

**PENGUKURAN RISIKO PASAR PORTOFOLIO SURAT  
UTANG NEGARA TRADING (STUDI KASUS BANK XYZ)**

**TESIS**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Manajemen

**TOGA ARI WIBOWO  
66 05 2326 Y**



**UNIVERSITAS INDONESIA  
FAKULTAS EKONOMI  
PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN  
JAKARTA  
AGUSTUS 2008**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Toga Ari Wibowo

NPM : 66 05 2326 Y

Tanda Tangan :

Tanggal : 29 Agustus 2008

## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :  
Nama : Toga Ari Wibowo  
NPM : 66 05 2326 Y  
Program Studi : Magister Manajemen  
Judul Tesis : Pengukuran Risiko Pasar Portofolio Surat Utang  
Negara :  
Trading (Studi Kasus Bank XYZ)

**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, MB (.....)  
Penguji : Thomas H. Secokusumo, MBA (.....)  
Penguji : Sandra Chalik, MM (.....)

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : Agustus 2008

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas rahmat dan kuasa Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan karya akhir ini. Karya ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Manajemen Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

Penulis menyadari dalam karya akhir ini masih terdapat banyak kekurangan baik dari sisi materi maupun pembahasan akibat keterbatasan pada diri penulis. Untuk itu penulis sangat mengharapkan adanya masukan dan saran guna perbaikan karya akhir ini.

Dalam penyusunan karya akhir ini, penulis telah memperoleh banyak dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Rhenald Kasali, PhD, selaku Ketua Program Magister Manajemen, Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
2. Bapak Dr.Muhammad Muslich,MBA, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan karya akhir.
3. Kedua orang tua yang selalu mendoakan penulis, memberikan nasihat, dorongan dan bantuan baik moral maupun materiil.
4. Yang tercinta Devi Anggraeni, yang telah memberi cinta kasih, pengertian, perhatian dan dorongan semangat sehingga penulis mampu menyelesaikan karya akhir ini.
5. Rekan-rekan *Dealing Room* PT. BRI (Persero) Tbk atas dukungan dan toleransinya selama penulis menempuh pendidikan di MMUI.
6. Teman-teman seperjuangan PMR05 atas keakraban dan kerjasamanya selama kuliah di MMUI serta seluruh karyawan dan karyawan MMUI atas pelayanan yang diberikan selama menempuh studi di MMUI.
7. dan pihak lain yang turut serta membantu dalam proses penyusunan karya akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, semoga karya akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Jakarta, 29 Agustus 2008

Toga Ari Wibowo

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

---

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

Nama : Toga Ari Wibowo  
NPM : 66 05 2326 Y  
Program Studi : Magister Manajemen  
Fakultas : Ekonomi  
Jenis karya : Tesis

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

**PENGUKURAN RISIKO PASAR PORTOFOLIO SURAT UTANG  
NEGARA TRADING (STUDI KASUS BANK XYZ)**

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 pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta  
Pada tanggal : 29 Agustus 2008  
Yang menyatakan

( Toga Ari Wibowo)

## ABSTRAK

Nama : Toga Ari Wibowo  
Program Studi : Magister Manajemen  
Judul : Pengukuran Risiko Pasar Portofolio Surat Utang Negara Trading  
(Studi Kasus Bank XYZ)

Tesis ini membahas pengukuran risiko pasar atas investasi portofolio Surat Utang Negara (SUN). Pengukuran tersebut dapat berguna sebagai bahan pertimbangan *trade off* antara *return* dan risiko atas dana yang dihimpun dari masyarakat. Manfaat lainnya adalah sebagai dasar perhitungan jumlah modal minimum yang harus dimiliki bank untuk memproteksi kerugian akibat volatilitas pasar dari investasi SUN tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengukur dan membandingkan dua metode pengukuran atas risiko pasar SUN dan mengkaji implikasi (efektifitas dan efisiensi) dari kedua pendekatan tersebut terhadap *capital charges* dan efeknya bagi kinerja keuangan. Metode yang digunakan adalah pendekatan *standardized model* dan pendekatan *internal model (Value at Risk)*. Dari hasil yang telah diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa pengukuran risiko pasar atas portofolio SUN *trading* Bank XYZ dengan pendekatan VaR menghasilkan angka yang lebih akurat dibandingkan pendekatan standar sehingga alokasi modal menjadi jauh lebih efektif.

Kata kunci:  
Risiko pasar, *Capital charges*, *standardized model* dan *internal model*

## ABSTRACT

Name : Toga Ari Wibowo  
Study Program: Magister Manajemen  
Title : Market Risk Measurement of Government Bonds Portfolio  
(Case Study of Bank XYZ)

This thesis explains about market risk measurement of government bonds portfolio. It uses as judgment for valuing trade off between risk and return from funding investment. In addition, it is useful for calculating minimum capital requirement to protect bank from losing caused by market volatility. The purpose of this research is to measure and compare two measurement methodology of government bonds market risk and analyze implication (effectivity and efficiency) those two approach regarding capital charges and the effect for financial performance. The two methods used, are standardized model and internal model (Value at Risk). From the result of this research, the conclusion is market risk measurement of government bonds using VaR shows more accurate than standar approach so capital allocation will be more effective.

Key word:

Market risk, *Capital charges, standardized model and internal model*

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINAITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
ABSTRAK/ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Penelitian .....	5
1.6 Model Operasional Penelitian.....	6
1.7 Sistematika Pembahasan.....	7
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Definisi Obligasi .....	9
2.2 Risiko Transaksi Obligasi.....	9
2.3 Pengukuran Risiko Pasar Obligasi .....	10
2.4 Pengukuran Risiko Pasar Obligasi dengan Pendekatan <i>Standardized Model</i> .....	11
2.5 Pengukuran Risiko Pasar Obligasi dengan Pendekatan <i>Internal Model</i> .....	13
2.5.1 Pengertian VaR.....	14
2.5.2 Kegunaan VaR.....	14
2.5.3 Jenis Pendekatan VaR.....	15
2.6 Pendekatan <i>Variance-Covariance</i> .....	16
2.7 Perhitungan <i>Diversified</i> dan <i>Undiversified</i> VaR.....	18
2.7.1 Perhitungan <i>Undiversified</i> VaR.....	19
2.7.2 Perhitungan <i>Diversified</i> VaR.....	20
2.7.3 Perhitungan VaR Obligasi.....	23
2.7.4 Alokasi Kas antar <i>Vertice</i> .....	25
2.7.5 Perhitungan <i>Mapping Weighting</i> .....	27
2.8 Perhitungan <i>Return</i> .....	28
2.9 <i>Cornish Fisher Expansion</i> .....	29
2.10 Stasioneritas Data .....	30
2.11 Heteroskedastisitas Data.....	31
2.12 Perhitungan Estimasi Volatilitas .....	31
2.12.1 Model Estimasi Volatilitas Deviasi Standar.....	32

2.12.2 Model Estimasi Volatilitas ARCH/GARCH.....	32
2.13 Validasi Model VaR.....	34

### **BAB 3. DATA DAN METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Penetapan Spesifikasi Model VaR.....	36
3.2 Pengumpulan Data.....	36
3.3 Portofolio Obligasi Trading Bank XYZ.....	37
3.4 Metode Pengolahan Data.....	38
3.4.1 Uji Stasioneritas Data <i>Return Yield</i> .....	39
3.4.2 Uji Normalitas Data <i>Return Yield</i> .....	39
3.4.3 Uji Autokorelasi Data <i>Return Yield</i> .....	40
3.4.4 Uji Heteroskedastisitas Data <i>Return Yield</i> .....	41
3.5 Metodologi Estimasi Volatilitas <i>Return Yield</i> .....	41
3.5.1 Metode Deviasi Standar.....	42
3.5.2 Metode ARCH/GARCH.....	42
3.6 Metodologi Pengukuran Risiko Pasar.....	44
3.6.1 Metodologi Pengukuran Risiko Pasar dengan <i>Standardized Mode</i> .....	44
3.6.2 Metodologi Pengukuran Risiko Pasar dengan Internal Model (VaR).....	44
3.6.3 Metodologi Validasi Model.....	47

### **BAB 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

4.1 Perhitungan <i>Capital Charge</i> SUN dengan Pendekatan <i>Standardized Model</i> .....	48
4.1.1 Perhitungan <i>Specific Risk</i> .....	48
4.1.2 Perhitungan <i>General Risk</i> .....	49
4.2 Perhitungan Total <i>Capital Charge Standardized Model</i> .....	51
4.3 Perhitungan <i>Capital Charge Internal Model</i> .....	51
4.3.1 Perhitungan <i>Return</i> .....	51
4.3.2 Uji Stasioneritas Data <i>Return Yield</i> .....	53
4.3.3 Uji Normalitas Data <i>Return Yield</i> .....	54
4.3.4 Uji Heteroskedastisitas Data <i>Return Yield</i> .....	56
4.3.5 Estimasi Volatilitas Data <i>Return Yield</i> .....	57
4.3.6 <i>Risk Correlation</i> .....	58
4.4 Perhitungan VaR.....	58
4.4.1 <i>Undiversified VaR</i> .....	59
4.4.2 <i>Diversified VaR</i> .....	64
4.5 Analisis Pengukuran VaR.....	64
4.6 <i>Back Testing</i> (Validasi Model).....	65
4.7 Analisis Pengukuran Risiko Pasar Obligasi Portofolio Trading.....	66

### **BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran.....	73

<b>DAFTAR REFERENSI</b> .....	<b>74</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>L1-89</b>

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1	Faktor Risiko Spesifik (Posisi Neto Surat Utang) ..... 11
Tabel 2.2	<i>Maturity Method : Time-Band</i> dan Bobot Risiko..... 12
Tabel 2.3	<i>Horizontal Dissallowance</i> ..... 13
Tabel 2.4	Portofolio 3 Aset..... 19
Tabel 2.5	<i>Volatility Matrix Undiversified VaR</i> ..... 19
Tabel 2.6	<i>Calculating Undiversified VaR</i> ..... 20
Tabel 2.7	<i>Volatility Matrix Diversified VaR</i> ..... 21
Tabel 2.8	<i>Volatility-Correlation Matrix</i> ..... 21
Tabel 2.9	<i>Three Asset Volatility-Correlation Matrix</i> ..... 22
Tabel 2.10	<i>Weighting Variance-Covariance Matrix</i> ..... 22
Tabel 2.11	<i>Three Asset VaR Matrix</i> ..... 23
Tabel 2.12	Data Obligasi ..... 23
Tabel 2.13	Perhitungan <i>Present Value Cash Flow</i> ..... 24
Tabel 2.14	Perhitungan <i>Undiversified Bond</i> ..... 24
Tabel 2.15	Perhitungan <i>Diversified Bond</i> ..... 25
Tabel 2.16	Perhitungan <i>Vertices</i> ..... 26
Tabel 2.17	Rumus Perhitungan Interpolasi..... 26
Tabel 2.18	Nilai Perhitungan Interpolasi..... 26
Tabel 2.19	Perhitungan Bobot Berdasarkan <i>Volatility</i> antar <i>Vertices</i> ..... 28
Tabel 3.1	Posisi Portofolio SUN Trading Book Tgl 28 Desember 2008 ..... 38
Tabel 4.1	Perhitungan <i>Capital Charge Specific Risk</i> ..... 48

Tabel 4.2	Perhitungan <i>Capital Charge General Risk</i> .....	49
Tabel 4.3	Perhitungan <i>Vertical Offset</i> dalam Time Band yang sama.....	50
Tabel 4.4	Perhitungan <i>Horizontal Offset</i> Dalam Setiap Zona .....	50
Tabel 4.5	Perhitungan <i>Horizontal Offset</i> antar Zona.....	51
Tabel 4.6	Perhitungan Total <i>Capital Charge Standardized Model</i> .....	51
Tabel 4.7	Hasil ADF Test Data <i>Return Yield</i> .....	54
Tabel 4.8	Statistik Deskriptif Data <i>Return Yield</i> .....	54
Tabel 4.9	Hasil Perhitungan <i>Cornish Fisher Expansion</i> .....	55
Tabel 4.10	Hasil Perhitungan <i>White Test Heteroscedatic</i> .....	56
Tabel 4.11	Korelasi Risiko Antar <i>Return Yield</i> .....	58
Tabel 4.12	Term and Condition SUN Seri FR0014 .....	59
Tabel 4.13	Arus Kas SUN Seri FR0014.....	60
Tabel 4.14	Perhitungan Interpolasi dan Alokasi Arus Kas Vertices.....	61
Tabel 4.15	Alokasi Vertices Arus Kas Kupon dan Pokok SUN FR0014...	62
Tabel 4.16	Alokasi Vertices Portofolio SUN Bank XYZ.....	62
Tabel 4.17	Present Value Alokasi Vertices Portofolio SUN Bank XYZ...	63
Tabel 4.18	Perhitungan <i>Undiversified</i> Portofolio SUN Bank XYZ.....	64
Tabel 4.19	VaR Portofolio Obligasi Trading Book Tgl 28 Desember 2007 .....	65
Tabel 4.20	Perbandingan Perhitungan Kewajiban Penyediaan Modal Minimum <i>Standardized Model</i> dengan <i>Internal Model</i> .....	68

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 3.1	Diagram Alur Metodologi <i>Estimasi Return Yield Volatility</i> .. 43
Gambar 3.2	<i>Flow Chart</i> Pengukuran <i>Diversified VaR</i> ..... 45



## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1	Data Historis Yield Curve ..... L-1
Lampiran 2	Return Yield Curve ..... L-5
Lampiran 3	Uji Stasioneritas Data <i>Return Yield</i> 1 Bulan ..... L-9
Lampiran 4	Uji Stasioneritas Data <i>Return Yield</i> 3 Bulan ..... L-10
Lampiran 5	Uji Stasioneritas Data <i>Return Yield</i> 6 Bulan ..... L-11
Lampiran 6	Uji Stasioneritas Data <i>Return Yield</i> 1 Tahun..... L-12
Lampiran 7	Uji Stasioneritas Data <i>Return Yield</i> 2 Tahun..... L-13
Lampiran 8	Uji Stasioneritas Data <i>Return Yield</i> 3 Tahun..... L-14
Lampiran 9	Uji Stasioneritas Data <i>Return Yield</i> 4 Tahun..... L-15
Lampiran 10	Uji Stasioneritas Data <i>Return Yield</i> 5 Tahun..... L-16
Lampiran 11	Uji Stasioneritas Data <i>Return Yield</i> 6 Tahun..... L-17
Lampiran 12	Uji Stasioneritas Data <i>Return Yield</i> 7 Tahun..... L-18
Lampiran 13	Uji Stasioneritas Data <i>Return Yield</i> 8 Tahun..... L-19
Lampiran 14	Uji Stasioneritas Data <i>Return Yield</i> 9 Tahun..... L-20
Lampiran 15	Uji Stasioneritas Data <i>Return Yield</i> 10 Tahun..... L-21
Lampiran 16	Uji Normalitas Data <i>Return Yield</i> 1 Bulan..... L-22
Lampiran 17	Uji Normalitas Data <i>Return Yield</i> 3 Bulan..... L-23
Lampiran 18	Uji Normalitas Data <i>Return Yield</i> 6 Bulan..... L-24
Lampiran 19	Uji Normalitas Data <i>Return Yield</i> 1 Tahun ..... L-25
Lampiran 20	Uji Normalitas Data <i>Return Yield</i> 2 Tahun ..... L-26
Lampiran 21	Uji Normalitas Data <i>Return Yield</i> 3 Tahun ..... L-2
Lampiran 22	Uji Normalitas Data <i>Return Yield</i> 4 Tahun ..... L-28
Lampiran 23	Uji Normalitas Data <i>Return Yield</i> 5 Tahun ..... L-29
Lampiran 24	Uji Normalitas Data <i>Return Yield</i> 6 Tahun ..... L-30
Lampiran 25	Uji Normalitas Data <i>Return Yield</i> 7 Tahun ..... L-31
Lampiran 26	Uji Normalitas Data <i>Return Yield</i> 8 Tahun ..... L-32
Lampiran 27	Uji Normalitas Data <i>Return Yield</i> 9 Tahun ..... L-33
Lampiran 28	Uji Normalitas Data <i>Return Yield</i> 10 Tahun ..... L-34

	<b>Halaman</b>
Lampiran 29 Uji Volatilitas Data <i>Return Yield</i> 1 Bulan .....	L-35
Lampiran 30 Uji Volatilitas Data <i>Return Yield</i> 3 Bulan .....	L-36
Lampiran 31 Uji Volatilitas Data <i>Return Yield</i> 6 Bulan .....	L-37
Lampiran 32 Uji Volatilitas Data <i>Return Yield</i> 1 Tahun .....	L-38
Lampiran 33 Uji Volatilitas Data <i>Return Yield</i> 2 Tahun .....	L-39
Lampiran 34 Uji Volatilitas Data <i>Return Yield</i> 3 Tahun .....	L-40
Lampiran 35 Uji Volatilitas Data <i>Return Yield</i> 4 Tahun .....	L-41
Lampiran 36 Uji Volatilitas Data <i>Return Yield</i> 5 Tahun .....	L-42
Lampiran 37 Uji Volatilitas Data <i>Return Yield</i> 6 Tahun .....	L-43
Lampiran 38 Uji Volatilitas Data <i>Return Yield</i> 7 Tahun .....	L-44
Lampiran 39 Uji Volatilitas Data <i>Return Yield</i> 8 Tahun .....	L-45
Lampiran 40 Uji Volatilitas Data <i>Return Yield</i> 9 Tahun .....	L-46
Lampiran 41 Uji Volatilitas Data <i>Return Yield</i> 10 Tahun .....	L-47
Lampiran 42 <i>Equation Return Yield</i> 6 Bulan .....	L-48
Lampiran 43 <i>Equation Return Yield</i> 1 Tahun .....	L-49
Lampiran 44 <i>Equation Return Yield</i> 2 Tahun .....	L-50
Lampiran 45 <i>Equation Return Yield</i> 3 Tahun .....	L-51
Lampiran 46 <i>Equation Return Yield</i> 4 Tahun .....	L-52
Lampiran 47 <i>Equation Return Yield</i> 5 Tahun .....	L-53
Lampiran 48 <i>Equation Return Yield</i> 6 Tahun .....	L-54
Lampiran 49 <i>Equation Return Yield</i> 7 Tahun .....	L-55
Lampiran 50 <i>Equation Return Yield</i> 8 Tahun .....	L-56
Lampiran 51 <i>Equation Return Yield</i> 10 Tahun .....	L-57
Lampiran 52 <i>General Risk</i> .....	L-58
Lampiran 53 <i>Specific Risk</i> .....	L-59
Lampiran 54 Deviasi Standar <i>Return Yield</i> 6 Bulan.....	L-60
Lampiran 55 Deviasi Standar <i>Return Yield</i> 1 Tahun .....	L-61
Lampiran 56 Deviasi Standar <i>Return Yield</i> 2 Tahun .....	L-62
Lampiran 57 Deviasi Standar <i>Return Yield</i> 3 Tahun .....	L-63
Lampiran 58 Deviasi Standar <i>Return Yield</i> 4 Tahun .....	L-64

Lampiran 59	Deviasi Standar <i>Return Yield</i> 5 Tahun .....	L-65
Lampiran 60	Deviasi Standar <i>Return Yield</i> 6 Tahun .....	L-66
Lampiran 61	Deskripsi SUN Trading Bank XYZ dan <i>Yield Volatility</i> .....	L-67
Lampiran 62	Jadwal Cash Flow SPN dan FR0016 .....	L-68
Lampiran 63	Jadwal <i>Cash Flow</i> FR0014 dan FR0017 .....	L-69
Lampiran 64	Jadwal <i>Cash Flow</i> FR0018 dan FR0023 .....	L-70
Lampiran 65	Jadwal <i>Cash Flow</i> FR0026 .....	L-71
Lampiran 66	<i>Mapping Cash Flow</i> SPN dan Alokasi Vertex SPN.....	L-72
Lampiran 67	<i>Mapping Cash Flow</i> FR0016 .....	L-73
Lampiran 68	Alokasi Vertex FR0016 .....	L-74
Lampiran 69	<i>Mapping Cash Flow</i> FR0014 .....	L-75
Lampiran 70	Alokasi Vertex FR0014 .....	L-76
Lampiran 71	<i>Mapping Cash Flow</i> FR0017 .....	L-77
Lampiran 72	Alokasi Vertex FR0017 .....	L-78
Lampiran 73	<i>Mapping Cash Flow</i> FR0018 .....	L-79
Lampiran 74	Alokasi Vertex FR0018 .....	L-80
Lampiran 75	<i>Mapping Cash Flow</i> FR0023 .....	L-82
Lampiran 76	Alokasi Vertex FR0023 .....	L-83
Lampiran 77	<i>Mapping Cash Flow</i> FR0026 .....	L-85
Lampiran 78	Alokasi Vertex FR0026 .....	L-86
Lampiran 79	Validasi Model VaR dengan <i>Confidence Level</i> 99 % .....	L-88
Lampiran 80	Validasi Model VaR dengan <i>Confidence Level</i> 95 % .....	L-89

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Salah satu investor yang aktif dan berperan penting dalam transaksi pasar obligasi baik domestik maupun global adalah industri perbankan. Oleh karena itu, tidaklah mengherankan jika pada struktur aset industri perbankan dewasa ini, di dalamnya terdapat alokasi investasi dalam bentuk obligasi yang cukup dominan dan beragam jenisnya baik dari jangka waktu, penerbitnya, mata uang, tingkat kupon, peringkat, dan lain sebagainya. Hal ini juga seiring dengan tren perbankan global saat ini yaitu adanya transformasi di mana perbankan mulai mengarah ke produk-produk berbasis instrumen surat-surat berharga yang diperdagangkan beserta produk-produk derivatifnya yang mulai menggeser produk konvensional bank seperti tabungan dan kredit dan semakin meningkatnya aktivitas trading instrumen tersebut.

Sama halnya instrumen pasar keuangan lainnya seperti valas, ekuitas, komoditas, dan derivatif yang terekspos risiko perubahan harga pasar, investasi pada obligasi juga mengandung risiko pasar disamping risiko-risiko lainnya seperti risiko kredit yang terjadi apabila penerbit obligasi wanprestasi dalam pembayaran bunga dan atau pokok obligasi, risiko nilai tukar akibat pergerakan kurs atas investasi obligasi dalam mata uang yang berbeda, dan risiko likuiditas yaitu risiko yang timbul karena investor obligasi kesulitan dalam menjual obligasi dengan harga yang wajar. Risiko pasar obligasi berhubungan dengan volatilitas harga obligasi yang disebabkan pergerakan suku bunga.

Apabila risiko-risiko ini tidak dikelola dengan baik maka akan membawa dampak kerugian bahkan kebangkrutan bagi bank. Dalam hal ini, pihak otoritas industri perbankan berkepentingan untuk mewujudkan dan mempertahankan sistem perbankan yang sehat. Pengalaman menunjukkan kerugian atau bankrutnya suatu bank dapat menimbulkan implikasi risiko sistemik. Jika sebuah bank mengalami permasalahan, dampak yang ditimbulkan akan menjalar dengan cepat sehingga akan mempengaruhi keputusan nasabah, investor ataupun pihak-pihak lainnya yang melakukan kegiatan bisnis dengan menggunakan jasa bank. Pada

akhirnya, permasalahan yang pada awalnya hanya dialami oleh suatu bank jika tidak ditangani secara tepat akan menciptakan dampak ikutan (*contagion effect*) baik secara domestik maupun internasional.

Berkenaan dengan risiko pasar atas obligasi, Bank Indonesia sebagai otoritas perbankan di Indonesia telah menyempurnakan pengaturan permodalan yang memperhitungkan unsur risiko pasar obligasi yaitu risiko suku bunga disamping jenis risiko pasar lainnya yaitu risiko nilai tukar, ekuitas dan komoditas dengan mengacu pada dokumen *Amandment to the Capital Accord to incorporate market risk* (Basel 1996).

Dalam dokumen *Market Risk Amendments* tersebut, *Committee* merekomendasikan dua pendekatan untuk mengukur risiko pasar dalam rangka perhitungan kebutuhan modal, yaitu *Standard Approach (Supervisory Model)* dan *Internal Models Approach*. Pendekatan perhitungan Risiko Pasar menggunakan *Standard Approach* telah diatur dalam Peraturan Bank Indonesia No. 9/13/PBI/2007 tanggal 1 November 2007 tentang Kewajiban Penyediaan Modal Minimum Bank Umum dengan Memperhitungkan Risiko Pasar. *Standard Approach* memiliki kelemahan yaitu tidak mampu memperhitungkan implikasi positif dari diversifikasi dan strategi dalam portofolio aset yang dalam prakteknya dapat memitigasi risiko dan mereflesikan risiko adanya volatilitas harga pasar (tidak *risk sensitive*).

Alternatifnya, bank dapat menggunakan internal model. Inti dari Internal Model adalah penghitungan *Value at Risk (VaR)*, dimana kerugian maksimum yang mungkin timbul dari suatu portofolio dalam suatu interval waktu tertentu dikuantifisir pada tingkat probabilitas tertentu. Pendekatan *internal model* merupakan metode yang lebih baik dalam penghitungan *capital requirement* dibandingkan *standardized approach* karena menghasilkan perhitungan modal ekonomis (*Economic Capital*) yang lebih akurat dan menggambarkan profil risiko individual bank dengan lebih utuh. Bank diperbolehkan menggunakan metode internal setelah memenuhi kriteria kualitatif dan kuantitatif yang ditetapkan *Basel Committee* dan mengacu pada persetujuan dari Bank Indonesia.

Sehubungan dengan itu, karya akhir ini mencoba membuktikan hal tersebut di atas dengan dilakukan penelitian pengukuran risiko pasar atas suatu

portofolio obligasi yang terdiri dari berbagai seri obligasi pemerintah dan obligasi korporasi dengan menggunakan salah satu pendekatan *internal model* yaitu pengukuran VaR suatu portofolio aset (obligasi) dengan pendekatan parametrik (metode *variance covariance*). Sebagai bahan penelitian adalah portofolio Surat Utang Negara (SUN) *trading book* Bank XYZ denominasi rupiah.

Saat ini, Bank XYZ yang memiliki portofolio SUN yang cukup besar dan beragam jenisnya serta cukup aktif dalam transaksi di pasar primer dan sekunder obligasi. Selain itu, Bank XYZ telah ditunjuk sebagai Dealer Utama perdagangan SUN. Sebagai Bank yang aktif melakukan transaksi *trading*, manajemen Bank XYZ perlu menghitung VaR secara rutin baik untuk penggunaan internal oleh manajemen seperti dasar dalam kebijakan limit maupun perhitungan kebutuhan modal dan pengawasan oleh Bank Indonesia yaitu Ketentuan Penyediaan Modal Minimum. KPMM merupakan jumlah modal minimum yang harus dimiliki bank untuk memproteksi dari risiko kerugian termasuk di antaranya adalah risiko pasar.

Penelitian ini akan membandingkan perhitungan risiko pasar pendekatan *standardized model* dengan *internal model* (VaR). Pendekatan VaR yang digunakan dalam karya akhir adalah pendekatan *variance-covariance*.

## 1.2 Perumusan Masalah

Dengan semakin meningkatnya eksposur obligasi termasuk SUN seiring dengan pertumbuhan bisnis bank, meningkatnya aktivitas *trading*, dan semakin berfluktuasinya harga instrumen tersebut maka risiko pasar yang dihadapi Bank XYZ akan makin tinggi. Dampaknya, alokasi *capital charge* untuk risiko tersebut akan semakin besar. Di sisi lain, sumber daya modal yang dimiliki sebagai “*buffer*” untuk risiko pasar terbatas jumlahnya sementara untuk pilihan menambah modal merupakan pilihan yang mahal (*cost of capital* akan lebih tinggi dibandingkan *cost of borrowing*). Oleh karena itu, dengan adanya permasalahan ini, diperlukan suatu metode yang dapat mengalokasikan *capital charges* secara optimal.

Dalam karya akhir ini akan diperbandingkan pengukuran risiko pasar obligasi pendekatan *standardized model* dengan VaR untuk melihat seberapa

efektif pengenaan kedua model tersebut dalam menghitung *capital charge* untuk eksposur obligasi. Pendekatan dengan menggunakan *standardized model* secara teoritis akan bisa menyebabkan pengenaan *capital charges* yang lebih besar dibandingkan dengan internal model karena tidak memperhitungkan efek korelasi dari masing-masing obligasi dalam portofolio. Disamping itu, *standardized model* tidak dapat menunjukkan adanya volatilitas *return* aktual atas berbagai instrumen yang dimiliki sebuah bank.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Berapa risiko pasar portofolio SUN trading Bank XYZ dengan pendekatan *standardized model* dan *internal model* (VaR)?
2. Seberapa efektif dan efisien *capital charges* risiko pasar portofolio SUN trading Bank XYZ dengan pendekatan *standardized model* dan VaR dapat melindungi kemungkinan kerugian akibat risiko pasar?
3. Bagaimana konsekuensi kedua pendekatan tersebut terhadap perhitungan ketentuan penyediaan modal minimum (KPMM), kinerja keuangan dan aspek permodalan Bank XYZ?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah:

1. Mengukur risiko pasar portofolio SUN trading book bank XYZ dengan pendekatan *standardized model*.
2. Mengukur risiko pasar atas portofolio SUN trading book Bank XYZ dengan menggunakan pendekatan VaR.
3. Membandingkan pengukuran risiko pasar atas portofolio trading book denominasi Rupiah pendekatan *standardized model* dengan VaR.
4. Mengkaji implikasi (efektifitas dan efisiensi) dari kedua pendekatan perhitungan risiko pasar terhadap *capital charges* Bank XYZ dan bagaimana konsekuensinya terhadap perhitungan kewajiban penyediaan modal minimum (KPMM) dan efeknya terhadap bagi kinerja keuangan dan aspek permodalan Bank XYZ.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat dari penelitian adalah:

1. Penelitian ini dapat menunjukkan perbedaan *capital charge* yang dibebankan ke Bank XYZ dari kedua pendekatan tersebut. Informasi ini dapat dijadikan pertimbangan *cost benefit analysis* bagi manajemen Bank XYZ untuk memilih pendekatan perhitungan risiko pasar untuk kebutuhan internal maupun eksternal.
2. Penelitian ini diharapkan dapat menunjukkan besaran atau profil risiko pasar atas portofolio SUN Bank XYZ yang lebih akurat dan mudah dipahami manajemen, direksi dan regulator.
3. Hasil pengukuran risiko pasar ini dapat digunakan untuk aplikasi manajemen risiko lainnya seperti penetapan limit terhadap unit *dealing room*, penetapan strategi, analisis kebutuhan modal bank di masa depan, alokasi *funding*, menilai manfaat dari diversifikasi investasi obligasi, dan sebagainya.

#### 1.5 Batasan Penelitian

Adapun pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data *yield* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *yield* pasar uang rupiah 1 bulan, 3 bulan, 6 bulan dan 1 tahun (data dari Reuters) sedangkan suku bunga 2 s/d 10 tahun menggunakan *Indonesia Government Security Yield Curve* (IGSYC) dari Bursa Efek Surabaya. Data suku bunga merupakan faktor risiko pasar yang mempengaruhi harga dan nilai dari aset obligasi yang dimiliki.
2. Pengukuran risiko pasar dalam karya akhir ini dibatasi hanya untuk portofolio SUN *trading*. Sebagai basis pengukuran digunakan data eksposur SUN Bank XYZ posisi 28 Agustus 2007 kelompok *trading book*.
3. Adanya keterbatasan pada data menyebabkan pengukuran VaR portofolio SUN *trading* Bank XYZ tidak sepenuhnya sesuai dengan ketentuan *Basel* yaitu beban modal untuk risiko pasar dengan pendekatan internal

merupakan angka yang terbesar dari (1) VaR hari kemarin atau (2) rata-rata VaR dalam 60 hari terakhir dikalikan 3. Karya akhir ini hanya menghitung VaR hari kemarin dikalikan 3.

### 1.6 Model Operasional Penelitian

Karya akhir ini membahas pengukuran risiko pasar dengan menggunakan dua metode sesuai dengan *Market Risk Amandment terhadap Accord 1988* yaitu pendekatan *standardized model* dan pendekatan *internal model*. Berdasarkan definisi menurut *Market Risk Amandment*, risiko pasar merupakan risiko terjadinya kerugian *on* dan *off balance sheet* yang timbul karena adanya pergerakan harga pasar. Pengukuran dimaksudkan untuk menciptakan *cushion* modal terhadap dampak dari pergerakan harga yang merugikan yang terjadi dalam kegiatan *trading* suatu bank.

Pengukuran risiko pasar dengan pendekatan *standardized model* dapat dibagi menjadi empat bagian berdasarkan masing-masing jenis instrumen keuangan dan juga posisi option yaitu risiko suku bunga, risiko nilai tukar, risiko komoditas, dan risiko option. Karya akhir ini mencoba mengukur risiko pasar atas instrumen obligasi denominasi rupiah sehingga pendekatan *standardized model* yang relevan adalah pendekatan *standardized model* untuk risiko suku bunga. Hal ini disebabkan obligasi merupakan instrumen yang terkait dengan tingkat suku bunga (*interest rate-related instrument*). Pengukuran risiko pasar untuk suku bunga dibedakan menjadi dua yaitu pengukuran risiko spesifik dan pengukuran risiko umum.

Pengukuran risiko pasar portofolio obligasi dengan pendekatan internal model dengan *Value at Risk*. *Value at Risk* (VaR) merupakan salah satu model dengan pendekatan kuantitatif untuk mengukur risiko pasar. Metode VaR telah mengalami variasi dan perkembangan dari waktu ke waktu sejak dikeluarkannya *Market Risk Amandment*. Secara umum VaR dapat dibedakan menjadi VaR parametrik (*variance covariance*) dan VaR non parametrik (*historical simulation* dan *monte carlo simulation*). Pengukuran risiko pasar portofolio obligasi pada karya akhir ini menggunakan VaR *variance covariance*.

## 1.7 Sistematika Pembahasan

Sistematika penulisan karya akhir terdiri atas:

### **BAB I Pendahuluan**

Pendahuluan menjelaskan tentang: latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penelitian, dan sistematika pembahasan.

### **BAB II Tinjauan Pustaka**

Bab ini menguraikan tentang landasan teori yang mendasari analisis pembahasan pada bab IV melalui studi pustaka. Teori dibahas meliputi obligasi, statistik pengujian data, pengukuran volatilitas, pengukuran VaR dan validasi model, dan perhitungan *standardized model* sesuai dokumen *Amandment to the Capital Accord to incorporate market risk* (Basel 1996).

### **BAB III Data dan Metodologi Penelitian**

Bab ini menjelaskan data-data yang mencakup jenis dan sumber data, tahap-tahap pengolahan data untuk perhitungan VaR mulai dari pengumpulan data, pengujian data *yield curve* (meliputi uji stasioneritas, uji normalitas, dan *heterochedastic test*), estimasi volatilitas, pengukuran VaR SUN hingga validasi model VaR.

### **BAB IV Analisis dan Pembahasan**

Dalam bab ini dijelaskan analisis pengukuran secara lengkap risiko pasar SUN *trading book* Bank XYZ dengan pendekatan *standardized model* dan VaR. Kemudian membahas hasil kedua perhitungan tersebut, hasil validasi atas pengukuran risiko pasar dengan pendekatan VaR serta membahas besarnya *capital charge* yang dibebankan pada modal untuk masing-masing pendekatan dan implikasinya terhadap perhitungan kewajiban penyediaan modal minimum (KPM) dan efeknya terhadap bagi kinerja keuangan dan aspek permodalan Bank XYZ.

## **BAB V Kesimpulan dan Saran**

Bab ini menjelaskan kesimpulan hasil penelitian sesuai dengan pertanyaan penelitian serta saran untuk pengembangan penelitian berikutnya.



## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Definisi Obligasi

Obligasi adalah surat berharga yang diterbitkan oleh suatu institusi baik perusahaan, pemerintah, pemda dan sebagainya, dalam rangka memperoleh dana yang dapat diperdagangkan di pasar keuangan. Penerbit obligasi menetapkan di awal spesifikasi pembayaran dari bunga (diistilahkan sebagai kupon) dan pokok pinjaman. Obligasi dikenal juga dengan nama surat utang.

#### 2.2 Risiko Transaksi Obligasi

Disamping memberikan imbal hasil yang menarik bagi investor dalam bentuk kupon dan *capital gain*, investasi pada obligasi juga mengandung berbagai risiko. Menurut Fabozzi, 2005 (hal. 21 s/d 29), beberapa risiko yang perlu dipertimbangkan dalam berinvestasi obligasi antara lain:

- 1) Risiko kredit yaitu risiko yang terjadi apabila penerbit obligasi wan prestasi dalam pembayaran bunga maupun pokok obligasi.
- 2) Risiko pasar yaitu risiko volatilitas harga obligasi yang timbul sebagai akibat adanya pergerakan suku bunga.
- 3) Risiko likuiditas yaitu risiko yang timbul karena investor kesulitan dalam menjual obligasi pada tingkat harga yang wajar ketika terpaksa harus menjualnya.
- 4) Risiko kurs yaitu risiko yang timbul karena adanya pergerakan kurs terhadap valuta domestik sebagai akibat melakukan investasi pada obligasi yang memiliki mata uang berbeda.
- 5) Risiko reinvestasi adalah risiko dimana kupon bunga yang sudah diterima diinvestasikan kembali pada tingkat bunga yang semakin menurun.
- 6) *Call Risk* adalah risiko dimana penerbit menggunakan opsinya yaitu menarik kembali surat berharga dari pasar sebelum jatuh tempo. Hak opsi penerbit ini sudah dinyatakan sebelum surat berharga tersebut diperdagangkan.
- 7) Risiko inflasi adalah risiko disebabkan *yield* yang diperoleh dari investasi di surat berharga lebih rendah dari tingkat inflasi.

### 2.3 Pengukuran Risiko Pasar Obligasi

Pengukuran risiko pasar atas instrumen obligasi dapat dilakukan melalui *standardized model* maupun *internal model*. Namun sebelum masuk ke dalam pembahasan bagaimana mengukur risiko pasar maka dalam kajian berikut akan dijelaskan terlebih dahulu secara singkat tentang risiko pasar.

Pada Januari 1996, berdasarkan *Amendment Basel Capital Accord 1988* yang tertuang dalam dokumen *Amendment to the Capital Accord to Incorporate market risks*, risiko pasar dimasukkan sebagai komponen dalam perhitungan kebutuhan modal minimum bank. Tujuannya adalah mensyaratkan bank untuk menyediakan modal yang cukup sebagai antisipasi adanya perubahan harga dalam aktivitas *trading* yang dilakukan Bank.

*Basle Committee on Banking Supervision* (1996) menyatakan bahwa rasio dari kecukupan modal yang digunakan untuk mengcover risiko pasar adalah dengan mengalikan ukuran beban modal risiko pasar (baik yang dilakukan dengan pendekatan *internal model* ataupun *standardized model*) yang diperoleh dengan angka 12,5. Angka 12,5 ini merupakan kebalikan dari rasio kecukupan modal minimum yang digunakan untuk menutup risiko pasar sebesar 8%.

Bank Indonesia sebagai lembaga otoritas moneter dan pengawasan bank di Indonesia telah mengeluarkan ketentuan yang mewajibkan bank di Indonesia untuk menyediakan modal minimum (*capital charge*) dengan memperhitungkan risiko pasar yaitu Peraturan Bank Indonesia No. 9/13/PBI/2007 tanggal 1 November 2007 tentang Kewajiban Penyediaan Modal Minimum Bank Umum dengan Memperhitungkan Risiko Pasar dan Surat Edaran Bank Indonesia No. 9/33/DPNP tanggal 18 Desember 2007 Perihal Pedoman Penggunaan Metode Standar dalam Perhitungan Kewajiban Penyediaan Modal Minimum dengan Memperhitungkan Risiko Pasar.

Pengertian risiko pasar menurut Peraturan Bank Indonesia No. 9/13/PBI Tahun 2007, adalah risiko kerugian pada posisi neraca dan rekening administratif serta transaksi derivatif akibat perubahan secara keseluruhan dari kondisi pasar, termasuk risiko perubahan harga *option*. Jenis risiko pasar yang dibahas adalah: risiko suku bunga, risiko nilai tukar, risiko perubahan harga komoditi dan saham. Namun dari keempat jenis tersebut yang relevan dengan kondisi perbankan di

Indonesia adalah risiko karena fluktuasi suku bunga dan nilai tukar. Dalam karya akhir ini yang akan dibahas adalah risiko pasar yang disebabkan oleh perubahan suku bunga pada portofolio obligasi.

#### 2.4 Pengukuran Risiko Pasar Obligasi dengan Pendekatan *Standardized Model*

Pengukuran risiko suku bunga dilakukan terhadap posisi efek hutang dan instrumen lain yang terkait dengan suku bunga yang tercatat dalam *trading book* terhadap dua faktor risiko yaitu risiko spesifik dan risiko umum.

##### 1) Pengukuran Risiko Spesifik

Risiko spesifik adalah perubahan harga instrumen keuangan karena faktor *issuer* atau penerbitnya. Pembebanan risiko spesifik dimaksudkan untuk melindungi bank dari risiko kerugian akibat perubahan harga dari setiap instrumen yang dimiliki dengan memperhatikan faktor kredibilitas dari penerbit instrumen (*issuer*). Faktor risiko spesifik dijelaskan sebagaimana Tabel 2.1 di bawah ini.

**Tabel 2.1 Faktor Risiko Spesifik (Posisi Neto Surat Utang)**

Kategori Surat Utang	Peringkat Kredit	Capital Charge
Pemerintah	AAA s/d AA-	0%
	A+ s/d BBB-	0,25% (sisa jatuh tempo s/d 6 bulan)
		1% (sisa jatuh tempo 6 < s/d 24 bulan)
		1,6% (sisa jatuh tempo > 24 bulan)
	BB+ s/d B-	8%
	Di bawah B-	12%
	Tanpa peringkat	8%
<i>Qualifying</i>		0,25% (sisa jatuh tempo s/d 6 bulan)
		1% (sisa jatuh tempo 6 < s/d 24 bulan)
		1,6% (sisa jatuh tempo > 24 bulan)
Lainnya	BB+ s/d B-	8%
	Di bawah B-	12%
	Tanpa peringkat	8%

Sumber: *Amendment to the Capital Accord to incorporate market risks*, Juni 2006.

## 2) Pengukuran Risiko Umum

Risiko umum adalah risiko perubahan harga instrumen keuangan karena faktor fluktuasi pasar secara umum. Pembebanan risiko ini dimaksudkan untuk melindungi bank dari risiko kerugian akibat perubahan dalam suku bunga pasar terhadap surat berharga yang tercatat pada *trading book*.

Perhitungan beban modal dalam risiko umum dilakukan dengan menjumlahkan empat komponen sebagai berikut: (a) *vertical disallowance*, (b) *horizontal disallowance*, (c) *net long* atau *net short* dari seluruh *trading book* yang telah dibobot dan (d) pembebanan atas *matched option position (net)*.

Dalam perhitungan risiko umum terdapat dua metode yaitu *maturity method* dan *duration method*. Dalam karya akhir ini, hanya metode jatuh tempo yang dibahas. Pada metode ini, posisi *long* atau *short* dari seluruh posisi surat berharga dan instrumen derivatif dipetakan ke dalam kelompok jatuh tempo sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.2 berikut di bawah ini:

**Tabel 2.2 Maturity Method : Time-Band dan Bobot Risiko**

<i>Coupon</i> ≥ 3%	<i>Coupon</i> < 3%	<i>Risk Weight</i>	<i>Asumsi Perubahan Yield</i>
<b>Zone 1</b>			
0 – 1 bulan	0 – 1 bulan	0.00%	1.00
1 – 3 bulan	1 – 3 bulan	0.20%	1.00
3 – 6 bulan	3 – 6 bulan	0.40%	1.00
6 – 12 bulan	6 – 12 bulan	0.70%	1.00
<b>Zone 2</b>			
1 – 2 tahun	1.0 – 1.9 tahun	1.25%	0.90
2 – 3 tahun	1.9 – 2.8 tahun	1.75%	0.80
3 – 4 tahun	2.8 – 3.6 tahun	2.25%	0.75
<b>Zone 3</b>			
4 – 5 tahun	3.6 – 4.3 tahun	2.75%	0.75
5 – 7 tahun	4.3 – 5.7 tahun	3.25%	0.70
7 – 10 tahun	5.7 – 7.3 tahun	3.75%	0.65
10 – 15 tahun	7.3 – 9.3 tahun	4.50%	0.60
15 – 20 tahun	9.3 – 10.6 tahun	5.25%	0.60
Lebih 20 tahun	10.6 – 12 tahun	6.00%	0.60
	12 – 20 tahun	8.00%	0.60
	Di atas 20 tahun	12.5%	0.60

Sumber: *Amendment to the Capital Accord to incorporate market risks*, Juni 2006

Instrumen dengan tingkat bunga tetap dialokasikan sesuai dengan sisa jatuh tempo, sedangkan instrumen bersuku bunga mengambang dialokasikan sesuai dengan jangka waktu sampai saat penetapan suku bunga berikutnya.

Adapun langkah-langkah dalam pengukuran risiko pasar dengan pendekatan standar adalah: (1) mengalikan setiap posisi dalam setiap *time-band* dengan bobot risiko yang mencerminkan sensitivitas harga akibat perubahan suku bunga, (2) melakukan *offsetting* posisi dalam setiap *time band*, di mana posisi yang lebih kecil, *long* maupun *short*, dikenakan 10% *capital charge* (*vertical disallowance*), dan (3) menghitung *horizontal allowance*, yaitu nilai residual (selisih *long* atau *short* pada langkah kedua) di-*offset* dengan posisi *time-band* lain dalam zone yang sama, dan kemudian dengan nilai residual antar zona yang berbeda. Untuk setiap hasil *offset* dikenakan *capital charge* dengan perhitungan seperti Tabel 2.3.

**Tabel 2.3 Horizontal Dissallowance**

Zone	Time-Band	Dalam Zone	Antar Zone yang Berurutan	Antar Zone 1 dan 3
1	0 – 1 bulan	40%	40%	100%
	1 – 3 bulan			
	3 – 6 bulan			
	6 – 12 bulan			
2	1 – 2 tahun	30%	40%	
	2 – 3 tahun			
	3 – 4 tahun			
3	4 – 5 tahun	30%	40%	
	5 – 7 tahun			
	7 – 10 tahun			
	10 – 15 tahun			
	15 – 20 tahun			
	Lebih 20 tahun			

Sumber: *Amendment to the Capital Accord to incorporate market risks*, Juni 2006.

## 2.5 Pengukuran Risiko Pasar Obligasi dengan Pendekatan *Internal Model*

BIS memperkenankan bank untuk melakukan pengukuran risiko pasar dengan menggunakan *internal model* di luar metode standar dengan catatan harus

memenuhi persyaratan baik kualitatif maupun kuantitatif yang ditetapkan secara ketat oleh BIS serta memperoleh persetujuan dari lembaga pengawas bank.

Metode internal untuk menghitung risiko pasar yang direkomendasikan oleh BIS adalah VaR. Uraian berikut akan menjelaskan hal-hal yang terkait dengan VaR.

### 2.5.1 Pengertian VaR

Menurut Philip Best, (hal. 10 tahun 1998), *Value at Risk (VaR) is maximum amount of money that may be lost a portfolio a given period of time with a given level of confidence*. Berdasarkan definisi tersebut maka VaR merupakan teknik untuk mengkuantifikasi potensi kerugian maksimum yang mungkin terjadi atas instrumen atau portofolio pasar secara kuantitatif dalam *holding periode* tertentu dan tingkat keyakinan tertentu. VaR hanya mengukur risiko atau penyimpangan negatif (*downside risk*) terbesar dengan tingkat keyakinan tertentu pada periode tertentu dengan mengabaikan kemungkinan terjadinya keuntungan sehingga VaR hanya diukur satu sisi atau diistilahkan "*one tailed confidence interval*".

Definisi serupa diberikan oleh Jorion dan Butler. Jorion, (hal. 22 tahun 1997), menyatakan bahwa VaR merangkum kerugian maksimum sepanjang horizon waktu tertentu (*holding period*) dalam interval kepercayaan tertentu. Dari definisi tersebut dapat dinyatakan bahwa apabila VaR dihitung untuk horizon waktu 1 hari dengan tingkat kepercayaan 99%, maka VaR adalah jumlah kerugian maksimum suatu portofolio dalam horizon waktu satu hari ke depan dengan tingkat keyakinan sebesar 99% atau dengan kata lain kemungkinan terjadi kerugian yang melebihi VaR dalam waktu satu hari ke depan hanya sebesar 1%. Menurut Butler, (hal. 5 tahun 1999), VaR mengukur jumlah kerugian maksimum yang dapat terjadi dalam suatu kondisi pasar yang normal dan apada tingkat kepercayaan tertentu.

### 2.5.2 Kegunaan VaR

Menurut Croughey dkk (hal. 195, 2001), VaR memiliki berbagai kegunaan antara lain:

- 1) VaR mengukur risiko sesuai dengan teori portofolio karena memperhitungkan korelasi antar berbagai faktor risiko sehingga menghasilkan profil risiko yang lebih transparan.
- 2) VaR mengukur risiko secara menyeluruh dalam suatu angka yang dihubungkan terhadap maksimum kerugian yang mungkin terjadi pada tingkat keyakinan tertentu.
- 3) VaR dapat diaplikasikan untuk mengukur *Risk Adjusted Performance* berdasarkan *Risk Adjusted Return* terhadap peningkatan modal yang dihasilkan.
- 4) VaR memberikan batasan-batasan risiko dapat yang dihadapi untuk memonitor dan menjamin bahwa *trader* tidak mengambil risiko yang lebih besar daripada yang ditolerir.
- 5) VaR menyajikan suatu metode pengukuran risiko yang mudah dimengerti kepada berbagai pihak seperti manajemen dan regulator.
- 6) VaR dapat memberikan kerangka untuk melakukan penilaian di masa mendatang, investasi dan proyek berdasarkan *Risk Adjusted Return On Capital (RAROC)*.
- 7) VaR dapat menunjukkan manfaat dari diversifikasi aset dalam portofolio.
- 8) VaR dapat digunakan sebagai suatu indikator risiko dalam pelaporan baik untuk internal maupun eksternal.

### 2.5.3 Jenis Pendekatan VaR

Menurut Crouhy dkk (hal. 197, 2001) salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan untuk menghitung VaR adalah pilihan metodologi untuk membuat model perubahan pada faktor risiko pasar. Ada tiga pendekatan dalam menghitung VaR yaitu: pendekatan analisis *variance-covariance*, pendekatan *Monte Carlo*, dan pendekatan *Historical Simulation*. Dalam kajian karya akhir ini pendekatan yang digunakan adalah pendekatan *variance-covariance* dengan pertimbangan pendekatan ini mudah dan sederhana.

## 2.6 Pendekatan *Variance-Covariance*

Metode *variance-covariance* merupakan salah satu penerapan perhitungan VaR dengan metode parametrik. Pendekatan ini mengasumsikan bahwa distribusi perubahan nilai portofolio adalah normal. Melalui pendekatan ini, instrumen portofolio yang akan dihitung VaR-nya diidentifikasi ke dalam instrumen baku yang mempengaruhinya secara langsung (sering disebut sebagai faktor pasar) serta mengasumsikan bahwa perubahan faktor pasar terdistribusikan secara normal.

*Variance* merupakan rata-rata kuadrat penyimpangan dari *mean* suatu distribusi sedangkan *covariance* merupakan perkalian penyimpangan dari *mean* pasangan data distribusi normal. Sesuai dengan pendekatan yang dipilih maka perlu dilakukan pengukuran nilai *variance* dan *covariance*-nya Menurut Watsham dkk (hal 58, 2001) rumus *variance* dan *covariance* dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \mu)^2}{n - 1} \quad (2.1)$$

di mana

$\sigma^2$  : *variance*

$x_i$  : variabel ke-i

$\mu$  : *mean*

$n$  : jumlah variabel

$$\sigma_{ab} = \frac{\sum (x_{ai} - \mu_a)(x_{bi} - \mu_b)}{n - 1} \quad (2.2)$$

di mana

$\sigma_{ab}$  : *covariance* aset a dan b

$x_{ai}$  : variabel a ke-i

$x_{bi}$  : variabel b ke-i

$\mu_a$  : *mean* variabel a

$\mu_b$  : *mean* variabel b

$n$  : jumlah variabel

Pendekatan *variance covariance* juga memperhitungkan faktor korelasi yang berperan penting sebagaimana volatilitas atau deviasi standar. Salah satu aspek penting dari VaR adalah mengukur risiko yang mencakup tingkat diversifikasi risiko. Korelasi menunjukkan tingkat diversifikasi dalam portofolio.

Korelasi mengukur derajat antara nilai suatu variabel dihubungkan dengan nilai variabel yang lain. Besarnya korelasi diukur dengan koefisien korelasi yang mempunyai nilai antara +1 (*perfect positive correlation*) dan -1 (*perfect negative correlation*) dengan penjelasan sebagai berikut: (1) Jika korelasi bernilai positif maka kedua *return* bergerak ke arah yang sama yang semakin kuat jika nilainya semakin mendekati +1. (2) Jika korelasi bernilai negatif berarti kedua *return* bergerak dengan arah yang berlawanan. Arah pergerakan semakin berbeda jika koefisien korelasi mendekati -1. Manfaat diversifikasi dapat diperoleh jika koefisien korelasi antar aset dalam portofolio negatif. (3) Jika nilai koefisien korelasi sama dengan nol maka kedua *return* independen satu dengan yang lain. Menurut Washam dkk (hal. 66, 2001), rumus korelasi adalah sebagai berikut:

$$\rho_{ab} = \frac{\sigma_{ab}}{\sigma_a \sigma_b} \quad (2.3)$$

di mana

$\rho_{ab}$  : korelasi antara aset a dan aset b

$\sigma_{ab}$  : *covariance* antara aset a dan aset b

$\sigma_a$  : volatilitas aset a

$\sigma_b$  : volatilitas aset b

Setelah nilai korelasi diperoleh maka langkah selanjutnya untuk menghitung VaR aset portofolio adalah menghitung *variance portfolio asset*.

Rumus untuk menghitung *variance* portfolio n aset adalah sebagai berikut (Wastham dkk hal. 66, 2001):

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N W_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j>i} W_i W_j \sigma_{ij} \quad (2.4)$$

di mana

$\sigma_p^2$  : *variance* portofolio

$W_i, W_j$  : proporsi aset pada portofolio

$\sigma_i^2$  : *variance* aset i

$\sigma_{ij}$  : *covariance* aset-aset ij

$n$  : jumlah aset dalam portofolio

## 2.7 Perhitungan *Diversified* dan *Undiversified* VaR

Perhitungan dengan pendekatan *variance-covariance* untuk aset lebih dari dua akan lebih mudah jika dilakukan dengan menggunakan matriks. Untuk menghitung VaR portofolio dapat dilakukan dengan *undiversified* maupun *diversified*. Menurut Butler (hal 54, 1999), *undiversified* VaR merupakan pengukuran VaR dengan asumsi korelasi antar aset dalam portofolio sama dengan 1. Sementara *diversified* VaR mengasumsikan korelasi antar aset tidak selalu sama dengan 1.

Penjelasan berikut ini adalah contoh yang menggambarkan langkah-langkah pengukuran VaR portofolio yang terdiri dari tiga aset. Langkah ini juga dapat dipakai sebagai acuan untuk menghitung VaR portofolio dengan aset lebih dari tiga. Misalnya, portofolio yang terdiri dari tiga aset dengan komposisi sebagai berikut:

Tabel 2.4 Portofolio 3 Aset

Aset	Weighting	Standard Deviation
Aset 1	40%	23%
Aset 2	25%	28%
Aset 3	35%	32%
<b>Correlation</b>		
Aset 1, 2	0,6	
Aset 1, 3	0,5	
Aset 2,3	0,3	
Value of portfolio	\$ 10 juta	
Confidence level	99%	

Sumber : Butler (1999)

### 2.7.1 Perhitungan Undiversified VaR

Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam pengukuran *undiversified* VaR adalah sebagai berikut:

1) Membuat *the volatility matrix*

Matrik volatilitas dapat digambarkan dengan membentuk matrik deviasi standar. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mengalikan standar deviasi dengan *confidence interval factor*. Berdasarkan contoh data di atas, maka matrik volatilitasnya seperti dalam Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Volatility Matrix Undiversified VaR

Standard Deviation		
23%	0	0
0	28%	0
0	0	32%
<b>Confidence interval factor (99%)</b>		2,326341928
<b>Volatility matrix = ( deviation standard X confidence intereval factor)</b>		
0,5351	0,0000	0,0000
0,0000	0,6514	0,0000
0,0000	0,0000	0,7444

Sumber : Butler (1999)

2) Hitung *Undiversified VaR matrix*

Untuk menghitung *undiversified VaR matrix* dapat dilakukan dengan cara mengalikan bobot ( $W'$ ) dengan volatilitas matrik ( $V$ )

Tabel 2.6 *Calculating Undiversified VaR*

<i>Weigting Matrix W'</i>			<i>Volatility Matrix (V)</i>		
40%	25%	35%	0,5351	0,0000	0,0000
			0,0000	0,6514	0,0000
			0,0000	0,0000	0,7444
<i>Undiversified VaR Matrix (W'V)</i>			<i>Undiversified VaR</i>		
21,402%	16,284%	26,055%	63,742%		

Sumber : Butler (1999)

3) Hitung *Undiversified VaR*

Untuk menghitung *undiversified VaR* dapat dilakukan dengan menjumlahkan nilai perhitungan *undiversified VaR* dengan matrik  $W'V$

$$\begin{aligned} \text{Undiversified VaR} &= 21,402\% + 16,284\% + 26,055\% \\ &= 63,742\% \end{aligned}$$

Jika nilai portofolio adalah \$ 10 juta maka *undiversified VaR* adalah \$ 10 juta x 63,742% = \$ 6.374.200,00

### 2.7.2 Perhitungan *Diversified VaR*

Untuk menghitung *diversified VaR*, langkah yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut:

#### 1) *Construct the volatility matrix*

Matrik volatilitas dapat digambarkan dengan membentuk matrik deviasi standar. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mengalikan deviasi standar dengan *confidence interval factor*. Berdasarkan contoh data di atas, maka matrik volatilitasnya adalah seperti Tabel. 2.7.

**Tabel 2.7 Volatility Matrix Diversified VaR**

<i>Standard Deviation</i>		
23%	0	0
0	28%	0
0	0	32%
<i>Confidence interval factor (99%)</i>		
		2,326341928
<i>Volatility matrix = ( deviation standard X confidence inetreval factor)</i>		
0,5351	0,0000	0,0000
0,0000	0,6514	0,0000
0,0000	0,0000	0,7444

Sumber : Butler (1999)

2) Hitung *volatility correlation matrix*

Untuk menghitung matrik ini dapat dilakukan dengan mengalikan matriks volatilitas dengan matrik korelasi.

**Tabel 2.8 Volatility-Correlation Matrix**

<i>Volatility Matrix (V)</i>			<i>Correlation Matrix (C)</i>		
0,5351	0,0000	0,0000	1	0,6	0,5
0,0000	0,6514	0,0000	0,6	1	0,3
0,0000	0,0000	0,7444	0,5	0,3	1
<i>VC Matrix</i>					
53,5059%	32,1035%	26,7529%			
39,0825%	65,1376%	19,5413%			
37,2215%	22,3329%	74,4429%			

Sumber : Butler (1999)

3) Hitung *Variance-Covariance Matrix*

*Variance-covariance matrix* dapat diperoleh dengan cara mengalikan *volatility matrix* dengan *volatility matrix*. Perhitungan dapat dilihat apada Tabel 2.9

**Tabel 2.9 Three Asset Volatility-Correlation Matrix**

Volatility Matrix (V)			Correlation Matrix (C)		
0,5351	0,0000	0,0000	1	0,6	0,5
0,0000	0,6514	0,0000	0,6	1	0,3
0,0000	0,0000	0,7444	0,5	0,3	1
VC Matrix			Variance-Covariance Matrix (VCV)		
53,5059%	32,1035%	26,7529%	28,6288%	20,9115%	19,9157%
39,0825%	65,1376%	19,5413%	20,9115%	42,4290%	14,5471%
37,2215%	22,3329%	74,4429%	19,9157%	14,5471%	55,4175%

Sumber : Butler (1999)

4) Hitung *Weighting Variance-Covariance Matrix*

Untuk menghitung *weighting variance-covariance matrix* dapat dilakukan dengan acara mengalikan bobot dengan *variance-covariance*.

**Tabel 2.10 Weighting Variance-Covariance Matrix**

Weighting Matrix (W)			Variance-Covariance Matrix (VC)		
40%	25%	35%	28,6288%	20,9115%	19,9157%
			20,9115%	42,4290%	14,5471%
			19,9157%	14,5471%	55,4175%
WVCV Matrix					
23,650%	24,063%	30,999%			

Sumber : Butler (1999)

5) Hitung *Diversified VaR*

Untuk memperoleh nilai *diversified VaR* maka terlebih dahulu mengalikan *weighting variance covariance matrix* dengan *transpose weighting matrix*. Setelah itu hasil perkalian tersebut kemudian diakarkan seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.11

Tabel 2.11 *Three Asset VaR Matrix*

Weighting Matrix (W)			Variance-Covariance Matrix (VC)		
40%	25%	35%	28,6288%	20,9115%	19,9157%
			20,9115%	42,4290%	14,5471%
			19,9157%	14,5471%	55,4175%
WVCV Matrix			W'		
23,650%	24,063%	30,999%	40%	WVCVW'	26,325%
			25%	$\sqrt{WVCVW'}$	$\sqrt{26,325\%} = 51,308\%$
			35%		

Sumber : Butler (1999)

Jika nilai portofolio adalah sebesar \$ 10 juta maka *diversified* VaR adalah = \$ 10 juta x 51,308% = \$ 5.130.800,00

### 2.7.3 Perhitungan VaR Obligasi

Untuk menghitung VaR obligasi perlu dicermati tentang *cash flow* dari penerimaan bunga. Tahapan untuk mencari VaR obligasi dapat dilakukan sebagai berikut:

1) Menentukan *term and condition* obligasi

Dalam pembahasan ini, disajikan contoh suatu portofolio dengan 3 jenis obligasi. Portofolio obligasi ini mempunyai *term and condition* sebagai berikut:

Tabel 2.12 Data Obligasi

	Bond A	Bond B	Bond C
<i>Nominal</i>	\$ 10 juta	\$ 15 juta	\$ 20 juta
<i>Kupon</i>	10%	12%	15%
<i>Pembayaran kupon</i>	<i>annually</i>	<i>annually</i>	<i>annually</i>
<i>Jatuh Tempo</i>	4 tahun	3 tahun	5 tahun

Sumber : Butler (1999)

2) Menghitung *value* dari obligasi

Untuk menghitung *value* dari portofolio di atas maka perlu dihitung *cash flow* masing-masing tahun dan kemudian *present value* dari *relevant zero coupon*

*interest rate (yield curve)*. Perhitungan *present value* dapat dilihat pada tabel 2.13 berikut ini.

**Tabel 2.13 Perhitungan *Present Value Cash Flow***

<i>Term</i>	<i>Future Cash Flow</i>			<i>Yield Curve</i>	<i>Present Value</i>	<i>PV cash Flow</i>		
	Bond A	Bond B	Bond C			Bond A	Bond B	Bond C
1	1.000.000	1.800.000	3.000.000	7%	0,9346	934.579	1.682.243	2.803.738
2	1.000.000	1.800.000	3.000.000	8%	0,8573	857.339	2.543.210	2.572.016
3	1.000.000	16.800.000	3.000.000	8,5%	0,7829	782.908	13.152856	2.348.724
4	11.000.000		3.000.000	8,75%	0,7150	7.864.582		2.144.886
5			23.000.000	9%	0,6499			14.948.422
						10.439.408	16.378.309	24.817.787
						<b>Total PV</b>	<b>51.635.504</b>	

Sumber : Butler (1999)

3) Menghitung *Undiversified VaR* Obligasi

Untuk menentukan *undiversified VaR* terlebih dahulu harus diketahui tentang *volatilitas return* obligasi dari masing-masing tahun. Jika diasumsikan volatilitas seperti tersebut dalam Tabel 2.14, maka *undiversified VaR* dapat dihitung seperti berikut ini.

**Tabel 2.14 Perhitungan *Undiversified Bond***

<i>Term</i>	<i>Future Cash Flow</i>	<i>Present Value</i>	<i>Volatility</i>	<i>Undiversified VaR</i>
1	5,800,000.00	5,420,560.75	0,48%	26,018.69
2	5,800,000.00	4,972,565.16	0,50%	24,862.83
3	20,800,000.00	16,284,488.45	0,52%	84,679.34
4	14,000,000.00	10,009,467.49	0,53%	53,050.18
5	23,000,000.00	14,948,421.88	0,55%	82,216.32
		<b>Total</b>		<b>270,827.36</b>

Sumber : Butler (1999)

4) Menghitung *diversified VaR* obligasi

Untuk menghitung *diversified VaR* terlebih dahulu harus diketahui korelasi *return* pada suatu waktu tertentu dengan *return* pada waktu yang lain.

Tabel 2.15 Perhitungan *Diversified Bond*

<i>Undiversified VaR (Matrix U)</i>	<i>Undiversified matrix (tranpose) U'</i>				
		26.018,69	24.862,83	84.679,34	53.050,18
26,018.69					
24,862.83					
84,679.34					
53,050.18					
82,216.32					
	<i>Correlation Matrix (C)</i>				
	1	0,6	0,5	0,4	0,7
	0,6	1	0,3	0,4	0,5
	0,5	0,3	1	0,4	0,6
	0,4	0,4	0,4	1	0,2
	0,7	0,5	0,6	0,2	1
	<i>U' x C</i>				
	162.047,55	128.206,08	175.697,40	123.717,79	174.278,46
	<b>U'CU = 43.173.555.092,06</b>				
	<b>Diversified VaR = 207.782,47</b>				

Sumber : Butler (1999)

#### 2.7.4 Alokasi Kas antar *Vertices*

Dalam kenyataannya, transaksi pembelian obligasi seringkali dilakukan tidak dalam kondisi tepat saat tanggal pembayaran kupon. Sisa jangka waktu seringkali pada suatu kondisi angka yang ganjil, misalnya: sisa jangka waktu yang ada tinggal 3,5 tahun, 1,8 tahun, atau 4,6 tahun. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan perhitungan alokasi kas antar *vertices* yang merupakan periode-periode tertentu sebagai acuan perhitungan waktu, misalnya: 1 tahun, 2 tahun, dll.

Tabel di bawah ini adalah suatu contoh perhitungan nilai obligasi dengan mempertimbangkan alokasi antar *vertices* yang mempunyai jangka waktu jatuh tempo 4,6 tahun. Jangka waktu tersebut tidak tersedia data estimasi volatilitas sehingga perlu dicari *cash flow* di antara dua *vertices* yang paling mendekati yaitu 4 dan 5 tahun.

**Tabel 2.16 Perhitungan Vertices**

A	B	C
1	FV cash flow	\$ 10.000.000,00
2	Period to maturity	4,6
3		
4	Yield year 4	9%
5	Yield year 5	11%
6	Volatility year 4	0,533%
7	Volatility year 5	0,696%
8	Correlation coefficient	0,963%
9		
10	Lower period	4
11	Upper period	5

Sumber : Butler (1999)

Untuk mencari *present value* obligasi pada kondisi di atas, maka perlu dilakukan perhitungan dengan interpolasi linier dengan formula seperti pada Tabel 2.17 dan 2.18.

**Tabel 2.17 Rumus Perhitungan Interpolasi**

A	B	C
14	Alpha	=(C11-C2)/(C11-C10)
15	Interpolated yield	=(C14*C4)+(1-C14)*C5
16	Interpolated volatility	=(C14*C6)+(1-C14)*C7

Sumber : Butler (1999)

**Tabel 2.18 Nilai Perhitungan Interpolasi**

A	B	C
14	Alpha	0,4
15	Interpolated yield	10,2%
16	Interpolated volatility	0,6308%

Sumber : Butler (1999)

Setelah diperoleh nilai interpolasi maka perhitungan *present value* atas obligasi di atas dapat dilakukan sebagai berikut (Butler hal. 48 ,1999):

$$PV = \frac{FV}{(1+i)^n} \quad (2.5)$$

di mana

$PV = Present\ value$

$FV = Future\ value$  (nilai nominal)

$i = Linier\ interpolated\ yield$

### 2.7.5 Perhitungan *Mapping Weighting*

Seperti halnya dalam menghitung *value* dari suatu obligasi, maka dalam menghitung volatilitas dengan jangka waktu yang tidak sama dengan *vertice volatility* perlu digunakan metode interpolasi. Volatility dapat diperoleh dengan menghitung *variance* dari suatu portofolio. Seperti diketahui bahwa *variance* portofolio dua set dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Butler hal. 49, 1999):

$$\sigma_{xy}^2 = \alpha^2 \sigma_x^2 + (1 - \alpha)^2 \sigma_y^2 + 2\alpha(1 - \alpha)\rho_{xy}\sigma_x\sigma_y \quad (2.6)$$

Di mana

$\sigma = volatility$

$\alpha = weighting$

$\rho_{xy} = correlation\ coefficient$

Untuk memperoleh nilai alpha, maka dihitung dengan menggunakan rumus abc. Misalnya obligasi yang akan dihitung mempunyai jangka waktu 4,6 tahun maka bobot dapat dihitung sebagai berikut (Butler hal. 49, 1999):

$$P = \frac{b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (2.7)$$

di mana

$$a = \sigma_4^2 + \sigma_5^2 - 2\rho_{4,6}\sigma_4\sigma_5$$

$$b = 2\rho_{4,6}\sigma_4\sigma_5 - 2\sigma_5^2$$

$$c = \sigma_5^2 - \sigma_{4,6}^2$$

**Tabel 2.19 Perhitungan Bobot Berdasarkan *Volatility* antar *Vertices***

A	B	C	
1	<i>Volatility year 4</i>	0,5330%	
2	<i>Volatility year 5</i>	0,6960%	
3	<i>Interpolated volatility</i>	0,6308%	
4	<i>Correlation coefficient</i>	0,963	
5			
6	<i>Variance Lower Vertex</i>	=C1^2	0,00284%
7	<i>Variance Upper Vertex</i>	=C2^2	0,00484%
8	<i>Variance Cash flow</i>	=C3^2	0,0039791%
9			
10	A	=D6+D7-2*C4*C1*C2	0,00000540
11	B	=2*C4*C1*C2-2*C7	(0,00002543)
12	C	=C7-C8	0,00087%
13			
14	<i>Weighting 1</i>	=(-C11-(C11^2-4*C10*C12)^0.5)/(2*C10)	0,369040037

Sumber : Butler (hal 53, 1999)

## 2.8 Perhitungan *Return*

Dalam konteks pengukuran risiko pasar, variabel random diambil dari tingkat pengembalian aset keuangan. Dalam perhitungan VaR aset berupa obligasi, tingkat pengembalian sangat dipengaruhi oleh pergerakan *yield*. Pergerakan *yield* merupakan variabel random karena memiliki variasi tertentu dan sering diasumsikan sebagai *lognormal random variable*.

Untuk itu, dalam perhitungan VaR, diperlukan data runtun waktu *yield curve*. Data *return* tersebut dapat dihitung sebagai fungsi logaritma natural dari *yield* pada saat t dibandingkan *yield* pada saat t-1 sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut (Jorion, hal. 100, 2001):

$$r_t = \ln \left( \frac{Y_t}{Y_{t-1}} \right) \quad (2.8)$$

## 2.9 Cornish Fisher Expansion

Fluktuasi harga instrumen finansial di pasar sekunder yang menyebabkan naik turunnya nilai aset keuangan tidak selalu terdistribusi secara normal. Hal ini disebabkan pasar keuangan sangat dinamis dan seringkali mengalami gejolak.

Jarque Bera merupakan salah satu uji statistik untuk menentukan normal tidaknya suatu distribusi dengan formula sebagai berikut (Pindyck dkk, hal. 47, tahun 1998):

$$Jarque - Bera = \frac{N - k}{6} \left( S^2 + \frac{(K - 3)^2}{4} \right) \quad (2.9)$$

Asumsi distribusi normal secara tidak langsung menyatakan bahwa fluktuasi harga instrumen keuangan (*return*) yang tidak berkaitan antara satu waktu dengan waktu yang lain dan peluang terjadinya kenaikan harga maupun peluang penurunan harga mempunyai distribusi yang simetris di sekitar rata-rata.

Faktanya *return* di pasar keuangan pada hari yang berdekatan seringkali saling berkaitan dan saling mempengaruhi. Oleh karena itu, asumsi bahwa *return* terdistribusi normal menjadi kurang tepat dikaitkan dengan kondisi pasar sebenarnya. Kelemahan ini dapat diakomodir dengan formula yang dikembangkan oleh Cornish Fisher (1937) sebagai berikut (Jorion hal. 213, tahun 2001):

$$z^* = z_c + \frac{1}{6} (z_c^2 - 1) S \quad (2.10)$$

di mana

$z_c$  : *critical value* dari probabilitas  $(1-\alpha)$  dengan standar normal distribusi

$S$  : nilai skewness

## 2.10 Stasioneritas Data

Data *times series* dapat dikatakan stasioner jika mempunyai nilai rata-rata dan *variance* yang konstan sepanjang waktu, serta nilai *covariance* tergantung pada jarak antar periode waktu. Data yang stasioner cenderung bergerak kembali pada nilai rata-rata (*mean reversion*) dan berfluktuasi di sekitar nilai rata-rata yang diukur dari nilai *variance* yang pergerakan yang konstan. Sehingga pada data yang stasioner tidak terdapat unsur tren. Sedangkan data yang tidak stasioner akan mempunyai nilai rata-rata dan *variance* yang bervariasi dari waktu ke waktu.

Asumsi data *times series* stasioner diperlukan agar model yang diperoleh lebih stabil sehingga dapat digunakan untuk memperkirakan tingkat pengembalian di masa depan. Jika data tidak stasioner, model yang diperoleh hanya bisa digunakan pada jangka waktu penelitian saja dan tidak dapat digunakan untuk melakukan peralaman. Disamping itu, data yang tidak stasioner juga dapat menyebabkan terjadinya *spurious regression*, yaitu terdapat hubungan antara variabel X dan Y yang secara statistik signifikan atau memiliki nilai *R-squared* yang tinggi, namun secara teori seharusnya tidak ada hubungan antar kedua variabel tersebut.

Pengujian stasioneritas suatu data *return* dapat dilakukan dengan menggunakan *unit root test*. Metode pengujian stasioneritas yang digunakan dalam penelitian ini adalah Augmented Dickey Fuller. Kriteria penolakan hipotesis ini didasarkan pada hasil *ADF test* yang dihitung dengan menggunakan program Eviews, yaitu jika:

- 1) *ADF test statistic* > MacKinnon *critical value* 5% maka  $H_0$  diterima, artinya data belum stasioner
- 2) *ADF test statistic* < Mac Kinnon *critical value* 5% maka  $H_0$  ditolak, artinya data sudah stasioner

*ADF test* dapat digunakan untuk pengujian stasioneritas dari data asli atau tingkat level, maupun data yang telah diturunkan (*differencing*) pada order 1 dan 2.

### 2.11 Heteroskedastisitas data

Suatu data runtun waktu dikatakan bersifat homoskedastis jika *error term* dari data tersebut memiliki *variance* yang konstan untuk setiap observasi. Pada kondisi ini variasi Y adalah sama untuk setiap nilai X. Dengan data runtun waktu yang homoskedastis setiap observasi dapat dipercaya, sehingga penduga koefisien regresi populasi adalah efisien dan pengujian hipotesa tentang koefisien regresi populasi tidak bias.

Sebaliknya jika *variance* dari *error term* tidak sama untuk setiap observasi maka data runtun waktu bersifat heteroskedastis. Dengan adanya heteroskedastisitas ini estimasi dengan menggunakan metode *ordinary least*

*squares* menjadi tidak efisien, karena memberikan bobot yang besar pada observasi yang mempunyai *variance error term* yang besar daripada yang *variance*-nya kecil. Masalah heteroskedastisitas ini dapat dipecahkan dengan menggunakan model ARCH/GARCH.

Oleh karena itu, dalam penelitian data runtun waktu diperlukan suatu pengujian heteroskedastisitas data sehingga dapat diidentifikasi metode perhitungan volatilitas yang sesuai dengan karakteristik yang ada. Salah satu pengujian heteroskedastisitas data yang digunakan adalah *white's general heteroscedasticity test*. Dari hasil pengujian dapat diketahui metode perhitungan yang dapat digunakan (deviasi standar atau pemodelan ARCH/GARCH) untuk estimasi volatilitas dalam perhitungan VaR.

## **2.12 Perhitungan Estimasi Volatilitas**

Volatilitas merupakan suatu ukuran dispersi atau penyebaran dalam suatu distribusi probabilitas. Sebagai dispersi, volatilitas dapat juga dikatakan sebagai risiko yang biasanya diukur dengan standar deviasi yang merupakan dari variabel random yang bersangkutan misalnya data runtun waktu *yield* obligasi pemerintah.

Keandalan estimasi volatilitas sangat mempengaruhi kualitas dari nilai VaR yang diperoleh. Nilai volatilitas yang baik adalah yang mencerminkan kondisi riil dari aset yang dimiliki. Dengan menggunakan input volatilitas yang andal maka nilai VaR yang dihasilkan akan mencerminkan potensi kerugian yang sebenarnya dari aset.

Pemodelan volatilitas dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan penelitian karakteristik data observasi. Berikut ini estimasi volatilitas yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu:

### **2.12.1 Model Estimasi Volatilitas Deviasi Standar**

Deviasi standar merupakan alat untuk mengukur volatilitas yang paling umum digunakan dan paling cocok diterapkan untuk metode distribusi normal. Deviasi standar mengukur jumlah penyebaran dari distribusi, yakni jarak rata-rata dari perubahan harga terhadap *mean*. Deviasi standar diperoleh dengan

menguadratkan *variance* dari data runtun waktu. Persamaan *variance* yang digunakan untuk mengestimasi volatilitas seperti pada persamaan 2.1.

### 2.12.2 Model Estimasi Volatilitas ARCH/GARCH

Model ARCH diperkenalkan oleh Engle (1982), sedangkan model GARCH yang merupakan model generalisasi ARCH diperkenalkan oleh Bollerslev (1986). Kedua model ini dirancang untuk membuat sebuah model dan melakukan peralihan terhadap data runtun waktu yang mengandung *conditional variance*. *Variance* dari variabel tidak bebas dibentuk dengan menggunakan nilai dari variabel tidak bebas dan variabel bebas periode sebelumnya.

Pada data runtun waktu keuangan, keberadaan ARCH atau suatu bentuk autoregresi dari kuadrat residual biasanya ditandai dengan adanya *fat tail* (*excess kurtosis*) atau *volatility clustering*. *Fat tail* ditandai dengan distribusi probabilitas return yang menunjukkan *tail* yang lebih gemuk dibandingkan distribusi normal. Hal ini terjadi karena frekuensi *return* aktual yang terletak jauh diluar *mean return* melebihi frekuensi teoritisnya. Data runtun waktu yang menunjukkan gejala ini sering disebut leptokurtosis. *Volatility clustering* merupakan fenomena di mana terdapat autokorelasi yang signifikan pada kuadrat residual.

Pembentukan model estimasi volatilitas ARCH/GARCH memerlukan tahapan *mean process* dan *variance process* untuk menghasilkan nilai residual yang kemudian akan diestimasi perubahannya. *Mean process* memegang peranan penting dalam pemodelan volatilitas. *Mean process* mengasumsikan *variance* konstan dan tidak saling mempengaruhi. *Mean process* umumnya dibentuk berdasarkan persamaan *Autoregressive Moving Average* (ARMA).

Berdasarkan persamaan ARMA yang signifikan, kemudian dilanjutkan dengan *variance process*. *Variance process* adalah mengidentifikasi atau mencari model ARCH/GARCH yang dapat menunjukkan adanya *variance*. Mengingat dalam persamaan ARMA mengasumsikan *variance* konstan dan tidak saling mempengaruhi, maka asumsi ini dapat dikatakan tidak selalu benar. Oleh karenanya, dalam mencari model ARCH/GARCH perlu dimasukkan unsur *conditional variance* di mana adanya *variance* juga mempengaruhi estimasi.

Model GARCH (p,q) merupakan pengembangan dari model ARCH yang mempunyai performa lebih baik. Persamaan ini dijelaskan oleh Alexander (hal. 72, 2001) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\sigma_t^2 &= \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_q \sigma_{t-q}^2 \\ \alpha_0 &> 0, \alpha_1, \dots, \alpha_p, \beta_1, \dots, \beta_q \geq 0\end{aligned}\quad (2.11)$$

Di mana:

- $\sigma_t^2$  : variance pada saat t
- $\varepsilon_{t-1}^2$  : *variance* residual kuadrat pada saat t-i
- $\alpha_0$  : konstanta
- $\alpha_i$  : koefisien ARCH, di mana  $i = 1, 2, \dots, q$
- $\beta_j$  : koefisien GARCH, di mana  $i = 1, 2, \dots, p$

Pada dasarnya order p dan q pada model GARCH tersebut dapat diidentifikasi, akan tetapi seperti halnya yang dikemukakan oleh Bollerslev (1986), model GARCH (1,1) umumnya merupakan sebuah model yang dapat dipakai dan sudah cukup sesuai untuk data runtun waktu finansial.

Dalam menentukan model GARCH terbaik diperlukan suatu analisis signifikansi model. Salah satu analisis yang digunakan adalah dengan melihat nilai *Adjusted-R Squared*, *AIC*, dan *Swartz Criterion*. Analisis ini dilakukan bila diperoleh dua buah atau lebih model yang dapat digunakan. Adapun penjelasan metode-metode tersebut dapat disampaikan sebagai berikut:

a) *Adjusted-R Squared*

Nilai *Adjusted-R Squared* digunakan untuk mengukur persentase variabilitas variabel tidak bebas yang dapat dijelaskan oleh variabel-variabel bebas. Nilai *Adjusted-R Squared* yang besar (mendekati satu) menunjukkan model yang dibentuk telah cukup baik dan sesuai. Oleh karena itu proses pembentukan model biasanya akan terus berlanjut hingga diperoleh nilai *Adjusted-R Squared* yang paling maksimal.

b) *Akaike Info Criterion* (AIC) dan *Swartz Criterion* (SC)

Alternatif lain dari Adjusted-R Squared yang digunakan untuk mengukur validitas model yang dihasilkan adalah dengan pengujian berdasarkan nilai *Akaike Info Criterion* (AIC) dan *Swartz Criterion* (SC) dari model yang dibentuk. Greene (hal. 159, 2003) menjelaskan persamaan kedua parameter tersebut adalah:

$$AIC = \log\left(\frac{\sum \varepsilon_i^2}{N}\right) + \frac{2k}{N} \quad (2.12)$$

$$SC = \log\left(\frac{\sum \varepsilon_i^2}{N}\right) + \frac{k \log N}{N} \quad (2.13)$$

Dengan menggunakan pengukuran-pengukuran ini dapat diketahui pengaruh variabel bebas dan lag terhadap variabel tidak bebas dalam model yang dibentuk. Nilai AIC dan SC yang semakin kecil menunjukkan model yang dibentuk semakin baik.

### 2.13 Validasi Model VaR

Salah satu poin penting yang harus dijadikan perhatian dalam perhitungan VaR adalah bahwa nilai VaR yang dihasilkan rentan terhadap kesalahan atau *error*. Beberapa error yang mungkin terjadi adalah *sampling error*, model yang digunakan tidak tepat, atau kesalahan dalam memproses data. Faktor-faktor ini menjadikan estimasi nilai VaR yang diperoleh bias atau tidak dapat menunjukkan potensi kerugian yang sebenarnya.

Nilai VaR merupakan acuan yang digunakan dalam mengelola risiko terhadap aset atau portofolio yang dimiliki. Apabila nilai VaR yang digunakan bias, maka keputusan strategi yang diambil dalam mengelola risiko menjadi tidak efektif. Apabila ini terjadi pada bank, maka kesalahan tersebut akan merugikan masyarakat yang dananya dikelola oleh Bank

Untuk menghindari kerugian yang disebabkan oleh nilai VaR yang bias, maka perlu dilakukan validasi sehingga model yang dibentuk dalam perhitungan VaR diharapkan tetap baik.

Apabila perubahan negatif nilai suatu portofolio yang terjadi ternyata lebih besar dari estimasi VaR maka kejadian tersebut dinamakan penyimpangan. Dalam rangka proses validasi, penyimpangan tersebut harus dihitung dan model akan

dianggap valid bila penyimpangan yang terjadi berada pada batas-batas yang diperbolehkan. Bila tidak ditemukan adanya penyimpangan, maka model tersebut dapat dikatakan terlalu konservatif dalam menghitung VaR, demikian hanya apabila jumlah penyimpangan yang terjadi relatif banyak, maka model tersebut kurang dapat melakukan estimasi dalam menghitung VaR.

Verifikasi terhadap model VaR ini dilakukan dengan cara menghitung jumlah deviasi aktual perubahan nilai profit/loss terhadap VaR (N atau jumlah kegagalan). Dalam model VaR ini akan dihitung untuk total T=50 hari dengan menggunakan data *out of sample*. Jumlah terjadinya deviasi (N) selanjutnya diuji dengan *null hypothesis* pada derajat kepercayaan 95% untuk menentukan apakah model diterima atau ditolak. Validasi model VaR menggunakan model yang diperkenalkan Kupiec (1995). Model ini mempergunakan logaritma *Likelihood Ratio* (LR) *test* dengan melihat banyaknya penyimpangan atau kegagalan (*failure rate*) yang terjadi dalam total observasi. Melalui persamaan berikut (Jorion, hal. 134, 2001):

$$LR = -2\ln\left[(1-p^*)^{T-N} p^{*N}\right] + 2\ln\left[(1-N/T)^{T-N} (N/T)^N\right] \quad (2.14)$$

di mana

- N : jumlah kegagalan dalam observasi  
 P\* : proporsi penyimpangan atau kegagalan terjadi dalam estimasi  
 T : jumlah observasi

## BAB 3 DATA DAN METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Penetapan Spesifikasi Model VaR

Sebelum sampai kepada pengukuran VaR portofolio obligasi terlebih dahulu ditetapkan spesifikasi model yang akan digunakan sebagai acuan dalam pengolahan data sebagai berikut:

1. Perhitungan VaR portofolio obligasi menggunakan posisi tanggal 28 Desember 2007.
2. *Confidence level* yang digunakan dalam penelitian ini 99% dan 95% (*one tailed*).
3. *Holding period* ditetapkan selama 1 hari. Setelah pengukuran VaR dengan holding period selama 1 hari selesai dilakukan dan validasi selanjutnya dikalikan  $\sqrt{10}$  mengikuti ketentuan *holding period Basel* yaitu 10 hari.
4. Pengolahan *forecast return yield volatility* untuk data *return* yang bersifat heteroskedastik menggunakan pemodelan ARCH/GARCH.
5. Validasi model menggunakan data sebanyak 50 hari yaitu dari tanggal 18 Oktober 2007 sampai dengan 28 Desember 2007. Pertimbangannya adalah dalam portofolio obligasi yang diteliti terdapat obligasi yang baru terbit sehingga data aktual untuk *back testing* tidak mencukupi dan pengolahan data yang memakan waktu cukup lama.

### 3.2 Pengumpulan Data

Data-data yang dibutuhkan dalam pengukuran VaR Portofolio Obligasi yaitu: *yield* pasar uang Rupiah 1 bulan, 3 bulan, 6 bulan dan 1 tahun (data diperoleh dari terminal Reuters) sedangkan suku bunga 2 s/d 10 tahun yang diambil dari suku bunga *Indonesia Government Security Yield Curve* IGSYC (diambil dari Bursa Efek Surabaya melalui terminal Bloomberg) sebanyak 250 data harian. Observasi data historis *yield* menggunakan data harian selama periode 3 Januari 2007 sampai dengan 28 Desember 2007 untuk mendapatkan data *return yield* sebanyak 250 hari. Data *yield* merupakan faktor risiko pasar yang mempengaruhi harga dan nilai dari aset obligasi yang dimiliki. Kemudian data posisi portofolio obligasi

*trading* denominasi Rupiah, tanggal jatuh tempo obligasi, dan tingkat kupon. Data untuk keperluan validasi meliputi: (1) *yield* pasar uang Rupiah 1 bulan, 3 bulan, 6 bulan dan 1 tahun (data dari Reuters) sedangkan suku bunga 2 s/d 10 tahun yang diambil dari suku bunga IGYSC sebanyak 50 data harian dan (2) harga pasar obligasi. Sumber data tersebut yaitu laporan transaksi *Dealing Room* PT. Bank XYZ, terminal Bloomberg, dan terminal Reuters. Selain data-data di atas, karya akhir ini juga menggunakan data-data sekunder yang diperoleh dari Divisi Manajemen Risiko PT. Bank XYZ untuk keperluan analisis dan pembahasan.

### **3.3 Portofolio Obligasi Trading Bank XYZ**

Karya akhir ini menfokuskan dan membatasi pembahasan dan analisis pada salah satu komponen *earning asset* pada Bank XYZ yaitu portofolio obligasi *trading book* denominasi Rupiah. Sebenarnya selain denominasi Rupiah, Bank XYZ juga memiliki portofolio obligasi *trading book* denominasi mata uang asing yaitu USD.

Disamping portofolio obligasi *trading book*, Bank XYZ juga memiliki portofolio obligasi *bank book*. Sesuai dengan ketentuan Basel hanya portofolio obligasi *trading book* yang dikenakan beban modal untuk risiko pasar selain risiko kredit. Sedangkan, portofolio obligasi *banking book* hanya dikenakan beban risiko kredit. Portofolio obligasi *trading book* inilah yang akan diukur risiko pasarnya baik dengan menggunakan pendekatan standar maupun dengan pendekatan internal atau VaR.

Total nominal dalam portofolio tersebut sebesar Rp. 8,77 trilyun dengan nilai pasar sebesar Rp.9,82 trilyun. Sebagian besar (mencapai 96% atau sekitar Rp. 8,45 Trilyun) merupakan obligasi pemerintah RI atau yang dikenal dengan istilah SUN. Sisanya obligasi korporasi sebesar Rp. 323 Milyar yang antara lain terdiri dari obligasi Pegadaian, Bank Panin, Bank BNI, PLN, Danamon, Bank BTN, Summit Oto Finance, dan Jasa Marga

Karya akhir ini membatasi kajian pada portofolio SUN trading dengan sisa jatuh tempo kurang dari satu tahun yang merupakan komponen terbesar pada portofolio obligasi SUN trading Bank XYZ yaitu nominalnya (*par value*) mencapai Rp. 7,997 trilyun. Oleh karena itu, beberapa seri SUN yang memiliki maturitas lebih dari 10 tahun serta obligasi korporasi dikeluarkan dari obyek

penelitian. Seri-seri SUN yang dikaji dalam karya akhir ini adalah SPN2008052801, FR0014, FR0016, FR0017, FR0018, FR0023, dan FR0026. Jenis dan jumlah obligasi yang dimiliki Bank XYZ posisi 28 Desember 2007 yang disajikan dalam Tabel 4.1 di bawah ini.

**Tabel 3.1 Posisi Portofolio SUN Trading Book Tgl 28 Desember 2007**

No	Nama Obligasi	Jatuh Tempo	Nominal (dalam Juta Rp.)	Harga Pasar (mark-to-market) dalam Juta Rp.
1	SPN2008052801	28-Mei-08	1.726.190	1.649.098,35
2	RI FR0014	15-Nop-10	500.000	590.450,00
3	RI FR0016	15-Agust-11	997.951	1.136.835,84
4	RI FR0017	15-Jan-12	1.258.087	1.427.261,96
5	RI FR0018	15-Jul-12	3.275.000	3.755.442,50
6	RI FR0023	15-Des-12	95.000	101.639,55
7	RI FR0026	15-Okt-14	145.000	155.863,40
<b>Total</b>			<b>7.997.228,00</b>	<b>8.816.591,60</b>

Sumber: Laporan Bulanan Dealing Room Bank XYZ

### 3.4 Metode Pengolahan Data

Dalam penelitian ini data dikelompokkan menjadi dua yaitu data yang perlu diolah terlebih dahulu sebelum menjadi input pengukuran VaR dan data yang dapat langsung digunakan sebagai input pengukuran VaR. Data *present value* dari masing-masing obligasi, *return yield volatility*, korelasi antar *yield volatility*, *alokasi vertex* merupakan data hasil olahan sedangkan posisi portofolio obligasi, harga pasar obligasi, tanggal jatuh tempo obligasi, tingkat kupon dan *yield curve* aktual adalah data yang dapat langsung digunakan.

Penelitian ini bertujuan membentuk model estimasi volatilitas yang andal untuk mengukur risiko pasar (VaR) untuk kemudian dibandingkan dengan pengukuran risiko pasar dengan pendekatan standar. Sebelum dilakukan pemodelan, data yang telah dikumpulkan diuji sesuai dengan asumsi yang harus dipenuhi untuk membuat suatu model *time series* yang optimal.

### 3. 4. 1 Uji Stasioneritas Data *Return Yield*

Model estimasi volatilitas yang optimal harus memenuhi bahwa data *time series* sudah stasioner. Data *times series* yang stasioner menjadikan model yang diperoleh lebih stabil sehingga dapat digunakan untuk memperkirakan tingkat pengembalian di masa depan. Jika data tidak stasioner, model yang diperoleh hanya bisa digunakan pada jangka waktu penelitian saja, tidak dapat digunakan untuk melakukan peramalan.

Uji stasioneritas disebut juga dengan *unit root test*. Dalam penelitian ini metode pengujian stasioneritas data yang digunakan adalah Augmented Dickey Fuller (ADF) test.

Adapun hipotesis yang digunakan dalam uji ADF adalah sebagai berikut:

$H_0$  :  $\gamma = 1$ , terdapat *unit root* (data belum stasioner)

$H_1$  :  $\gamma < 1$ , terdapat *unit root* (data sudah stasioner)

Kriteria penolakan hipotesis ini didasarkan pada hasil ADF test yang dihitung dengan menggunakan program EViews, yaitu jika:

- ADF *test statistic* > MacKinnon *value* 5%, maka  $H_0$  diterima, artinya data stasioner.
- ADF *test statistic* > MacKinnon *value* 5%, maka  $H_0$  ditolak, artinya data sudah stasioner.

Jika pada tahap awal pengujian ditemukan adanya *unit root test* maka data harus didiferensiasi. Data *time series* yang telah didiferensiasi diuji kembali dengan menggunakan ADF *test*. Data *time series* yang diturunkan sekali (ordo 1) dan telah stasioner disebut berintegrasi order 1 yang dinyatakan dengan I (1). Selanjutnya, jika turunan pertama tersebut diturunkan lagi dan stasioner maka data tersebut dinyatakan bereintegrasi order 2 atau I (2).

### 3.4.2 Uji Normalitas Data *Return Yield*

Uji normalitas bertujuan untuk melihat apakah distribusi data *return yield* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki karakteristik distribusi normal atau tidak. Asumsi distribusi normal sendiri mempunyai peranan penting dalam perhitungan VaR. Penelitian ini menggunakan uji statistik Jarque Bera untuk melihat apakah data terdistribusi normal. Uji statistik ini mengukur perbedaan antara *skewness*

dan *kurtosis* dari suatu data runtun waktu dari distribusi normal. Uji statistik dilakukan dengan bantuan program Eviews dengan hipotesis yang digunakan sebagai berikut:

$H_0$  : Data *series* terdistribusi normal

$H_1$  : Data *series* tidak terdistribusi normal

Kriteria penolakan hipotesis di atas didasarkan pada nilai probabilitasnya lebih kecil dari tingkat keyakinan ( $1-\alpha$ ) maka  $H_0$  ditolak yang berarti karakteristik data series tidak distribusi normal. Pada kondisi tersebut, nilai fungsi persentil pada tingkat keyakinan 95% tidak lagi 1,645. Nilai fungsi persentil untuk data series yang tidak terdistribusi normal dapat dihitung dengan pendekatan Cornish Fisher *Expansion* pada persamaan 2.15.

### 3.4.3 Uji Autokorelasi Data *Return Yield*

Jika residual suatu data mempunyai korelasi atau hubungan dengan residual data sebelumnya maka telah terjadi autokorelasi atau disebut juga serial korelasi. Autokorelasi menyebabkan kesalahan yang terjadi pada satu observasi juga terjadi pada observasi lainnya atau kesalahan yang terjadi pada satu periode waktu akan mempengaruhi kesalahan pada periode yang akan datang.

*Correlogram residual* yang dihasilkan dengan bantuan program EViews sangat membantu dalam identifikasi autokorelasi. Correlogram merupakan grafik yang menunjukkan *autocorrelation function* (PACF) terhadap lag dari model. Di mana PACF menunjukkan korelasi antara data  $Y_t$  dengan lag sebelumnya  $Y_{t-1}$ ,  $Y_{t-2}$ ,  $Y_{t-k}$  atau disebut *autoregressive* (AR). Sedangkan ACF menunjukkan korelasi antara *error term* atau residual suatu data dengan residual pada lag sebelumnya atau disebut *moving average* (MA). Tujuan dari pengecekan terhadap *correlogram residual* ini adalah untuk mengidentifikasi lag dari AR dan MA yang akan dimasukkan dalam model regresi.

Uji autokorelasi atau disebut juga uji ACF/PACF menggunakan Q-statistics (*Ljung-Box Q-statistics*) dan *p-value*. Adapun hipotesis yang diuji adalah sebagai berikut:

H<sub>0</sub>: Tidak terdapat autokorelasi residual hingga lag ke k, ditunjukkan dengan nilai Q-statistik dari *autocorrelation* dan *partial autocorrelation* dengan p-value > 5% pada *correlogram of standardized residual*.

H<sub>1</sub>: Sekurang-kurangnya terdapat autokorelasi residual pada lag k tertentu, ditunjukkan dengan nilai Q-statistik dari *autocorrelation* dan *partial autocorrelation* dengan p-value, 5% pada *correlogram of standardized residual*.

### 3.4.4 Uji Heteroskedastisitas Data *Return Yield*

Uji heteroskedastisitas diperlukan untuk mengidentifikasi *variance* dari data residual. Apabila diketahui *variance* dari data residual tidak sama untuk setiap observasi maka data residual bersifat *heteroscedastic*. Sebaliknya apabila data residual memiliki *variance* yang konstan untuk setiap observasi, data residual bersifat *homoscedastic*.

Dalam penelitian ini uji heteroskedastisitas menggunakan metode *White's general heteroscedasticity* dengan bantuan program EViews. Hasil uji heteroskedastisitas akan menentukan apakah metode estimasi volatilitas yang akan digunakan deviasi standar atau metode estimasi volatilitas ARCH/GARCH. Adapun hipotesis yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

H<sub>0</sub>: Nilai statistik autokorelasi dan autokorelasi parsial dengan p-value >5% pada *correlogram of squared residual*, residual bersifat *homoscedastic*.

H<sub>1</sub>: Nilai statistik dari autokorelasi dan autokorelasi parsial dengan p-value >5% pada *correlogram of squared residual*, residual bersifat *heteroscedastic*.

### 3.5 Metode Estimasi Volatilitas *Return Yield*

Hasil uji heteroskedastisitas merupakan dasar dalam menentukan model estimasi volatilitas yang akan digunakan. Apabila residual bersifat *homoscedastic* atau dengan kata lain volatilitas dari *data series* suatu *return yield* bersifat konstan, maka metode standar deviasi dapat digunakan dalam mengestimasi volatilitas. Sebaliknya apabila volatilitas valuta asing tersebut tidak konstan, penggunaan standar deviasi akan menghasilkan model yang tidak valid. Oleh karena itu, dalam

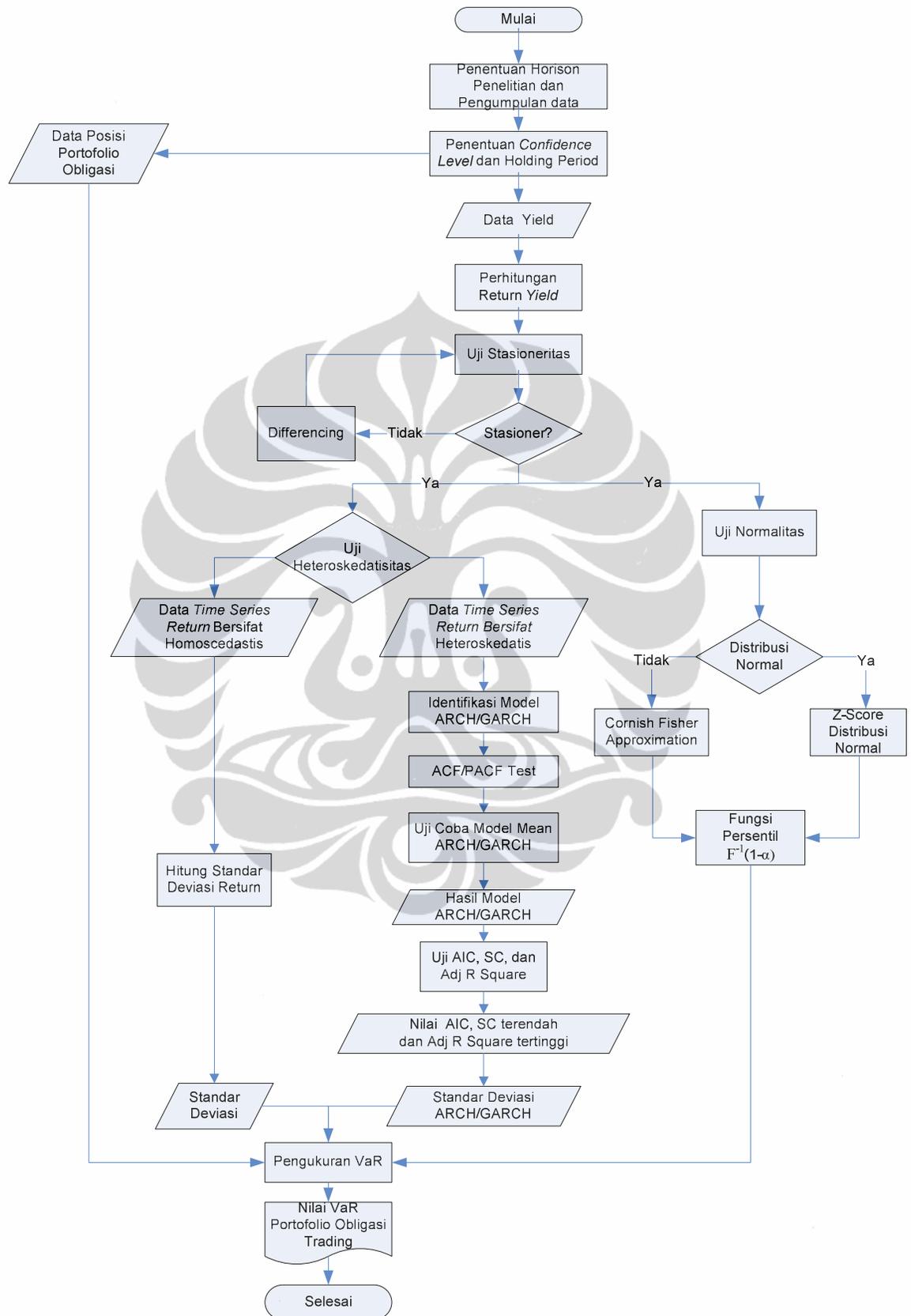
penelitian ini metode yang akan digunakan untuk mengestimasi volatilitas *return yield* dengan volatilitas yang berubah-ubah adalah metode ARCH/GARCH.

### 3.5.1 Metode Deviasi Standar

Perhitungan volatilitas dengan metode deviasi standar menggunakan persamaan 2.15. Deviasi standar diperoleh dengan mengakar-kuadratkan *variance* yang diperoleh dari persamaan tersebut.

### 3.5.2 Metode ARCH/GARCH

Perhitungan standar deviasi dengan ARCH/GARCH dilakukan dengan bantuan program Eviews. Estimasi volatilitas dengan ARCH/GARCH melalui tahap uji *mean process* dan *variance process*. Tahapan uji *mean process* dilakukan dengan metode regresi dan *Autoregressive Moving Average* (ARMA) dengan persamaan 2.18. Sedangkan *variance process* dilakukan dengan pengecekan terhadap *correlogram squared residual*, apakah terdapat autokorelasi atau tidak. Pengecekan ini sekaligus juga menentukan ordo dari ARCH/GARCH yang akan digunakan, yang ditentukan dari lag *autoregressive* dan *moving average* yang signifikan. Di mana signifikansi model ARCH/GARCH (persamaan 2.18) dilihat dari nilai probabilitas dari masing-masing koefisien model ARCH/GARCH dengan selang kepercayaan 95%. Jika terdapat beberapa model yang signifikan untuk satu jenis *yield*, penentuan signifikansi model dilakukan dengan membandingkan nilai *Adjusted-R Squared*, *Akaike Info Criterion* (AIC) dan *Schwarz Criterion* (SC) dari persamaan yang diperoleh.



Gambar 3.1 Diagram Alur Metodologi Estimasi Return Yield Volatility

### 3.6 Metodologi Pengukuran Risiko Pasar

Seperti yang telah disebutkan dalam Bab I, bahwa pendekatan yang akan dilakukan dalam mengukur risiko pasar obligasi meliputi dua model yaitu *standardized model* dan *internal model*. Berkenaan dengan hal tersebut maka metodologi perhitungan juga akan dibedakan antara 2 model tersebut.

#### 3.6.1 Metodologi Pengukuran Risiko Pasar dengan *Standardized Model*

Perhitungan dapat dilakukan dengan melalui tahapan sebagai berikut:

1) Perhitungan *Specific Risk*

Mengingat SUN merupakan obligasi yang diterbitkan oleh Pemerintah, maka *capital charge* menurut perhitungan spesifik risk adalah nol. (sesuai dengan Tabel 2

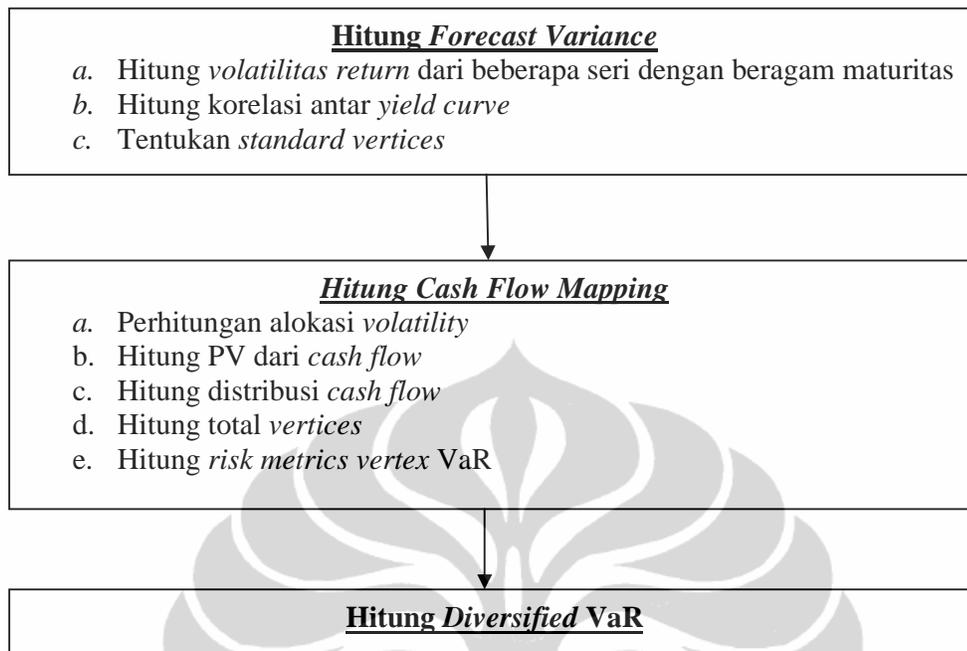
2) Perhitungan *General Risk*

Metode yang digunakan dalam pengkajian ini adalah metode jatuh tempo, di mana posisi *long* atau *short* dari seluruh posisi SUN dipetakan ke dalam *maturity ladder* seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.

Perhitungan *general risk capital charge* dilakukan dengan menjumlahkan 4 komponen sebagai berikut: (a) *vertical disallowance*, (b) *horizontal disallowance*, (c) *net long* atau *net short* dari seluruh *trading book* yang telah dibobot dan (d) pembebanan atas *matched option position (net)*.

#### 3.6.2 Metodologi Pengukuran Risiko Pasar dengan *Internal Model (VaR)*

Dalam melakukan pengukuran VaR portofolio obligasi, dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan input yang diperlukan dalam proses pengukuran VaR dengan pendekatan *variance covariance* yaitu: *outstanding SUN*, estimasi *return yield volatility*, *risk correlation* antar *yield volatility*.



**Gambar 3.2 Flow Chart Pengukuran Diversified VaR**

Penjelasan dari *flow chart* di atas adalah sebagai berikut:

1. Hitung *forecast variance* dari model persamaan *variance* (ARCH/GARCH) dengan langkah sebagai berikut
  - a. Hitung estimasi *volatility return yield* (*variance* dan standar deviasi) dari *yield* masing-masing periode yang juga menggambarkan beragam maturitas.
  - b. Hitung korelasi antar *yield* dengan beragam periode jatuh tempo. Korelasi ini diperlukan untuk menentukan besarnya *undiversified VaR*.
  - c. Menentukan *standard vertices* yang dihitung berdasarkan tanggal analisis.
2. *Cash Flow Mapping*
  - a. Perhitungan alokasi, data yang diperlukan adalah:
    - Tanggal kupon masing-masing seri SUN yang akan dianalisis
    - Jumlah hari antara tanggal analisis dengan tanggal-tanggal jatuh tempo kupon (diformulasikan dalam tahun)

- Menentukan *between vertices*, dalam hal ini ditentukan vertice dalam bulan atau tahun. *Vertices* dalam bulan dan tahun ini kemudian dijabarkan dalam dua tanggal yang berbeda yaitu tanggal terkecil dan terbesar yang ditentukan dari tanggal analisis.
  - Menentukan dua alokasi dari tanggal analisis dengan tanggal *vertices*. Alokasi pertama diperoleh dari: (tanggal kupon dikurangi tanggal *vertice* terbesar)/(tanggal *vertice* terkecil dikurangi tanggal *vertice* terbesar). Alokasi kedua diperoleh dari sisa alokasi pertama (=1-alokasi pertama)
  - Menentukan *yield* dari periode terkecil dan terbesar, kemudian diinterpolasikan dengan rumusan: (bobot x *yield* terendah) + ((1-bobot) x *yield* tertinggi)
  - Menentukan *yield volatility* pada *confidence level* yang diinginkan, dengan formula:
  - (bobot x *volatility* periode terendah) + ((1-bobot) x *volatility* periode tertinggi)
  - Menentukan *volatility of vertices* yang didasarkan pada data *yield volatility*
  - Menentukan nilai  $\alpha$ , yang didasarkan rumus abc
- b. Hitung *Present value* dari cash flow
  - c. Hitung distribusi *cash flows* masing-masing *vertice*, dengan cara:  
Untuk periode *vertice* terkecil =  $PV \times \alpha$   
Untuk periode *vertice* terbesar =  $PV \times (1 - \alpha)$
  - d. Hitung total *vertice* (*total vertex mapping*), dengan cara menjumlahkan distribusi cash flow dari masing-masing *vertice*.
  - e. Hitung *risk metrics vertex* VaR, dengan cara mengalikan antara total *vertex mapping* dengan *volatility* ( $\alpha$  atau  $\alpha'$  dikalikan  $\sigma_i$ )
3. Perhitungan *diversified* VaR yang dilakukan dengan cara menghitung akar dari perkalian antara *Risk Matrix Vertex* VaR dengan matrik korelasi dan *tranpose risk metric vertex* VaR.

Sementara itu untuk menghitung *undiversified* VaR lebih sederhana yaitu dengan mengalikan *present value cash flows* (kupon dan pokok) dengan *volatility-*

nya. Pengukuran *undiversified* VaR juga tidak memerlukan perhitungan korelasi yield.

### 3.6.3 Metodologi Validasi Model

Pengujian model dalam penelitian ini dilakukan melalui *back testing*. Pengujian dilakukan dengan membandingkan antara nilai VaR yang diperoleh dari 50 data terakhir selama periode analisis dengan perhitungan P&L berdasarkan *mark to market* dari masing-masing seri SUN yang diuji. Kemudian dihitung berapa banyak nilai VaR yang melebihi kerugian akibat *mark to market* yang merupakan deviasi. Jumlah terjadinya deviasi (N) selanjutnya diuji dengan *null hypothesis* pada derajat kepercayaan 95% untuk menentukan apakah model diterima atau ditolak. Validasi model VaR menggunakan model yang diperkenalkan Kupiec (1995) sebagaimana persamaan 2.18.

## BAB 4

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dilakukan perhitungan risiko pasar portofolio obligasi *trading* Rupiah Bank XYZ dengan pendekatan standar dan pendekatan *internal model* (VaR) dan implikasinya. Pengukuran VaR dilakukan dengan mengaplikasikan tahapan-tahapan yang sudah dibahas sebelumnya pada bab metodologi penelitian. Tahapan tersebut diharapkan dapat menghasilkan angka VaR yang valid. Validitas VaR nantinya diuji dengan uji validitas Kupiec (1995) pada bagian akhir bab ini.

#### 4.1 Perhitungan *Capital Charge* SUN dengan Pendekatan *Standardized Model*

Seperti telah dijelaskan dalam Bab I, bank dimungkinkan untuk menghitung *capital charge* market risk dengan *internal model*. Namun demikian, untuk sementara waktu bank masih wajib menghitung dengan *standardized model*. Untuk mengetahui perbandingan perhitungan maka pertama akan dihitung *capital charge* untuk *standardized model*. Perhitungan dilakukan dengan memilah perhitungan: (a) *specific risk* dan (b) *general risk*.

##### 4.1.1 Perhitungan *Specific Risk*

**Tabel 4.1 Perhitungan *Capital Charge Specific Risk***

<i>Time-Band</i>	Posisi (Juta Rp)	<i>Specific Risk</i>	
		Bobot	<i>Charge</i>
0 – 1 bln	0	0.00%	0
1 – 3 bln	0	0.00%	0
3 – 6 bln	1.679.963	0.00%	0
6 – 12 bln	0	0.00%	0
1 – 2 thn	0	0.00%	0
2 – 3 thn	590.450	0.00%	0
3 – 4 thn	1.136.836	0.00%	0
4 – 5 thn	5.182.704	0.00%	0
5 – 7 thn	257.503	0.00%	0
7 – 10 thn	0	0.00%	0
<b>Total</b>	<b>8.847.456</b>		<b>0</b>

Sumber: data obligasi Bank XYZ diolah

Spesifik risk menghitung risiko yang pembobotan perhitungannya didasarkan pada penerbitnya. Hasil perhitungan spesifik risk diperlihatkan pada Tabel. 4.1. Dalam tabel tersebut ditunjukkan bahwa *capital charge spesifik risk* adalah nol karena SUN diterbitkan oleh pemerintah yang mempunyai bobot risiko nol persen (dianggap *risk free asset*).

#### 4.1.2 Perhitungan *General Risk*

Dalam menghitung capital charge general risk, hal-hal yang perlu dilakukan adalah perhitungan: (a) *vertical disallowances* setiap zona, (b) *horizontal disallowances* setiap zona, (c) *horizontal disallowances* antar zona yang berurutan, (d) *horizontal disallowances* antara zona 1-3 dan (e) *overall net position*. Namun untuk menghitung capital charge tersebut, terlebih dahulu dihitung beban masing-masing time band yang ditunjukkan pada Tabel 4. Berikut ini

**Tabel 4.2 Perhitungan *Capital Charge General Risk***

<i>Time-Band</i>	Posisi (Juta Rp)	<i>Specific Risk</i>	
		Bobot	Charge
0 – 1 bln	0	0.00%	0
1 – 3 bln	0	0.20%	0
3 – 6 bln	1.679.963	0.40%	6.720
6 – 12 bln	0	0.70%	0
1 – 2 thn	0	1.25%	0
2 – 3 thn	590.450	1.75%	10.333
3 – 4 thn	1.136.836	2.25%	25.579
4 – 5 thn	5.182.704	2.75%	142.524
5 – 7 thn	257.503	3.75%	8.369
7 – 10 thn	0	4.50%	0
10 – 15 thn	0	5.25%	0
15 – 20 thn	0	6.00%	0
<b>Total</b>	<b>8.847.456</b>		<b>193.525</b>

Sumber: data obligasi Bank XYZ diolah

Berdasarkan Tabel 4.2 Di atas, kemudian dihitung *offsetting* antar zona baik secara *vertical* maupun *horizontal*. Hasil perhitungan untuk *vertical offset* adalah nol karena tidak ada yang bisa di-*offset*. Rincian dapat dilihat pada Tabel. 4.3

**Tabel 4.3 Perhitungan Vertical Offset dalam Time Band yang sama**

Time-Band	Posisi (Juta Rp)		Residual	Offset	Dissallowance	Capital Charge
	Long	Short				
0 – 1 bln	0	0	0	0	10.00%	0
1 – 3 bln	0	0	0	0	10.00%	0
3 – 6 bln	6.720	0	6.720	0	10.00%	0
6 – 12 bln	0	0	0	0	10.00%	0
1 – 2 thn	0	0	0	0	10.00%	0
2 – 3 thn	10.333	0	10.333	0	10.00%	0
3 – 4 thn	25.579	0	25.579	0	10.00%	0
4 – 5 thn	142.524	0	142.524	0	10.00%	0
5 – 7 thn	8.369	0	8.369	0	10.00%	0
7 – 10 thn	0	0	0	0	10.00%	0
<b>Jumlah</b>						<b>0</b>

Sumber: data obligasi Bank XYZ diolah

Untuk menghitung *horizontal offsetting* diperoleh hasil nol. Perhitungan ini berlaku baik dalam satu zona yang sama maupun antar zona (lihat Tabel 4.4 Dan Tabel 4.5). *Capital charge* hanya terjadi pada *overall net position* yang besarnya Rp. 193,525 Milyar.

**Tabel 4.4 Perhitungan Horizontal Offset Dalam Setiap Zona**

Time-Band	Posisi (Juta Rp)		Residual	Offset	Dissallowance	Capital Charge
	Long	Short				
Total Zona 1	6.720	0	6.720		40%	0
Total Zona 2	35.912	0	35.912		30%	0
Total Zona 3	150.893	0	150.893		30%	0
<b>Jumlah</b>						<b>0</b>

Sumber: data obligasi Bank XYZ diolah

**Tabel 4.5 Perhitungan *Horizontal Offset* antar Zona**

<i>Time-Band</i>	<i>Posisi (Juta Rp)</i>		<i>Residual</i>	<i>Offset</i>	<i>Dissallowances</i>	<i>Capital Charge</i>
	<i>Long</i>	<i>Short</i>				
Zona 1-2	35.912	0	35.912	0	40%	0
Zona 2-3	186.805	0	186.805	0	40%	0
Zona 1-3	193.525	0	193.525	0	100%	0
Overall Net Position	193.525	0	0	193.525	100%	<b>193.525</b>

Sumber: data obligasi Bank XYZ diolah

#### 4.2 Perhitungan Total *Capital Charge Standardized Model*

Jumlah capital charge SUN melalui pendekatan *standardized model* adalah Rp. 193.525 Milyar. Perhitungan total *capital charge* baik *specific* maupun *general risk* secara rinci dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut ini.

**Tabel 4.6 Perhitungan Total *Capital Charge Standardized Model***

	<i>Jenis Risiko</i>	<i>Jumlah (Juta Rp)</i>
<b>A</b>	<b>Specific Risk</b>	0
<b>B</b>	<b>General Market Risk</b>	0
1	<i>Vertical disallowances</i>	0
2	<i>Horizontal disallowances setiap zona</i>	0
3	<i>Horizontal disallowances antar zona yang berurutan</i>	0
4	<i>Horizontal disallowances antar zona 1 - 3</i>	0
5	<i>Overall net open position (yang tidak disetoff)</i>	<b>193.525</b>
	<b>Jumlah Capital Charge</b>	<b>193.525</b>

Sumber: data obligasi Bank XYZ diolah

#### 4.3 Perhitungan *Capital Charge Internal Model*

Perhitungan *capital charge internal model* dilakukan melalui pengukuran VaR. Hal yang perlu dilakukan yaitu perhitungan *return yield* dan pengujian data. Setelah itu baru diukur VaR baik *undiversified* maupun *diversified*.

### 4.3.1 Perhitungan *Return*

Perhitungan *return* obligasi menggunakan variabel *yield* bukan variabel harga sebagaimana dalam perhitungan *return* aset mata uang. *Yield* merupakan *risk factor* dari obligasi sehingga perubahan *yield* obligasi dari hari perdagangan ke hari perdagangan berikutnya menyebabkan perubahan tingkat diskonto arus kas kupon dan pokok obligasi. Secara matematis, hal tersebut akan menyebabkan perubahan harga obligasi itu sendiri.

Data *yield* diambil dari data historis *yield curve*. *Yield curve* menunjukkan tingkat *yield* obligasi yang menjadi *benchmark* untuk masing-masing periode. Untuk pasar Indonesia, obligasi yang menjadi *benchmark* adalah SUN. Profil jatuh tempo dari SUN saat ini sudah cukup lengkap mulai dari satu tahun hingga 30 tahun sehingga *yield curve* di Indonesia mencakup periode 30 tahun. Dinamika pasar menyebabkan *yield curve* berubah dari waktu ke waktu.

Adanya keterbatasan data historis untuk *yield curve* di atas 10 tahun, di mana data historis kurang dari satu tahun maka data observasi yang digunakan hanya samapai dengan periode 10 tahun. Sebagai pengembangan dan perbaikan dari penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, karya akhir ini mencoba mengukur VaR obligasi tidak hanya obligasi pemerintah namun juga obligasi korporasi yang dimiliki Bank XYZ. Kendala yang dihadapi dalam pengukuran VaR obligasi korporasi adalah tidak adanya data riil *yield* historis obligasi korporasi di Indonesia yang memadai. Hal ini dikarenakan belum tersedianya data *yield curve* obligasi korporasi dengan (*rating*) peringkat tertentu dan likuiditas pasar obligasi korporasi di Indonesia masih relatif rendah. Bahkan untuk obligasi korporasi tertentu sangat jarang diperdagangkan.

Namun demikian, setiap perusahaan yang akan menerbitkan obligasi akan menggunakan *yield benchmark* (SUN) sebagai referensi penetapan kupon dan pergerakan *yield* obligasi korporasi di Indonesia umumnya juga mengacu ke *yield* obligasi *benchmark* yaitu obligasi pemerintah. Oleh karena itu, karya akhir ini menggunakan data *yield* yang sama untuk perhitungan *return* baik untuk obligasi korporasi maupun SUN.

Terkait dengan konteks *return*, Bank XYZ melakukan *mark-to-market* atas portofolio obligasi trading secara harian. Dengan adanya proses *mark-to-market*

ini, laporan keuangan Bank XYZ telah mencerminkan *return* dari fluktuasi harga obligasi akibat dari perubahan *yield*. Fluktuasi harga obligasi di pasar dapat menjadikan investasi obligasi oleh suatu bank dapat menghasilkan *return* yang lebih tinggi dibandingkan kredit jika bank tersebut memperoleh *capital gain* (belum direalisasikan maupun sudah direalisasikan) sebaliknya juga dapat menghasilkan *return* negatif jika terjadi *capital loss* (belum direalisasikan maupun sudah direalisasikan).

Proses *mark-to-market* dilakukan hanya untuk portofolio *trading book* sementara portofolio *banking book* atau jika intensi investasi obligasi sampai jatuh tempo maka tidak dilakukan *mark-to-market*. Proses ini akan sangat mudah untuk SUN karena informasi harga pasar dan *yield* SUN selalu tersedia setiap hari.

*Return* dari *yield* jangka waktu 1,3, dan 6 bulan serta *yield* 1 s.d. 10 tahun diperoleh dengan pendekatan logaritma normal yaitu persamaan 2.6. Data *return* dalam penelitian ini sebanyak 250 data *return yield* harian (3 Januari 2007 s.d. 28 Desember 2007) yang diperoleh dari data *yield* (1 bulan, 3 bulan, 6 bulan, dan 1 s/d 10 tahun) sebanyak 251 data harian (periode observasi yaitu mulai tanggal 2 Januari 2007 s.d. 28 Desember 2007). Perhitungan *return* selengkapnya disajikan pada lampiran 1.

#### **4.3.2 Uji Stasioneritas Data Return Yield**

Uji stasioneritas data *return* dilakukan untuk menguji kestabilan suatu *time series* data *return*. Dalam penelitian ini, uji stasioneritas data *return* observasi menggunakan uji statistik unit root test yaitu *Augmented Dickey Fuller* (ADF) dengan menggunakan perangkat lunak Eviews.

Hasil uji ADF menunjukkan data *return yield* yang diobservasi sudah bersifat stasioner pada tingkat level sehingga tidak perlu dilakukan proses *differencing*. Hasil ini ditunjukkan dari nilai ADF test yang lebih kecil dari *critical value* pada *confidence level* sebesar 5% sebagaimana disajikan dalam tabel 4.7 di bawah ini.

**Tabel 4.7 Hasil ADF Test Data Return Yield**

No	Return	ADF Test Statistic	Critical Value 5%	Keterangan
1	Yield 1 bulan	-16.39644	-2.872950	Tolak Ho: Data stationer
2	Yield 3 bulan	-14.75510	-2.872950	Tolak Ho: Data stationer
3	Yield 6 bulan	-15.60598	-2.872950	Tolak Ho: Data stationer
4	Yield 1 tahun	-18.05002	-2.872950	Tolak Ho: Data stationer
5	Yield 2 tahun	-17.04491	-2.872950	Tolak Ho: Data stationer
6	Yield 3 tahun	-16.32616	-2.872950	Tolak Ho: Data stationer
7	Yield 4 tahun	-15.08075	-2.872950	Tolak Ho: Data stationer
8	Yield 5 tahun	-23.06225	-2.872950	Tolak Ho: Data stationer
9	Yield 6 tahun	-20.58251	-2.872950	Tolak Ho: Data stationer
10	Yield 7 tahun	-19.89666	-2.872950	Tolak Ho: Data stationer
11	Yield 8 tahun	-18.21527	-2.872950	Tolak Ho: Data stationer
12	Yield 9 tahun	-16.97613	-2.872950	Tolak Ho: Data stationer
13	Yield 10 tahun	-21.03316	-2.872950	Tolak Ho: Data stationer

Sumber: IGYSC dan JIBOR diolah dengan Eviews

#### 4.3.3 Uji Normalitas Data Return Yield

Hasil pengolahan data *return* menghasilkan statistik deskriptif berupa nilai dan probabilitas Jarque Bera, *skewness*, dan *kurtosis* yang membantu dalam pengujian normal atau tidaknya data observasi sebagaimana tabel di bawah ini:

**Tabel 4.8 Statistik Deskriptif Data Return Yield**

No	Return	Jarque Bera	Probabilitas Jarque Bera	Skewness	Kurtosis
1	Yield 1 bulan	8311.236	0.0000	2.778027	30.69493
2	Yield 3 bulan	957.8657	0.0000	1.177924	12.29542
3	Yield 6 bulan	216.3898	0.0000	0.111885	7.552290
4	Yield 1 tahun	539.9611	0.0000	-0.049085	10.19907
5	Yield 2 tahun	646.6211	0.0000	-0.462149	10.82440
6	Yield 3 tahun	2469.116	0.0000	-0.736483	18.32532
7	Yield 4 tahun	863.6300	0.0000	0.225337	12.09425
8	Yield 5 tahun	644.4579	0.0000	-0.393267	10.82619
9	Yield 6 tahun	290.9624	0.0000	0.161950	8.275175
10	Yield 7 tahun	527.5199	0.0000	-0.185762	10.10661
11	Yield 8 tahun	1808.636	0.0000	-1.15776	15.97179
12	Yield 9 tahun	1683.945	0.0000	-0.516030	15.67255
13	Yield 10 tahun	8995.383	0.0000	0.019817	32.38631

Sumber: IGYSC dan JIBOR dan diolah dengan Eviews

Pada tabel 4.8, angka probabilitas *Jarque Bera* dari setiap data *return yield* lebih kecil dari 95%. Sesuai dengan kriteria penolakan  $H_0$ : Data terdistribusi normal, adalah jika probabilitas *Jarque Bera* lebih kecil dari *confidence level* ( $1-\alpha$ ) sehingga data *return yield* di atas menolak  $H_0$  yang berarti data tidak berdistribusi normal. Tabel di atas juga menunjukkan tidak satu pun nilai *skewness* yang sama dengan nol dan *kurtosis* yang jauh di atas 3 yang mempertegas bahwa data tidak terdistribusi normal. Hal ini sesuai dengan fakta bahwa data *return* instrumen keuangan umumnya tidak normal Oleh karena itu nilai  $\alpha$  dalam pengukuran VaR harus dilakukan diperoleh dengan pendekatan *Cornish Fisher Expansion* dengan menggunakan persamaan hingga diperoleh nilai  $\alpha'$ .

Tabel di bawah ini menyajikan hasil perhitungan *Cornish Fisher Expansion* untuk pengukuran VaR dengan *confidence level* 99% dengan menggunakan persamaan 2.14, sebagaimana disajikan pada tabel.4.9 berikut ini:

**Tabel 4.9 Hasil Perhitungan *Cornish Fisher Expansion***

No	Return	Koefisien Skewness ( $\xi$ )	$\alpha$ (1%)	$\alpha'$ (1%)
1	Yield 1 bulan	2.778027	2.326348	0,283621
2	Yield 3 bulan	1.177924	2.326348	1,460202
3	Yield 6 bulan	0.111885	2.326348	2,244077
4	Yield 1 tahun	-0.049085	2.326348	2,362441
5	Yield 2 tahun	-0.462149	2.326348	2,666173
6	Yield 3 tahun	-0.736483	2.326348	2,867895
7	Yield 4 tahun	0.225337	2.326348	2,160654
8	Yield 5 tahun	-0.393267	2.326348	2,615523
9	Yield 6 tahun	0.161950	2.326348	2,207263
10	Yield 7 tahun	-0.185762	2.326348	2,462941
11	Yield 8 tahun	-1.15776	2.326348	2,810767
12	Yield 9 tahun	-0.516030	2.326348	2,705793
13	Yield 10 tahun	0.019817	2.326348	2,311776

Sumber: IGYSC dan JIBOR dan diolah dengan Eviews.

#### 4.3.4 Uji Heteroskedastisitas Data *Return Yield*

Uji heteroskedastisitas dilakukan untuk mengetahui apakah volatilitas data return *yield* bersifat homoskedastis atau heteroskedastis. Uji dilakukan dengan pengujian statistik *white's general heteroscedasticity test*. (dengan bantuan perangkat lunak Eviews). Karakteristik ini dapat diketahui dengan melihat membandingkan nilai probabilitas F-Statistik dengan *critical value* sebesar 5%. Jika nilai probabilitas F-statistik lebih besar dari 5% maka  $H_0$  diterima berarti data bersifat homoskedastis. Sebaliknya jika nilai probabilitas F-statistik kurang atau sama dengan 5% maka  $H_0$  tidak diterima berarti data bersifat heteroskedastis. Berdasarkan uji heteroskedastisitas terhadap 13 data *return yield* terdapat 5 data *return yield* yang bersifat homoskedastis dan 8 data *return yield* yang bersifat heteroskedastis.

Proses selanjutnya atas kelima data *return* yang bersifat homoskedastis adalah estimasi volatilitas *return* yang cukup dilakukan dengan deviasi standar. Sedangkan estimasi data *return* heteroskedastis tersebut menggunakan ARCH/GARCH. Tabel 4.5 di bawah ini merangkum hasil uji heteroskedastisitas data *return yield* sebagai berikut:

**Tabel 4.10 Hasil Perhitungan *White Test Heteroscedastic***

No	<i>Return</i>	Probabilitas F-Statistik	Karakteristik Residual data	Model Volatilitas
1	<i>Yield 1 bulan</i>	0.738275	Homoskedastis	Standar Deviasi
2	<i>Yield 3 bulan</i>	0.183732	Homoskedastis	Standar Deviasi
3	<i>Yield 6 bulan</i>	0.008054	Heteroskedastis	ARCH/GARCH
4	<i>Yield 1 tahun</i>	0.000121	Heteroskedastis	ARCH/GARCH
5	<i>Yield 2 tahun</i>	0.001458	Heteroskedastis	ARCH/GARCH
6	<i>Yield 3 tahun</i>	0.000000	Heteroskedastis	ARCH/GARCH
7	<i>Yield 4 tahun</i>	0.000063	Heteroskedastis	ARCH/GARCH
8	<i>Yield 5 tahun</i>	0.002611	Heteroskedastis	ARCH/GARCH
9	<i>Yield 6 tahun</i>	0.000009	Heteroskedastis	ARCH/GARCH
10	<i>Yield 7 tahun</i>	0.136151	Homoskedastis	Standar Deviasi
11	<i>Yield 8 tahun</i>	0.141319	Homoskedastis	Standar Deviasi
12	<i>Yield 9 tahun</i>	0.198681	Homoskedastis	Standar Deviasi
13	<i>Yield 10 tahun</i>	0.000000	Heteroskedastis	ARCH/GARCH

Sumber: IGYSC dan JIBOR diolah dengan Eviews.

Berdasarkan Tabel 4.10 di atas, nilai probabilitas F-Statistik untuk *yield* 1 bulan, 3 bulan, 6 bulan, 2 tahun, dan 9 tahun memiliki nilai yang lebih besar dari *critical value* sebesar 5% sehingga hipotesis  $H_0$  ditolak yang berarti data *return* bersifat homoskedastis. Sedangkan data *yield* 1 tahun, 3 tahun, 4 tahun, 5 tahun, 6 tahun, 7 tahun, 8 tahun, dan 10 tahun menunjukkan nilai probabilitas yang lebih rendah dari 5% sehingga hipotesis  $H_0$  tidak ditolak sehingga dikatakan data *return* tersebut berkarakteristik heteroskedastik. Dengan demikian, dalam menghitung standar deviasi data *return* yang mempunyai karakteristik heteroskedastik dilakukan dengan estimasi volatilitas dengan model ARCH/GARCH.

#### **4.3.5 Estimasi Volatilitas Data Return Yield**

Estimasi volatilitas pada dasarnya adalah untuk mencari nilai standar deviasi dari data *return* selama periode tertentu. Penentuan klasifikasi yang tepat dalam estimasi volatilitas sangat menentukan dalam menghasilkan model VaR yang valid. Sesuai dengan uji heteroskedastis pada bagian sebelum ini, diperoleh dari 13 data diperoleh 8 data *return yield* yang bersifat heteroskedastis sehingga estimasi volatilitas yang sesuai adalah dengan menggunakan model ARCH/GARCH.

Dengan menggunakan program Eviews, model terbaik yang akan menghasilkan persamaan estimasi volatilitas untuk menghasilkan angka standar deviasi kedelapan data *return yield* heteroskedastis, dapat dicari berdasarkan uji signifikansi yaitu mencari nilai *error* yang paling kecil (di bawah 5%). Sebelum mendapatkan nilai *error* terkecil atas koefisien model, tahapan yang dilalui kedelapan data *return yield* ada dua yaitu tahapan *mean process* dan *variance process*.

Pada tahap *mean process*, proses yang dilakukan adalah uji ACF/PACF dengan melihat korelogram. Dalam kasus ditemukan lebih dari satu model yang signifikan maka proses pemilihan model dilakukan dengan menggunakan kriteria statistik *Adjusted R-Squared*, *Akaike Info Criterion* (AIC), dan *Schwartz Criterion* (SC). Hasil tahapan *mean process* dan *variance process* atas kedelapan *return yield* disajikan pada lampiran 7.

### 4.3.6 Risk Correlation

*Risk correlation* dihitung dari korelasi antar *return yield* masing-masing periode. Tabel-tabel di bawah ini merupakan *risk correlation* dari setiap obligasi yang dimiliki Bank XYZ. Korelasi dihitung melalui perangkat lunak Eviews dengan menggunakan data *return yield* sebanyak 250 data harian (data tanggal 3 Januari 2007 s/d 28 Desember 2007).

**Tabel 4.11 Korelasi Risiko Antar Return Yield**

	1 Bln	3 bln	6 bln	1 Thn	2 Thn	3 Thn	4 Thn	5 Thn	6 Thn	7 Thn
1 Bln	1,000	0,741	0,588	0,523	0,008	0,029	0,009	0,038	0,051	0,013
3 bln	0,741	1,000	0,827	0,726	0,017	0,048	0,019	0,031	0,038	0,029
6 bln	0,588	0,827	1,000	0,696	0,026	0,047	0,052	0,031	0,036	0,059
1 Thn	0,523	0,726	0,696	1,000	0,021	0,047	0,052	0,053	0,064	0,011
2 Thn	0,008	0,017	0,026	0,021	1,000	0,544	0,173	0,086	0,027	0,043
3 Thn	0,029	0,048	0,047	0,047	0,544	1,000	0,559	0,295	0,164	0,131
4 Thn	0,009	0,019	0,052	0,052	0,173	0,559	1,000	0,702	0,593	0,525
5 Thn	0,038	0,031	0,031	0,053	0,086	0,295	0,702	1,000	0,589	0,522
6 Thn	0,051	0,038	0,036	0,064	0,027	0,164	0,593	0,589	1,000	0,807
7 Thn	0,013	0,029	0,059	0,011	0,043	0,131	0,525	0,522	0,807	1,000

Sumber: data *return yield* diolah

### 4.4 Perhitungan VaR

Dalam penelitian ini, nilai VaR yang akan dihitung adalah nilai VaR *undiversified* dan *diversified* VaR untuk *confidence level* 95% dan 99%. Perbandingan ini diperlukan mengingat *undiversified* VaR mengabaikan adanya korelasi sementara *diversified* VaR memperhitungkan korelasi. Perhitungan lebih rinci dapat dilihat dalam penjelasan berikut ini.

#### 4.4.1 Undiversified VaR

Setelah data *yield* diolah, tahapan selanjutnya adalah menggunakan data olahan tersebut sebagai salah satu input data untuk mengukur *undiversified VaR* dari portofolio SUN yang dimiliki Bank XYZ. Pengukuran dilakukan dengan metode yang telah dijelaskan pada bab II karya akhir ini yaitu perhitungan VaR dengan pendekatan *variance-covariance*. Berikut ini tahapan pengukuran *undiversified VaR*:

1. Membuat tabel sisa waktu jatuh tempo dari arus kas kupon dan pokok dari setiap seri SUN yang dimiliki dalam portofolio yang dimiliki Bank XYZ. Sebagai ilustrasi disajikan tabel arus kas SUN FR0014 dengan data-data sebagai berikut:

**Tabel 4.12 Term & Condition SUN Seri FR00014**

Nilai Nominal	<b>500.000,00</b>
Jenis SUN	<b><i>Coupon Bond</i></b>
Pembayaran Kupon	<b><i>Semiannually</i></b>
Tingkat Kupon	<b>15,575%</b>
Tanggal Jatuh Tempo	15-Nop-10
Tanggal Pembayaran Kupon	15 Mei dan 15 Nop
Tanggal VaR	28-Des-07
Jumlah hari hingga Jatuh Tempo	1.053,00
Jumlah Tahun hingga Jatuh Tempo	2,93

Sumber : data portofolio SUN Bank XYZ

Tabel 4.12 menunjukkan sisa waktu jatuh tempo kupon dan pokok dari SUN FR0014 yang dihitung dari tanggal pengukuran VaR ke tanggal jadwal pembayaran kupon untuk sisa kupon dan pokok yang belum diterima. Tabel ini juga menunjukkan arus kas yang diterima untuk setiap jadwal kupon dan pembayaran jatuh tempo.

**Tabel 4.13 Arus Kas SUN Seri FR0014**

	Tanggal	Sisa Jatuh Tempo (tahun)	<i>Future Cash Flow</i>
kupon 1	15-Mei-08	0,39	38.937,50
kupon 2	15-Nop-08	0,90	38.937,50
kupon 3	15-Mei-09	1,40	38.937,50
kupon 4	15-Nop-09	1,91	38.937,50
kupon 5	15-Mei-10	2,41	38.937,50
Kupon 6 + Pokok Nominal	15-Nop-10	2,93	538.937,50
			<b>733.625,00</b>

Sumber : data portfolio SUN Bank XYZ

2. Melakukan perhitungan interpolasi atas masing-masing arus kas kupon dan pokok SUN FR0014. Hal ini disebabkan karena jadwal masing-masing pembayaran kupon dan pokok tidak tepat sama dengan dengan setiap periode *vertices yield curve* terdekat. Proses interpolasi ini menghasilkan alokasi bobot arus kas ke *vertices* yang relevan. Sebagai contoh, tabel di bawah ini menunjukkan perhitungan interpolasi dan alokasi bobot dari arus kas kupon ke-3 (tanggal pembayaran 15 Mei 2009) dengan sisa jangka waktu 1,4 tahun. Berdasarkan perhitungan pada tabel di atas, diperoleh alokasi arus kas kupon ke vertex 1 tahun dan 2 tahun masing-masing 37,0511695% dan 62,9488305%. Perhitungan tersebut menggunakan rumus abc sebagaimana dijelaskan pada persamaan 2.7.

Pada Tabel 4.13 di atas, kupon 1 sebesar Rp. 38,9375 Milyar dialokasikan ke vertex 1 tahun sebesar Rp. 14,4268 Milyar (37,0511695% dikalikan Rp. 38,9375 Milyar) dan ke vertex 2 tahun sebesar Rp. 24,5107 Milyar (62,9488305% dikalikan Rp. 38,9375 Milyar).

**Tabel 4.14 Perhitungan Interpolasi dan Alokasi Arus Kas Vertices**

<i>Future value</i>	38.937,50
<i>Term in years</i>	1,40
<i>Yield 1 tahun</i>	0,08074
<i>Yield 2 tahun</i>	0,0831
<i>Volatility 1 thn</i>	0,010257112
<i>Volatility 2 thn</i>	0,025209077
<i>Correlation ( 1 thn, 2 tahun)</i>	-0,021498
<i>Lower Period</i>	1
<i>Upper Period</i>	2
<i>Alpha</i>	0,60
<i>Interpolated Yield</i>	8,17%
<i>Interpolated volatility</i>	<b>1,6238%</b>
<i>Present value</i>	34.884,10
<i>Variance lower vertex</i>	0,01052%
<i>Variance upper vertex</i>	0,06355%
<i>Variance cash flow</i>	0,000263669
<i>a</i>	0,000751823
<i>b</i>	-0,001282113
<i>c</i>	0,03718%
<i>Weighting vertex 1 tahun</i>	0,370511695
<i>Weighting vertex 2 tahun</i>	0,629488305
<i>Variance portfolio</i>	0,000263669
<i>Standard deviasi</i>	<b>1,6238%</b>

Sumber : data portfolio SUN Bank XYZ diolah

Perhitungan dengan cara yang sama dilakukan juga pada jadwal kupon 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 serta pokok SUN FR0014. Tabel di bawah ini menunjukkan alokasi *vertices* arus kas masing-masing kupon dan pokok SUN FR0014. Pada *vertices* tahun kedua dan ketiga, alokasi kas tidak hanya kupon namun juga dilakukan alokasi terhadap pokok karena SUN FR0014 jatuh tempo pada tiga tahun dari saat pengukuran VaR..Sedangkan alokasi untuk SUN seri-seri lainnya (FR0016, FR0017, FR0018, FR0023, FR0026, dan SPN20080502801) disajikan pada bagian lampiran dalam karya akhir ini.

**Tabel 4.15 Alokasi Vertices Arus Kas Kupon dan Pokok SUN FR0014**

Verti-ces	Kupon 1	Kupon 2	Kupon 3	Kupon 4	Kupon 5	Kupon 6	Vertices FR0014
1 bulan							-
3 bulan	17.743,02						17.743,02
6 bulan	21.194,48	5.588,44					26.782,92
1 tahun		33.349,06	14.426,80	2.044,34			49.820,20
2 tahun			24.510,70	36.893,16	24.299,52	3.137,49	88.840,87
3 tahun					14.637,98	35.800,01	50.437,99
4 tahun							-

Sumber : data portfolio SUN Bank XYZ diolah

3. Langkah yang sama pada tahap ke-2 yang telah dijelaskan di atas, dilakukan juga pada seri-seri SUN yang lain yang ada dalam portofolio SUN Bank XYZ yaitu : SPN, FR0016, FR0017, FR0018, FR0023 dan FR0026 seperti yang dijelaskan pada tabel di bawah ini.

**Tabel 4.16 Alokasi Vertices Portofolio SUN Bank XYZ**

Verti-ces	SPN	FR0016	FR0014	FR0017	FR0018	FR0023	FR0026
1 bulan	-	48.748	-	82.719	176.031	-	-
3 bulan	1.726.190	18.364	17.743	-	-	638	6.723
6 bulan	-	37.731	26.783	57.220	121.766	4.726	8.887
1 tahun	-	80.252	49.820	99.057	210.798	6.743	10.050
2 tahun	-	161.653	129.130	202.633	440.181	11.405	25.026
3 tahun	-	445.359	510.149	163.137	554.931	10.346	13.766
4 tahun	-	742.742	-	1.707.807	1.482.112	3.061	11.090
5 tahun	-	-	-	-	2.090.193	107.363	16.510
6 tahun	-	-	-	-	-	3.620	75.351
7 tahun	-	-	-	-	-	-	94.719
<b>Total</b>	<b>1.726.190</b>	<b>1.534.849</b>	<b>733.625</b>	<b>2.312.572</b>	<b>5.076.013</b>	<b>147.902</b>	<b>262.122</b>

Sumber : data portfolio SUN Bank XYZ diolah

4. Setelah dilakukan alokasi *vertices* atas arus kas masing-masing SUN dalam portofolio, langkah berikutnya adalah menentukan *present value* atas alokasi tersebut. Sebagai faktor diskonto untuk perhitungan *present value* menggunakan *yield curve*. Tahapan ini disajikan pada tabel di bawah ini.

**Tabel 4.17 Present Value Alokasi Vertices Portofolio SUN Bank XYZ**

Verti-ces	SPN	FR0016	FR0014	FR0017	FR0018	FR0023	FR0026
1 bulan	-	48.437	-	82.191	174.907	-	-
3 bulan	1.659.619	18.007	17.398	-	-	625	6.593
6 bulan	-	36.276	25.750	55.013	117.071	4.544	8.544
1 tahun	-	74.257	46.098	91.656	195.050	6.239	9.299
2 tahun	-	137.799	110.075	172.732	375.227	9.722	21.333
3 tahun	-	347.233	397.748	127.193	432.663	8.066	10.733
4 tahun	-	522.524	-	1.201.454	1.042.676	2.153	7.802
5 tahun	-	-	-	-	1.336.025	68.625	10.553
6 tahun	-	-	-	-	-	2.117	44.061
7 tahun	-	-	-	-	-	-	50.030
<b>Total</b>	<b>1.659.619</b>	<b>1.184.533</b>	<b>597.069</b>	<b>1.730.240</b>	<b>3.673.619</b>	<b>102.092</b>	<b>168.948</b>

Sumber : data portofolio SUN Bank XYZ diolah

Pada tabel di atas, untuk perhitungan *present value* arus kas pada vertices portofolio SUN bank XYZ menggunakan *yield* 1 bulan sebagai faktor diskonto hanya untuk FR0016, FR0017, dan FR0018. Sebagai contoh, FR0016 mempunyai arus kas pada vertices 1, 3, 6 bulan, dan vertices 1, 2, 3, dan 4 tahun namun tidak memiliki arus kas pada tahun ke-5 karena akan jatuh tempo empat tahun dari tanggal perhitungan VaR. Adapun arus kas kupon pada vertices 1 bulan untuk FR0016 sebesar Rp. 48,748 milyar. Arus kas tersebut memiliki nilai present sebesar Rp. 48,437 milyar (dihitung dari faktor diskonto sebesar 7,98889 % dan jangka waktu 1 bulan atau 0,08333 tahun). Sedangkan SPN, FR0014, FR0023, dan FR0026 tidak memiliki arus kas pada vertices 1 bulan sehingga tidak dihitung *present value* arusnya.

5. Menghitung *undiversified* VaR yang disajikan pada tabel di bawah ini.

**Tabel 4.18 Perhitungan *Undiversified* Portofolio SUN Bank XYZ**

Vertices	Yield	Total Present Value Arus Kas	Volatility	Alpha Prime (99%)	Undiversified VaR
1 bulan	0,0798889	305.535,60	0,013536874	0,283620596	1.173,05
3 bulan	0,0816944	1.702.241,91	0,007211264	1,460201786	17.924,44
6 bulan	0,0818333	247.197,39	0,006231812	2,244076855	3.456,97
1 tahun	0,08074	422.599,00	0,010257112	2,362440724	10.240,34
2 tahun	0,0831	826.888,86	0,025209077	2,666173455	55.576,67
3 tahun	0,0865	1.323.636,45	0,017228027	2,867895331	65.398,46
4 tahun	0,0919	2.776.609,75	0,011679535	2,160653753	70.068,94
5 tahun	0,09364	1.415.203,00	0,009261503	2,61552331	34.281,42
6 tahun	0,09355	46.178,07	0,00595243	2,207263317	606,71
7 tahun	0,09547	50.030,45	0,011641028	2,46294134	1.434,43
				<b>Undiversified VaR</b>	<b>260.161,44</b>

Sumber : data portofolio SUN Bank XYZ diolah

#### 4.4.2 *Diversified* VaR

Menghitung *diversified* VaR dengan menggunakan matriks *variance-covariance*. Perhitungan *diversified* VaR memasukkan faktor korelasi antara volatilitas antar *return yield*. Korelasi antar *return yield* telah disajikan pada bagian sebelumnya yaitu pada Tabel..Hasilnya adalah nilai *diversified* VaR sebesar Rp. 173.059,05 juta yang berarti lebih rendah dari nilai *undiversified* VaR. Hal ini menunjukkan ada korelasi antar *return yield* yang bernilai negatif.

#### 4.5 Analisis Pengukuran VaR

Analisis Tabel 4.7 menunjukkan bahwa VaR dengan *confidence level* 95% lebih rendah dibandingkan VaR dengan *confidence level* 99%. Artinya, dalam satu hari ke depan, dengan tingkat keyakinan 99% jumlah potensi kerugian yang mungkin dialami Bank XYZ lebih besar dari potensi kerugian dengan tingkat keyakinan 95%. Perbedaan ini disebabkan adanya nilai statistik alpha yang berbeda. Kedua, hasil pengukuran VaR *undiversified* lebih besar dibandingkan VaR *diversified*.

Hal ini menunjukkan bahwa dengan memperhitungkan korelasi antar risiko dalam perhitungan VaR dapat mengurangi nilai VaR (risiko berkurang).

**Tabel 4.19 VaR Portofolio Obligasi Trading Book Tgl 28 Desember 2007  
(dalam Rp. Juta)**

<i>Confidence Level 95%</i>		<i>Confidence Level 99%</i>	
<i>VaR Undiversified</i>	<i>VaR Diversified</i>	<i>VaR Undiversified</i>	<i>VaR Diversified</i>
<b>184,318.22</b>	<b>143,580.50</b>	<b>260,161.44</b>	<b>173,059.05</b>

Sumber: Data obligasi Bank XYZ diolah

#### **4.6 Back Testing (Validasi Model)**

*Back testing* (validasi model) yang sudah dibuat perlu dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi kesalahan estimasi dari model yang digunakan. Proses pertama *back testing* dilakukan adalah menghitung jumlah deviasi aktual perubahan nilai laba rugi aktual (N atau jumlah kegagalan). Jumlah deviasi atau jumlah kegagalan diperoleh dengan membandingkan VaR Harian dengan nilai laba rugi aktual. Jika nilai VaR harian lebih rendah dari rugi aktual berarti terdapat deviasi/kegagalan, sebaliknya jika lebih tinggi berarti tidak terdapat deviasi.

Dalam penelitian ini, jumlah data yang digunakan dalam proses validasi sebanyak 50 hari data VaR (T=50 hari). Jumlah terjadinya deviasi (N) diuji dengan menggunakan hipotesis untuk menentukan apakah model diterima atau tidak dapat diterima. Hipotesis ini dijelaskan pada bab tiga dengan menggunakan derajat keyakinan sebesar 95% atau  $\alpha$  5%. Proses disajikan pada Lampiran 10.

Hasil *backtesting* VaR dengan tingkat keyakinan 95% menunjukkan ada 2 hari dari 50 hari sampel perdagangan di mana nilai rugi aktual lebih besar dari prediksi VaR sedangkan jika diukur dengan tingkat keyakinan 99%, tidak ada deviasi atau kegagalan. Hal ini disebabkan seluruh dari 50 hari pengukuran VaR (tingkat keyakinan 99%) lebih besar dibandingkan angka VaR (tingkat keyakinan 95%). Perbedaan ini dikarenakan adanya nilai statistik alpha yang berbeda sesuai dengan tingkat keyakinan yang digunakan. Basel cenderung menggunakan pendekatan yang konservatif. Sesuai dengan ketentuan Basel, tingkat keyakinan yang digunakan 99%.

Proses selanjutnya adalah menghitung *likelihood ratio* (LR) dengan persamaan 2.23. Nilai LR dibandingkan dengan nilai kritis. Berdasarkan hipotesis yang dikembangkan Kupiec (1995) maka model valid karena nilai LR VaR lebih kecil dibandingkan nilai kritis baik untuk validasi VaR 99% dan validasi VaR 95% (nilai kritis dihitung dengan menggunakan distribusi Chi-Square dengan derajat keyakinan 95%). Tabel validasi disajikan pada lampiran.

#### 4.7 Analisis Pengukuran Risiko Pasar SUN Portofolio Trading

Nilai VaR sudah diuji validitas dan dapat digunakan baik untuk keperluan manajemen atau pemenuhan ketentuan penyediaan modal minimum (KPMM) oleh otoritas perbankan. Sebagai catatan, uji validitas dalam karya akhir ini belum memenuhi standar yang ditetapkan Basel. Basel mensyaratkan 250 data untuk validasi. Selanjutnya, untuk keperluan KPMM, nilai VaR perlu dikalikan dengan *multification factor* yang besarnya sesuai dengan klasifikasi zona yang didasarkan hasil *back testing*. Namun dalam karya akhir ini, *back testing* model hanya menggunakan 50 data maka pengalihan hasil VaR dengan *multification factor* tidak dilakukan.

Dengan menggunakan pendekatan standar, risiko pasar atas portofolio obligasi trading denominasi Rupiah Bank XYZ pada tanggal yang sama sebesar Rp. 193.525 milyar yang terdiri dari risiko spesifik sebesar Rp. 0 (risiko spesifik bernilai nol karena obligasi dalam portofolio semuanya merupakan obligasi pemerintah) dan risiko umum sebesar Rp. 193.525 milyar. Pengukuran risiko pasar dengan pendekatan standar disajikan pada Lampiran 6. Analisis lebih lanjut, hasil pengukuran selama 50 hari menunjukkan nilai VaR yang dapat bernilai lebih tinggi dan dapat pula lebih rendah (baik *diversified* VaR maupun *undiversified* VaR dengan *confidence level* 95% dan 99%) dibandingkan pendekatan standar. Selama 50 hari tersebut, nilai VaR berkisar dari yang terendah hingga tertinggi adalah sebesar Rp. 65,415 milyar s/d Rp. 261,008 milyar (*confidence level* 95%) dan Rp. 98,290 milyar - Rp. 394,891 milyar (*confidence level* 99%). Angka VaR kemudian dikalikan faktor multiplikasi 3 untuk selanjutnya dibandingkan dengan pendekatan standar.

Berdasarkan hasil pengukuran VaR di atas, dibandingkan dengan pendekatan *standardized model*, VaR memberikan angka potensi risiko yang lebih akurat, lebih mencerminkan kondisi pasar pada saat suatu aset diukur risikonya, dan sesuai dengan korelasi, memperhitungkan volatilitas dari harga aset dan posisi dari aset itu sendiri. Hasil pengukuran VaR tersebut dikalikan faktor multiplikasi 3. Oleh karena itu, beban modal untuk risiko pasar dengan pendekatan *internal model* adalah Rp. 430,741 milyar (*confidence level* 95%) dan Rp. 519,177 milyar (*confidence level* 99%).

Bagi Bank XYZ, implementasi pendekatan *internal model* pada periode tertentu akan dapat menghemat pemakaian sumber daya modal yang mahal, karena beban modal dengan pendekatan *internal model* lebih kecil dibandingkan pendekatan standar. Namun pada periode lain pendekatan *internal model* dapat menyebabkan beban modal yang lebih mahal.

**Tabel 4.20 Perbandingan Perhitungan Kewajiban Penyediaan Modal Minimum Standardized Model dengan Internal Model (dalam juta rupiah)**

No	Keterangan	Standardized Model	Internal Model
1	Total Aktiva Tertimbang Menurut Risiko (ATMR) untuk Risiko Kredit (sesuai ketentuan berlaku mengenai KPMM)*	84.895.863	84.895.863
2	Modal Inti (setelah diperhitungkan faktor pengurang, sesuai ketentuan berlaku mengenai KPMM)*	14.269.227	14.269.227
3	Modal Pelengkap (setelah diperhitungkan faktor pengurang, sesuai ketentuan berlaku mengenai KPMM)*	1.839.385	1.839.385
4	Penyertaan yang dilakukan Bank	79.944	79.944
5	Rasio Kewajiban Penyediaan Modal Minimum (CAR) untuk Risiko Kredit	18,88%	18,88%
6	Risiko Pasar (1,2, dan 3) x 12,5	5.070.901	7.818.240
	1) Risiko suku bunga – Risiko Spesifik	12.893	12.893
	2) Risiko suku bunga - Risiko Umum	325.868	325.868 – (193.525 – 519.177)
	3) Risiko Nilai Tukar	66.911	66.911
	4) Risiko Perubahan Harga Option	0	0
13	TOTAL MODAL (Modal Inti + Modal Pelengkap + Modal Pelengkap Tambahan)	16.028.669	16.028.669
14	Dikurangi: ATMR untuk risiko kredit atas seluruh surat berharga dalam <i>trading book</i> yang telah diperhitungkan Risiko Spesifik	576.968	576.968
15	TOTAL ATMR (RISIKO KREDIT + RISIKO PASAR)	89.389.796	92.137.135
16	<b>Rasio Kewajiban Penyediaan Modal Minimum setelah memperhitungkan Risiko Kredit dan Risiko Pasar</b>	<b>17,93 %</b>	<b>17,40 %</b>

Sumber: Laporan Divisi Manajemen Risiko Bank XYZ, diolah

Pada Tabel 4.20 di atas disajikan simulasi perbandingan perhitungan kewajiban penyediaan modal minimum dengan menggunakan *standardized model* dan *internal model*. Melalui tabel ini dapat dianalisis konsekuensi kedua pendekatan tersebut terhadap perhitungan ketentuan penyediaan modal minimum (KPMM), kinerja keuangan dan aspek permodalan Bank XYZ.

Berdasarkan Tabel 4.20, Bank XYZ dapat menghemat alokasi modal untuk risiko pasar dengan menggunakan pendekatan standar. Besarnya

penghematan dapat dihitung dari selisih hasil pengukuran risiko pasar (risiko bunga umum) dari kedua pendekatan di atas yaitu sebesar Rp. 325,652 milyar (Rp. 519,177 milyar - Rp. 193,525 milyar). Angka ini selanjutnya dikalikan sebesar 12,5 kali untuk dikonversi dalam (*risk weighted asset*) atau aktiva tertimbang menurut risiko perhitungan, sesuai dengan ketentuan CAR oleh Bank Indonesia sebagai otoritas perbankan sebesar 8%. Hasilnya ada penghematan sumber daya modal untuk pencadangan kerugian akibat risiko pasar berupa pengurangan nilai aktiva tertimbang menurut risiko mencapai Rp. 2,747 trilyun. Beban risiko pasar turun dari Rp. 7,818 trilyun menjadi Rp. 5,071 trilyun. Perhitungan ini mengasumsikan perhitungan risiko pasar atas nilai tukar, perubahan harga *option*, dan risiko pasar atas portofolio *trading* obligasi denominasi mata uang asing tetap menggunakan metode standar. Dengan posisi ATMR (risiko kredit dan risiko pasar) pada Semester II sebesar Rp. 89.389.796 juta di mana pengukuran risiko pasar masih menggunakan pendekatan standar, angka CAR Bank XYZ sebesar 17,93%. Dengan pendekatan *internal model*, maka posisi ATMR menjadi Rp. 92.137.135 juta sehingga menurunkan nilai CAR menjadi 17,40 % (total modal Bank XYZ yang terdiri dari modal inti, modal pelengkap, dan modal tambahan mencapai Rp. 16.028.669 juta). Kenaikan CAR ini memberikan nilai tambah dalam penilaian kesehatan oleh Bank Indonesia.

Penghematan beban risiko pasar dengan pendekatan standar tersebut memberikan manfaat finansial yang signifikan bagi Bank XYZ antara lain untuk: (1) dapat dimanfaatkan untuk tambahan ekspansi aset produktif seperti kredit ataupun ekspansi portofolio obligasi untuk mengoptimalkan *return* tanpa perlu menambah modal yang bermuara pada peningkatan kinerja keuangan bank di masa akan datang, dan (2) alokasi modal menjadi yang lebih efektif dan efisien. Efektivitas dan efisiensi alokasi modal akan menekan jumlah nominal penerbitan obligasi subordinasi Bank XYZ di masa datang sehingga dapat mengurangi biaya bunga yang juga berdampak pada peningkatan kinerja bank ke depan.

Ke depan, jumlah modal suatu bank harus ditambah seiring dengan pertambahan aset suatu bank baik aset produktif maupun non produktif. Penambahan modal dapat dilakukan dengan cara penerbitan saham atau dengan menerbitkan obligasi subordinasi baru. Umumnya bank lebih memilih

menerbitkan obligasi subordinasi untuk menghindari efek dilusi bagi pemegang saham bank tersebut. Pilihan ini yang mempunyai konsekuensi yaitu biaya bunga mahal. Mahalnya bunga obligasi subordinasi dibandingkan obligasi senior karena investor obligasi mempunyai hak atas likuidasi aset dibawah pemegang obligasi senior. Adanya Manfaat tidak langsung dari peningkatan kinerja dalam konteks di atas adalah adanya perbaikan peringkat utang Bank XYZ yang akan mengurangi tingkat suku bunga penerbitan obligasi Bank XYZ di masa datang.



## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dimulai dari proses pengumpulan, pengolahan, sampai dengan analisis *output* sesuai dengan tahapan metodologi penelitian yang ditetapkan di awal serta mengacu landasan teori yang ada, maka dapat diperoleh kesimpulan hasil penelitian sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan pendekatan standar, risiko pasar atas portofolio SUN trading denominasi Rupiah Bank XYZ pada tanggal 28 Desember 2007 sebesar Rp. 193.525 milyar yang terdiri dari risiko spesifik sebesar Rp. 0 milyar (risiko spesifik bernilai nol karena obligasi dalam portofolio semuanya merupakan obligasi pemerintah) dan risiko umum sebesar Rp. 193.525 milyar. Sedangkan pengukuran risiko pasar dengan pendekatan VaR parametrik yaitu VaR metode *variance-covariance* dengan model volatilitas ARCH/GARCH menghasilkan risiko pasar yang lebih rendah dibandingkan pendekatan standar. Pengukuran VaR dengan memperhitungkan efek korelasi atau *diversified* VaR pada tanggal 28 Desember 2007 sebesar Rp. 173,509 milyar (*confidence level* 99%) dan *diversified* VaR (*confidence level* 95%) sebesar Rp. 143,581 milyar. Sedangkan nilai jika tanpa memperhitungkan efek korelasi atau *undiversified* VaR menghasilkan angka yang lebih konservatif yaitu Rp. 260,141 milyar (*confidence level* 99%) dan Rp. 184,318 milyar (*confidence level* 95%). Berdasarkan angka VaR tersebut maka pengukuran VaR dengan menggunakan *confidence level* 99% menghasilkan angka VaR yang lebih besar dari *confidence level* 95% karena nilai statistik alpha yang lebih besar. Selain itu, dengan memperhitungkan korelasi antar aset dalam portofolio, efek diversifikasi akan tercermin dalam pengukuran VaR. Korelasi antar *return yield* bernilai antara -1 s/d 1 sehingga hasil pengukuran VaR *diversified* (memperhitungkan korelasi antar *return yield*) lebih rendah dibandingkan VaR *undiversified*.

2. Pengukuran risiko pasar atas portofolio SUN *trading* Bank XYZ dengan pendekatan standar menghasilkan angka yang lebih rendah dibandingkan pendekatan VaR karena adanya faktor multiplikasi 3 sehingga alokasi modal menjadi jauh lebih efisien. Besarnya efisiensi dapat dihitung dari selisih hasil pengukuran risiko pasar dari kedua pendekatan di atas (dibandingkan dengan VaR *confidence level* 99%) yaitu sebesar Rp. 325,652 milyar ( Rp. 519,177 - Rp. 193,525 milyar). Angka ini selanjutnya dikalikan sebesar 12,5 kali untuk dikonversi menjadi aktiva tertimbang menurut risiko perhitungan, sesuai dengan ketentuan CAR oleh Bank Indonesia sebesar 8%. Hasilnya ada penghematan sumber daya modal untuk pencadangan kerugian akibat risiko pasar berupa pengurangan nilai aktiva tertimbang menurut risiko mencapai Rp. 2,747 triliun. Beban risiko pasar turun dari Rp.7,818 triliun menjadi Rp. 5,071 triliun. Pendekatan VaR ini juga telah diuji validitasnya dengan *back testing*. Oleh karena itu pendekatan VaR dalam karya akhir ini efektif sebagai alternatif mengukur risiko pasar selain pendekatan standar.
3. Dengan posisi ATMR (risiko kredit dan risiko pasar) pada Semester I (28 Desember 2007) sebesar Rp. 89.389.796 juta di mana pengukuran risiko pasar masih menggunakan pendekatan standar, angka CAR Bank XYZ sebesar 17,93%. Dengan menggunakan VaR, maka posisi ATMR naik menjadi Rp. 92.137.135 triliun sehingga menurunkan nilai CAR menjadi 17,40%. Oleh karena itu pendekatan standar akan memberi manfaat secara finansial bagi Bank XYZ yaitu tercapainya efisiensi alokasi modal dalam rangka melindungi risiko pasar dibandingkan pendekatan VaR. Dampak efisiensi tersebut dapat (1) menekan jumlah nominal penerbitan obligasi subordinasi Bank XYZ di masa datang sehingga dapat mengurangi biaya bunga dan (2) dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan alokasi modal lainnya misalnya ekspansi aset produktif tanpa terkendala masalah aspek permodalan. Ekspansi aset produktif akan meningkatnya pendapatan bunga Bank XYZ (laba menjadi meningkat). Kedua manfaat ini bermuara pada peningkatan kinerja Bank XYZ ke depan. Peningkatan kinerja juga berdampak pada peningkatan *rating* (peringkat) yang akan mengurangi tingkat suku bunga penerbitan

obligasi Bank XYZ di masa datang. Benefit lainnya adalah kenaikan CAR ini memberikan nilai tambah dalam penilaian kesehatan oleh Bank Indonesia.

## 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, ada beberapa saran yang dapat diberikan khususnya kepada Bank XYZ dalam mengelola portofolio SUN Trading sebagai berikut:

1. Dalam perhitungan KPMM, Bank XYZ sebaiknya menggunakan pendekatan VaR dalam pengukuran risiko pasar portofolio SUN *trading* karena dengan pendekatan ini alokasi modal menjadi lebih mencerminkan volatilitas harga pasar dan efektif melindungi modal bank.
2. Untuk lebih komprehensif dalam penelitian eksposur risiko bank khususnya risiko pasar obligasi, perlu dilakukan penyatuan dalam pengukuran risiko pasar yang mencakup seluruh portofolio obligasi pada bank XYZ tidak hanya portofolio SUN tetapi juga portofolio obligasi lainnya.
3. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan membandingkan pendekatan VaR *variance covariance* seperti dalam karya akhir ini dengan pendekatan VaR lainnya seperti *monte carlo*, *historical simulation*, dan sebagainya. Dengan melakukan perbandingan diharapkan dapat ditentukan pendekatan *internal model* yang paling baik dan sesuai bagi Bank XYZ.
4. Pengukuran VaR dalam karya akhir ini menggunakan data historis satu tahun sesuai syarat minimal ketentuan Basel. Penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan data historis lebih dari satu tahun sehingga menghasilkan angka VaR yang lebih mencerminkan dinamika pasar dengan periode lebih panjang.

## DAFTAR REFERENSI

- Alexander, Carol. (1998). *Risk Management and Analysis Volume 1 : Measuring and Modelling Financial Risk*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.
- Alexander, Carol. (2001), *Market Models : A Guide to Financial data Analysis*. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd.
- Bank Indonesia (2007), Peraturan Bank Indonesia No. 9/13/PBI/2007 tentang Kewajiban Penyediaan Modal Minimum Bank Umum dengan Memperhitungkan Risiko Pasar.
- Bank Indonesia (2007), Surat Edaran Bank Indonesia No. 9/33/DPNP Perihal Pedoman Penggunaan Metode Standar dalam Perhitungan Kewajiban Penyediaan Modal Minimum dengan Memperhitungkan Risiko Pasar.
- Basle Committee on Banking Supervision (1996), *Amendment to The Capital Accord to Incorporate Market Risk*. Updated November 2005.
- Bessis, J. (2002), *Risk Management in Banking*, 2<sup>nd</sup> ed, England: John Wley & Sons Ltd.
- Bodie Z, A. Kane and A.J. Markus (2002), *Investments*, 5<sup>th</sup> ed, Singapore Mc Graw Hill Book Co.
- Best, Philip W. (1998). *Implementing Value at Risk*. England: John Wiley & Sons.
- Butler, Cormac. (1999). *Mastering Value at Risk: A Step-by-step Guide to Understanding and Applying VaR*. England: Pearson Education Ltd.
- Chorafas, N. D (1998), *The Market Risk Amendment: Understanding the Marking-to-Model and Value at Risk*, Singapore: Mc Graw Hill Book Co.
- Cuthberson, Keith. (1992). *Applied Econometric Techniques*. Wheatsheaf: Harvester.
- Dowd, Kevin. (2002). *Beyond value at Risk*. England. John Wiley & Sons.
- Fabozzi, J.F. (2000), *Bond Markets, Analysis and Strategies*, 4<sup>th</sup> ed, Prentice Hall International.
- Fabozzi, J.F. (1993), *Fixed Income Mathematics: Analytical and Statistical Techniques*, Probus Publishing Company USA.
- Fabozzi, J.F. (2005), *The Handbook of Fixed Income Securities*, 7<sup>th</sup> ed, Prentice Hall International.

- Enders, Walter. (1995). *Applied Econometric Time Series*. New York: John Wiley and Sons.
- Gujarati, Damodar N. (2003) *Basic Econometrics*. 4<sup>th</sup> ed. Boston : McGraw-Hill.
- Gujarati, Damodar N. (2003) *Essentials of Econometrics*. 4<sup>th</sup> ed. Singapore: McGraw-Hill Book & Co.
- Jorion, Phillipe. (1997). *Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk 2<sup>nd</sup> ed*. McGraw-Hill Company.
- Jorion, Phillipe. (2007). *Financial Risk Manager Handbook*. 4<sup>th</sup> ed. Toronto: McGraw-Hill Company.
- Morgan, J.P. (1996), *Risk Metrics<sup>TM</sup> Technical Document*, 4<sup>th</sup> ed. New York: Morgan Guaranty Trust Company, Global Research.
- Penza, Pietro et. al. (2001). *Measuring Market Risk with value at Risk*. Toronto: John Wiley & Sons, Inc.
- Pyndick, Robert S. (1998). *Econometrics Model and Economic Forecasts*. 4<sup>th</sup> ed. Boston, Massachussetts : Irwin-McGraw Hill.
- Saunders, Anthony, dan Marcia Millon Cornett, (2008), *Financial Institutions Management, Sixth Edition*. McGraw-Hill Company.
- Standar Akuntansi Keuangan, 2002, PSAK 50: "Akuntansi Investasi Efek Tertentu", Jakarta: Ikatan Akuntan Indonesia.
- Tuckman, Bruce, 1999, "Fixed Income Securities", Canada: John Wiley & Son.
- Watsham, Terry J. And Keith Parramore, (1997), *Quantitative Methods in Finance*, London: Thomson Learning.