

**PENGUJIAN TARAF AKURASI MODEL-MODEL
VOLATILITAS DALAM MENDUGA NILAI
RISIKO OBLIGASI
(Studi Kasus : Obligasi INDON 14)**



TESIS

**Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat guna
Memperoleh derajat sarjana S-2 Magister Manajemen
Program Studi Magister Manajemen Universitas Diponegoro**

**Oleh :
Puguh Agung Nugroho
NIM.C4A008082**

**PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2010**



Sertifikat

Saya, *Puguh Agung Nugroho*, yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa tesis yang saya ajukan ini adalah hasil karya saya sendiri yang belum pernah disampaikan untuk mendapat gelar pada program magister manajemen ini atau pada program lainnya. Karya ini adalah milik saya, karena itu pertanggungjawabannya sepenuhnya berada di pundak saya.

Puguh Agung Nugroho

17 April 2010

PENGESAHAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa tesis yang berjudul :

**PENGUJIAN TARAF AKURASI MODEL-MODEL
VOLATILITAS DALAM MENDUGA NILAI RISIKO OBLIGASI
(Studi Kasus : Obligasi INDON 14)**

yang disusun oleh Puguh Agung Nugroho, NIM C4A008082
telah dipertahankan di Dewan Penguji pada tanggal 17 April 2010 dan dinyatakan
telah memenuhi syarat untuk diterima.

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Drs. Prasetiono, M.Si

Drs. Wisnu Mawardi, MM

Semarang, 17 April 2010
Universitas Diponegoro
Program Pascasarjana
Program Studi Magister Manajemen
Ketua Program

Dr. Ibnu Widiyanto, MA

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

"If a man seek for greatness.

Let him forget the greatness.

And ask him to find the truth.

Then he will get both."

(Andi Hakim Nasution)

Penelitian ini saya persembahkan kepada :

1. Allah SWT
2. Istri dan anak-anakku, Siti Sumiarti, Muhammad Salman Zhafran dan Wildania Ihsan Alimah Nugroho. *"Bapak berterima kasih atas semangat dan doa kalian selama ini. Tidak mungkin kita dapat melewati tahap demi tahap dalam kehidupan yang penuh dengan gelombang kecuali karena semangat dan keikhlasan kalian dalam berkawan dengan kesulitan. Bapak yakin perjuangan kalian adalah jalan bagi kita untuk mendapat keridhaan dari Allah SWT."*
3. Bapak dan Ibu. *"Terima kasih atas doa dan semangat dari Bapak dan Ibu."*
4. Mas Dhono dan Mas Andy.
5. (Alm) Prof Andi Hakim Nasution (seorang guru sejati). *"Selamat jalan Pak Andi, saya tidak akan melupakan jasa-jasa Bapak, dan pengabdian Bapak kepada dunia pendidikan."*

6. Bapak Aditya Galih Prihartono (*Vice President of Citibank*). *"Terima kasih atas supporting dari Bapak dan atas persahabatan kita yang luar biasa. Semoga persahabatan ini akan langgeng dan tidak akan lekang oleh waktu."*
7. Bapak Adil Pamungkas (*Executive Vice President of Bank Danamon*).
8. Bapak Banyon Anantoseno (*Vice President of Bank Danamon*).
9. Bapak Irvandi Gustari (*Vice President of Bank ICB Bumiputera*).
10. Mr Sridhar Natarajan (*President Director of Bank ICB Bumiputera*)
11. Bapak Tubagus Haryono (Dirjen BPH Migas)
12. Bapak Bambang Wasito Adi (Direktur, Departemen Pendidikan Nasional)
13. Bapak Andhika Hazrumy (Anggota DPD-RI Provinsi Banten)
14. Uda Andi dan Teh Wine *for your big support*.
15. Kawan-kawan alumni Statistik IPB.
16. Kawan-kawan MM UNDIP angkatan 32 kelas eksekutif A.

ABSTRACT

A good forecasting model for a risk of bond is the model that was examined and has an accurate level of forecasting accuracy. There are four forecasting models examined in this research, namely the Standard Deviation, Simple Moving Average, Exponential Weighted Moving Average, and autoregressive conditional Heterocedasticity or Generalized autoregressive conditional Heterocedasticity. These models are widely used model in predicting a risk of bonds. This research is tell about a forecasting for a volatility of bond INDON 14 return in order to measuring of risk value in the future. As in previous research, this study found that only the GARCH model (2.1) that is able to predict the bond return Indon 14 accurately.

Keyword: forecasting models, bonds, risk, return, GARCH (2,1), accurate

ABSTRAKSI

Model peramalan yang baik bagi suatu risiko obligasi adalah model yang memiliki taraf akurasi peramalan yang akurat. Terdapat empat model peramalan yang diujikan dalam penelitian ini, yaitu *Standard Deviation*, *Simple Moving Average*, *Exponential Weighted Moving Average*, dan *Autoregressive Conditional Heterocedasticity* atau *Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity*. Model-model tersebut merupakan model yang biasa digunakan untuk meramalkan risiko obligasi. Penelitian ini mengkaji mengenai peramalan bagi suatu volatilitas *return* obligasi INDON 14 dalam rangka mengukur nilai risiko dimasa yang akan datang. Seperti kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian terdahulu, dalam penelitian ini menemukan bahwa hanya model GARCH (2,1) yang mampu meramalkan return obligasi INDON 14 secara akurat.

Keyword: model peramalan, obligasi, risiko, *return*, GARCH (2,1), akurat

KATA PENGANTAR

Dalam kesempatan ini marilah kita panjatkan puji dan rasa syukur kita kehadirat Allah SWT, yang selalu memberikan rahmat dan karunia Nya kepada umat Nya, dan termasuk bentuk ridho Nya, sehingga Tesis yang berjudul : Pengujian Taraf Akurasi Model-model Volatilitas Dalam Menduga Nilai Risiko Obligasi (Studi Kasus: INDON 14) dapat selesai sesuai dengan waktu yang ditetapkan.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terimakasih kepada para pihak yang terkait dengan penulisan tesis ini, terutama untuk Bapak Drs. Prasetiono, M.Si dan Drs. Wisnu Mawardi, MM yang telah membimbing dan memotivasi penulis sehingga dapat lebih mendalami dan mengerti dalam menyelesaikan tesis ini.

Sangat disadari bahwa penulisan tesis ini masih jauh dari kesempurnaan dan untuk itu penulis berharap adanya saran dan masukan–masukan, sehingga pemahaman dari penulis bisa meningkat untuk selanjutnya .

Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	ii
PENGESAHAN TESIS	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
<i>ABSTRACT</i>	vi
ABSTRAKSI	vii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR RUMUS	xv
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	9
1.3. Tujuan dan Kegunaan Penelitian.....	10
TELAAH PUSTAKA DAN PENGEMBANGAN MODEL PENELITIAN.....	13
2.1. Telaah Pustaka.....	13
2.1.1. Investasi	13
2.1.2. Obligasi	15
2.1.3. Manajemen Risiko	22

2.1.4.	Proses Perkembangan VaR	26
2.1.5.	Value at Risk (VaR)	26
2.1.6.	Model Volatilitas.....	27
2.1.7.	Analisis Gerombol	41
2.2.	Hipotesis.....	44
2.3.	Posisi Penelitian Dibandingkan Dengan Penelitian Terdahulu	44
2.4.	Kerangka Pemikiran Teoritis.....	47
METODE PENELITIAN.....		49
3.1.	Jenis dan Sumber Data	49
3.2.	Populasi dan Sampel	49
3.3.	Definisi Operasi Variabel.....	50
3.4.	Metode Pengumpulan Data	52
3.5.	Teknik Analisis.....	52
3.6.	Uji Hipotesis.....	55
ANALISIS DATA		57
4.1.	Data Deskriptif Terhadap <i>Return</i>	57
4.2.	Model Autoregressive Conditional Heterocedasticity (ARCH)/Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity (GARCH).....	59
4.2.1.	Pemeriksaan Pola Data.....	60
4.2.2.	Analisis Mean Model	61
4.2.3.	Evaluasi Residual Dari Mean Model	62
4.2.4.	Analisis GARCH Terhadap Data	63

4.2.5. Diagnostik Model.....	65
4.3. Identifikasi Model Volatilitas dan Return	65
4.3.1. Pemeriksaan Plot Data.....	65
4.3.2. Analisis Gerombol	68
4.4. Pengujian Nilai Tengah Antar Model Volatilitas.....	69
4.5. Pengujian Nilai Tengah Model Volatilitas dengan Return.....	70
SIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN	72
5.1. Simpulan.....	72
5.2. Implikasi Teoritis.....	74
5.3. Implikasi Manajerial.....	74
5.4. Keterbatasan Penelitian	75
5.5. Agenda Penelitian Mendatang.....	76
DAFTAR PUSTAKA	77
DAFTAR LAMPIRAN.....	81

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Bobot Pemulusan Beberapa Negara Menurut <i>J.P Morgan</i>	35
Tabel 2 Ringkasan posisi penelitian dibandingkan dengan penelitian-penelitian terdahulu.....	46
Tabel 3 Tabel Perhitungan Uji F.....	55
Tabel 4 Statistik Deskriptif Return Obligasi INDON 14.....	58
Tabel 5 <i>Root Mean Square Error</i>	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Kondisi Harga Obligasi tahun 2007-2009.....	5
Gambar 2 Contoh gambar model <i>GARCH</i> (1,1).....	40
Gambar 3 Kerangka Pemikiran Teoritis	47
Gambar 4 Tren <i>Return</i> Obligasi INDON 14.....	60
Gambar 5 <i>Time Series</i> Plot Data Residual	62
Gambar 6 Hasil Pemeriksaan Kenormalan Residual	65
Gambar 7 Plot <i>Return</i> , SD, SMA, EWMA dan <i>GARCH</i> (2,1).....	66
Gambar 8 Dendogram Dengan Metode Pautan Tunggal	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Analisis Mean Model.....	81
Lampiran 2 <i>LM Test – ARCH lag 1</i>	81
Lampiran 3 <i>LM Test – ARCH lag 2</i>	82
Lampiran 4 <i>LM Test – ARCH lag 3</i>	82
Lampiran 5 <i>LM Test – ARCH lag 4</i>	83
Lampiran 6 <i>LM Test – ARCH lag 5</i>	84
Lampiran 7 <i>LM Test – ARCH lag 6</i>	85
Lampiran 8 <i>LM Test – ARCH lag 7</i>	86
Lampiran 9 <i>LM Test – ARCH lag 8</i>	87
Lampiran 10 <i>LM Test – ARCH lag 9</i>	88
Lampiran 11 <i>LM Test – ARCH lag 10</i>	89
Lampiran 12 <i>LM Test – ARCH lag 11</i>	90
Lampiran 13 <i>LM Test – ARCH lag 12</i>	91
Lampiran 14 Model <i>GARCH (1,1)</i>	92
Lampiran 15 Model <i>GARCH (2,1)</i>	92
Lampiran 16 Model <i>GARCH (1,2)</i>	93
Lampiran 17 Model <i>GARCH (3,1)</i>	94
Lampiran 18 Analisis Gerombol.....	94
Lampiran 19 Pengujian Nilai Tengah Antar Model Volatilitas	95
Lampiran 20 Pengujian Nilai Tengah Model <i>Standard Deviation</i> Dengan <i>Return</i>	95

Lampiran 21 Pengujian Nilai Tengah Model <i>Simple Moving Average</i> Dengan <i>Return</i>	96
Lampiran 22 Pengujian Nilai Tengah Model <i>Exponential Weighted Moving Average</i> Dengan <i>Return</i>	96
Lampiran 23 Pengujian Nilai Tengah Model <i>Generalized Autoregressive Conditional</i> <i>Heterocedasticity</i> Dengan <i>Return</i>	97
Lampiran 24 <i>Script</i> Macro Excel Aplikasi <i>VaR Calculation</i>	97
Lampiran 25 Tampilan <i>Interface</i> Aplikasi <i>VaR Calculation</i>	99

DAFTAR RUMUS

Rumus 1 <i>Value at Risk</i>	27
Rumus 2 <i>Standard Deviation</i>	28
Rumus 3 <i>Simple Moving Average</i>	29
Rumus 4 <i>Exponential Weighted Moving Average</i>	33
Rumus 5 <i>Autogressive Conditional Heterocedasticity</i>	35
Rumus 6 <i>Generalized Autoregressive Conditional Moving Average</i>	39
Rumus 7 Ukuran Jarak Analisis Gerombol.....	42
Rumus 8 <i>Root Mean Square Error</i>	52
Rumus 9 <i>F</i> Hitung.....	55
Rumus 10 <i>t</i> Hitung	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Masa depan adalah kondisi yang menjadi tantangan oleh sebagian pihak untuk dapat meramalkannya. Hal itu menjadi perhatian karena keingintahuan manusia mengenai masa depan yang tidak pasti dan tidak mudah untuk diketahui. Dalam dunia ekonomi, keuangan dan investasi hal-hal yang menjadi perhatian mengenai suatu nilai di masa yang akan datang adalah volatilitas harga saham, suku bunga, nilai tukar, eksposur kredit, risiko operasional, serta peristiwa sistemik dengan dampak yang mayoritas terhadap kondisi keuangan. Namun, saat ini risiko keuangan yang timbul dari ketidakpastian sudah mulai diperhatikan dengan berkembangnya berbagai model-model matematis. Model-model ini tumbuh untuk menduga suatu nilai yang ingin diketahui.

Krisis keuangan merupakan bagian dari risiko yang dihadapi oleh para investor dan sebagian pihak yang terkait. Dalam semua krisis terdapat faktor pemicu seperti *subprime mortgage* di Amerika Serikat (AS). Selama tahun 2004-2006 pasar saham di seluruh dunia naik karena biaya kredit terendah sepanjang masa. Bank-bank Eropa, dan investor di negara-negara yang menghasilkan *yield* terendah selama bertahun-tahun, berbondong-bondong membeli obligasi yang diagunkan atau

coratelarized debt obligation (CDO) dan produk-produk baru yang serupa. Penjual utamanya adalah lima bank investasi terbesar: *Goldman Sachs, Morgan Stanley, Merrill Lynch, Lehman Brothers* dan *Bear Stearns*.

Sejauh ini krisis keuangan mulai terungkap pada bulan September 2008, dengan kegagalan tiga dari lima bank investasi terbesar tersebut, yaitu *Merrill Lynch, Lehman Brothers* dan *Bear Stearns*, dan raksasa asuransi AS, *AIG*. Ketiga bank terbesar beserta beberapa bank yang gagal di negara-negara lain telah kehilangan banyak modal. Kemudian volatilitas di sektor perbankan berpengaruh terhadap sektor energi, komoditas dan saham terkait, ditengah kekhawatiran penurunan permintaan dari minyak dan bahan baku menunjukkan bahwa resesi global sedang dimulai (Carol Alexander, 2008).

Menurut Reto Gallati (2003), risiko didefinisikan sebagai kondisi yang di dalamnya mengandung eksposur yang mungkin merugikan. John Mcmanus (2004) memiliki pendekatan lain dengan membandingkan kesimpulan yang telah dilakukan oleh Wieggers (1998) dan Gultch (1994) yaitu walaupun terdapat perbedaan dalam konteks, apa yang didefinisikan memiliki kesamaan yaitu ketidakpastian, kegagalan, dan kemalangan yang dapat memicu malapetaka dan kerugian.

Reto Gallati (2003) dan John Mcmanus (2004) semakin memperjelas kaitan antara keingintahuan, harapan, masa depan, risiko dan dampak yang akan ditimbulkannya.

Pada umumnya hampir semua investasi mengandung unsur ketidakpastian atau risiko. Investor tidak tahu dengan pasti hasil yang akan diperolehnya dari investasi yang dilakukannya. Dalam keadaan semacam itu dikatakan bahwa investor menghadapi risiko dalam berinvestasi. Hal yang bisa ia lakukan hanya memperkirakan berapa keuntungan yang diharapkan, dan seberapa jauh kemungkinan hasil yang sebenarnya akan menyimpang dari hasil yang diharapkan. Karena investor menghadapi kesempatan investasi yang berisiko, pilihan investasi tidak dapat hanya mengandalkan pada tingkat keuntungan yang diharapkan. Apabila investor mengharapkan untuk memperoleh tingkat keuntungan yang tinggi, maka ia harus bersedia menanggung risiko yang tinggi pula.

Semakin besar risiko yang dihadapi oleh suatu organisasi, perusahaan atau individu dapat mengakibatkan kehancuran bagi organisasi, perusahaan atau individu tersebut, jika risiko tidak dapat dikelola dengan baik. Maka peran manajemen risiko dirasakan sangat penting untuk mengelola risiko, sehingga investor bisa tetap bertahan dalam mengoptimalkan risiko yang dihadapinya.

Banyak bentuk investasi yang dapat diambil oleh para investor. Terdapat dua macam jenis aset, yaitu aset riil dan aset finansial. Aset riil adalah aset yang memiliki wujud, seperti tanah, rumah, emas, dan logam mulia lainnya. Sedangkan, aset finansial merupakan aset yang wujudnya tidak terlihat, tetapi tetap memiliki nilai yang tinggi. Umumnya aset finansial terdapat di dunia perbankan dan juga di pasar

modal, yang di Indonesia dikenal dengan Bursa Efek Indonesia. Beberapa contoh dari aset finansial adalah instrumen pasar uang, saham, reksa dana dan obligasi. (<http://danareksaonline.com/PerencanaanKeuangan/JenisInvestasi/tabid/146/language/id-ID/Default.aspx>)

Beberapa aset finansial memiliki kelebihan dan kelemahan yang melekat pada masing-masing instrumen. Namun obligasi adalah instrumen investasi yang memiliki sifat berbeda. Obligasi menawarkan beberapa keuntungan menarik, diantaranya adalah memberikan pendapatan tetap (*fixed income*) berupa kupon dan keuntungan atas penjualan obligasi (*capital gain*).

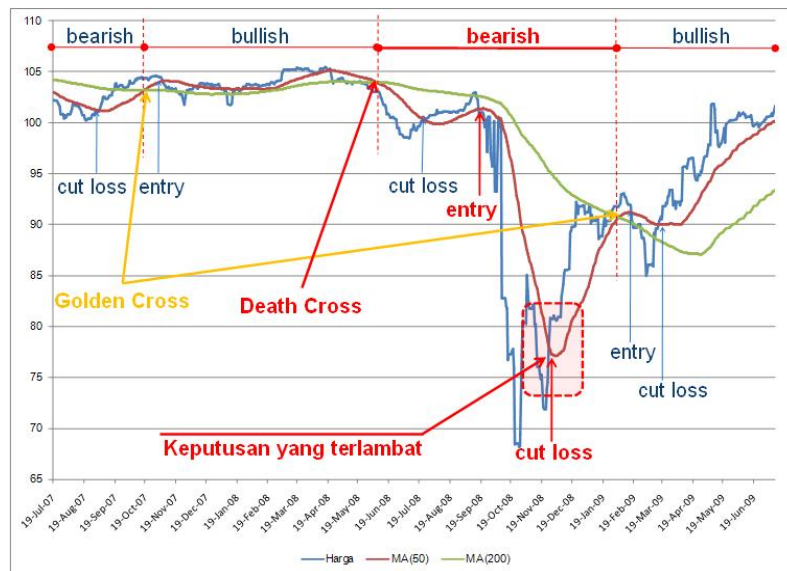
Kupon adalah nilai bunga yang diterima pemegang obligasi secara berkala yang dinyatakan dalam *annual* prosentase. Berdasarkan parameter ini, risiko yang melekat pada produk tersebut adalah risiko gagal bayar atau disebut risiko kredit. Pada beberapa jenis obligasi, besar kupon tidak bersifat fluktuatif atau tetap. Sehingga, bila diasumsikan emiten atau penerbit obligasi mampu membayarkan kewajibannya hingga jatuh tempo, seperti obligasi pemerintah, maka investor tidak perlu menghadapi risiko apapun bila obligasi yang dimiliki tidak diperdagangkan.

Risiko lain yang melekat pada obligasi adalah risiko pasar berupa pengaruh suku bunga dan nilai tukar terhadap volatilitas harga obligasi. Harga obligasi menjadi perhatian seorang investor karena mampu memberikan keuntungan berupa *capital gain* yang diterima dari transaksi penjualan obligasi kepada investor yang lain atau

pasar. Namun seorang investor juga dapat menghadapi kerugian bilamana harga obligasi yang dijual berada dibawah harga pembelian (*bid price*). Harga obligasi adalah bersifat fluktuatif. Fluktuasi harga tersebut dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya perubahan suku bunga dan nilai tukar. Ketidakpastian harga obligasi yang berdampak kepada besaran *capital gain* merupakan masalah yang menarik untuk dibahas.

Gambar 1 di bawah menyajikan ilustrasi fluktuasi harga obligasi INDON 14.

Gambar 1 Kondisi Harga Obligasi tahun 2007-2009



Gambar 1 di atas memperlihatkan harga yang mengalami depresiasi hingga pada level terendah pada kuartal IV tahun 2008. Pada gambar juga terlihat sebagian besar investor terlambat menjual produk investasinya (posisi *cut loss*). Hal itu terlihat

dari nilai aktual harga obligasi yang dipotong dari atas oleh rata-rata bergerak atau *moving average* 50 hari observasi, sehingga nilai investasi portofolio tersebut menjadi tidak berharga. Sehingga teknik pengukuran dan pendugaan (peramalan) dirasa sangat dibutuhkan dalam mengelola investasi.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah nomor 16 tahun 2009 definisi adalah surat utang dan surat utang negara, yang berjangka waktu lebih dari 12 (dua belas) bulan. Sedangkan Geoff Chaplin (2005) dan Fabozzi (2000) menjelaskan bahwa obligasi adalah sertifikat hutang yang diterbitkan oleh pemerintah atau korporasi dengan janji untuk membayarkan kembali sejumlah nilai pokok beserta bunga pada suatu periode-periode yang telah ditentukan.

Menurut Moorad Choudhry (2006) terdapat berbagai pihak yang terlibat dalam pasar obligasi. Mereka dikelompokkan secara luas kepada kelompok peminjam dan investor, ditambah dengan lembaga dan individu yang merupakan bagian dari usaha perdagangan obligasi. Peminjam mengakses pasar obligasi sebagai bagian dari kebutuhan mereka, oleh karenanya peminjam dapat mencakup pemerintah, lokal, organisasi sektor publik dan korporat. Hampir semua bisnis beroperasi dengan struktur pembiayaan merupakan campuran hutang dan ekuitas keuangan.

Pengukuran risiko adalah hal penting sebagai kerangka kerja mengelola risiko. Sebelum investor merencanakan pengendalian risiko maka ukuran risiko harus

ditetapkan. Salah satu aspek penting dalam melakukan analisis risiko keuangan adalah perhitungan nilai risiko yang disebut dengan nama *Value at Risk (VaR)*.

VaR adalah metode untuk mengukur potensi kerugian pada saat kondisi pasar normal, pada kurun waktu t dan tingkat kepercayaan tertentu, α (*alpha*). Dalam hal ini, tingkat kepercayaan harus dapat merefleksikan probabilitas baku suatu horizon waktu investasi. Kurun waktu perhitungan risiko seharusnya memperhatikan periode likuidisasi dari aset ber-risiko dan waktu *recovery* dari proses-proses berisiko yang terhitung gagal. Menurut Philip Best (1999), Kevin Dowd (2005) dan Carol Alexander (2008), *VaR* adalah maksimum kerugian yang mungkin terjadi dari suatu portofolio pada waktu atau periode tertentu, pada tingkat kepercayaan yang diberikan.

Semenjak publikasi J.P. Morgan Riskmetrics (1994), perhitungan risiko mulai terasa penting dalam analisis keuangan dan kalkulasi *VaR* merupakan salah satu bentuk pengukuran risiko yang cukup populer. Hal ini mengingat ikhwal kesederhanaan dari konsep *VaR* sendiri namun juga memiliki kemampuan implementasi berbagai model statistika yang beragam dan mutakhir. Beberapa pendekatan dilakukan dalam analisis *VaR* dan penajamannya, dengan visi serupa, yang ingin mengakomodasi momen-momen statistika yang lebih tinggi dari data-data.

Model volatilitas merupakan komponen pembentuk dalam perhitungan *Value at Risk*. Terdapat berbagai cara dalam mengukur volatilitas, masing-masing memiliki karakter berbeda yang berdampak terhadap taraf akurasi pendugaan. Menurut

Jogianto (2003), volatilitas didefinisikan sebagai fluktuasi dari *return-return* suatu sekuritas atau portofolio dalam suatu periode tertentu. Model-model volatilitas yang biasa digunakan, menurut Philip Best (1999) adalah :

1. *Standard Deviation (SD)* atau simpangan baku
2. *Simple Moving Average (SMA)* atau rata-rata bergerak
3. *Exponential Weighted Moving Average (EWMA)*
4. *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (ARCH)* atau *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH)*

Kevin Dowd (2005), dan Michel Crouhy, Dan Galai dan Robert Mark (2005) menjelaskan bahwa hal penting dalam menghitung nilai resiko adalah taraf akurasi pendugaan. Sedangkan Kevin Dowd (2005) lebih menekankan kepada validitas penduga yang mendasari perhitungan *VaR* tersebut. Oleh sebagian peneliti hal ini menjadi perhatian untuk memperoleh model dengan taraf akurasi yang diharapkan dalam mengukur nilai risiko.

Pierre Giot dan Sebastien Laurent (2003) menemukan bahwa model *ARCH* memiliki taraf akurasi peramalan yang akurat bagi *Value at Risk*. J.J. Dias Curto, Elizabeth Reiz dan Jose Paulo Esperanca (2005) mengemukakan bahwa model pengembangan dari *GARCH* berupa *EGARCH* adalah model terbaik yang menggambarkan volatilitas *return* di tiga pasar modal yang menjadi obyek penelitiannya. Dimitris Bertsimas, Geoffrey J Lauprete dan Alexander Samarov

(2003) mengatakan bahwa model *standard deviation* kurang mampu menduga sebagai *estimator* ukuran risiko ketika sebaran *return* berupa kuadratik dan elips. Hal ini disebabkan oleh asumsi model adalah normal. Louis H. Ederington dan Wei Guan (2004) mengatakan bahwa secara umum model *GARCH (1,1)* menghasilkan pendugaan yang lebih baik dari pada *standard deviation* dan *EWMA*. Dan Gloria Gonzales-Rivera, Tae Hwy Lee dan Santosh Mishra (2003) menjelaskan bahwa *GARCH* adalah model volatilitas yang akurat dalam memprediksi secara konsisten, namun *EWMA* dan *Simple Moving Average* masih memiliki kecukupan untuk melakukan pendugaan walaupun tidak sebaik model *GARCH*.

Penelitian ini selanjutnya berupaya mengetahui apakah model-model volatilitas seperti *Standard Deviation*, *Simple Moving Average*, *Exponential Weighted Moving Average* dan *Autoregressive Conditional Heterocedasticity/Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity* adalah model terbaik yang dapat menduga ukuran suatu risiko secara akurat?

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas maka dapat disimpulkan bahwa taraf akurasi metode *Value at Risk* menggunakan model volatilitas adalah hal yang sangat penting dalam menduga nilai risiko. Karena hal tersebut berkenaan dengan investasi dana yang cukup besar. Jika nilai dugaan metode *VaR* menggunakan model volatilitas yang tidak akurat, maka investor akan menghadapi potensi risiko yang jauh

lebih besar yang disebabkan oleh kesalahan dalam membaca peristiwa dimasa yang akan datang. Sehingga rumusan masalah penelitian ini adalah menemukan model volatilitas yang akurat secara statistik dalam menduga besar nilai risiko kerugian dimasa yang akan datang. Studi kasus yang digunakan dalam penelitian ini adalah *return* obligasi pemerintah INDON 14.

Dengan demikian pertanyaan penelitian yang timbul pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah antar model volatilitas memiliki taraf akurasi peramalan yang sama?
2. Apakah model *Standard Deviation (SD)* dapat menduga *return* obligasi secara akurat?
3. Apakah model *Simple Moving Average (SMA)* dapat menduga *return* obligasi secara akurat?
4. Apakah model *Exponential Weighted Moving Average (EWMA)* dapat menduga *return* obligasi secara akurat?
5. Apakah model *Autoregressive Conditional Heterocedasticity (ARCH)* atau *Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity (GARCH)* dapat menduga *return* obligasi secara akurat?

1.3. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah :

1. Menganalisis kesamaan taraf akurasi model *SD*, *SMA*, *EWMA*, dan *ARCH* atau *GARCH* dalam menduga *return* obligasi.
2. Menganalisis taraf akurasi model *Standard Deviation (SD)* dalam menduga *return* obligasi.
3. Menganalisis taraf akurasi model *Simple Moving Average (SMA)* dalam menduga *return* obligasi.
4. Menganalisis taraf akurasi model *Exponential Weighted Moving Average (EWMA)* dalam menduga *return* obligasi.
5. Menganalisis taraf akurasi model *Autoregressive Conditional Heterocedasticity (ARCH)* atau *Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity (GARCH)* dalam menduga *return* obligasi.

Kegunaan penelitian ini adalah :

1. Memberikan sumbangan pemikiran dan informasi bagi investor dan pihak terkait kegiatan investasi khususnya berkaitan dengan produk obligasi melalui pemanfaatan model yang tepat sebagai usaha untuk mengendalikan risiko dimasa yang akan datang. Sehingga investor dapat membuat keputusan secara cepat, tepat dan akurat sebelum potensi kerugian terjadi.
2. Bagi ilmu pengetahuan, dapat diketahui model volatilitas yang akurat yang digunakan untuk meramalkan suatu potensi risiko kerugian dimasa yang akan datang. Sehingga model tersebut dapat dikembangkan lagi menjadi turunan-

turunan model atau varian baru yang mampu menduga suatu nilai dimasa yang akan datang berdasarkan data deret waktu dari berbagai macam kondisi, asumsi serta jenis produk investasi.

BAB II

TELAAH PUSTAKA DAN PENGEMBANGAN MODEL

PENELITIAN

2.1. Telaah Pustaka

2.1.1. Investasi

Investasi adalah suatu kegiatan menyalurkan dana dengan mengharapkan keuntungan di masa yang akan datang. Investasi dapat berkaitan dengan berbagai macam aktivitas yaitu menginvestasikan sejumlah dana pada aset riil seperti tanah, emas, mesin atau bangunan, maupun pada aset finansial yang berupa deposito, saham atau obligasi. Aset finansial adalah klaim berbentuk surat berharga atas sejumlah aset-aset pihak penerbit surat berharga tersebut. Pihak-pihak yang melakukan kegiatan investasi biasa disebut investor.

Beberapa produk investasi dikenal sebagai efek atau surat berharga. Definisi efek adalah suatu instrumen bentuk kepemilikan yang dapat dipindah tangankan dalam bentuk surat berharga, saham atau obligasi, bukti hutang (*promissory note*), bunga atau partisipasi dalam suatu perjanjian kolektif (*reksadana*), hak untuk membeli suatu saham (*right*), *warrant* untuk membeli saham pada masa mendatang atau instrumen yang dapat diperjual belikan (<http://id.wikipedia.org/wiki/Investasi>).

Macam-Macam bentuk investasi :

1. Investasi pada asset riil (Real Assets) misalnya : tanah, emas, mesin, bangunan dan lain-lain.
2. Investasi pada asset finansial (financial assets):
 - a. Investasi di pasar uang : deposito, sertifikat BI, dan lain-lain.
 - b. Investasi di pasar modal : saham, obligasi, opsi, warrant dan lain-lain.

Tujuan dari suatu investasi adalah meningkatkan kesejahteraan investor (kesejahteraan moneter).

Sedangkan sumber dana untuk investasi adalah :

1. Asset yang dimiliki saat ini
2. Pinjaman dari pihak lain
3. Tabungan

Dasar keputusan investasi adalah :

1. Tingkat keuntungan investasi yang berupa :
 - a. *Expected return*
 - b. *Realized return*
2. Risiko : kemungkinan return aktual berbeda dengan return yang diharapkan
 - a. Risiko sistematis (*systematic risk*) atau risiko pasar (*general risk*)

- b. Risiko tidak sistematis (*unsystematic risk*) atau risiko perusahaan (risiko spesifik)

2.1.2. Obligasi

Mengutip dari situs jejaring bursa efek Indonesia (www.idx.co.id/MainMenu/Education/WhatisBond/tabid/89/lang/id-ID/language/id-ID/Default.aspx, yang diakses pada tanggal 17 Januari 2010) menjelaskan bahwa obligasi adalah suatu istilah yang dipergunakan dalam dunia keuangan yang merupakan suatu pernyataan utang dari penerbit obligasi kepada pemegang obligasi beserta janji untuk membayar kembali pokok utang beserta kupon bunganya kelak pada saat tanggal jatuh tempo pembayaran. Ketentuan lain dapat juga dicantumkan dalam obligasi tersebut seperti misalnya identitas pemegang obligasi, pembatasan-pembatasan atas tindakan hukum yang dilakukan oleh penerbit. Obligasi pada umumnya diterbitkan untuk suatu jangka waktu tetap diatas 10 tahun.

Obligasi dan saham keduanya adalah instrumen keuangan yang disebut sekuritas namun bedanya adalah bahwa pemilik saham adalah merupakan bagian dari pemilik perusahaan penerbit saham, sedangkan pemegang obligasi adalah semata merupakan pemberi pinjaman atau kreditur kepada penerbit obligasi.

Bursa Efek Indonesia (www.idx.co.id/MainMenu/Education/WhatisBond/tabid/89/lang/id-ID/language/id-ID/Default.aspx, yang diakses pada tanggal 17 Januari 2010) membagi obligasi menurut jenisnya, yaitu :

1. Dilihat dari sisi penerbit :

- a. *Corporate Bonds* : obligasi yang diterbitkan oleh perusahaan, baik yang berbentuk badan usaha milik negara (BUMN) atau badan usaha swasta.
- b. *Government Bonds* : obligasi yang diterbitkan oleh pemerintah pusat.
- c. *Municipal Bond* : obligasi yang diterbitkan oleh pemerintah daerah untuk membiayai proyek-proyek yang berkaitan dengan kepentingan publik (*public utility*).

2. Dilihat dari sistem pembayaran :

- a. *Zero Coupon Bonds* : obligasi yang tidak melakukan pembayaran bunga secara periodik. Namun, bunga dan pokok dibayarkan sekaligus pada saat jatuh tempo.
- b. *Coupon Bonds* : obligasi dengan kupon yang dapat diuangkan secara periodik sesuai dengan ketentuan penerbitnya.
- c. *Fixed Coupon Bonds* : obligasi dengan tingkat kupon bunga yang telah ditetapkan sebelum masa penawaran di pasar perdana dan akan dibayarkan secara periodik.
- d. *Floating Coupon Bonds* : obligasi dengan tingkat kupon bunga yang ditentukan sebelum jangka waktu tersebut, berdasarkan suatu acuan

(*benchmark*) tertentu seperti *average time deposit (ATD)* yaitu rata-rata tertimbang tingkat suku bunga deposito dari bank pemerintah dan swasta.

3. Dilihat dari hak penukaran / opsi :

- a. *Convertible Bonds* : obligasi yang memberikan hak kepada pemegang obligasi untuk mengkonversikan obligasi tersebut ke dalam sejumlah saham milik penerbitnya.
- b. *Exchangeable Bonds* : obligasi yang memberikan hak kepada pemegang obligasi untuk menukar saham perusahaan ke dalam sejumlah saham perusahaan afiliasi milik penerbitnya.
- c. *Callable Bonds* : obligasi yang memberikan hak kepada emiten untuk membeli kembali obligasi pada harga tertentu sepanjang umur obligasi tersebut.
- d. *Putable Bonds* : obligasi yang memberikan hak kepada investor yang mengharuskan emiten untuk membeli kembali obligasi pada harga tertentu sepanjang umur obligasi tersebut.

Dilihat dari segi jaminan atau kolateralnya :

- a. *Secured Bonds* : obligasi yang dijamin dengan kekayaan tertentu dari penerbitnya atau dengan jaminan lain dari pihak ketiga. Dalam kelompok ini, termasuk didalamnya adalah:

- b. *Guaranteed Bonds* : Obligasi yang pelunasan bunga dan pokoknya dijamin dengan penangguangan dari pihak ketiga
- c. *Mortgage Bonds* : obligasi yang pelunasan bunga dan pokoknya dijamin dengan agunan hipotik atas properti atau asset tetap.
- d. *Collateral Trust Bonds* : obligasi yang dijamin dengan efek yang dimiliki penerbit dalam portofolionya, misalnya saham-saham anak perusahaan yang dimilikinya.
- e. *Unsecured Bonds* : obligasi yang tidak dijamin dengan kekayaan tertentu tetapi dijamin dengan kekayaan penerbitnya secara umum.

4. Dilihat dari segi nilai nominal

- a. *Conventional Bonds* : obligasi yang lazim diperjualbelikan dalam satu nominal, Rp 1 miliar per satu lot.
- b. *Retail Bonds* : obligasi yang diperjual belikan dalam satuan nilai nominal yang kecil, baik corporate bonds maupun government bonds.

5. Dilihat dari segi perhitungan imbal hasil :

- a. *Conventional Bonds* : obligasi yang diperhitungkan dengan menggunakan sistem kupon bunga.
- b. *Syariah Bonds* : obligasi yang perhitungan imbal hasil dengan menggunakan perhitungan bagi hasil. Dalam perhitungan ini dikenal dua macam obligasi syariah, yaitu:

- c. Obligasi Syariah Mudharabah merupakan obligasi syariah yang menggunakan akad bagi hasil sedemikian sehingga pendapatan yang diperoleh investor atas obligasi tersebut diperoleh setelah mengetahui pendapatan emiten.
- d. Obligasi Syariah Ijarah merupakan obligasi syariah yang menggunakan akad sewa sedemikian sehingga kupon (*fee ijarah*) bersifat tetap, dan bisa diketahui/diperhitungkan sejak awal obligasi diterbitkan

6. Karakteristik Obligasi :

- a. Nilai Nominal (*Face Value*) adalah nilai pokok dari suatu obligasi yang akan diterima oleh pemegang obligasi pada saat obligasi tersebut jatuh tempo.
- b. Kupon (*the Interest Rate*) adalah nilai bunga yang diterima pemegang obligasi secara berkala (kelaziman pembayaran kupon obligasi adalah setiap 3 atau 6 bulanan) Kupon obligasi dinyatakan dalam annual prosentase.
- c. Jatuh Tempo (*Maturity*) adalah tanggal dimana pemegang obligasi akan mendapatkan pembayaran kembali pokok atau Nilai Nominal obligasi yang dimilikinya. Periode jatuh tempo obligasi bervariasi mulai dari 365 hari sampai dengan diatas 5 tahun. Obligasi yang akan jatuh tempo dalam waktu 1 tahun akan lebih mudah untuk di prediksi, sehingga memiliki resiko yang lebih kecil dibandingkan dengan obligasi yang memiliki

periode jatuh tempo dalam waktu 5 tahun. Secara umum, semakin panjang jatuh tempo suatu obligasi, semakin tinggi Kupon / bunga nya.

- d. Penerbit / Emiten (*Issuer*) Mengetahui dan mengenal penerbit obligasi merupakan faktor sangat penting dalam melakukan investasi Obligasi Ritel. Mengukur resiko / kemungkinan dari penerbit obligasi tidak dapat melakukan pembayaran kupon dan atau pokok obligasi tepat waktu (disebut *default risk*) dapat dilihat dari peringkat (*rating*) obligasi yang dikeluarkan oleh lembaga pemeringkat seperti PEFINDO atau Kasnic Indonesia.

7. Harga Valuasi Obligasi :

Berbeda dengan harga saham yang dinyatakan dalam bentuk mata uang, harga obligasi dinyatakan dalam persentase (%), yaitu persentase dari nilai nominal.

Ada 3 (tiga) kemungkinan harga pasar dari obligasi yang ditawarkan, yaitu:

- a. Par (nilai Pari) : Harga Obligasi sama dengan nilai nominal Misal: Obligasi dengan nilai nominal Rp 50 juta dijual pada harga 100%, maka nilai obligasi tersebut adalah $100\% \times \text{Rp } 50 \text{ juta} = \text{Rp } 50 \text{ juta}$.
- b. *At premium* (dengan Premi) : Harga Obligasi lebih besar dari nilai nominal Misal: Obligasi dengan nilai nominal RP 50 juta dijual dengan harga 102%, maka nilai obligasi adalah $102\% \times \text{Rp } 50 \text{ juta} = \text{Rp } 51 \text{ juta}$

- c. *At discount* (dengan Discount) : Harga Obligasi lebih kecil dari nilai nominal Misal: Obligasi dengan nilai nominal Rp 50 juta dijual dengan harga 98%, maka nilai dari obligasi adalah $98\% \times \text{Rp } 50 \text{ juta} = \text{Rp } 49 \text{ juta}$.

8. Yield Obligasi :

Pendapatan atau imbal hasil atau return yang akan diperoleh dari investasi obligasi dinyatakan sebagai yield, yaitu hasil yang akan diperoleh investor apabila menempatkan dananya untuk dibelikan obligasi. Sebelum memutuskan untuk berinvestasi obligasi, investor harus mempertimbangkan besarnya yield obligasi, sebagai faktor pengukur tingkat pengembalian tahunan yang akan diterima.

Ada 2 (dua) istilah dalam penentuan yield yaitu current yield dan yield to maturity.

- a. *Current yield* adalah yield yang dihitung berdasarkan jumlah kupon yang diterima selama satu tahun terhadap harga obligasi tersebut.

$$\text{Current Yield} = \frac{\text{bunga tahunan}}{\text{harga obligasi}}$$

- b. Sementara itu *Yield to Maturity* (YTM) adalah tingkat pengembalian atau pendapatan yang akan diperoleh investor apabila memiliki obligasi sampai jatuh tempo. Formula YTM yang seringkali digunakan oleh para pelaku adalah YTM approximation atau pendekatan nilai YTM, sebagai berikut:

$$c. \text{ YTM approximation} = \frac{C + \frac{R - P}{n}}{\frac{R + P}{2}} \times 100\%$$

Keterangan:

C = kupon

n = periode waktu yang tersisa (tahun)

R = *redemption value*

P = harga pembelian (*purchase value*)

2.1.3. Manajemen Risiko

Secara ringkas manajemen risiko dilakukan melalui proses-proses sebagai berikut :

1. Identifikasi risiko

Identifikasi risiko dilakukan untuk mengidentifikasi risiko-risiko apa saja yang dihadapi oleh suatu perusahaan. Ada beberapa teknik untuk mengidentifikasi risiko, misalnya dengan menelusuri sumber risiko sampai terjadinya peristiwa yang tidak diinginkan. Dalam dunia perbankan bank menghadapi risiko terutama adalah risiko kredit (kemungkinan debitur tidak melunasi hutangnya). Untuk bank yang juga

aktif melakukan perdagangan sekuritas, maka bank tersebut juga akan menghadapi risiko pasar.

2. Evaluasi dan pengukuran risiko

Langkah berikutnya adalah mengukur risiko tersebut dan mengevaluasi risiko tersebut. Tujuan evaluasi risiko adalah untuk memahami karakteristik risiko dengan lebih baik. Jika kita memperoleh pemahaman yang lebih baik, maka risiko akan lebih mudah dikendalikan. Evaluasi yang lebih sistematis dilakukan untuk mengukur risiko tersebut. Ada beberapa teknik untuk mengukur risiko tergantung jenis risiko tersebut. Sebagai contoh untuk mengukur risiko pasar dapat dilakukan dengan menggunakan teknik *VaR (Value at Risk)*.

3. Pengelolaan Risiko

Setelah analisis dan evaluasi risiko dilakukan, langkah selanjutnya adalah mengelola risiko. Risiko harus dikelola karena jika seandainya suatu perusahaan gagal mengelola risiko, konsekuensinya adalah perusahaan bisa mengalami kerugian yang cukup besar. Risiko bisa dikelola dengan berbagai cara, seperti :

- a. Penghindaran, cara paling mudah dan aman untuk mengelola risiko adalah dengan menghindari risiko tersebut. Tetapi cara seperti ini sering kali tidak memberikan hasil yang optimal.

- b. Ditahan (*retention*), dalam beberapa situasi, akan lebih baik jika kita menghadapi sendiri risiko tersebut (menahan risiko, atau risk retention).
- c. Diversifikasi, diversifikasi dapat diartikan sebagai penyebaran eksposur yang kita miliki sehingga tidak terkonsentrasi pada satu atau dua eksposur saja.
- d. Transfer Risiko, jika kita tidak ingin menanggung risiko tertentu, kita bisa mentransfer risiko tersebut ke pihak lain yang lebih mampu menghadapi risiko tersebut.

Menurut Masyhud Ali (2006), dalam bidang perbankan menghadapi sepuluh jenis risiko utama, meliputi:

1. *Interest Rate Risk* yang terjadi sebagai akibat dari terdapatnya *mismatched* atas *maturities* pada *interest rate related product* di sisi aktiva dan pasiva neraca bank.
2. *Market Risk* yang menyerang *trading book bank* sebagai akibat dari terjadinya perubahan *interest rates*, *exchange rates*, dan berbagai jenis harga produk lainnya yang terdapat pada sisi aktiva dan pasiva.
3. *Credit Risk* yang terjadi sebagai akibat dari tidak dapat dilunasinya pokok dan bunga piutang bank secara penuh yang bersumber pada *cash flow* pinjaman maupun berbagai bentuk sekuritas lainnya yang menjadi tagihan bank.
4. *Off-Balance-Sheet Risk* adalah risiko yang bersumber dari kegiatan yang berkaitan dengan *contingent* (dan *commitment*) *asset* serta *liabilities* seperti tercatat dalam *off-balance-sheet bank*.

5. *Technology Risk* yang terjadi ketika technological investments yang dilakukan bank ternyata tidak membuahkan *anticipated cost saving*.
6. *Operational Risk* terjadi bila *existing technology, auditing, monitoring,* dan *supporting systems* lainnya dalam kegiatan operasional bank tidak efektif berfungsi (*malfunction*) atau mengalami hambatan bahkan kerusakan total (*break down*).
7. *Foreign Exchange Risk* adalah risiko yang timbul sebagai akibat dari perubahan nilai tukar mata uang asing (*foreign exchange rate*) yang berpengaruh pada besaran nilai *asset* serta *liabilities bank* yang terutama komposisinya didominasi oleh *non-domestic currencies*.
8. *Country* atau *Sovereign Risk* adalah risiko yang terjadi bila pelunasan kembali pinjaman kepada *foreign lenders* atau *investors* terkendala oleh adanya pembatasan (*restrictions*) intervensi (*interventions*) ataupun campur tangan (*interference*) dari *foreign governments*.
9. *Liquidity Risk* yang timbul sebagai akibat dari terjadinya penarikan besar-besaran dalam waktu yang singkat utang-utang bank (*liability withdrawals*).
10. *Insolvency Risk* adalah risiko yang bersumber dari terjadinya penurunan drastis nilai aset bank yang menyebabkan turunnya permodalan bank yang tidak mampu meng-*offset*-nya.

Untuk kebanyakan perusahaan, *market risk* menempati urutan teratas risiko yang diperhatikan. Dan obligasi merupakan produk yang dikategorikan memiliki

risiko pasar. Hal tersebut disebabkan harga obligasi dipengaruhi oleh faktor nilai tukar dan perubahan suku bunga.

2.1.4. Proses Perkembangan VaR

RiskMetric Group (1999) yang dipimpin oleh Stephen G. Thieke saat itu dalam bukunya yang berjudul *Risk Management a Practical Guide* menjelaskan bahwa *Value at Risk* (VaR) dirintis oleh sebagian besar bank di Amerika Serikat pada tahun 1980an, sebagai pengembangan konsep bagi pasar derivatif. Penciptaan derivatif mempresentasikan suatu tantangan baru bagi manajemen risiko karena pengukuran eksposur secara tradisional jelas tidak cukup. Dengan *VaR*, bank-bank telah mengembangkan suatu pengukuran kerugian ekonomi yang mengukur risiko antar produk dan risiko secara agregat dalam basis portofolio.

2.1.5. Value at Risk (VaR)

Menurut Philip Best (1999), Kevin Dowd (2005) dan Carol Alexander (2008), *VaR* adalah maksimum besaran uang yang mungkin hilang dari suatu portofolio pada suatu waktu atau periode tertentu, pada tingkat kepercayaan yang diberikan.

Menurut Moorad Choudhry (2006) terdapat 4 langkah dalam menghitung *VaR*:

1. Menentukan horizon waktu pendugaan.

2. Memilih tingkat kepercayaan yang diharapkan.
3. Menentukan model volatilitas dan menghitung dugaan eksposur kerugian.
4. Perhitungan Value at Risk:

$$VaR = \text{volatilitas eksposur} \times \text{peluang} \times \sqrt{\text{hari}} \dots\dots\dots (1)$$

Komponen eksposur adalah besar simpangan *return* investasi dengan menggunakan model volatilitas peramalan tertentu.

2.1.6. Model Volatilitas

Seperti yang dijelaskan pada bab latar belakang, bahwa model-model volatilitas yang biasa digunakan untuk menghitung *Value at Risk*, menurut Philip Best (1999) adalah :

1. *Standard Deviation (SD)* atau simpangan baku
2. *Simple Moving Average (SMA)*
3. *Exponential Weighted Moving Average (EWMA)*
4. *Autoregressive Conditional Heterocedasticity (ARCH) atau Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity (GARCH)*

2.1.6.1. *Standar Deviation (SD) atau Simpangan Baku*

Simpangan baku yang mengukur nilai volatilitas merupakan sebuah metode yang lebih berhubungan secara langsung dengan sebaran normal. Simpangan baku mengukur simpangan dari sebuah sebaran.

Persamaan simpangan baku dapat juga ditulis :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \mu)^2}{n}}$$

untuk keseluruhan populasi, atau

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \mu)^2}{n - 1}} \dots\dots\dots (2)$$

untuk sekumpulan contoh dari keseluruhan populasi.

dimana : μ = nilai rata-rata suatu rangkaian data

n = jumlah hari yang diukur

Persamaan awal mengasumsikan bahwa data yang digunakan adalah keseluruhan populasi dan persamaan berikutnya mengasumsikan bahwa simpangan baku berasal dari sekumpulan contoh dari keseluruhan populasi. Dalam kenyataannya

terdapat sedikit perbedaan antara perhitungan volatilitas antar kedua metode tersebut. Bila terdapat volatilitas dengan perubahan secara konstan, maka akan lebih sesuai bila dihitung menggunakan persamaan pertama, sedangkan bila terdapat volatilitas yang memiliki periode data jangka panjang, akan lebih sesuai kepada persamaan yang kedua.

2.1.6.2. *Simple Moving Average (SMA)*

Moving average atau rata-rata bergerak yang mengukur suatu volatilitas adalah sama dengan simpangan baku bila nilai rata-rata diasumsikan nol dan data amatan merupakan suatu populasi. Bila diberikan rata-rata serangkaian data harga akan ditutup pada nilai nol, *moving average* akan memberikan jawaban yang sama dengan simpangan baku dan bertindak dengan cara yang serupa. Persamaan *moving average* perhitungan volatilitas adalah :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{t=n} (X_t)^2}{n}} \dots\dots\dots (3)$$

dimana : X_t = persentase perubahan harga secara harian, t ($t = 1$ adalah perubahan harga dari 1 hari sebelumnya, $t = 2$ adalah perubahan harga dari 2 hari sebelumnya, dan seterusnya)

n = jumlah hari yang diukur

2.1.6.3. *Exponential Weighted Moving Average (EWMA)*

Teknik perhitungan *VaR* mengasumsikan bahwa data *return* berdistribusi normal. Sedangkan dalam kenyataannya *return* dalam data-data keuangan umumnya menunjukkan *skewness* dan *kurtosis* yang berlebih (*leptokurtis*) yang menyebabkan asumsi normalitas pada *return* data-data keuangan tidak terpenuhi. Untuk mengatasi kondisi seperti ini maka perlu dilakukan modifikasi pada teknik penghitungan *VaR*. Salah satu teknik yang dapat digunakan yaitu dengan memperhitungkan volatilitas dari *return*, karena volatilitas merepresentasikan risiko yang kita hadapi. Dalam berbagai referensi volatilitas biasa disimbolkan dengan σ_t .

Dalam peramalan volatilitas diperlukan suatu metode yang dapat meramalkan volatilitas *return*. Ada beberapa metode peramalan yang biasa dilakukan, diantaranya yaitu dengan menggunakan metode *Box-Jenkin*. Namun dalam metode ini diasumsikan bahwa varians tiap unsur sisaan/*residual* adalah sama, yaitu σ^2 . Hal ini dikenal dengan asumsi homokedastisitas. Dengan t adalah banyaknya waktu pengamatan dan tiap pengamatan bersifat tetap. Asumsi ini tidak terpenuhi pada data keuangan karena variansnya tidak tetap. Varians yang tidak konstan pada tiap titik waktunya ini biasa disebut sebagai kondisi heterokedastisitas. Jika hal ini terjadi pada data yang kita miliki maka peramalan menggunakan metode *Box-Jenkin* tidak lagi efisien bahkan jika besarnya sampel meningkat secara tak terbatas. Untuk mengatasi kondisi data yang seperti ini maka diperlukan suatu metode untuk mengakomodasi heterokedastisitas, diantaranya yaitu dengan melakukan pemodelan varians yang

dapat melakukan peramalan dengan tepat, artinya penyimpangan antara varians aktual dengan varians ramalan tidak terlalu jauh berbeda. Beberapa model yang dapat mengakomodasi heterokedastisitas adalah model *Autoregressive Conditional Heteroscedastic (ARCH)*, *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedastic (GARCH)* dan model *Exponentially Weighted Moving Average (EWMA)*.

Pada umumnya *internal model* yang digunakan bank untuk mengukur *exposure market risk* didasarkan pada konsep *Value-at-Risk (VaR)*. *VaR* merupakan pendekatan untuk mengukur jumlah kerugian yang akan terjadi pada suatu posisi portfolio sebagai akibat perubahan faktor-faktor risiko (*risk factors*) yang meliputi harga, suku bunga dan nilai tukar selama periode tertentu dengan menggunakan tingkat *probability* tertentu.

Aplikasi metode *VaR* dalam *internal model* membutuhkan data perubahan faktor-faktor risiko tersebut guna menghitung besarnya risiko keseluruhan yang dihadapi suatu bank dalam suatu saat (*point of time*) tertentu. Untuk itu harus dilakukan analisa terhadap volatilitas, yakni hasil suatu proyeksi atas perubahan faktor risiko dalam menghitung posisi dalam portfolio. Terdapat 2 jenis *volatility*, yakni *historical volatility* dan *implied volatility*. *Historical volatility* adalah *volatility* yang didasarkan atas *data time series*, sedangkan *implied volatility* berlaku untuk *option (non-linear instruments)* yang dihitung dengan memasukkan harga *option* ke dalam *option pricing model* seperti *Black-Scholes* formula. *Mean* merupakan proyeksi dengan menghitung rata-rata dari *historical time series*. Dalam proyeksi atas rata-rata dari data tersebut akan selalu terdapat *error* positif dan negatif, sehingga

perlu dikuadratkan untuk menghasilkan nilai *variance* guna menilai keakuratan model dimaksud. Karena estimasi dengan rata-rata ini pun masih mengandung *error*, maka perlu dilakukan analisa terhadap perilaku *variance* tersebut.

Pendekatan *EWMA* berasumsi bahwa proyeksi pada hari ini akan dipengaruhi oleh hasil proyeksi dan aktual pada hari sebelumnya. Inti *EWMA* adalah diterapkannya *exponential-smoothing techniques*, dan pada mulanya digunakan untuk memprediksi *output* dalam bidang pemasaran dan produksi (*operations research*).

Dalam *EWMA*, observasi yang diestimasi berikutnya dalam suatu *time-series* (F_{t+1}) adalah fungsi dari *forecast* sebelumnya (F_t) dan observasi (X_t) pada waktu “ t ”. Model ini telah digunakan oleh JP Morgan dengan mengasumsikan *mean* dari *historical series* dianggap 0, sehingga hanya memproyeksikan *variance*. Secara matematis proses *EWMA* dapat dijabarkan dalam persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 F_{t+1|t} &= \alpha F_{t|t-1} + (1-\alpha)X_t \rightarrow (1-\alpha) = \rho \\
 F_{t+1|t} &= \alpha(\alpha F_{t-1|t-2} + \rho X_{t-1}) + \rho X_t \\
 F_{t+1|t} &= \alpha^2 F_{t-2|t-3} + \alpha \rho X_{t-1} + \rho X_t \\
 F_{t+1|t} &= \alpha^2(\alpha F_{t-2|t-3} + \rho X_{t-2}) + \alpha \rho X_{t-1} + \rho X_t \\
 F_{t+1|t} &= \alpha^3 F_{t-3|t-4} + \alpha^2 \rho X_{t-2} + \alpha \rho X_{t-1} + \rho X_t \\
 F_{t+1|t} &= \alpha^q \rho X_{t-q} + \alpha^{q-1} \rho X_{t-(q-1)} + \dots + \alpha^3 \rho X_{t-3} + \alpha^2 \rho X_{t-2} + \alpha \rho X_{t-1} + \rho X_t \\
 F_{t+1|t} &= \rho \sum_{i=0}^q \alpha^i X_{t-i}
 \end{aligned}$$

dimana :

α = faktor decay, dengan constraint $0 < \alpha < 1$.

F_{t+1} = forecast dari varians pada waktu “ $t+1$ ”.

X_t = observasi (mis. varians sampel) pada waktu “ t ”.

Nilai α berperan penting dalam *EWMA*. Makin besar nilai α (mendekati 1), makin kecil *adjustment* yang diperlukan terhadap *errors* dari *forecast* sebelumnya. Sebaliknya, makin kecil nilai α (mendekati 0), makin besar *adjustment* yang dilakukan. Untuk menentukan besarnya nilai α , digunakan indikator *root mean square errors* (RMSE). Nilai terbaik α adalah yang menghasilkan nilai RMSE minimum.

Model peramalan volatilitasnya adalah sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = \sum_{i=1}^n \alpha_i x_{t-i}^2$$

Dalam model *EWMA*, dimana pembobotannya seimbang dari waktu ke waktu: hal ini berarti bahwa $\alpha_{i+1} / \alpha_i = \lambda$, dimana λ diasumsikan konstan antara 0 dan 1.

Sehingga persamaan model peramalan volatilitasnya menjadi:

$$\sigma_t^2 \approx (1 - \lambda) \sum_{i=1}^n \lambda^{i-1} x_{t-i}^2 \dots\dots\dots (4)$$

Parameter λ pada model EWMA dapat diduga dengan metode RiskMetrics (Morgan,1994). Nilai optimum dari λ dapat diperoleh dengan meminimumkan fungsi $E(\lambda)$, di mana

$$E(\lambda) = \sum_{t=1}^j (\varepsilon_{t-1}^2 - \hat{\sigma}_t^2)$$

Rancangan *EWMA* mempunyai nilai intuitive yang berpengaruh pada beberapa observasi waktu pada tingkat yang stabil, dan hal itu mudah diaplikasikan

sebab hanya bergantung pada satu parameter λ . EWMA juga merupakan rumus yang sangat mudah. Jika kita mengurangi rumus $\sigma_t^2 \approx (1-\lambda)\sum_{i=1}^n \lambda^{i-1} x_{t-i}^2$ diatas satu periode

waktu kemudian mengalikannya dengan λ maka rumusnya menjadi:

$$\lambda\sigma_{t-1}^2 \approx \lambda(1-\lambda)\sum_{i=1}^n \lambda^{i-1} x_{t-i-1}^2 = (1-\lambda)\sum_{i=1}^n \lambda^i x_{t-i-1}^2$$

Kemudian persamaan $\sigma_t^2 \approx (1-\lambda)\sum_{i=1}^n \lambda^{i-1} x_{t-i}^2$ dikurangi dengan menggunakan

persamaan $\lambda\sigma_{t-1}^2 \approx \lambda(1-\lambda)\sum_{i=1}^n \lambda^{i-1} x_{t-i-1}^2 = (1-\lambda)\sum_{i=1}^n \lambda^i x_{t-i-1}^2$, maka kita mendapatkan

persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_t^2 = \lambda\sigma_{t-1}^2 + (1-\lambda)x_{t-1}^2 - (1-\lambda)\lambda^n x_{t-n-1}^2 \approx \lambda\sigma_{t-1}^2 + (1-\lambda)x_{t-1}^2$$

Rumus diatas mengatakan kepada kita bahwa nilai taksiran volatility untuk hari ke t adalah σ_t , dibuat pada akhir waktu ke $t-1$, dihitung dari nilai taksiran volatility hari sebelumnya σ_{t-1} dan nilai return hari sebelumnya x_{t-1} . Hasil EWMA diatas dapat diintrepetasikan sebagai hasil terbaru yang sederhana yang memberikan kepada kita nilai taksiran volatility secara harian berdasarkan nilai return harian.

Salah satu perbedaan antara model GARCH dengan EWMA adalah pada proses pendugaan parameternya. Jika pada model GARCH parameter-parameter diestimasi dengan menyelesaikan turunan dari log-fungsi kemungkinan sedangkan pada model EWMA dengan cara meminimumkan $E(\lambda)$.

J.P Morgan (2001) telah melakukan perhitungan untuk mendapatkan bobot pemulusan yang optimal yaitu sebesar 0,94. Nilai bobot pemulusan ini terus dilakukan modifikasi karena setiap negara memiliki bobot pemulusan yang berbeda. Berikut daftar beberapa bobot pemulusan (bp):

Tabel 1 Bobot Pemulusan Beberapa Negara Menurut J.P Morgan

Negara	Bobot Pemulusan (bp)
Argentina	0,972
Korea	0,956
Malaysia	0,808
Thailand	0,967
Indonesia	0,992
Meksiko	0,895
Filipina	0,925

2.1.6.4. Autoregressive Conditional Heterokedastic (ARCH)

ARCH digunakan untuk meramalkan risiko return harian. Dimana modelnya dapat digambarkan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 X_t &= \sigma_t Z_t, \\
 \sigma_t^2 &= \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i X_{t-i}^2 \dots\dots\dots (5)
 \end{aligned}$$

Dimana $\alpha_0 > 0$ dan $\alpha_i \geq 0, i = 1, \dots, p$

Hal yang sangat menarik dalam ARCH adalah asumsi bahwa data-data deret waktu, pada dasarnya akan berhubungan dengan data itu sendiri yang terjadi sebelumnya. Pada analisis data keuangan, dalam model ARCH ditunjukkan bahwa

variansi pada waktu tertentu akan sebanding dengan kuadrat dari data sebelumnya dan variansi dari data sebelumnya.

Pada dasarnya model *ARCH* adalah terjadinya autoregresi antara data pengamatan ke t dengan periode sebelumnya, dan juga terjadinya perubahan variansinya dari waktu ke waktu. Secara sederhana dapat kita katakan bahwa volatilitas berdasarkan model *ARCH* (p) mengasumsikan bahwa variansi data fluktuasi dipengaruhi oleh sejumlah p data fluktuasi sebelumnya. Sebagai contoh, volatilitas dengan *ARCH* (7) berarti variansi data fluktuasi dipengaruhi oleh tujuh data fluktuasi sebelumnya.

Untuk data saham dan keuangan dengan tingkat fluktuasi yang tinggi, model otokorelasi dengan variansi berubah adalah model yang lebih realistis dibanding model autokorelasi dengan variansi konstan, sehingga model *ARCH* merupakan model yang lebih realistis untuk memodelkan nilai volatilitas data saham atau keuangan dibanding model *AR*, *MA*, dan *ARMA*.

Jasa Engle yang menjadi alasan penganugerahan Nobel padanya adalah risetnya yang mengkonstruksi model otoregresi pendapat kedua (variansi berubah), hal ini dilakukan dengan membuat model baru untuk otokorelasi yaitu *ARCH* (*autoregressive conditional heteroskedastic*).

Karena varians *error* (s^2) tidak selalu konstan, Engle (1982) menyempurnakan dengan proses *variance*, yakni konsep *forecasting* yang mengakomodir perubahan

varians *error*. Model ini disebut *Auto Regressive Conditional Heteroscedasticity (ARCH)*. Dengan varians yang tak konstan, *forecasting* menjadi:

$$\varepsilon_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \alpha_2 \varepsilon_{t-2}^2 + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2 + v_t$$

di mana $v_t = \text{white noise (zero mean)}$

2.1.6.5. Generalised Autoregressive Conditional Heterokedastic (GARCH)

Model *ARCH* sendiri kemudian dikembangkan menjadi model umum yang dikenal dengan *GARCH*. Perubahan yang terjadi dalam *GARCH* pada dasarnya terletak pada bagaimana *ARCH* dapat digunakan untuk menganalisis data untuk interval waktu yang berbeda. Dalam *GARCH* kemudian ditunjukkan bahwa variansi data pada waktu tertentu, akan sebanding dengan kuadrat data pada waktu sebelumnya dan variansi pada waktu sebelumnya.

Pada dasarnya perkembangan *ARCH* dan *GARCH* dikembangkan dari model *AR*, *MA*, *ARMA*. Hal tersebut dikembangkan untuk mengatasi variansi yang berubah menurut waktu, yang memodelkan volatilitas data keuangan atau saham. Yang menarik adalah bahwa distribusi volatilitas ini tidak tampil sebagai distribusi Normal (atau disebut juga distribusi *Gaussian*) sebagaimana yang diyakini oleh statistikawan klasik. Secara umum volatilitas justru memiliki distribusi *power law*, sebuah distribusi non Gaussian yang dinyatakan dalam persamaan sederhana $P(x) \sim x^a$ dengan a sebagai nilai konstanta tertentu.

Volatilitas mengukur rata-rata fluktuasi dari data deret waktu. Namun hal ini dikembangkan lebih jauh dengan menekankan pada nilai variansi (variabel statistika yang menggambarkan seberapa jauh perubahan dan persebaran nilai fluktuasi terhadap nilai rata-rata) dari data keuangan. Dari sini kita dapat mengatakan bahwa nilai volatilitas sebagai nilai variansi dari data fluktuasi (*data return*).

Dua pendapat besar berkembang terhadap variansi, pertama yang menganggap bahwa variansi untuk data deret waktu adalah konstan dan pendapat kedua yang menganggap bahwa variansi dari data deret waktu adalah tidak konstan, artinya berubah berdasarkan waktu. Analisis konvensional memodelkan pendapat pertama (variansi konstan) dalam model yang disebut *autoregressive (AR)*, *moving average (MA)*, dan kombinasi keduanya, *ARMA*. Pada tahun 1986, seorang mahasiswa bimbingan Engle, Tim Bollerslev, bahkan lebih jauh mengembangkan *ARCH* menjadi *GARCH (generalized autoregressive conditional heteroskedastic)* yang jelas lebih baik daripada *ARCH*. Secara sederhana volatilitas berdasarkan model *GARCH (p,q)* mengasumsikan bahwa variansi data fluktuasi dipengaruhi oleh sejumlah p data fluktuasi sebelumnya dan sejumlah q data volatilitas sebelumnya. Volatilitas *GARCH (1,1)* mengasumsikan bahwa variansi data fluktuasi dipengaruhi oleh sejumlah satu data fluktuasi sebelumnya dan sejumlah satu data volatilitas sebelumnya.

Metode *GARCH* diaplikasikan melalui 2 proses : proses *mean* dan proses *variance*. Proses *mean* pertama kali dikemukakan oleh Box-Jenkin (1976) dengan melakukan analisa *time series* dengan kombinasi *autoregressive (AR)* dan *moving*

average (MA). Metode ini kemudian diintegrasikan menjadi ARMA untuk mendapatkan *time series* yang stasioner.

Bollerslev (1986) menyempurnakan hasil kerja Engle dengan memasukkan proses *AR* dalam *heteroscedasticity* dari varians ke dalam *Generalised Auto Regressive Conditional Heteroscedasticity (GARCH)* yang dijabarkan dalam persamaan:

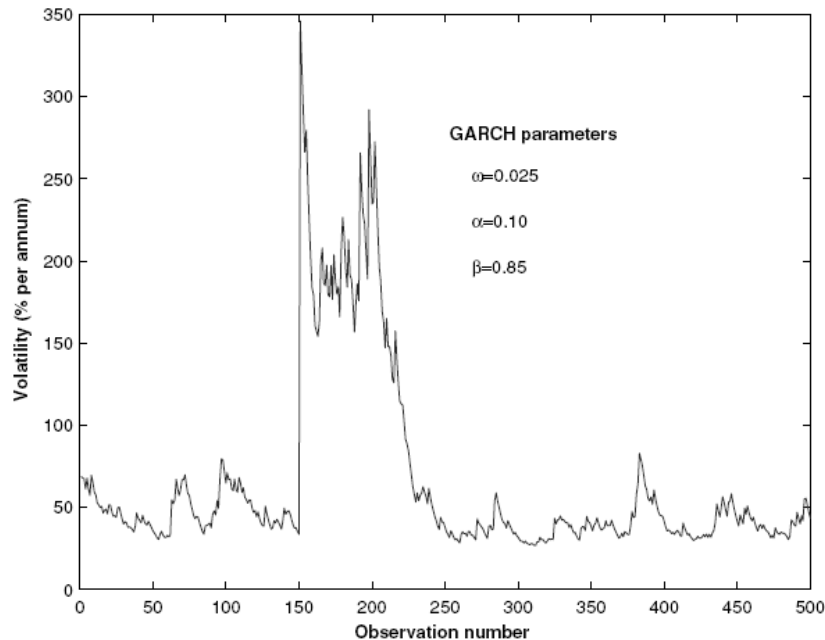
$$\sigma_t^2 = v_t^2 \left(\alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum \beta_i \sigma_{t-i}^2 \right) \dots\dots\dots (6)$$

Dalam model *EWMA* mengasumsikan nilai λ yang konstan, akan tetapi dalam kenyataannya tidak demikian, maka untuk menyelesaikan peramalannya menggunakan *GARCH*. Berikut ini merupakan bentuk model persamaan *GARCH (1,1)*, yaitu:

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2; \omega \geq 0, \alpha, \beta \geq 0, \alpha + \beta < 1$$

Model diatas mudah diaplikasikan karena menggunakan parameter yang sedikit dan seringkali data yang digunakan merupakan data yang bagus. nilai beta yang tinggi berarti bahwa volatilitasnya tetap dan membutuhkan waktu yang lama untuk berubah, dan nilai alpha yang tinggi berarti bahwa volatilitasnya tajam mengikuti perubahan pasar. Biasanya nilai taksiran beta nya adalah lebih dari 0.7 tetapi alphanya kurang dari 0.25. Di bawah ini merupakan contoh gambaran dari model *GARCH (1,1)*.

Gambar 2 Contoh gambar model GARCH (1,1)



Dalam kasus pada gambar 2 di atas, model taksiran volatility dengan menggunakan *GARCH* dapat menjawab gambaran data. Model *GARCH(1,1)* akan sama dengan model *EWMA* jika nilai parameter-parameternya adalah $\omega = 0$, $\alpha = 1 - \lambda$ dan $\beta = \lambda$.

Dalam melakukan analisis *GARCH* terdiri dari beberapa langkah, sebagai berikut:

1. Langkah pertama dengan melakukan analisis data dengan menggunakan metode *ARMA* untuk mengetahui apakah ada korelasi serial didalam data atau tidak. Model *ARMA* seharusnya tidak boleh terjadi korelasi residual didalam data yang berarti nilainya harus mendekati 0.

2. Kemudian kita menguji apakah terjadi heteroskedasitas atau tidak, dan ada beberapa tes yang bisa digunakan seperti *Box–Pierce tests*, *Ljung–Box tests*, dan lain-lain
3. Suatu metode statistik yang sesuai yang bisa digunakan jika terjadi heteroskedasitas adalah dengan menggunakan *GARCH*.
4. langkah keempat adalah dengan melakukan uji koefisien autokorelasi parsialnya, hal ini ditujukan untuk mengetahui model *GARCH* yang lebih spesifik. Ini merupakan suatu proses yang normal. kemudian kita menaksir parameter dengan menggunakan teori kemungkinan maksimum.
5. langkah yang terakhir adalah memeriksa apakah model *GARCH* yang digunakan telah sesuai.

2.1.7. Analisis Gerombol

Analisis gerombol merupakan salah satu analisis multivariat untuk mengklasifikasikan obyek kedalam kelompok yang menjadi kemiripan karakteristik tertentu (kelompok yang relatif homogen yang disebut gerombol) berdasarkan suatu kelompok variabel yang dipertimbangkan untuk diteliti, yang dapat dibedakan dengan kelompok obyek lainnya.

Jika data yang diolah berskala minimal interval atau ratio maka untuk mengetahui kedekatan dari dua objek digunakan suatu ukuran jarak dimana ukuran jarak ini sangat sensitif terhadap satuan ukuran yang digunakan, artinya jarak akan

berubah jika satuan pengukuran diubah (*invariant*). Oleh karena itu, sebelum dilakukan pengolahan data, jika data yang diolah memiliki satuan pengukuran yang berbeda perlu dilakukan standardisasi atau pembakuan.

Ada berbagai macam ukuran jarak yang dipakai sebagai ukuran simiaritas yang mempunyai sifat tersendiri. Xinbo Gao (2004) menjelaskan beberapa ukuran yang menggambarkan jarak antara individu ke-*i* dan ke-*j* yang umum dipakai dan ukuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Euclidean Distance*. *Euclidean Distance* merupakan *Mincowski distance* dengan $r = 2$, digunakan untuk mendeteksi struktur *hyperspherical* dengan bentuk O dalam ruang dimensi. Ukuran jarak ini adalah akar dari jumlah kuadrat perbedaan atau deviasi di dalam nilai untuk setiap variabel.

$$d_{ij} = \left\{ \sum_{k=1}^p [x_{ik} - x_{jk}]^2 \right\}^{1/2} \dots\dots\dots (7)$$

dimana $d_{ij} \geq 0$, $d_{11} = 0$, $d_{ij} = d_{ji}$, $d_{ij} \leq [d_{ik} + d_{kj}]$

Ukuran jarak ini dapat digunakan untuk semua metode penggerombolan kecuali *centroid linkage* dan *wards linkage*. Adapun untuk metode gerombol *centroid linkage* dan *wards linkage* ukuran jarak yang digunakan *squared euclidean distance*, yang dirumuskan dengan :

$$d_{ij} = \left\{ \sum_{k=1}^p [x_{ik} - x_{jk}]^2 \right\}$$

Setelah langkah pengukuran kemiripan dilakukan, langkah berikutnya memilih metode gerombol yaitu metode hirarki dan metode nonhirarki. Pada penelitian ini menggunakan metode hirarki.

Metode gerombol hirarki adalah metode gerombol secara bertahap. Metode ini dilakukan dengan menggabungkan atau membagi data secara berurutan. Salah satu hal yang membedakan metode ini dengan metode-metode lainnya adalah bahwa alokasi dari suatu objek ke suatu gerombol bersifat “tidak dapat ditarik kembali”, artinya pada suatu saat obyek terambil ke dalam sebuah gerombol, maka objek tersebut tidak dapat diambil atau digabungkan dengan objek lain kepunyaan beberapa gerombol yang lain.

Metode ini dimulai dengan pengelompokan dua atau lebih objek yang mempunyai kesamaan paling dekat, kemudian proses diteruskan ke objek lain yang mempunyai kedekatan kedua, demikian seterusnya sehingga gerombol akan membentuk semacam pohon dimana ada hirarki (tingkatan) yang jelas antar objek, dari yang paling mirip sampai dengan yang paling tidak mirip demikian seterusnya hingga hanya akan membentuk sebuah gerombol. Hasil dari analisis ini dapat ditunjukkan dengan tampilan diagram dua dimensi yang biasa disebut dengan dendogram.

2.2. Hipotesis

Hipotesis alternatif pada penelitian ini adalah :

H₁ : terdapat model (*SD*, *SMA*, *EWMA*, dan atau *ARCH/GARCH*) yang memiliki nilai tengah simpangan peramalan yang tidak sama

H₂ : terdapat bukti bahwa nilai tengah antara *return* dengan nilai dugaan model *SD* adalah tidak sama

H₃ : terdapat bukti bahwa nilai tengah antara *return* dengan nilai dugaan model *SMA* adalah tidak sama

H₄ : terdapat bukti bahwa nilai tengah antara *return* dengan nilai dugaan model *EWMA* adalah tidak sama

H₅ : terdapat bukti bahwa nilai tengah antara *return* dengan nilai dugaan model *ARCH/GARCH* adalah tidak sama

2.3. Posisi Penelitian Dibandingkan Dengan Penelitian Terdahulu

Guna melengkapi tinjauan teoritis yang telah disampaikan maka hasil-hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan taraf akurasi pendugaan nilai risiko perlu disampaikan untuk memperkuat kerangka pemikiran teoritis.

Penelitian tersebut diantaranya adalah Pierre Giot dan Sebastien Laurent (2003) menemukan bahwa model *ARCH* memiliki taraf akurasi peramalan yang akurat bagi *Value at Risk*. J.J. Dias Curto, Elizabeth Reiz dan Jose Paulo Esperanca

(2005) mengemukakan bahwa model pengembangan dari *GARCH* berupa *EGARCH* adalah model terbaik yang menggambarkan volatilitas *return* di tiga pasar modal yang menjadi obyek penelitiannya. Dimitris Bertsimas, Geoffrey J Lauprete dan Alexander Samarov (2003) mengatakan bahwa model *standard deviation* kurang mampu menduga sebagai *estimator* ukuran risiko ketika sebaran *return* berupa kuadratik dan elips. Hal ini disebabkan oleh asumsi model adalah normal. Louis H. Ederington dan Wei Guan (2004) mengatakan bahwa secara umum model *GARCH* (1,1) menghasilkan pendugaan yang lebih baik dari pada *standard deviation* dan *EWMA*. Dan Gloria Gonzales-Rivera, Tae Hwy Lee dan Santosh Mishra (2003) menjelaskan bahwa *GARCH* adalah model volatilitas yang akurat dalam memprediksi secara konsisten, namun *EWMA* dan *Simple Moving Average* masih memiliki kecukupan untuk melakukan pendugaan walaupun tidak sebaik model *GARCH*.

Penelitian ini bermaksud merangkum penelitian-penelitian terdahulu dan menganalisis untuk menemukan model volatilitas yang akurat dari model-model seperti *standard deviation*, *simple moving average*, *exponential weighted moving average* dan *autoregressive conditional heterocedasticity/generalized autoregressive conditional heterocedasticity*. Sehingga diharapkan memperoleh rekomendasi untuk mengukur nilai suatu risiko. Berikut adalah ringkasan posisi penelitian dibandingkan dengan penelitian-penelitian terdahulu.

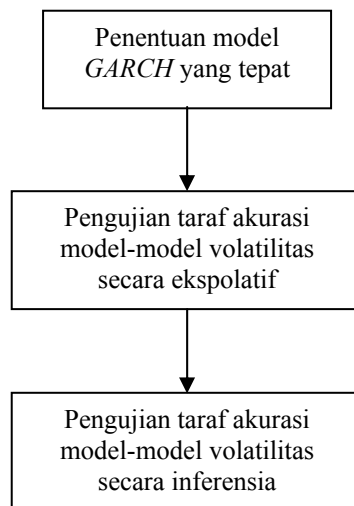
Tabel 2 Ringkasan posisi penelitian dibandingkan dengan penelitian-penelitian terdahulu

Nama Peneliti	Judul Jurnal	Kesimpulan Jurnal
Pierre Giot dan Sebastien Laurent (2003)	<i>Modelling Daily Value at Risk Using Realized Volatility and ARCH Type Models</i>	Model <i>ARCH</i> memiliki taraf pendugaan yang akurat bagi <i>Value at Risk</i> .
J.J. Dias Curto, Elizabeth Reiz dan Jose Paulo Esperanca (2005)	<i>Modelling The Volatility in The Portuguese Stock Market : A Comparative Study With German And US Markets</i>	Model <i>EGARCH</i> adalah model terbaik untuk menggambarkan volatilitas <i>return</i> pada tiga pasar modal.
Dimitris Bertsimas, Geoffrey J. Lauprete dan Alexander Samarov (2003)	<i>Shortfall as a Risk Measure : Properties, Optimization, And Applications</i>	<i>Standar deviation</i> kurang mampu menjadi estimator suatu ukuran risiko ketika sebaran <i>return</i> adalah kuadratik dan elips, karena asumsi <i>standard deviation</i> adalah normal.
Louis H. Ederington dan Wei Guan (2004)	<i>Forecasting Volatility</i>	Secara umum <i>GARCH (1,1)</i> menghasilkan pendugaan yang lebih baik dari <i>Standard Deviation</i> dan <i>EWMA</i> .
Gloria Gonzales-Rivera, Tae Hwy Lee dan Santosh Mishra (2003)	<i>Forecasting Volatility: A Reality Check Based on Option Pricing, Utility Function, Value at Risk, and Predictive Likelihood</i>	<i>GARCH</i> adalah model volatilitas yang akurat dalam memprediksi secara konsisten, namun <i>EWMA</i> dan <i>Simple Moving Average</i> cukup untuk melakukan pendugaan walaupun tidak sebaik model <i>GARCH</i> .
Puguh Agung Nugroho (2010)	Pengujian Taraf Akurasi Model-model Volatilitas Dalam Menduga Nilai Risiko Obligasi	Pengujian dilakukan untuk mengetahui taraf akurasi pendugaan tiap-tiap model-model volatilitas sebagai berikut : <i>Standard Deviation, Simple Moving Average, Exponential Weighted Moving Average, Autoregressive Conditional Heterocedasticity/Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity?</i>

2.4. Kerangka Pemikiran Teoritis

Konsep yang digunakan untuk memberikan gambaran secara garis besar pada penelitian ini berupa alur pikir atau kerangka pemikiran adalah sebagai berikut :

Gambar 3 Kerangka Pemikiran Teoritis



Pada kerangka pemikiran teoritis di atas memperlihatkan bahwa untuk menentukan model volatilitas yang dapat meramalkan *return* obligasi secara akurat perlu dilakukan sebanyak 3 tahap, yaitu menentukan model *GARCH* yang tepat, pengujian taraf akurasi model-model volatilitas secara eksploratif, dan pengujian taraf akurasi model-model volatilitas secara inferensia. Model *GARCH* perlu ditentukan terlebih dahulu di awal penelitian. Hal ini dilakukan karena parameter model *GARCH* belum tersedia dan membutuhkan teknik perhitungan tertentu. Hal ini berbeda dengan model-model volatilitas yang lain, dimana besar parameter model telah diketahui. Sebelum dilakukan tahap penelitian

berikutnya nilai peramalan dicari dengan menggunakan aplikasi *Value at Risk Calculation*¹. Tahap selanjutnya penelitian ini menguji taraf akurasi model-model volatilitas secara eksploratif. Pengujian secara eksploratif dilakukan untuk mengetahui indikasi awal bahwa suatu model dapat meramalkan *return* secara akurat. Sedangkan tahap terakhir adalah pengujian taraf akurasi model-model volatilitas secara inferensia. Pengujian secara inferensia atau pengujian dengan menggunakan hipotesis dibutuhkan untuk mengetahui batas-batas yang jelas antara model-model yang akurat dan yang tidak akurat berdasarkan tingkat kepercayaan yang ditentukan. Sehingga penelitian ini dapat mengetahui model yang akurat dan yang tidak akurat secara shahih.

¹ Aplikasi *VaR Calculation* adalah aplikasi yang dirancang dan dikembangkan oleh peneliti dengan menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic Application for Excel* atau biasa disebut dengan *Macro Excel* untuk membantu penelitian ini dalam menentukan nilai peramalan dan besar simpangan *error* yang dihasilkan dari peramalan. *Script* yang digunakan untuk memperoleh nilai peramalan dan besar simpangan *error* dapat dilihat pada lampiran 24. Sedangkan tampilan *interface* dari aplikasi ini dapat dilihat pada lampiran 25.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah data berskala kontinu atau numerik, yaitu berupa data deret waktu secara harian suatu return/loss obligasi pemerintah. Data tersebut diperoleh dari Bloomberg pada tanggal 11 Juli 2009.

3.2. Populasi dan Sampel

Populasi adalah kumpulan individu atau obyek yang memiliki kualitas serta ciri-ciri yang telah ditetapkan. Populasi pada penelitian ini adalah nilai *return* harian produk investasi obligasi. Sedangkan sampel yang diambil adalah nilai *return* harian obligasi INDON 14 dari tanggal 1 Januari 2007 hingga 10 Juli 2009, yaitu sebanyak 906 data.

Obligasi ini dipilih sebagai obyek bagi penelitian ini karena tergolong sebagai obligasi yang likuid atau sering diperdagangkan. Selain itu *yield* yang ditawarkan obligasi ini juga tergolong tinggi. Sehingga obligasi ini termasuk yang digemari oleh para investor. Hal ini dapat dilihat dari respon pasar ketika pemerintah mengalami

kelebihan permintaan dari pasar luar negeri atas obligasi ini. (els.bappenas.go.id/upload/other /Indonesia%20Serap%201.htm).

Nilai *return* merupakan selisih antara harga pembelian obligasi (*bid price*) terhadap harga pasar. Pada penelitian ini, *bid price* ditentukan sebesar 105.5%.

3.3. Definisi Operasi Variabel

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. *Return* obligasi

Berbeda dengan harga saham yang dinyatakan dalam bentuk mata uang, harga obligasi dinyatakan dalam persentase (%), yaitu persentase dari nilai nominal. Sedangkan istilah Par (nilai Pari) merupakan harga obligasi sama dengan nilai nominal. Misal, Obligasi dengan nilai nominal Rp 50 juta dijual pada harga 100%, maka nilai obligasi tersebut adalah $100\% \times \text{Rp } 50 \text{ juta} = \text{Rp } 50 \text{ juta}$. Pada penelitian ini definisi *return* adalah imbal hasil yang diperoleh dari transaksi penjualan obligasi. Imbal hasil yang diperoleh dapat berupa keuntungan berupa *gain* dan kerugian berupa *loss*. Keuntungan terjadi apabila nilai harga penjualan lebih besar dari harga pembelian (*bid price*) dan sebaliknya untuk istilah kerugian atau *loss*.

2. Nilai dugaan model *Standard Deviation*

Yaitu suatu nilai dari hasil peramalan terhadap *return* dengan menggunakan model *standard deviation*.

3. Nilai dugaan model *Simple Moving Average*

Yaitu suatu nilai dari hasil peramalan terhadap *return* dengan menggunakan model *Simple Moving Average*.

4. Nilai dugaan model *Exponential Weighted Moving Average*

Yaitu suatu nilai dari hasil peramalan terhadap *return* dengan menggunakan model *Exponential Weighted Moving Average*.

5. Nilai dugaan model *Autoregressive Conditional Heterocedastic* atau *Generalized Autoregressive Conditional Heterocedastic*.

Yaitu suatu nilai dari hasil peramalan terhadap *return* obligasi dengan menggunakan model *Autoregressive Conditional Heterocedastic*.

6. *Root Mean Square Error (RMSE)*

Nilai *RMSE* lebih populer digunakan karena pada data dengan error berdistribusi normal, secara statistik distribusi kuadrat dari error diketahui yaitu chi square.

Sehingga pengujian statistik dapat lebih mudah digunakan. Bentuk pengukuran

RMSE adalah :

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2} \dots\dots\dots (8)$$

3.4. Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder, yang diperoleh secara purposive dari Bloomberg pada tanggal 11 Juli 2009. Data tersebut merupakan data deret waktu yang diukur secara harian dari transaksi penutupan.

3.5. Teknik Analisis

1. Menentukan model *Autoregressive Conditional Heterocedastic (ARCH)* atau *Generalized Autoregressive Heterocedastic (GARCH)*.

Mengacu kepada Modul Praktikum Pelatihan Time Series Analysis, kerjasama antara Bank Indonesia dan Lembaga Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat (LPPM) dan Departemen Statistika Institut Pertanian Bogor (IPB) tahun 2006 maka langkah analisis *ARCH/GARCH* adalah sebagai berikut :

a. Penyiapan Data

Langkah pertama di dalam analisis ini adalah penyiapan data yang akan dianalisis. Piranti lunak yang akan digunakan untuk melakukan pemodelan ARCH menggunakan *software* EViews 4.0. Selanjutnya menentukan periode

waktu data yang akan digunakan, yaitu apakah tahunan, semester, triwulanan, bulanan, mingguan, atau harian.

b. Pemeriksaan Pola Data

Untuk memeriksa pola data, dapat dilakukan dengan membuat plot *time series*. Pemeriksaan ini berguna untuk penentuan strategi mean model yang disusun dan evaluasi awal keragaman data. Dari plot tersebut akan terlihat kecenderungan pola data dan simpangan data apakah cenderung konstan atau tidak konstan.

c. Analisis Mean

Setelah strategi bagi model untuk mean model sudah diperoleh dari tahapan pemeriksaan plot, langkah berikutnya adalah analisis mean model tersebut.

d. Evaluasi Residual Dari Mean Model

Setelah analisis mean model dilakukan, langkah berikutnya adalah memeriksa apakah terdapat ketidakhomogenan *variance* dari residual mean model. Selanjutnya, pemeriksaan apakah terdapat *ARCH* pada residual dapat dilakukan melalui Uji LM (Langrang Multiplier) dari lag 1 berurut kepada lag berikutnya. Bila terdapat *ARCH* hingga lag 12 maka dilakukan pemodelan dengan menggunakan model *GARCH*.

e. Analisis *ARCH/GARCH* Terhadap Data

Setelah menentukan model yang akan digunakan, langkah berikutnya adalah menentukan ordo model.

f. Diagnostik Model

Hasil analisis di atas masih memerlukan pemeriksaan terhadap kenormalan data mengingat metode pendugaan yang digunakan adalah *maximum likelihood* serta evaluasi apakah masih terdapat heterokedastisitas pada residual. Untuk mengatasi ketidaknormalan residual, proses pendugaan *variance* dilakukan dengan menggunakan metode Bollerslev-Wooldridge. Penggunaan metode Bollerslev-Wooldridge ini lebih kepada memperbaiki pendugaan *variance* pada komponen "variance model" akibat tidak normalnya residual. Hal ini dapat dilihat dari *standard error* komponen varian model yang menggunakan metode ini.

2. Tentukan besar nilai penyimpangan antara nilai ramalan dari model *Standard Deviation* terhadap nilai aktual.
3. Tentukan besar nilai penyimpangan antara nilai ramalan dari model *Simple Moving Average* terhadap nilai aktual.
4. Tentukan besar nilai penyimpangan antara nilai ramalan dari model *Exponential Weighted Moving Average (EWMA)* terhadap nilai aktual.

Mengacu kepada jurnal RiskMetric JP Morgan (1994) faktor *decay* yang digunakan untuk menduga nilai peramalan model ini adalah 0.94.

5. Uji hipotesa.

3.6. Uji Hipotesis

Uji hipotesis yang digunakan pada penelitian ini adalah uji F dan uji t. Uji F digunakan untuk menguji hipotesis ke-1. Sedangkan uji t digunakan untuk menguji hipotesis ke-2 sampai dengan ke-5.

Perhitungan uji F dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 3 Tabel Perhitungan Uji F

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah
Kelompok	$JK_K = \sum \frac{(\sum X_K)^2}{n_K} - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$	$db_K = K - 1$	$MK_K = \frac{JK_K}{db_K}$
Dalam	$JK_D = JK_T - JK_K$	$db_D = N - K$	$MK_D = \frac{JK_D}{db_D}$
Total	$JK_T = \sum X_T^2 - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$	$db_r = N - 1$	

Dan akhirnya diperoleh F hitung :

$$F_{hit} = \frac{MK_K}{MK_D} \dots\dots\dots (9)$$

Dengan derajat bebas F hitung : db_K lawan db_D

Sedangkan perhitungan uji t adalah sebagai berikut:

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - d_0}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \dots\dots\dots (10)$$

dimana :

$$s_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Dengan derajat bebas :

$$v = n_1 + n_2 - 2$$

BAB IV

ANALISIS DATA

Pembahasan pada bab ini akan diawali dengan penjelasan mengenai deskripsi data (*statistic descriptive*), dilanjutkan dengan langkah memodelkan dengan menggunakan *ARCH* atau *GARCH*, kemudian mencari simpangan hasil peramalan tiap-tiap model secara individu (*Standard Deviation*, *Simple Moving Average*, *Exponential Weighted Moving Average*, dan *Autoregressive Conditional Heterocedasticity* atau *Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity*). Untuk mengetahui perbedaan atau persamaan antar model volatilitas dapat dilihat dengan menggunakan analisis gerombol, plot pemeriksaan data, statistik uji F dan statistik uji t .

4.1. Data Deskriptif Terhadap *Return*

Jumlah observasi penelitian ini adalah 906 data deret waktu harian. Hal ini memperlihatkan kecukupan jumlah observasi dalam melakukan peramalan. Data yang menjadi amatan adalah *return* obligasi, yaitu selisih antara harga pembelian dan harga pasar. Investor akan memperoleh keuntungan (*gain*) yang belum direalisasi ketika harga pasar lebih tinggi dari harga pembelian dan akan mengalami kerugian (*loss*) yang belum direalisasikan ketika harga pasar lebih rendah dari harga pembelian. Nilai maksimum observasi adalah sebesar -0.04%, yang terjadi pada tanggal 16 April 2008.

Sedangkan nilai minimum observasi adalah sebesar -37.34%, yang terjadi pada tanggal 27 Oktober 2008. Di sisi yang lain, jarak antara nilai minimum dan maksimum terlampau cukup besar yaitu sebesar 37.30% dan terjadi pada selang waktu yang pendek yaitu sekitar 6 bulan. Begitu pula jarak antara nilai rata-rata dan median yang cukup jauh, yaitu antara -6.14% dan -3.03%, sedangkan tingkat kemenjuluran (*skewness*) bernilai negatif -1.90, sehingga indikator-indikator tersebut memperlihatkan ciri sebaran data yang menjulur ke sisi kiri dengan modus berada pada sisi kanan kurva normal. Kemenjuluran tersebut disebabkan oleh hanya sebagian kecil nilai *return* saja. Indikasi ini juga diperlihatkan oleh nilai yang hampir sama antara rata-rata dan kuartil 1.

Hasil tersebut di atas dipicu oleh peristiwa *subprime mortgage* yang disertai kebangkrutan banyak perusahaan besar seperti *Merrill Lynch*, *Lehman Brothers* dan *Bear Stearns*, sehingga mengakibatkan resesi finansial secara global pada kuarta IV tahun 2008.

Tabel 4 Statistik Deskriptif Return Obligasi INDON 14

	Data Deskriptif	Keterangan
Jumlah Data Amatan	906	
Rata-rata	-6.14%	
Simpangan baku	7.53%	
Ragam	0.57%	
Minimum	-37.34%	Terjadi pada tanggal 27 Oktober 2008
Kuartil 1	-6.86%	
Median	-3.03%	
Kuartil 3	-1.30%	
Maksimum	-0.04%	Terjadi pada tanggal 16 April 2008
Range	37.30%	
Skewness	-1.90	

4.2. Model Autoregressive Conditional Heterocedasticity (ARCH)/Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity (GARCH)

Model *ARCH/GARCH* dibutuhkan pada saat data mengalami masalah varian yang tidak homogen atau disebut dengan heterokedastisitas. Peramalan akan menjadi tidak efisien ketika error varian tidak konstan.

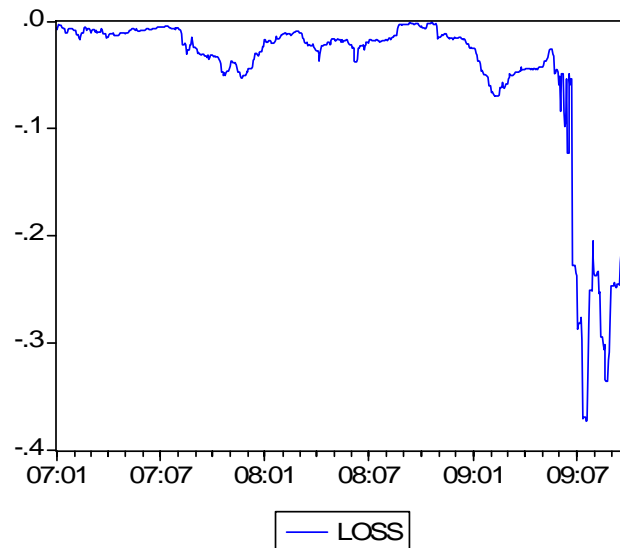
Harga obligasi merupakan *present value* dari *expected cash flow* semua kupon dan nominal (pokok). Tinggi rendahnya harga obligasi berbanding terbalik dengan tingkat bunga. Harga obligasi juga akan dipengaruhi oleh bermacam faktor lain seperti kondisi makroekonomi, kondisi industri dari emiten, kinerja emiten, struktur instrumen dan atau likuiditas pasar. Faktor tersebut merupakan faktor-faktor eksternal yang sulit dikendalikan. Oleh karena itu obligasi yang sering diperdagangkan memiliki amplitudo volatilitas harga yang fluktuatif dan kadang tidak konsisten tergantung oleh kondisi faktor yang mempengaruhinya. Sehingga volatilitas harga obligasi dan *return* biasanya mengalami heterokedastisitas.

Model *ARCH/GARCH* dibentuk dari beberapa teknik pengujian. Hal itu diperlukan untuk mengetahui kelayakan suatu data agar dapat dimodelkan menggunakan persamaan tersebut. Beberapa pengujian atau pemeriksaan dilakukan seperti pemeriksaan pola data, dan evaluasi residual dari mean. Tahapan tersebut merupakan bagian dari penentuan model *ARCH/GARCH*.

4.2.1. Pemeriksaan Pola Data

Pola data yang tersaji pada gambar 4 di bawah, memperlihatkan pola dan simpangan data yang tidak konstan. Hal itu merupakan indikasi adanya masalah heterokedastisitas.

Gambar 4 Tren Return Obligasi INDON 14



Pada gambar 4 terlihat depresiasi nilai yang lebar dan amplitudo yang besar dimulai dari bulan September 2008, selanjutnya, tren kenaikan dengan amplitudo yang semakin mengecil terjadi selama tahun 2009.

4.2.2. Analisis Mean Model

Setiap model dengan varian yang tidak homogen disusun oleh dua komponen, yaitu mean model dan varian model. Mean model disusun berdasarkan identifikasi awal. Bentuk mean model dapat saja berupa model regresi, model *autoregressive (AR)*, model *ARIMA*, konstanta, dan sebagainya.

Varian model menyatakan hubungan antara varian *error* pada waktu t dengan besarnya kuadrat error pada waktu sebelumnya dan varian error pada waktu sebelumnya. Jika model varian hanya memasukkan kuadrat error maka disebut sebagai model *ARCH*. Namun jika memasukkan juga besarnya varian error waktu sebelumnya, disebut sebagai *GARCH*.

Pada penelitian ini mean model dibangun oleh model *Autoregressive Moving Average (ARMA)* dengan menggunakan metode *Least Square* sehingga dihasilkan *mean model* (lampiran 1) sebagai berikut :

$$return = -0.027971 + e_t$$

Mean model di atas digunakan untuk memperoleh nilai residual untuk memeriksa kehomogenan dari keragaman residual.

4.2.3. Evaluasi Residual Dari Mean Model

Setelah *mean model* ditentukan, langkah berikutnya adalah memeriksa apakah terdapat ketidakhomogenan varian dari residual *mean model*. Langkah sederhana untuk pemeriksaan ini adalah melalui *time series* plot data residual.

Gambar 5 Time Series Plot Data Residual



Berdasarkan dari plot pada gambar 5 yang disajikan di atas terlihat bahwa varian residual tidak homogen.

Pemeriksaan apakah terdapat *ARCH* pada residual dapat dilakukan melalui uji *LM*. Berdasarkan uji *LM* terhadap residual memperlihatkan bahwa data mengalami

heterokedastisitas. Hal ini disajikan oleh hasil pengujian LM (lampiran 2), pada lag 1 yang menghasilkan F hitung dengan peluang kurang dari 5%. Sedangkan pengujian pada lag berikutnya hingga pada lag ke-12 (lampiran 3-13) memperlihatkan masih terdapat masalah heterokedastisitas. Pemeriksaan heterokedastisitas tersebut biasanya dilakukan sampai dengan lag ke 12. Bila pemeriksaan menghasilkan informasi bahwa data mengalami masalah heterokedastisitas sampai dengan lag ke 12 maka hal tersebut memberikan informasi bahwa model *GARCH* lebih cocok dibandingkan dengan model *ARCH*.

4.2.4. Analisis GARCH Terhadap Data

Setelah uji *LM* dilakukan, langkah selanjutnya adalah analisis *GARCH* terhadap data, yaitu analisis untuk menduga parameter *mean model* dan *varian model* secara simultan. Analisis yang dilakukan menggunakan *mean model* yang hanya melibatkan komponen intersep saja. Sehingga nilai R^2 menjadi tidak relevan pada kasus ini. Hasil analisis disajikan pada tabel di bawah.

Berdasarkan output dapat dilihat bahwa analisis dengan ordo $p = 1$ dan $q = 1$ menghasilkan kesimpulan bahwa kedua parameter tersebut adalah signifikan pada taraf nyata di bawah 5%. Jadi untuk hasil sementara, model yang sesuai adalah *GARCH (1, 1)*. Hal ini dapat dilihat pada lampiran 14. Sehingga dari output dapat disusun mean model dan varian model sebagai berikut :

$$return = -0.016792 + e_t$$

$$\sigma_t^2 = 0.00000148 + 1.130966e_{t-1}^2 - 0.031837\sigma_{t-1}^2$$

Tahapan berikutnya adalah memeriksa apakah terdapat komponen baik p maupun q dengan ordo yang lebih tinggi yang juga signifikan melalui proses *overfitting*. Dengan kata lain, proses *overfitting* ini adalah melakukan analisis ulang terhadap data dengan menggunakan ordo p maupun q yang lebih tinggi dari p dan q yang sudah dicobakan. Ordo p dan q yang dicobakan biasanya tidak melebihi dari 4. Pada tabel dibawah disajikan output hasil *overfitting* untuk tiga pasangan ordo (p, q) lain, yaitu ($p = 1, q = 2$), ($p = 2, q = 1$), dan ($p = 3, q = 1$). Dari ketiga proses *overfitting* ini disimpulkan bahwa ordo p dan q yang digunakan adalah $p = 2$ dan $q = 1$ karena komponen satu p tambahan adalah signifikan pada taraf nyata dibawah 5%. Sehingga dari output (lampiran 15) dapat disusun mean model dan varian model sebagai berikut :

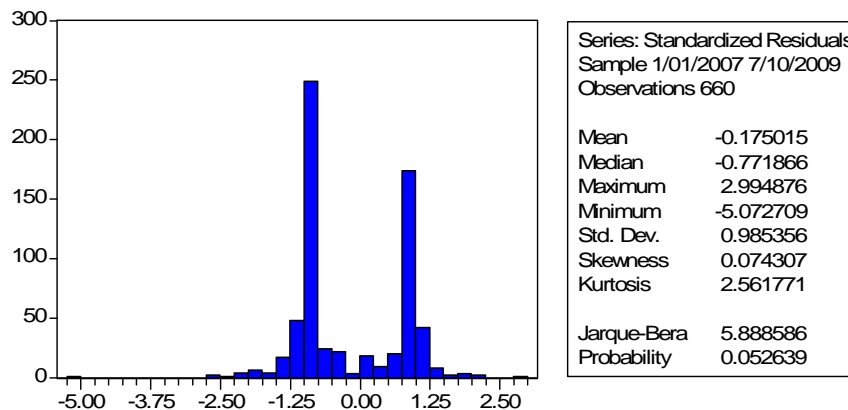
$$return = -0.015924 + e_t$$

$$\sigma_t^2 = 0.000000222 + 1.072211e_{t-1}^2 - 0.756424e_{t-2}^2 + 0.718688\sigma_{t-1}^2$$

4.2.5. Diagnostik Model

Langkah selanjutnya setelah ordo p dan q ditentukan adalah memeriksa kenormalan residual. Dari output di bawah disimpulkan bahwa residual telah menyebar normal berdasarkan uji *Jarque Bera* dengan nilai peluang di atas 5%.

Gambar 6 Hasil Pemeriksaan Kenormalan Residual



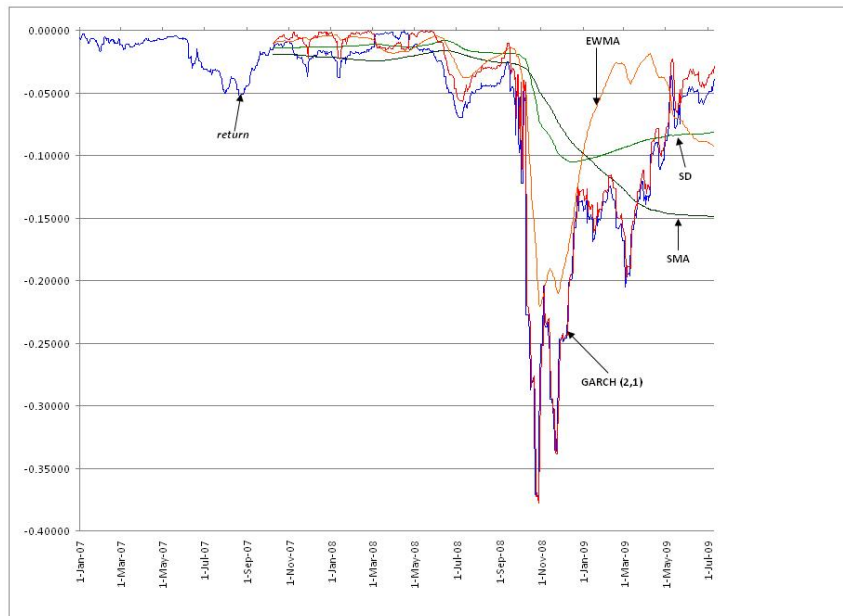
Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa besar nilai kenormalan Jarque Bera adalah sebesar 5.88 dengan nilai peluang sebesar 0.052639. Hal tersebut memperlihatkan bahwa residual dari model *GARCH (2,1)* di atas telah menyebar normal.

4.3. Identifikasi Model Volatilitas dan Return

4.3.1. Pemeriksaan Plot Data

Model-model volatilitas yang dikaji pada penelitian ini ada 4 jenis model. Setiap model memiliki tingkat akurasi peramalan yang tidak tepat sama. Ada model yang mampu meramalkan *return* secara akurat, namun ada pula yang memiliki simpangan dugaan yang terlampau lebar atau kurang akurat. Pada gambar 7 di bawah menyajikan hasil peramalan menggunakan masing-masing model.

Gambar 7 Plot Return, SD, SMA, EWMA dan GARCH (2,1)



Pada gambar 7 terlihat bahwa nilai peramalan model *GARCH* bersinggungan dengan *return* obligasi INDON 14 hingga mampu menduga *return* yang memiliki amplitudo yang cukup lebar, seperti yang terjadi pada periode September 2008 hingga tahun 2009. Dibandingkan dengan model volatilitas yang lain model *GARCH*

mampu memprediksi *return* lebih akurat. Taraf keakuratan juga diperlihatkan oleh nilai RMSE model *GARCH* yang paling kecil yaitu sebesar 0.017.

Tabel 5 Root Mean Square Error

Model Volatilitas	RMSE
SD	0.072
SMA	0.080
EWMA	0.060
GARCH	0.017

EWMA adalah model deret waktu yang diturunkan dari model *GARCH (1,1)* dengan λ sebesar 0.94. Model ini mampu menduga *return* dengan baik ketika volatilitas harga obligasi dalam kondisi normal. Namun ketika volatilitas harga dalam kondisi tidak normal, model tersebut mengalami keterlambatan dalam merespon pergerakan aktual *return*, seperti adanya dua amplitudo yang besar sebanyak dua kali. Selain itu, asumsi yang mendasari model *EWMA* adalah keragaman residual dugaan bersifat normal. Sehingga pada kondisi yang tidak normal nilai dugaan atau peramalan menjadi tidak akurat. Berdasarkan tabel 5 di atas, model ini memiliki nilai RMSE sebesar 0.060, lebih akurat dibandingkan model *standard deviation* dan *simple moving average*.

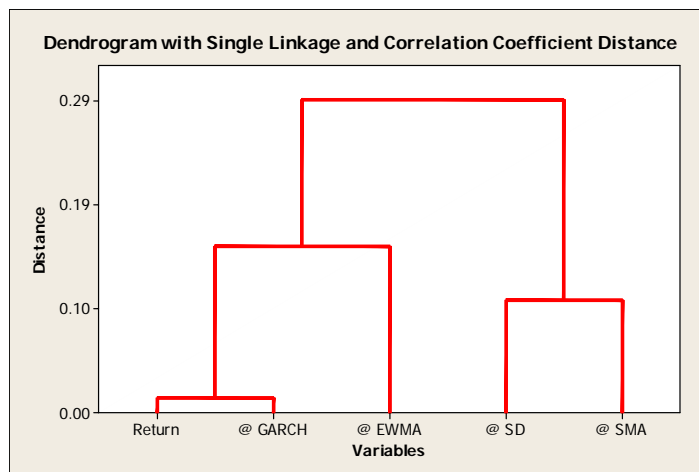
Model *standard deviation* dan *simple moving average* merupakan model dasar dalam peramalan. Model ini memberikan bobot yang sama terhadap semua data observasi, baik data terbaru maupun data yang lama. Hal tersebut berbeda dengan *EWMA* dan *ARCH/GARCH* yang memberikan bobot yang lebih besar terhadap data

observasi yang terbaru. Sehingga model ini tidak mampu menduga secara akurat khususnya dalam merespon volatilitas harga dengan amplitudo yang sedang dan besar. Hal ini dapat terlihat dari nilai RMSE kedua model ini yang paling besar dibandingkan dengan *EWMA* dan *ARCH/GARCH*, yaitu 0.072 untuk model *standard deviation* dan 0.080 untuk model *simple moving average*.

4.3.2. Analisis Gerombol

Proses *clustering* pada penelitian ini dilakukan secara hirarki. Pada penelitian ini proses *clustering* secara hirarki menggunakan metode pautan tunggal atau *single linkage*. Sedangkan proses komputasi yang digunakan untuk mengolah data adalah program Minitab 14.1. Jarak tiap obyek (model-model volatilitas dan *return*) yang dihitung dengan jarak *euclidean* ditampilkan dalam tabel output pada lampiran 18 dan visualisasi analisis dapat dilihat pada gambar 8 dendrogram di bawah.

Gambar 8 Dendrogram Dengan Metode Pautan Tunggal



Pada output menyajikan informasi kemiripan karakteristik antar model volatilitas dan *return*. Kemiripan karakteristik yang disajikan pada analisis gerombol ini adalah tingkat keragaman antar obyek, dua obyek yang memiliki keragaman yang lebih homogen memiliki kemiripan yang lebih dekat dibandingkan dengan obyek-obyek yang memiliki keragaman yang lebih tinggi. Pada output terlihat bahwa jarak antara *return* dan model *GARCH (2,1)* adalah sebesar 0.013083, sedangkan jarak antara *return* dan *EWMA* adalah sebesar 0.154046. Dan jarak antara *return* dan *standard deviation* sebesar 0.289393. Serta jarak antara *standard deviation* dan *simple moving average* adalah sebesar 0.103720. Hal ini menunjukkan bahwa *GARCH (2,1)* lebih mirip karakteristiknya dengan nilai aktual *return* obligasi INDON 14. Kemiripan karakteristik selanjutnya diperlihatkan oleh model *EWMA*. Sedangkan model *standard deviation* dan *simple moving average* memiliki jarak *euclidean* yang cukup jauh dengan *return* atau cenderung tidak mirip dan antara kedua model tersebut memiliki kemiripan yang lebih homogen.

4.4. Pengujian Nilai Tengah Antar Model Volatilitas

Pengujian nilai tengah pada bab ini memiliki tujuan untuk melakukan observasi secara statistik terhadap hasil peramalan yang dihasilkan dari empat model yang sedang diteliti. Observasi dilakukan untuk mengetahui apakah antar model memiliki taraf akurasi yang sama atau berbeda dalam melakukan peramalan terhadap *return*. Hasil pengujian dengan menggunakan uji F menghasilkan F hitung sebesar

28.01 dan nilai peluang kurang dari taraf nyata 5% (lampiran 19). Hal ini membuktikan bahwa tidak semua model volatilitas memiliki taraf akurasi peramalan yang sama. Oleh karena itu, tahap selanjutnya akan mempertimbangkan pengujian nilai tengah model volatilitas secara individu terhadap *return*.

4.5. Pengujian Nilai Tengah Model Volatilitas dengan Return

Pengujian terhadap nilai tengah model dengan *return* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui taraf akurasi tiap model secara individu. Pengujian ini tidak dapat diwakilkan oleh salah satu model mengingat terdapat bukti bahwa tidak semua model volatilitas memiliki taraf akurasi yang sama. Model yang memiliki nilai tengah peramalan yang tidak berbeda nyata dengan *return* merupakan model yang memiliki taraf akurasi yang akurat secara statistik. Berdasarkan hasil output yang disajikan pada lampiran 20 sampai dengan lampiran 23, hanya model *GARCH (2,1)* yang terbukti memiliki taraf akurasi yang akurat secara statistik. Hal ini dapat dilihat dari nilai uji-t sebesar -1.90 dan nilai peluang sebesar 0.058, lebih besar dari taraf nyata alpha 5%. Sedangkan model yang lain tidak terbukti memiliki taraf akurasi yang akurat secara statistik dalam menduga *return*. *Standard deviation* memiliki nilai uji-t sebesar -9.77 dan nilai peluang lebih kecil dari *alpha* 5% sebesar 0.000. Hal ini menunjukkan bahwa model *standard deviation* memiliki nilai tengah yang berbeda signifikan secara statistik dengan *return* harga obligasi INDON 14, artinya hasil peramalan yang dihasilkan oleh model *standard deviation* tidak terbukti akurat dalam

menduga aktual *return* yang akan terjadi. Model *simple moving average* memiliki nilai uji-t sebesar -5.51 dan nilai peluang sebesar 0.000 lebih kecil dari taraf nyata *alpha* 5%. Hal ini menunjukkan bahwa model *simple moving average* memiliki nilai tengah yang berbeda signifikan secara statistik terhadap aktual *return* atau tidak terbukti akurat dalam menduga aktual *return* obligasi yang akan terjadi. Model *EWMA* memiliki nilai uji-t sebesar -8.76 dan nilai peluang sebesar 0.000 lebih kecil dari taraf nyata *alpha* 5%. Hal ini menunjukkan bahwa model *EWMA* memiliki nilai tengah yang berbeda signifikan secara statistik terhadap aktual *return* obligasi INDON 14 atau tidak terbukti akurat dalam menduga aktual *return* yang akan terjadi.

BAB V

SIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan analisis yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian nilai tengah terhadap semua model volatilitas yang diujikan secara simultan menggunakan statistik uji F , diperoleh kesimpulan bahwa terdapat bukti tidak semua model memiliki taraf akurasi peramalan terhadap *return* yang sama pada tingkat kepercayaan 95% dan F hitung sebesar 28.01.
2. Berdasarkan hasil pengujian nilai tengah bagi model *Standar Deviation* secara individu terhadap *return* menggunakan statistik uji t , diperoleh kesimpulan bahwa model *Standar Deviation* terbukti memiliki beda nilai tengah dengan *return* secara signifikan pada tingkat kepercayaan 95%, t hitung sebesar -9.77 dan nilai peluang penolakan terhadap hipotesis nol sebesar 0.000. Artinya model *Standard Deviation* tidak akurat dalam meramalkan *return* obligasi INDON 14.
3. Berdasarkan hasil pengujian nilai tengah bagi model *Simple Moving Average* secara individu terhadap *return* menggunakan statistik uji t , diperoleh kesimpulan bahwa model *Simple Moving Average* terbukti memiliki beda nilai tengah dengan

return secara signifikan pada tingkat kepercayaan 95%, t hitung sebesar -5.51 dan nilai peluang penolakan terhadap hipotesis nol sebesar 0.000. Artinya model *Simple Moving Average* tidak akurat dalam meramalkan *return* obligasi INDON 14.

4. Berdasarkan hasil pengujian nilai tengah bagi model *Exponential Weighted Moving Average* secara individu terhadap *return* menggunakan statistik uji t , diperoleh kesimpulan bahwa model *Exponential Weighted Moving Average* terbukti memiliki beda nilai tengah dengan *return* secara signifikan pada tingkat kepercayaan 95%, t hitung sebesar -8.76 dan nilai peluang penolakan terhadap hipotesis nol sebesar 0.000. Artinya model *Exponential Weighted Moving Average* tidak akurat dalam meramalkan *return* obligasi INDON 14.
5. Berdasarkan hasil pengujian nilai tengah bagi model *Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity* secara individu terhadap *return* menggunakan statistik uji t , diperoleh kesimpulan bahwa model *Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity* terbukti tidak memiliki beda nilai tengah dengan *return* secara signifikan pada tingkat kepercayaan 95%, t hitung sebesar -1.90 dan nilai peluang penolakan terhadap hipotesis nol sebesar 0.580. Artinya model *Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity* akurat dalam meramalkan *return* obligasi INDON 14.

5.2. Implikasi Teoritis

Implikasi teoritis berdasarkan hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Terdapat kesamaan hasil antara penelitian ini dengan penelitian-penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Pierre Giot dan Sebastien Laurent (2003), J.J. Dias Curto, Elizabeth Reiz dan Jose Paulo Esperanca (2005), Louis H. Ederington dan Wei Guan (2004), Gloria Gonzales-Rivera, Tae Hwuy Lee dan Santosh Mishra (2003), yaitu terdapat bukti bahwa model *GARCH* adalah model yang paling akurat.

5.3. Implikasi Manajerial

Implikasi manajerial berdasarkan hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan beberapa pengujian yang dilakukan, para investor dan pihak terkait yang memiliki produk investasi obligasi INDON 14 dapat menggunakan model *GARCH (2,1)* di atas untuk meramalkan besar *return* yang terjadi di masa yang akan datang. Besar *return* tersebut digunakan pula untuk menduga besar risiko yang akan terjadi menggunakan metode *Value at Risk* dengan besar peluang kepercayaan dan horison waktu peramalan yang ditetapkan. Selain untuk mengetahui besar risiko dugaan, investor dapat menggunakan informasi tersebut untuk menentukan besar *capital charge* yang disediakan (dipersiapkan) dan atau

melakukan strategi mitigasi seperti menentukan besar *cut loss* untuk mengantisipasi timbulnya risiko yang akan terjadi.

5.4. Keterbatasan Penelitian

Keterbatasan penelitian berdasarkan hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Obyek penelitian ini hanya dilakukan pada satu produk obligasi, yaitu INDON 14. Sehingga kesimpulan yang diperoleh pun hanya berimplikasi terhadap obligasi INDON 14 saja dan belum bisa dikatakan sebagai kesimpulan bagi produk obligasi secara umum.
2. Data amatan yang digunakan adalah 200 data harian untuk setiap nilai ramalan yang dihasilkan, namun belum diujikan dengan mengkombinasikan berbagai jumlah amatan sehingga dapat menampilkan konsistensi bagi kesimpulan yang dihasilkan pada berbagai jumlah amatan.
3. Penelitian ini hanya terbatas pada model-model dasar dalam peramalan namun belum menggunakan model-model turunan seperti *Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (EGARCH)* dan *Integrated Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (IGARCH)*.

5.5. Agenda Penelitian Mendatang

Agenda penelitian mendatang berdasarkan hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengembangan penelitian dapat dilakukan dengan memperluas wilayah penelitian. Tidak hanya meneliti obyek penelitian berupa *return* obligasi INDON14 namun juga meneliti produk-produk obligasi yang lain, atau instrumen investasi yang lain seperti saham, danareksa, *non performing loan* kredit, suku bunga, inflasi, nilai tukar.
2. Penelitian dapat dikembangkan lagi dengan menguji taraf akurasi model pada berbagai jumlah data amatan untuk menguji konsistensi hasil kesimpulan pada berbagai kombinasi data amatan.
3. Bagi para akademisi yang berminat untuk melakukan penelitian manajemen risiko, diharapkan bisa mengembangkan model yang diujikan pada penelitian ini dan menghasilkan model-model turunan baru yang lebih akurat dalam meramalkan *return* dimasa yang akan datang, seperti *Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (EGARCH)* dan *Integrated Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity (IGARCH)*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Masyhud, *Haji*. 2006. **Manajemen Risiko: Strategi Perbankan dan Dunia Usaha Menghadapi Tantangan Globalisasi Bisnis**. PT RajaGrafindo Persada., Jakarta
- Alexander, Carol. 2008. *Market Risk Analysis : Value at Risk Model*. John Wiley & Son. Inggris.
- Anonim. **Investasi**. <http://id.wikipedia.org/wiki/Investasi>. Diakses pada tanggal 17 Januari 2010 jam 17.00 WIB.
- Anonim. **Jenis Investasi**. (online : <http://danareksaonline.com/PerencanaanKeuangan/JenisInvestasi/tabid/146/language/id-ID/Default.aspx>, diakses pada tanggal 31 Maret 2010 jam 10.00 WIB).
- Anonim. **Operasional Bank Indover Dibekukan**. (Online : <http://www.kompas.com/read/xml/2008/10/08/03222336/operasional.anak.bank.indonesia.indover.bank.dibekukan>, diakses pada tanggal 5 September 2009).

Anonim. **Sejarah Bank Indonesia : Perbankan Periode 1997-1999**. (online :

<http://www.bi.go.id/NR/rdonlyres/D1FC7FE4-7400-4A35-B021->

[A4596387C20A/828/SejarahPerbankanPeriode19971999.pdf](http://www.bi.go.id/NR/rdonlyres/D1FC7FE4-7400-4A35-B021-A4596387C20A/828/SejarahPerbankanPeriode19971999.pdf), diakses pada tanggal 5 September 2009).

Best, Philip. 1998. *Implementing Value at Risk*. John Wiley & Sons, Ltd. Baffins Lane, Chichester, West Sussex, England.

Bertsimas, Dimitris, Geoffrey J. Lauprete dan Alexander Samarov. 2003. *Shortfall as a Risk Measure : Properties, Optimization, And Applications*. Journal of Economic Dynamics and Control. Amerika Serikat.

Choudhry, Moorad. 2006. *An Introduction to Value at Risk, Fourth Edition*. John Wiley & Sons, Ltd. The Atrium, Southern Gate, Chichester, England.

Crouhy, Michel *et al.*,. 2001. *Risk Management-Comprehensive Chapter on Market, Credit and Operational Risk*. Mcgraw Hill. NewYork.

Curto, J.J. Dias, Elizabeth Reiz, dan Jose Paulo Esperanca. 2005. *Modelling The Volatility in The Portuguese Stock Market : A Comparative Study With German And US Markets*. Department of Quantitative Methods and Department of Finance and Accounting. Lisboa, Portugal.

- Ederington, Louis H. dan Wei Guan. 2004. *Forecasting Volatility*. Journal of Futures Markets. WileyInterScience. Amerika Serikat.
- Engle, Robert F dan Daniel B. Nelson. 1994. *ARCH Models*. Elsvier Science B.V.California.
- Dowd, Kevin. (2005). *Measuring Market Risk, Second Edition*. John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, England.
- Gallati, Reto. 2003. *Risk Management and Capital Adequacy*. McGraw Hill. NewYork.
- Gao, Xinbo. 2004. **Fuzzy Cluster Analysis and its Application**. Xidian University Press.
- Giot, Pierre dan Sebastien Laurent. 2003. *Modelling Daily Value at Risk Using Realized Volatility and ARCH Type Models*. Forthcoming in Journal of Empirical Finance.
- Jolilife, L.T. 1986. *Principle Component Analysis*. Springer-Verlag. New York.
- Jorion, Philippe. 2002. *Value at Risk, The New Benchmark for Managing Financial Risk Second Edition International Edition*. McGraw-Hill Companies, Inc., New York

J.P. Morgan Global Research. 1996. *RiskMetrics™ Technical Document, 4th*

Edition, URL: <http://www.riskmetrics.com>.

Macmanus, John. 2004. *Risk Management In Software Development Projects*.

Elsevier Butterworth-Heinemann Linacre House, Jordan Hill, Oxford.

Burlington.

Olsson, Carl. 2002. *Risk Management in Emerging Markets*. Pearson Education

Limited. Great Britain.

Peraturan Bank Indonesia Nomor 5/8/PBI/2003. *Penerapan Manajemen Risiko Bagi*

Bank Umum.

Peraturan Bank Indonesia Nomor 11/25/PBI/2009 sebagai perubahan atas PBI nomor

5/8/2003. *Penerapan Manajemen Risiko bagi Bank Umum*.

RiskMetric Group. August 1999. *Risk Management : A Practical Guide*. RiskMetric

Group.

Rivera, Gloria Gonzales, Tae Hwy Lee dan Santosh Mishra.2003. *Forecasting*

Volatility: A Reality Check Based on Option Pricing, Utility Function,

Value at Risk, and Predictive Likelihood. Department of Economics

University of California. California.

Sheimo, Michael D. 2000. *Bond Market Rules*. McGrawHill. Amerika Serikat.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Analisis Mean Model

Dependent Variable: LOSS
 Method: Least Squares
 Date: 02/23/10 Time: 09:59
 Sample: 1/01/2007 7/10/2009
 Included observations: 660

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.027971	0.001411	-19.82636	0.0000
R-squared	0.000000	Mean dependent var		-0.027971
Adjusted R-squared	0.000000	S.D. dependent var		0.036244
S.E. of regression	0.036244	Akaike info criterion		-3.795553
Sum squared resid	0.865697	Schwarz criterion		-3.788746
Log likelihood	1253.532	Durbin-Watson stat		0.059098

Lampiran 2 LM Test – ARCH lag 1

ARCH Test:

F-statistic	9231.853	Probability	0.000000
Obs*R-squared	615.2171	Probability	0.000000

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2
 Method: Least Squares
 Date: 02/23/10 Time: 10:24
 Sample(adjusted): 1/02/2007 7/10/2009
 Included observations: 659 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.53E-05	7.35E-05	0.888385	0.3747
RESID^2(-1)	1.022813	0.010645	96.08253	0.0000
R-squared	0.933562	Mean dependent var		0.001313
Adjusted R-squared	0.933460	S.D. dependent var		0.007199
S.E. of regression	0.001857	Akaike info criterion		-9.736735
Sum squared resid	0.002266	Schwarz criterion		-9.723106
Log likelihood	3210.254	F-statistic		9231.853
Durbin-Watson stat	2.135464	Prob(F-statistic)		0.000000

Lampiran 3 *LM Test – ARCH lag 2*

ARCH Test:

F-statistic	4627.577	Probability	0.000000
Obs*R-squared	614.5103	Probability	0.000000

Test Equation:

Dependent Variable: RESID²

Method: Least Squares

Date: 02/23/10 Time: 10:25

Sample(adjusted): 1/03/2007 7/10/2009

Included observations: 658 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.34E-05	7.35E-05	0.863321	0.3883
RESID ² (-1)	0.953329	0.039025	24.42889	0.0000
RESID ² (-2)	0.077168	0.041703	1.850438	0.0647
R-squared	0.933906	Mean dependent var	0.001314	
Adjusted R-squared	0.933704	S.D. dependent var	0.007204	
S.E. of regression	0.001855	Akaike info criterion	-9.737392	
Sum squared resid	0.002254	Schwarz criterion	-9.716924	
Log likelihood	3206.602	F-statistic	4627.577	
Durbin-Watson stat	2.000052	Prob(F-statistic)	0.000000	

Lampiran 4 *LM Test – ARCH lag 3*

ARCH Test:

F-statistic	3078.053	Probability	0.000000
Obs*R-squared	613.6083	Probability	0.000000

Test Equation:

Dependent Variable: RESID²

Method: Least Squares

Date: 02/23/10 Time: 10:25

Sample(adjusted): 1/04/2007 7/10/2009

Included observations: 657 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.25E-05	7.36E-05	0.848352	0.3966
RESID ² (-1)	0.951030	0.039207	24.25642	0.0000
RESID ² (-2)	0.053128	0.054015	0.983585	0.3257
RESID ² (-3)	0.029933	0.042674	0.701424	0.4833
R-squared	0.933955	Mean dependent var	0.001315	
Adjusted R-squared	0.933651	S.D. dependent var	0.007210	
S.E. of regression	0.001857	Akaike info criterion	-9.733566	
Sum squared resid	0.002252	Schwarz criterion	-9.706244	
Log likelihood	3201.477	F-statistic	3078.053	
Durbin-Watson stat	2.000047	Prob(F-statistic)	0.000000	

Lampiran 5 *LM Test – ARCH lag 4*

ARCH Test:

F-statistic	2318.880	Probability	0.000000
Obs*R-squared	612.9783	Probability	0.000000

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 02/23/10 Time: 10:26

Sample(adjusted): 1/05/2007 7/10/2009

Included observations: 656 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.88E-05	7.36E-05	0.799883	0.4241
RESID^2(-1)	0.947538	0.039163	24.19468	0.0000
RESID^2(-2)	0.047902	0.053963	0.887691	0.3750
RESID^2(-3)	-0.041232	0.053970	-0.763982	0.4452
RESID^2(-4)	0.093315	0.043468	2.146761	0.0322
R-squared	0.934418	Mean dependent var		0.001317
Adjusted R-squared	0.934015	S.D. dependent var		0.007215
S.E. of regression	0.001853	Akaike info criterion		-9.736031
Sum squared resid	0.002236	Schwarz criterion		-9.701837
Log likelihood	3198.418	F-statistic		2318.880
Durbin-Watson stat	2.022120	Prob(F-statistic)		0.000000

Lampiran 6 *LM Test – ARCH lag 5*

ARCH Test:

F-statistic	1916.542	Probability	0.000000
Obs*R-squared	613.4532	Probability	0.000000

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 02/23/10 Time: 10:26

Sample(adjusted): 1/08/2007 7/10/2009

Included observations: 655 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.93E-05	7.25E-05	0.679332	0.4972
RESID^2(-1)	0.928388	0.038790	23.93397	0.0000
RESID^2(-2)	0.053667	0.053166	1.009426	0.3131
RESID^2(-3)	-0.050230	0.053193	-0.944297	0.3454
RESID^2(-4)	-0.054735	0.053183	-1.029185	0.3038
RESID^2(-5)	0.208228	0.044372	4.692774	0.0000
R-squared	0.936570	Mean dependent var	0.001318	
Adjusted R-squared	0.936081	S.D. dependent var	0.007221	
S.E. of regression	0.001826	Akaike info criterion	-9.764801	
Sum squared resid	0.002163	Schwarz criterion	-9.723721	
Log likelihood	3203.972	F-statistic	1916.542	
Durbin-Watson stat	2.032359	Prob(F-statistic)	0.000000	

Lampiran 7 LM Test – ARCH lag 6

ARCH Test:

F-statistic	1643.538	Probability	0.000000
Obs*R-squared	613.7327	Probability	0.000000

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 02/23/10 Time: 10:27

Sample(adjusted): 1/09/2007 7/10/2009

Included observations: 654 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.56E-05	7.17E-05	0.496141	0.6200
RESID^2(-1)	0.885800	0.039469	22.44298	0.0000
RESID^2(-2)	0.064570	0.052519	1.229461	0.2193
RESID^2(-3)	-0.040394	0.052535	-0.768899	0.4422
RESID^2(-4)	-0.064904	0.052529	-1.235589	0.2171
RESID^2(-5)	0.079322	0.052604	1.507910	0.1321
RESID^2(-6)	0.219003	0.049535	4.421198	0.0000
R-squared	0.938429	Mean dependent var	0.001319	
Adjusted R-squared	0.937858	S.D. dependent var	0.007226	
S.E. of regression	0.001801	Akaike info criterion	-9.789956	
Sum squared resid	0.002099	Schwarz criterion	-9.741971	
Log likelihood	3208.315	F-statistic	1643.538	
Durbin-Watson stat	1.848647	Prob(F-statistic)	0.000000	

Lampiran 8 LM Test – ARCH lag 7

ARCH Test:

F-statistic	1681.081	Probability	0.000000
Obs*R-squared	619.0679	Probability	0.000000

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 02/23/10 Time: 10:28

Sample(adjusted): 1/10/2007 7/10/2009

Included observations: 653 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.93E-05	6.61E-05	0.897083	0.3700
RESID^2(-1)	0.943299	0.036695	25.70659	0.0000
RESID^2(-2)	0.100907	0.048437	2.083268	0.0376
RESID^2(-3)	-0.066797	0.048398	-1.380179	0.1680
RESID^2(-4)	-0.085398	0.048368	-1.765603	0.0779
RESID^2(-5)	0.102514	0.048447	2.115997	0.0347
RESID^2(-6)	0.536117	0.054041	9.920600	0.0000
RESID^2(-7)	-0.510255	0.046724	-10.92063	0.0000
R-squared	0.948037	Mean dependent var	0.001320	
Adjusted R-squared	0.947473	S.D. dependent var	0.007231	
S.E. of regression	0.001657	Akaike info criterion	-9.954991	
Sum squared resid	0.001772	Schwarz criterion	-9.900087	
Log likelihood	3258.305	F-statistic	1681.081	
Durbin-Watson stat	2.095395	Prob(F-statistic)	0.000000	

Lampiran 9 LM Test – ARCH lag 8

ARCH Test:

F-statistic	1492.150	Probability	0.000000
Obs*R-squared	618.6749	Probability	0.000000

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 02/23/10 Time: 10:29

Sample(adjusted): 1/11/2007 7/10/2009

Included observations: 652 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	7.11E-05	6.58E-05	1.081289	0.2800
RESID^2(-1)	0.895703	0.039241	22.82546	0.0000
RESID^2(-2)	0.165043	0.051949	3.177036	0.0016
RESID^2(-3)	-0.052333	0.048276	-1.084034	0.2788
RESID^2(-4)	-0.095613	0.048145	-1.985924	0.0475
RESID^2(-5)	0.093935	0.048194	1.949086	0.0517
RESID^2(-6)	0.532517	0.053690	9.918293	0.0000
RESID^2(-7)	-0.389961	0.059195	-6.587700	0.0000
RESID^2(-8)	-0.168580	0.051498	-3.273557	0.0011
R-squared	0.948888	Mean dependent var	0.001321	
Adjusted R-squared	0.948252	S.D. dependent var	0.007237	
S.E. of regression	0.001646	Akaike info criterion	-9.966895	
Sum squared resid	0.001743	Schwarz criterion	-9.905053	
Log likelihood	3258.208	F-statistic	1492.150	
Durbin-Watson stat	1.967793	Prob(F-statistic)	0.000000	

Lampiran 10 LM Test – ARCH lag 9

ARCH Test:

F-statistic	1343.090	Probability	0.000000
Obs*R-squared	618.2168	Probability	0.000000

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 02/23/10 Time: 10:29

Sample(adjusted): 1/12/2007 7/10/2009

Included observations: 651 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	5.67E-05	6.56E-05	0.864994	0.3874
RESID^2(-1)	0.909547	0.039267	23.16323	0.0000
RESID^2(-2)	0.194269	0.052498	3.700500	0.0002
RESID^2(-3)	-0.115785	0.052178	-2.219031	0.0268
RESID^2(-4)	-0.108745	0.048050	-2.263151	0.0240
RESID^2(-5)	0.104043	0.048023	2.166548	0.0306
RESID^2(-6)	0.554112	0.053828	10.29406	0.0000
RESID^2(-7)	-0.403600	0.059012	-6.839240	0.0000
RESID^2(-8)	-0.270665	0.060879	-4.445934	0.0000
RESID^2(-9)	0.163334	0.052706	3.098960	0.0020
R-squared	0.949642	Mean dependent var	0.001322	
Adjusted R-squared	0.948935	S.D. dependent var	0.007242	
S.E. of regression	0.001637	Akaike info criterion	-9.977124	
Sum squared resid	0.001717	Schwarz criterion	-9.908330	
Log likelihood	3257.554	F-statistic	1343.090	
Durbin-Watson stat	2.006587	Prob(F-statistic)	0.000000	

Lampiran 11 LM Test – ARCH lag 10

ARCH Test:

F-statistic	1208.507	Probability	0.000000
Obs*R-squared	617.3571	Probability	0.000000

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 02/23/10 Time: 10:30

Sample(adjusted): 1/15/2007 7/10/2009

Included observations: 650 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.85E-05	6.60E-05	0.735200	0.4625
RESID^2(-1)	0.901626	0.039723	22.69808	0.0000
RESID^2(-2)	0.206250	0.053276	3.871310	0.0001
RESID^2(-3)	-0.103008	0.053065	-1.941157	0.0527
RESID^2(-4)	-0.138941	0.053161	-2.613592	0.0092
RESID^2(-5)	0.096775	0.048341	2.001906	0.0457
RESID^2(-6)	0.571515	0.055406	10.31509	0.0000
RESID^2(-7)	-0.397009	0.059230	-6.702785	0.0000
RESID^2(-8)	-0.278094	0.061145	-4.548085	0.0000
RESID^2(-9)	0.120395	0.061837	1.946970	0.0520
RESID^2(-10)	0.075361	0.056719	1.328670	0.1844
R-squared	0.949780	Mean dependent var	0.001324	
Adjusted R-squared	0.948994	S.D. dependent var	0.007248	
S.E. of regression	0.001637	Akaike info criterion	-9.975237	
Sum squared resid	0.001712	Schwarz criterion	-9.899473	
Log likelihood	3252.952	F-statistic	1208.507	
Durbin-Watson stat	1.995709	Prob(F-statistic)	0.000000	

Lampiran 12 LM Test – ARCH lag 11

ARCH Test:

F-statistic	1097.146	Probability	0.000000
Obs*R-squared	616.4622	Probability	0.000000

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 02/23/10 Time: 10:30

Sample(adjusted): 1/16/2007 7/10/2009

Included observations: 649 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.76E-05	6.69E-05	0.562524	0.5740
RESID^2(-1)	0.896886	0.040010	22.41643	0.0000
RESID^2(-2)	0.202669	0.053425	3.793493	0.0002
RESID^2(-3)	-0.091930	0.054158	-1.697434	0.0901
RESID^2(-4)	-0.132849	0.053519	-2.482261	0.0133
RESID^2(-5)	0.068057	0.055680	1.222273	0.2221
RESID^2(-6)	0.580338	0.056088	10.34687	0.0000
RESID^2(-7)	-0.386483	0.060127	-6.427790	0.0000
RESID^2(-8)	-0.272729	0.061405	-4.441453	0.0000
RESID^2(-9)	0.112378	0.062357	1.802162	0.0720
RESID^2(-10)	0.048572	0.062318	0.779418	0.4360
RESID^2(-11)	0.066936	0.064264	1.041587	0.2980
R-squared	0.949865	Mean dependent var	0.001325	
Adjusted R-squared	0.948999	S.D. dependent var	0.007253	
S.E. of regression	0.001638	Akaike info criterion	-9.972269	
Sum squared resid	0.001709	Schwarz criterion	-9.889518	
Log likelihood	3248.001	F-statistic	1097.146	
Durbin-Watson stat	1.987269	Prob(F-statistic)	0.000000	

Lampiran 13 LM Test – ARCH lag 12

ARCH Test:

F-statistic	1002.592	Probability	0.000000
Obs*R-squared	615.5133	Probability	0.000000

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 02/23/10 Time: 10:30

Sample(adjusted): 1/17/2007 7/10/2009

Included observations: 648 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.05E-05	8.56E-05	0.356454	0.7216
RESID^2(-1)	0.894310	0.044068	20.29388	0.0000
RESID^2(-2)	0.201648	0.053991	3.734876	0.0002
RESID^2(-3)	-0.091400	0.054369	-1.681102	0.0932
RESID^2(-4)	-0.130801	0.055582	-2.353276	0.0189
RESID^2(-5)	0.064865	0.060241	1.076768	0.2820
RESID^2(-6)	0.579822	0.056302	10.29840	0.0000
RESID^2(-7)	-0.384854	0.061323	-6.275816	0.0000
RESID^2(-8)	-0.268149	0.069600	-3.852711	0.0001
RESID^2(-9)	0.112468	0.062457	1.800725	0.0722
RESID^2(-10)	0.047707	0.062707	0.760792	0.4471
RESID^2(-11)	0.067745	0.064596	1.048753	0.2947
RESID^2(-12)	0.023566	0.168635	0.139743	0.8889
R-squared	0.949866	Mean dependent var	0.001327	
Adjusted R-squared	0.948919	S.D. dependent var	0.007259	
S.E. of regression	0.001641	Akaike info criterion	-9.967643	
Sum squared resid	0.001709	Schwarz criterion	-9.877889	
Log likelihood	3242.516	F-statistic	1002.592	
Durbin-Watson stat	1.987740	Prob(F-statistic)	0.000000	

Lampiran 14 Model GARCH (1,1)

Dependent Variable: LOSS
 Method: ML - ARCH (Marquardt)
 Date: 02/23/10 Time: 11:07
 Sample: 1/01/2007 7/10/2009
 Included observations: 660
 Convergence achieved after 22 iterations
 Variance backcast: ON

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-0.016792	0.000133	-125.8026	0.0000
Variance Equation				
C	1.48E-06	2.68E-07	5.522876	0.0000
ARCH(1)	1.130966	0.067180	16.83482	0.0000
GARCH(1)	-0.031837	0.008700	-3.659551	0.0003
R-squared	-0.095281	Mean dependent var		-0.027971
Adjusted R-squared	-0.100290	S.D. dependent var		0.036244
S.E. of regression	0.038018	Akaike info criterion		-6.387807
Sum squared resid	0.948182	Schwarz criterion		-6.360581
Log likelihood	2111.976	Durbin-Watson stat		0.053957

Lampiran 15 Model GARCH (2,1)

Dependent Variable: LOSS
 Method: ML - ARCH (Marquardt)
 Date: 02/23/10 Time: 11:25
 Sample: 1/01/2007 7/10/2009
 Included observations: 660
 Convergence achieved after 72 iterations
 Variance backcast: ON

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-0.015924	0.000143	-111.3524	0.0000
Variance Equation				
C	2.22E-07	3.01E-07	0.737585	0.4608
ARCH(1)	1.072211	0.126657	8.465489	0.0000
ARCH(2)	-0.756424	0.431948	-1.751193	0.0799
GARCH(1)	0.718688	0.325767	2.206142	0.0274
R-squared	-0.110656	Mean dependent var		-0.027971
Adjusted R-squared	-0.117439	S.D. dependent var		0.036244
S.E. of regression	0.038314	Akaike info criterion		-6.387287
Sum squared resid	0.961492	Schwarz criterion		-6.353255
Log likelihood	2112.805	Durbin-Watson stat		0.053210

Lampiran 16 Model GARCH (1,2)

Dependent Variable: LOSS
 Method: ML - ARCH (Marquardt)
 Date: 02/23/10 Time: 11:41
 Sample: 1/01/2007 7/10/2009
 Included observations: 660
 Convergence achieved after 47 iterations
 Variance backcast: ON

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-0.016549	0.000124	-133.7516	0.0000
Variance Equation				
C	1.47E-06	3.01E-07	4.884093	0.0000
ARCH(1)	1.149490	0.105330	10.91325	0.0000
GARCH(1)	-0.067436	0.061250	-1.101010	0.2709
GARCH(2)	0.039336	0.050293	0.782149	0.4341
R-squared	-0.099466	Mean dependent var		-0.027971
Adjusted R-squared	-0.106180	S.D. dependent var		0.036244
S.E. of regression	0.038120	Akaike info criterion		-6.387299
Sum squared resid	0.951805	Schwarz criterion		-6.353267
Log likelihood	2112.809	Durbin-Watson stat		0.053751

Lampiran 17 Model GARCH (3,1)

Dependent Variable: LOSS
 Method: ML - ARCH (Marquardt)
 Date: 02/23/10 Time: 11:42
 Sample: 1/01/2007 7/10/2009
 Included observations: 660
 Convergence achieved after 23 iterations
 Variance backcast: ON

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-0.016712	0.000140	-119.1277	0.0000
Variance Equation				
C	8.64E-07	8.22E-07	1.051303	0.2931
ARCH(1)	1.167103	0.072058	16.19669	0.0000
ARCH(2)	-0.489901	0.655606	-0.747249	0.4549
ARCH(3)	0.051426	0.039149	1.313577	0.1890
GARCH(1)	0.344790	0.599101	0.575512	0.5649
R-squared	-0.096642	Mean dependent var		-0.027971
Adjusted R-squared	-0.105026	S.D. dependent var		0.036244
S.E. of regression	0.038100	Akaike info criterion		-6.393557
Sum squared resid	0.949360	Schwarz criterion		-6.352718
Log likelihood	2115.874	Durbin-Watson stat		0.053890

Lampiran 18 Analisis Gerombol

Cluster Analysis of Variables: Return, @ SD, @ SMA, @ EWMA, @ GARCH

Correlation Coefficient Distance, Single Linkage
 Amalgamation Steps

Step	Number of clusters	Similarity level	Distance level	Clusters joined	New cluster	Number of obs. in new cluster
1	4	99.3458	0.013083	1 5	1	2
2	3	94.8140	0.103720	2 3	2	2
3	2	92.2977	0.154046	1 4	1	3
4	1	85.5303	0.289393	1 2	1	5

Lampiran 21 Pengujian Nilai Tengah Model Simple Moving Average Dengan Return

Two-Sample T-Test and CI: Return, @ SMA

Two-sample T for Return vs @ SMA

	N	Mean	StDev	SE Mean
Return	625	-0.0804	0.0834	0.0033
@ SMA	625	-0.0590	0.0500	0.0020

Difference = mu (Return) - mu (@ SMA)

Estimate for difference: -0.021451

95% CI for difference: (-0.029085, -0.013818)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -5.51 P-Value = 0.000 DF = 1020

Lampiran 22 Pengujian Nilai Tengah Model Exponential Weighted Moving Average

Dengan Return

Two-Sample T-Test and CI: Return, @ EWMA

Two-sample T for Return vs @ EWMA

	N	Mean	StDev	SE Mean
Return	625	-0.0804	0.0834	0.0033
@ EWMA	625	-0.0453	0.0553	0.0022

Difference = mu (Return) - mu (@ EWMA)

Estimate for difference: -0.035056

95% CI for difference: (-0.042912, -0.027201)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -8.76 P-Value = 0.000 DF = 1083

Lampiran 23 Pengujian Nilai Tengah Model Generalized Autoregressive Conditional Heterocedasticity Dengan Return

Two-Sample T-Test and CI: Return, @ GARCH

Two-sample T for Return vs @ GARCH

	N	Mean	StDev	SE Mean
Return	625	-0.0804	0.0834	0.0033
@ GARCH	625	-0.0713	0.0860	0.0034

Difference = mu (Return) - mu (@ GARCH)
 Estimate for difference: -0.009083
 95% CI for difference: (-0.018487, 0.000320)
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -1.90 P-Value = 0.058 DF = 1246

Lampiran 24 Script Macro Excel Aplikasi VaR Calculation

Sub Volatilitas()

i = 1

j = 11

anGka = 0

x = 0

days = Range("days")

decay = Range("lambda")

Do While Not Cells(j + days - 1, 3) = ""

Cells(j + days - 1, 4).Select

raTaan = Application.WorksheetFunction.Average(Range(ActiveCell.Offset(0, -1), ActiveCell.Offset(-(days - 1), -1)))

SD = Application.WorksheetFunction.StDev(Range(ActiveCell.Offset(0, -1), ActiveCell.Offset(-(days - 1), -1)))

Do While Not i = days + 1

anGka = anGka + (decay ^ (days - i + 1)) * ((ActiveCell.Offset(-days + i, -1) - raTaan) ^ 2)

i = i + 1

Loop

ActiveCell.Offset(1, 0) = -1 * SD _

'VaR@SD'

ActiveCell.Offset(1, 1) = raTaan _

'VaR@SMA'

ActiveCell.Offset(1, 2) = -1 * Sqr((1 - decay) * anGka) _

'VaR@EWMA'

If x = 1 Then

ActiveCell.Offset(1, 3) = -1 * Sqr((Range("omega"))) + _

```

(Range("alpha_1") * ((ActiveCell.Offset(0, -1) - Range("mean")) ^ 2)) + _
(Range("alpha_2") * ((ActiveCell.Offset(-1, -1) - Range("mean")) ^ 2)) + _
(Range("betha") *
Application.WorksheetFunction.Var(Range(ActiveCell.Offset(0, -1), ActiveCell.Offset(-
(days - 1), -1)))))) _
'VaR@GARCH'

```

```

ElseIf x > 1 Then
ActiveCell.Offset(1, 3) = -1 * Sqr((Range("omega")) + _
(Range("alpha_1") * ((ActiveCell.Offset(0, -1) - Range("mean")) ^ 2)) + _
(Range("alpha_2") * ((ActiveCell.Offset(-1, -1) - Range("mean")) ^ 2)) + _
(Range("betha") * ActiveCell.Offset(0, 3) ^ 2)) _
'VaR@GARCH'

```

End If

```

If ActiveCell.Offset(1, -1) <> "" Then
ActiveCell.Offset(1, 4) = ((ActiveCell.Offset(1, -1)) - (ActiveCell.Offset(1, 0))) ^ 2
ActiveCell.Offset(1, 5) = ((ActiveCell.Offset(1, -1)) - (ActiveCell.Offset(1, 1))) ^ 2
ActiveCell.Offset(1, 6) = ((ActiveCell.Offset(1, -1)) - (ActiveCell.Offset(1, 2))) ^ 2
If x > 0 Then ActiveCell.Offset(1, 7) = ((ActiveCell.Offset(1, -1)) - (ActiveCell.Offset(1, 3)))
^ 2
End If
i = 1
anGka = 0
raTaan = 0
x = x + 1
j = j + 1
Loop
End Sub

```

Lampiran 25 Tampilan Interface Aplikasi VaR Calculation

