pada data heteroskedastik karena dapat menyebabkan model yang diperoleh menjadi tidak akurat ataupun tidak *fit* dengan aktualnya.

Hampir dapat dipastikan, bahwa data *time series* pada pergerakan nilai tukar mata uang merupakan data heteroskedastik, sehingga formula standar *deviation* normal tidak dapat digunakan untuk mencari volatilitas dari data tersebut. Untuk itu diperlukan metode lain dalam mengukur volatilitas pada data heteroskedastik. Karya akhir ini menggunakan pendekatan *EWMA* dan *ARCH/GARCH* dalam mengukur volatilitas pada data heteroskedastik, serta membandingkan nilai *VaR* dari kedua pendekatan tersebut.

1.6 Hipotesis Penelitian

Sebelum dilakukan pengukuran *VaR* risiko nilai tukar, data *return* perlu diuji dengan beberapa pengujian yang meliputi:

1. Tes stasionaritas :

Pertimbangan dilakukannya pengujian ini adalah untuk mengetahui apakah data *return* memiliki *mean*, *variance*, dan *covariance* yang konstan atau tidak terhadap waktu. Pengujiannya dilakukan dengan melakukan hipotesis, H_0 dan H_1 .

H_0 : data *return* tidak stasioner

H_1 : data *return* stasioner

Bila H_0 ditolak, maka data *return* dianggap telah stasioner dan dapat diproses lebih lanjut.

2. Tes normalitas:

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah data *return* terdistribusi normal atau tidak. Pengujiannya dilakukan dengan melakukan hipotesis, H_0 dan H_1 .

H_0 : data *return* memiliki distribusi tidak normal.

H_1 : data *return* memiliki distribusi normal.

Bila H_0 ditolak, maka data *return* harus dapat menggunakan α normal dalam perhitungan *VaR*.

3. Tes heteroskedastik:

Pertimbangan dilakukannya pengujian ini adalah untuk mengetahui metode estimasi volatilitas yang hendak digunakan. Pengujiannya dilakukan dengan melakukan hipotesis, H_0 dan H_1 .

H_0 : *variance return* homoskedastik

H_1 : *variance return* heteroskedastik

Bila H_0 ditolak, maka estimasi volatilitas yang digunakan adalah estimasi volatilitas yang khusus untuk data heteroskedastik, sedangkan bila H_0 diterima maka volatilitasnya diestimasi mengikuti kaidah distribusi normal.

Selain itu, juga dilakukan pengujian validitas (*backtesting*) model *VaR* yang bertujuan untuk menguji apakah model yang ada telah *valid* dan dapat dipergunakan dalam perhitungan *VaR* di waktu yang akan datang oleh bank. Pengujiannya dilakukan dengan melakukan hipotesis, H_0 dan H_1 .

H_0 : model *VaR* valid

H_1 : model *VaR* tidak valid

1.7 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya risiko nilai tukar yang dihadapi oleh PT. Bank EOS dalam mengelola *portfolio* mata uang asingnya. Model *VaR* yang valid diharapkan dapat digunakan oleh PT. Bank EOS dalam mengukur risiko nilai tukar sehingga *portfolio* yang ada dapat dikelola dengan baik.

1.8 Metode Penelitian

Karya akhir ini dibagi dalam beberapa tahap yaitu tinjauan literatur, pengumpulan data, pengolahan data, interpretasi data dan pembuatan kesimpulan. Pengolahan data dibagi ke dalam beberapa tahapan yaitu pengujian data, pengukuran volatilitas, pengukuran *VaR* untuk setiap mata uang, Kupiec test, pengukuran *VaR portfolio*. Volatilitas untuk setiap mata uang diukur dengan pendekatan *EWMA* dan *ARCH/GARCH*. Pada tahap pembuatan model volatilitas *ARCH/GARCH* dibangun beberapa alternatif model untuk setiap mata uang asing dan selanjutnya dipilih model *ARCH/GARCH* yang terbaik.

Variance portfolio diukur dengan menggunakan model terbaik yang berasal dari perbandingan hasil Kupiec test antara *VaR* dengan volatilitas *EWMA* dan *ARCH/GARCH*. *Variance portfolio* diolah untuk mendapatkan nilai *VaR portfolio*. Selanjutnya dilakukan pengujian validitas model *VaR portfolio* dengan menggunakan Kupiec test.

Alat bantu yang dipakai pada tahap pengujian data, pengukuran volatilitas, pengukuran *VaR*, Kupiec test adalah perangkat lunak Excel dan Eviews.

1.9 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan karya akhir dibagi ke dalam 5 bab sebagai berikut:

BAB 1 Pendahuluan

Dalam bab ini diuraikan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, kerangka pemikiran, hipotesis penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 Tinjauan Literatur

Bab ini menguraikan teori – teori yang akan digunakan, diantaranya adalah teori pengujian normalitas, teori pengujian stationeritas, teori pengujian heteroskedastik, teori *Kupiec test*, teori *EWMA*, teori *ARCH/GARCH*, teori pembentukan *correlation*, teori *variance portfolio*, serta teori *VaR*.

BAB 3 Data dan Metodologi Penelitian

Pada bab ini dijelaskan mengenai data dan metodologi yang digunakan pada karya akhir ini dari awal sampai akhir.

BAB 4 Analisis dan Pembahasan

Bab ini menyajikan proses pengujian data *return* dan analisa hasil pengujian *return* untuk setiap mata uang asing, proses dan hasil pengukuran volatilitas dengan *EWMA* dan *ARCH/GARCH*, proses *Kupiec test* dan analisa hasil *Kupiec test*, proses pengukuran *VaR single instrument* dan *VaR Portfolio*.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan berdasarkan pendekatan-pendekatan yang digunakan dan saran-saran perbaikan di masa yang akan datang diuraikan pada bab ini.

BAB 2

TINJAUAN LITERATUR

Tinjauan literatur yang dimaksud dalam Bab 2 adalah uraian teori – teori yang akan dipakai dalam penelitian. Teori yang akan diuraikan adalah teori mengenai risiko, teori *VaR*, landasan teori ekonometri serta teori estimasi volatilitas, baik teori *EWMA* maupun teori *ARCH/GARCH*.

2.1 Teori

2.1.1 Definisi Risiko dan Jenis – jenis Risiko

Risiko memiliki banyak definisi, namun tesis ini mengutip definisi risiko dari Philippe Jorion. Jorion (2007) mendefinisikan risiko sebagai volatilitas dari nilai aset, ekuitas, ataupun *earning* sehingga terjadilah hasil yang tidak diinginkan (*unexpected outcomes*).

Berdasarkan faktor pendorong terjadinya risiko, *Basel Committee on Banking Supervision* mengeluarkan dokumen pada Juni 2004 yang disebut sebagai *Basel II Framework* yang kemudian disempurnakan pada Juni 2006. Dalam dokumen tersebut, risiko diklasifikasikan menjadi 3 jenis, yaitu risiko kredit, risiko operasional, dan risiko pasar. Basel I (1988) mendefinisikan risiko kredit sebagai risiko yang disebabkan ketidakmauan dan atau ketidakmampuan *counterparty* untuk melaksanakan kewajibannya. Risiko operasional dalam Basel II (2006) didefinisikan sebagai kerugian akibat ketidakmampuan atau kegagalan proses internal, orang, sistem yang ada, maupun kejadian eksternal. Basel II (2006) mendefinisikan risiko pasar sebagai risiko kerugian yang terjadi baik pada neraca (*on balance sheet*) maupun rekening administratif (*off balance sheet*) yang disebabkan oleh pergerakan harga pasar. *Market risk* yang diperhitungkan dalam Basel II (2006) meliputi risiko tingkat suku bunga, risiko ekuitas dalam *trading book*, risiko nilai tukar serta risiko komoditas.

Sebagai otoritas moneter di Indonesia, BI juga melakukan pengklasifikasian atas risiko. BI mengklasifikasikan risiko menjadi 7 jenis seperti yang diatur dalam PBI No. 5/8/PBI/2003 (2003). Jenis risiko yang diklasifikasikan BI meliputi risiko kredit, risiko pasar, risiko likuiditas, risiko operasional, risiko hukum, risiko strategi dan risiko kepatuhan. Dalam PBI No. 5/12/PBI/2003 (2003) dinyatakan risiko pasar sebagai risiko kerugian pada posisi neraca dan rekening administratif serta transaksi derivatif akibat perubahan secara keseluruhan dari kondisi pasar, termasuk risiko perubahan harga opsi. Risiko pasar yang diperhitungkan dalam PBI No. 5/12/PBI/2003 (2003) mencakup risiko tingkat suku bunga dan risiko nilai tukar.

Dalam kaitannya dengan tesis ini, yang khusus membahas risiko nilai tukar, PBI No. 5/8/PBI/2003 (2003) mendefinisikan risiko nilai tukar sebagai risiko kerugian akibat pergerakan yang berlawanan dari nilai tukar pada saat Bank memiliki posisi terbuka. Sumber utama dari risiko nilai tukar menurut Crouhy, Galai, dan Mark (2001) adalah korelasi yang tidak sempurna dalam pergerakan *currency prices*, serta adanya fluktuasi tingkat suku bunga internasional. Kebijakan nilai tukar mengambang serta posisi *hedging* yang tidak sempurna berpotensi menimbulkan risiko nilai tukar.

Untuk mengantisipasi risiko nilai tukar serta risiko-risiko lainnya, Basel II (2006) mewajibkan bank untuk melakukan perhitungan *capital requirement* untuk risiko yang terdapat dalam aktifitas bisnis. Basel II (2006) mewajibkan bank untuk memiliki *capital adequacy ratio (CAR)* lebih besar atau sama dengan 8%.

Proses perhitungan *car* yang yang direkomendasikan oleh Basel II (2006) khusus untuk melakukan perhitungan risiko pasar meliputi metode standar dan *internal model*. Penjabaran metode standar terdapat dalam paragraf 709-718(LXIX) pada Basel II (2006). Dalam *internal model*, Basel II (2006) merekomendasikan penggunaan model *Value at Risk (VaR)*. Keunggulan dari *internal model* ini adalah diperolehnya nilai *capital charge* yang lebih kecil bila dibandingkan *capital charge* perolehan dari metode standar. *Internal model* juga dapat mencerminkan profil risiko yang lebih mendekati kondisi sebenarnya yang terdapat pada suatu bisnis dibandingkan dengan metode standar. Untuk dapat

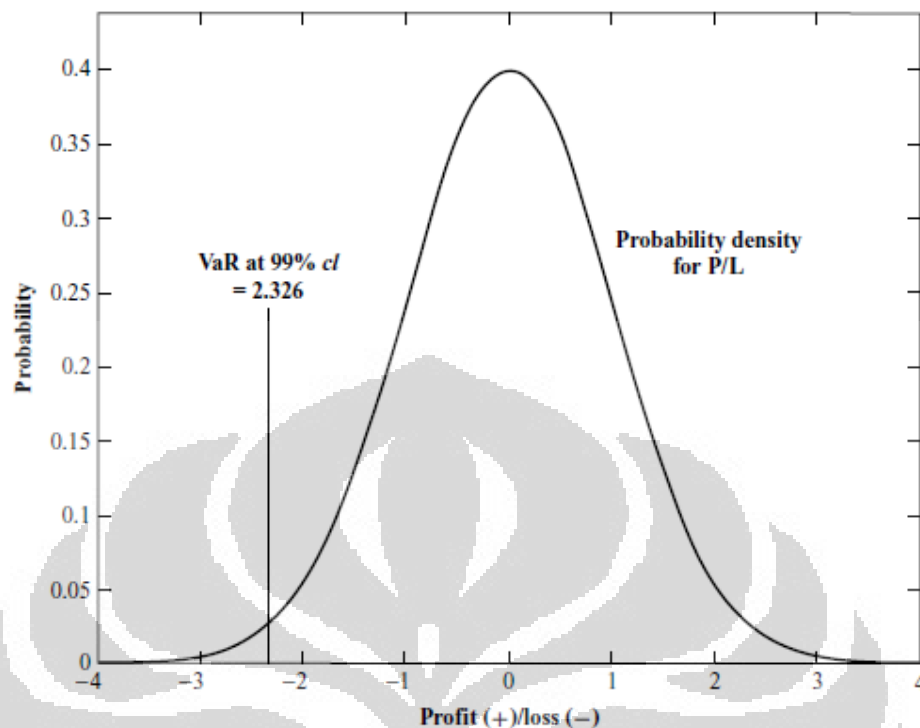
menggunakan *internal model* maka bank perlu memenuhi ketentuan-ketentuan yang berlaku dan mendapatkan *approval* dari *national supervisory authority*. Dalam konteks Indonesia, BI merumuskan hal ini dalam ketentuan Bank Indonesia mengenai pedoman perhitungan kewajiban penyediaan modal minimum bank umum serta pedoman perhitungan posisi devisa neto bank umum.

2.1.2 Konsep mengenai *Value at Risk (VaR)*

VaR merupakan metode statistik untuk mengukur risiko. Istilah *VaR* awalnya dipublikasikan oleh sebuah tim dari *investment banking* yaitu J.P Morgan. Namun definisi *VaR* yang dipakai dalam tesis ini dikutip dari Best (1998), yaitu kerugian maksimum yang berpotensi dialami suatu *portfolio* dalam rentang waktu tertentu dengan tingkat keyakinan tertentu pula. Butler (1999) menyatakan bahwa *VaR* mengukur kerugian terburuk yang yang berpotensi diderita oleh suatu institusi pada suatu periode waktu tertentu pada saat pasar dalam kondisi normal dengan tingkat keyakinan tertentu. Penza dan Bansal (2001) memberikan formula untuk perhitungan nilai *VaR* sebagai berikut:

$$VaR = \alpha \cdot \sigma \cdot P \sqrt{t} \quad (2.1)$$

dimana: *VaR* adalah *Value at Risk* untuk *asset* tunggal (untuk *portfolio* sering digunakan notasi VaR_P), α merupakan nilai Z distribusi normal dengan tingkat keyakinan yang dipilih. σ merupakan *deviation* standar data *return* suatu aset dalam rentang waktu yang dipilih (untuk *portfolio* sering digunakan notasi σ_P), sedangkan t merupakan *holding period* (sering juga disebut *time horizon* ataupun *time aggregation*). P merupakan *market value* dari suatu *asset* ataupun dari suatu *portfolio* (beberapa penulis memberikan simbol penulisan V_0).



Gambar 2.1 Distribusi Normal untuk VaR pada cl 99%

Sumber : Kevin Dowd (hal 23,2002)

Confidence level merupakan suatu nilai probability yang mencerminkan tingkat keyakinan bahwa nilai *loss* tidak akan melampaui nilai *VaR*. Basel II (2006) merekomendasikan untuk digunakan *confidence level* sebesar 99%.

Z distribusi normal *standard* dapat ditunjukkan pada Persamaan (2.2) seperti yang terlihat berikut (Fabozzi, 2004):

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (2.2)$$

dimana: x adalah *return*, μ merupakan *mean* dari *return*, σ merupakan *standard deviation* dari *return*. Nilai α sangat ditentukan oleh jenis distribusi dari data.

Untuk data yang memiliki distribusi normal, maka nilai α dapat dihitung dengan alat bantu perangkat lunak Excell seperti yang ditunjukkan pada Persamaan (2.3) berikut ini:

$$\alpha = \text{normsinv}(Z) \quad (2.3)$$

Namun pada data yang memiliki distribusi tidak normal, formula di atas tidak dapat digunakan. Untuk data yang memiliki distribusi tidak normal, maka digunakan α' yang merupakan hasil koreksi terhadap nilai α dengan memperhitungkan nilai *skewness* (δ). Nilai α' dapat dihitung dengan menggunakan pendekatan *Cornish-Fisher Approximation* berikut ini (Jorion, 2007):

$$F^{-1}(1-\alpha) = \alpha' = \alpha - \frac{1}{6}(z^2 - 1)\delta \quad (2.4)$$

Holding period adalah *interval* waktu yang dipilih untuk perhitungan *VaR* . *Holding period* yang direkomendasikan oleh Basel II (2006) adalah selama 10 hari untuk perhitungan *VaR* dan 1 hari untuk melakukan monitor. Best (1998) mengusulkan bahwa *holding period* sebaiknya sesuai dengan *liquidation period* dari berbagai instrument yang terdapat dalam *portfolio* bank. Sebagian besar bank menggunakan *holding period* 1 hari karena sebagian besar *portfolio* yang dimilikinya dapat dicairkan dalam 1 hari.

Portfolio yang terdiri dari N *asset* , σ_p nya dihitung dengan persamaan di bawah ini (Jorion, 2007):

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N w_i^2 \cdot \sigma_i^2 + 2 \cdot \sum_{i=1}^N \sum_{j<i}^N w_i w_j \sigma_{ij} \quad (2.5)$$

dimana: w_i merupakan bobot *asset* , σ_i^2 merupakan *variance asset* , σ_{ij} merupakan *covariance asset* i dengan *asset* j.

Korelasi antar dua buah *asset* dapat dihitung dengan formula berikut (Jorion, 2007):

$$\rho_{12} = \frac{\sigma_{12}}{\sigma_1 \cdot \sigma_2} \quad (2.6)$$

dimana: ρ_{12} merupakan nilai korelasi *return* antara *asset* pertama dengan *asset* kedua, σ_{12} merupakan kovarian *asset* pertama dengan *asset* kedua, σ_1 merupakan *standard deviation asset* pertama dan σ_2 merupakan *standard deviation asset* kedua. Nilai korelasi terletak pada *interval* antara -1 dan 1. Nilai korelasi sama dengan 1 berarti kedua *asset* berkorelasi sempurna, nilai korelasi sama dengan nol (0) berarti kedua *asset* tidak memiliki korelasi, sedangkan bila nilai korelasi sama dengan -1 berarti kedua *asset* berkorelasi lawan arah.

2.1.2.1 Return

Return portfolio adalah total penjumlahan dari hasil perkalian bobot *asset* dengan *return asset* seperti yang ditunjukkan pada Persamaan (2.7) berikut ini (Jorion, 2007):

$$R_{p,t} = \sum_{i=1}^N w_i \cdot R_{i,t} \quad (2.7)$$

dimana: $R_{p,t}$ merupakan *return portfolio* pada periode ke t, w_i merupakan bobot *asset* ke i, $R_{i,t}$ merupakan *return asset* ke i pada periode ke t.

Ada 2 pendekatan dalam menghitung *return single instrument* dapat yaitu *arithmetic return* bila data bersifat *discrete* dan *geometric return* bila data bersifat kontinyu. *Arithmetic return* merupakan pembagian antara hasil penjumlahan *capital gain* dan *dividend* terhadap *initial price* (Jorion, 2007), yang diformulasikan sebagai berikut:

$$r_t = \frac{P_t + D_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad (2.8)$$

dimana: P_t merupakan *price* pada periode ke-t, P_{t-1} merupakan *price* pada periode ke t-1, D_t merupakan *dividend* atau *coupon* pada periode ke-t. *Arithmetic return* umumnya digunakan untuk menghitung *return* pada data yang bersifat *discrete*.

Geometric return merupakan fungsi logaritma dari *price ratio*. *Geometric return* dapat dihitung dengan Persamaan berikut ini (Jorion, 2007):

$$R_t = \ln \frac{P_t + D_t}{P_{t-1}} \quad (2.9)$$

Return dari mata uang dihitung dengan menggunakan pendekatan *geometric return* dan $D_t = 0$, sehingga Persamaan (2.9) menjadi:

$$R_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} \quad (2.10)$$

Distribusi *return* perlu untuk diketahui dengan tepat dan hal tersebut dapat diperoleh dengan melakukan pengujian normal. Parameter yang menentukan jenis distribusi *return* pada pengujian normal adalah *Jarque-Bera*. *Jarque-Bera* berfungsi untuk menentukan apakah suatu data memiliki *normal distribution* atau tidak. *Jarque-Bera (JB)* dapat dihitung dengan Persamaan (2.11) di bawah ini (Jorion, 2007):

$$JB = T \left(\frac{\delta^2}{6} + \frac{(\kappa - 3)^2}{24} \right) \quad (2.11)$$

Dimana : T adalah jumlah data observasi.

2.1.2.2 Pengujian Model *VaR*

VaR yang diperoleh hendaklah diuji validitasnya. Hal ini bertujuan agar model *VaR* yang dianggap valid, untuk selanjutnya dapat digunakan untuk menghitung *VaR* atas *portfolio* bank. Pada tesis ini digunakan *Kupiec Test* untuk pengujian model *VaR*. *Kupiec Test* mempergunakan pendekatan *Loglikelihood ratio* untuk menguji validitas model (Jorion, 2007) dan ditampilkan pada Persamaan (2.12) di bawah ini:

$$LR = -2 \cdot \ln \left[(1-p)^{(T-N)} \cdot p^N \right] + 2 \cdot \ln \left\{ \left[1 - \left(\frac{N}{T} \right) \right]^{(T-N)} \cdot \left(\frac{N}{T} \right)^N \right\} \quad (2.12)$$

dimana: $p = 1 - \text{confident level}$, T merupakan jumlah data waktu pengujian, N merupakan jumlah *failure rate*. *VaR* dianggap valid apabila $LR < CV$ (*Loglikelihood ratio < Critical value*).

2.1.3 Landasan Teori Ekonometri

2.1.3.1 Regresi Linier

Dalam melakukan estimasi volatilitas, hal yang paling mendasar adalah mencari model terbaik dengan melakukan regresi linier. Pemilihan model regresi linier terbaik dipengaruhi oleh R^2 , *adjusted* R^2 ($\overline{R^2}$), *t-Statistic*, *F-Statistic*, *Akaike Information Criterion (AIC)*, *Schwarz Information Criterion (SIC)*. R^2 merupakan kemampuan variabel bebas X untuk menjelaskan variasi dari variabel terikat Y. R^2 dapat dihitung dengan formula (2.13) berikut (Gujarati, 2003):

$$R^2 = \frac{ESS}{TSS} \quad (2.13)$$

dimana: ESS merupakan *Explained Sum of Squares*, TSS merupakan *Total Sum of Squares* ($TSS = ESS + RSS$). $\overline{R^2}$ digunakan untuk memilih model terbaik dari 2 atau lebih persamaan yang memiliki variabel bebas lebih dari satu. $\overline{R^2}$ dapat dihitung dengan Persamaan (2.14) berikut (Nachrowi dan Usman, 2006):

$$\overline{R^2} = 1 - \frac{\sum u_i^2 / (n - k)}{\sum (Y_i - \overline{Y}) / (n - 1)} \quad (2.14)$$

dimana: k adalah jumlah parameter model regresi termasuk *intercept*.

Untuk menguji koefisien regresi, digunakan uji-t (*t-Statistic*) dan uji-F (*F-Statistic*). Untuk menguji koefisien regresi secara individu (satu persatu), *t-statistic* dapat digunakan sedangkan untuk menguji koefisien regresi secara bersamaan *F-statistic* dapat digunakan. Persamaan *t-statistic* adalah sebagai berikut (Nachrowi dan Usman, 2006):

$$t = \frac{b_j}{s.e(b_j)} \quad (2.15)$$

dimana: b_j merupakan koefisien regresi dan $s.e(b_j)$ merupakan *standard error* koefisien regresi. *F-statistic* dihitung dengan Persamaan (2.16) berikut (Nachrowi dan Usman, 2006):

$$F = \frac{R^2}{(1-R^2)} \left(\frac{n-k-1}{k} \right) \quad (2.16)$$

dimana: n merupakan jumlah data observasi dan k merupakan jumlah variabel bebas.

Selain alat uji yang telah dipaparkan sebelumnya, model regresi terbaik dapat dipilih berdasarkan nilai AIC ataupun nilai SIC yang dimilikinya. Bila membandingkan dua atau lebih model regresi linier, maka model yang terbaik adalah model yang memiliki nilai AIC dan nilai SIC terkecil. AIC dan SIC dapat dihitung dengan Persamaan-persamaan berikut ini (Nachrowi dan Usman, 2006):

$$\ln AIC = \left(\frac{2k}{n} \right) + \ln \left(\frac{SSE}{n} \right) \quad (2.17)$$

$$SIC = \left(\frac{k}{n} \right) \ln .n + \ln \left(\frac{SSE}{n} \right) \quad (2.18)$$

dimana: k merupakan parameter dalam model termasuk *intercept*, n merupakan jumlah observasi dan SSE merupakan *Sum of Squared Error*.

2.1.3.2 Estimasi Volatilitas

Volatilitas merupakan peristiwa berfluktuasinya nilai *asset* pada periode waktu tertentu. Secara umum terdapat 2 jenis volatilitas, yaitu volatilitas yang diakibatkan *variance* yang konstan (homoskedastik) dan *variance* yang berubah terhadap waktu (heteroskedastik). Untuk data yang bersifat homoskedastik, pendekatan *standard deviation* normal sudah cukup memadai untuk melakukan estimasi volatilitas.

Salah satu asumsi *OLS* yang harus terpenuhi agar *estimator* bersifat *BLUE* (*Best Linear Unbiased Estimation*) adalah $VaR(u_i) = \sigma^2$ atau konstan. Data heteroskedastik memiliki *variance* yang tidak konstan terhadap waktu, sehingga data heteroskedastik telah melanggar asumsi *OLS*. Terdapat beberapa pengujian yang dapat digunakan untuk mendeteksi heteroskedastik. Salah satu metode

pengujian yang akan dipakai pada tesis ini adalah *White's General Heteroskedasticity Test*. *White's General Heteroskedasticity test* akan dibahas lebih lanjut pada Bab 3.

Untuk data yang bersifat heteroskedastik, terdapat dua pendekatan estimasi volatilitas yang dapat digunakan yaitu *Exponentially Weighted Moving Average (EWMA)* dan *ARCH/GARCH*.

2.1.3.2.1 *Exponentially Weighted Moving Average (EWMA)*

Metode *EWMA* dipopulerkan oleh suatu *investment banking*, yaitu *J.P Morgan* dengan produknya yang terkenal yaitu *RiskMetricsTM*. *J.P Morgan* meyakini bahwa volatilitas tidaklah konstan terhadap waktu. Dengan menambahkan faktor peluruhan atau *decay factor*, *EWMA* memberikan bobot yang lebih besar atas data terkini dibanding data-data sebelumnya (*exponential smoothing*). Volatilitas *EWMA* dapat dihitung dengan menggunakan formula berikut (*RiskMetricsTM – Technical Document, 1996*):

$$\sigma = \sqrt{(1 - \lambda) \sum_{t=1}^T \lambda^{t-1} (r_t - \bar{r})^2} \quad (2.19)$$

dimana: λ merupakan *decay factor*, t merupakan *time*, r_t merupakan *return* pada periode ke t dan \bar{r} merupakan *mean* dari *return*. Data *return* yang terkini memiliki nilai $t = 1$.

Nilai λ yang digunakan dalam Persamaan (2.19) adalah λ yang optimum, maksudnya adalah λ yang memiliki nilai *Root Mean Square Error (RMSE)* yang terkecil. *Error* merupakan nilai selisih antara *actual variance* dengan *projected variance*. *Actual variance* dapat dihitung dengan Persamaan (2.20) berikut ini:

$$\text{Actual Variance} = r_t^2 \quad (2.20)$$

Projected variance dapat dihitung dengan Persamaan (2.21) berikut:

$$\text{Projected Variance} = \lambda^{(t-1)} (r_t - \bar{r})^2 \quad (2.21)$$

2.1.3.2.2 ARCH/GARCH

Metode ini diilhami dari adanya pemahaman bahwa volatilitas memiliki karakteristik berkelompok-kelompok, utamanya pada periode dimana kondisi pasar sangat berfluktuasi. Kondisi ini disebut dengan *volatility clustering*. Pionir metode ini adalah Robert Engle yang merumuskan *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH). ARCH memiliki dua bentuk Persamaan yang meliputi *mean equation* dan *variance equation*. *Mean equation* merupakan model regresi linier yang memuat hubungan antara *dependent variable* dengan *independent variable*. *Mean equation* model ARCH ditunjukkan pada Persamaan (2.22) di bawah ini (Nachrowi dan Usman, 2006):

$$y_t = b_0 + b_1x_{1t} + b_2x_{2t} + e_t \quad (2.22)$$

dimana: b_0 merupakan *intercept*, b_1 merupakan koefisien *independent variable* x_{1t} , x_{1t} merupakan *independent variable*, b_2 merupakan koefisien *independent variable* x_{2t} , x_{2t} merupakan *independent variable* dan e_t merupakan *error* pada periode ke t . e_t mencerminkan *independent variable* lain yang tidak dimasukkan ke dalam *mean equation*, namun mempengaruhi *dependent variable* y_t . *variance equation* model ARCH(p) diperlihatkan pada Persamaan (2.23) berikut (Nachrowi dan Usman, 2006):

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i e_{t-i}^2 \quad (2.23)$$

dimana: α_0 merupakan *intercept*, α_i merupakan koefisien *independent variable* dan e_{t-1}^2 merupakan *independent variable*. Nilai σ_t^2 akan digunakan untuk perhitungan *VaR* yang terdapat pada Persamaan (2.1). Persamaan (2.23) menjelaskan bahwa σ_t^2 sangat dipengaruhi oleh kuadrat *error* pada satu periode sebelumnya.

Penyempurnaan dari metode ARCH dilakukan oleh murid dari Robert Engle, yaitu Tim Bollerslev yang merumuskan metode yang disebut dengan Generalized ARCH (GARCH). *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH) memiliki bentuk *mean equation* yang sama dengan

Universitas Indonesia

model *ARCH*. Perbedaan antara model *ARCH* dan model *GARCH* terletak pada *variance equation*. Pada model *GARCH variance* dipengaruhi tidak hanya oleh kuadrat *error* pada satu periode sebelumnya tetapi juga dipengaruhi oleh *variance* pada satu periode sebelumnya. Model *variance equation GARCH* (p,q) dituliskan pada Persamaan (2.24) di bawah ini (Nachrowi dan Usman, 2006):

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i e_{t-1}^2 + \sum_{i=1}^q \lambda_i \sigma_{t-1}^2 \quad (2.24)$$

dimana: λ_i merupakan koefisien *independent variable* dan σ_{t-1}^2 merupakan *independent variable*.

Pada model *GARCH* di atas, dimungkinkan terjadi bahwa σ_t^2 juga dipengaruhi oleh salah satu *regressor* yang terdapat pada *mean equation*. Hal ini mengakibatkan Persamaan (2.24) diubah menjadi (Nachrowi dan Usman, 2006):

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i e_{t-1}^2 + \sum_{i=1}^q \lambda_i \sigma_{t-1}^2 + \gamma_1 x_{2t} \quad (2.25)$$

dimana: γ_1 merupakan koefisien *independent variable* dan x_{2t} merupakan *regressor*.

Model *ARCH-M* atau *ARCH in Mean* memunculkan σ_t^2 sebagai salah satu *independent variable* dalam *mean equation*. Perbedaan model *ARCH-M* dengan model *GARCH* terletak pada *mean equation*, dimana pada model *ARCH-M* memiliki tambahan *independent variable* berupa σ_t^2 . Terdapat 2 jenis model *ARCH-M*, yang pertama adalah model *ARCH-M* yang memasukkan σ_t^2 dalam *mean equation* dan dituliskan pada Persamaan (2.29) berikut (Nachrowi dan Usman, 2006):

$$y_t = b_0 + b_1 x_{1t} + b_2 x_{2t} + b_3 \sigma_t^2 + e_t \quad (2.27)$$

dimana: b_0 , b_1 , b_2 , dan b_3 adalah koefisien dari *independent variable*, x_{1t} dan x_{2t} adalah *independent variable*, dan σ_t^2 adalah varians.

Jenis yang kedua adalah model *ARCH-M* yang memasukkan σ_t dalam *mean equation* dan dituliskan dalam Persamaan (2.30) berikut (Nachrowi dan Usman, 2006):

$$y_t = b_0 + b_1x_{1t} + b_2x_{2t} + b_3\sigma_t + e_t \quad (2.28)$$

Dimana: σ_t adalah volatilitas atau *standard deviation*.

2.2 Penelitian Sebelumnya

Pada tahun 2008, penelitian dengan judul Pengukuran *Value at Risk* Risiko Nilai Tukar dengan Estimasi Volatilitas *EWMA* dan *ARCH/GARCH* (Studi Kasus PT. Bank FDR) telah dilakukan oleh Silitonga, Yerry Patumona (2008).

Penelitian tersebut dilakukan pada *portfolio* PT. Bank EOS untuk periode 1 Januari 2005 sampai dengan 31 Januari 2007, dimana *portfolio* terdiri atas 7 mata uang asing yaitu USD, EUR, JPY, AUD, SGD, GBP, dan HKD. Pemodelan tidak hanya menggunakan *GARCH(1,1)* tetapi juga menggunakan jenis model *ARCH/GARCH* yang lain dengan tingkat keyakinan 95%.

Pada penelitian tersebut diperlihatkan bahwa model *VaR single instrument* dengan estimasi volatilitas *EWMA* tidak valid sedangkan model *VaR single instrument* dengan estimasi volatilitas *GARCH* valid. Dengan demikian, estimasi volatilitas *GARCH* dipilih sebagai model terbaik untuk estimasi *variance portfolio*.

Hasil yang diperoleh dari penelitian di atas saling mendukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Heynen dan Kat (1993), yang menyatakan bahwa *GARCH* model memiliki kemampuan yang lebih baik dalam memprediksi *foreign exchange*.

Pada tesis ini akan diukur *foreign exchange risk* pada PT. Bank EOS yang didalam *portfolio* PT. Bank EOS terdapat 12 mata uang asing. Periode penelitian dimulai sejak 1 September 2006 sampai dengan 31 Agustus 2009. *Portfolio* PT. Bank EOS terdiri atas mata uang USD, GBP, JPY, HKD, INR, MUR, AUD, CAD, CHF, EUR,SGD, dan ZAR.

Pada tesis ini digunakan pendekatan *VaR* untuk mengukur *foreign exchange risk* PT. Bank EOS. Estimasi volatilitas digunakan pendekatan *EWMA* dan *ARCH/GARCH* karena kedua pendekatan tersebut merupakan pendekatan estimasi volatilitas untuk data *return* yang memiliki karakteristik heteroskedastik. Pada tesis ini akan dilakukan perbandingan *VaR single instrument* dengan estimasi volatilitas *EWMA* dan *ARCH/GARCH*.

Sama seperti penelitian sebelumnya, pemodelan *ARCH/GARCH* tidak hanya menggunakan *GARCH (1,1)* untuk memodelkan data *return* masing-masing mata uang asing, tetapi juga menggunakan jenis model *ARCH/GARCH* yang lain. Bila pada penelitian sebelumnya digunakan *confident level 95%*, maka pada penelitian kali ini menggunakan *confident level 99%*. Hal ini disebabkan agar hasil *VaR* yang diperoleh sesuai dengan regulasi yang diwajibkan oleh Bank Indonesia sebagai otoritas moneter perbankan kita.

BAB 3

DATA DAN METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Data

Data penelitian yang digunakan pada tesis ini adalah *portfolio* yang terdapat pada PT. Bank EOS dari tanggal 1 September 2006 sampai dengan 31 Agustus 2009. Data tersebut kemudian dibagi dalam dua periode yaitu 1 September 2006 sampai dengan 28 Februari 2008 digunakan untuk membangun volatilitas sedangkan periode 29 Februari 2008 sampai dengan 31 Agustus 2009 digunakan untuk perhitungan *VaR* dan *backtesting*.

Portfolio yang dimiliki oleh PT. Bank EOS terdiri dari mata uang Dollar Amerika Serikat (USD), Poundsterling Inggris (GBP), Yen Jepang (JPY), Dollar Hongkong (HKD), Rupee India (INR), Rupee Mauritius (MUR), Dollar Australia (AUD), Dollar Kanada (CAD), Franc Swiss (CHF), Euro Eropa (EUR), Dollar Singapura (SGD), dan Rand Afrika Selatan (ZAR). Adapun data statistik deskriptif ke 12 mata uang tersebut ditunjukkan pada tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Statistik Deskriptif Data Return 12 Mata Uang Asing Periode 1 September 2006 – 31 Agustus 2009

	USD	GBP	JPY	HKD	INR	MUR
Mean	0,000140	-0,000078	0,000462	0,000144	0,000082	0,000217
Median	0,000216	0,000252	-0,000190	0,000096	-0,000076	0,000228
Maximum	0,129658	0,112477	0,136274	0,129458	0,080986	0,078405
Minimum	-0,074495	-0,048181	-0,118617	-0,074523	-0,055937	-0,103995
Std Deviasi	0,008650	0,009424	0,013341	0,008644	0,009970	0,014966
Skewness	0,410880	0,092472	0,679976	0,002143	0,100719	-0,220419
Kurtosis	81,822870	32,625600	27,263710	81,637050	14,483790	95,227910
Jarque Bera	189519,600	26983,060	17864,950	188635,700	4089,648	1292,919
Prob JBera	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

	AUD	CAD	CHF	EUR	SGD	ZAR
Mean	0,000271	0,000153	0,000347	0,000292	0,000260	0,000025
Median	0,000969	0,000308	0,000275	0,000495	0,000284	-0,000650
Maximum	0,106073	0,112039	0,131723	0,114503	0,126880	0,115230
Minimum	-0,078526	-0,061318	-0,120096	-0,053323	-0,061918	-0,097625
Std Deviasi	0,011167	0,009961	0,013182	0,009499	0,007825	0,014440
Skewness	0,349408	-0,634229	0,899911	0,018293	0,080267	0,390967
Kurtosis	19,322200	31,346700	36,189200	34,512700	104,106700	13,399620
Jarque Bera	8073,798	24611,030	33419,060	30397,030	312355,700	3290,094
Prob JBera	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Data *return* mata uang asing tersebut diturunkan dari nilai kurs pada periode terpilih dan kurs yang digunakan adalah kurs tengah BI. Kurs tengah BI diperoleh situs BI dengan alamat www.bi.go.id. Kurs tengah BI dihitung dengan formula berikut:

$$\text{Kurs tengah BI} = \frac{\text{Kurs penutupan jual} + \text{Kurs penutupan beli}}{2} \quad (3.1)$$

Sedangkan khusus untuk mata uang Rupee India (INR), Rupee Mauritius (MUR), dan Rand Afrika Selatan (ZAR), data diperoleh dari situs www.oanda.com dikarenakan situs resmi BI tidak memiliki data nilai tukar dari ketiga mata uang asing tersebut, serta data yang ada diasumsikan sebagai kurs tengah. Data *return* 12 mata uang asing tersebut dihitung dengan menggunakan *geometric return* yang terdapat pada Persamaan (2.12) yang terdapat dalam Bab 2. Hal ini dikarenakan data *return* 12 mata uang dalam *portfolio* PT. Bank EOS merupakan data *continuous*.

3.1.1 Pengujian Stasionaritas Data *Return*

Pengujian stasionaritas dilakukan dengan menggunakan pendekatan *unit root test* dengan alat bantu perangkat lunak Eview 4.1. Uji *unit root* merupakan salah satu uji *formal* untuk mengetahui apakah data sudah terbebas dari *autokorelasi*. *Autokorelasi* dapat mengakibatkan estimasi menjadi tidak bersifat *Best Linear Unbiased Estimation (BLUE)*.

Uji *unit root* dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Augmented Dickey Fuller (ADF)* karena data *return* merupakan data turunan dari nilai kurs. Metode *ADF* memiliki 2 *hypothesis* yaitu:

$$\begin{aligned} H_0 &: \text{data } return \text{ tidak stasioner} \\ H_1 &: \text{data } return \text{ stasioner} \end{aligned} \quad (3.2)$$

Tes ini dilakukan dengan membandingkan nilai *absolute t-statistic* antara *ADF test statistic* dengan nilai *test critical value* 1%. Dipilih *test critical value* 1% karena pada tesis ini digunakan *confidence level* 99%. Apabila nilai *absolute t-statistic ADF test statistic* lebih besar daripada nilai *absolute t-statistic test critical*

value 1%, maka H_0 ditolak yang berarti dapat dikatakan data sudah stasionaritas. Apabila nilai *absolute t-statistic ADF test statistic* kurang daripada nilai *absolute t-statistic test critical value* 1%, maka H_0 tidak ditolak yang berarti dapat dikatakan data tidak stasioner. Apabila hasil pengujian menunjukkan data tidak stasioner, maka perlu dilakukan *differencing* dan mengulang pengujian. Hal ini perlu dilakukan sampai hasil pengujian membuktikan data sudah stasioner.

Pada tesis ini tes stasionaritas dilakukan pada data *return* 12 mata uang asing terpilih, data *return* portfolio dan residu model *ARCH/GARCH* terbaik untuk masing-masing mata uang. Pada residu model *ARCH/GARCH* terbaik dilakukan tes stasionaritas setelah diperoleh korelogram residu. Hal ini dilakukan karena korelogram kurang akurat terutama pada daerah disekitar ambang batas signifikan korelasi.

3.1.2 Pengujian Normalitas Data *Return*

Pengujian normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data memiliki distribusi normal atau tidak. Pengujian ini menggunakan alat bantu perangkat lunak Eview 4.1. Hipotesa yang dipakai adalah:

$$\begin{aligned} H_0 &: \text{data } return \text{ normal} \\ H_1 &: \text{data } return \text{ tidak normal} \end{aligned} \quad (3.3)$$

Normal tidaknya distribusi dari data *return* diketahui dari *probability Jarque-Bera*. Apabila *probability Jarque-Bera* kurang dari 0.01, maka H_0 ditolak yang berarti dapat dikatakan data tidak normal. Apabila *probability Jarque-Bera* lebih besar daripada 0.01, maka H_0 tidak dapat ditolak yang berarti data dianggap normal.

Apabila data memiliki distribusi normal, maka nilai α dihitung dengan menggunakan rumus pada Persamaan (2.3). Apabila data tidak normal, maka α' dihitung dengan menggunakan Persamaan (2.4). α' dapat dihitung dengan memasukkan nilai α , nilai *skewness* (δ) dan nilai *kurtosis* (κ) ke dalam Persamaan (2.4). Nilai *skewness* dan nilai *kurtosis* diperoleh dari hasil pengujian normal untuk masing-masing data *return*.

3.1.3 Pengujian Heteroskedastisitas Data *Return*

Metode yang dipakai untuk menguji apakah varians dari data *return* bersifat homoskedastik ataupun heteroskedastik adalah melakukan *General Heteroskedasticity Test*, atau sering disebut dengan *White Test*, yang terdapat dalam alat bantu perangkat lunak Eview 4.1. Hipotesa yang digunakan adalah:

$$\begin{aligned} H_0 &= \text{variance return bersifat homoskedastik} \\ H_1 &= \text{variance return bersifat heteroskedastik} \end{aligned} \quad (3.4)$$

Parameter yang dipakai adalah *probability F-statistic*. Apabila *probability F-statistic* kurang daripada 0.01, maka H_0 ditolak yang berarti data dikatakan heteroskedastik. Apabila *probability F-statistic* lebih besar daripada 0.01, maka H_0 tidak dapat ditolak yang berarti data dikatakan homoskedastik.

3.2 Estimasi Volatilitas Data Heteroskedastik

3.2.1 Estimasi Volatilitas *EWMA*

Untuk mengestimasi volatilitas dengan metode *EWMA* dapat dimulai dengan menentukan nilai λ (*decay factor*) yang optimum. λ optimum adalah λ yang memiliki *RMSE* terkecil. Tesis ini menggunakan *Solver* yang terdapat pada alat bantu perangkat lunak Excell untuk memperoleh λ optimum.

Error merupakan selisih antar varians sebenarnya (*actual Variance*) dengan varians proyeksi (*projected Variance*). *RMSE* diperoleh dengan cara: mengkuadratkan *error*, mencari *mean* dari kuadrat *error* dan memberi akar kuadrat pada *mean* dari kuadrat *error*. *Actual Variance* dihitung dengan Persamaan (2.220) dan *projected Variance* dihitung dengan Persamaan (2.21).

Setelah nilai λ optimum diperoleh dengan bantuan *Solver*, maka nilai λ optimum akan digunakan untuk perhitungan σ^2 . σ^2 dihitung dengan menggunakan Persamaan (2.19) yang terdapat dalam Bab 2.

3.2.2 Estimasi Volatilitas *ARCH/GARCH*

Untuk mengestimasi volatilitas dengan metode *ARCH/GARCH* digunakan model *univariate* yaitu suatu model regresi dimana data *return* suatu mata uang asing pada periode tertentu dipengaruhi hanya oleh *return* mata uang asing tersebut pada satu periode sebelumnya

Untuk membangun model data *return* digunakan alat bantu perangkat lunak Eviews 4.1. Model terbaik dipilih berdasarkan kriteria sebagai berikut yaitu nilai *AIC* terkecil dan *SIC* terkecil serta koefisien *independent variable* baik pada *mean equation* maupun pada *variance equation* menolak H_0 .

Setelah diperoleh model terbaik, maka selanjutnya dilakukan perhitungan nilai σ^2 dengan menggunakan persamaan-persamaan yang terdapat pada sub-bab 2.1.3.2.2. Pada tesis ini, perhitungan nilai σ^2 dilakukan dengan menggunakan menu *GARCH Variance series* yang terdapat dalam alat bantu perangkat lunak Eview 4.1.

3.3 Perhitungan *VaR Single Instrument*

Estimasi volatilitas yang diperoleh baik dengan metode *EWMA* maupun dengan metode *ARCH/GARCH* dapat digunakan untuk mencari *VaR single instrument*. *VaR single instrument* dihitung menggunakan Persamaan (2.1). Perhitungan *VaR single instrument* berdasarkan asumsi *confidence level* 99% dan *holding period* 1 hari. Selain itu, untuk perhitungan nilai *VaR single instrument* maupun *VaR portfolio* digunakan nilai PDN posisi 31 Desember 2007 sebagai nilai *asset* (V_0) untuk setiap mata uang sepanjang periode yang telah dipilih dikarenakan data yang terbatas.

3.4 Perhitungan *Actual Profit-Loss (P/L)*

P/L dihitung dengan mengalikan *actual return* masing-masing mata uang terhadap posisi mata uang dalam *portfolio* PT. Bank EOS.

3.5 Kupiec Test VaR Single Instrument

Kupiec Test dilakukan pada model *VaR single instrument* masing-masing mata uang. *Kupiec test* dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Loglikelihood Ratio (LR)*. *LR* dihitung dengan menggunakan Persamaan (2.14). *Kupiec Test* memiliki 2 buah *hypothesis* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} H_0 &= \text{model VaR valid} \\ H_1 &= \text{model VaR tidak valid} \end{aligned} \quad (3.5)$$

Apabila *LR* kurang daripada *Chi-square critical value*, maka H_0 tidak ditolak yang berarti model *VaR* valid. Apabila *LR* lebih besar daripada *Chi-square critical value*, maka H_0 ditolak yang berarti model *VaR* tidak valid. Model *VaR* yang valid akan dianggap sebagai model yang terbaik dan untuk selanjutnya akan digunakan untuk perhitungan *VaR portfolio*.

Chi-square critical value (χ^2) diperoleh dengan menggunakan alat bantu perangkat lunak Excell sebagai berikut:

$$\chi^2 = \text{chiinv}(1 - \text{confidence level}, \text{df}) \quad (3.6)$$

Dimana: *confidence level* yang digunakan sebesar 99%, *df* (*degree of freedom*) ditentukan berdasarkan jumlah *failure rate*.

3.6 Perhitungan Return Portfolio

Formulasi yang digunakan untuk menghitung *Return portfolio* terdapat pada persamaan (2.7). Pada proses perhitungan *return portfolio* dan *variance portfolio* diperlukan data *weighted* mata uang asing dan korelasi data *return*. Selanjutnya, *return portfolio* diuji tes stasionaritas dan tes normal.

3.7 Perhitungan VaR Portfolio

Untuk menghitung *VaR portfolio*, estimasi volatilitas dari model *VaR* terbaik digunakan dalam perhitungan variansnya dengan menggunakan Persamaan (2.5). Korelasi antar instrumen dihitung dengan menggunakan Persamaan (2.6). Pada

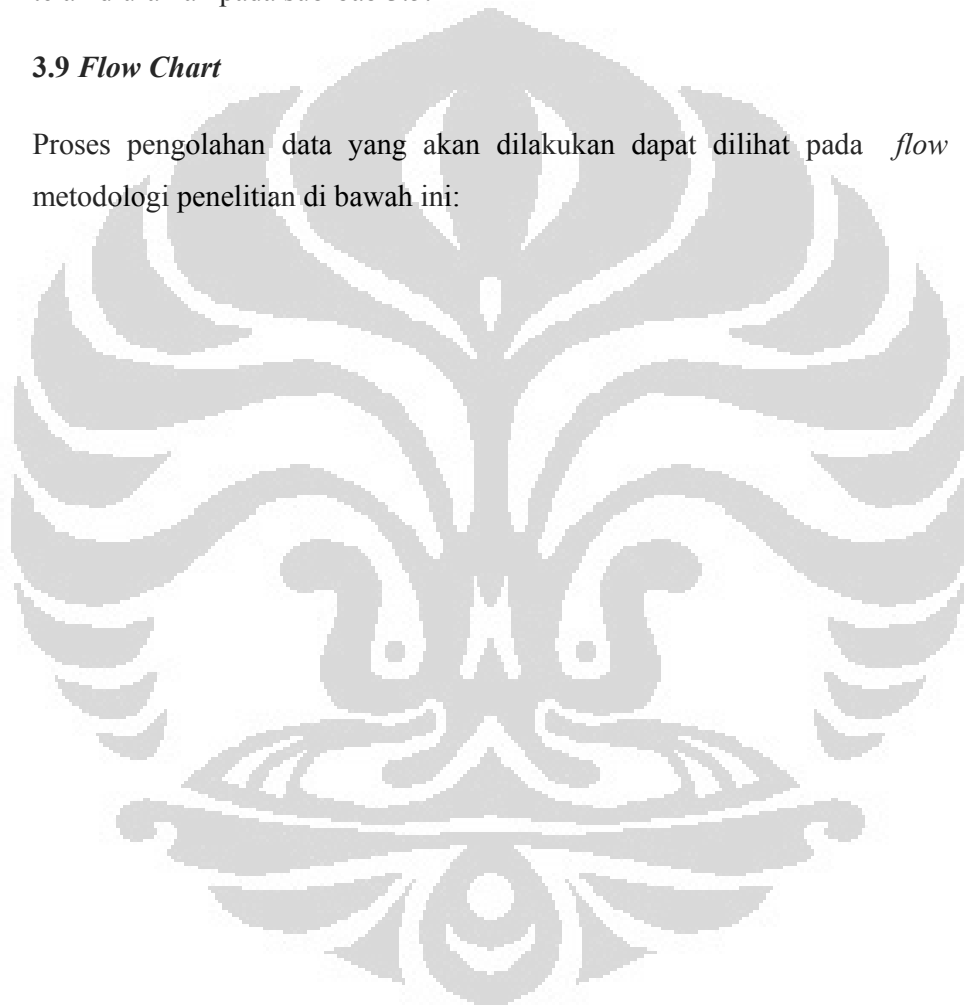
perhitungan model *VaR portfolio* digunakan asumsi *confidence level* 99% dan *holding period* 1 hari.

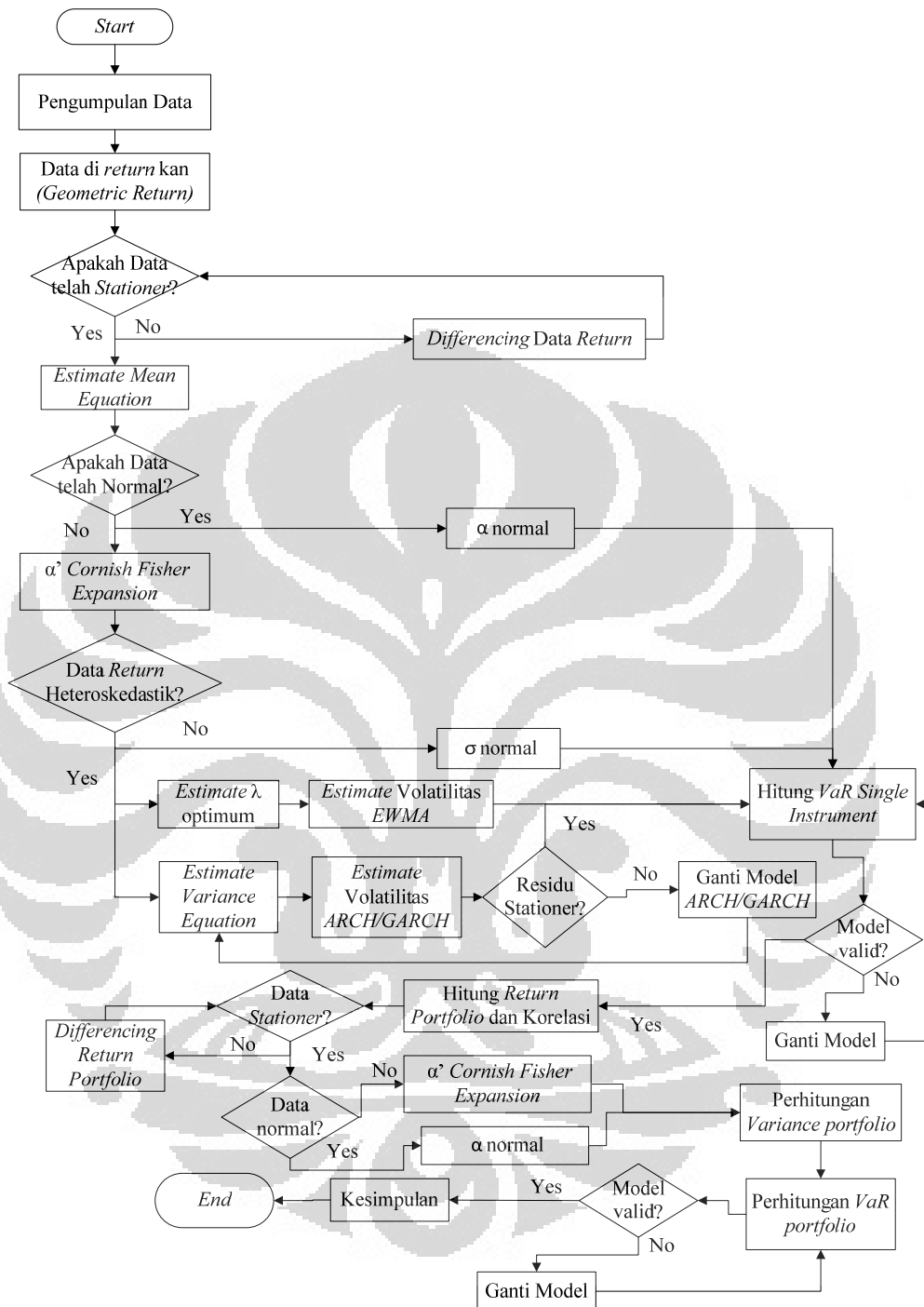
3.8 Kupiec Test VaR Portfolio

Metode yang dipakai untuk melakukan *Kupiec Test VaR portfolio* sama dengan *Kupiec Test single instrument*. Metode Pelaksanaan *Kupiec Test* dan *hypothesis* telah diuraikan pada sub-bab 3.5.

3.9 Flow Chart

Proses pengolahan data yang akan dilakukan dapat dilihat pada *flow chart* metodologi penelitian di bawah ini:





Gambar 3.1 Flow Chart Metodologi Penelitian

Sumber : Silitonga, Yerry Patumona (2008) dan diolah kembali

BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Hal-hal yang akan dipaparkan dalam bab ini adalah mengenai proses perhitungan data *return* nilai tukar, pengujian data *return* nilai tukar, perhitungan *VaR* instrumen tunggal, pengujian validitas *VaR* instrumen tunggal, perhitungan *VaR portfolio* serta pengujian validitas *VaR portfolio*.

4.1 Perhitungan Data *Return* Nilai Tukar

Dikarenakan data *return* nilai tukar bersifat *continous*, sehingga data *return* tersebut dihitung dengan menggunakan formula *geometric return*. Hasil perhitungan data *return* untuk 12 mata uang asing dapat dilihat pada halaman lampiran sedangkan karakteristik dari mata uang asing tersebut dapat dilihat pada tabel 3.1.

4.2 Pengujian Data *Return* Nilai Tukar

Data kurs mata uang asing yang telah *direturnkan*, selanjutnya diuji dengan beberapa pengujian sebelum dilakukan perhitungan *VaR*. Pengujiannya meliputi uji stasionaritas, uji normalitas, serta uji heteroskedastisitas.

4.2.1 Uji Stasionaritas Data *Return* Nilai Tukar

Pada tesis ini digunakan alat bantu perangkat lunak Eviews 4.1 untuk melakukan uji stasionaritas pada data *return* nilai tukar. Uji stasionaritas yang dipilih adalah *unit root test* dengan pendekatan *Augmented Dickey Fuller (ADF)* karena data *return* 12 mata uang asing ini merupakan data turunan dari nilai tukar masing-masing mata uang asing. Uji stasionaritas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah terdapat autokorelasi pada data *return* yang diuji. Autokorelasi dapat mengakibatkan model tidak *fit* dengan aktual atau dengan kata lain mengakibatkan model menjadi tidak memiliki karakteristik *blue (best linear unbiased estimation)*.

Uji stasionaritas dilakukan dengan membandingkan nilai *absolute ADF test statistic* dengan nilai absolut *test critical value* 1% level. Dipilih *test critical value* 1% level karena pada perhitungan *VaR* pada tesis ini digunakan *confident level* 99%. Nilai *ADF test statistic* dan *critical value* terdapat pada output Eviews 4.1 yang dapat dilihat pada halaman lampiran. Data *return* dapat dikatakan stasioner bila nilai absolut *ADF test statistic* lebih besar daripada nilai absolut *test critical value* 1% level. Bila nilai absolut *ADF test statistic* kurang daripada nilai absolut *test critical value* 1% level, maka data *return* dianggap tidak stasioner. Ringkasan hasil tes stasionaritas untuk 12 mata uang asing dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Stationary Test Result Data Return 12 Mata Uang Asing

NO	Mata Uang	<i>Absolute ADF test statistic</i>	<i>Absolute Critical value 1% level</i>	Kesimpulan Pengujian
1	USD	29.07155	3.439142	Stationer
2	GBP	26.49913	3.439142	Stationer
3	JPY	28.73485	3.439142	Stationer
4	HKD	29.03318	3.439142	Stationer
5	INR	29.19774	3.439142	Stationer
6	MUR	26.16506	3.439155	Stationer
7	AUD	27.53372	3.439142	Stationer
8	CAD	29.61094	3.439142	Stationer
9	CHF	22.80363	3.439155	Stationer
10	EURO	27.59923	3.439142	Stationer
11	SGD	28.63107	3.439142	Stationer
12	ZAR	25.00248	3.439142	Stationer

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Berdasarkan Tabel 4.1 di atas, untuk 12 mata uang asing memiliki nilai absolut *ADF statistic* lebih besar daripada nilai *absolute critical value* 1% level, sehingga dapat dikatakan bahwa data *return* 12 mata uang asing di atas sudah stasioner.

4.2.2 Uji Normalitas Data *Return* Nilai Tukar

Uji normalitas data *return* nilai tukar dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah data *return* memiliki distribusi normal atau tidak. Bila data *return* memiliki distribusi normal, maka nilai α yang digunakan adalah nilai α yang sesuai dengan *z-score* (α normal). Bila data *return* memiliki distribusi tidak normal, maka digunakan α' yang dapat dihitung dengan formula *Cornish Fisher Expansion*.

Sama seperti uji stasionaritas, uji normalitas juga menggunakan alat bantu perangkat lunak Eviews 4.1. Pada *output* Eviews dapat diperoleh nilai probabilitas *Jarque Bera* untuk data *return* masing-masing nilai tukar. Hasil uji normalitas untuk 12 mata uang asing dengan Eviews 4.1 dapat dilihat di lampiran. Uji normalitas dilakukan dengan membandingkan nilai probabilitas *Jarque Bera* dengan *critical value* 0.01. Bila nilai probabilitas *Jarque Bera* lebih besar daripada 0.01, maka data *return* dianggap memiliki distribusi normal. Bila nilai probabilitas *Jarque Bera* kurang dari 0.01, maka data *return* dikatakan memiliki distribusi tidak normal. Rangkuman hasil uji normalitas untuk 12 mata uang asing dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.2 Normality Test Result Data Return 12 Mata Uang Asing

NO	Mata Uang	<i>Jarque Bera</i>	<i>Probability Jarque Bera</i>	<i>Probability critical value</i>	Kesimpulan Pengujian
1	USD	189519.600	0.000000	0.01	Tidak Normal
2	GBP	26983.060	0.000000	0.01	Tidak Normal
3	JPY	17864.950	0.000000	0.01	Tidak Normal
4	HKD	188635.700	0.000000	0.01	Tidak Normal
5	INR	4089.648	0.000000	0.01	Tidak Normal
6	MUR	1292.919	0.000000	0.01	Tidak Normal
7	AUD	8073.798	0.000000	0.01	Tidak Normal
8	CAD	24611.030	0.000000	0.01	Tidak Normal
9	CHF	33419.060	0.000000	0.01	Tidak Normal
10	EURO	30397.030	0.000000	0.01	Tidak Normal
11	SGD	312355.700	0.000000	0.01	Tidak Normal
12	ZAR	3290.094	0.000000	0.01	Tidak Normal

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Dari Tabel 4.2, dapatlah disimpulkan bahwa data *return* 12 mata uang asing memiliki distribusi yang tidak normal, sehingga perlu dihitung nilai α'

untuk masing-masing data *return*. α' dari masing-masing data *return* ditunjukkan pada Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.3 Cornish Fisher Expansion (α') Data Return 12 Mata Uang Asing

NO	Mata Uang	α	Skewness	α'
1	USD	2,326347874	3,607876	0,326580131
2	GBP	2,326347874	1,892472	0,934783428
3	JPY	2,326347874	0,679976	1,826350819
4	HKD	2,326347874	3,609143	0,327511776
5	INR	2,326347874	0,910719	1,65668186
6	MUR	2,326347874	-0,220419	2,488425434
7	AUD	2,326347874	0,349408	2,069422672
8	CAD	2,326347874	1,585247	1,160690806
9	CHF	2,326347874	0,899911	1,664629152
10	EURO	2,326347874	1,718293	1,062859988
11	SGD	2,326347874	5,080267	1,409252407
12	ZAR	2,326347874	0,390967	2,038863686

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Nilai α' pada Tabel 4.3 akan digunakan untuk perhitungan nilai *VaR single instrument* baik dengan volatilitas *EWMA* maupun *ARCH/GARCH*.

4.2.3 Uji Heteroskedastisitas Data Return Nilai Tukar

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah data *return* bersifat homoskedastik atau heteroskedastik. Uji Heteroskedastisitas dilakukan dengan menggunakan alat bantu perangkat lunak Eviews 4.1. Hasil pengujian terhadap data *return* 12 mata uang asing dapat dilihat pada lampiran 13 s/d lampiran 24.

Uji Heteroskedastisitas dilakukan dengan membandingkan nilai probabilitas *F-statistic* dengan *probability critical value* sebesar 0.01. Bila nilai probabilitas *F-statistic* lebih besar daripada 0.01, maka data *return* dianggap homoskedastik. Bila nilai probabilitas *F-statistic* kurang dari 0.01 maka data *return* dianggap heteroskedastik. Rangkuman hasil uji Heteroskedastisitas untuk data *return* dari 12 mata uang asing dapat dilihat pada Tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4.4 *Heteroskedasticity Test Result Data Return 12 Mata Uang Asing*

No	Mata Uang	Probability F-statistic	Probability critical value	Kesimpulan Pengujian
1	USD	0.000000	0.01	Heteroskedastik
2	GBP	0.000456	0.01	Heteroskedastik
3	JPY	0.000000	0.01	Heteroskedastik
4	HKD	0.000000	0.01	Heteroskedastik
5	INR	0.000000	0.01	Heteroskedastik
6	MUR	0.000000	0.01	Heteroskedastik
7	AUD	0.000006	0.01	Heteroskedastik
8	CAD	0.000001	0.01	Heteroskedastik
9	CHF	0.000000	0.01	Heteroskedastik
10	EURO	0.000018	0.01	Heteroskedastik
11	SGD	0.000000	0.01	Heteroskedastik
12	ZAR	0.000004	0.01	Heteroskedastik

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Dari Tabel 4.4 di atas, disimpulkan bahwa ke 12 data *return* mata uang asing semuanya bersifat heteroskedastik. Untuk *return* yang bersifat heteroskedastik, dapat digunakan metode *EWMA* maupun *ARCH/GARCH* untuk mengestimasi volatilitasnya.

4.3 Perhitungan Volatilitas Data Return

Volatilitas data *return* diestimasi dengan menggunakan dua buah pendekatan yaitu, *EWMA* dan *ARCH/GARCH*.

4.3.1 Metode *EWMA*

Estimasi volatilitas dengan metode *EWMA* diawali dengan penentuan nilai *decay factor*. *Decay factor* merupakan bobot relatif dari data observasi yang digunakan dalam estimasi volatilitas. *Decay factor* yang digunakan untuk perhitungan volatilitas adalah *decay factor* optimum yaitu *decay factor* yang memiliki nilai *RMSE* (*Root Mean Square Error*) terkecil. *Decay factor* optimum ditentukan dengan menggunakan bantuan Solver pada perangkat lunak Excell. Rangkuman nilai *decay factor* optimum data *return* dari 7 mata uang asing dapat dilihat pada Tabel 4.5 di bawah ini.

Tabel 4.5 *Decay Factor Optimum Data Return*12 Mata Uang Asing

No.	Mata Uang	λ (Decay Factor)	RMSE
1	USD	0.98897	0.000031068563954
2	GBP	0.98919	0.000040197510995
3	JPY	0.99017	0.000095194636952
4	HKD	0.98897	0.000028573101820
5	INR	0.98992	0.000050280197075
6	MUR	0.99011	0.000295315418213
7	AUD	0.98971	0.000099042557136
8	CAD	0.99005	0.000207783928719
9	CHF	0.98998	0.000433046625402
10	EURO	0.98980	0.000062764162109
11	SGD	0.98896	0.000042271632702
12	ZAR	0.98985	0.000117783040960

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Di bawah ini ditunjukkan hasil *Output Solver* untuk setiap data *return* nilai tukar:

Tabel 4.6 *Output Solver Decay Factor (λ) dan RMSE Data Return USD*

Microsoft Excel 12.0 Answer Report
Worksheet: [EWMA USD MARS.xls]29 Feb 08
Report Created: 27/10/2009 23:18:10
Target Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$J\$368	RMSE Error Square	0,000035091778925	0,000031068563954

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$F\$3	DF	0,98	0,99

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$J\$368	RMSE Error Square	0,000031068563954	\$J\$368>=0.0000301303831890582	Binding	0,0000000000000000

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Tabel 4.7 Output Solver Decay Factor (λ) dan RMSE Data Return GBP

Microsoft Excel 12.0 Answer Report
Worksheet: [EWMA GBP MARS.xls]29 Feb 08
Report Created: 28/10/2009 10:56:56
 Target Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
SJS368	RMSE Error Square	0.000040197510995	0.000040197510995

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
SFS3	DF	0.99	0.99

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
SJS368	RMSE Error Square	0.000040197510995	SJS368 := 0.0000392413529230455	Binding	0.000000000000000

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Tabel 4.8 Output Solver Decay Factor (λ) dan RMSE Data Return JPY

Microsoft Excel 12.0 Answer Report
Worksheet: [EWMA JPY MARS.xls]29 Feb 08
Report Created: 27/10/2009 12:37:48
 Target Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
SJS368	RMSE Error Square	0.000119246285939	0.000095194636952

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
SFS3	DF	0.98	0.99

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
SJS368	RMSE Error Square	0.000095194636952	SJS368 := 0.0000958801600703683	Binding	0.000000000000000

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Tabel 4.9 Output Solver Decay Factor (λ) dan RMSE Data Return HKD

Microsoft Excel 12.0 Answer Report

Worksheet: [EWMA HKD MARS.xls]29 Feb 08

Report Created: 27/10/2009 11:08:23

Target Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
SJS368	RMSE Error Square	0.000032799018823	0.000028573101820

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
SF53	DF	0.98	0.99

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
SJS368	RMSE Error Square	0.000028573101820	SJS368 >= 0.0000276211138989924	Binding	0.000000000000000

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Tabel 4.10 Output Solver Decay Factor (λ) dan RMSE Data Return INR

Microsoft Excel 12.0 Answer Report

Worksheet: [EWMA INR MARS.xls]29 Feb 08

Report Created: 10/29/2009 9:39:22 PM

Target Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
SJS368	RMSE Error Square	0.000069174161411	0.000050280197075

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
SF53	DF	0.98	0.99

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
SJS368	RMSE Error Square	0.000050280197075	SJS368 >= 0.0000500502429853494	Binding	0.000000000000000

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Tabel 4.11 Output Solver Decay Factor (λ) dan RMSE Data Return MUR

Microsoft Excel 12.0 Answer Report

Worksheet: [EWMA MUR MARS.xls]29 Feb 08

Report Created: 10:29:2009 9:47:28 PM

Target Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
SJS368	RMSE Error Square	0,000325948489115	0,000295315418213

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
SFS3	DF	0,98	0,99

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
SJS368	RMSE Error Square	0,000295315418213	SJS368 >= 0,000296106335847483	Binding	0,000000000000000

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Tabel 4.12 Output Solver Decay Factor (λ) dan RMSE Data Return AUD

Microsoft Excel 12.0 Answer Report

Worksheet: [EWMA AUD MARS.xls]29 Feb 08

Report Created: 21:10:2009 12:12:27

Target Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
SJS367	RMSE Error Square	0,000115283190579	0,000099042557136

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
SFS3	DF	0,98	0,99

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
SJS367	RMSE Error Square	0,000099042557136	SJS367 >= 0,000098138688616	Binding	0,000000000000000

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Tabel 4.13 Output Solver Decay Factor (2) dan RMSE Data Return CAD

Microsoft Excel 12.0 Answer Report

Worksheet: [EWMA CAD MARS.xls]29 Feb 08

Report Created: 28/10/2009 12:39:00

Target Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$J\$368	RMSE Error Square	0.000298236021716	0.000207783928719

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$F\$3	DF	0.97	0.99

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$J\$368	RMSE Error Square	0.000207783928719	\$J\$368 >= 0.00020834392230872	Binding	0.000000000000000

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Tabel 4.14 Output Solver Decay Factor (2) dan RMSE Data Return CHF

Microsoft Excel 12.0 Answer Report

Worksheet: [EWMA CHF MARS.xls]29 Feb 08

Report Created: 28/10/2009 14:21:47

Target Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$J\$368	RMSE Error Square	0.000686833139800	0.000433046625402

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$F\$3	DF	0.98	0.99

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$J\$368	RMSE Error Square	0.000433046625402	\$J\$368 >= 0.00043239582	Binding	0.000000000000000

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Tabel 4.15 Output Solver Decay Factor (2) dan RMSE Data Return EUR

Microsoft Excel 12.0 Answer Report
 Worksheet: [EWMA EUR MARS.xls]29 Feb 08
 Report Created: 27/10/2009 0:59:46
 Target Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
SJS368	RMSE Error Square	0,000069060681863	0,000062764162109

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
SFS3	DF	0,98	0,99

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
SJS368	RMSE Error Square	0,000062764162109	SJS368 >= 0,0000624720703914994	Binding	0,000000000000000

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Tabel 4.16 Output Solver Decay Factor (2) dan RMSE Data Return SGD

Microsoft Excel 12.0 Answer Report
 Worksheet: [EWMA SGD MARS.xls]29 Feb 08
 Report Created: 27/10/2009 21:51:55
 Target Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
SJS368	RMSE Error Square	0,000045223342478	0,000042271632702

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
SFS3	DF	0,98	0,99

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
SJS368	RMSE Error Square	0,000042271632702	SJS368 >= 0,0000413922208562281	Binding	0,000000000000000

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Tabel 4.17 *Output Solver Decay Factor (2) dan RMSE Data Return ZAR*

Microsoft Excel 12.0 Answer Report
Worksheet: [EWMA ZAR MARS.xls]29 Feb 08
Report Created: 10:29:2009 9:25:47 PM
Target Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$J\$368	RMSE Error Square	0.000140627770845	0.000117783040960

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$F\$3	DF	0.98	0.99

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$J\$368	RMSE Error Square	0.000117783040960	\$J\$368>=0.000117186	Binding	0.000000000000000

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Nilai *decay factor* yang telah dirangkum dalam Tabel 4.5 selanjutnya digunakan dalam melakukan estimasi volatilitas *EWMA*. Hasil lengkap estimasi volatilitas *EWMA* data *return* dapat dilihat pada lampiran 25 s/d lampiran 36.

4.3.2 Metode *ARCH/GARCH*

Estimasi volatilitas metode *ARCH/GARCH* diawali dengan membangun beberapa model dari data *return*. Penentuan besarnya volatilitas diperoleh dari hasil *run* dengan alat bantu Eviews 4.1. Adapun langkah – langkah nya adalah sebagai berikut :

- Membangun model secara tentatif dengan melihat nilai ACF dan PACF dari korelogram data *return*.
- Mendeteksi ada tidaknya unsur *ARCH* dengan menganalisa korelogram dari kuadrat residual ataupun dengan uji *ARCH-LM*.
- Bila ditemukan adanya unsur *ARCH*, maka barulah dibangun model *ARCH/GARCH* nya secara iteratif hingga unsur *ARCH* nya secara statistik dianggap tidak ada lagi yaitu dengan uji *ARCH-LM*.

Kriteria yang digunakan dalam menentukan model *ARCH/GARCH* yang paling optimum adalah R^2 , probabiliti *F-statistic*, koefisien variabel bebas pada *variance equation*, *AIC* dan *Schwarz Criterion* serta prinsip *parsimony* (memilih model

yang lebih sederhana). Model – model persamaan yang telah dibangun untuk tiap – tiap data *return* nilai tukar dapat dilihat pada lampiran 49 s/d lampiran 84.

Untuk mengestimasi volatilitas data *return* USD dibangun 24 model. Dipilih model *ARCH-M Variance* (1,1) sebagai model terbaik karena memiliki nilai R^2 dan *adjusted R*² tertinggi, *Probability F-statistic* yang signifikan serta semua *independent variable* pada *variance equation* signifikan. Hasil lengkap model-model yang dibangun dapat dilihat pada lampiran 49. *Mean equation* dari model *ARCH-M Variance* (1,1) adalah:

$$\text{Return USD}_t = -0.000165 - 0.053848 \text{Return USD}_{t-1} - 0.618390 \sigma_t^2$$

(-3.007929)
(-2.382319)
(-4.110264)

dimana: () merupakan nilai *t-statistic*.

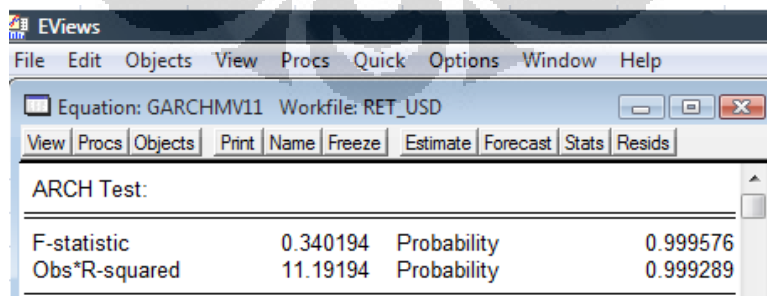
variance equation dari model *ARCH-M Variance* (1,1) adalah:

$$\sigma_t^2 = 1.24E - 06 + 0.391708 \varepsilon_{t-1}^2 + 0.690781 \sigma_{t-1}^2$$

(7.841201)
(14.91939)
(39.60223)

Untuk memastikan ada tidaknya unsur *ARCH* dalam model persamaan di atas, maka dilakukan pengujian dengan uji *ARCH-LM* dengan menggunakan *lag* 30. Hasil pengujian *ARCH-LM* pada tabel 4.18 memperlihatkan bahwa, *probability Obs*R squared* sebesar 0,999289 sehingga disimpulkan bahwa model terbaik secara statistik tidak mengandung unsur *ARCH*.

Tabel 4.18 Output ARCH-LM Test Untuk Data Return USD



ARCH Test:			
F-statistic	0.340194	Probability	0.999576
Obs*R-squared	11.19194	Probability	0.999289

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Untuk mengestimasi volatilitas data *return* GBP dibangun 27 model. Model terbaik yang dipilih adalah *ARCH-M Variance (1,0) Regressor* karena memiliki nilai R^2 tertinggi, nilai *AIC* dan *Schwarz Criterion* terkecil serta semua *independent variable* pada *variance equation* signifikan.

Hasil lengkap model-model yang dibangun untuk volatilitas *return* GBP dapat dilihat pada lampiran 50. *Mean equation* dari model *ARCH-M Variance (1,0) Regressor* adalah sebagai berikut:

$$\text{Return GBP}_t = 4.57E - 04 + 0.076741 \text{Return GBP}_{t-1} - 7.671529\sigma_t^2$$

(3.235233) (2.087601) (-2.643048)

Variance equation dari model *ARCH-M Variance (1,0) Regressor* adalah sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = 4.77E - 05 + 0.611330\varepsilon_{t-1}^2 + 0.002767\text{Return GBP}_{t-1}$$

(17.50993) (12.62749) (5.245503)

Pada *variance equation* di atas terdapat Return GBP_{t-1} sebagai salah satu *independent variable*. Dasar pertimbangan untuk menambahkan Return GBP_{t-1} pada *variance equation* adalah adanya hubungan *causality* yang ditunjukkan oleh *Granger Causality Test*. *Granger Causality Test* dilakukan dengan menggunakan alat bantu perangkat lunak Eviews 4.1, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.19 di bawah ini.

Tabel 4.19 Output Granger Causality Test Untuk Data Return GBP

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Probability
RETURN_GBP does not Granger Cause V...	723	96.7884	0.00000
VARIANS_GBP does not Granger Cause RETUR...	723	4.70248	0.00935

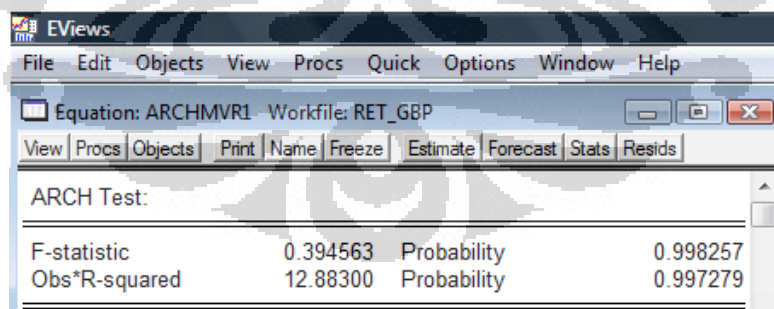
Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Pada Tabel 4.19 terdapat 2 buah *null hypothesis* yaitu H_0 : *return* GBP tidak mempengaruhi *variance* GBP, H_1 : *return* GBP mempengaruhi *variance* GBP dan H_0 : *variance* GBP tidak mempengaruhi *return* GBP, H_1 : *variance* GBP mempengaruhi *Return* GBP. Terkait dengan *variance equation* untuk data *return* GBP di atas, maka pembahasan lebih diarahkan pada H_0 : *return* GBP tidak mempengaruhi *variance* GBP, H_1 : *return* GBP mempengaruhi *variance* GBP.

Pada Tabel 4.19 untuk *hypothesis* H_0 : *return* GBP tidak mempengaruhi *variance* GBP ditunjukkan nilai *Probability F-Statistic* sebesar 0.00000. Nilai *Probability F-Statistic* kurang daripada *probability critical value* sebesar 0.01, sehingga H_0 : *return* GBP tidak mempengaruhi *variance* GBP ditolak. Hal ini berarti *return* GBP mempengaruhi *variance* GBP. Jadi berdasarkan hasil *Granger Causality Test* adalah tepat untuk memasukkan *return* GBP_{t-1} pada *variance equation*.

Uji *ARCH-LM* digunakan untuk memastikan ada tidaknya unsur *ARCH* dalam model persamaan di atas. Dari hasil pengujian *ARCH-LM* pada tabel 4.20 disimpulkan bahwa uji *ARCH-LM* dengan menggunakan *lag* 30 untuk model terbaik, secara statistik tidak mengandung unsur *ARCH*. Hal itu diketahui dari *probability Obs*R squared* sebesar 0,997279.

Tabel 4.20 Output ARCH-LM Test Untuk Data Return GBP



ARCH Test:			
F-statistic	0.394563	Probability	0.998257
Obs*R-squared	12.88300	Probability	0.997279

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Untuk mengestimasi volatilitas data *return* JPY dibangun 27 model. Model terbaik yang dipilih adalah *ARCH-M Variance* (2,1) karena memiliki nilai R^2 dan *adjusted R²* tertinggi, *Probability F-statistic* yang signifikan serta semua

independent variable pada *variance equation* signifikan. Hasil lengkap model-model yang dibangun dapat dilihat pada lampiran 51. *ARCH-M Variance* (2,1) memiliki *mean equation* sebagai berikut:

$$\text{Return YEN}_t = 7.15E - 05 - 0.069123 \text{ Return YEN}_{t-1} - 1.965659\sigma_t^2$$

$$(6.161111) \quad (-3.489039) \quad (-7.479915)$$

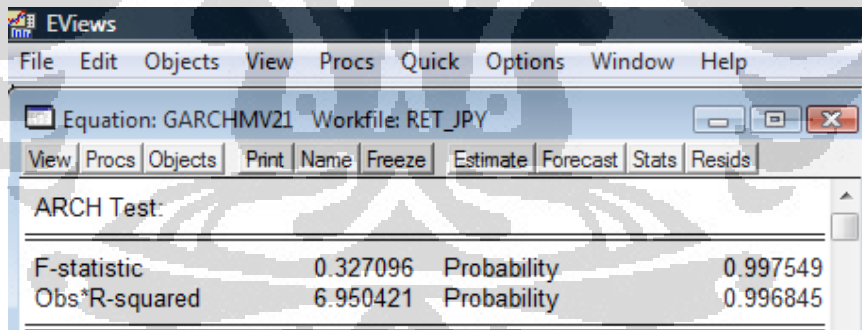
ARCH-M Variance (2,1) memiliki *variance equation* sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = 2.88E - 06 + 0.266731\varepsilon_{t-1}^2 - 0.145066\varepsilon_{t-2}^2 + 0.862309\sigma_{t-1}^2$$

$$(4.278717) \quad (6.248762) \quad (-3.028139) \quad (41.03061)$$

Untuk memastikan ada tidaknya unsur *ARCH* dalam model persamaan di atas, maka dilakukan pengujian dengan uji *ARCH-LM* dengan menggunakan *lag* 30. Hasil pengujian *ARCH-LM* pada tabel 4.21 memperlihatkan bahwa, *probability Obs*R squared* sebesar 0,996845 sehingga disimpulkan bahwa model terbaik secara statistik tidak mengandung unsur *ARCH*.

Tabel 4.21 Output ARCH-LM Test Untuk Data Return JPY



ARCH Test:			
F-statistic	0.327096	Probability	0.997549
Obs*R-squared	6.950421	Probability	0.996845

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Untuk mengestimasi volatilitas data *return* HKD dibangun 24 model. Model terbaik yang dipilih adalah *ARCH-M Variance* (1,0) *Regressor* karena memiliki nilai R^2 tertinggi, nilai *AIC* dan *Schwarz Criterion* terkecil, *Probability F-statistic* yang signifikan meski tidak semua *independent variable* pada *variance equation*nya signifikan.

Hasil lengkap model-model yang dibangun untuk volatilitas *return* HKD dapat dilihat pada lampiran 52. *Mean equation* dari model *ARCH-M Variance* (1,0) *Regressor* adalah sebagai berikut:

$$\text{Return HKD}_t = 1.35E - 04 - 0.127727 \text{Return HKD}_{t-1} - 4.482135\sigma_t^2$$

$$(5.689300) \quad (-4.170133) \quad (-8.421245)$$

Variance equation dari model *ARCH-M Variance* (1,0) *Regressor* adalah sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = 1.75E - 05 + 0.918784\varepsilon_{t-1}^2 + 0.000503\text{Return HKD}_{t-1}$$

$$(26.54248) \quad (14.12957) \quad (3.360407)$$

Pada *variance equation* di atas terdapat *return* HKD_{t-1} sebagai salah satu *independent variable*. Dasar pertimbangan untuk menambahkan *return* HKD_{t-1} pada *variance equation* adalah adanya hubungan *causality* yang ditunjukkan oleh *Granger Causality Test*. *Granger Causality Test* dilakukan dengan menggunakan alat bantu perangkat lunak Eviews 4.1, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.22 di bawah ini.

Tabel 4.22 Output Granger Causality Test Untuk Data Return HKD

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Probability
RET_HKD does not Granger Cause VARI...	723	210.713	0.00000
VARIANS_HKD does not Granger Cause RET_HKD		17.0756	5.7E-08

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

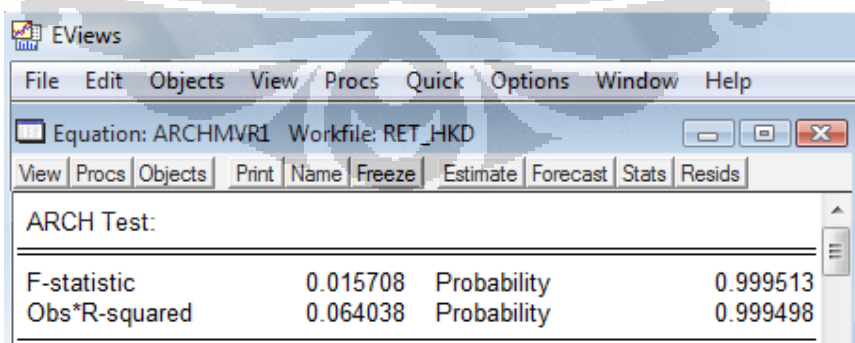
Pada Tabel 4.22 terdapat 2 buah *null hypothesis* yaitu H_0 : *return* HKD tidak mempengaruhi *variance* HKD, H_1 : *return* HKD mempengaruhi *variance*

HKD dan H_0 : *variance* HKD tidak mempengaruhi *return* HKD, H_1 : *variance* HKD mempengaruhi *Return* HKD. Terkait dengan *variance equation* untuk data *return* HKD di atas, maka pembahasan lebih diarahkan pada H_0 : *return* HKD tidak mempengaruhi *variance* HKD, H_1 : *return* HKD mempengaruhi *variance* HKD.

Pada Tabel 4.22 untuk *hypothesis* H_0 : *return* HKD tidak mempengaruhi *variance* HKD ditunjukkan nilai *Probability F-Statistic* sebesar 0.00000. Nilai *Probability F-Statistic* kurang daripada *probability critical value* sebesar 0.01, sehingga H_0 : *return* HKD tidak mempengaruhi *variance* HKD ditolak. Hal ini berarti *return* HKD mempengaruhi *variance* HKD. Jadi berdasarkan hasil *Granger Causality Test* adalah tepat untuk memasukkan $return\ HKD_{t-1}$ pada *variance equation*.

Uji *ARCH-LM* digunakan untuk memastikan ada tidaknya unsur *ARCH* dalam model persamaan di atas. Dari hasil pengujian *ARCH-LM* pada tabel 4.23 disimpulkan bahwa uji *ARCH-LM* dengan menggunakan *lag* 30 untuk model terbaik, secara statistik tidak mengandung unsur *ARCH*. Hal itu diketahui dari *probability Obs*R squared* sebesar 0,999498.

Tabel 4.23 Output ARCH-LM Test Untuk Data Return HKD



ARCH Test:			
F-statistic	0.015708	Probability	0.999513
Obs*R-squared	0.064038	Probability	0.999498

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Untuk mengestimasi volatilitas data *return* INR dibangun 27 model. Model terbaik adalah *ARCH* (2) karena meski tidak memiliki nilai R^2 dan *adjusted* R^2 tertinggi, *Probability F-statistic* yang paling signifikan diantara model – model yang dibangun, namun dengan prinsip *parsimony* yang mengutamakan kesederhanaan model, maka model ini dianggap yang paling optimum karena minimal memiliki *independent variable* pada *variance equation* yang signifikan. Hasil lengkap model-model yang dibangun dapat dilihat pada lampiran 53. *ARCH* (2) memiliki *mean equation* sebagai berikut:

$$\text{Return INR}_t = 0.000383 - 0.081441 \text{Return INR}_{t-1}$$

(2.690239) (-2.850112)

ARCH (2) memiliki *variance equation* sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = 2.71E - 05 + 0.485095\varepsilon_{t-1}^2 + 0.449373\varepsilon_{t-2}^2$$

(15.07225) (14.24522) (9.906688)

Uji *ARCH-LM* digunakan untuk memastikan ada tidaknya unsur *ARCH* dalam model persamaan di atas. Dari hasil pengujian *ARCH-LM* pada tabel 4.24 disimpulkan bahwa uji *ARCH-LM* dengan menggunakan *lag* 30 untuk model terbaik, secara statistik tidak mengandung unsur *ARCH*. Hal itu diketahui dari *probability Obs*R squared* sebesar 0,996684.

Tabel 4.24 Output ARCH-LM Test Untuk Data Return INR

ARCH Test:			
F-statistic	0.017847	Probability	0.996749
Obs*R-squared	0.054356	Probability	0.996684

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Untuk mengestimasi volatilitas data *return* MUR dibangun 25 model. Model terbaik adalah *ARCH-M Variance* (2,1) karena memiliki nilai R^2 tertinggi, nilai *AIC* dan *Schwarz Criterion* terkecil serta semua *independent variable* pada

variance equation signifikan. Hasil lengkap model-model yang dibangun dapat dilihat pada lampiran 54. *ARCH-M Variance (2,1)* memiliki *mean equation* sebagai berikut:

$$\text{Return } MUR_t = 0.008008 - 0.257126 \text{ Return } MUR_{t-1} - 0.591314 \sigma_t^2$$

(3.910035) (-7.553782) (-3.522747)

ARCH-M Variance (2,1) memiliki *variance equation* sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = 1.78E-06 + 0.246729 \varepsilon_{t-1}^2 - 0.227585 \varepsilon_{t-2}^2 + 0.971774 \sigma_{t-1}^2$$

(2.957869) (4.130423) (-3.883236) (133.6788)

Uji *ARCH-LM* digunakan untuk memastikan ada tidaknya unsur *ARCH* dalam model persamaan di atas. Dari hasil pengujian *ARCH-LM* pada tabel 4.25 disimpulkan bahwa uji *ARCH-LM* dengan menggunakan *lag* 30 untuk model terbaik, secara statistik tidak mengandung unsur *ARCH*. Hal itu diketahui dari *probability Obs*R squared* sebesar 0,997393.

Tabel 4.25 Output ARCH-LM Test Untuk Data Return MUR

ARCH Test:			
F-statistic	1.06E-05	Probability	0.997397
Obs*R-squared	1.07E-05	Probability	0.997393

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Untuk mengestimasi volatilitas data *return* AUD dibangun 27 model. Model terbaik yang dipilih adalah *ARCH-M Std Dev (2,1)* karena memiliki nilai R^2 dan *adjusted R²* tertinggi, *Probability F-statistic* yang signifikan serta semua *independent variable* pada *variance equation* signifikan.

Hasil lengkap model-model yang dibangun dapat dilihat pada lampiran 55. *ARCH-M Std Dev (2,1)* memiliki *mean equation* sebagai berikut:

$$\text{Return AUD}_t = 0.000453 - 0.053131 \text{Return AUD}_{t-1} - 0.023289\sigma_t$$

(4.551095) (-2.134987) (-6.250536)

ARCH-M Std Dev (2,1) memiliki *variance equation* sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = 2.47E - 06 + 0.242681\varepsilon_{t-1}^2 - 0.123796\varepsilon_{t-2}^2 + 0.867949\sigma_{t-1}^2$$

(3.777395) (5.518649) (-2.780050) (28.15986)

Uji *ARCH-LM* digunakan untuk memastikan ada tidaknya unsur *ARCH* dalam model persamaan di atas. Dari hasil pengujian *ARCH-LM* pada tabel 4.26 disimpulkan bahwa uji *ARCH-LM* dengan menggunakan *lag* 30 untuk model terbaik, secara statistik tidak mengandung unsur *ARCH*. Hal itu diketahui dari *probability Obs*R squared* sebesar 0,991156.

Tabel 4.26 Output ARCH-LM Test Untuk Data Return AUD

ARCH Test:			
F-statistic	0.516019	Probability	0.995737
Obs*R-squared	27.86629	Probability	0.991156

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Untuk mengestimasi volatilitas data *return CAD* dibangun 27 model. Model terbaik yang dipilih adalah *ARCH-M Variance* (1,1) karena memiliki nilai R^2 dan *adjusted R²* tertinggi, *Probability F-statistic* yang signifikan serta semua *independent variable* pada *variance equation* signifikan.

Hasil lengkap model-model yang dibangun dapat dilihat pada lampiran 56. *ARCH-M Variance* (1,1) memiliki *mean equation* sebagai berikut:

$$\text{Return CAD}_t = -0.000443 - 0.043095 \text{Return CAD}_{t-1} + 6.130476\sigma_t^2$$

(-3.076926) (-7.813608) (4.004360)

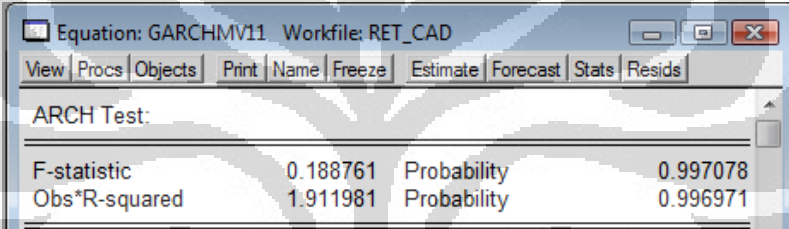
ARCH-M Variance (1,1) memiliki *variance equation* sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = 1.62E - 06 + 0.142376\varepsilon_{t-1}^2 + 0.864615\sigma_{t-1}^2$$

(2.820734) (7.738875) (48.66478)

Uji *ARCH-LM* digunakan untuk memastikan ada tidaknya unsur *ARCH* dalam model persamaan di atas. Dari hasil pengujian *ARCH-LM* pada tabel 4.27 disimpulkan bahwa uji *ARCH-LM* dengan menggunakan *lag* 30 untuk model terbaik, secara statistik tidak mengandung unsur *ARCH*. Hal itu diketahui dari *probability Obs*R squared* sebesar 0,996971.

Tabel 4.27 Output ARCH-LM Test Untuk Data Return CAD



ARCH Test:			
F-statistic	0.188761	Probability	0.997078
Obs*R-squared	1.911981	Probability	0.996971

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Untuk mengestimasi volatilitas data *return* CHF dibangun 27 model. Model terbaik yang dipilih adalah *ARCH-M Variance* (1,0) *Regressor* karena memiliki nilai R^2 tertinggi, nilai *AIC* dan *Schwarz Criterion* terkecil serta semua *independent variable* pada *variance equation* signifikan.

Hasil lengkap model-model yang dibangun untuk volatilitas *return* CHF dapat dilihat pada lampiran 57. *Mean equation* dari model *ARCH-M Variance* (1,0) *Regressor* adalah sebagai berikut:

$$Return\ CHF_t = 0.002930 + 0.056442\ Return\ CHF_{t-1} - 19.25511\sigma_t^2$$

(4.266572) (2.265474) (-4.938124)

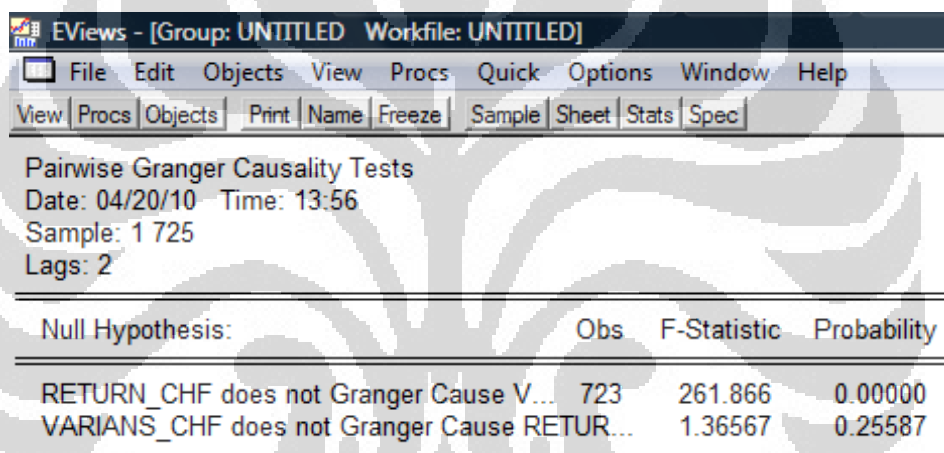
Variance equation dari model *ARCH-M Variance* (1,0) *Regressor* adalah sebagai berikut:

$$\sigma_i^2 = 0.000104 + 0.251028\varepsilon_{t-1}^2 + 0.003453\text{Return CHF}_{t-1}$$

(47.30314) (10.48657) (8.844095)

Pada *variance equation* di atas terdapat *Return CHF*_{t-1} sebagai salah satu *independent variable*. Dasar pertimbangan untuk menambahkan *Return CHF*_{t-1} pada *variance equation* adalah adanya hubungan *causality* yang ditunjukkan oleh *Granger Causality Test*. *Granger Causality Test* dilakukan dengan menggunakan alat bantu perangkat lunak Eviews 4.1, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.28. di bawah ini.

Tabel 4.28 Output Granger Causality Test Untuk Data Return CHF



Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Probability
RETURN_CHF does not Granger Cause V...	723	261.866	0.00000
VARIANS_CHF does not Granger Cause RETUR...		1.36567	0.25587

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

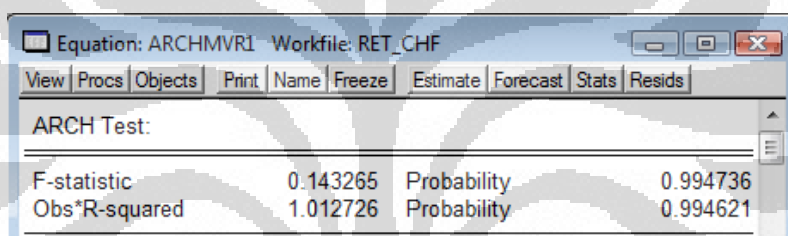
Pada Tabel 4.28 terdapat 2 buah *null hypothesis* yaitu H_0 : *return CHF* tidak mempengaruhi *variance CHF*, H_1 : *return CHF* mempengaruhi *variance CHF* dan H_0 : *variance CHF* tidak mempengaruhi *return CHF*, H_1 : *variance CHF* mempengaruhi *return CHF*. Terkait dengan *variance equation* untuk data *return CHF* di atas, maka pembahasan lebih diarahkan pada H_0 : *return CHF* tidak mempengaruhi *variance CHF*, H_1 : *return CHF* mempengaruhi *variance CHF*.

Pada Tabel 4.28 untuk *hypothesis* H_0 : *return CHF* tidak mempengaruhi *variance CHF* ditunjukkan nilai *Probability F-Statistic* sebesar 0.00000. Nilai

Probability F-Statistic kurang daripada *probability critical value* sebesar 0.01, sehingga H_0 : *return* CHF tidak mempengaruhi *variance* CHF ditolak. Hal ini berarti *return* CHF mempengaruhi *variance* CHF. Jadi berdasarkan hasil *Granger Causality Test* adalah tepat untuk memasukkan *return* CHF $t-1$ pada *variance equation*.

Uji *ARCH-LM* digunakan untuk memastikan ada tidaknya unsur *ARCH* dalam model persamaan di atas. Dari hasil pengujian *ARCH-LM* pada tabel 4.29 disimpulkan bahwa uji *ARCH-LM* dengan menggunakan *lag* 30 untuk model terbaik, secara statistik tidak mengandung unsur *ARCH*. Hal itu diketahui dari *probability Obs*R squared* sebesar 0,994621.

Tabel 4.29 Output ARCH-LM Test Untuk Data Return CHF



Equation: ARCHMVRI Workfile: RET_CHF			
View Procs Objects Print Name Freeze Estimate Forecast Stats Resids			
ARCH Test:			
F-statistic	0.143265	Probability	0.994736
Obs*R-squared	1.012726	Probability	0.994621

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Untuk mengestimasi volatilitas data *return* EURO dibangun 27 model. Model terbaik yang dipilih adalah *ARCH-M Variance (2,2)* karena memiliki nilai R^2 dan *adjusted R²* tertinggi, *Probability F-statistic* yang signifikan serta semua *independent variable* pada *variance equation* signifikan.

Hasil lengkap model-model yang dibangun dapat dilihat pada lampiran 58. *ARCH-M Variance (2,2)* memiliki *mean equation* sebagai berikut:

$$\text{Return } EURO_t = 0.000586 - 0.028687 \text{ Return } EURO_{t-1} - 3.345054\sigma_t^2$$

(2.201692)
(-3.660483)
(-2.780466)

ARCH-M Variance (2,2) memiliki *variance equation* sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = 1.46E - 06 + 0.369492\varepsilon_{t-1}^2 - 0.249770\varepsilon_{t-2}^2 + 0.600711\sigma_{t-1}^2 + 0.275884\sigma_{t-2}^2$$

(3.529961) (6.706045) (-4.976689) (8.548454) (4.556675)

Uji *ARCH-LM* digunakan untuk memastikan ada tidaknya unsur *ARCH* dalam model persamaan di atas. Dari hasil pengujian *ARCH-LM* pada tabel 4.30 disimpulkan bahwa uji *ARCH-LM* dengan menggunakan lag 30 untuk model terbaik, secara statistik tidak mengandung unsur *ARCH*. Hal itu diketahui dari *probability Obs*R squared* sebesar 0,992206.

Tabel 4.30 Output ARCH-LM Test Untuk Data Return EURO

ARCH Test:			
F-statistic	0.189196	Probability	0.992399
Obs*R-squared	1.529539	Probability	0.992206

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Untuk mengestimasi volatilitas data *return* SGD dibangun 27 model. Model terbaik yang dipilih adalah *ARCH-M Variance (2,1) Regressor* karena memiliki nilai R^2 tertinggi, nilai *AIC* dan *Schwarz Criterion* terkecil serta semua *independent variable* pada *variance equation* signifikan.

Hasil lengkap model-model yang dibangun untuk volatilitas *return* SGD dapat dilihat pada lampiran 59. *Mean equation* dari model *ARCH-M Variance (1,0) Regressor* adalah sebagai berikut:

$$Return\ SGD_t = 0.000249 + 0.003534\ Return\ SGD_{t-1} - 4.246883\sigma_t^2$$

(4.344885) (3.061847) (-2.825247)

Variance equation dari model *ARCH-M Variance (2,1) Regressor* adalah sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = 5.67E - 07 + 0.522153\varepsilon_{t-1}^2 - 0.463390\varepsilon_{t-2}^2 + 0.932699\sigma_{t-1}^2 - 3.35E - 04\ ReturnSGD_{t-1}$$

(8.171607) (12.58412) (-11.87888) (121.7612) (-4.685228)

Pada *variance equation* di atas terdapat $return\ SGD_{t-1}$ sebagai salah satu *independent variable*. Dasar pertimbangan untuk menambahkan $Return\ SGD_{t-1}$ pada *variance equation* adalah adanya hubungan *causality* yang ditunjukkan oleh *Granger Causality Test*. *Granger Causality Test* dilakukan dengan menggunakan alat bantu perangkat lunak Eviews 4.1, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.31. di bawah ini.

Tabel 4.31 Output Granger Causality Test Untuk Data Return SGD

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Probability
RETURN_SGD does not Granger Cause V...	723	254.994	0.00000
VARIANS_SGD does not Granger Cause RETUR...	723	8.27142	0.00028

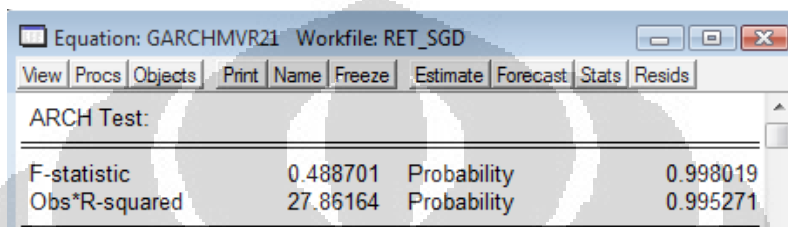
Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Pada Tabel 4.31 terdapat 2 buah *null hypothesis* yaitu H_0 : *return* SGD tidak mempengaruhi *variance* SGD, H_1 : *return* SGD mempengaruhi *variance* SGD dan H_0 : *variance* SGD tidak mempengaruhi *return* SGD, H_1 : *variance* SGD mempengaruhi *return* SGD. Terkait dengan *variance equation* untuk data *return* SGD di atas, maka pembahasan lebih diarahkan pada H_0 : *return* SGD tidak mempengaruhi *variance* SGD, H_1 : *return* SGD mempengaruhi *variance* SGD.

Pada Tabel 4.31 untuk *hypothesis* H_0 : *return* SGD tidak mempengaruhi *variance* SGD ditunjukkan nilai *Probability F-Statistic* sebesar 0.00000. Nilai *Probability F-Statistic* kurang daripada *probability critical value* sebesar 0.01, sehingga H_0 : *return* SGD tidak mempengaruhi *variance* SGD ditolak. Hal ini berarti *return* SGD mempengaruhi *variance* SGD. Jadi berdasarkan hasil *Granger Causality Test* adalah tepat untuk memasukkan $return\ SGD_{t-1}$ pada *variance equation*.

Uji *ARCH-LM* digunakan untuk memastikan ada tidaknya unsur *ARCH* dalam model persamaan di atas. Dari hasil pengujian *ARCH-LM* pada tabel 4.32 disimpulkan bahwa uji *ARCH-LM* dengan menggunakan *lag* 30 untuk model terbaik, secara statistik tidak mengandung unsur *ARCH*. Hal itu diketahui dari *probability Obs*R squared* sebesar 0,995271.

Tabel 4.32 Output ARCH-LM Test Untuk Data Return SGD



ARCH Test:			
F-statistic	0.488701	Probability	0.998019
Obs*R-squared	27.86164	Probability	0.995271

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Untuk mengestimasi volatilitas data *return ZAR* dibangun 27 model. Model terbaik yang dipilih adalah *GARCH* (1,1) karena memiliki nilai R^2 dan *adjusted R²* tertinggi, *Probability F-statistic* yang signifikan serta semua *independent variable* pada *variance equation* signifikan.

Hasil lengkap model-model yang dibangun dapat dilihat pada lampiran 60. *GARCH* (1,1) memiliki *mean equation* sebagai berikut:

$$\text{Return } ZAR_t = 0.000403 + 0.057579 \text{Return } ZAR_{t-1}$$

(2.998252) (2.461081)

GARCH (1,1) memiliki *variance equation* sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = 3.82E - 06 + 0.132562 \varepsilon_{t-1}^2 + 0.854829 \sigma_{t-1}^2$$

(2.918188) (6.913972) (44.44253)

Uji *ARCH-LM* digunakan untuk memastikan ada tidaknya unsur *ARCH* dalam model persamaan di atas. Dari hasil pengujian *ARCH-LM* pada tabel 4.33 disimpulkan bahwa uji *ARCH-LM* dengan menggunakan *lag* 30 untuk model terbaik, secara statistik tidak mengandung unsur *ARCH*. Hal itu diketahui dari *probability Obs*R squared* sebesar 0,991156.

Tabel 4.33 *Output ARCH-LM Test Untuk Data Return ZAR*

ARCH Test:			
F-statistic	0.516019	Probability	0.995737
Obs*R-squared	27.86629	Probability	0.991156

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

4.4 Perhitungan *VaR Single Instrument*

Dalam menghitung *VaR single instrument*, komponen *exposure* yang digunakan adalah nilai PDN tanggal 31 Desember 2007. Hal ini dikarenakan keterbatasan data, sehingga komponen *exposure*nya lebih mirip konstanta daripada nilai PDN harian untuk tiap – tiap nilai tukar. Data untuk perhitungan *VaR* dapat dilihat pada Tabel 4.34 di bawah ini.

Tabel 4.34 *Komponen - Komponen Perhitungan VaR*

	USD	GBP	JPY	HKD	INR	MUR
V_0	27.511.000.000	617.000.000	795.000.000,00	248.000.000	30.906.000.000,00	390.000.000,00
α'	0,326580131	0,934783428	1,826350819	0,327511776	1,65668186	2,488425434
$T^{0.5}$	1	1	1	1	1	1

	AUD	CAD	CHF	EURO	SGD	ZAR
V_0	1.180.000.000	171.000.000	150.000.000	1.377.000.000	16.629.000.000	10.000.000,00
α'	2,069422672	1,160690806	1,664629152	1,062859988	1,409252407	2,038863686
$T^{0.5}$	1	1	1	1	1	1

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

4.4.1 Metode *EWMA*

VaR dengan metode estimasi volatilitas *EWMA*, hasil lengkap perhitungannya dapat dilihat pada lampiran 25 s/d lampiran 36 .

4.4.2 Metode ARCH/GARCH

VaR dengan metode estimasi volatilitas ARCH/GARCH, hasil lengkap perhitungannya dapat dilihat pada lampiran 61 s/d lampiran 72.

4.5 Pengujian Validitas Model VaR Single Instrument

Pengujian validitas (*backtesting*) model VaR dengan menggunakan metode *Kupiec test* dilakukan untuk mengetahui valid atau tidaknya suatu model dengan memperhatikan *actual loss* yang terjadi pada period waktu tertentu. Pengujian dengan metode ini dilakukan terhadap model VaR , baik yang menggunakan estimasi volatilitas EWMA, maupun model VaR yang menggunakan ARCH/GARCH sebagai dalam mengestimasi volatilitasnya.

4.5.1 Kupiec Test terhadap Model VaR hasil Volatilitas EWMA

Validasi model VaR hasil volatilitas EWMA dengan *Kupiec test*, hasil lengkap perhitungannya dapat dilihat pada lampiran 37 s/d lampiran 48. Rangkuman *Kupiec test* model VaR dengan volatilitas EWMA untuk 12 mata uang asing dapat dilihat pada Tabel 4.35 di bawah ini.

Tabel 4.35 Hasil Kupiec Test Model VaR Single Instrument dengan Volatilitas EWMA

	USD	GBP	JPY	HKD	INR	MUR
Jumlah data	364	364	364	364	364	364
Jumlah failure	100	64	9	101	24	5
α	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Loglikelihood Ratio	498,3477625	256,9704891	5,654459084	505,6102039	50,9839855	0,459681422
Critical Value (Chi-square)	6,634896712	6,634896712	6,634896712	6,634896712	6,634896712	15,08627247
Kesimpulan	Tolak H_0	Tolak H_0	Tidak tolak H_0	Tolak H_0	Tolak H_0	Tidak tolak H_0

	AUD	CAD	CHF	EURO	SGD	ZAR
Jumlah data	364	364	364	364	364	364
Jumlah failure	11	25	9	42	25	13
α	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Loglikelihood Ratio	9,761409761	54,91648542	5,654459084	132,9541395	54,91648542	14,62235713
Critical Value (Chi-square)	24,72497031	6,634896712	6,634896712	6,634896712	6,634896712	27,68824961
Kesimpulan	Tidak tolak H_0	Tolak H_0	Tidak tolak H_0	Tolak H_0	Tolak H_0	Tidak tolak H_0

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Pada Tabel 4.35, H_0 : model VaR valid. Berdasarkan Tabel 4.35 ditunjukkan bahwa ada 5 model yang valid (JPY, MUR, AUD, CHF, dan ZAR) dan 7 model

yang tidak valid (USD, GBP, HKD, INR, CAD, EURO, dan SGD), sehingga model *VaR* dengan metode EWMA tidak dapat digunakan untuk menghitung *VaR portfolio*.

4.5.2 Kupiec Test terhadap Model *VaR* hasil Volatilitas ARCH/GARCH

Validasi model *VaR* hasil volatilitas ARCH/GARCH dengan Kupiec test, hasil lengkap perhitungannya dapat dilihat pada lampiran 61 s/d lampiran 72. Rangkuman Kupiec test model *VaR* dengan volatilitas ARCH/GARCH untuk 12 mata uang asing dapat dilihat pada Tabel 4.36 di bawah ini..

Tabel 4.36 Hasil Kupiec Test Model *VaR* Single Instrument dengan Volatilitas ARCH/GARCH

	USD	GBP	JPY	HKD	INR	MUR
Jumlah data	364	364	364	364	364	364
Jumlah failure	8	16	18	9	14	8
α	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Loglikelihood Ratio	3,932291497	23,0882291	29,40195909	5,654459084	17,29879803	3,932291497
Critical Value (Chi-square)	20,09023503	31,99992691	34,80530572	21,66599433	29,14123774	20,09023503
Kesimpulan	Tidak tolak Ho	Tidak tolak Ho	Tidak tolak Ho	Tidak tolak Ho	Tidak tolak Ho	Tidak tolak Ho

	AUD	CAD	CHF	EURO	SGD	ZAR
Jumlah data	364	364	364	364	364	364
Jumlah failure	15	4	20	10	9	11
α	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Loglikelihood Ratio	20,1239321	0,034845196	36,18417408	7,604942223	5,654459084	9,761409761
Critical Value (Chi-square)	30,57791417	13,27670414	37,56623475	23,20925116	21,66599433	24,72497031
Kesimpulan	Tidak tolak Ho	Tidak tolak Ho	Tidak tolak Ho	Tidak tolak Ho	Tidak tolak Ho	Tidak tolak Ho

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Pada Tabel 4.36 ditunjukkan bahwa model *VaR* 12 mata uang asing dengan volatilitas ARCH/GARCH valid, sehingga model tersebut merupakan model yang terbaik untuk pengukuran *VaR*. Dan selanjutnya model – model ini digunakan untuk menghitung *VaR portfolio*.

4.6 Pengukuran Korelasi Data Return

Sebelum dilakukan pengukuran korelasi data *return*, perlu diketahui bobot masing-masing mata uang terhadap nilai *portfolio*. Bobot mata uang asing terhadap *portfolio* dilampirkan bersama dengan perhitungan *VaR portfolio* di lampiran 75.

Korelasi data *return* 12 mata uang asing yang terdapat pada *portfolio* PT. Bank EOS ditunjukkan pada Tabel 4.37 di bawah ini.

Tabel 4.37 Korelasi Data *Return* Antar Nilai Tukar dalam *Portfolio* PT. Bank EOS

	USD	GBP	JPY	HKD	INR	MUR	AUD	CAD	CHF	EURO	SGD	ZAR
ρ_{usd}	1	0,6219	0,8435	0,9997	-0,0806	-0,0180	0,2471	0,5973	0,7013	0,6160	0,9082	-0,1179
ρ_{gbp}		1	0,4944	0,6204	-0,0224	-0,0698	0,6045	0,7520	0,6733	0,7360	0,7465	0,0440
ρ_{jpy}			1	0,8472	-0,1496	-0,0475	0,0562	0,4209	0,7471	0,5857	0,7748	-0,1807
ρ_{hkd}				1	-0,0810	-0,0172	0,2438	0,5951	0,7036	0,6161	0,9083	-0,1183
ρ_{inr}					1	0,4636	0,0201	0,0107	-0,1438	-0,1213	-0,1055	0,6906
ρ_{mur}						1	-0,1067	-0,0902	-0,0757	-0,0754	-0,0590	0,3331
ρ_{aud}							1	0,7223	0,4472	0,6168	0,4722	0,0794
ρ_{cad}								1	0,6343	0,7301	0,7421	0,0484
ρ_{chf}									1	0,8742	0,8211	-0,0844
ρ_{eur}										1	0,7993	-0,0328
ρ_{sgd}											1	-0,0862
ρ_{zar}												1

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

4.7 *Return Portfolio* dan Pengujian

Return portfolio merupakan penjumlahan dari hasil perkalian bobot mata uang dengan *return* mata uang asing. Statistik deskriptif dari *return portfolio* dapat dilihat pada Tabel 4.38 di bawah ini.

Tabel 4.38 Statistik Deskriptif Data *Return Portfolio*

	RETURN PORTFOLIO
Mean	0.000149
Median	0.000117
Maximum	0.071312
Minimum	-0.045203
Standar deviasi	0.006038
Skewness	2.043722
Kurtosis	37.08630
Jarque Bera	35532.01
Probability Jarque Bera	0.000000

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Pada data *return portfolio* ini perlu dilakukan pengujian tes stasionaritas, tes normal dan tes heteroskedastik.

4.7.1 Tes Stasionaritas

Hasil lengkap tes stasionaritas dapat dilihat pada lampiran 73 dan rangkuman hasil tes stasionaritas diperlihatkan pada Tabel 4.39. Berdasarkan hasil tes stasionaritas telah dibuktikan bahwa data *return portfolio* stasioner.

Tabel 4.39 Hasil Tes Stasioner Data Return Portfolio

No	Mata Uang	<i>Absolute ADF test statistic</i>	<i>Absolute Critical value 1% level</i>	Kesimpulan Pengujian
1	<i>Return Portfolio</i>	10,61385	3,439180	Stasioner

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

4.7.2 Tes Normal

Hasil lengkap tes normal dapat dilihat pada lampiran 73 dan rangkuman hasil tes normal diperlihatkan pada Tabel 4.40. Berdasarkan hasil tes normal telah dibuktikan bahwa data *return portfolio* tidak normal, sehingga perlu dilakukan perhitungan nilai α' dengan *Cornish Fisher Expansion*.

Tabel 4.40 Hasil Tes Normal Data Return Portfolio

No	Mata Uang	<i>Jarque Bera</i>	<i>Probability Jarque Bera</i>	<i>Probability critical value</i>	Kesimpulan Pengujian
1	<i>Return Portfolio</i>	35532,01	0,000000	0,01	Tidak Normal

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1.

Tabel 4.41 Nilai α' Untuk Data Return Portfolio

No	Mata Uang	α	Skewness	α'
1	<i>Return portfolio</i>	2,32635	0,384360	2,043721917

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Nilai α pada Tabel 4.41 akan dipergunakan untuk melakukan perhitungan nilai *VaR* portolio.

4.7.3 Tes Heteroskedastik

Hasil lengkap tes heteroskedastik dapat dilihat pada lampiran 73 dan rangkuman hasil tes heteroskedastik diperlihatkan pada Tabel 4.42. Berdasarkan hasil tes heteroskedastik telah dibuktikan bahwa data *return portfolio* memiliki karakteristik heteroskedastik.

Tabel 4.42 Hasil Tes Heteroskedastik Data *Return Portfolio*

No	Mata Uang	<i>Probability F-statistic</i>	<i>Probability critical value</i>	Kesimpulan Pengujian
1	<i>Return Portfolio</i>	0,000017	0,01	Heteroskedastik

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

4.8 *Variance Portfolio*

Variance portfolio dihitung dengan langkah seperti yang terlihat pada Tabel 4.43.

Tabel 4.43 Perhitungan *Variance Portfolio*

	USD	GBP	JPY	HKD	INR	MUR	AUD	CAD	CHF	EUR	SGD	ZAR
WEIGHTED	0.344	0.008	0.010	0.003	0.386	0.005	0.015	0.002	0.002	0.017	0.208	0.000
Variance per 29 FEB 08	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Volatilitas per 29 FEB 08	0.011	0.013	0.017	0.005	0.005	0.017	0.014	0.012	0.014	0.015	0.011	0.021
ρ_{usd}	1.000	0.622	0.843	1.000	-0.081	-0.018	0.247	0.597	0.701	0.616	0.908	-0.118
ρ_{gbp}		1.000	0.494	0.620	-0.022	-0.070	0.605	0.752	0.673	0.736	0.746	0.044
ρ_{jpy}			1.000	0.847	-0.150	-0.048	0.056	0.421	0.747	0.586	0.775	-0.181
ρ_{hkd}				1.000	-0.081	-0.017	0.244	0.595	0.704	0.616	0.908	-0.118
ρ_{inr}					1.000	0.464	0.020	0.011	-0.144	-0.121	-0.105	0.691
ρ_{mur}						1.000	-0.107	-0.090	-0.076	-0.075	-0.059	0.333
ρ_{aud}							1.000	0.722	0.447	0.617	0.472	0.079
ρ_{cad}								1.000	0.634	0.730	0.742	0.048
ρ_{chf}									1.000	0.874	0.821	-0.084
ρ_{eur}										1.000	0.799	-0.033
ρ_{sgd}											1.000	-0.086
ρ_{zar}												1.000

	USD	GBP	JPY	HKD	INR	MUR	AUD	CAD	CHF	EUR	SGD	ZAR	TOTAL
Variance _{usd}	0.000015	0.000000	0.000001	0.000000	-0.000001	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000001	0.000016	0.000000	0.000033
Variance _{gbp}		0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Variance _{jpy}			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000001	0.000000	0.000001
Variance _{hkd}				0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Variance _{inr}					0.000004	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-0.000001	0.000000	0.000003
Variance _{mur}						0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Variance _{aud}							0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000001
Variance _{cad}								0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Variance _{chf}									0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Variance _{eur}										0.000000	0.000001	0.000000	0.000001
Variance _{sgd}											0.000005	0.000000	0.000005
Variance _{zar}												0.000000	0.000000
													VARIANCE PORTFOLIO 0.000045

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

4.9 VaR Portfolio

VaR merupakan hasil perkalian antara nilai pasar mata uang (V_0) terhadap volatilitas (σ), confident level (α') dan periode waktu (\sqrt{T}). Data untuk perhitungan VaR dapat dilihat pada Tabel 4.44 di bawah ini. Untuk perhitungan VaR portfolio digunakan nilai V_0 portfolio, volatilitas portfolio ($\sigma_{portfolio}$) dan nilai α' portfolio.

Tabel 4.44 *Input Data Perhitungan VaR Portfolio*

	<i>Portfolio</i>
V_0	79.984.000.000
α'	2,043721917
$T^{0.5}$	1

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Dikarenakan hanya metode *ARCH/GARCH* yang memiliki model *VaR singular* yang valid untuk semua mata uang asing, maka *VaR portfolio* untuk tanggal 1 September 2009 hanya akan dihitung dengan menggunakan metode estimasi *ARCH/GARCH*.

4.10 *Kupiec Test Model VaR Portfolio*

Hasil lengkap *Kupiec test* model *VaR portfolio* dapat dilihat pada lampiran 98 dan lampiran 75. Rangkuman *Kupiec test* model *VaR portfolio* dengan menggunakan metode estimasi volatilitas *ARCH/GARCH* serta nilai *VaR portfolio* untuk tanggal 1 September 2009 dapat dilihat pada Tabel 4.46 di bawah ini.

Untuk mengestimasi volatilitas data *return portfolio* dibangun 27 model. Model terbaik adalah *ARCH* (1) karena meski tidak memiliki nilai R^2 dan *adjusted R²* tertinggi, *Probability F-statistic* yang paling signifikan diantara model – model yang dibangun, namun dengan prinsip *parsimony* yang mengutamakan kesederhanaan model, maka model ini dianggap yang paling optimum karena minimal memiliki *independent variable* pada *variance equation* yang signifikan. Hasil lengkap model-model yang dibangun dapat dilihat pada lampiran 74. *ARCH* (1) memiliki *mean equation* sebagai berikut:

$$\text{Return Portfolio} = 9.15E - 05 - 0.091993 \text{ Return INR}_{t-1} \quad (a)$$

(3.667387) (5.579341)

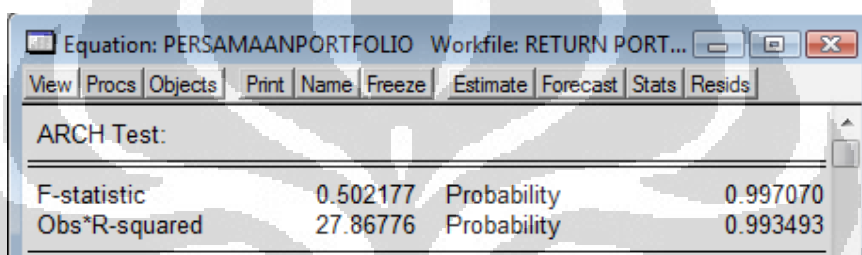
ARCH (1) memiliki *variance equation* sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = 1.35E - 05 + 0.686586\varepsilon_{t-1}^2$$

(22.97819) (11.31373) (a)

Uji *ARCH-LM* digunakan untuk memastikan ada tidaknya unsur *ARCH* dalam model persamaan di atas. Dari hasil pengujian *ARCH-LM* pada tabel 4.45 disimpulkan bahwa uji *ARCH-LM* dengan menggunakan *lag* 30 untuk model terbaik, secara statistik tidak mengandung unsur *ARCH*. Hal itu diketahui dari *probability Obs*R squared* sebesar 0,993493.

Tabel 4.45 Output ARCH-LM Test Untuk Data Return Portfolio



ARCH Test:			
F-statistic	0.502177	Probability	0.997070
Obs*R-squared	27.86776	Probability	0.993493

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

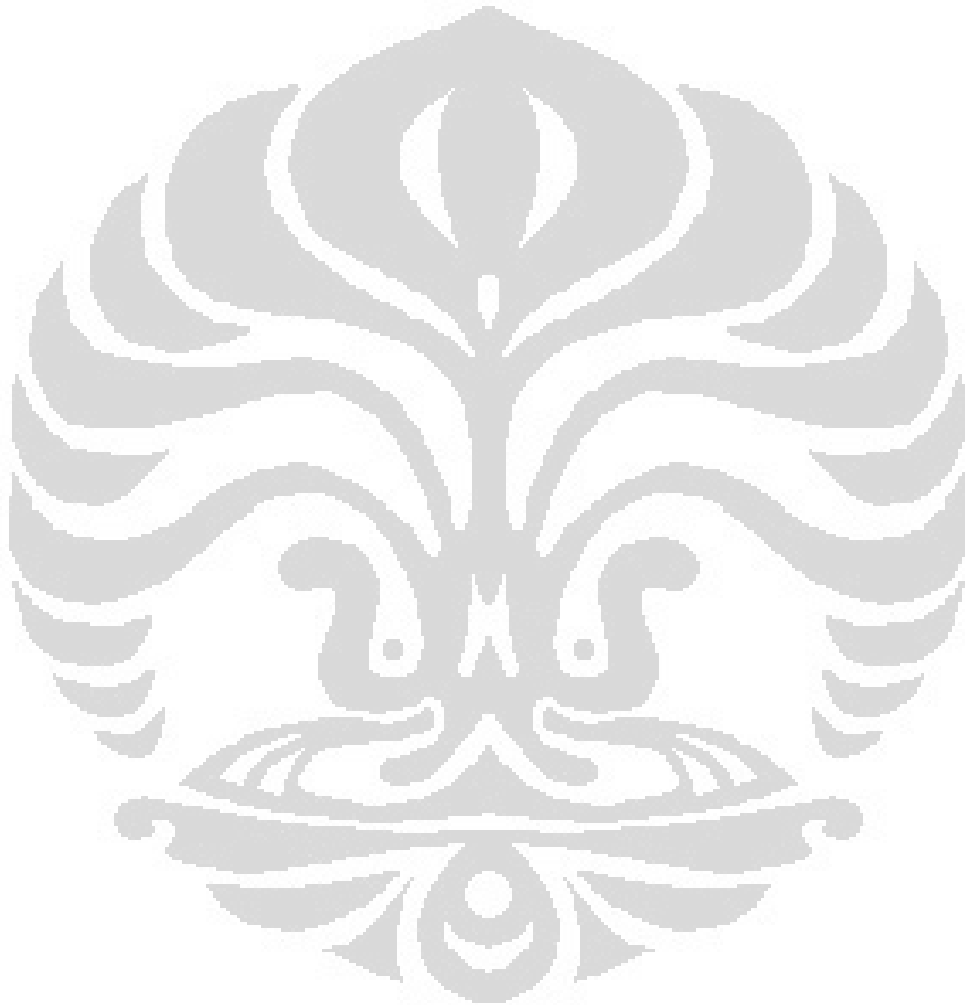
Tabel 4.46 Hasil Kupiec Test Model VaR Portfolio PT. Bank EOS (ARCH/GARCH)

	<i>Portfolio</i>
Jumlah data	364
Jumlah failure	16
α	1%
Loglikelihood Ratio	23,0882291
Critical Value (Chi-square)	31,99992691
Kesimpulan Pengujian	Tidak tolak H0
VaR portfolio 1 September 2009	Rp 991.731.588

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Dari hasil *Kupiec test* model *VaR portfolio* dengan menggunakan estimasi volatilitas *ARCH/GARCH*, seperti yang terlihat pada Tabel 4.46 di atas, diambil kesimpulan bahwa model *VaR portfolio* dengan metode estimasi volatilitas *ARCH/GARCH* tidak menolak H_0 : model *VaR* valid. Dengan demikian, model *VaR portfolio* metode *ARCH/GARCH* layak digunakan untuk mengukur potensi

kerugian yang dimiliki PT. Bank EOS untuk risiko pasar terhadap *portfolio* mata uang asing mereka.



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil pengujian data *return* mata uang asing yang terdapat dalam *portfolio*, yang terdiri dari mata uang USD, GBP, JPY, HKD, INR, MUR, AUD, CAD, CHF, EURO, SGD, dan ZAR, PT. Bank EOS untuk periode 1 September 2006 sampai dengan 31 Agustus 2009, maka diperoleh karakteristik data *return* sebagai berikut: data *return* *stationer* yang memiliki distribusi tidak normal dan volatilitas *return* yang bersifat heteroskedastik. Nilai *VaR Single Instrument* dengan estimasi volatilitas *EWMA* per tanggal 1 September 2009 untuk 12 mata uang asing dalam *portfolio* PT. Bank EOS diperlihatkan pada Tabel 5.1. Total *VaR Single Instrument* dengan estimasi volatilitas *EWMA* adalah sebesar Rp. 1.780.457.054.

Tabel 5.1 *VaR Single Instrument* Dengan Metode *EWMA*

No	Mata Uang	<i>VaR Single Instrument</i> (Rp)
1	USD	847.600.907
2	GBP	6.168.123
3	JPY	21.094.495
4	HKD	766.257
5	INR	648.568.128
6	MUR	14.495.439
7	AUD	28.486.460
8	CAD	1.999.279
9	CHF	3.039.484
10	EUR	15.739.455
11	SGD	192.168.958
12	ZAR	330.070
TOTAL		1.780.457.054

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Nilai *VaR Single Instrument* dengan estimasi volatilitas *ARCH/GARCH* per tanggal 1 September 2009 untuk 12 mata uang asing dalam *portfolio* PT. Bank EOS diperlihatkan pada Tabel 5.2. Total *VaR Single Instrument* dengan estimasi volatilitas *ARCH/GARCH* adalah sebesar Rp. 1.356.226.541.

Tabel 5.2 *VaR Single Instrument* Dengan Metode *ARCH/GARCH*

No	Mata Uang	<i>VaR Single Instrument (Rp)</i>
1	USD	537.259.685
2	GBP	12.909.789
3	JPY	15.225.434
4	HKD	5.309.723
5	INR	455.379.124
6	MUR	10.620.229
7	AUD	19.210.214
8	CAD	3.530.664
9	CHF	2.809.083
10	EUR	22.813.659
11	SGD	270.946.520
12	ZAR	212.417
TOTAL		1.356.226.541

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Pemilihan model terbaik dilakukan berdasarkan hasil *Kupiec Test* yang ditunjukkan pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4. Berdasarkan kedua tabel tersebut, ternyata model *VaR* dengan estimasi volatilitas *EWMA* tidak valid untuk 7 mata uang asing (USD, GBP, HKD, INR, CAD, EURO, dan SGD), sehingga model *VaR* dengan metode *EWMA* tidak dapat digunakan dalam perhitungan *VaR portfolio*.

Tabel 5.3 Hasil Kupiec Test Model VaR Single Instrument dengan Volatilitas EWMA

	USD	GBP	JPY	HKD	INR	MUR
Jumlah data	364	364	364	364	364	364
Jumlah failure	100	64	9	101	24	5
α	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Loglikelihood Ratio	498,3477625	256,9704891	5,654459084	505,6102039	50,9839855	0,459681422
Critical Value (Chi-square)	6,634896712	6,634896712	6,634896712	6,634896712	6,634896712	15,08627247
Kesimpulan	Tolak Ho	Tolak Ho	Tidak tolak Ho	Tolak Ho	Tolak Ho	Tidak tolak Ho

	AUD	CAD	CHF	EURO	SGD	ZAR
Jumlah data	364	364	364	364	364	364
Jumlah failure	11	25	9	42	25	13
α	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Loglikelihood Ratio	9,761409761	54,91648542	5,654459084	132,9541395	54,91648542	14,62235713
Critical Value (Chi-square)	24,72497031	6,634896712	6,634896712	6,634896712	6,634896712	27,68824961
Kesimpulan	Tidak tolak Ho	Tolak Ho	Tidak tolak Ho	Tolak Ho	Tolak Ho	Tidak tolak Ho

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

Tabel 5.4 Hasil Kupiec Test Model VaR Single Instrument dengan Volatilitas ARCH/GARCH

	USD	GBP	JPY	HKD	INR	MUR
Jumlah data	364	364	364	364	364	364
Jumlah failure	8	16	18	9	14	8
α	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Loglikelihood Ratio	3,932291497	23,0882291	29,40195909	5,654459084	17,29879803	3,932291497
Critical Value (Chi-square)	20,09023503	31,99992691	34,80530572	21,66599433	29,14123774	20,09023503
Kesimpulan	Tidak tolak Ho	Tidak tolak Ho	Tidak tolak Ho	Tidak tolak Ho	Tidak tolak Ho	Tidak tolak Ho

	AUD	CAD	CHF	EURO	SGD	ZAR
Jumlah data	364	364	364	364	364	364
Jumlah failure	15	4	20	10	9	11
α	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Loglikelihood Ratio	20,1239321	0,034845196	36,18417408	7,604942223	5,654459084	9,761409761
Critical Value (Chi-square)	30,57791417	13,27670414	37,56623475	23,20925116	21,66599433	24,72497031
Kesimpulan	Tidak tolak Ho	Tidak tolak Ho	Tidak tolak Ho	Tidak tolak Ho	Tidak tolak Ho	Tidak tolak Ho

Sumber : Data kurs dari www.bi.go.id dan www.oanda.com periode 1 September 2006 s/d 31 Agustus 2009, diolah dengan Excell dan Eviews 4.1

2. Dari hasil perhitungan *VaR portfolio* PT. Bank EOS dengan metode estimasi volatilitas *ARCH/GARCH*, diperoleh *VaR portfolio* untuk 1 September 2009 adalah sebesar Rp. 991.731.588 dengan model terbaik adalah ARCH(1).
3. Berdasarkan hasil *Kupiec Test VaR portfolio*, maka *VaR portfolio* hasil dari perhitungan dengan metode estimasi volatilitas *ARCH/GARCH* dapat digunakan sebagai model pengukuran potensi kerugian *portfolio*.

5.2 Saran

Adapun saran dalam tesis ini ditujukan tidak hanya kepada manajemen PT. Bank EOS, tetapi juga kepada pihak BI sebagai otoritas perbankan nasional. Saran juga ditujukan kepada mahasiswa untuk penelitian lebih lanjut. Adapun saran tersebut adalah:

PT. Bank EOS

- a. Disarankan agar PT. Bank EOS mempergunakan estimasi volatilitas *ARCH/GARCH* untuk melakukan perhitungan *VaR* pada *portfolio* mata uang asing karena validitas metode ini lebih baik daripada estimasi volatilitas *EWMA*.
- b. Disarankan untuk mencermati *leverage effect* pada data *return* mata uang asing saat melakukan perhitungan *VaR portfolio*.

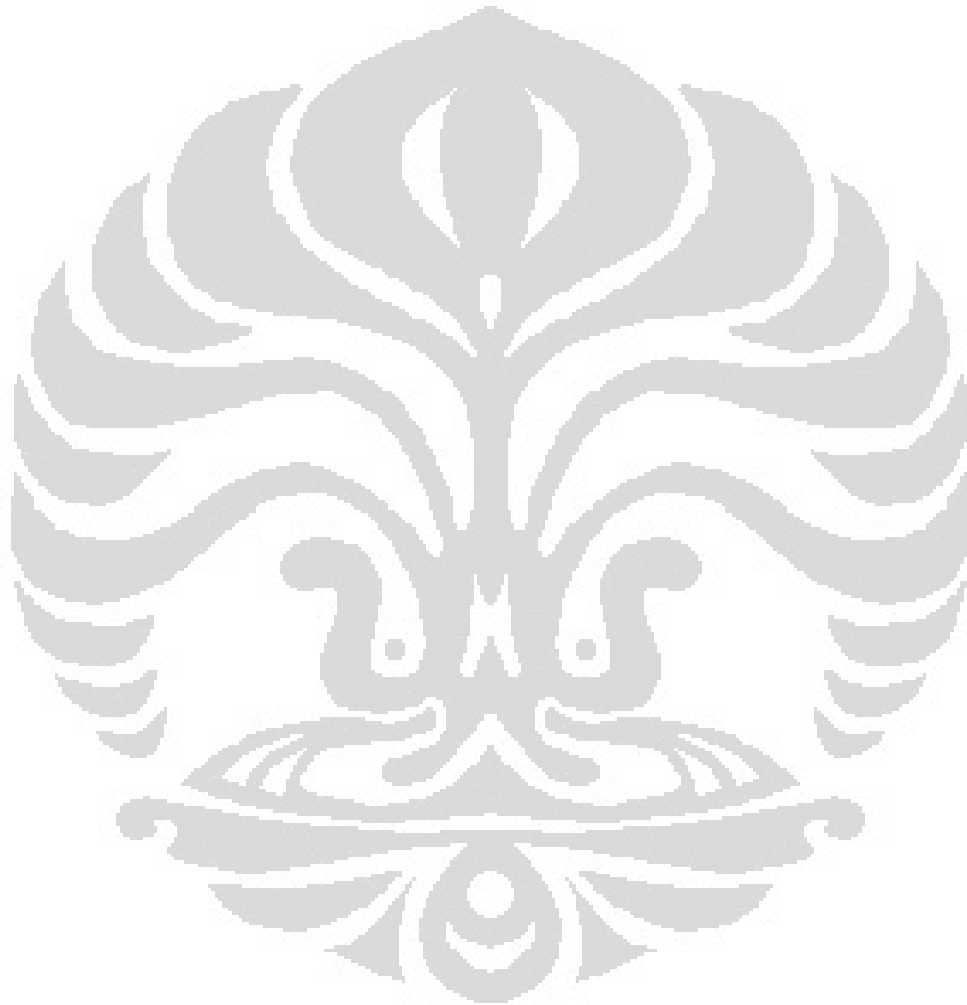
Bank Indonesia (BI)

- a. Terkait dengan dikeluarkannya PBI tentang penggunaan *internal model* pada pengukuran risiko pasar, BI sebagai pihak yang bertugas memverifikasi internal model perlu mencermati adanya *leverage effect* pada beberapa volatilitas *return* mata uang.
- b. Sebagai otoritas perbankan nasional, BI hendaknya mendorong perbankan nasional untuk memperhitungkan korelasi dinamis sebagai komponen dalam perhitungan *VaR portfolio*.

Peneliti

- a. Disarankan agar para peneliti dapat lebih cermat dalam melakukan estimasi volatilitas pada data *return* mata uang dengan menggunakan model *ARCH/GARCH*, karena terdapat beberapa data *return* mata uang yang memiliki *leverage effect* atau *assymetric*.
- b. Untuk penelitian lebih lanjut, disarankan untuk melakukan perhitungan *VaR portfolio* dengan menggunakan korelasi dinamis antar *asset* seperti

yang terdapat pada jurnal Robert Engle (*Dynamic Conditional Correlation*).



DAFTAR PUSTAKA

- Basel Committee. *International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards*. 1988.
- Bank Indonesia. PBI No. 5/8/PBI/2003: Penerapan Manajemen Risiko Bagi Bank Umum. 2003.
- PBI No. 5/12/PBI/2003: Penerapan Manajemen Risiko Bagi Bank Umum. 2003.
- PBI No. 7/37/PBI/2005: Posisi Devisa Netto Bank Umum. 2005.
- Best, P. *Financial engineering: Implementing Value at Risk*. John Wiley & Sons Ltd, 1998.
- Butler, C. *Mastering Value at Risk*. Pearson Prentice Hall, 1999.
- Crouhy, M, et. al., *Risk management*. McGraw-Hill, 2001.
- Dowd, K. *Measuring market risk*. John Wiley & Sons, Inc, 2002.
- Enders, W. *Applied econometry for time series data. 2nd Edition*, John Wiley & Sons, Inc, 2004.
- Engle, R. F. "Dynamic conditional correlation: A simple class of multivariate generalized autoregressive conditional heteroskedasticity models." *Journal of Business and Economic Statistics* 20, 339–350, (2002).
- Engle, R.F. and Ng, V.K. "Measuring and testing the impact of news on volatility." *Journal of Finance*, 48, 1749–1801, (1993).
- Heynen, R. And H. Kat. "Volatility prediction: A comparison of GARCH(1,1), EGARCH(1,1) and Stochastic Volatility model." Mimeograph, (1993).
- Jorion, P. *Financial risk manager handbook. 3rd Edition*, John Wiley & Sons, Inc, 2005.
- *Value at Risk: The new benchmark for managing financial risk. 3rd Edition*, McGraw-Hill, 2007.
- Muslich, M. *Manajemen operational risk: Teori & praktik*. PT. Bumi

- Aksara, 2007.
- Nachrowi, D., dan Usman, H. Pendekatan populer dan praktis:
 Ekonometrika untuk analisis ekonomi dan keuangan. Lembaga Penerbit
 Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, 2006.
- Nazara, S. Model Regresi Linier. 2007 (bahan ajar tidak dipublikasikan)
 ----- . *Multicollinearity*. 2007 (bahan ajar tidak dipublikasikan)
 ----- . *Autocorrelation*. 2007 (bahan ajar tidak dipublikasikan)
- Nelson, D.B. (1991) Conditional heteroscedasticity in asset returns: a new
 approach, *Econometrica*, 59, 347–370.
- Penza, P, dan Bansal, V.K. *Measuring market risk with Value At Risk*.
 John Wiley & Sons, Inc, 2001.
- Pindyck, R.S, dan Rubinfeld,D.L. *Econometric models and
 econometric forecasts. 4th Edition*, McGraw-Hill, 1998.
- Silitonga, Y.P. Pengukuran *Value at Risk* risiko nilai tukar dengan estimasi
 volatilitas *EWMA* dan *ARCH/GARCH* (Studi Kasus PT. Bank FDR). Tesis S2.
 Universitas Indonesia. 2008.
- Usman, H. Analisis time series: Konsep-konsep dasar. 2007
 ----- . Model *ARCH/GARCH*. 2007.
- Universitas Indonesia. Pedoman Teknis Penulisan Tugas Akhir Mahasiswa
 Universitas Indonesia. Depok, 2008.
- Xiao, L, dan Aydemir, A. Volatility modelling and forecasting in finance
*Elsevier Finance, Quantitative Finance Series, Butterworth-
 Heinnemann, Oxford*, 1-45, (2007).