



UNIVERSITAS INDONESIA

ANALISIS PERBANDINGAN PERHITUNGAN BEBAN MODAL  
RISIKO OPERASIONAL DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE *EXTREME VALUE THEORY* DAN  
METODE *MONTE CARLO SIMULATION*  
STUDY KASUS PT BANK ABC

TESIS

FERIYANTI NALORA  
1006793460

FAKULTAS EKONOMI  
PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN  
JAKARTA  
JUNI 2012



UNIVERSITAS INDONESIA

ANALISIS PERBANDINGAN PERHITUNGAN BEBAN MODAL  
RISIKO OPERASIONAL DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE *EXTREME VALUE THEORY* DAN  
METODE *MONTE CARLO SIMULATION*  
STUDY KASUS PT BANK ABC

TESIS

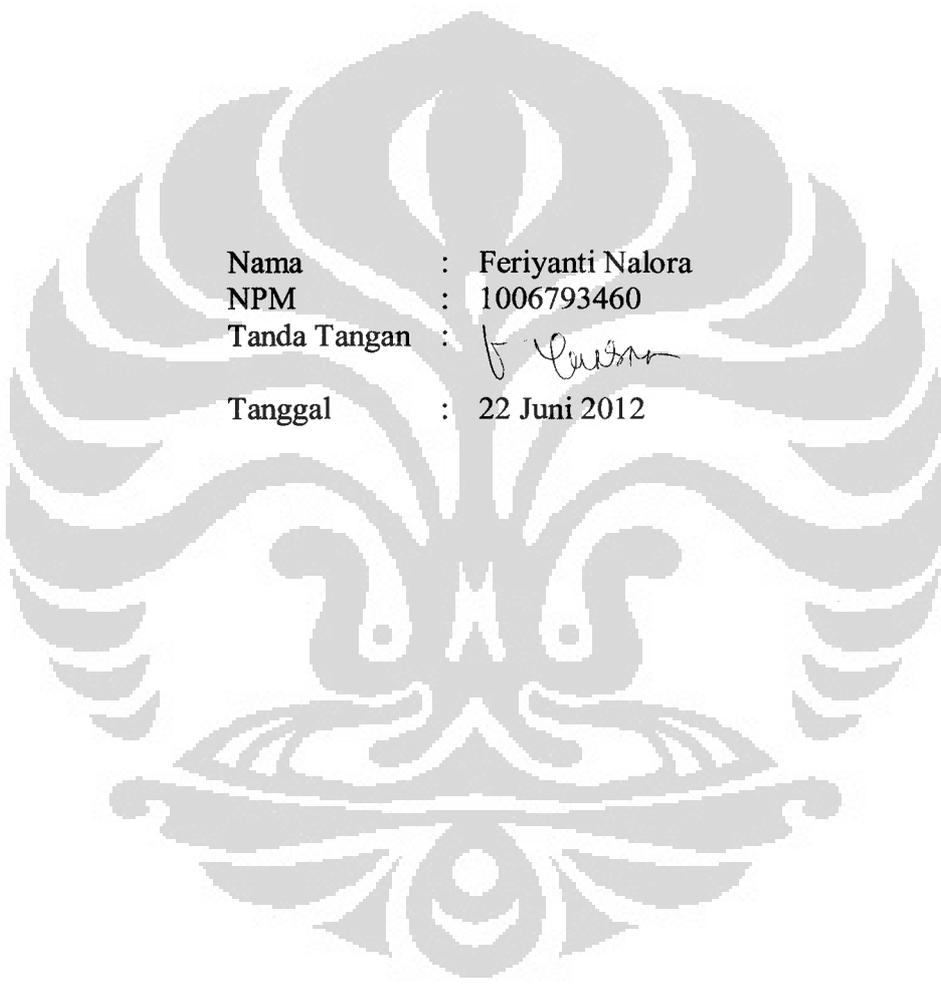
Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Manajemen

FERIYANTI NALORA  
1006793460

FAKULTAS EKONOMI  
PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN  
KEKHUSUSAN MANAJEMEN KEUANGAN  
JAKARTA  
JUNI 2012

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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



Nama : Feriyanti Nalora  
NPM : 1006793460  
Tanda Tangan :   
Tanggal : 22 Juni 2012

## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh

Nama : Feriyanti Nalora  
NPM : 1006793460  
Program Studi : Magister Manajemen  
Judul Thesis : Analisis Perbandingan Perhitungan Beban Modal Risiko Operasional dengan Menggunakan Metode *Extreme Value Theory* dan Metode *Monte Carlo Simulation* : Study Kasus PT Bank ABC

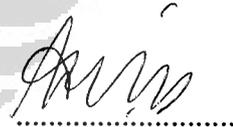
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar **Magister Manajemen** pada Program Studi Magister Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : DR. Dewi Hanggraeni

Tim Penguji : Rofikoh Rokhim, S.E., SIP., DEA., PhD

: Imo Gandakusuma, MBA



Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 22 Juni 2012

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillahirobbil a'lam*, atas ridha dan rahmat dari Allah SWT semata Penulis dapat menyelesaikan penulisan Tesis ini dengan baik dan tepat waktu. Tesis ini dibuat sebagai salah satu persyaratan dalam mencapai gelar Magister Manajemen pada Program Studi Magister Manajemen Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tesis ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Tesis ini. Untuk itu, Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Rhenald Khasali Phd, selaku Ketua Program Studi Magister Manajemen Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia
2. Ibu DR. Dewi Hanggraeni atas bimbingan dan bantuannya dalam penyusunan tesis ini.
3. Bapak/Ibu Pimpinan Bank Indonesia dan kolega yang telah memberikan bantuan dan pengertiannya kepada penulis mulai dari awal perkuliahan sampai dengan penyelesaian tesis.
4. Manajemen PT Bank ABC beserta staf Divisi Manajemen Risiko yang telah memberi kesempatan kepada peneliti untuk melakukan penelitian.
5. Keluarga tercinta khususnya mama dan papa Siti Khadijah dan Ridono Aidad, suamiku Iwan Juliawan Aidad dan kedua anakku Faadillah Fayyadh Aidad dan Rofiif Robbaani Aidad serta kakakku Yulia, Budi dan Gunawan yang telah memberikan banyak inspirasi dan motivasi hingga penulis dapat menyelesaikan kuliah ini.
6. Bapak/Ibu Dosen yang telah mengajar dan membagikan ilmunya, serta rekan-rekan di MM-MR-10 Kelas Malam atas kerjasama, kebersamaan dan dukungannya.
7. Rekan-rekan peneliti terutama untuk Yanti Setiawan yang telah berjuang bersama dalam segala situasi, Tuti F. Azmi untuk dukungan dan semangatnya,

Mas Pras, Dino, Uniek, Ronggo dan Ami serta untuk Mas Adfis dan Mas Herman untuk bantuan dan dukungannya.

Akhir kata, Penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu .

Jakarta, 22 Juni 2012



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

---

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

Nama : Feriyanti Nalora  
NPM : 1006793460  
Program Studi: Magister Manajemen  
Departemen : Manajemen  
Fakultas : Ekonomi  
Jenis karya : Tesis

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

**Analisis Perbandingan Perhitungan Beban Modal Risiko Operasional dengan Menggunakan Metode *Extreme Value Theory* dan Metode *Monte Carlo Simulation* : Study Kasus PT Bank ABC**

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta  
Pada tanggal : 22 Juni 2012

Yang Menyatakan



(Feriyanti Nalora)

## ABSTRAK

Nama : Feriyanti Nalora  
Program Studi : Magister Manajemen  
Judul : Analisis Perbandingan Perhitungan Beban Modal Risiko Operasional dengan Menggunakan Metode *Extreme Value Theory* dan Metode *Monte Carlo Simulation* : Studi Kasus PT Bank

Risiko operasional adalah salah satu risiko yang cenderung sulit untuk diantisipasi dan dampaknya seringkali di luar perkiraan bank. Pengukuran *Value at Risk (VaR)* menjadi penting agar bank dapat menghitung beban modal untuk risiko operasional sesuai dengan profil risikonya. Tesis ini membandingkan perhitungan *VaR* risiko operasional pada PT Bank ABC dengan dua metode yaitu *Monte Carlo Simulation* dan *Extreme Value Theory*. Berdasarkan *backtesting* terhadap kedua metode tersebut, pengukuran risiko operasional pada Bank ABC lebih realistis jika menggunakan *Monte Carlo Simulation*.

Kata kunci:

Risiko Operasional, *Extreme Value Theory*, *Monte Carlo Simulation*, *Back Testing*

## ABSTRACT

Name : Feriyanti Nalora  
Study Program : Master of Management  
Title : Comparative Analysis of Capital Charge for Operational Risk Capital by using the Extreme Value Theory and Monte Carlo Simulation: Case Study on PT Bank ABC

Operational risk in banking is one of the most difficult risk to anticipate and its impact to bank's losses sometimes unpredictable. Measuring Value at Risk (VaR) then become important to enable bank to calculate capital charges for operational risk in accordance with its risk profile. This research attempts to compare between Extreme Value Theory method and Monte Carlo Simulation to calculate operational risk capital charge in PT Bank ABC. Based on backtesting procedures, it reveals that Monte Carlo Simulation is more suitable for Bank ABC's risk profile.

Key words:

*Operational Risk, Extreme Value Theory, Monte Carlo Simulation, Back Testing*

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR PERSAMAAN</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Batasan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
1.6 Sistematika Penulisan .....	6
<b>2. STUDI KEPUSTAKAAN</b> .....	8
2.1 Definisi Risiko Operasional .....	8
2.2 Manajemen Risiko Operasional .....	10
2.3 Metode Pengukuran Risiko Operasional .....	13
2.3.1 <i>Basic Indicator Approach (BIA)</i> .....	13
2.3.2 <i>Standardized Approach (SA)</i> .....	14
2.3.3 <i>Advanced Measurement Approach (AMA)</i> .....	16
2.3.3.1 Metode <i>Extreme Value Theory</i> .....	17
2.3.3.2 Metode <i>Monte Carlo Simulation</i> .....	20
2.4 Pengujian Validitas .....	24
2.5 Penelitian Sebelumnya .....	25
<b>3. METODE PENELITIAN</b> .....	29
3.1 Pengumpulan Data .....	29
3.2 Metode Penelitian .....	34
3.2.1. Metode <i>Extreme Value Theory</i> .....	34
3.2.2. <i>Monte Carlo Simulation</i> .....	39
3.3. Pengujian Validitas Metode <i>Extreme Value Theory</i> dan <i>Monte Carlo Simulation</i> .....	43

3.4. Kerangka Penelitian .....	45
<b>4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>47</b>
4.1 Metode <i>Extreme Value Theory</i> .....	47
4.1.1 <i>Block Maxima – Generalized Extreme Value (GEV)</i> .....	48
4.1.1.1 Penghitungan Estimasi Parameter .....	48
4.1.1.2 Penghitungan <i>Operational Value at Risk</i> .....	49
4.1.2 <i>Peaks Over Threshold (POT) – Generalized Pareto Distribution (GPD)</i> .....	51
4.1.2.1 Penentuan <i>Threshold</i> .....	51
4.1.2.2 Penetapan Parameter .....	52
4.1.2.3 Perhitungan Nilai <i>Operational Value at Risk</i> .....	55
4.2 Metode <i>Monte Carlo Simulation</i> .....	56
4.2.1 <i>Loss Distribution Model</i> .....	57
4.2.2 Penyusunan <i>Monte Carlo Simulation</i> .....	59
4.2.3 Perhitungan <i>Value at Risk</i> .....	61
4.3 Pengujian Validitas .....	62
4.3.1 <i>Back Testing Metode Extreme Value Theory</i> .....	63
4.3.2 <i>Back Testing Monte Carlo Simulation</i> .....	66
4.4 Penghitungan Beban Modal .....	66
<b>5. SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>69</b>
7.1 Simpulan .....	69
7.2 Keterbatasan Penelitian .....	70
7.3 Saran .....	71
<b>DAFTAR REFERENSI .....</b>	<b>73</b>

## DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1	<i>Business Lines and Beta Factors</i> .....	15
Tabel 2.2	Penelitian Terdahulu Mengenai Beban Modal Risiko Operasional .....	27
Tabel 3.1	Data Kerugian PT Bank ABC .....	30
Tabel 3.2	Deskripsi Statistik Data Kerugian Severitas PT Bank ABC (Januari 2008 – Desember 2010) .....	31
Tabel 3.3	Deskripsi Statistik Data Kerugian Frekuensi PT Bank ABC (Januari 2008 – Desember 2010) .....	32
Tabel 3.4	Jumlah Pelanggaran ( <i>N</i> ) yang Diterima Berdasarkan <i>Kupiec's Proportion of Failure Test</i> .....	44
Tabel 4.1	Perhitungan <i>Generalized Extreme Value</i> .....	49
Tabel 4.2	Perhitungan <i>Op-VaR</i> Metode <i>Generalized Extreme Value</i> Berdasarkan <i>Confidence Level</i> .....	50
Tabel 4.3	Data Severitas Kerugian yang Melebihi Threshold .....	52
Tabel 4.4	Perhitungan Parameter <i>Hill Shape</i> .....	53
Tabel 4.5	Perhitungan <i>Probability Weighted Moments</i> .....	54
Tabel 4.6	Perhitungan <i>Op-VaR Shape</i> Metode <i>Hill</i> Berdasarkan <i>Confidence Level</i> .....	55
Tabel 4.7	Perhitungan <i>Op-VaR Shape</i> Metode <i>Probability Weighted Moments</i> Berdasarkan <i>Confidence Level</i> .....	56
Tabel 4.8	Perhitungan <i>Monte Carlo Simulation</i> dengan Iterasi dan Simulasi .....	61
Tabel 4.9	Perhitungan <i>VaR Operational Risk</i> dengan Metode <i>Monte Carlo Simulation</i> .....	62
Tabel 4.10	Perhitungan <i>Backtesting</i> Metode <i>POT-GEV</i> .....	64
Tabel 4.11	Perhitungan <i>Backtesting</i> Metode <i>PWM-GPD</i> .....	65
Tabel 4.12	Perhitungan <i>Backtesting</i> Metode <i>Hill-GPD</i> .....	65
Tabel 4.13	Perhitungan <i>Backtesting</i> Metode <i>Monte Carlo Simulation</i> .....	66
Tabel 4.14	Perbandingan Beban Modal Risiko Operasional .....	67

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Key Elements to Achieve Best Practice Operational Risk Management</i> .....	12
Gambar 2.2 <i>Simple View of EVT</i> .....	17
Gambar 3.1 Distribusi Severitas Kerugian Operasional PT Bank ABC (2008 – 2010) .....	33
Gambar 3.2 Distribusi Frekuensi Kerugian Operasional PT Bank ABC (2008 – 2010) .....	33
Gambar 3.3 Tahapan Penentuan <i>Loss Distribution Model</i> .....	40
Gambar 3.4 Kerangka Penelitian .....	46
Gambar 4.1 Distribusi Frekuensi Kerugian Operasional PT Bank ABC	58
Gambar 4.2 Distribusi Severitas Kerugian Operasional PT Bank ABC	59

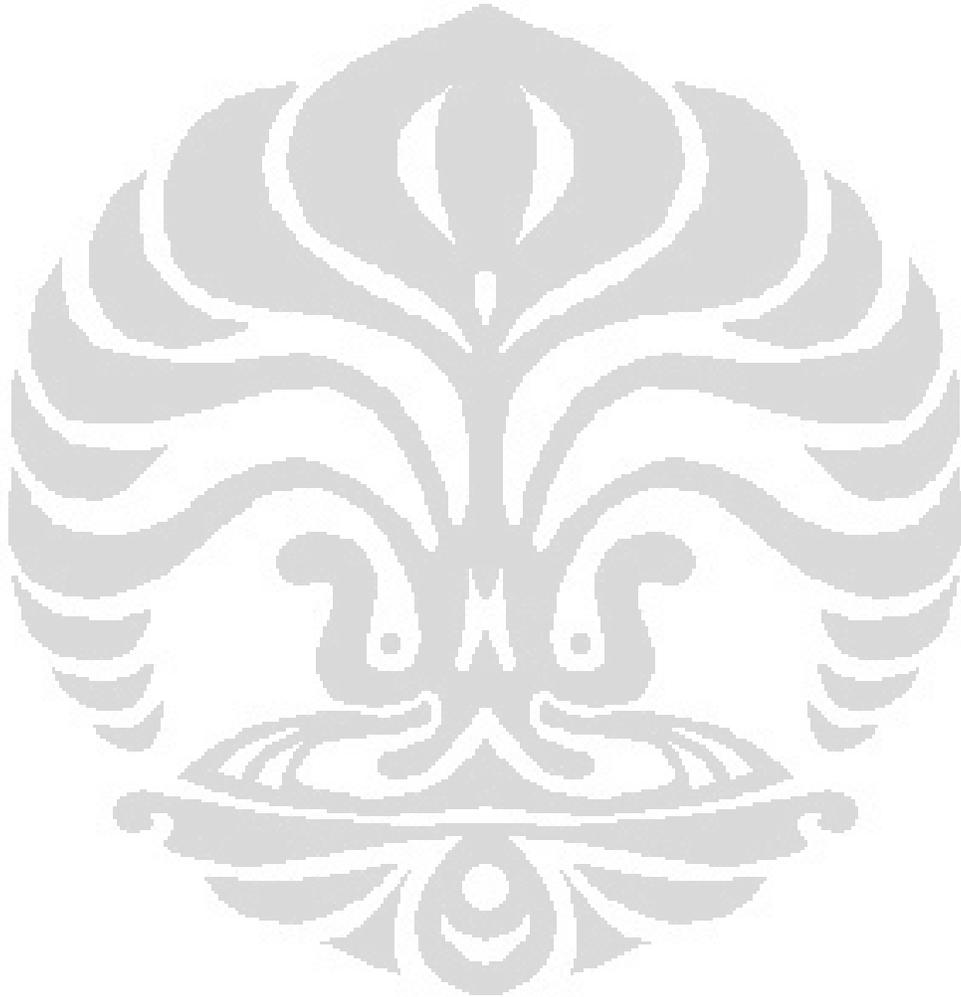
## DAFTAR PERSAMAAN

			Halaman
Persamaan	(2.1)	Perhitungan beban modal menggunakan <i>Basic Indicator Approach</i> .....	13
Persamaan	(2.2)	Perhitungan beban modal menggunakan <i>Standardized Approach</i> .....	15
Persamaan	(2.3)	<i>General Extreme Value Distribution</i> .....	18
Persamaan	(2.4)	Distribusi Kerugian <i>Generalized Pareto Distributions</i> .....	19
Persamaan	(2.5)	Fungsi Probabilitas Kumulatif <i>Generalized Pareto Distribution</i> .....	19
Persamaan	(2.6)	Fungsi Probabilitas Kumulatif <i>Generalized Pareto Distribution</i> .....	19
Persamaan	(2.7)	Fungsi kumulatif <i>poisson distribution</i> .....	22
Persamaan	(2.8)	Probabilits Fungsi Distribusi Binomial Negatif .....	22
Persamaan	(2.9)	Probabilitas Fungsi Distribusi Binomial .....	23
Persamaan	(2.10)	Formula Distribusi Geometrik .....	23
Persamaan	(2.11)	Formula Distribusi Geometrik (lanjutan) .....	23
Persamaan	(2.12)	Probabilitas fungsi densitas distribusi normal .....	23
Persamaan	(2.13)	Formula distribusi <i>lognormal</i> .....	24
Persamaan	(2.14)	Nilai <i>Mean</i> Distribusi <i>Lognormal</i> .....	24
Persamaan	(2.15)	Nilai <i>Variance</i> Distribusi <i>Lognormal</i> .....	24
Persamaan	(2.16)	Fungsi Densitas <i>Gamma Distribution</i> .....	24
Persamaan	(2.17)	Fungsi Densitas <i>Gamma Distribution</i> (lanjutan) .....	25
Persamaan	(2.18)	Formula Distribusi <i>Weibull</i> .....	25
Persamaan	(2.19)	Formula Distribusi <i>Pareto</i> .....	25
Persamaan	(3.1)	Perhitungan Estimasi Parameter <i>Location – EVT – GEV</i> .....	35
Persamaan	(3.2)	Perhitungan Estimasi Parameter <i>Scale – EVT - GEV</i> .....	35
Persamaan	(3.3)	Perhitungan Estimasi Parameter <i>Shape – EVT - GEV</i> .....	35
Persamaan	(3.4)	Perhitungan nilai <i>c</i> untuk estimasi parameter <i>Location, Scale</i> dan <i>Shape</i> Metode <i>EVT – GEV</i> .....	35
Persamaan	(3.5)	Perhitungan Nilai <i>Value at Risk Operational Risk</i> Metode <i>EVT GEV</i> .....	35
Persamaan	(3.6)	<i>Sample Mean Excess Function</i> Metode <i>EVT – POT</i> ....	36
Persamaan	(3.7)	Perhitungan Estimasi Parameter <i>Location, Scale</i> dan <i>Shape</i> Metode <i>EVT – POT</i> .....	37
Persamaan	(3.8)	<i>GDP estimator</i> untuk parameter <i>shape – Metode</i> Metode <i>EVT – POT – GPD</i> .....	37
Persamaan	(3.9)	Perhitungan nilai $m_1$ untuk <i>GDP Estimator</i> Parameter <i>Shape – Metode EVT – POT – GPD</i> .....	38
Persamaan	(3.10)	Perhitungan nilai $m_2$ untuk <i>GDP Estimator</i> Parameter <i>Shape – Metode EVT – POT – GPD</i> .....	38
Persamaan	(3.11)	Estimasi Parameter <i>Scale – Metode EVT – POT –</i> .....	38

		<i>GPD</i> .....	
Persamaan	(3.12)	Estimasi Parameter <i>Location</i> – Metode <i>EVT – POT – GPD</i> .....	38
Persamaan	(3.13)	Estimasi Parameter dengan pendekatan <i>Hill-Estimator</i> (Metode I) .....	38
Persamaan	(3.14)	Estimasi Parameter dengan pendekatan <i>Hill-Estimator</i> (Metode II) .....	38
Persamaan	(3.15)	Perhitungan Nilai <i>Value at Risk Operational Risk</i> Metode <i>POT – GPD</i> .....	39
Persamaan	(3.16)	Estimasi <i>Expected Shortfall</i> dalam Perhitungan <i>VaR</i> Metode <i>POT – GPD</i> .....	39
Persamaan	(3.17)	Perhitungan <i>KS-Statistic</i> Metode <i>Monte Carlo Simulation</i> .....	42
Persamaan	(3.18)	Perhitungan <i>Chi-Square-Statistic</i> Metode <i>Monte Carlo Simulation</i> .....	43
Persamaan	(3.19)	Perhitungan Nilai $C_t$ dalam <i>backtesting EVT</i> dan <i>Monte Carlo Simulation</i> .....	44
Persamaan	(3.20)	Pendekatan <i>loglikelihood ratio</i> untuk menguji validitas model ( <i>Kupiec</i> ) .....	44
Persamaan	(4.1)	Perhitungan <i>Sample Mean Excess Function</i> .....	51

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Parameter *Shape* dan *VaR* Metode *Hill Estimation*



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perbankan Indonesia memiliki fungsi utama sebagai penghimpun dan penyalur dana masyarakat serta bertujuan untuk menunjang pelaksanaan pembangunan nasional dalam rangka meningkatkan pemerataan pembangunan dan hasil-hasilnya, pertumbuhan ekonomi dan stabilitas nasional. Selain itu, perbankan juga berfungsi sebagai penunjang kelancaran sistem pembayaran, pelaksanaan kebijakan moneter dan pencapaian stabilitas sistem keuangan. Fungsi tersebut menyebabkan perbankan memiliki kedudukan yang strategis dalam perekonomian dan pembangunan nasional sehingga perbankan dituntut agar tumbuh secara sehat, transparan dan dapat dipertanggungjawabkan (Bank Indonesia, 2011)

Di sisi lain, perbankan Indonesia telah tumbuh sangat pesat baik dari lingkungan eksternal maupun internal, antara lain disebabkan oleh kemajuan teknologi, perkembangan pasar dan tuntutan *stakeholder*. Perkembangan tersebut telah menciptakan berbagai produk dan pelayanan perbankan yang beragam dan kompleks antara lain *internet banking*, *mobile banking* dan *wealth management*. Hal ini menyebabkan bank menghadapi potensi risiko kerugian yang semakin meningkat dan kompleks (Bank Indonesia, 2006)

Dalam rangka menciptakan perbankan yang sehat, Bank Indonesia selaku otoritas pengawasan bank di Indonesia telah menetapkan risiko yang dihadapi bank ke dalam delapan cakupan risiko yaitu risiko kredit, risiko pasar, risiko likuiditas, risiko operasional, risiko hukum, risiko reputasi, risiko stratejik dan risiko kepatuhan. Setiap bank memiliki profil risiko yang berbeda-beda sesuai dengan ukuran dan kompleksitas kegiatan operasionalnya. Bank yang memiliki risiko yang semakin kompleks membutuhkan praktek *good corporate governance* yang sehat

dan fungsi manajemen risiko yang baik, agar bank dapat mengantisipasi terjadinya risiko (Bank Indonesia, 2003)

Salah satu risiko yang cenderung sulit untuk diantisipasi dan dampak yang diakibatkan sering di luar perkiraan bank adalah risiko operasional. Untuk itu manajemen risiko bank harus meningkatkan fungsi identifikasi, pengukuran, pemantauan dan pengendalian risiko operasional, agar aktivitas usaha yang dilakukan tidak menimbulkan kerugian yang melebihi kemampuan bank atau yang dapat mengganggu kelangsungan usaha bank. Namun demikian secara umum perbankan di Indonesia belum dapat mengukur risiko operasional sesuai dengan kompleksitas dan profil risiko yang dimiliki, sehingga pengelolaan risiko operasional belum berjalan efektif.

Dalam rangka mengukur risiko operasional yang dimiliki, Basel II telah meminta bank secara bertahap untuk mengukur risiko operasional mulai dari *Basic Indicator Approach (BIA)* dan *Standardized Approach (SA)* sampai pada pendekatan yang lebih maju yaitu *Advanced Measurement Approach (AMA)*. Bank diharapkan untuk bergerak sepanjang spektrum pendekatan yang tersedia sejalan dengan meningkatnya kompleksitas sistem pengukuran dan praktek risiko operasional yang dikembangkan (Basel, 2004)

Bank Indonesia sejak Januari 2009 telah meminta bank untuk menghitung Aset Tertimbang Menurut Risiko (ATMR) untuk risiko operasional dengan menggunakan pendekatan indikator dasar atau *Basic Indicator Approach (BIA)*. Perhitungan tersebut dilakukan secara bertahap dan sejak Januari 2011 perhitungan beban modal risiko operasional ditetapkan sebesar 15% dari rata-rata pendapatan bruto positif tahunan selama tiga tahun terakhir. Namun demikian penerapan dengan menggunakan *BIA* cenderung sederhana, mudah diterapkan dan diperlakukan sama untuk semua bank sehingga tidak mencerminkan kondisi dan profil risiko bank yang sebenarnya (Bank Indonesia, 2009).

Perhitungan dengan menggunakan *BIA* membuat bank menyediakan dana cadangan yang belum tentu sesuai dengan profil risiko yang dimiliki. Apabila cadangan yang terbentuk lebih kecil dari yang seharusnya dibentuk, maka jika terjadi peristiwa diluar perkiraan bank, cadangan yang terbentuk tersebut tidak mampu mengantisipasi kerugian yang ditimbulkan sehingga dapat menurunkan nilai perusahaan. Di sisi lain, jika cadangan yang dibentuk tersebut lebih besar dari yang seharusnya dibentuk, maka terdapat dana *idle* yang seharusnya dapat digunakan untuk peningkatan kredit dalam rangka ekspansi usaha.

Sehubungan dengan hal tersebut, maka bank diharapkan dapat menggunakan internal model dalam pengukuran risiko operasionalnya. Namun demikian penerapan internal model memerlukan berbagai persyaratan minimum baik kuantitatif maupun kualitatif agar hasil penilaian risiko lebih mencerminkan kondisi bank yang sebenarnya. Bank yang aktif secara internasional dan bank dengan eksposur risiko operasional yang signifikan (misalnya bank dengan kegiatan khusus) diharapkan dapat menggunakan pendekatan yang lebih maju sesuai dengan profil risiko bank tersebut.

PT Bank ABC yang merupakan salah satu bank di Indonesia yang memiliki kompleksitas kegiatan usaha yang tinggi dengan eksposur risiko operasional yang signifikan sampai dengan saat ini masih menggunakan pendekatan *BIA* dan belum menerapkan model internal dalam menghitung beban modal risiko operasional. Hal ini menyebabkan beban modal risiko operasional yang dibentuk tidak sesuai dengan profil risiko bank, sehingga PT Bank ABC dituntut untuk dapat menerapkan model internal dalam mengukur risiko operasionalnya.

Pengukuran dengan menggunakan internal model merupakan suatu tuntutan yang harus dipenuhi agar bank dapat mengantisipasi perkembangan aktivitas operasional yang semakin kompleks, mengantisipasi kebijakan perbankan di masa yang akan datang dan untuk menghindari terjadinya *idle money* karena beban modal risiko operasional yang dihitung bank lebih besar dari yang seharusnya dibentuk.

## 1.2 Rumusan Masalah

Basel (2004) mendefinisikan risiko operasional sebagai risiko kerugian yang diakibatkan oleh kurang memadainya atau kegagalan proses internal, orang dan sistem atau kejadian-kejadian eksternal. Definisi ini mencakup risiko hukum namun tidak termasuk risiko strategis dan reputasi. Risiko operasional melekat pada semua produk, aktivitas, proses dan sistem perbankan, dan manajemen risiko operasional yang efektif selalu menjadi elemen dasar dari program risiko manajemen bank. Sebagai akibatnya, kinerja manajemen risiko operasional merupakan cerminan dari efektivitas Dewan Direksi dan Manajemen Senior dalam mengelola portofolio produk, aktivitas, proses dan sistem.

Dalam rangka mengantisipasi kerugian yang disebabkan oleh risiko operasional, bank diminta untuk membentuk cadangan kerugian risiko operasional. Menurut laporan yang disampaikan, PT Bank ABC telah menghitung beban modal risiko operasional menggunakan *BIA* masing-masing sebesar Rp 2.276.354 juta (2009), Rp 2.705.293 juta (2010), Rp 3.262.205 juta (2011) dan Rp 3.870.769 juta (2012). Nilai tersebut diperkirakan belum sesuai dengan kompleksitas dan profil risiko operasional bank. Untuk itu PT Bank ABC diharapkan dapat mempersiapkan penerapan risiko operasional dengan pendekatan internal model dan mencari pendekatan yang paling sesuai dengan bank.

Berdasarkan hal-hal tersebut di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang dianalisis sebagai berikut:

- a. Berapa besarnya beban modal risiko operasional dengan menggunakan metode *Extreme Value Theory*?
- b. Berapa besarnya beban modal risiko operasional dengan menggunakan metode *Monte Carlo Simulation*?

- c. Dengan menggunakan *backtesting*, pendekatan mana yang lebih sesuai diterapkan antara metode *Extreme Value Theory* dengan metode *Monte Carlo Simulation*?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan pokok permasalahan maka penelitian ini bertujuan untuk:

- a. Memberikan gambaran mengenai beberapa metode pengukuran beban modal risiko operasional PT Bank ABC yaitu *Extreme Value Theory (EVT)* dan *Monte Carlo Simulation*.
- b. Menganalisis metode *EVT* dan *Monte Carlo Simulation* dalam mengestimasi kerugian operasional PT Bank ABC.
- c. Membandingkan hasil *backtesting EVT* dan *Monte Carlo Simulation* sehingga diperoleh gambaran metode yang sesuai untuk digunakan dalam perhitungan modal risiko operasional di PT Bank ABC.

### 1.4 Batasan Penelitian

Penelitian ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

- a. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data historis kerugian operasional PT Bank ABC pada semua lini bisnis yang ada di bank.
- b. Data historis yang digunakan merupakan data historis kerugian operasional PT Bank ABC yang merupakan data bulanan frekuensi dan severitas yang tercatat pada PT Bank ABC tahun 2008 - 2010.
- c. Data historis kerugian PT Bank ABC tahun 2011 sampai dengan Mei 2012 digunakan sebagai data untuk *back testing*.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran, acuan dan manfaat kepada:

### 1.5.1 Pihak regulator

Bank Indonesia dan Lembaga lain yang terkait dengan pengaturan dan pengawasan perbankan di Indonesia diharapkan dapat merumuskan kebijakan risiko operasional perbankan yang lebih baik.

### 1.5.2 Industri perbankan

- a. Dapat menetapkan metode perhitungan risiko operasional yang sesuai dengan kompleksitas dan profil risiko dari masing-masing bank.
- b. Tidak terdapat dana *idle* akibat perhitungan beban modal risiko operasional yang tidak tepat.
- c. Mendorong perbankan untuk segera mempersiapkan diri dalam penggunaan internal model.

### 1.5.3 Akademisi

Para Akademisi agar dapat menambah wawasan terutama dalam pengembangan penggunaan model perhitungan risiko operasional dan sebagai dasar penelitian lebih lanjut dengan menggunakan data dan metode yang lebih komprehensif.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tesis ini sebagai berikut:

### Bab 1 Pendahuluan

Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang, pokok masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematikan pembahasan.

## **Bab 2 Studi Kepustakaan**

Bab ini menjelaskan berbagai teori dan konsep yang mendukung dan akan digunakan dalam penelitian. Diawali dengan risiko operasional dan manajemen risiko, pengukuran risiko dengan menggunakan *Basic Indicator Approach (BIA)*, *Standardize Approach (SA)* dan *Advanced Measurement Approaches (AMA)* serta dibahas mengenai *back testing*. Untuk *AMA* dijelaskan mengenai Metode *Extreme Value Theory (EVT)* dan *Monte Carlo Simulation*. Selain itu, akan dijelaskan pula penelitian-penelitian sebelumnya mengenai penerapan Metode *EVT* dan *Monte Carlo Simulation* pada pengukuran risiko operasional.

## **Bab 3 Metode Penelitian**

Bab ini menjelaskan data yang diperlukan sebagai dasar analisis dan proses pengolahan data sesuai dengan metode yang telah diuraikan dalam landasan teori.

## **Bab 4 Analisis dan Pembahasan**

Pada bab ini akan dikemukakan mengenai pengukuran risiko operasional dengan menggunakan Metode *EVT* dan *Monte Carlo Simulation* dan melakukan uji validitas dengan *back-testing* berdasarkan data yang tersedia. Selain itu, akan dilakukan perbandingan diantara kedua metode tersebut.

## **Bab 5 Kesimpulan dan Saran**

Bab ini akan disampaikan beberapa kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan terkait dengan pokok masalah, serta disampaikan juga berbagai saran baik terkait pokok masalah maupun untuk penelitian lebih lanjut.

## BAB 2

### STUDI KEPUSTAKAAN

#### 2.1 Definisi Risiko Operasional

Risiko operasional merupakan risiko yang ada disetiap lingkungan bisnis dan selalu dihadapi bank dan institusi keuangan lainnya dalam setiap aktivitas termasuk dalam *trading* atau transaksi kredit. Marshall (2001) mendefinisikan risiko operasional sesuai dengan *Risk Management Guidelines* yang diterbitkan oleh Basel Committee pada tahun 1994 yaitu risiko dimana kelemahan dalam sistem informasi atau kontrol internal dapat menyebabkan kerugian yang tidak diharapkan (*unexpected loss*). Dari semua jenis risiko yang dihadapi lembaga keuangan, risiko operasional dapat menjadi risiko yang paling dahsyat dan paling sulit diantisipasi. Risiko operasional tersebut dapat mengakibatkan penurunan nilai perusahaan secara tiba-tiba dan dramatis (Lewis, 2004).

Lebih lanjut Lewis (2004) mengungkapkan bahwa dalam komunitas keuangan tidak ada definisi yang diterima secara umum untuk risiko operasional. Tidak adanya definisi tersebut terkait dengan sifat risiko operasional itu sendiri yang memiliki cakupan sangat luas dengan berbagai isu dan masalah yang berada di luar risiko pasar dan risiko kredit. Titik awal yang digunakan untuk mengungkapkan risiko operasional adalah risiko yang melekat pada kegiatan bisnis di seluruh organisasi. Gagasan dari risiko operasional merupakan konsep yang lebih luas dari “operasi” atau *back* dan *middle office risk*. Sebagai contoh Jameson (1999) dalam Lewis (2004) mendefinisikan risiko operasional sebagai setiap sumber risiko yang terdapat di luar area risiko pasar dan risiko kredit.

Risiko operasional fokus pada risiko inheren di organisasi berupa proses operasional sedangkan risiko pasar dan risiko kredit fokus pada risiko eksternal, sehingga dapat dikatakan bahwa risiko operasional merupakan risiko kerugian yang diakibatkan kekurangan atau kegagalan dari proses, sistem atau teknologi,

staf, organisasi atau eksternal sistem. Untuk memahami risiko operasional diperlukan pemahaman mengenai ukuran dan sumber dari risiko. Ukuran yang digunakan untuk menunjukkan dan menyimpulkan risiko yang dihadapi oleh perusahaan adalah *Economic Capital* (Alexander et al., 2003).

Lebih lanjut Alexander et al. (2003) menjelaskan bahwa *Economic Capital* merupakan sejumlah modal perusahaan yang digunakan untuk melindungi perusahaan dari kerugian yang tidak diperkirakan. Dengan demikian *Operational risk economic capital* melindungi perusahaan dari kerugian sebagai akibat dari kerugian operasional yang tidak diperkirakan.

Banyak bank di dunia tidak mengalokasikan modal untuk risiko operasional, alasannya bukan karena risiko operasional tidak penting tetapi mereka tidak tahu bagaimana mengukur dan mengelola risiko operasional. Sebuah artikel dari Euro Money pada Desember 1996 mengemukakan bahwa bank mengukur risiko kredit dan risiko pasar serta mengalokasikan modal untuk risiko tersebut. Hal ini bukan karena risiko kredit dan risiko pasar merupakan risiko terbesar yang dihadapi bank tetapi karena mereka dapat melakukannya (Xie, 2011).

Chernobai (2007) mengklasifikasikan risiko operasional sebagai berikut:

- a. Sifat dari kerugian: dari internal atau eksternal.
- b. Dampak dari kerugian: kerugian langsung atau tidak langsung.
- c. Tingkat harapan: *expected* atau *unexpected*
- d. Tipe risiko, tipe kejadian dan tipe kerugian
- e. *Magnitude* (atau severitas) kerugian dan frekuensi kerugian

Menurut Basel (2004), kerugian operasional dikelompokkan dalam tujuh tipe kejadian kerugian yaitu:

- a. Penyelewengan internal (*internal fraud*)
- b. Penyelewengan eksternal (*external fraud*)
- c. Praktek kepegawaian dan keselamatan kerja (*employment practices and workplace safety*)
- d. Klien, produk dan praktek bisnis (*client, products, and business practices*).
- e. Kerusakan terhadap aset fisik perusahaan (*physical asset damages*)
- f. Terganggunya bisnis dan kegagalan sistem (*business disruption and system failure*)
- g. Manajemen proses, pelaksanaan dan penyerahan produk dan jasa (*execution, delivery and process management*)

Tanggung jawab kebijakan risiko operasional ada di Manajemen Senior, walaupun pengembangan kebijakan tersebut dapat diserahkan kepada Dewan Direksi untuk persetujuannya. Kebijakan yang disusun harus menetapkan limit jumlah risiko operasional yang terjadi. Manajemen Senior dapat memberikan otoritas kepada seseorang untuk mengubah profil risiko operasional. Mereka juga harus yakin bahwa bank telah menggunakan metodologi yang tepat dan monitoring yang efektif atas risiko operasional. Untuk menghindari *conflict of interest* di bank, maka semua grup di dalam bank secara simultan harus bertanggung jawab terhadap penyusunan kebijakan, tindakan dan *monitoring* risiko (Crouhy, 2000).

## **2.2 Manajemen Risiko Operasional**

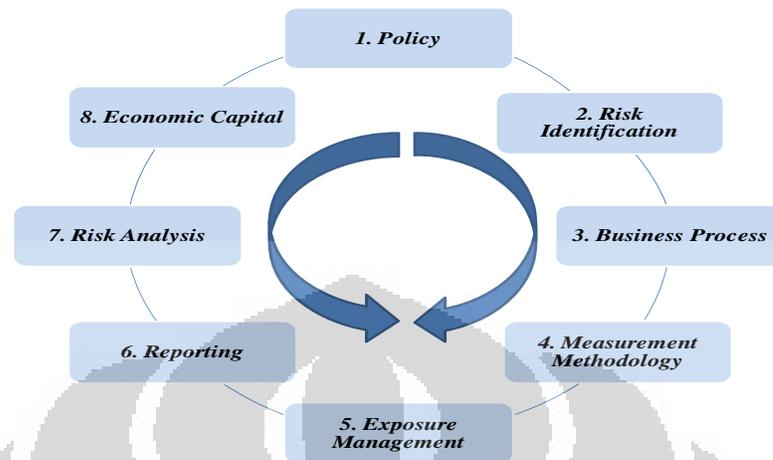
Peningkatan kegiatan operasional serta kompleksitas produk dan aktivitas menuntut bank untuk memiliki kualitas manajemen risiko yang memadai. Dari empat jenis risiko utama yang umumnya dihadapi oleh bank atau perusahaan (risiko kredit, pasar, likuiditas dan operasional), manajemen risiko operasional dapat dianggap paling terbelakang (Marshall, 2001). Hal ini dapat disebabkan karakteristik risiko operasional yang tersebar pada seluruh lini bisnis sehingga

memunculkan dua persepsi yang ekstrim yaitu “*narrow view*” dan “*wide view*” yang pada akhirnya berdampak pada kesulitan untuk menentukan fokus pengelolaan risiko secara lebih spesifik (Marshall, 2001). Pada akhirnya, kebanyakan regulator mengadopsi definisi yang berada diantara persepsi ekstrim tersebut yaitu memfokuskan pada risiko akibat kegagalan teknologi, pengendalian internal dan sumber daya manusia.

Lebih lanjut Marshall (2001) menyatakan bahwa manajemen risiko operasional meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

- a. Identifikasi risiko, yaitu menggali kemungkinan-kemungkinan terjadinya kesalahan dalam kegiatan operasional.
- b. Mengukur risiko, yaitu memperkirakan seberapa kritis risiko-risiko tertentu.
- c. Mencegah terjadinya kerugian operasional misalnya dengan melakukan standarisasi proses.
- d. Memitigasi dampak kerugian setelah terjadi dengan cara mengurangi sensitivitas perusahaan terhadap kejadian luar biasa antara lain menyusun *disaster contingency planning*.
- e. Memperkirakan kerugian operasional misalnya dengan memproyeksikan potensi terjadinya risiko hukum terkait dengan peluncuran produk atau layanan baru.
- f. Mengalihkan sebagian risiko kepada pihak eksternal yang lebih *capable* dalam mengelola risiko seperti asuransi dan *hedging* atau *surety*.
- g. Mengubah bentuk risiko tertentu ke bentuk lainnya.
- h. Mengalokasikan modal untuk menyerap risiko operasional.

Dalam manajemen risiko operasional terdapat delapan elemen utama yang diperlukan untuk keberhasilan implementasi atas kerangka kerja manajemen operasional bank secara menyeluruh (Crouhy, 2000) sebagaimana gambar 2.1.



Gambar 2.1 *Key Elements to Achieve Best Practice Operational Risk Management*

Sumber: Crouhy (2000) (telah diolah)

Berdasarkan kerangka kerja, Basel II meminta bank untuk mengembangkan *Operational Risk Management Framework (ORMF)* yang terdiri dari:

- a. Organisasi risiko dan struktur tata kelola.
- b. Kebijakan, prosedur dan proses
- c. Sistem yang digunakan bank dalam mengidentifikasi, mengukur, memonitor, mengontrol dan memitigasi risiko.
- d. Sistem pengukuran risiko operasional.

Manajemen risiko bukan hanya proses kontrol dan mengurangi kerugian yang diperkirakan (yang pada dasarnya lebih memperhatikan anggaran, harga dan efisiensi bisnis), tetapi proses dari pemahaman, anggaran dan efisiensi dalam mengelola variabilitas tidak terduga dari hasil keuangan. Berdasarkan paradigma ini, bisnis yang konservatif sekalipun dapat menetapkan jumlah yang signifikan untuk risiko, yaitu:

- a. Kepercayaan dalam cara menilai dan mengukur tingkat *unexpected loss* pada berbagai aktivitas.
- b. Akumulasi dari kecukupan modal atau penyebaran dari teknik manajemen risiko lainnya untuk melindungi dari potensial *unexpected loss*.
- c. Sesuai dengan hasil dari aktivitas yang berisiko, sehingga biaya dari modal risiko dan manajemen risiko diperhitungkan.
- d. Komunikasi yang baik dengan pihak terkait tentang target profil risiko perusahaan.

### 2.3 Metode Pengukuran Risiko Operasional

Menurut Basel (2004) ada tiga metode untuk menghitung beban modal risiko operasional dalam suatu rentang kompleksitas dan sensitivitas risiko yang semakin meningkat yaitu *Basic Indicator Approach (BIA)*, *Standardised Approach (SA)* dan *Advanced Measurement Approaches (AMA)*.

#### 2.3.1 Basic Indicator Approach (BIA)

Bank yang menggunakan *BIA* harus memiliki modal untuk risiko operasional sebesar rata-rata tiga tahun sebelumnya dari prosentase tetap (dilambangkan dengan *alfa*) *gross income* tahunan yang positif. Nilai untuk tahun dimana *gross income* tahunan adalah negatif atau nol, harus dikeluarkan dari pembilang dan penyebut (pembagi) pada saat menghitung nilai rata-rata:

$$K_{BIA} = \left[ \sum (G| \dots N \times \alpha) \right] / n \quad (2.1)$$

dimana:

$K_{BIA}$  = beban modal dalam *BIA*

$G|$  = *gross income* tahunan, bila positif, selama tiga tahun sebelumnya

- $N$  = jumlah tahun untuk tiga tahun sebelumnya dimana *gross income* adalah positif
- $\alpha$  = 15%, yang ditetapkan oleh Basel Committee, mencerminkan modal yang dipersyaratkan untuk industri secara menyeluruh (*industry-wide level*) terhadap indikator.

*Gross income* didefinisikan sebagai sebagai pendapatan bunga bersih ditambah pendapatan non bunga bersih. Pengukuran ini harus:

- a. *Gross* terhadap provisi (misal untuk bunga yang tidak terbayar)
- b. *Gross* terhadap biaya operasional; yang mencakup biaya-biaya yang dibayarkan untuk penyedia jasa *outsourcing*
- c. Tidak termasuk keuntungan/kerugian yang diperoleh dari penjualan surat berharga yang termasuk dalam *banking book*
- d. Tidak termasuk pos *extraordinary* atau *irreguler* dan pendapatan yang diperoleh dari asuransi.

### 2.3.2 *Standard Approach (SA)*

Dalam pendekatan standar atau *SA*, aktivitas bank dibagi menjadi delapan lini bisnis yaitu *corporate finance, trading and sales, retail banking, commercial banking, payment and settlement, agency services, asset management* dan *retail brokerage*. Dalam setiap lini bisnis, *gross income* menjadi indikator umum yang berfungsi sebagai *proxy* untuk skala operasional bisnis sehingga secara tidak langsung menjadi *proxy* untuk skala dari eksposur risiko operasional masing-masing lini bisnis.

Beban modal untuk setiap lini bisnis dihitung dengan mengalikan *gross income* dengan suatu faktor (dilambangkan dengan *beta*) yang ditetapkan untuk lini bisnis tersebut. *Beta* berfungsi sebagai *proxy* yang mencerminkan tingkat kerugian risiko operasional secara industri terhadap total *gross income* dari setiap lini bisnis.

Total beban modal dihitung berdasarkan rata-rata tiga tahun dari penjumlahan sederhana seluruh beban modal sesuai ketentuan (*regulatory capital*) untuk masing-masing lini bisnis setiap tahunnya. Jika beban modal negatif pada suatu lini bisnis sebagai akibat dari *gross income* yang negatif, maka lini bisnis yang negatif tersebut dapat saling hapus terhadap beban modal positif dari lini bisnis lainnya. Namun, bila beban modal agregat untuk seluruh lini bisnis dalam tahun tertentu adalah negatif, maka input yang dimasukkan untuk pembilang pada tahun tersebut adalah nihil (nol). Total beban modal dapat ditampilkan sebagai berikut:

$$K_{TSA} = \left\{ \sum_{\text{years } 1-3} \max \left[ \sum (G_{1-8} \times \beta_{1-8}), 0 \right] \right\} / 3 \quad (2.2)$$

dimana:

$K_{TSA}$  = beban modal berdasarkan SA

$G_{1-8}$  = pendapatan kotor tahunan dalam tahun tertentu, seperti yang didefinisikan dalam BIA, untuk setiap delapan lini bisnis.

$\beta_{1-8}$  = suatu persentase tetap yang ditentukan oleh Basel Committee dan mencerminkan modal yang dipersyaratkan terhadap *gross income* dari setiap delapan lini bisnis.

Nilai *beta* untuk setiap lini bisnis dirinci dalam Tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Business Line dan Beta Factors**

<i>Business lines</i>	<i>Beta Factors</i>
<i>Corporate finance</i> ( $\beta_1$ )	18%
<i>Trading and sales</i> ( $\beta_2$ )	18%
<i>Retail banking</i> ( $\beta_3$ )	12%
<i>Commercial banking</i> ( $\beta_4$ )	15%
<i>Payment and settlement</i> ( $\beta_5$ )	18%
<i>Agency services</i> ( $\beta_6$ )	15%
<i>Asset Management</i> ( $\beta_7$ )	12%
<i>Retail brokerage</i> ( $\beta_8$ )	12%

Sumber: *Basel Committee on Banking Supervision* (2004)

### 2.3.3 *Advanced Measurement Approach (AMA)*

Dengan mempertimbangkan bahwa pendekatan analitik risiko operasional terus berevolusi, maka Basel tidak menspesifikasikan pendekatan atau asumsi distribusi yang digunakan dalam menghasilkan pengukuran risiko operasional untuk perhitungan kebutuhan modal. Tetapi bank harus dapat menunjukkan bahwa pengukuran risiko operasional memenuhi standar *AMA* yang baik yang sebanding dengan *internal rating-based approach* untuk risiko kredit (yaitu dapat dibandingkan untuk satu tahun *holding period* dan interval keyakinan 99%).

Model *AMA* merupakan model pengukuran risiko operasional yang lebih baik yang dapat digunakan perusahaan dan bank komersil. Model *AMA* lazimnya disebut juga sebagai pendekatan internal untuk mengukur risiko operasional, karena model *AMA* disusun oleh perusahaan bukan dari *regulator* (Basel, 2004). Berikut beberapa pendekatan internal yang dapat dikelompokkan sebagai model *AMA* (Muslich, 2007):

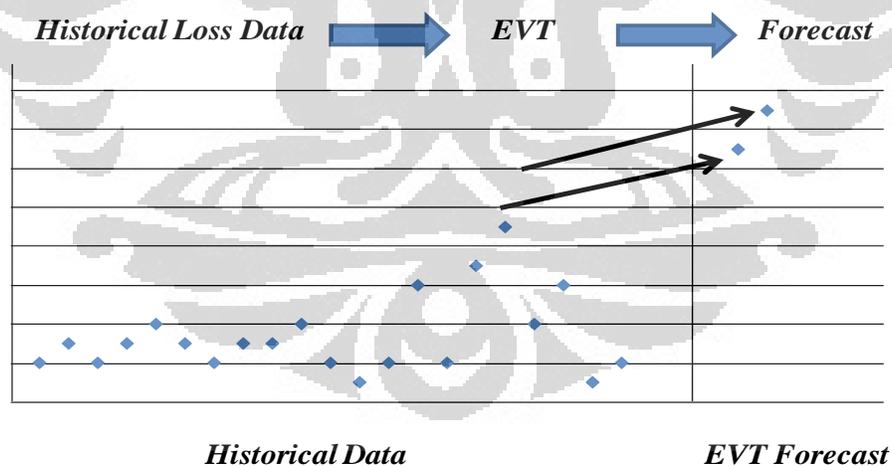
- a. *Internal Measurement Approach (IMA)*
- b. *Loss Distribution Approach (LDA)* dengan *Actuarial Method* dan *Aggregation method*
- c. *Bootstrapping Approach*
- d. *Bayesian Approach*
- e. *Extreme Value Theory (EVT)*

Sejak tahun 2008 beberapa bank di dunia telah menerapkan *AMA* dan pada tahun 2011 terdapat 42 bank di Australia, Eropa, Jepang dan Amerika yang telah mendapatkan persetujuan dari bank sentralnya masing-masing (Basel, 2011). Sedangkan untuk Indonesia, sesuai dengan *Road Map* Penerapan Basel II di Indonesia, Bank Indonesia mengharapkan bank-bank besar dapat mengimplementasikan *AMA* pada tahun 2014.

### 2.3.3.1 Metode *Extreme Value Theory* (EVT)

Banyaknya peristiwa pada sektor perbankan yang terjadi secara ekstrem yaitu peristiwa yang jarang terjadi tetapi membawa dampak yang signifikan, menyebabkan teori nilai ekstrem dianggap dapat dijadikan dasar untuk permodelan risiko operasional. Salah satu metode yang digunakan dalam mengukur risiko operasional tersebut adalah *Extreme Value Theory* (EVT).

EVT menawarkan pendekatan statistik parametrik untuk nilai-nilai ekstrim data. Dasar utamanya adalah ilmu fisika dan pada awalnya EVT diterapkan untuk bidang asuransi. EVT menyediakan distribusi parametrik untuk nilai terbesar/terkecil (*GEV*) dan nilai selisih yang melebihi ambang batas (*GPD*) dari suatu kerugian. Statistik umumnya fokus pada ukuran tendensi tengah (misalnya *mean*), sehingga tidak akurat pada saat memperkirakan nilai yang sangat jauh dari data tengah. Di sisi lain, EVT dapat digunakan pada nilai yang ekstrem dan untuk memberikan pengurang yang lebih baik pada “ekor” (King, 2001).



**Gambar 2.2** *Simple view of EVT*

Sumber: Crouhy (2006) (telah diolah kembali)

Penilaian risiko operasional dengan menggunakan *EVT* secara umum dapat dilakukan dengan dua pendekatan yaitu *Block Maxima* dan *Peak Over Threshold*.

**a. Block Maxima**

Data kerugian dari risiko operasional dibagi dalam blok *independent* misalnya bulanan, triwulanan, semester dan tahunan dengan menggunakan ukuran yang sama. Model *Block maxima* merupakan metode tradisional yang digunakan untuk menganalisis data yang bersifat *seasonal*. Model ini fokus pada distribusi dari kejadian yang paling besar pada setiap blok (Muslich, 2007).

Setiap kerugian yang sangat besar (ekstrem) dalam satu blok (misal bulanan) disebut  $x$  dan data kerugian yang tidak maksimum tidak dimasukkan dalam sampel. Batasan distribusi dari nilai ekstrem umum disebut *Generalized Extreme Value (GEV) distribution* dengan penulisan sebagaimana persamaan (2.3) dan (2.4):

$$F(x) = \exp\left\{-\left[1 + \xi \frac{x - \mu}{\sigma}\right]^{-\frac{1}{\xi}}\right\} \text{ jika } \xi \neq 0, \xi \left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right) > 0 \quad (2.3)$$

$$F(x) = \exp\left\{-e^{-\frac{x - \mu}{\beta}}\right\} \text{ jika } \xi = 0$$

Metode ini mengaplikasikan *Fisher-Tippet-Gnedenko Theorem* (1928) yang menyatakan bahwa dari suatu sampel observasi yang didistribusikan secara *independent* dan identik atas suatu distribusi probabilitas yang tidak diketahui, jika jumlah sampel  $n$  ditambah sampai dengan *infinite*, maka nilai standarisasi terbesar dalam suatu interval waktu akan menjadi salah satu dari distribusi (Muslich, 2007).

Berdasarkan nilai parameter *shape*, distribusi *GEV* dibedakan dalam tiga tipe yaitu Tipe I (Distribusi *Gumbel*) jika nilai  $\xi = 0$ , Tipe II (Distribusi *Frechet*) jika

nilai  $\xi > 0$  dan Tipe III (Distribusi *Weibull*) jika nilai  $\xi < 0$ . Semakin besar nilai  $\xi$ , maka distribusinya akan memiliki ekor yang semakin berat (*heavy-tailed*). Dari tiga tipe distribusi di atas dapat dikatakan bahwa distribusi *Frechet* memiliki ekor paling berat.

#### b. *Peaks Over Threshold (POT)*

Selain menggunakan *Block Maxima* penilaian risiko operasional juga dapat dilakukan dengan metode *Peaks Over Threshold (POT)*. Metode ini menggunakan pendekatan *Picklands-Dalkema-de Hann Theorem* yang mengidentifikasi nilai ekstrim dengan cara menetapkan *threshold* tertentu dan mengabaikan waktu terjadinya *event*. Nilai ekstrem diperoleh dari data yang melebihi *threshold* tersebut (Lewis, 2004).

Kerugian operasional yang diperoleh dengan *POT* adalah *Generalized Pareto Distributions (GPD)*. *GPD* didasarkan pada teori yang dibangun oleh *Picklands Dalkema-de Hann* yang menunjukkan bahwa jika  $F_\mu$  adalah fungsi distribusi dari kerugian di atas *threshold* dengan diberikan oleh (Muslich, 2007):

$$F_\mu = \Pr(X - \mu \leq y | X > \mu), \quad 0 \leq y \leq X_F - \mu \quad (2.4)$$

maka  $F_\mu$  didistribusikan secara *GPD* dengan fungsi probabilitas kumulatif sebagai berikut (Lewis, 2004):

$$F(x) = 1 - \left(1 + \frac{\xi}{\psi}\right)^{\frac{1}{\xi}} \text{ jika } \xi \neq 0 \quad (2.5)$$

$$F(x) = 1 - \exp\left(-\frac{x}{\psi}\right) \text{ jika } \xi = 0 \quad (2.6)$$

Berdasarkan nilai parameter *shape*, distribusi *GPD* dapat dibedakan dalam tiga tipe, yaitu Distribusi *Exponential* jika nilai  $\xi = 0$ , Distribusi *Pareto* jika nilai

$\xi > 0$  dan Distribusi *Pareto* Tipe II jika nilai  $\xi < 0$ . Semakin besar nilai  $\xi$  maka distribusinya akan memiliki ekor yang semakin berat (*heavy-tailed*). Dengan demikian dari tiga tipe distribusi tersebut, maka yang memiliki ekor paling berat adalah Distribusi *Pareto* (Djanggalala, 2010).

### 2.3.3.2 Metode *Monte Carlo Simulation*

*Monte Carlo Simulation* adalah tehnik simulasi yang menggunakan nomor acak dan kemungkinan untuk menyelesaikan masalah yang melibatkan variabilitas dan ketidak pastian tetapi juga dapat digunakan untuk masalah deterministik. Simulasi ini akan menghasilkan sejumlah besar data skenario kejadian untuk masa depan (sekitar 10.000 data) dengan sifat variabel-variabel datanya sesuai dengan sifat variabel data di masa lalu. Proses simulasi merupakan terobosan dari adanya keterbatasan pada proses analitik untuk menemukan suatu nilai tunggal dari dua distribusi yang memiliki sifat berbeda yaitu sifat data distribusi kerugian frekuensi dan distribusi kerugian severitas.

Distribusi frekuensi kerugian operasional merupakan distribusi *dicrete*, sehingga jumlah bilangan kejadian merupakan bilangan bulat positif karena merupakan jumlah kejadian (*event*). Sedangkan distribusi severitas kerugian operasional berupa distribusi yang bersifat kontinyu sehingga dapat berupa data yang bersifat pecahan, karena merupakan nilai finansial atau rupiah kejadian.

*Opdyke* dan *Cavallo* (2011) mengemukakan bahwa terdapat kendala dalam mengestimasi *severity distribution* karena:

- a. Kelangkaan data: hal ini disebabkan secara historis bank jarang mengalami kerugian operasional dengan tingkat *severity* yang tinggi.
- b. Ketidakstabilitas Parameter: parameter estimasi untuk *heavy-tailed* distribusi kerugian biasanya tidak stabil dan secara ekstrem sensitif untuk

point data individual, besar dan kecil (tergantung pada estimator yang digunakan).

- c. Heterogenitas: untuk mencapai ukuran sampel yang masuk akal, maka data kerugian harus diukur bersama dalam grup dengan karakteristik yang berbeda seperti data kerugian terjadi pada proses bisnis yang bervariasi, kondisi ekonomi dan pasar yang beragam serta pada lokasi geografis yang berbeda.
- d. *Left transaction* (pemotongan kiri): sebagian besar institusi mengumpulkan informasi kerugian operasional di atas *threshold* pengumpulan data spesifik, dan cara yang umum untuk penanganannya dengan asumsi data mengikuti distribusi yang terpotong. Hal ini mempersulit dan membuat parameter menjadi kurang stabil.
- e. Ketidakstabilan data atau revisi: beberapa institusi dalam melakukan analisis data termasuk provisi atau cadangan: dari waktu ke waktu, *severity* dari kerugian disesuaikan ke atas atau ke bawah untuk mencerminkan informasi tambahan dari kejadian (contoh litigasi).
- f. *Outliers*: *outlier* statistik didefinisikan dapat terjadi di dalam data, terutama jika eksternal dan internal data dikumpulkan secara bersama-sama. Ini akan menyebabkan dampak yang dramatis dari estimator statistik daripada heterogenitas sederhana.

Beberapa pola distribusi yang sering digunakan dalam distribusi frekuensi yaitu distribusi *poisson*, distribusi *negative binomial*, distribusi *binomial*, distribusi *hypergeometric*. Sedangkan untuk distribusi severitas adalah distribusi normal, distribusi *lognormal*, distribusi *exponential*, distribusi *pareto* dan distribusi *weibull*. Adapun pola distribusi tersebut dijelaskan sebagai berikut:

**a. Poisson Distribution**

*Poisson distribution* merupakan distribusi yang paling banyak terjadi pada distribusi kerugian operasional, hal ini disebabkan karakteristik yang sederhana dan sesuai dengan frekuensi kerugian operasional. *Poisson distribution* mencerminkan probabilitas jumlah atau frekuensi kejadian. Fungsi kumulatif *poisson distribution* sebagai berikut (Cruz,2002):

$$P_k = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!} \quad (2.7)$$

dimana:

$\lambda$  = rata-rata terjadinya *event*

$x$  = jumlah terjadinya *event*

**b. Negative Binomial Distribution**

Distribusi binomial negatif merupakan distribusi yang populer setelah distribusi *poisson*. Distribusi ini digunakan untuk memperkirakan nilai probabilitas jumlah kesalahan yang akan terjadi sebelum terjadinya *event* sukses kesekian kalinya. Distribusi binomial negatif mempunyai probabilitas fungsi sebagai berikut:

$$P_k = \binom{k+x-1}{x} \left(\frac{1}{1+\beta}\right)^r \left(\frac{\beta}{1+\beta}\right)^k \quad k = 0, 1, \dots, n; r > 0, \beta > 0 \quad (2.8)$$

dimana:

$P$  = probabilitas nilai kegagalan yang akan diperkirakan

$k$  = nilai keberhasilan yang diinginkan

### c. *Binomial Distribution*

Distribusi ini merupakan salah satu distribusi sederhana yang dapat digunakan pada frekuensi kerugian dengan interval waktu yang tetap. Untuk *samples* dengan *varian* yang lebih kecil dari *mean*, distribusi ini merupakan distribusi yang tepat. Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut (Cruz,2002):

$$P(X = k) = \binom{m}{k} q^k (1-q)^{m-k}, \quad k = 0, 1, \dots, n \quad (2.9)$$

dimana:

$m$  = total jumlah *event* yang dapat menyebabkan kerugian operasional  
 $q$  = probabilitas kerugian suatu *event*

### d. *Geometric Distribution*

Distribusi *geometric* digunakan untuk mengetahui berapa banyak probabilitas kegagalan suatu *event* akan terjadi sebelum keberhasilan yang pertama dalam serangkaian percobaan *independent*. Adapun formula distribusi *geometric* sebagai berikut (Cruz,2002):

$$P_k = \frac{\beta^k}{(1 + \beta)^{k+1}} \quad (2.10)$$

dimana:

$$\beta = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{\infty} kn_k \quad (2.11)$$

### e. *Normal atau Gauss Distribution*

Distribusi kerugian operasional jarang memiliki karakteristik *Gaussian* normal. Digunakan untuk menganalisis dampak atas kerugian yang kecil namun independen dengan jumlah yang besar. Probabilitas fungsi densitas distribusi normal dinyatakan dengan (Muslich, 2007):

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{x - \mu}{\sigma} \right)^2 \right] \quad \sigma > 0 \quad (2.12)$$

dimana :

$\mu$  = rata-rata kejadian

$\sigma$  = standar deviasi

#### f. *Lognormal Distribution*

Distribusi *lognormal* mempunyai bentuk yang tidak simetris dan merupakan salah satu bentuk distribusi severitas yang cocok untuk kerugian operasional. Formula distribusi *lognormal* adalah:

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[ -0,5 \frac{(\log x - \mu)^2}{\sigma^2} \right] \quad (2.13)$$

dimana distribusi *lognormal* mempunyai nilai *mean* dan *variance* sebagai berikut:

$$\text{Mean} = E(Y) = e^{\mu + \frac{\sigma^2}{2}} \quad (2.14)$$

$$\text{Varian} = V(Y) = e^{2\mu + \sigma^2} (e^{\sigma^2} - 1) \quad (2.15)$$

#### g. *Gamma Distribution*

Variabel *random gamma*  $x$  dapat digunakan untuk memodelkan waktu menunggu terjadinya kejadian yang ke- $n$ , jika kejadian yang terjadi secara berurutan bersifat *independent*. Rumus untuk menghitung besarnya fungsi densitas *gamma distribution* sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{\left(\frac{x}{\theta}\right)^\alpha e^{-x/\theta}}{x\Gamma(\alpha)} \quad (2.16)$$

dimana:

$$\Gamma(a, x) \text{ adalah } \Gamma(\alpha) = \int_0^\infty t^{\alpha-1} e^{-t} dt \quad (2.17)$$

#### ***h. Weibull Distribution***

Distribusi *Weibull* digunakan jika tingkat kegagalan meningkat bersamaan dengan waktu atau kejadian. Formula yang digunakan adalah:

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-(x/\beta)^\alpha} \quad (2.18)$$

#### ***i. Pareto Distribution***

Distribusi ini digunakan untuk memperkirakan probabilitas suatu nilai yang berada di atas nilai tertentu. Formula distribusi *pareto* adalah (Cruz, 2002):

$$f(x) = \frac{\alpha \theta}{(x + \theta)^{\alpha+1}} \quad (2.19)$$

dimana :  $\alpha$  dan  $\theta$  adalah parameter yang digunakan.

## **2.4 Pengujian Validitas**

Pengujian validitas atau *backtesting* adalah pengujian secara berurutan dari model yang telah digunakan terhadap keadaan yang sebenarnya untuk menguji ketepatan dari prediksi yang telah ditetapkan. Model yang dihasilkan dibandingkan dengan

hasil yang sebenarnya terjadi dalam waktu tertentu. Hasil dari *backtesting* digunakan untuk memvalidasi model dan manajemen risiko. Regulator menggunakan *backtesting* untuk melakukan verifikasi tingkat akurasi dari model, meminta tambahan persyaratan atau menolak model yang tidak cocok berdasarkan persyaratan minimum yang ditetapkan (Cruz, 2002).

Terdapat empat besaran tipe *back testing* pada risiko operasional yang menjelaskan sebagai berikut:

**a. *The clustering of violation***

Hal ini mengindikasikan bahwa model risiko yang digunakan tidak mampu untuk melindungi dari kerugian yang tidak diperkirakan atau kejadian dari pelanggaran yang berurutan dapat dijelaskan dengan satu kejadian tunggal.

**b. *The frequency of violation***

Pengujian statistik dilakukan untuk mengetahui apakah model dalam batas yang dapat diterima.

**c. *The size of violation***

Hal ini sangat penting untuk memvisualisasikan ukuran kesalahan ketika terjadi pelanggaran. Sebagai contoh jika *VaR* operasional pada periode tertentu sebesar \$1 juta dan keadaan sebenarnya sebesar \$3 juta, bagaimana kesalahan tersebut dapat terjadi. Dalam praktek hal ini sangat penting, terutama bank-bank global dan khususnya setelah diketahui bahwa model dianalisis oleh beberapa analis yang berbeda. Hal ini penting untuk menetapkan kembali batasan dari model yang dapat diterima.

**d. *The size of the over/under allocation of capital***

Walaupun dipilih oleh analis, keseimbangan antara risiko dan modal harus dipahami dan dijustifikasi secara hati-hati. Jika rata-rata kerugian operasional dalam kisaran \$1 juta/hari, maka tidak diinginkan untuk mengalokasikan modal untuk risiko operasional sebesar \$10 juta/hari karena hal ini berlebihan. Oleh karena itu ukuran dari kesalahan menjadi penting.

## 2.5 Penelitian Sebelumnya

Sebelum penelitian ini dilakukan, telah banyak penelitian yang membahas tentang perhitungan beban modal risiko operasional dengan menggunakan beberapa metode perhitungan. Beberapa penelitian dimaksud diantaranya adalah:

**Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu Mengenai Beban Modal Risiko Operasional**

Judul Penelitian	Peneliti dan Tahun	Uraian	Metode penelitian
Implementasi metode <i>EVT</i> dalam pengukuran risiko operasional (studi kasus pada PT Bank AAA)	Juliastuti, 2007	Menyimpulkan bahwa beban modal untuk risiko operasional yang lebih rendah daripada menggunakan <i>BIA</i>	Menggunakan metode <i>EVT</i> untuk mengukur risiko operasional, metode identifikasi nilai ekstrem yang digunakan adalah <i>Peaks Over Threshold (POT)</i>
Pengukuran risiko operasional dalam klaim asuransi kesehatan dengan metode <i>EVT</i> (studi kasus pada PT XYZ)	Djanggola, 2010	Menggunakan data asuransi kesehatan periode 1 Januari 2007 - 31 Desember 2008, dengan hasil bahwa model dapat digunakan sebagai alternatif pengukuran risiko operasional.	Menggunakan metode <i>EVT POT</i> .
Pengukuran risiko operasional dengan metode	Agustiarni, 2006	Menggunakan data risiko operasional Bank XYZ periode	Melakukan penilaian risiko operasional

Extreme Value Theory (studi kasus pada Bank XYZ)		tahun 2001 – 2005. Hasil <i>back testing</i> menunjukkan bahwa kedua metode tersebut dapat digunakan untuk penilaian risiko operasional Bank XTZ.	dengan menggunakan metode <i>EVT</i> dengan pendekatan <i>POT</i> dan <i>Block Maxima</i>
Analisis risiko operasional dengan model simulasi <i>Monte Carlo</i> (study kasus pada PT Bank X)	Hernanda, 2003	Terdapat 11 variabel bebas yang diindikasikan sebagai indikator variabel risiko dan dua diantaranya berpengaruh signifikan terhadap kinerja perusahaan yaitu kesalahan akibat tenggat waktu yang terlalu ketat untuk dipenuhi danantisipasi terhadap kebijakan pemerintah.	Menggunakan simulasi <i>Monte Carlo</i> untuk mengetahui probabilitas terjadinya masing-masing variabel bebas dengan skal (1-5)
Implementasi simulasi <i>Monte Carlo</i> dalam pengelolaan risiko operasional elektronik banking (studi kasus pada PT Bank ABC)	Whardana, 2006	Membahas mengenai langkah-langkah perhitungan risiko operasional menggunakan data kerugian pada grup elektronik banking Bank ABC.	Menggunakan Simulasi <i>Monte Carlo</i>

Sumber: ringkasan hasil penelitian sebelumnya (telah diolah kembali)

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kerugian operasional PT Bank ABC dari bulan Januari 2008 - Desember 2010. Data berasal dari Grup Manajemen risiko PT Bank ABC dan bersumber dari laporan semua kantor cabang bank yang mengalami kejadian risiko operasional pada delapan lini bisnis. Pelaporan data kerugian operasional baik frekuensi kejadian maupun severitas dilakukan oleh masing-masing kantor cabang bank melalui suatu sistem pelaporan yang telah terintegrasi dengan kantor pusat.

Data kerugian operasional yang dicatat merupakan kerugian yang telah dihitung dan diakui bank sebagai beban kerugian operasional antara lain kesalahan bayar yang dilakukan oleh *teller*, selisih kurang dalam perhitungan kas ATM, *fraud* internal dan eksternal yang telah diakui sebagai kerugian, kesalahan sistem yang berdampak pada kerugian keuangan dan kerugian yang dialami pada transaksi kartu kredit yang disebabkan oleh operasional bank.

Data kerugian operasional dapat dikelompokkan ke dalam distribusi frekuensi data kerugian dan distribusi severitas data kerugian. Distribusi frekuensi merupakan jumlah atau frekuensi terjadinya suatu jenis kerugian operasional dalam periode tertentu dengan mengabaikan nilai atau rupiah kerugian yang terjadi. Sedangkan distribusi severitas kerugian operasional adalah nilai rupiah kerugian dari risiko operasional yang terjadi dalam periode tertentu.

Distribusi severitas kerugian operasional merupakan distribusi yang bersifat kontinu sehingga dapat berupa data yang bersifat pecahan, karena merupakan nilai finansial atau rupiah kerugian. Distribusi severitas data kerugian operasional

dapat dikelompokkan antara lain distribusi normal, *lognormal*, *beta*, *eksponensial*, *weibull*, *gamma* dan *pareto*.

Distribusi frekuensi kerugian operasional merupakan distribusi *discrete*, yaitu distribusi atas data yang nilai data harus bilangan *integer* atau tidak pecahan karena jumlah bilangan kejadian merupakan bilangan bulat positif. Distribusi frekuensi data kerugian dapat dikelompokkan dalam distribusi *poisson*, *geometric*, *binomial* dan *hypergeometric*. Selain itu, distribusi data keuangan operasional juga dapat berupa kombinasi antara beberapa tipe dsitribusi frekuensi seperti distribusi frekuensi *Poisson-Geometric*.

Berdasarkan data kerugian risiko operasional PT Bank ABC periode 2008 – 2010 diketahui bahwa *retail banking* merupakan lini bisnis yang paling besar mengalami kerugian operasional. Sedangkan *event type* kerugian operasioanal terjadi pada *execution*, *delivery and process management*. Hal ini sejalan dengan laporan yang disampaikan oleh *ORX Association* pada Juni 2010.

Dalam penulisan dan analisis terhadap data maka data severitas kerugian dan data frekuensi kerugian disajikan secara penuh dan dikelompokkan secara bulanan. Pada tabel 3.1 disajikan mengenai *loss event database* PT Bank ABC periode 2008 sampai dengan 2010 berdasarkan frekuensi dan jumlah severitasnya:

**Tabel 3.1 Data Kerugian PT Bank ABC**

Tahun	Severitas (Rp)	Frekuensi
2008	285.113.874.395	433
2009	326.817.940.683	719
2010	141.941.886.168	985
<b>Total</b>	<b>753.873.701.245</b>	<b>2137</b>

Sumber: Data kerugian PT Bank ABC (telah diolah kembali)

Dari Tabel 3.1 dapat dijelaskan bahwa selama tiga tahun terakhir frekuensi terbesar terjadi pada tahun 2010 dengan jumlah frekuensi sebesar 985 kali. Frekuensi terbesar tersebut terjadi pada bulan Maret 2010 sebanyak 177 kali. Severitas kerugian yang dialami PT Bank ABC terbesar pada tahun 2008 yaitu Rp 326.817.940.683. Hal ini disebabkan pada bulan Juni 2008 bank mengalami severitas yaitu Rp 261.937.800.000. Dari data diketahui pula bahwa frekuensi dan severitas terkecil terjadi pada Maret 2008 yaitu Rp 3.273.000 untuk severitas dan sebanyak 3 kali untuk frekuensi.

Pada tahap awal dilakukan analisis deskriptif pada data kerugian PT Bank ABC sebagai langkah awal dalam mengidentifikasi jenis distribusi data kerugian PT Bank ABC, sebagai berikut:

**Tabel 3.2 Deskripsi Statistik Data Kerugian Severitas PT Bank ABC  
(Januari 2008 – Desember 2010)**

<i>Summary Statistic</i>	<b>Distribusi Kerugian Severitas</b>
<i>Mean</i>	20.940.936.146
<i>Standard Deviation</i>	56.476.641.359
<i>Kurtosis</i>	14
<i>Skewness</i>	4
<i>Maximum</i>	273.726.049.523
<i>Minimum</i>	3.273.000
<i>Sum</i>	753.873.701.245
<i>Count</i>	36
<i>Median</i>	1.428.564.457

Sumber: hasil olahan data (2012)

Berdasarkan data tersebut di atas menunjukkan bahwa distribusi kerugian severitas PT Bank ABC bukan merupakan distribusi normal karena nilai rata-rata

hitung (*mean*) tidak sama dengan *median* dan tidak sama dengan *modus* atau Nilai  $\mu \neq Md \neq Mo$ . Selain itu *skewness* menunjukkan angka positif dengan nilai *kurtosis* yang tinggi yaitu melebihi nilai *kurtosis* distribusi normal sebesar 3. Hal ini menunjukkan kurva distribusi yang terbentuk miring ke arah kanan dan memiliki ekor yang panjang di kanan dengan *heavy-tailed*. Dengan demikian diperkirakan bahwa baik distribusi severitas diperkirakan berdistribusi *log normal*, *exponensial*, *Extreme Value* dan *Pareto*.

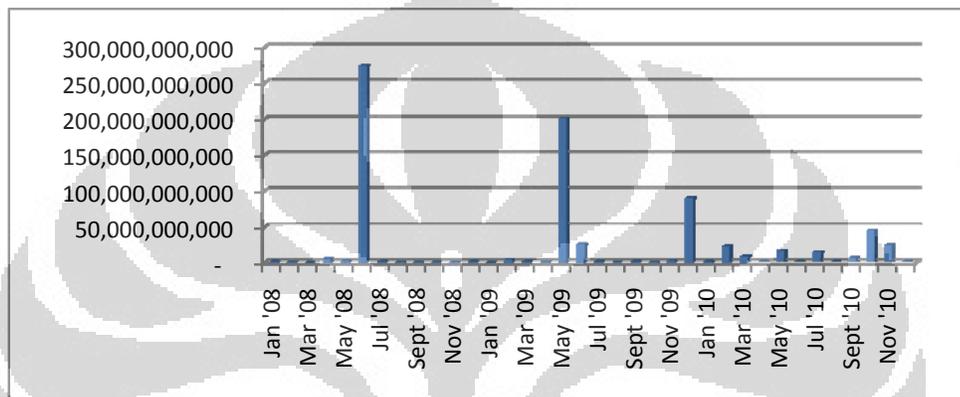
**Tabel 3.3 Deskripsi Statistik Data Kerugian Frekuensi PT Bank ABC (Januari 2008 – Desember 2010)**

<i>Summary Statistic</i>	Distribusi Kerugian Frekuensi
<i>Mean</i>	59
<i>Standard Deviasi</i>	40
<i>Kurtosis</i>	2
<i>Skewness</i>	1
<i>Maximum</i>	180
<i>Minimum</i>	3
<i>Sum</i>	2137
<i>Count</i>	36
<i>Median</i>	62

Sumber: hasil olahan data (2012)

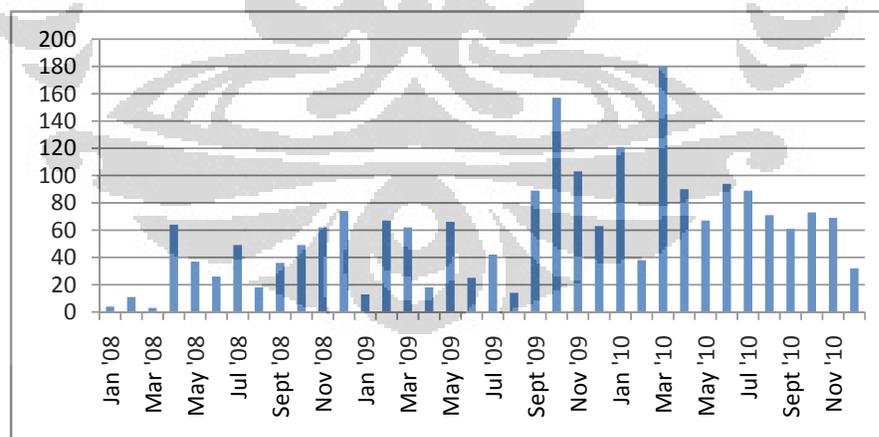
Tabel 3.3 menunjukkan bahwa distribusi frekuensi kerugian PT Bank ABC bukan merupakan distribusi normal karena nilai rata-rata hitung (*mean*) tidak sama dengan *median* dan tidak sama dengan *modus* atau Nilai  $\mu \neq Md \neq Mo$ , selain itu *skewness* menunjukkan angka positif sehingga kurva distribusi yang terbentuk miring ke arah kanan dan memiliki ekor yang panjang di kanan. Dengan demikian diperkirakan bahwa distribusi frekuensi memiliki model *Poisson*, *Binomial*, *Negative Binomial* dan *Geometric*.

Pada Gambar 3.1, terlihat bahwa sebagian besar severitas terjadi pada nilai di bawah Rp 50 milyar dan hanya satu posisi mengalami severitas melebihi Rp 250 milyar dan di atas Rp 150 milyar. Sedangkan Gambar 3.2 yang merupakan distribusi frekuensi kerugian operasional dapat dijelaskan bahwa sebaran kerugian operasional setiap bulannya terjadi dalam rentang di bawah 100 kali, namun demikian terdapat 4 bulan yang menunjukkan nilai yang lebih besar dari 100 kali.



**Gambar 3.1 Distribusi Severitas Kerugian Operasional PT Bank ABC (2008 – 2010)**

Sumber: hasil olahan data (2012)



**Gambar 3.2 Distribusi Frekuensi Kerugian Operasional PT Bank ABC (2008 – 2010)**

Sumber: hasil olahan data (2012)

### 3.2. Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai risiko operasional (*Operational Value at Risk*) PT Bank ABC dengan menggunakan *Extreme Value Theory* dan *Monte Carlo Simulation*. Selain itu penelitian juga bertujuan untuk mengetahui apakah kedua model dapat digunakan untuk menghitung risiko operasional pada PT Bank ABC serta membandingkan kedua model tersebut.

#### 3.2.1. Metode *Extreme Value Theory* (EVT)

Metode *EVT* merupakan suatu metode matematika untuk memprediksi peluang terjadinya suatu kejadian yang tidak pernah terjadi. Metode ini cukup berhasil untuk beberapa aplikasi antara lain untuk risiko operasional. Untuk itu *EVT* sering digunakan untuk menilai risiko operasional suatu bank. Metode ini umumnya dapat dilakukan dengan dua cara yaitu *Block Maxima - Generalized Extreme Value (GEV)* dan *Peaks Over Threshold (POT) Generalized Pareto Distribution (GPD)*.

##### 3.2.1.1. *Block Maxima - Generalized Extreme Value (GEV)*

Metode *Block Maxima* merupakan suatu metode tradisional yang digunakan untuk menganalisis data. Pada metode ini data kerugian yang dimasukkan dalam suatu sampel merupakan data kerugian terbesar atau tertinggi yang terjadi pada blok tertentu misalnya bulanan. Sedangkan data kerugian operasional lainnya yang tidak maksimum tidak dimasukkan dalam sampel data kerugian.

Parameter distribusi GEV dapat dilakukan dengan berbagai pendekatan salah satu yang sering digunakan adalah *Probability Weighted Moments (PWM)*. Pada metode ini perhitungan estimasi parameter yang ditunjukkan oleh Hosking et al. dilakukan sebagaimana formula berikut ini (Cruz, 2002):

*Location* ( $\mu$ ) yaitu:

$$\mu = \frac{(2m_2 - m_1)\xi}{\Gamma(1 + \xi)(1 - 2^{-\xi})} \quad (3.1)$$

*Scale* ( $\psi$ ) yaitu:

$$\psi = m_1 + \frac{\mu}{\xi} (1 - \Gamma(1 - \xi)) \quad (3.2)$$

*Shape* ( $\xi$ ) adalah:

$$\xi = 7,8590 c + 2,9554 c^2 \quad (3.3)$$

dimana:

$$c = \frac{2m_1 m_2}{m_1 - m_2} - \frac{\log 2}{\log 3} \quad (3.4)$$

Sedangkan untuk menghitung nilai *Value at Risk* risiko operasional dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Ops VaR = \mu - \frac{\psi}{\xi} (1 - (-\ln p)^{-\xi}) \quad (3.5)$$

### 3.2.1.2. *Peaks Over Threshold (POT) – Generalized Pareto Distribution (GPD)*

*POT – GPD* merupakan suatu pendekatan alternatif dalam metode *EVT* untuk mengukur potensi kerugian operasional. Pada metode ini pengambilan sampel data kerugian operasional dilakukan dengan cara mengambil data di atas *threshold*. Oleh karena itu metode yang digunakan dalam menetapkan *threshold* memiliki peran yang sangat penting dalam metode *POT*.

#### a. Menentukan Nilai *Threshold*

Kerangka kerja Basel II paragraf 673 (2004), menjelaskan bahwa data kerugian internal bank harus komprehensif yang mencakup eksposur kerugian yang bersifat materil dari seluruh lini bisnis dan wilayah operasional bank. Bank harus mampu menjelaskan bahwa seluruh eksposur kerugian yang tidak dikumpul dalam

database tidak berdampak materiil terhadap profil risiko bank. Bank harus memiliki *gross loss threshold* untuk pengumpulan data kerugian internal, sebagai contoh € 10,000. Kesesuaian *threshold* akan bervariasi antara bank atau pada lini bisnis dan tipe kejadian dalam satu bank. Nilai *threshold* secara umum harus konsisten dengan yang digunakan oleh *peer group* bank bersangkutan.

Menurut Juliastuti (2008) *threshold* merupakan *risk appetite* risiko operasional yang dapat ditolerir oleh bank atau limit dari risiko *inherent* dan residual. Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan nilai *threshold* dengan Metode Persentase. Metode ini menurut Juliastuti (2008) telah diuji oleh Chavez-Demoulin et al. (2004). Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Seluruh data kerugian operasional diurutkan dari nilai tertinggi sampai dengan yang terendah.
- Hitung jumlah data dari setiap kejadian dan masing-masing dikalikan dengan 10%. Hasilnya berupa jumlah data teratas dari setiap kejadian.
- Dengan mengurutkan data tersebut dari yang terbesar sampai dengan terendah akan diperoleh 10% data teratas yang masuk dalam nilai ekstrem.
- Batas bawah dari 10% data terbesar akan menjadi *threshold* dari masing-masing kejadian.

Selain itu, metode yang digunakan untuk menetapkan nilai *threshold* adalah dengan pendekatan *sample mean excess function*. Pendekatan ini merupakan perhitungan ukuran kelebihan atau nilai di atas *threshold* dibagi dengan jumlah *data points* yang berada di atas *threshold*. Rumus *sample mean excess function* sebagai berikut (Muslich, 2007):

$$e_n(\mu) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^+}{\sum_{i=1}^n 1(x_i > \mu)} \quad (3.6)$$

Rumus *sample mean excess function* menunjukkan banyaknya data yang *overshoot* atau di atas *threshold*. Dalam penelitian ini untuk penetapan nilai *threshold* menggunakan *sample excess function*.

## b. Estimasi Parameter

Jika data sesuai dengan distribusi ekstrem, parameter *shape* mungkin akan signifikan. Sebaliknya, jika data sesuai statistik distribusi biasa maka dapat digunakan seperti *lognormal* atau *exponential*.

Terdapat beberapa metode dalam melakukan estimasi parameter salah satunya adalah *Probability Weighted Moments (PWM)*. Untuk mengestimasi *shape parameter*  $\xi$ , *scale parameter*  $\psi$  dan *location parameter*  $\mu$  digunakan rumus untuk estimator parameter (Cruz, 2002) sebagai berikut:

$$\hat{\omega}(\mu, \psi, \xi) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \chi_{j,n} U_{j,n} \quad (3.7)$$

dimana :

$U$  = posisi *plot* untuk posisi sampel yang diambil dengan  $p_{j,n} = \frac{(n-j+0,5)}{n}$   
 $n$  = total jumlah data (ekstrim)  
 $j$  = *ranking* data

*GDP estimator* untuk parameter *shape* adalah:

$$\xi = 3 - 2 \left( \frac{m_2}{m_1} - 1 \right)^{-1} \quad (3.8)$$

dimana:

$m_1$  = nilai *moment* 1

$m_2$  = nilai *moment* 2

Menghitung nilai  $m_1$  dan  $m_2$  dilakukan dengan persamaan:

$$m_1 = 2 \omega_1 - \omega_0 \quad (3.9)$$

$$m_2 = 3 \omega_2 - \omega_0 \quad (3.10)$$

Untuk estimasi parameter *scale* sebagai berikut:

$$\psi = m_1 (2 - \xi)(1 - \xi) \quad (3.11)$$

Untuk menghitung parameter *location* dilakukan dengan persamaan:

$$\mu = \omega_0 - \frac{\psi}{1 - \xi} \quad (3.12)$$

dimana:

$\omega_0 = \text{probability - weighted moment ke-0}$  (atau sama dengan rata-rata/moment pertama)

Selain itu dalam melakukan estimasi parameter dapat digunakan pendekatan *Hill Estimator*:

Metode I:

$$\xi = \left( \frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^{k-1} \ln(x_j) \right) - \ln(x_k) \quad (3.13)$$

Metode II:

$$\xi = \left( \frac{1}{k} \sum_{j=1}^{k-1} \ln(x_j) \right) - \ln(x_k) \quad (3.14)$$

### c. Perhitungan Nilai *Operational Value at Risk*

Dalam penelitian ini Perhitungan nilai *VaR* dilakukan dengan menggunakan metode *POT* dan mengambil tingkat keyakinan 95% dan 99%. Perhitungan terhadap *VaR* dilakukan dengan memasukkan nilai estimasi yang telah dihitung

sebelumnya dengan menggunakan rumus *POT* sehingga besarnya *VaR GPD* sebagai berikut:

$$Ops VaR = \mu + \frac{\psi}{\xi} \left\{ \left[ \frac{n}{LM} (1-p) \right]^{-\xi} - 1 \right\} \quad (3.15)$$

Estimasi besarnya *expected shortfall* sebagai berikut:

$$ES = \frac{VaR_{\psi}}{1-\xi} + \frac{\psi - \xi\mu}{1-\xi} \quad (3.16)$$

### 3.2.2. *Monte Carlo Simulation*

Secara umum metode *Monte Carlo Simulation* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Pilih jumlah dan frekuensi kerugian dari model probabilitas.
- b. Simulasi nomor dari kerugian dan jumlah kerugian individu kemudian hitung koresponden kerugian agregat.
- c. Ulangi secara terus menerus (sekurang-kurangnya 5,000 kali) untuk memperoleh agregat distribusi kerugian empiris.

Penjelasan metode *Monte Carlo Simulation* secara detil sebagai berikut:

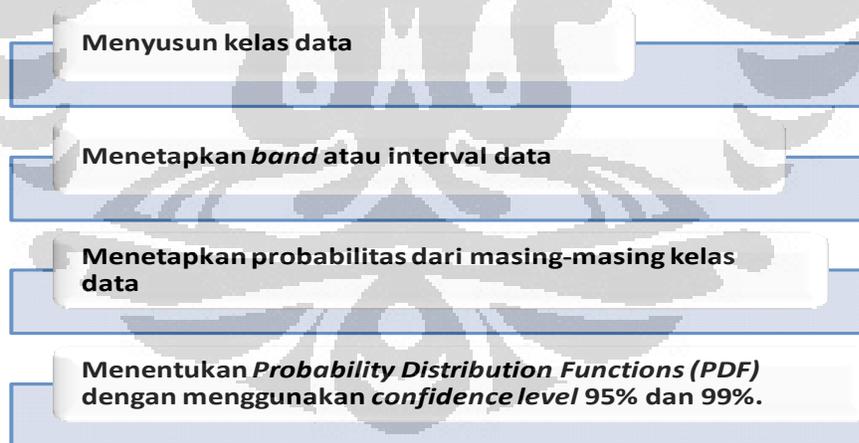
#### 3.2.2.1. *Frequency of loss distribution dan severity of loss distribution*

Menurut *Basel Committee on Banking Supervision* (Juni 2011), dasar dari semua model risiko operasional adalah distribusi. Umumnya bank memisahkan perhitungan *frequency distribution* dan *severity distribution*. Distribusi ini dilengkapi dengan "Perhitungan *Dataset*" yang merupakan bagian dari data yang dikumpulkan, baik aktual atau disusun sendiri untuk memenuhi kondisi dalam model *AMA*. Kondisi yang diperlukan tersebut mencakup parameter aplikasi

(yaitu bagian kepatuhan pada *AMA*, periode observasi, tanggal referensi, *threshold* pemodelan data *treatment*). Perbedaan yang signifikan dalam model *severity distribution*, distribusi yang dipilih berkisar dari *light tail to heavy tail*.

Beberapa bank menganggap bahwa di setiap kategori risiko operasional, kerugian risiko operasional mengikuti kondisi similar atau berbeda (kondisi yang berbeda yaitu untuk frekuensi tinggi dampak rendah dan frekuensi rendah dampak tinggi). Terdapat juga variasi pendekatan dalam pilihan dan penggunaan batas pemodelan dan metode yang digunakan untuk mengestimasi parameter distribusi. Beragam asumsi menyoroti kunci sumber risiko operasional untuk variasi pendekatan model pada perbankan dan persyaratan perhitungan modal untuk risiko operasional.

Penentuan *loss distribution model* untuk *frequency of loss distribution* dan *severity of loss distribution* secara umum dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:



**Gambar 3.3 Tahapan Penentuan *Loss Distribution Model***

Sumber: Whardana (2006) (telah diolah kembali)

Langkah-langkah dalam mengukur modal untuk risiko operasional adalah sebagai berikut (Xie, 2011):

- a. Terdapat data dari kejadian risiko operasional dan kerugian operasional dalam periode tertentu.
- b. Diasumsikan bahwa frekuensi kerugian dan severitas kerugian mengikuti fungsi distribusi yang telah dikenal, lalu parameter fungsi distribusi dapat diestimasi. Setelah itu, melakukan simulasi frekuensi dan severitas dari kerugian operasional dengan menggunakan *software* tertentu (misalkan Matlab 7.8).
- c. Setelah mendapatkan fungsi distribusi frekuensi kejadian kerugian, maka diperoleh simulasi  $n$  waktu, lalu didapat  $n$  *random number* yang sesuai dengan fungsi distribusi  $Q1, Q2, \dots, Qn$ .
- d. Asumsikan  $Q$  nilai  $Q1$ , sehingga risiko operasional *loss event* mungkin terjadi pada  $Q1$  beberapa kali dalam periode waktu tersebut.
- e. Jumlahkan nilai severitas kerugian, pada kemungkinan nilai risiko yang ada.
- f. Ulangi langkah d dan e sebanyak 5.000 kali dan akan diperoleh 5000 kemungkinan nilai risiko operasional.
- g. Distribusi risiko operasional tersedia dalam 5.000 kemungkinan nilai.
- h. Nilai dari risiko operasional diperoleh dari nilai model *VaR*.

#### 3.2.2.2. Menyusun *Loss Distribution Model*

Model *Loss Distribution* merupakan penggabungan antara distribusi kerugian frekuensi dengan distribusi kerugian severitas. Proses penggabungan dimulai dengan membuat serangkaian data *random* yang mempunyai pola distribusi yang sama dengan pola distribusi data historisnya. Semakin banyak jumlah data yang dibentuk secara *random* maka akan semakin banyak simulasi frekuensi yang dilakukan. Selanjutnya semakin banyak jumlah simulasi yang dilakukan maka akan semakin baik hasil yang diperoleh. Angka-angka yang terbentuk merupakan

banyaknya jumlah *event severity* yang dapat terjadi secara bersamaan dalam bulanan (Whardana, 2006).

Selain itu juga dilakukan pembentukan distribusi data kerugian severitas dengan membuat data *probability event severity* secara *random*. Nilai dari tiap kejadian severitas merupakan hasil dari *loginverse* dari *probability event severity* yang terbentuk, nilai rata-rata dari data asal dan standar deviasi dari data asal. Selanjutnya dari tiap iterasi ditentukan total dari nilai *event severity* yang ada. Nilai total tersebut merupakan nilai kerugian maksimal yang dapat terjadi dari tiap bulan simulasi (Whardana, 2006).

### 3.2.2.3. Menetapkan *Goodness of Fit Test*

*Goodness of Fit Test* merupakan suatu pengujian statistik untuk menentukan model distribusi yang paling sesuai digunakan dalam model. Pengujian tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan *Kolmogorov Smirnov Test (KS)* dan *Chi-Square Test*.

*KS Test* dilakukan dengan menyusun kumulatif distribusi untuk frekuensi observasi dan frekuensi ekspektasi. Bandingkan kedua hasil tersebut sehingga diperoleh nilai perbedaan terbesar diantara keduanya. Distribusi dengan nilai *KS* terkecil merupakan distribusi yang paling sesuai. *KS-Statistics* sebagai berikut (Levin, 1998):

$$D_n = \max |F_e - F_o| \quad (3.17)$$

*Chi-Square Test* menggunakan nilai model yang diuji (*t-test*) dibandingkan dengan nilai *chi-squared-critical value* dengan menggunakan *degree of freedom*  $(r - 1)(c - 1)$ , dimana  $r$  jumlah baris,  $c$  jumlah kolom dan  $\alpha$  sesuai dengan *confidence level* yang telah ditetapkan yaitu 95%.

Jika nilai *t-test* lebih kecil daripada *chi-squared-critical value* maka model dapat diterima. Adapun *chi-square-statistic* sebagai berikut:

$$X^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \quad (3.18)$$

#### 3.2.2.4. Menghitung Nilai Value of Risk (VaR)

Nilai *VaR* dari risiko operasional diperoleh dengan cara menyusun nilai total dari tiap iterasi yang telah dilakukan secara *descending*. Berdasarkan nilai total yang telah diurutkan tersebut kemudian diambil satu nilai berdasarkan persentase yang sesuai dengan *confidence level* yang telah ditetapkan. Selanjutnya nilai tersebut yang ditetapkan sebagai nilai *VaR* risiko operasional.

### 3.3. Pengujian Validitas

Pengujian validitas dari *VaR* model yang ditetapkan merupakan suatu tahapan penting dalam penggunaan *AMA*. Pengujian validitas dengan *backtesting* bertujuan untuk mengetahui akurasi model risiko operasional yang digunakan dalam memproyeksi potensi kerugian yang terjadi. Bank biasanya melakukan *backtesting* secara bulanan atau kuartal. *Backtesting* dilakukan dengan membandingkan nilai *VaR* risiko operasional dengan realisasi kerugian operasional dalam suatu waktu tertentu.

Dalam penelitian ini *backtesting* akan menggunakan *kupiec's proportion of failures test*. Jumlah dari pelanggaran (pelanggaran terjadi ketika *actual* kerugian melebihi estimasi) dari data empiris dibandingkan dengan jumlah yang dapat diterima pada tingkat keyakinan yang telah ditetapkan. Jika  $\epsilon_t$  merupakan total kerugian yang sebenarnya pada titik  $t$  dan  $VaR_t$  adalah *VaR* proyeksi, maka nilai  $C_t$  merupakan aturan sebagai berikut:

$$C_t = 1 \text{ if } \epsilon_t > VaR_t; C_t = 0 \text{ if } \epsilon_t \leq VaR_t \quad (3.19)$$

*Kupiec* mempergunakan pendekatan *loglikelihood ratio* untuk menguji validitas model yaitu:

$$LR = -2 \ln[(1 - \alpha)^{T-V} \alpha^V] + 2 \ln \left[ \left(1 - \frac{V}{T}\right)^{T-V} \left(\frac{V}{T}\right)^V \right] \quad (3.20)$$

dimana:

$V$  = *failure* antar nilai *VaR* dengan kerugian aktual

$T$  = jumlah data observasi

$\alpha$  = probabilitas,  $(1 - \text{confidence level})$

Nilai LR dibandingkan dengan *chi-Square* pada *degree of freedom* tertentu, dengan menggunakan *confidence level* 95%, maka model dapat diterima jika nilai  $LR < 3,841$ .

**Tabel. 3.4 Jumlah Pelanggaran (N) yang Diterima Berdasarkan *Kupiec's Proportion of Failure Test***

<i>VaR Confidence Level</i>	255 hari (1 tahun)	510 Hari (2 tahun)	1000 Hari (4 tahun)
99%	$N < 7$	$1 < N < 11$	$4 < N < 17$
97,5%	$2 < N < 12$	$6 < N < 21$	$15 < N < 36$
95%	$6 < N < 21$	$16 < N < 36$	$37 < N < 65$
92,5%	$11 < N < 28$	$27 < N < 51$	$59 < N < 92$
90%	$16 < N < 36$	$38 < N < 65$	$81 < N < 120$

Sumber: Chernobai (2007)

Jika jumlah aktual pelanggaran yang terjadi di bawah jumlah pelanggaran yang dapat diterima sebagaimana Tabel 3.4, hal ini menunjukkan bahwa model *VaR* yang dimiliki terlalu konservatif, sementara itu jika jumlah pelanggaran melebihi jumlah pelanggaran yang dapat diterima maka hal ini mengindikasikan bahwa

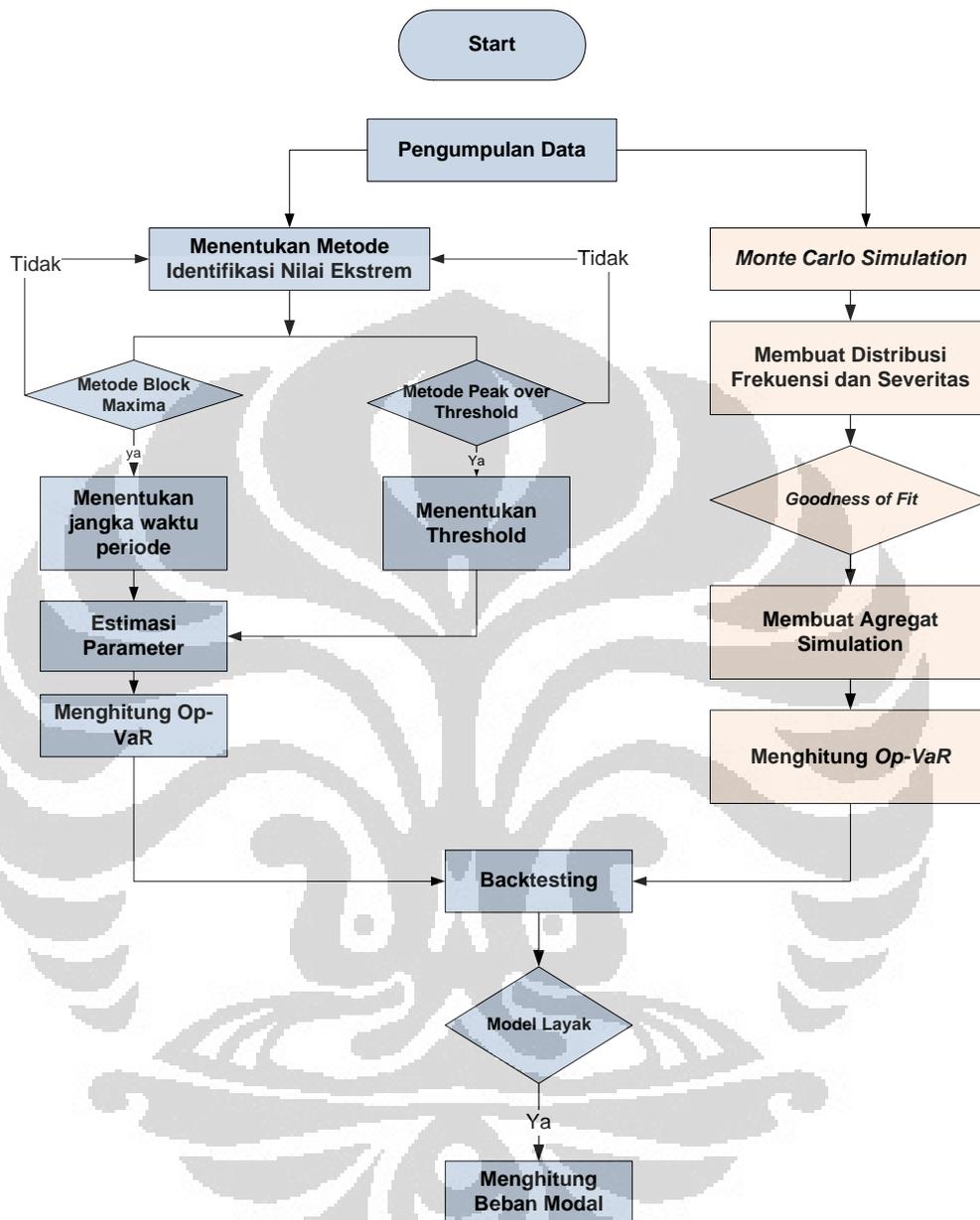
*VaR* yang dimiliki terlalu rendah dan kemungkinan kerugian yang besar dikurangkan dalam model (Chernobai, 2007).

Prosedur untuk melakukan *back testing* pengujian validitas model dapat dilakukan sebagai berikut (Muslich, 2007):

- a. Tentukan besarnya *value at risk* kerugian risiko operasional dari waktu ke waktu sesuai dengan periode proyeksinya.
- b. Tentukan besarnya kerugian operasional riil dalam periode yang sama dengan periode proyeksinya.
- c. Tentukan *binary indicator* dengan ketentuan, jika *value at risk* kerugian operasional lebih besar daripada kerugian operasional riil, maka nilai *binary indicator* adalah nol, jika sebaliknya nilai *binary indicator* adalah satu.
- d. Nilai *binary indicator* ini dijumlahkan menjadi jumlah *failure rate*.
- e. Tentukan nilai tingkat keyakinan, misalnya  $1 - \alpha = 95\%$  dan besarnya tingkat *failure rate* yang diharapkan pada nilai  $\alpha$ .
- f. Jika jumlah *failure rate* pada huruf d lebih kecil daripada tingkat *failure rate* yang diharapkan maka model risiko operasional valid untuk digunakan dalam proyek selanjutnya.

### 3.4. Kerangka Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini diawali dengan pengumpulan data. Data berasal dari data kerugian operasional PT Bank ABC. Selanjutnya data yang ada diolah dengan menggunakan 2 metode yaitu metode *Extreme Value Theory* dan *Monte Carlo Simulation*. Langkah-langkah selanjutnya dapat dilihat pada *flowchart* kerangka penelitian berikut ini:



**Gambar 3.4 Kerangka Penelitian**

Sumber: Agustiarni (2006) dan Whardana (2006) (telah diolah kembali)

## BAB 4

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dianalisis dan dibahas mengenai pengukuran beban risiko dengan menggunakan metode *Extreme Value Theory (EVT)* dan metode *Monte Carlo Simulation*. Penggunaan metode *EVT* akan dilakukan dengan metode *Block Maxima – Generalized Extreme Value (GEV)* dan *Peaks Over Threshold (POT) – Generalized Pareto Distribution (GPD)*. Setelah itu akan dilakukan perhitungan *Value at Risk* Risiko operasional. Sedangkan untuk metode *Monte Carlo Simulation*, akan dilakukan dengan menyusun distribusi dari frekuensi dan severitas, pengujian *goodness of fit* atas data yang ada serta membuat *aggregate loss*. Setelah itu akan dihitung *Value at Risk* risiko operasional.

Pada bagian akhir bab ini akan dilakukan pengujian validitas dengan menggunakan *backtesting*. Pengujian ini menggunakan metode *Loglikelihood Ratio* dengan pengujian ini akan diperoleh informasi, metode mana yang sesuai dengan PT Bank ABC dalam perhitungan beban modal risiko operasional.

#### **4.1. Metode Extreme Value Theory (EVT)**

Pada Bab 3 di atas telah dijelaskan bahwa perhitungan beban risiko operasional dengan metode *EVT* dapat dilakukan dengan dua metode yaitu *Block Maxima – GEV* dan *POT – GPD*. Dalam penelitian ini akan dilakukan perhitungan dengan kedua perhitungan tersebut. Namun untuk perhitungan estimasi parameter pada Metode *Block maxima – GEV* akan dilakukan dengan menggunakan *Probability Weighted Moments (PWM)*, sedangkan pada metode *POT – GPD* akan dilakukan dengan *Hill Estimation* dan *PWM*.

#### **4.1.1. Block Maxima - Generalized Extreme Value (GEV)**

Sebagaimana telah diungkapkan di atas metode *Block Maxima* merupakan metode tradisional yang digunakan untuk menganalisis data yang bersifat seasonalitas, dimana pada metode ini data frekuensi kerugian diabaikan dan hanya menggunakan data severitas kerugian operasional. Untuk memperoleh nilai parameter *EVT* menggunakan *GEV* dapat dilakukan dengan beberapa estimasi parameter antara lain *Moments*, *Hill Estimation*, *Probability Weighted Moments* dan *Maximum Likelihood*.

##### **4.1.1.1. Perhitungan Estimasi Parameter**

Dalam penelitian ini perhitungan estimasi parameter akan menggunakan *Probability Weighted Moments (PWM)*. Pada metode *PWM* untuk mencari nilai parameter, maka data severitas kerugian tersebut dikelompokkan dalam suatu periode tertentu. Dari periode tertentu tersebut diambil data kerugian tertinggi pada periode itu.

Data severitas kerugian yang digunakan dalam penelitian ini adalah data severitas kerugian PT Bank ABC selama tiga tahun (2008 – 2010). Selanjutnya data tersebut dikelompokkan dalam masing-masing bulan sesuai dengan laporan yang disampaikan oleh masing-masing kantor cabang. Setelah data dikelompokkan menurut bulannya tersebut, masing-masing data diurutkan dari yang terbesar sampai dengan yang terkecil pada masing-masing periode bulannya. Selanjutnya nilai severitas kerugian dari masing-masing bulan diambil sebagai data sampel yang akan digunakan dalam perhitungan *Generalized Extreme Value (GDP)*. Adapun perhitungan lebih lanjut mengenai *GDP* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Setelah memperoleh data severitas kerugian, maka akan diperoleh nilai tertinggi dari masing-masing periode bulanan. Selanjutnya data tersebut diurutkan dari nilai tertinggi sampai dengan nilai terendah dengan mengabaikan *sequence* waktu

terjadinya kerugian tersebut. Perhitungan dilanjutkan dengan mencari nilai *plot position* dari masing-masing data severitas yang berguna untuk menghitung *shape* ( $\xi$ ), *scale* ( $\psi$ ) dan *location* ( $\mu$ ).

**Tabel 4.1 Perhitungan *Generalized Extreme Value***

No	Data Kerugian	Plot Position	W1	Plot Position <sup>2</sup>	W2
1	261.937.800.000	0,9861	258.299.775.000,00	0,9724	254.712.278.125
2	200.000.000.000	0,9583	191.666.666.666,67	0,9184	183.680.555.556
3	38.717.150.000	0,9306	36.028.459.027,78	0,8659	33.526.482.706
4	23.700.000.000	0,9028	21.395.833.333,33	0,8150	19.315.682.870
5	22.528.420.000	0,8750	19.712.367.500,00	0,7656	17.248.321.563
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
32	54.000.000	0,1250	6.750.000,00	0,0156	843.750
33	53.990.504	0,0972	5.249.076,78	0,0095	510.327
34	32.123.248	0,0694	2.230.781,11	0,0048	154.915
35	3.173.000	0,0417	132.208,33	0,0017	5.509
36	2.000.000	0,0139	27.777,78	0,0002	386
	<b>17.544.152.898</b>		<b>16.431.335.836</b>		<b>15.516.303.203</b>

Sumber: hasil olahan data (2012)

Untuk memperoleh nilai parameter *shape*  $\xi$ , *scale* ( $\sigma$ ) dan *location* ( $\mu$ ) terlebih dahulu harus dicari nilai *moment*,  $m_1$  dan  $m_2$  sebagaimana persamaan (3.1) dan (3.2). Untuk memperoleh nilai *moment* tersebut harus dihitung nilai *plot position* yang diperoleh dari selisih total jumlah data severitas kerugian dengan *ranking* data ditambah 0,5 dibagi dengan total jumlah data severitas kerugian. Sedangkan *plot position*<sup>2</sup> diperoleh dengan mengkuadratkan nilai *plot position*, sebagaimana Tabel 4.1 tersebut di atas.

Setelah memperoleh nilai  $m_1$  dan  $m_2$ , maka nilai parameter dapat dihitung. Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh nilai parameter masing-masing yaitu nilai parameter *shape*  $\xi$  sebesar -0,7766. Nilai parameter *shape*  $\xi$  yang lebih kecil dari nol  $\xi < 0$  menunjukkan bahwa distribusi severitas kerugian operasional PT Bank ABC mengikuti distribusi *weibull*. Sedangkan untuk nilai parameter *location* ( $\mu$ ) dapat dihitung setelah memperoleh nilai parameter *shape*  $\xi$ . Sedangkan nilai parameter *scale* ( $\psi$ ) dapat dihitung setelah memperoleh kedua nilai parameter lainnya yaitu *shape*  $\xi$  dan *location* ( $\mu$ ). Adapun nilai parameter

sebesar *location* ( $\mu$ ) sebesar 17.151.670.191, sedangkan nilai parameter *scale* ( $\psi$ ) sebesar 4.085.003.172.

#### 4.1.1.2. Perhitungan *Operational Value at Risk*

Dalam penelitian ini perhitungan *VaR* dilakukan dengan menggunakan *confidence level* yang dikehendaki sebesar 99,90%, hal ini sesuai dengan *confidence level* yang disyaratkan Basel untuk perhitungan beban modal risiko operasional. Namun demikian agar dapat memperbandingkan hasilnya, maka dalam penelitian ini *confidence level* yang digunakan adalah 95,00%, 99,00% dan 99,90%. Penetapan penggunaan *confidence level* ini akan digunakan pada semua perhitungan dalam penelitian ini.

Perhitungan *Value at Risk* (*VaR*) risiko operasional dilakukan dengan menggunakan persamaan (3.5). Adapun nilai perhitungan *VaR* untuk masing-masing *confidence level* adalah sebagai berikut:

**Tabel 4.2 Perhitungan Op VaR Metode *Generalized Extreme Value* Berdasarkan *Confidence Level***

<i>Confidence Level</i>	95,00%	99,00%	99,9%
Jumlah Data	36	36	36
<i>Shape</i>	-0,7766	-0,7766	-0,7766
<i>Scale</i>	4.085.003.172	4.085.003.172	4.085.003.172
<i>Location</i>	17.151.670.191	17.151.670.191	17.151.670.191
Op VaR	21.887.852.162	22.263.974.505	22.387.078.874

Sumber: hasil olahan data (2012)

Pada tabel 4.2 perhitungan *VaR* risiko operasional PT Bank ABC terlihat bahwa dengan *confidence level* sebesar 95,00% menghasilkan *VaR* sebesar Rp 21.887.852.162. Sedangkan dengan *confidence level* 99,00% diperoleh *VaR* sebesar Rp 22.263.974.505 dan dengan menggunakan *confidence level* sebesar 99,90% diperoleh nilai *VaR* sebesar Rp 22.387.078.874.

#### 4.1.2. *Peaks Over Threshold (POT) - Generalized Pareto Distribution (GPD)*

Selain menggunakan *Block Maxima – GEV* dalam penelitian ini juga digunakan *POT - GPD*. Pada metode *POT – GPD* ini tahap penting yang akan mempengaruhi nilai *VaR* adalah penentuan nilai *threshold*. Terdapat beberapa metode perhitungan nilai *threshold* antara lain npenetapan berdasarkan persentase dan *sample mean excess function*. Metode penetapan nilai *threshold* telah dijelaskan pada bab 3.

##### 4.1.2.1. *Penentuan Threshold*

Dalam penelitian ini penentuan *threshold* menggunakan pendekatan *sample mean excess function* sebagaimana persamaan (3.1). Dari data PT Bank ABC selama tiga tahun diketahui bahwa jumlah data severitas yang tercatat sebanyak 2.137 kali. Data kerugian severitas terendah sebesar Rp 988 sedang kerugian severitas tertinggi sebesar Rp 261.937.800.000. Atas data tersebut dilakukan perhitungan untuk menetapkan besarnya *mean* dan diperoleh *mean* sebesar Rp 352.771.971.

Data diurutkan dari nilai tertinggi sampai dengan terendah dan dibandingkan atau dikurangkan antara data kerugian severitas dengan data *mean*. Hal ini dilakukan untuk mencari selisih antara data kerugian bank dengan *mean* sehingga diperoleh data di bawah *threshold* yaitu hasil selisih yang bertanda negatif dan data di atas *threshold* yaitu hasil selisih yang bertanda positif. Hasil perhitungan tersebut digunakan untuk menghitung banyaknya data yang *overshoot* atau melebihi *threshold*. Adapun perhitungannya sebagai berikut:

$$\text{Sample mean excess function} = \frac{679.557.681.036}{7} = 97.079.668.719 \quad (4.1)$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh data di atas *threshold* sebanyak tujuh data kerugian severitas. Severitas kerugian yang melebihi *threshold* sebagai berikut:

**Tabel 4.3 Data severitas kerugian yang melebihi *Threshold***

No	Data Severitas	Nilai Melebihi <i>Threshold</i>
1	273.726.049.523	252.785.113.377
2	200.284.001.263	179.343.065.117
3	89.706.826.547	68.765.890.401
4	44.387.529.952	23.446.593.806
5	25.399.769.696	4.458.833.550
6	23.893.260.190	2.952.324.044
7	22.160.243.866	1.219.307.720
	679.557.681.036	

Sumber: hasil olahan data (2012)

Berdasarkan tabel 4.3 tersebut di atas, dijelaskan bahwa data tertinggi yang melebihi *threshold* sebesar Rp 261.937.800.000 sedangkan data terendah yang melebihi *threshold* adalah sebesar Rp 361.150.000.

#### 4.1.2.2. Penetapan Parameter

Untuk menetapkan parameter *shape*  $\xi$  dan parameter *scale*  $\sigma$  dapat dilakukan dengan beberapa cara, namun pada penelitian ini penetapan parameter akan dilakukan dengan dua pendekatan yaitu *Hill Estimation* dan *Probability Weighted Moments (PWM)*.

##### a. *Hill Estimation*

Dalam penetapan parameter menggunakan estimasi *Hill* akan dilakukan terlebih dahulu perhitungan estimasi parameter *shape*  $\xi$ . Namun demikian sebelum memperoleh nilai *shape*  $\xi$  tersebut terlebih dahulu diperoleh nilai *threshold*. Dalam penelitian ini diperoleh sebanyak 7 data yang termasuk dalam nilai ekstrem. Selanjutnya data tersebut diurutkan dengan dari data terbesar sampai dengan data terendah dan diberi nomor urut yang diberi notasi  $k$ . Setelah itu dihitung nilai  $Ln$  untuk masing-masing data menggunakan rumus ( $Ln(x)$ ).

Untuk memperoleh nilai *shape*  $\xi$  dengan menggunakan metode I persamaan (3.7) dan metode II persamaan (3.8). Hasil masing-masing perhitungan dirata-ratakan. Nilai rata-rata dari masing-masing metode merupakan estimasi parameter *shape*  $\xi$  sebagaimana tabel di atas.

**Tabel 4.4 Perhitungan Parameter Hill *Shape*  $\xi$**

k	Data	ln(x)	Cum Ln(x)	Hill = Parameter $\xi$
1	273.726.049.523	26,33539362	26,33539362	0,000000
2	200.284.001.263	26,0230022	52,35839583	0,156196
3	89.706.826.547	25,21981271	77,57820853	0,639590
4	44.387.529.952	24,51622441	102,0944329	1,007384
5	25.399.769.696	23,95800594	126,0524389	1,252482
6	23.893.260.190	23,89686226	149,9493011	1,094688
7	22.160.243.866	23,8215657	173,7708668	1,002844
			$\xi$	0,736169

Sumber: hasil olahan data (2012)

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa hasil estimasi parameter *shape*  $\xi$  risiko operasional PT Bank ABC sebesar 0,736169. Estimasi parameter tersebut diperoleh dari tujuh data ekstrim di atas *threshold* yang telah diurutkan dari terbesar sampai dengan terkecil. Kolom 3 diperoleh dengan menggunakan aplikasi *excel* dengan rumus “=ln(data)”, sedangkan kolom 4 diperoleh dengan menjumlahkan nilai *ln* pada *k* dengan nilai *ln* pada *k* + 1 secara akumulasi.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut di atas nilai *shape*  $\xi$  kerugian operasional PT Bank ABC menunjukkan nilai yang lebih besar dari nol ( $\xi > 0$ ) sehingga mengikuti distribusi yang memiliki ekor paling berat (*heavy-tailed*) dan mengikuti distribusi *frechet* ( $\xi > 0$ ). Sedangkan untuk memperoleh nilai parameter *scale* ( $\sigma$ ) dengan pendekatan estimasi *Hill* dilakukan dengan cara yang sederhana yaitu standar deviasi dari seluruh data *threshold*. Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh nilai parameter *scale* ( $\sigma$ ) sebesar 100.658.727.833.

b. *Probability Weighted Moment (PWM)*

Selain menggunakan estimasi *Hill* dalam penelitian ini juga dilakukan estimasi nilai parameter dengan menggunakan *PWM*. Pada tahap awal penggunaan metode ini hampir sama dengan metode estimasi *Hill* yaitu dimulai dengan menyusun data kerugian yang melebihi *threshold* dari yang terbesar sampai terkecil. Setelah itu harus dicari nilai *moment*,  $m_1$  dan  $m_2$  sebagaimana persamaan (3.3) dan (3.4). Nilai *moment* tersebut harus dihitung dengan nilai *plot position* dari masing-masing data. Nilai tersebut diperoleh dari selisih total jumlah data di atas *threshold* dengan *ranking* data ditambah 0,5 dibagi dengan total jumlah data ekstrim.

Untuk memperoleh nilai  $\omega_1$  dan  $\omega_2$  sebagaimana Tabel 4.3. masing-masing data kerugian di kalikan dengan *plot position* untuk  $\omega_1$  dan dikalikan dengan *plot position* kuadrat untuk  $\omega_2$ . Perhitungan tersebut dapat dijelaskan sebagaimana Tabel 4.5 berikut ini:

**Tabel 4.5 Perhitungan *Probability Weighted Moments***

No	Data Kerugian	Plot Position	W1	Plot Position <sup>2</sup>	W2
1	273.726.049.523	0,9286	254.174.188.842,79	0,8622	236.018.889.640
2	200.284.001.263	0,7857	157.366.000.991,99	0,6173	123.644.715.065
3	89.706.826.547	0,6429	57.668.674.208,49	0,4133	37.072.719.134
4	44.387.529.952	0,5000	22.193.764.976,00	0,2500	11.096.882.488
5	25.399.769.696	0,3571	9.071.346.320,00	0,1276	3.239.766.543
6	23.893.260.190	0,2143	5.119.984.326,43	0,0459	1.097.139.499
7	22.160.243.866	0,0714	1.582.874.561,86	0,0051	113.062.469
	<b>97.079.668.719</b>		<b>72.453.833.461</b>		<b>58.897.596.405</b>

Sumber: hasil olahan data (2012)

Berdasarkan tabel 4.5 tersebut diatas diperoleh nilai  $m_1$  sebesar 47.827.998.203 dan nilai  $m_2$  sebesar 79.613.120.496. Dengan diperoleh nilai  $m_1$  dan  $m_2$  maka

diperoleh nilai *shape*  $\xi$  sebesar - 0,009458184, nilai *scale* ( $\sigma$ ) sebesar 97.017.372.940 dan nilai *location* ( $\mu$ ) sebesar 971.306.323

#### 4.1.2.3. Perhitungan Nilai *Operational Value at Risk*

Perhitungan *Value at Risk* pada risiko operasional dengan menggunakan nilai observasi yang melebihi suatu tingkat *threshold* dapat dilakukan dengan menggunakan teori *Picklands, Delkema, De Hann*. Teori ini menyatakan bahwa fungsi distribusi atau fungsi distribusi kondisi lebih dirumuskan sebagai distribusi *Pareto* yang digeneralisasi (*Generalized Pareto Distribution – GDP*).

Menurut Lewis (2004) jika estimasi parameter telah dilakukan dan diperoleh hasilnya maka perhitungan *VaR* dapat segera dilakukan dengan persamaan perhitungan *VaR* menggunakan hasil estimasi parameter nilai *threshold*. Dengan demikian *VaR* kerugian operasional PT Bank ABC dapat langsung dihitung menggunakan persamaan *VaR* (3.9).

**Tabel 4.6 Perhitungan Op *VaR* Shape Metode Hill Berdasarkan Confidence Level**

<i>Confidence Level</i>	95,00%	99,00%	99,90%
Jumlah Data	36	36	36
<i>Threshold</i>	38.741.388.710	38.741.388.710	38.741.388.710
Data di atas <i>Threshold</i>	7	7	7
<i>Shape</i>	0,73616904	0,73616904	0,73616904
<i>Scale</i>	100.658.727.833	100.658.727.833	100.658.727.833
<i>Op VaR</i>	33.869.583.263	200.773.812.016	1.269.989.260.233

Sumber: hasil olahan data (2012)

Perhitungan *VaR* risiko operasional PT Bank ABC sebagaimana tabel 4.6 dapat dijelaskan bahwa dengan *confidence level* 95,00% menghasilkan *VaR* sebesar Rp 33.869.583.263. Untuk *confidence level* 99,00% diperoleh *VaR* sebesar Rp 200.773.812.016. Sedangkan dengan menggunakan *confidence level* sebesar

99,90% diperoleh nilai *VaR* sebesar Rp 15.957.184.152.521. Perhitungan secara lengkap *VaR* dengan Metode *Hill Estimation* dapat dilihat pada lampiran 1.

Dalam penelitian ini nilai *VaR* yang akan diperhitungkan pada *backtesting* adalah nilai *VaR* dengan *confidence level* sesuai dengan yang dikehendaki yaitu 99,90%. Adapun nilai *VaR* yang dipilih adalah nilai *VaR* dengan Metode 2 mengingat nilai tersebut masih di bawah nilai beban modal risiko operasional dengan *BIA* tahun 2012 sebesar Rp 3.870.770 juta.

Selain menggunakan Metode *Hill* perhitungan *VaR* dapat juga dilakukan dengan menggunakan perhitungan *Probability Weighted Moment*. Hasil dari perhitungan *VaR* dengan menggunakan pendekatan pada tabel 4.7.

Perhitungan dengan metode *PWM* menurut Coleman (2003) nilai *shape* yang didapat cenderung lebih kecil (Djanggola, 2010). Dengan demikian hal ini sejalan dengan hasil perhitungan *VaR* sebagaimana tabel 4.7. Dengan menggunakan *confidence level* 95,00% diperoleh *VaR* sebesar Rp 227.936.293.597. Sedangkan dengan menggunakan 99,00% diperoleh nilai Rp 380.919.500.142 dan nilai *VaR* sebesar Rp 595.779.229.851 dengan *confidence level* 99,90%.

**Tabel 4.7 Perhitungan Op VaR Shape Metode Probability Weighted Moment Berdasarkan Confidence Level**

<i>Confidence Level</i>	95,00%	99,00%	99,90%
Jumlah Data	36	36	36
<i>Threshold</i>	38.741.388.710	38.741.388.710	38.741.388.710
Data di atas <i>Threshold</i>	7	7	7
<i>Shape</i>	-0,00945818	-0,00945818	-0,00945818
<i>Scale</i>	97.017.372.940	97.017.372.940	97.017.372.940
<i>Op VaR</i>	227.936.293.597	380.919.500.142	595.779.229.851

Sumber: hasil olahan data (2012)

## 4.2. Metode *Monte Carlo Simulation*

Perhitungan *VaR* dengan metode *Monte Carlo Simulation* merupakan suatu metode simulasi untuk memperkirakan kerugian operasional pada periode tertentu dengan cara menggabungkan antara data frekuensi kerugian dengan data severitas kerugian yang telah terjadi di masa lalu.

Berdasarkan data PT Bank ABC, maka data frekuensi kerugian risiko operasional dikelompokkan dalam periode data bulanan sejak Januari 2008 sampai dengan Desember 2010. Sedangkan untuk data kerugian severitas dihitung berdasarkan *event* (kejadian) dengan periode waktu yang sama yaitu sejak tahun 2008 sampai dengan tahun 2010.

Selanjutnya atas data tersebut telah dilakukan pengumpulan dari data yang terkecil sampai dengan data yang terbesar dan kesemuanya diperhitungkan dalam penelitian ini. Untuk mempermudah dalam perhitungan maka data dihitung dalam jutaan rupiah, hal ini diperlukan untuk menghindari perhitungan data yang terlalu besar.

### 4.2.1. *Loss Distribution Model*

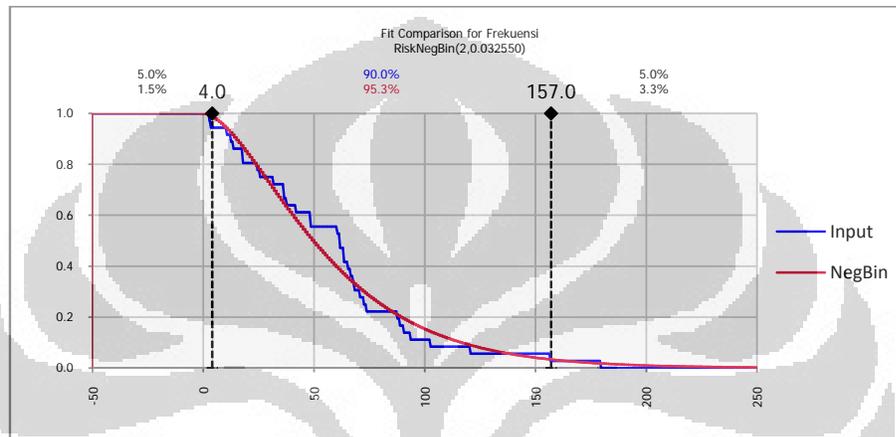
*Monte Carlo Simulation* mensyaratkan bahwa data dikelompokkan menjadi dua yaitu data frekuensi kerugian dan data severitas kerugian. Masing-masing kelompok data tersebut akan diuji secara terpisah untuk dapat menentukan tipe distribusi masing-masing. Dalam penelitian ini pengujian dilakukan dengan menggunakan *software Microsoft Excel (MS Excel)* dan *@Risk*.

#### 4.2.1.1. *Pengujian Distribusi Frekuensi*

Untuk melakukan pengujian terhadap data frekuensi digunakan *software @risk* yang ditambahkan (*add ins*) di dalam program *MS Excel*. Pengujian data frekuensi dilakukan secara otomatis oleh *software*, hal ini dilakukan dengan memblok data frekuensi kerugian lalu memilih menu *Define Distribution* dan *New Fit Excel*.

Lalu pada bagian *Domain* dipilih *discrete* hal ini sesuai dengan sifat data frekuensi yang *discrete*. Selanjutnya program akan melakukan pemilihan distribusi yang paling sesuai dengan data frekuensi dimaksud.

Berdasarkan hasil olahan @risk diketahui bahwa data frekuensi PT Bank ABC merupakan data frekuensi negatif binomial sebagaimana Gambar 4.1 berikut ini:



**Gambar 4.1 Distribusi Frekuensi Kerugian Operasional PT Bank ABC**

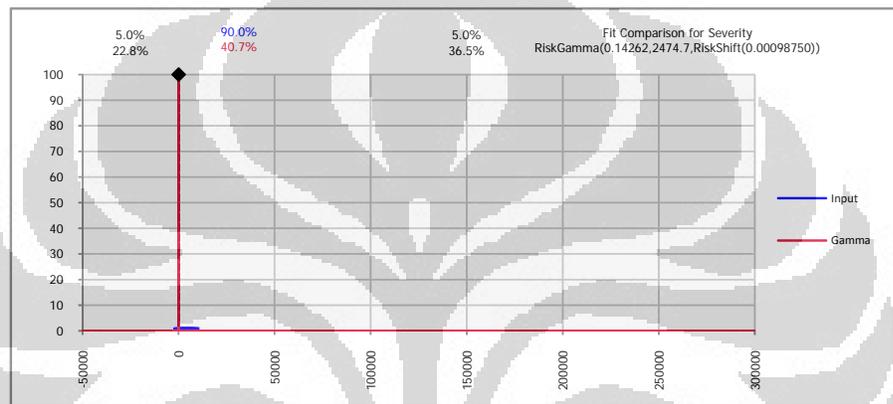
Sumber: hasil olahan data (2012)

Pada penelitian ini untuk menguji *fit distribution* frekuensi kerugian operasional maka digunakan beberapa *software* yaitu @Risk dan Easy Fit. Adapun hasil dari kedua *software* tersebut menunjukkan bahwa distribusi frekuensi kerugian sesuai dengan distribusi *negative binomial*. Dimana dengan menggunakan *software* @risk perhitungan *Chi-Square* diperoleh nilai 4,4548 sedangkan nilai *critical value chi-square* pada  $\alpha = 1\%$  adalah sebesar 57,34 sehingga distribusi *negative binomial* dapat diterima.

Sedangkan dengan menggunakan *software Easyfit* untuk uji *Kolmogorov-Smirnov* diperoleh nilai 0,25677. Nilai ini lebih kecil dari *critical value KS* yaitu sebesar 0,2755. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi frekuensi kerugian berdistribusi *negative binomial*.

#### 4.2.1.2. Pengujian *Distribusi Severitas*

Distribusi severitas kerugian merupakan elemen yang sangat penting dalam penyusunan model risiko operasional. Pada penelitian ini pengujian distribusi severitas juga menggunakan beberapa *software* yaitu *easyfit* dan *@risk*. Dengan menggunakan *software @risk* diperoleh *fit distribution* yang paling sesuai untuk distribusi severitas kerugian adalah distribusi *gamma*, sebagaimana Gambar 4.2 berikut ini:



**Gambar 4.2 Distribusi Severitas Kerugian Operasional PT Bank ABC**

Sumber: hasil olahan data (2012)

Berdasarkan distribusi *gamma* tersebut diperoleh nilai *mean* yang merupakan nilai rata-rata dari seluruh data yang ada berdasarkan distribusi *gamma* sebesar 352,94 sedangkan nilai standar deviasi dengan distribusi *gamma* diperoleh sebesar 934,57.

#### 4.2.2. Penyusunan *Monte Carlo Simulation*

Dalam *Monte Carlo Simulation* sebagaimana telah diuraikan pada Bab 2 dan Bab 3 bahwa model distribusi frekuensi kerugian dan model distribusi severitas kerugian harus digabungkan untuk mendapatkan *agregated loss distribution*. Namun demikian penggabungan tersebut tidak dapat dilakukan dengan menggunakan proses *analytical solution* sehingga penggabungan harus dilakukan dengan metode simulasi. Penggabungan antara distribusi frekuensi kerugian dan

distribusi severitas kerugian dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan simulasi *Monte Carlo* yang ada pada program *@risk* dan *MS Excel*.

Penilaian distribusi frekuensi kerugian operasional dan severitas kerugian operasional, sebagaimana dikemukakan di atas telah menghasilkan distribusi frekuensi data kerugian operasional mengikuti pola distribusi *negative binomial*. Sedangkan distribusi severitas kerugian mengikuti pola distribusi *gamma*.

Pembuatan simulasi *Monte Carlo* distribusi frekuensi kerugian dan severitas kerugian dilakukan dengan menggunakan *software @risk*. Setelah memperoleh hasil simulasi *Monte Carlo* untuk kedua distribusi tersebut, maka akan dilakukan perhitungan dengan menggunakan *MS Excel* dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Mengcopy hasil perhitungan simulasi frekuensi pada kolom *excel* yang telah dipilih. Jumlah baris yang akan terbentuk sebanyak 10.000, hal ini sesuai dengan jumlah iterasi yang dilakukan yaitu sebanyak 10.000 kali.
- b. Membuat *ranking* pada baris atas dengan mengurutkan nilai 1,2..... dst. Nilai ini berguna untuk menghitung jumlah *iterasi* dari masing-masing severitas yang akan dibentuk.
- c. Membuat data probabilitas untuk masing-masing kolom probabilitas dengan menggunakan fungsi = *randbetween(bottom;top)* yang berfungsi untuk menentukan posisi simulasi severitas kerugian.
- d. Mengisi nilai severitas dari masing-masing kolom dengan menggunakan = *index* dengan memblok kolom severitas.
- e. Masing-masing kolom severitas akan terisi sesuai dengan jumlah frekuensi yang telah terbentuk.

- f. Menghitung nilai total severitas untuk masing-masing *iterasi* yang dilakukan dengan menjumlahkan seluruh nilai *event severity* yang terdapat pada *iterasi* tersebut.

#### 4.2.3. Perhitungan *Value at Risk*

Perhitungan *Value at Risk* menggunakan *Monte Carlo Simulation* dalam penelitian ini menggunakan *MS Excel*. Setelah memperoleh nilai frekuensi kerugian dan nilai severitas kerugian yang telah dilakukan *iterasi* masing-masing sebanyak 10.000 kali dan disimulasi sebanyak 5 kali, maka akan menghasilkan sekelompok angka yang mengikuti severitasnya.

Selanjutnya atas masing-masing hasil *iterasi* severitas kerugian dilakukan penjumlahan pada masing-masing baris sesuai dengan *iterasi* frekuensinya. Penjumlahan tersebut akan menghasilkan sebanyak 10.000 nilai simulasi *VaR*. Untuk memperoleh nilai *VaR* risiko operasional sesuai dengan *confidence level* yang diinginkan, maka terlebih dahulu harus diurutkan nilai simulasi *VaR* dari angka terendah sampai dengan angka yang tertinggi.

Perhitungan nilai *VaR* dengan *confidence level* 99,9% diambil dari baris ke 9990, sedangkan untuk *confidence level* 99,00% diambil baris ke 9900 dan baris ke 9500 untuk *confidence level* 95,00%. Perhitungan lebih lanjut dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut ini:

**Tabel 4.8 Perhitungan *Monte Carlo Simulation* dengan iterasi dan simulasi**



Sumber: hasil olahan data (2012)

Nilai perhitungan *VaR* dari masing-masing simulasi yaitu sebanyak 5 kali akan diperoleh nilai rata-rata *VaR* sesuai dengan *confidence level (CF)* yang diinginkan. Adapun perhitungan nilai rata-rata *VaR* tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Dengan simulasi sebanyak 5 kali akan diperoleh nilai *VaR* kerugian operasional sebagaimana Tabel 4.7 di atas. Dengan nilai *confidence level* 95,00% maka diperoleh nilai *VaR* risiko Operasional sebesar Rp 52.491.390.857 sedangkan *confidence level* 99,00% hasil *VaR* sebesar Rp 104.151.062.972. Sementara itu untuk *confidence level* 99,90% diperoleh nilai *VaR* risiko operasional Rp 126.704.521.041.

**Tabel 4.9 Perhitungan VaR Operasional Risk dengan Metode Monte Carlo Simulation**

Simulasi	95,00%	99,00%	99,90%
1	50,811,414,883	102,451,663,334	124,690,254,590
2	53,129,924,636	108,182,991,011	129,934,080,194
3	53,672,508,852	105,331,420,659	128,442,116,054
4	52,993,184,665	100,672,861,280	122,524,453,400
5	51,849,921,249	104,116,378,577	127,931,700,967
Rata-rata	52,491,390,857	104,151,062,972	126,704,521,041

Sumber: hasil olahan data (2012)

Nilai *VaR* tersebut dapat diartikan bahwa dalam 10.000 simulasi hari kejadian di masa yang akan datang dan berdasarkan pengalaman masa lalu yang memiliki pola distribusi *gamma* dengan *confidence level* 99,90% diperoleh nilai kerugian yang dapat ditimbulkan sebesar Rp 126.704.521.041.

#### 4.3. Pengujian Validitas

Dalam penelitian ini pengujian validitas atau *back testing* merupakan suatu tahap penting, mengingat akan dilakukan penilaian pada masing-masing hasil *VaR* risiko operasional dengan pendekatan *Extreme Value Theory* dan *Monte Carlo Simulation*. Penilaian ini akan digunakan sebagai salah satu acuan dalam

menetapkan metode perhitungan beban modal yang paling sesuai bagi PT Bank ABC.

Data yang digunakan untuk *back testing* dalam penelitian ini menggunakan data kerugian operasional PT Bank ABC sejak Januari 2011 sampai dengan Mei 2012. Data dikelompokkan menjadi bulanan. Hal ini dilakukan karena semua perhitungan penilaian *VaR* menggunakan dasar perhitungan bulanan.

Untuk *back testing* ini akan menggunakan *statistical analysis* dengan *Kupiec Test*. Penggunaan *back testing* ini dilakukan dengan membandingkan antara nilai *Likelihood Ratio* dengan *Chi Square Critical Value* menggunakan *degree of freedom* satu pada tingkat kepercayaan 99%. Adapun tingkat kepercayaan 99% adalah 6.635 Model akan dikatakan *valid* apabila nilai *likelihood Ratio* (LR) lebih kecil daripada *critical value*. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah:

- a. Menentukan jumlah *actual loss event* yang diobservasi (T).
- b. Menentukan jumlah penyimpangan yang terjadi (V) dengan menggunakan *binary indicator* nilai nol jika tidak ada penyimpangan dan nilai 1 jika terjadi penyimpangan.
- c. Menetapkan tingkat alpha yang digunakan  $p^*$  yaitu  $1 - \text{confidence level}$ . Dalam penelitian ini digunakan *confidence level* sebesar 99,9%.
- d. Menentukan nilai LR.

Penilaian validitas atau *back testing* akan dilakukan pada masing-masing metode yaitu metode *Extreme Value Theory* dengan pendekatan *Block Maxima* dan *Peak Over Threshold* serta dengan metode *Monte Carlo Simulation*. Adapun hasil penilaian *back testing* untuk masing-masing metode sebagai berikut:

#### **4.3.1. Back Testing Metode Extreme Value Theory**

Dalam perhitungan *back testing* untuk metode *EVT* dilakukan untuk nilai *operational VaR* dengan metode *GEV* dan *GDP*. Sebagaimana telah dibahas di

atas, maka nilai *VaR* dengan metode *GEV* sebesar Rp 22.387.078.874. Sedangkan dengan Metode *GEV-PWM* sebesar Rp 595.779.229.851 dan sebesar Rp 1.269.989.260.233 untuk *VaR* dengan metode *GEV-Hill*. Perhitungan *back testing* untuk masing-masing metode dapat dijelaskan pada Tabel 4.10, 4.11 dan 4.12.

**Tabel 4.10 Perhitungan *Back Testing* Metode *POT – GEV***

Bulan	Operational VaR	Operational Loss	Selisih	Binary Indicator
Jan-11	22.387.078.874	5.956.420.028	16.430.658.846	0
Feb-11	22.387.078.874	2.958.934.060	19.428.144.814	0
Mar-11	22.387.078.874	28.311.914.923	(5.924.836.049)	1
Apr-11	22.387.078.874	20.086.396.773	2.300.682.101	0
Mei-11	22.387.078.874	18.202.552.389	4.184.526.485	0
Jun-11	22.387.078.874	5.956.420.028	16.430.658.846	0
Jul-11	22.387.078.874	23.365.516.035	(978.437.161)	1
Agust-11	22.387.078.874	5.451.706.573	16.935.372.301	0
Sep-11	22.387.078.874	321.696.474	22.065.382.400	0
Okt-11	22.387.078.874	24.781.374.939	(2.394.296.065)	1
Nop-11	22.387.078.874	2.274.736.832	20.112.342.042	0
Des-11	22.387.078.874	2.673.755.529	19.713.323.345	0
Jan-12	22.387.078.874	19.445.039.927	2.942.038.947	0
Feb-12	22.387.078.874	11.207.353.654	11.179.725.220	0
Mar-12	22.387.078.874	762.268.071	21.624.810.803	0
Apr-12	22.387.078.874	700.723.464	21.686.355.410	0
Mei-12	22.387.078.874	4.142.616.327	18.244.462.547	0
			Jumlah	3

Sumber: hasil olahan data (2012)

Dari Tabel 4.10 tersebut terlihat bahwa dilakukan perbandingan antara *actual loss* dengan nilai *operational VaR*. Dari perbandingan tersebut diperoleh sebanyak 3 *actual loss* yang melebihi *operational VaR*. Dengan menggunakan *Kupiec Test* diperoleh nilai *LR* sebesar 12,068. Sedangkan nilai *Chi-Square* pada tingkat kepercayaan 99% sebesar 6,348, sehingga nilai  $LR > Chi-Square$  ( $12,068 > 6,348$ ). Perhitungan ini mengindikasikan bahwa *VaR* yang dimiliki terlalu rendah, dengan demikian model ditolak.

Sedangkan perhitungan *back testing* untuk metode *PWM-GPD* dan *Hill-GPD* menghasilkan bahwa tidak terdapat nilai *actual loss* yang melebihi nilai *VaR* risiko operasional. Dengan demikian jumlah *failure (V)* bagi *Kupiec Test* adalah nol. Untuk lebih jelasnya penilaian *back testing* pada kedua metode dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4.11 Perhitungan Back Testing Metode PWM – GPD**

Bulan	Operational VaR	Operational Loss	Selisih	Binary Indicator
Jan-11	595.779.229.851	5.956.420.028	589.822.809.823	0
Feb-11	595.779.229.851	2.958.934.060	592.820.295.791	0
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
Apr-12	595.779.229.851	700.723.464	595.078.506.387	0
Mei-12	595.779.229.851	4.142.616.327	591.636.613.524	0
			Jumlah	0

Sumber: hasil olahan data (2012)

**Tabel 4.12 Perhitungan Back Testing Metode Hill – GPD**

Bulan	Operational VaR	Operational Loss	Selisih	Binary Indicator
Jan-11	1.269.909.260.233	5.956.420.028	1.263.952.840.205	0
Feb-11	1.269.909.260.233	2.958.934.060	1.266.950.326.173	0
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
Apr-12	1.269.909.260.233	700.723.464	1.269.208.536.769	0
Mei-12	1.269.909.260.233	4.142.616.327	1.265.766.643.906	0
			Jumlah	0

Sumber: hasil olahan data (2012)

Hasil *Kupiec Test* tersebut menunjukkan bahwa model *VaR* yang dimiliki terlalu konservatif terutama untuk perhitungan *VaR* dengan menggunakan *GPD-Hill*. Namun demikian nilai *VaR* yang diperoleh dengan metode *GPD-Hill* masih jauh di bawah nilai beban risiko operasional dengan menggunakan Metode *BIA* yaitu sebesar Rp 3.262.302 juta untuk tahun 2011 dan sebesar Rp 3.870.769 juta untuk tahun 2012.

#### 4.3.2. Back Testing Metode Monte Carlo Simulation

**Tabel 4.13** Perhitungan *Back Testing* Metode *Monte Carlo Simulation*

Bulan	Operational VaR	Operational Loss	Selisih	Binary Indicator
Jan-11	126.704.521.041	5.956.420.028	120.748.101.013	0
Feb-11	126.704.521.041	2.958.934.060	123.745.586.981	0
Mar-11	126.704.521.041	28.311.914.923	98.392.606.118	0
Apr-11	126.704.521.041	20.086.396.773	106.618.124.268	0
Mei-11	126.704.521.041	18.202.552.389	108.501.968.652	0
Jun-11	126.704.521.041	5.956.420.028	120.748.101.013	0
Jul-11	126.704.521.041	23.365.516.035	103.339.005.006	0
Agust-11	126.704.521.041	5.451.706.573	121.252.814.468	0
Sep-11	126.704.521.041	321.696.474	126.382.824.567	0
Okt-11	126.704.521.041	24.781.374.939	101.923.146.102	0
Nop-11	126.704.521.041	2.274.736.832	124.429.784.209	0
Des-11	126.704.521.041	2.673.755.529	124.030.765.512	0
Jan-12	126.704.521.041	19.445.039.927	107.259.481.114	0
Feb-12	126.704.521.041	11.207.353.654	115.497.167.387	0
Mar-12	126.704.521.041	762.268.071	125.942.252.970	0
Apr-12	126.704.521.041	700.723.464	126.003.797.577	0
Mei-12	126.704.521.041	4.142.616.327	122.561.904.714	0
			Jumlah	0

Sumber: hasil olahan data (2012)

Penilaian validitas (*back testing*) untuk Metode *Monte Carlo Simulation* dilakukan dengan cara yang sama dengan metode *EVT*. Nilai *VaR* sebesar Rp 126.704.521.041 dibandingkan dengan *actual loss* yang terjadi dari bulan Januari 2011 sampai dengan bulan Mei 2012. Berdasarkan perhitungan pada Tabel 4.13 tersebut tidak diperoleh nilai *actual loss* yang melebihi nilai *VaR* risiko operasional.

#### 4.4. Perhitungan Beban Modal

Beban modal risiko operasional dapat dihitung dengan nilai *VaR* risiko operasional itu sendiri. Dengan demikian beban modal risiko operasional PT Bank

ABC dengan menggunakan metode *EVT* dan *Monte Carlo Simulation* masing-masing dapat dilihat dalam Tabel 4.14.

**Tabel 4.14 Perbandingan Beban Modal Risiko Operasional**

Metode Perhitungan VaR	Beban Modal Risiko Operasional (Rp)
Metode <i>EVT – Block Maxima – GEV</i>	22.387.078.874
Metode <i>EVT – PWM – GPD</i>	595.779.229.851
Metode <i>EVT – Hill – GPD</i>	1.269.909.260.233
<i>Monte Carlo Simulation</i>	126.704.521.041

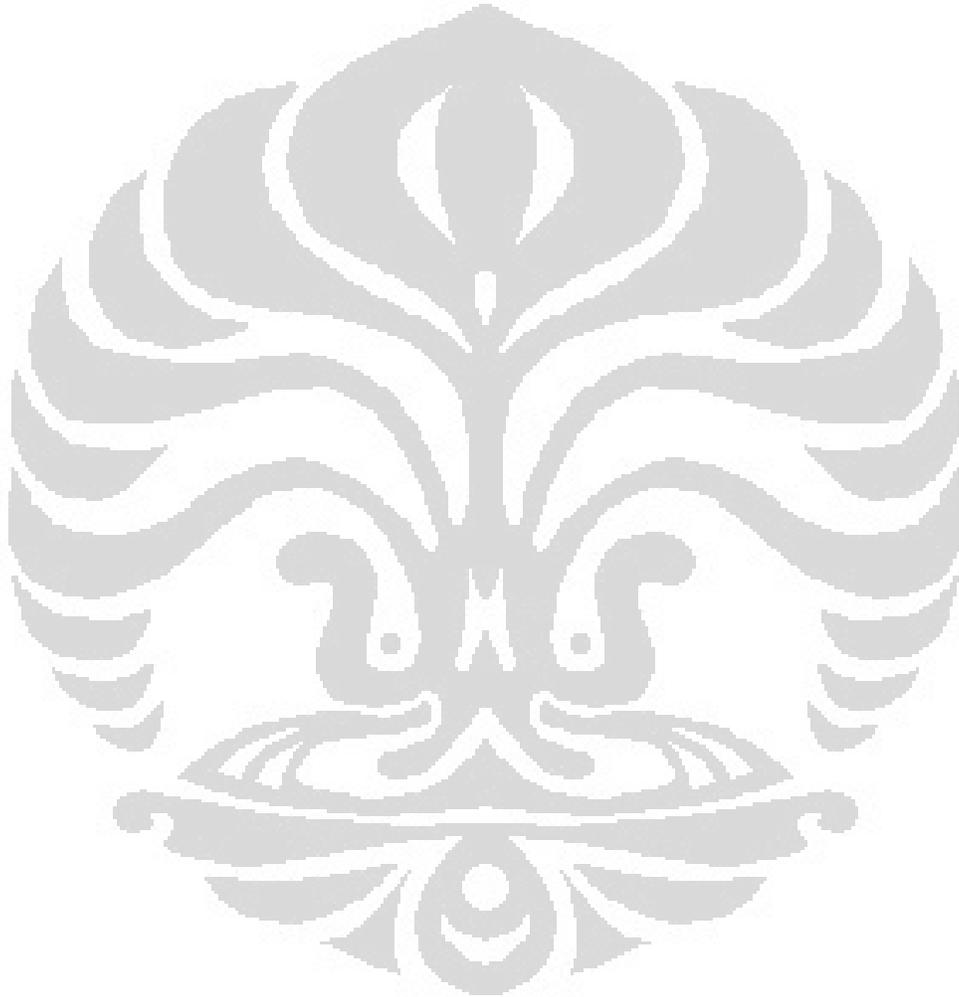
Sumber : hasil olahan data (2012)

Menurut Dutta (2007) selain seberapa *fit* metode yang dipilih dalam pengukuran risiko operasional, faktor lain yang juga perlu dipertimbangkan adalah seberapa realistis metode yang digunakan dalam menghitung estimasi beban modal. Dengan menggunakan pertimbangan tersebut dapat dikemukakan bahwa hasil *back testing* metode *POT – GPT* menunjukkan bahwa model dapat diterima. Namun demikian metode ini memiliki nilai *VaR* yang terlalu tinggi sehingga untuk diperhitungkan sebagai beban modal cenderung terlalu konservatif dan kurang realistis.

Perhitungan *VaR* dengan pendekatan *Monte Carlo Simulation* merupakan perhitungan beban modal yang paling sesuai dengan profil PT Bank ABC. Hal ini tercermin dari hasil *back testing* yang menunjukkan bahwa perhitungan *VaR* dengan metode ini dapat diterima dan hasil perhitungan yang realistis.

Pengukuran risiko operasional PT Bank ABC dengan menggunakan *BIA* jauh melebihi beban modal risiko operasional yang sesuai dengan profil risiko PT Bank ABC. Hal ini tercermin dari perhitungan beban modal risiko operasional untuk tahun 2011 sebesar Rp 3.262.205 sedangkan tahun 2012 sebesar Rp 3.870.769 juta, perhitungan beban modal tersebut meningkat sejalan dengan peningkatan *gross income* bank. Di sisi lain perhitungan beban modal dengan menggunakan

internal model jauh dibawah nilai *BIA*, sehingga apabila bank menerapkan internal model, maka akan terdapat tambahan modal untuk melakukan ekspansi usaha bank.



## BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

5.1.1 Hasil Perhitungan Beban Modal Risiko Operasional dengan *tingkat keyakinan* 99,9% menggunakan metode *Extreme Value Theory* diperoleh beban modal risiko operasional masing-masing sebagai berikut:

- a. Pendekatan *Block Maxima – Generalized Extreme Value* dengan sebesar Rp 22.387.078.874.
- b. Pendekatan *Peaks Over Threshold – Generalized Pareto Distribution* dengan metode *Hill Estimation* sebesar Rp 1.269.989.260.233 sedangkan dengan metode *Probability Weighted Moment* adalah sebesar Rp 595.779.229.851.

5.1.2 Beban modal risiko operasional dengan tingkat keyakinan 99,9% menggunakan metode *Monte Carlo Simulation* sebesar Rp 126.704.521.041.

5.1.3 Pemilihan Metode atas dasar *back testing*

Berdasarkan pengujian validitas (*back testing*) dapat disimpulkan bahwa:

- a. Metode *Extreme Value Theory* dengan pendekatan *Block Maxima – Generalized Extreme Value* tidak dapat digunakan untuk pengukuran risiko operasional.
- b. Metode *Extreme Value Theory* dengan pendekatan *Peaks Over Threshold – Generalized Pareto Distribution* baik dengan metode *Hill Estimation* maupun dengan *Probability Weighted Moment* dapat digunakan untuk pengukuran risiko operasional.

- c. Metode *Monte Carlo Simulation* dapat digunakan untuk pengukuran risiko operasional.

Dengan mempertimbangkan nilai beban modal yang realistis maka metode *Monte Carlo Simulation* adalah metode yang paling sesuai digunakan oleh PT Bank ABC.

## 5.2 Keterbatasan Penelitian

Dalam penelitian ini peneliti melakukan perbandingan antara metode *Extreme Value Theory* dengan metode *Monte Carlo Simulation* untuk memperoleh kesimpulan metode mana yang paling sesuai digunakan oleh PT Bank ABC dalam menghitung beban modal risiko operasional. Namun demikian masih terdapat kelemahan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Data kerugian operasional yang dimiliki oleh PT Bank ABC secara utuh dan lengkap masih terbatas pada periode tahun 2008 sampai dengan bulan Mei 2012. Dalam penelitian ini data selama tiga tahun yaitu tahun 2008 sampai dengan tahun 2011 digunakan untuk data perhitungan metode *EVT* dan metode *Monte Carlo Simulation*, sedangkan data tahun 2012 digunakan sebagai data pembanding untuk perhitungan *back testing*. Sehubungan dengan keterbatasan data yang tersedia dikhawatirkan perhitungan yang dihasilkan belum stabil dan belum menggambarkan kerugian operasional yang sebenarnya.
- b. Untuk menghitung distribusi frekuensi kerugian operasional dan distribusi severitas kerugian operasional peneliti menggunakan *software @risk*. Dalam perhitungan distribusi tersebut diperoleh distribusi *negative binomial* untuk frekuensi kerugian operasional dan distribusi *gamma* untuk severitas kerugian operasional. Distribusi *gamma* yang dihasilkan oleh *@risk* untuk data severitas kerugian operasional belum sepenuhnya memenuhi test *goodness of fit*, sehingga belum menggambarkan distribusi severitas yang paling tepat.

## 5.3 Saran

### 5.3.1 Saran Untuk Regulator

Pihak *regulator* perlu segera mempersiapkan kerangka kerja perhitungan beban modal dengan pendekatan internal model, mengingat bagi bank yang akan menerapkan pendekatan tersebut memerlukan persiapan yang cukup lama terutama dalam pengumpulan data.

### 5.3.2 Saran Untuk Industri Perbankan

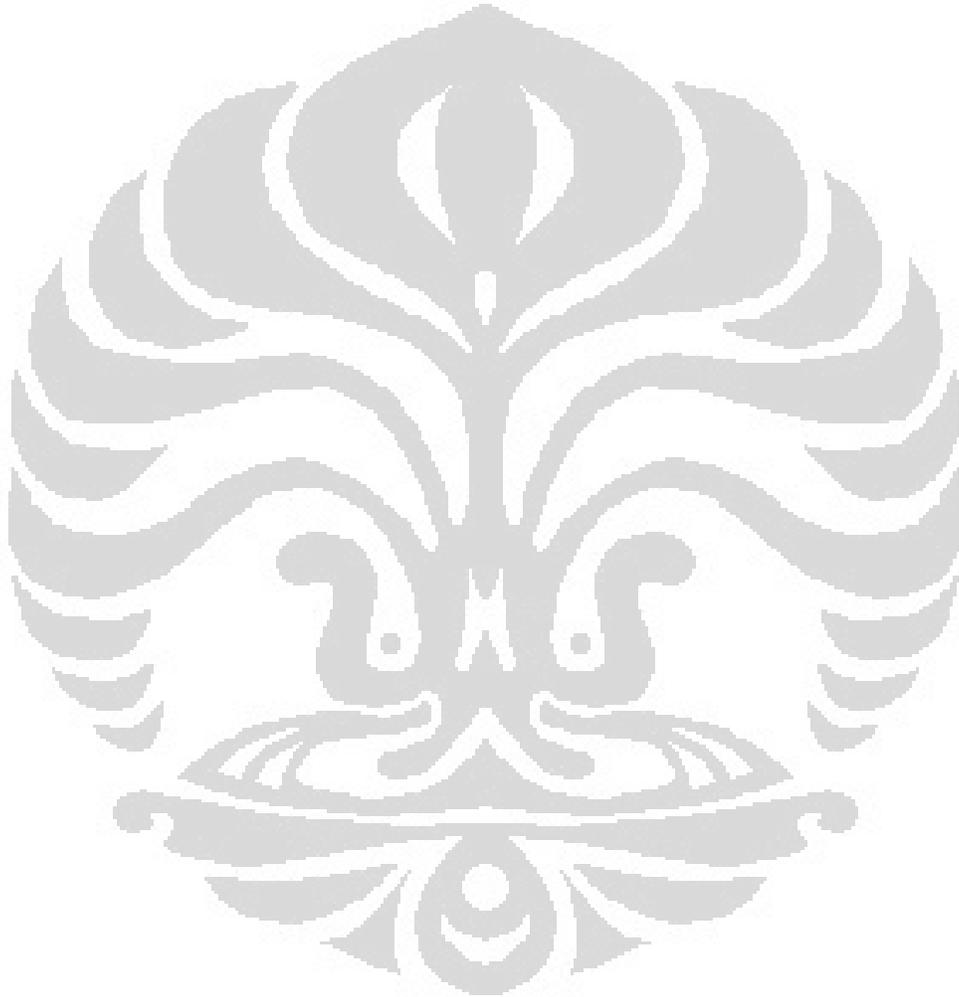
- a. Pihak bank yang akan menerapkan perhitungan beban modal risiko operasional dengan pendekatan internal model agar melakukan perbandingan perhitungan dengan berbagai model yang ada hingga memperoleh model yang sesuai dengan profil risiko bank masing-masing.
- b. Penggunaan internal model dalam perhitungan beban modal risiko operasional akan lebih sesuai dengan profil risiko bank. Apabila terjadi risiko operasional bank telah memiliki beban modal yang cukup sebagai cadangan kerugian sedangkan pencadangan dana yang berlebih dapat dihindari.
- c. Persiapan untuk dapat menerapkan internal model memerlukan waktu yang cukup panjang terutama dalam mempersiapkan data historis. Untuk itu manajemen bank perlu segera memulai identifikasi dan pengumpulan data.

### 5.3.3 Saran untuk Akademisi

- a. Penelitian ini masih menggunakan data historis yang sangat terbatas yaitu tiga tahun sehingga perhitungan *VaR* yang dihasilkan oleh metode *EVT* dan *Monte Carlo Simulation* belum menghasilkan suatu perhitungan yang stabil.

Untuk itu perlu dilakukan perhitungan kembali dengan menggunakan rentang waktu data histori yang lebih panjang.

- b. Metode yang digunakan masih sangat terbatas yaitu metode *EVT* dan *Monte Carlo Simulation*, untuk itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai metode perhitungan *VaR* yang paling sesuai dengan profil bank masing-masing antara lain metode *bootstrapping* dan metode *Bayesian*.



## DAFTAR REFERENSI

- Agustiarni, Fenti. ( 2006 ) , ”Pengukuran Risiko Operasional dengan Metode EVT Studi Kasus pada Bank XYZ”, Universitas Indonesia
- Alexander, Carol., Ulrich, Anders., Tony Blunden. (2003). “Operational risk regulation, *analysis and management*”, Prentice Hall
- Anders, Ulrich. (2003). “The Path To Operational Risk Economic Capital”, *Operational Risk Regulation Analysis and Management*, edited by carol Alexander, Prentice Hall
- Bank Indonesia. (2011). “*Booklet Perbankan Indonesia 2011*”.
- Bank Indonesia. (2009). “*PBI 11/25/PBI/2009 perubahan atas peraturan Bank Indonesia No.5/8/PBI/2003 tentang penerapan risiko bagi bank umum*”.
- Bank Indonesia. (2006). “*Program Sertifikasi Manajemen Risiko Bagi Bank Umum*”.
- Bank Indonesia. (2009). “*SE 11/3/DPNP “Perhitungan Aset Tertimbang Menurut Risiko (ATMR) untuk Risiko Operasional dengan Menggunakan Pendekatan Indikator Dasar (PID)”*”.
- Basel Committee on Banking Supervision. (2004). “*International convergence of capital Measurement and capital standards – a revised framework*”
- Basel Committee on Banking Supervision. (2011). “*Operational risk-supervisory guidelines for the advance measurement approaches*”
- Basel Committee on Banking Supervision. (2011). “*Operational risk – supervisory guideline for the advanced measurement approaches*”
- Basel Committee On Banking Supervision. (2011). “*International convergence of capital measurement and capital standards*”.
- Chernobai, Anna S., Rachev, Svetlozar T., Frank J. Fabozzi (2007). “*Operational risk a guide to basel ii capital requirements, models, and analysis*”, Wiley Finance
- Chorafas, Dimitris N. (2004). “*Operational risk control with basel ii: basic principles and capital requirements*”, Elsevier Butterworth-Heinemann
- Crouhy, Michel., Dan Galai., Robert Mark. (2000). “*Risk Management*”, McGraw-Hill
- Cruz, Marcelo G. (2002). “*Modeling Measuring and Hedging Operational Risk*”, John Wiley & Sons, Ltd
- Djanggal, Achmad Muttaqin. (2010), “*Pengukuran Risiko Operasional pada Klaim Asuransi Kesehatan Dengan Metode Extreme Value Theory (studi kasus pada PT. XYZ)*”, Universitas Indonesia

- Dutta, Kabir and Jason Perry (2006), *“A tale of Tails: An Emperical Analysis of Loss Distribution Models for Estimating Operational Risk Capital”*, Federal Reserve Bank of Boston
- Juliastuti, Darwanti. (2007), *“Implementasi Metode Extreme Value Theory Dalam pengukuran Risiko Operasional (studi Kasus Pada PT Bank AAA)”* Universitas Indonesia
- King, Jack L. (2001). *“Operational risk: measurement and modelling”*, John Wiley & Sons, Ltd
- Levin, Richard L., Rubin, Davis S. (1998). *“Statistics for management”*, Prentice Hall
- Lewis, Nigel DA Costa, *Applied Statistical Methods for Risk Management*, John Wiley & Sons, Inc., 2004
- Marshall, Christopher. (2001). *“Measuring and managing operational risks in financial institutions”*, Wiley Finance
- Muslich, Muhammad. (2007), *“Manajemen Risiko Operasional”*, Bumi Aksara
- ORX Association. (2011), *“ORX Operational Risk Report June 2010”*.
- Opdyke, John (JD)., Cavallo, Alexander. (2011). *“Estimating operational risk capital: the challenges of truncation, the hazard of MLE, and promise of robust statistics”*, <http://ssrn.com/abstract=1990376>
- Whardana, Wawing Dianarta. (2006), *“Implementasi simulasi monte carlo dalam pengelolaan risiko operasional electronic banking (studi kasus pada PT Bank ABC)”*, Universitas Indonesia.
- Xie Yuan, Ya-Wen Wu, Yu-Chen Hu, (2011) *“the enginering of china comercial bank operational risk measurement”*, Elsevier.

Perhitungan Parameter *Shape*  $\xi$  Menggunakan Metode *Hill Estimation*

k	Data	ln(x)	Cum Ln(x)	Hill = Parameter $\xi$	
				Metode I	Metode II
1	273,726,049,523	26.33539362	26.33539362	0.000000	0.000000
2	200,284,001,263	26.0230022	52.35839583	0.312391	0.156196
3	89,706,826,547	25.21981271	77.57820853	0.959385	0.639590
4	44,387,529,952	24.51622441	102.0944329	1.343178	1.007384
5	25,399,769,696	23.95800594	126.0524389	1.565602	1.252482
6	23,893,260,190	23.89686226	149.9493011	1.313626	1.094688
7	22,160,243,866	23.8215657	173.7708668	1.169984	1.002844
			$\xi$	0.952024	0.736169

## Perhitungan VaR Menggunakan Metode Hill Estimation

Confidence Level	95,00%	99,00%	99,9%
Jumlah Data	36	36	36
Threshold	38,741,388,710	38,741,388,710	38,741,388,710
Data di atas Threshold	7	7	7
Shape Metode 1	0.95202391	0.95202391	0.95202391
Shape Metode 2	0.73616904	0.73616904	0.73616904
Scale	100,658,727,833	100,658,727,833	100,658,727,833
Op VaR Metode 1	376,588,560,694	1,774,415,722,339	15,957,184,152,521
Op VaR Metode 2	33,869,583,263	200,773,812,016	1,269,989,260,233