



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENGELOLAAN *RISK CAPITAL* ATAS KLAIM MASA DEPAN  
ASURANSI KERUGIAN MENGGUNAKAN  
*EXTREME VALUE THEORY*  
(STUDI KASUS PADA PT XYZ)**

**TESIS**

**L TRINITA SITUMEANG  
0906585912**

**FAKULTAS EKONOMI  
PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN  
JAKARTA  
JUNI 2011**



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PENGELOLAAN *RISK CAPITAL* ATAS KLAIM MASA DEPAN  
ASURANSI KERUGIAN MENGGUNAKAN  
*EXTREME VALUE THEORY*  
(STUDI KASUS PADA PT XYZ)**

**TESIS**

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

**L TRINITA SITUMEANG  
0906585912**

**FAKULTAS EKONOMI  
PROGRAM MAGISTER MANAJEMEN  
KEKHUSUSAN MANAJEMEN RISIKO  
JAKARTA  
JUNI 2011**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

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

**Nama : L Trinita Situmeang**

**NPM : 0906585912**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : 24 Juni 2011**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :  
Nama : L Trinita Situmeang  
NPM : 0906585912  
Program Studi : Magister Manajemen  
Judul Tesis : Pengelolaan *Risk Capital* Atas Klaim Masa Depan Asuransi Kerugian Menggunakan *Extreme Value Theory* (Studi Kasus Pada PT XYZ)

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


## DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr Bambang Hermanto



Penguji : Dr Dewi Hanggraeni



Penguji :  Dr Muhammad Muslich

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 24 Juni 2011

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan untuk memenuhi sebagian dari syarat-syarat untuk mencapai gelar Magister Manajemen di Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

Penulis mencoba melakukan studi tentang Pengelolaan *Risk Capital* Atas Klaim Masa Depan Asuransi Kerugian Menggunakan *Extreme Value Theory* dalam tesis ini. Penulis berharap tesis ini dapat menjadi salah satu metode yang digunakan sebagai salah satu prediksi klaim serta perencanaan pengelolaan modal perusahaan terhadap klaim – klaim yang mungkin terjadi di PT XYZ dan industri Asuransi/Reasuransi Kerugian pada umumnya.

Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sulit bagi saya untuk dapat menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya menyampaikan ungkapan terimakasih kepada semua pihak yang dengan ikhlas telah memberikan bimbingan, bantuan, dan dorongan kepada saya, yaitu:

1. Prof. Rhenald Kasali, Phd. selaku Ketua Program Magister Manajemen Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
2. Dr. Bambang Hermanto, selaku dosen pembimbing tesis atas bimbingan dan kesabarannya, selalu meluangkan waktu untuk berdiskusi, mengarahkan serta memberikan wawasan
3. Dr. Dewi Hanggraeni, dosen dan sekaligus ketua penguji yang telah memberikan masukan berharga, ide dan tantangan untuk penyempurnaan karya akhir ini
4. Dr. Muhammad Muslich, dosen dan sekaligus penguji yang telah memberikan ilmu dan masukan yang berharga bagi penyempurnaan karya akhir ini

5. Seluruh staf MM UI (Akademik, Administrasi, Perpustakaan, dan Keamanan) atas segala bantuan yang telah diberikan kepada saya selama masa perkuliahan dan proses penyusunan tesis ini.
6. Papi, Apul, Olivia, Munda, keluargaku tersayang yang selalu bersabar serta memberikan dukungan dan semangat kepada saya dalam rangka menyelesaikan pendidikan dan tesis ini.
7. Kak Ana, Andi, Mumut yang telah memberikan semangat, bantuan, dan pengertian selama perkuliahan dan penyusunan tesis ini.
8. “Bro” Irwan, Joeng, Sindhu dan Pak Among rekan seperjuangan di PMR09

Kiranya Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 24 Juni 2011

Penulis

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH**

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

Nama : L Trinita Situmeang  
NPM : 0906585912  
Program Studi : Magister Manajemen  
Departemen : Manajemen  
Fakultas : Ekonomi  
Jenis Karya : Tesis

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

**Pengelolaan *Risk Capital* Atas Klaim Masa Depan Asuransi Kerugian Menggunakan *Extreme Value Theory* (Studi Kasus Pada PT XYZ)**

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan karya ilmiah 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 : 24 Juni 2011

Yang menyatakan

(L Trinita Situmeang)

## ABSTRAK

Nama : L Trinita Situmeang  
Program Studi : Magister Manajemen  
Judul : Pengelolaan *Risk Capital* Atas Klaim Masa Depan Asuransi Kerugian Menggunakan *Extreme Value Theory* (Studi Kasus Pada PT XYZ)

Tesis ini berfokus pada permodelan dan perkiraan *tail losses* dari Asuransi harta benda dengan menggunakan *Generalized Pareto distribution (GPD)*, dimana permodelan untuk klaim – klaim besar dilakukan melalui pendekatan *Peaks over Threshold* untuk mendapatkan gambaran atas klaim – klaim di atas *threshold*. Penentuan *threshold* dilakukan dengan melakukan *plot* atas *estimator Hill*. *Kolmogorv-Smirnov* dan *Loglikelihood Ratio goodness-of-fit test* dilakukan untuk meneliti apakah distribusi dan model yang dipilih sudah cocok dan valid. *Operational Value at Risk* and *Expected Shortfall* dihitung dan dibandingkan hasilnya dengan formulasi dari referensi. *Risk Capital* dihitung sebagai selisih antara *expected loss* untuk setiap kejadian dalam setahun dan nilai klaim *99<sup>th</sup> quantile*. Dampaknya pada struktur *excess of loss reinsurance* serta penggunaan rekomendasi kapasitas yang dapat dikelola sendiri dibahas sebagai bagian dari strategi yang dapat dilakukan perusahaan. *Estimator Hill* didapatkan dari kejadian klaim ekstrim dengan  $\xi < 1$  mengindikasikan hipotesa distribusi *GPD* diterima. Dengan *threshold* yang ditetapkan dengan metode *PWM* dihasilkan *Operational Value at Risk* dan *Expected Shortfall* diperoleh pada *95<sup>th</sup>* dan *99<sup>th</sup> quantile*. Tes validitas model dengan *Kupiec test* dengan tingkat kepercayaan 95% dan 99% mengindikasikan metode *EVT* dengan *Generalized Pareto distribution (GPD)* *POT* valid digunakan untuk permodelan klaim – klaim besar sehingga dapat digunakan sebagai alat untuk menganalisa dan mengukur *risk capital* dari kerugian – kerugian yang terjadi pada Asuransi harta benda.

Kata Kunci :

*Tail, Large Losses, Extreme Value Theory, Generalized Pareto Distribution (GPD), Point Process, Threshold, Peaks over Threshold, Hill's, Loglikelihood Ratio, Operational Value at Risk (OpsVar) and Expected Shortfall (ES), Confidence Level, Kupiec Test.*



## ABSTRACT

Name : L Trinita Situmeang  
Study Programme : Magister Manajemen  
Judul : *Managing Risk Capital of Future Losses for General Insurance through Extreme Value Theory (A Case Study at PT XYZ)*

*This paper focus on modeling and estimating tail parameters of property insurance loss severity by using extreme value theory with Generalized Pareto distribution (GPD), providing a model for large losses through Peaks over Threshold's approach to derive a natural model for the point process of large losses exceeding a high threshold. The thresholds are determined through mean excess plot and Hill plot. Kolmogorov-Smirnov and Loglikelihood Ratio goodness-of-fit test are conducted to assess how good the fit is. Operational Value at Risk and Expected Shortfall are also calculated and compared the results by using the formulation from references. Risk Capital is calculated as the difference between the expected loss for any one risk annually and 99<sup>th</sup> quantile of large loss. The impact on excess of loss reinsurance structure and the use of recommended retention are provided. Hill's estimator is derived from extreme losses with  $\xi < 1$  with hypothesis of GPD can be accepted. With defined threshold and shape parameter is derived through PWM method, Operational Value at Risk and Expected Shortfall are derived from 95<sup>th</sup> and 99<sup>th</sup> quantile. Test on validity of the model with the Kupiec test on the confidence level of 95%, and 99% indicated that Generalized Pareto distribution (GPD) providing a valid model for large losses through Peaks over Threshold's approach as a tool to analyze and measure risk capital of property insurance loss severity.*

### Keywords:

*Tail, Large Losses, Extreme Value Theory, Generalized Pareto Distribution (GPD), Point Process, Threshold, Peaks over Threshold, Hill's, Loglikelihood Ratio, Operational Value at Risk (OpsVar) and Expected Shortfall (ES), Confidence Level, Kupiec Test.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR PERSAMAAN.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Penelitian .....	5
1.6 Metode Penelitian .....	6
1.7 Sistematika Pembahasan.....	7
<b>2. KAJIAN PUSTAKA.....</b>	<b>9</b>
2.1 Frekuensi dan <i>severity</i> klaim.....	9
2.2 <i>Economic Risk Capital</i> .....	11
2.3 Konsep <i>Extreme Value Theory</i> .....	12
2.4 Pemilihan <i>Threshold</i> .....	14
2.4.1 Metode Persentase .....	15
2.4.2 Metode <i>Mean Excess Functions</i> .....	15
2.5 Estimasi Parameter Dalam Metode EVT .....	16
2.5.1 Metode <i>Moments</i> .....	16
2.5.2 <i>Hill Estimator</i> .....	16
2.5.3 Metode <i>Probability-Weighted Moments</i> .....	17
2.5.4 Metode <i>Maximum Likelihood</i> .....	18
2.6 Value at Risk dengan metode <i>Peak Over Threshold (POT)</i> .....	18
2.7 Value at Risk dengan metode <i>Block Maxima</i> .....	20
2.8 <i>Backtesting</i> .....	21
2.9 Reasuransi .....	22
2.10 Regulasi Asuransi yang berhubungan .....	24
2.11 Penelitian Sebelumnya .....	24
<b>3. DATA DAN METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
3.1 Data Penelitian .....	26
3.2 Metodologi Penelitian .....	29
3.2.1 Menentukan <i>Threshold</i> .....	29

3.2.2 Pengujian Distribusi Severitas .....	30
3.2.3 Melakukan Estimasi Parameter <i>Extreme Value Theory</i> dengan cara "Hill" .....	31
3.2.4 Melakukan Estimasi Parameter <i>Extreme Value Theory</i> dengan cara Probability Weighted Moments (PWM) .....	32
3.2.5 Menghitung <i>Operational Value at Risk (OpsVaR)</i> .....	33
3.2.6 Menghitung <i>Expected Shortfall</i> .....	33
3.2.7 <i>Backtesting</i> .....	34
3.3 <i>Flow Chart/Alur Penelitian</i> .....	36
<b>4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>37</b>
4.1 Karakteristik Data Kerugian dan Distribusinya.....	37
4.2 Penentuan Distribusi Nilai Ekstrim pada Metode POT .....	38
4.2.1 Pengujian Distribusi Nilai Ekstrim dengan GPD .....	39
4.2.2 Penentuan Parameter Distribusi GPD .....	41
4.3 Menghitung <i>OpsVar</i> .....	43
4.4 Menghitung <i>Expected Shortfall</i> .....	44
4.5 Perencanaan <i>Risk Capital Klaim</i> .....	45
4.6 <i>Backtesting</i> .....	50
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>53</b>
5.1 Kesimpulan .....	53
5.2 Saran .....	55
<b>DAFTAR REFERENSI</b> .....	<b>56</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Kerugian Ekstrim PT XYZ.....	26
Tabel 3.2	Deskripsi Statistik data kerugian ekstrim .....	28
Tabel 3.3	Data Kerugian Ekstrim di atas <i>Threshold</i> .....	31
Tabel 4.1	Kerugian Ekstrim Berdasarkan Tahun Kerugian.....	38
Tabel 4.2	Parameter location ( $\mu$ ), Scale ( $\sigma$ ) dan Shape ( $\xi$ ).....	39
Tabel 4.3	<i>GoF Test</i> .....	41
Tabel 4.4	Perhitungan Parameter dengan PWM.....	42
Tabel 4.5	Perhitungan OpsVar .....	44
Tabel 4.6	Perhitungan ES .....	45
Tabel 4.7	Perencanaan dan Alokasi <i>Risk Capital</i> .....	46
Tabel 4.8	Hasil <i>Backtesting</i> Kelompok I .....	51

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Expected Loss (EL), Unexpected Loss (UL) and VaR at the 99.9% confidence level.....	12
Gambar 3.1	Alur Penelitian.....	36
Gambar 4.1	<i>Q-Q Plot</i> Distribusi Data Kerugian Ekstrim.....	40
Gambar 4.2	Distribusi Nilai ekstrim di atas <i>Threshold</i> (11 <i>exceedances</i> ).....	40



## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1	<i>Cumulative probability distribution function (cdf) distribusi Generalized Extreme Value (GEV)</i> .....	13
Persamaan 2.2	<i>Cumulative probability distribution function (cdf) distribusi Generalized Pareto Distribution (GPD)</i> .....	14
Persamaan 2.3	Metode <i>Mean Excess Functions (MEF)</i> .....	15
Persamaan 2.4	Metode <i>Moments</i> .....	16
Persamaan 2.5	<i>Hill Estimator</i> .....	17
Persamaan 2.6	Menentukan <i>Moments</i> berdasarkan distribusi GEV.....	17
Persamaan 2.7	Estimasi parameter $u$ dengan <i>Probability Weighted Moments</i> ...	17
Persamaan 2.8	Estimasi parameter $\Psi$ dengan <i>Probability Weighted Moments</i>	18
Persamaan 2.9	Estimasi parameter $\zeta$ dengan <i>Probability Weighted Moments</i> ...	18
Persamaan 2.10	Parameter <i>scale</i> dan <i>shape</i> distribusi <i>Generalized Pareto Distribution (GPD)</i> .....	18
Persamaan 2.11	Fungsi <i>Likelihood</i> untuk Metode <i>Maximum Likelihood</i> .....	18
Persamaan 2.12	<i>OpsVaR</i> Lewis (2003).....	19
Persamaan 2.13	<i>OpsVaR</i> Neil & Saladin (1997).....	19
Persamaan 2.14	<i>OpsVaR</i> Lee (2009).....	19
Persamaan 2.15	Fungsi <i>Expected Shortfall</i> .....	20
Persamaan 2.16	<i>Value at Risk</i> dengan metode <i>Block Maxima</i> .....	21
Persamaan 2.17	Fungsi <i>Loglikelihood Ratio</i> .....	22

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Ikhtisar Keuangan dan portofolio.....	58
Lampiran 2	Peregerakan seluruh klaim berdasarkan jumlah risiko dan event	59
Lampiran 3	Perbandingan Jumlah pelaporan klaim dan <i>event</i> .....	61
Lampiran 4	Claim range dan jumlah <i>event</i> .....	62
Lampiran 5	Data untuk <i>Excess Sample Mean</i> .....	64
Lampiran 6	<i>Estimator pada data ke - n</i> Metode I .....	65
Lampiran 7	<i>Estimator pada data ke - n</i> Metode II .....	66
Lampiran 8	<i>Plot Tail Index</i> .....	67
Lampiran 9	Uji Distribusi Pareto .....	68
Lampiran 10	<i>Backtesting data klaim</i> kelompok I dengan Metode <i>Loglikelihood Ratio</i> dan <i>Kupiec Test</i>	69
Lampiran 11	<i>Backtesting data klaim</i> kelompok II dengan Metode <i>Loglikelihood Ratio</i> dan <i>Kupiec Test</i>	71
Lampiran 12	Kolmogorov - Smirnov Test .....	72

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pendapatan industri Asuransi bersumber dari hasil *underwriting* dan hasil investasi. Sebagai bagian dari proses inti perusahaan yang mengelola risiko yang ditransfer oleh pihak ketiga dengan membayar sejumlah premi, maka pengelolaan klaim menjadi aktivitas yang sangat penting untuk menjaga kelangsungan perusahaan serta memberikan kepastian investor mendapatkan imbal hasil yang diharapkan. Klaim perusahaan asuransi terdiri dari klaim dengan nilai besar dan kecil dengan waktu terjadinya tidak beraturan. Pencadangan klaim adalah salah satu aktivitas yang cukup berisiko dalam proyeksi biaya dan tanggung jawab (*liability*) perusahaan. Jumlah klaim yang dibayarkan dan yang dicadangkan adalah jumlah seluruh klaim-klaim dalam kurun waktu satu tahun dan tahun sebelumnya yang masih dalam proses. Perkiraan klaim untuk satu tahun ke depan diestimasikan dari prediksi frekuensi dan prediksi *severity* klaim rata – rata. Pada dasarnya cadangan klaim merupakan perkiraan kerugian yang akan dibayarkan untuk masa depan. Faktor “masa depan” ini umumnya kurang dapat diprediksi dengan tepat, karena bisa terjadi deviasi yang signifikan dari perkiraan secara acak. Pendekatan yang sering dilakukan adalah pencadangan menggunakan data historis dengan asumsi pola yang sama akan berulang. Namun adanya perubahan tren atau tidak berulangnya model masa lalu menyebabkan pencadangan klaim menjadi sesuatu yang tidak pasti, misalnya pada frekuensi dan *severity* klaim yang besar atau klaim katastrofik. Untuk itu dalam proses akseptasi risiko atas seluruh kelas bisnis yang ditangani, kerugian– kerugian ekstrim tersebut seharusnya dapat diantisipasi sebelumnya, walaupun karakter dari klaim yang besar karena jarang terjadi sering menjadi sulit diketahui.

Pencadangan klaim harus dilakukan secara memadai dengan memperhitungkan dampaknya terhadap modal perusahaan. Misalnya klaim asuransi kerugian senilai Rp 500 milyar apabila dipikul seluruhnya tanpa adanya pembagian risiko atau



transfer risiko akan mempengaruhi ekuitas perusahaan. Kerugian tersebut bila ditanggung sendiri oleh perusahaan pasti berdampak besar pada kondisi keuangan perusahaan. Memperhitungkan dampak klaim besar atas kelas bisnis tertentu juga berpengaruh pada kebijakan akseptasi dan target pasar yang selalu berubah yang memerlukan fleksibilitas dan ketepatan dalam menentukan target bisnis.

Regulasi mengharuskan perusahaan asuransi menghitung klaim masa depan sebagai salah satu komponen dalam perhitungan RBC (Risk Based Capital). Metode tradisional yang digunakan untuk menghitung cadangan klaim adalah dengan perkiraan klaim status terakhir yang memiliki kekurangan yakni *underestimate and overstatement* karena asumsi bahwa klaim masa depan akan mengikuti pola masa lalu. Prediksi atas beban klaim dan pencadangan modal untuk menutup kerugian – kerugian yang mungkin timbul diharapkan tercemin dari proyeksi klaim dan dapat diperhitungkan dalam premi yang diterima atas risiko – risiko yang dipertanggungjawabkan. Adanya klaim tidak terduga dapat dengan segera menurunkan tingkat solvabilitas perusahaan.

Oleh karena itu diperlukan suatu pendekatan yang dapat memperkirakan distribusi probabilitas dari klaim – klaim yang besar, salah satunya dengan metode Extreme Value Theory yang merupakan salah satu metode dalam *Advanced Measurement Approach*. Metode *EVT* berfokus hanya pada daerah ekor dari distribusi kerugian, atau hanya pada data ekstrim, dan mengabaikan daerah badan distribusi. *EVT* menyediakan suatu pendekatan estimasi VaR pada distribusi *high quantile*, sehingga kita dapat memusatkan analisa pada kerugian – kerugian yang besar, atau kerugian – kerugian yang bersifat katastrofik dan berdampak besar pada solvabilitas perusahaan. Dengan metode *EVT* sebenarnya terdapat dua pendekatan dalam menghitung VaR yakni dengan *Generalized Extreme Value (GEV)* dan *Generalized Pareto Distribution (GPD)*. *GEV* mengacu kepada kerugian maksimum pada periode tertentu sedangkan *GPD* dalam menghitung VaR menggunakan *threshold*. Dengan mengambil nilai maksimum dari tiap periode, maka kemungkinan nilai selanjutnya yang tidak diambil untuk periode

tertentu sebenarnya merupakan nilai maksimum di periode sebelum atau berikutnya. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan GPD.

Dengan latar belakang diatas, penulis ingin menguji metode tersebut dengan menggunakan data asuransi kerugian harta benda dari PT XYZ yang merupakan salah satu perusahaan asuransi kerugian di Indonesia dengan izin usaha : Kep-7221/MD/1986 tanggal 5 Nopember 1986 dengan kepemilikan saham mayoritas salah satu grup perusahaan terkemuka di Indonesia. Kontribusi portofolio asuransi harta benda hampir 10% dari seluruh pendapatan premi perusahaan pada tahun 2010. Berdasarkan ikhtisar keuangan perusahaan yang dipublikasikan, premi bruto perusahaan pada tahun 2009 sebesar Rp 1,867,267 juta dan pada tahun 2010 sebesar Rp 2,271,713 juta. Ekuitas perusahaan pada tahun 2009 sebesar Rp 1,373,847 juta dan pada tahun 2010 sebesar Rp 1,892,334 juta.

## 1.2. Rumusan Masalah

Perusahaan Asuransi akan selalu melindungi portofolionya dari kerugian-kerugian yang ekstrim daripada kerugian-kerugian dalam kategori "*average losses*". Sesuai dengan latar belakang yang telah diuraikan di atas maka rumusan masalah dalam karya akhir ini adalah bagaimana perusahaan merencanakan alokasi modal menghadapi potensi klaim besar yang mungkin ditanggungnya di masa depan karena kerugian yang besar tersebut dapat membahayakan solvabilitas dari perusahaan. Selain itu dalam permodelan kerugian ekstrim, pada beberapa penelitian terdahulu disebutkan pendekatan LDA kurang akurat dan pada referensi digunakan pendekatan EVT, sehingga dalam penelitian ini akan diuji apakah metode *EVT* yang berfokus pada kerugian yang jarang terjadi tetapi memiliki dampak yang besar sesuai untuk diterapkan pada PT XYZ yang dapat menghadapi klaim besar di dalam portofolio asuransinya.

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka pertanyaan penelitian dalam karya akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Klaim apa saja yang merupakan klaim ekstrim bagi perusahaan selama 6 (enam) tahun terakhir ? Apakah beberapa kejadian yang dianggap berdampak

klaim besar bagi perusahaan antara lain gempa bumi, banjir, angin topan, huru hara juga merupakan klaim yang berdampak besar bagi perusahaan ?

2. Apakah metode Extreme Value Theory (EVT) dapat digunakan perusahaan sebagai permodelan untuk memprediksi klaim – klaim besar besar yang dapat dialami di masa mendatang dan berpotensi dengan sangat cepat menggerus premi ?
3. Bagaimana perencanaan penyebaran risiko dan alokasi modal dapat dilakukan dengan pendekatan nilai OpsVaR yang diperoleh dengan pendekatan EVT yang diajukan ?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan suatu metode yang dapat diterapkan PT XYZ dan asuransi kerugian pada umumnya dalam perencanaan manajemen risikonya sehubungan dengan potensi nilai klaim ekstrim yang dapat dialami. Selanjutnya dilakukan analisa dan penentuan nilai ekstrim dan perencanaan alokasi modal atas risiko dihubungkan dengan kebijakan transfer risiko sehubungan klaim-klaim ekstrim tersebut

Penelitian ini diharapkan dapat menjawab pertanyaan penelitian dan memberikan gambaran atas :

- a. Klaim – klaim ekstrim yang dapat dialami perusahaan dengan melakukan analisa terhadap seluruh data kerugian untuk portofolio asuransi harta benda
- b. Menerapkan teori *Generalized Pareto Distribution* dengan model POT untuk menentukan parameter – parameter yang diperlukan untuk menghitung OpsVaR dengan cara EVT di atas
- c. Melakukan analisa dari hasil tersebut untuk perencanaan transfer risiko melalui program reasuransi yang efektif

#### 1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini akan bermanfaat bagi para pihak, antara lain :

1. PT XYZ, dimana manajemen dapat menggunakan model dan pendekatan yang mirip untuk memprediksi klaim dan mengelola risiko berdasarkan data historis perusahaan dan mendukung pengambilan keputusan operasional melalui perencanaan dan pembuatan program reasuransi dan terutama menetapkan strategi *underwriting* serta menetapkan preferensi risiko yang lebih tajam untuk mendapatkan hasil *underwriting* di atas rata – rata
2. Asosiasi Asuransi dan Praktisi Asuransi, sebagai referensi untuk membuat perhitungan yang akurat serta model yang andal untuk memprediksi distribusi klaim yang terdiri dari klaim yang telah diselesaikan dan klaim yang sedang dalam proses dapat digunakan sebagai dasar penentuan *risk premium* atas risiko dengan memanfaatkan data klaim saat ini dan masa lalu, biaya akuisisi serta mempertimbangkan pula klaim – klaim yang sudah dilaporkan namun belum dapat diestimasi nilainya.  
Dari sisi regulasi, industri asuransi saat ini memiliki ketentuan yang mengatur tingkat kecukupan modal dan solvabilitas minimum. Demi kepentingan masyarakat diharapkan regulasi tersebut *prudent* dan selalu teruji serta didukung oleh permodelan dan cara perhitungan yang memadai sehingga pengelolaan risiko risiko *underwriting* mencerminkan tata kelola yang baik.

#### 1.5. Batasan Penelitian

Ruang lingkup penelitian dibatasi pada penetapan model untuk memprediksi klaim asuransi harta benda di masa depan dengan menggunakan data historis selama 6 (enam) tahun atas klaim yang dibayarkan dan masih dalam proses selama periode tersebut. Data klaim yang digunakan merupakan gambaran klaim 100% atau sebelum dikurangi saham koasuransi atau saham reasuransi. Penelitian ini menggunakan *Extreme Value Theory* (EVT), dengan model distribusi *Generalized Pareto Distribution* (GPD). Data ekstrim ditentukan melalui pendekatan *Peak over Threshold* (POT) untuk kemudian dihitung OpsVaR dengan tingkat keyakinan 95% dan 99%. Perkiraan *risk capital* untuk klaim

Universitas Indonesia

masa depan dibahas dengan menghubungkannya ke perencanaan kapasitas akseptasi dan retensi perusahaan.

### 1.6. Metode Penelitian

Data merupakan klaim – klaim dari kelas asuransi harta benda yang diterima dan diproses selama periode 6 (enam) tahun.

Atas data penelitian dilakukan beberapa perlakuan data, yakni :

1. Mengambil sampel yang berasal dari semua data kerugian untuk asuransi harta benda, melakukan validasi data sesuai dengan kondisi terakhir
2. Seluruh klaim yang dilaporkan diteliti untuk mendapatkan satu *event* terdiri dari satu tanggal kejadian dan satu jenis kerugian
3. Pada tanggal kejadian yang sama asal penyebab kerugian sama, dapat terdiri dari beberapa risiko yang berasal dari penyebab yang sama dikelompokkan menjadi satu event misalnya kerugian banjir pada tahun tertentu yang terjadi atas beberapa obyek pertanggungan dianggap satu event
4. *Year of loss* artinya tahun terjadinya kerugian
5. *Severity* adalah jumlah kerugian yang telah dikonversi mengikuti kurs nilai tukar yang digunakan dalam penyajian laporan finansial perusahaan setiap bulan dan setiap tahun.
6. Tanggal, tahun dan penyebab kerugian dikodifikasi untuk pertimbangan komersial

Langkah – langkah pelaksanaan penelitian adalah :

1. Pengambilan data-data klaim dari suatu portofolio asuransi harta benda
2. Studi pustaka untuk mendapatkan konsep dan teori yang berkaitan dengan perhitungan risiko operasional dengan metode EVT, serta ketentuan yang berlaku bagi perusahaan Asuransi, Reasuransi dan Regulasi yang berlaku
3. Pengujian distribusi dengan bantuan aplikasi Excel® dan Easy.Fit 5.5 untuk mengasumsikan jenis distribusi frekuensi dan severitas dan menetapkan parameter perhitungan *Operational Value at Risk*

4. Perhitungan *Economic Risk Capital* dengan metode EVT PoT dan perencanaan transfer risiko

## 1.7 Sistematika Pembahasan

Penulisan karya akhir ini mengikuti sistematika penulisan sebagai berikut:

### Bab 1 Pendahuluan

Bab ini menjelaskan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, metode penelitian dan sistematika penulisan.

### Bab 2 Kajian pustaka

Bab ini menyajikan hasil telaah pustaka atau referensi yang akan mengungkapkan berbagai dasar teori dan konsep yang berhubungan dengan proses pengolahan data risiko operasional dengan metode EVT serta pengujian terhadap hasil pengolahan tersebut dengan melakukan metode statistik.

### Bab 3 Data dan Metodologi Penelitian

Bab ini menerangkan karakteristik data yang digunakan, perlakuan terhadap data untuk memenuhi persyaratan pengujian secara statistik serta proses pengolahan data sesuai dengan metode yang telah diuraikan dalam kajian pustaka serta penjelasan mengenai cara perhitungan *Operational Value at Risk* dengan menggunakan parameter yang telah ditentukan sesuai dengan referensi.

### Bab 4 Analisis dan Pembahasan

Bab ini menjelaskan tentang tipe distribusi kerugian, pengukuran risiko operasional dengan menggunakan Metode EVT berdasarkan *actual loss data* yang tersedia. Hasil pengukuran berupa *OpsVaR* dan *Expected Shortfall* disajikan dengan tingkat kepercayaan 95% dan 99%. Setelah pengukuran dilakukan akan dianalisa kemungkinan implementasinya bagi strategi alokasi kapasitas dan program reasuransi untuk mengoptimalkan daya serap bisnis dan menetapkan strategi penyebaran risiko untuk Asuransi harta benda.

Untuk pengujian efektifitas model penentuan OpsVaR untuk mendapatkan akurasi prediksi kondisi masa depan dilakukan *backtesting* dengan **Kupiec Test**. Jumlah penyimpangan diuji konsistensinya terhadap tingkat kepercayaan 95% dan 99% dengan *Log Likelihood Ratio*.

## **Bab 5 Kesimpulan dan Saran**

Bab ini berisikan kesimpulan yang dapat diperoleh berdasarkan pembahasan dan analisa yang telah diuraikan dalam bab-bab terdahulu. Rekomendasi atas model alternatif, serta berbagai saran dan rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut bagi kepentingan internal perusahaan serta industri asuransi kerugian.



## BAB 2

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1. Frekuensi dan *severity* klaim

Frekuensi dan *severity* kerugian tidak berkorelasi, namun *expected loss* (EL) merupakan kombinasi frekuensi dan *severity*. Navarrete (2006) menyatakan bahwa kerugian yang diperkirakan untuk tiap *exposuree* dapat diestimasi dengan mengalikan *expected severity* dan *expected frequency per exposure*. Potensi kerugian yang dirangkum membantu perusahaan asuransi mengetahui karakteristik distribusi kerugian untuk setiap jenis kerugian, kisaran kerugian dan frekuensinya. Standar deviasi untuk klaim dengan frekuensi tinggi dan *severity* rendah adalah lebih kecil dibandingkan dengan frekuensi kerugian rendah dengan *severity* tinggi, yang digambarkan oleh Harrington and Niehaus (2003) atas perbandingan beberapa *exposure* kerugian, dimana dapat diketahui bahwa potensi klaim besar tidak sering dan kurang atau tidak dapat diprediksi daripada kerugian yang sering, berulang dengan nilai yang kecil. Terkecuali perusahaan memiliki jumlah *exposure* yang sangat banyak dan relatif sama *exposure* nya, maka distribusi untuk klaim adalah *positively skewed distribution*.

Distribusi *severity* (X) didefinisikan dari sudut pandang statistik sebagai variabel acak yang bersifat kontinu. Tipe distribusi klaim adalah bukan normal dan sifat dari distribusi ekor dapat dicirikan antara lain : distribusi Weibull, cocok untuk distribusi *smooth tail*, Lognormal untuk *tail* yang moderat atau rata-rata dan untuk distribusi bersifat *heavy tail* yang cocok adalah distribusi Pareto (Rodiguez, Feria, & Marin, 2006). Distribusi frekuensi dan distribusi *severity* seperti yang sudah disebutkan sebelumnya, keduanya tidak berkorelasi dan sifatnya berbeda. Distribusi frekuensi bersifat *discrete* yang digambarkan dengan jumlah event per unit waktu sedangkan distribusi *severity* bersifat *continuous*, digambarkan dengan nilai keuangan (*monetary value*)



Jenis-jenis distribusi frekuensi (Cruz, 2003) dan (Muslich, 2007)

- a. Poisson : yang paling banyak terjadi dan paling sesuai dengan frekuensi kerugian operasional
- b. Geometrik : distribusi ini memodelkan jumlah kegagalan yang akan terjadi sebelum terjadinya sukses dari seri aktifitas bersifat independen
- c. Binomial : berguna untuk memodelkan probabilitas jumlah sukses suatu aktifitas yang bersifat independen
- d. Binomial Negatif : memiliki dua parameter  $\beta$  dan  $r$  sehingga bentuknya lebih fleksibel daripada distribusi Poisson
- e. Hypergeometrik : menunjukkan proses acak tanpa perubahan jumlah sampel populasi sehingga kita dapat menentukan frekuensi kejadian pada sampel tersebut yang memiliki karakteristik tertentu
- f. Kombinasi antara dua jenis distribusi frekuensi

Tes *Godness of Fit* (GoF) dilakukan dengan metode Chi-square. (Rodiguez, Feria, & Marin, 2006) menyatakan bahwa tes Kolmogorov-Smirnov dan Anderson-Darling tidak dapat diaplikasikan untuk distribusi yang bersifat discrete. Namun  $\chi^2$  (Chi Square) dapat diaplikasikan. Distribusi Poisson mengasumsikan data terdispersi merata dimana mean dan variance sama. Sementara dalam scenario data terdispersi tidak merata, jenis distribusi yang seharusnya dipertimbangkan adalah negative binomial (Rodiguez, Feria, & Marin, 2006)

Distribusi *severity* kerugian operasional yang merupakan distribusi yang bersifat kontinu dan dapat berupa data bilangan pecahan. Beberapa jenis distribusi *severity* antara lain (Muslich, 2007):

- a. Normal : apabila  $\mu = 0$  dan  $\sigma = 1$ , skewness = 0, cocok untuk risiko pasar
- b. Lognormal : distribusi yang logaritma natural data kerugian terdistribusi normal, cocok untuk kerugian operasional

- c. Weibull : cocok untuk data dengan tingkat kegagalan yang meningkat bersamaan dengan waktu atau umur
- d. Exponential : menjelaskan probabilita menunggu diantara kejadian dalam distribusi Poisson
- e. Pareto : cocok untuk menjelaskan klaim kerugian. Fungsi densitasnya memiliki dua parameter  $\alpha$  dan  $\beta$
- f. Beta : cocok untuk distribusi severitas yang dinyatakan dalam prosentasi atau proporsi
- g. Erlang : distribusi kerugian operasional yang memiliki nilai  $0 \leq x \leq \infty$ . Distribusi ini berkaitan erat dengan distribusi gamma
- h. Gamma : distribusi ini untuk memodelkan waktu menunggu terjadinya kejadian ke-n, jika kejadian yang terjadi bersifat independen

Pengujian GoF atas jenis distribusi *severity* menurut (Chalik, 2010) dapat dilakukan dengan metode Chi-square ( $\chi^2$ ), Kolmogorov-Smirnov *Test* dan Anderson Darling *Test*. Tes Chi-square ( $\chi^2$ ) umum digunakan untuk tes GoF untuk verifikasi asumsi model, namun tidak dapat digunakan untuk data dengan jumlah sampel yang kecil. Alternatif tes untuk mengatasinya adalah tes Kolmogorov-Smirnov dan Anderson-Darling (Corradin, 2002).

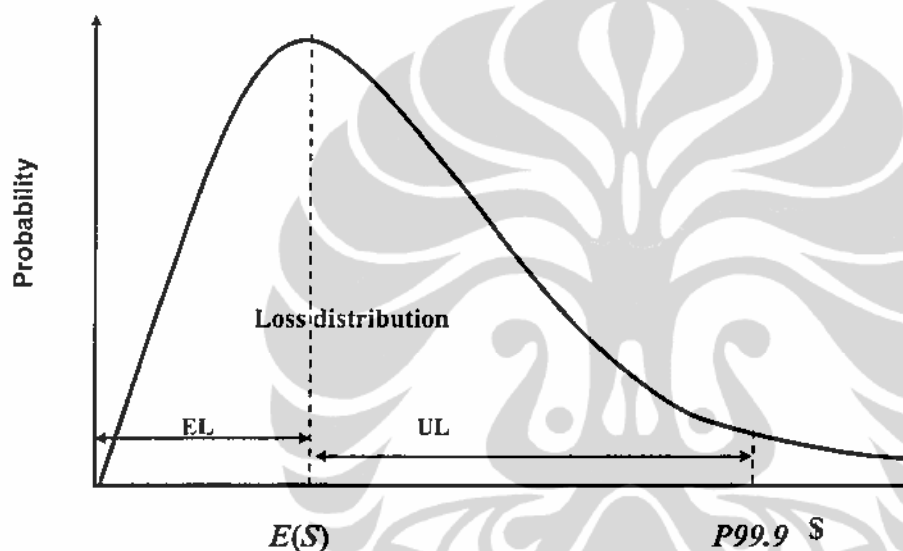
Pengukuran risiko operasional juga dapat dilakukan dengan Loss Distribution Approach, Metode Agregasi dan *Extreme Value Theory*. *Loss Distribution Approach* dan Metode Agregasi menggunakan pendekatan aktuarial. Perbedaan diantara keduanya adalah pada saat menggabungkan distribusi frekuensi dan *severity* menjadi distribusi kerugian (Lewis, 2004)

## 2.2 *Economic Risk Capital*

Untuk penggantian kerugian yang kurang/tidak dapat diprediksi dalam risiko operasional diperlukan dukungan modal. Besarnya dihitung dengan menggunakan tingkat keyakinan tertentu, yang bersifat intuitif. Tingkat keyakinan 100% adalah ideal namun pada dasarnya distribusi kerugian tidak akan

pernah teridentifikasi sempurna, selain itu modal yang dibutuhkan akan sangat tinggi dengan biaya yang tinggi pula. Kisaran yang umum digunakan dalam manajemen risiko 95% sampai 99 %

*Unexpected loss (UL)* adalah selisih antara Economic Capital dengan *expected loss* (Navarrete, 2006), digambarkan di bawah ini yang merupakan jumlah modal yang harus disediakan (*Capital Reserve*) untuk memberikan ganti rugi atas *unexpected losses* dari risiko operasional pada tingkat keyakinan yang diharapkan.



**Gambar 2.1** *Expected loss (EL), Unexpected loss (UL) and VaR at the 99.9% confidence level*

Sumber (Navarrete, 2006)

Pertanyaan penting dari aspek pencadangan modal adalah seberapa besar kerugian maksimum yang dapat terjadi yang sejauh ini hanya dapat diestimasi dengan metode *Extreme Value Theory*. Untuk memperoleh estimasi kerugian maksimum dapat dilakukan dengan dengan simulasi 10,000 data sampel (Navarrete, 2006)

### 2.3 Konsep *Extreme Value Theory*

EVT fokus pada kerugian operasional ekstrim, yaitu kerugian bernilai besar yang jarang terjadi namun dapat menimbulkan kerugian katastrofik dan mengganggu struktur modal dan pendapatan perusahaan.

Universitas Indonesia

Menurut Lewis (2003), EVT merupakan cabang dalam ilmu probabilita dan statistik yang berfokus pada perilaku daerah ekor (*tail*) dari suatu distribusi yang menentukan probabilita dari nilai-nilai ekstrim tanpa membuat asumsi tentang bentuk dari distribusi probabilita dasar (*underlying probability distributional or parent distribution*) yang membentuk nilai-nilai ekstrim tersebut. Nilai ekstrim dalam risiko operasional menggambarkan kerugian yang frekuensinya rendah namun dampak atau *severity*nya tinggi (*low frequency/high impact*), sehingga bila terjadi dapat mengganggu serta membahayakan kelangsungan hidup perusahaan. Metode yang digunakan 2 (dua) jenis yakni *Block Maxima* dan *Peaks over Threshold*. Penelitian dalam karya akhir ini memilih *Metode Peaks Threshold (PoT)* dalam menentukan nilai ekstrim.

*Block Maxima* mengidentifikasi nilai ekstrim berdasarkan nilai tertinggi data observasi pada kelompok periode tertentu (harian, mingguan, bulanan, dst). Metode ini mengaplikasikan *Fisher-Tippet-Gnedenko Theorem* (1928) di dalam (Cruz, 2003), yang menyatakan bahwa dengan data sampel kerugian yang *independent identically distributed (iid)*, jika ukuran sampel N diperbesar, suatu seri yang terdiri dari nilai tertinggi (*maxima*) pada suatu interval waktu tertentu diperkirakan akan mengikuti distribusi *Generalized Extreme Value (GEV)*, dengan rumus *cumulative probability distribution function (cdf)* sebagai berikut :

$$H_{(\xi, \mu, \sigma)} = \begin{cases} \exp\left(-\left[1 + \xi(x - \mu)/\sigma\right]^{-1/\xi}\right) & \text{untuk } \xi \neq 0 \\ \exp\left(-e^{-(x - \mu)/\sigma}\right) & \text{untuk } \xi = 0 \end{cases} \quad (2.1)$$

dimana :

$$1 + \xi x > 0$$

$\xi$  = parameter *Shape / tail index*

$\sigma$  = parameter *scale*

$\mu$  = parameter *location*

Berdasarkan nilai parameter *Shape*, distribusi *GEV* dapat dibedakan dalam tiga tipe, yaitu : Type I (Distribusi Gumbel), jika nilai  $\xi = 0$ ; Type II (Distribusi

Frechet), jika nilai  $\xi > 0$ ; dan Type III (Distribusi Weibull), jika nilai  $\xi < 0$ . Semakin besar nilai  $\xi$ , maka distribusinya akan memiliki ekor yang semakin "berat" (*heavy-tailed*). Dengan demikian, dari ketiga tipe distribusi diatas, yang memiliki ekor paling berat adalah Distribusi Frechet (McNeil & Saladin, 1998)

*Peaks Over Threshold* mengidentifikasi nilai ekstrim dengan cara menetapkan *threshold* tertentu dan mengabaikan waktu terjadinya *event*. Nilai ekstrim adalah data yang berada di atas *threshold* tersebut. Metode ini mengaplikasikan *Picklands-Dalkema-De Hann Theorem* yang menyatakan bahwa semakin tinggi *threshold*  $u$ , maka distribusi untuk data diatas *threshold*  $u$  tersebut akan mengikuti distribusi *Generalized Pareto Distribution (GPD)* dengan rumus *cdf* sebagai berikut :

$$G_{\mu,\xi,\psi}(y) = \begin{cases} 1 - e^{-z} & \text{untuk } \xi = 0 \\ 1 - (1 + \xi z)^{-1/\xi} & \text{untuk } \xi \neq 0 \end{cases} \quad (2.2)$$

dimana :

$$\begin{array}{ll} z \geq 0 & \xi \geq 0 \\ 0 \leq z \leq -1/\xi & \xi < 0 \end{array}$$

Berdasarkan nilai parameter *Shape*, distribusi *GPD* dapat dibedakan dalam tiga tipe, yaitu : Distribusi Eksponensial, jika nilai  $\xi = 0$ ; Distribusi Pareto, jika nilai  $\xi > 0$ ; dan Distribusi Pareto Type II, jika nilai  $\xi < 0$ . Dari ketiga tipe distribusi diatas, distribusi Pareto memiliki ekor yang paling berat (*heavy-tailed*) (Smith, 1995)

#### 2.4 Pemilihan *Threshold*

Aspek penting dalam permodelan *GPD* adalah pemilihan *threshold*, yaitu titik dimana ekor dimulai. Pemilihan *threshold* pada dasarnya mencari keseimbangan yang optimal agar didapat *model error* dan *parameter error* seminimal mungkin.

*Threshold* adalah titik dimana ekor dimulai. *Threshold* yang terlalu rendah akan mengakibatkan kemungkinan timbulnya *model error* yang relatif tinggi. Di lain pihak, karena *threshold* yang rendah menghasilkan lebih banyak data di atas *threshold* maka parameter error menjadi relative kecil. Sebaliknya, apabila

*threshold* ditetapkan terlalu tinggi *model error* akan relative rendah, akan tetapi *parameter error* menjadi relatif tinggi.  $\tau$  (*threshold*) harus dipilih cukup besar dan parameter  $\zeta$  dan  $\mu(\tau)$  diestimasi dari data *excess* sehingga estimasinya akan tergantung pada  $\tau$  (Cruz, 2003). Ada beberapa metode untuk menentukan *threshold*. Metode-metode tersebut di antaranya adalah *Mean Excess Function* dan Persentase. Penentuan *threshold* dengan metode persentase lebih praktis dan mudah dibandingkan dengan metode lainnya. Data ekstrim diambil berdasarkan persentase tertentu, tergantung pada jumlah data yang tersedia.

Pemilihan *threshold* mengacu ke (Rodriguez, Fera, & Marin, 2006) yang merekomendasikan untuk memilih *threshold* sedemikian sehingga data yang berada di atas *threshold* tersebut kurang lebih sekitar 10% dari keseluruhan data. Hal ini karena berdasarkan analisis sensitivitas yang dilakukannya diketahui bahwa apabila *threshold* tersebut digeser sedikit, maka estimasi yang dihasilkan tidak akan terpengaruhi oleh pergeseran tersebut (Corradin, 2002)

#### 2.4.1 Metode Persentase

Penentuan *threshold* dengan metode persentase lebih praktis dan mudah dibandingkan dengan metode lainnya. Data ekstrim diambil berdasarkan persentase tertentu, tergantung pada jumlah data yang tersedia.

#### 2.4.2 Metode Mean Excess Functions

*Mean Excess Function (MEF)* didefinisikan sebagai ekspektasi pelampauan suatu data terhadap *threshold*, atau apabila diekspresikan dalam suatu persamaan matematika :

$$MEF(\tau) = E(X - \tau | X > \tau) \quad 0 < \tau < X_{k,n} \quad (2.3)$$

dimana:

$MEF(\tau)$  = Mean Excess Function dengan *threshold*  $\tau$

$\tau$  = *threshold*

Persamaan di atas dapat menjadi :

$$MEF_n(\tau) = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \tau)}{\text{Card}\Delta_n(\tau)} \quad \tau > 0$$

$$\Delta_n(\tau) = \{i: i=1, \dots, n, X_i > \tau\}$$

Card (x) = cardinal number of x

Yang mana harus diplot sebagai :

$$\{(X_{\tau, n}, MEF_n(X_{\tau, n}) : \tau = 1, \dots, n\}$$

Salah satu kegunaan utama MEF untuk membantu membedakan antara light dan *heavy-tailed* model

## 2.5 Estimasi Parameter Dalam Metode EVT

Estimasi parameter dapat dilakukan dengan berbagai metode, yakni *Moments*, *Maximum Likelihood (ML)*, dan *Probability-Weighted Moments (PWM)*. Khusus untuk parameter *Shape* dapat diestimasi dengan menggunakan Hill Estimator. Gabungan antara Hill estimator dengan metode lainnya seperti ML atau PWM juga dimungkinkan. Penjelasan berbagai metode diuraikan berikut ini.

### 2.5.1 Metode Moments

Metode *Moments* merupakan metode yang paling sederhana untuk mengestimasi parameter. Namun bias dalam parameter ini sangat signifikan sehingga tidak dianjurkan untuk menggunakan metode ini (Cruz, 2002). Rumus untuk menentukan parameter GEV adalah :

$$\mu = \frac{\sqrt{6}}{\pi} S \quad \text{dan} \quad \hat{\psi} = \bar{X} - 0.450041S \quad (2.4)$$

### 2.5.2 Hill Estimator

Parameter *Shape* dapat diestimasi tersendiri dengan menggunakan *Hill estimates* dan digabungkan dengan metode lainnya untuk mendapatkan estimasi parameter lainnya. Estimator Hill sendiri dapat dihitung dengan menggunakan dua metode (Lewis, 2004), yaitu :

Metode I :

$$\xi = \frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^{k-1} \ln X_{j,n} - \ln X_{k,n} \quad (2.5)$$

Metode II :

$$\xi = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \ln X_{j,n} - \ln X_{k,n}$$

dimana :

$\xi$  = parameter *Shape* yang diestimasi

$k$  = ranking data di atas *threshold* dari yang terbesar ( $k = 1$ ) hingga yang terkecil ( $k = k$ )

Secara teoritis, nilai *Shape* dapat ditentukan dari *hill plot* yang stabil. Estimasi *Shape* adalah nilai *Shape* pada daerah yang stabil tersebut, atau rata-rata nilai *Shape* pada daerah yang stabil. Cara lain yang lebih mudah yang dapat digunakan adalah dengan merata-ratakan nilai *Shape* yang diperoleh pada setiap nilai  $k$  dimana  $k$  adalah data diatas *threshold*. Parameter *Shape* diestimasi menggunakan metode Hill dan digabungkan dengan metode lainnya untuk mendapatkan estimasi parameter lainnya.

### 2.5.3 Metode *Probability-Weighted Moments*

PWM terdiri moments yang sesuai berdasarkan distribusi GEV ( $F_{\mu,\xi,\psi}$ ) terhadap moment korespondensi empirikal berdasarkan data. (Cruz, 2003) merinci formulasi untuk mengestimasi  $\mu, \psi$  dan  $\xi$ , dimana harus dipertimbangkan moment ke- $r$   $m_r$  dan estimatornya  $\hat{m}_r$  :

$$m_r(\mu, \psi, \xi) = \hat{m}_r(\mu, \psi, \xi) \quad r = 0, 1, 2$$

dan

$$\hat{m}_r(\mu, \psi, \xi) = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n X_{j,n} U_{j,n}^r \quad r = 0, 1, 2 \quad (2.6)$$

$U$  = posisi *plotting* untuk contoh yang disebut  $p_{j,n} = (n-j+0.5)/n$ .

Apabila  $r = 1$ ,  $m_r$  adalah rata-rata sampel sementara. Untuk menghitung  $r=2$  dan  $r = 3$  digunakan rumus :



$$m_r = \frac{1}{r+1} \left[ \mu + \frac{\psi}{\xi} \left\{ 1 - \frac{\Gamma(1+\xi)}{(1+r)^\xi} \right\} \right] \quad \xi > -1, \xi \neq 0$$

Karena solusi yang tepat untuk  $\xi$  dari persamaan di atas membutuhkan metode iterasi, estimator berikut ini direkomendasikan :

$$\hat{\mu} = \frac{(2\hat{m}_2 - \hat{m}_1)\hat{\xi}}{\Gamma(1+\hat{\xi})(1-2-\hat{\xi})} \quad (2.7)$$

$$\hat{\psi} = \hat{m}_1 + \frac{\hat{\mu}}{\hat{\xi}}(1-\Gamma(1-\hat{\xi})) \quad (2.8)$$

$$\hat{\xi} = 7.8590c + 2.9554c^2 \quad (2.9)$$

$$\text{dimana : } c = \frac{2\hat{m}_1\hat{m}_2}{3\hat{m}_3 - \hat{m}_1} - \frac{\log 2}{\log 3}$$

Sedangkan untuk GPD, Coleman (2003) merevisi formulasi Cruz (2003) untuk perhitungan estimator parameter scale dan *Shape* menjadi :

GPD: For the GPD having  $\xi < 1$ ,

$$\begin{aligned} \xi &= 3 - 2 \left( \frac{m_2 - 1}{m_1} \right)^{-1} \\ \sigma &= m_1(2-\xi)(1-\xi), \mu = \omega_0 - \frac{\sigma}{1-\xi} \end{aligned} \quad (2.10)$$

#### 2.5.4 Metode Maximum Likelihood

*Maximum Likelihood* merupakan cara yang sangat populer dalam menentukan parameter karena lebih fleksibel dimana para analis dapat bekerja dengan *covariate* atau bahkan mendefinisikan kembali *likelihood function* untuk kasus-kasus khusus.

Untuk distribusi  $F_x(x) = \exp\{-e^{-(x-\mu)/\psi}\}$ , *log-likelihood function* adalah :

$$l((0, \mu, \psi); X) = -n \ln \psi - \sum_{i=1}^n \exp\left\{-\frac{x_i - \mu}{\psi}\right\} - \sum_{i=1}^n \frac{X_i - \mu}{\psi} \quad (2.11)$$

Parameter  $\xi$  (*Shape*) and  $\sigma$  (*scale*) diestimasi dengan menggunakan metode *maximum likelihood* (Mignola & Ugocioni, 2005).

## 2.6. Value at Risk dengan metode Peak Over Threshold (POT)

OpVaR adalah potensi kerugian maksimum yang dapat dialami perusahaan disebabkan risiko operasional selama satu tahun dengan tingkat keyakinan 99.9% (Jorion, 2009). Untuk pengukuran *severity* kerugian pada asuransi kebakaran, dimana data di atas nilai *threshold* yang cukup tinggi akan membentuk estimasi distribusi kerugian pada *tail area*. (Lee, 2009) mengartikan GPD adalah teknik yang baik dan mendukung apabila kita ingin mendapatkan distribusi parametrik pada area ekor dari suatu distribusi yang tidak kita ketahui tipe distribusi awalnya. Dengan metode *PoT*, *OpVaR* dapat langsung dihitung apabila estimasi parameter telah dilakukan. Formula yang digunakan adalah sebagai berikut (Lewis, 2003, hal 138):

$$VaRp = \tau + \frac{\sigma}{\xi} \left( \left( \frac{N}{N_u} (1 - \alpha) \right)^{-\xi} \right) \quad (2.12)$$

dimana :

$VaR_p$  = Value-at-Risk dengan p *quantile*.

$\tau$  = *threshold*

$\mu$  = parameter *scale* ( $\mu = \mu(\tau)$ ) yang diestimasi dari *excess data*

$\xi$  = parameter *Shape*

$n$  = total jumlah data observasi

$N_u$  = jumlah data di atas *threshold*

Dengan formulasi yang sama *OpsVaR* pada *quantile* dapat dihitung Neil & Saladin (1997)

$$\hat{r}_p = \tau + \frac{\hat{\sigma}}{\hat{\xi}} \left( \left( \frac{n}{N_u} (1 - p) \right)^{\hat{\xi}} - 1 \right) \quad (2.13)$$

di dalam (Lee, 2009 p. B2-5) formulasi *OpsVaR* yang sama adalah :

$$VaR = u + \frac{\sigma}{\xi} \left( \left( \frac{n}{n_u} (1-q) \right)^\xi - 1 \right) \quad (2.14)$$

dimana :

$VaR_p$  = *Value-at-Risk* dengan  $p$  *quantile*.

$\mu$  = *threshold*

$\sigma$  = parameter *scale*

$\xi$  = parameter *Shape*

$n$  = total jumlah data observasi

$M$  = jumlah data di atas *threshold*

Bagi distribusi yang memiliki kurtosis yang sangat tinggi dengan sebaran data tidak normal sebagaimana distribusi kerugian risiko operasional, diperlukan ukuran risiko lain yang konsisten dan dapat diandalkan. *Shortfall risk* merupakan estimasi yang lebih sesuai untuk mengukur besarnya risiko operasional. *Shortfall risk* mengestimasi besarnya potensi kerugian diatas level (*threshold*) tertentu (misalnya diatas *OpsVaR*) sehingga memberi informasi yang lebih sesuai mengenai besarnya daerah ekor secara keseluruhan.

*Expected Shortfall* (ES) merupakan ukuran *shortfall risk* yang paling populer, sebagai alternative VaR.  $ES_{0,05}$  artinya ekspektasi dalam kondisi terburuk 5 dari 100 events. ES disebut juga *Conditional Value at Risk* (CVaR) atau *Expected Tail Loss* (ETL) yang dihitung dengan menggunakan rumus (Lee, 2009) pada persamaan berikut ini :

$$ES_q = \frac{VaR_q}{1-\xi} + \frac{\sigma - \xi\mu}{1-\xi} \quad (2.15)$$

Rumus di atas hanya berlaku pada distribusi dengan nilai parameter *Shape* kurang dari satu. Untuk nilai *Shape* lebih dari satu, nilai *Expected Shortfall* tidak dapat dihitung karena nilai *Shape* yang lebih dari satu berarti distribusinya adalah *infinite mean model*, atau memiliki rata-rata yang tidak terbatas.

### 2.7. Value at Risk dengan metode Block Maxima

Penerapan Metode Block Maxima pada Risiko Operasional mengikuti langkah-langkah yang hampir sama dengan Metode *POT* sebagaimana telah diuraikan di atas. Perbedaannya hanya pada langkah awal dimana dengan Metode *POT* adalah memilih *threshold*, sedangkan pada Metode Block Maxima langkah awalnya adalah dengan menetapkan jangka waktu periode kemudian selanjutnya tetap melakukan estimasi parameter. Setelah estimasi parameter diperoleh, VaR dapat langsung dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$OpVaR_{\alpha} = \hat{\mu} - \frac{\hat{\sigma}}{\xi} \left[ 1 - (-\ln \alpha)^{-\xi} \right] \quad (2.16)$$

### 2.8. Backtesting

*Backtesting* merupakan suatu proses yang digunakan untuk menguji validitas model pengukuran potensi kerugian operasional. Akurasi model yang digunakan untuk prokesi kerugian perlu diuji. Caranya dengan membandingkan nilai Value at Risk dengan realisasi kerugian operasional padap periode waktu tertentu (Muslich, 2007). Validitas model ditentukan oleh hasil back testing. Adapun penggunaan hipotesis bertujuan untuk mengetahui apakah model dapat diterima atau ditolak.

Back testing atas risiko operasional dapat dikelompokkan (Muslich, 2007) yakni dengan *Clustring the Violation*, *Frequency of Violation*, *Size of Violation* dan *Size of under or over allocation of capital*. Adalah penting menyiapkan jumlah data kerugian yang cukup besar agar didapatkan kepastian stabilitas model dan modelnya dapat digunakan untuk periode penilaian yang panjang. Dalam penelitian ini *backtesting* dilakukan dengan menguji *frequency of violation* yakni membandingkan nilai *Log Likelihood Ratio (LR)* dengan *chi-square critical value* dengan *degree of freedom* satu dan *confidence level* tertentu. Data waktu pengujian minimal adalah 255 seperti yang disarankan Kupiec (Muslich, 2007). Rumus *LR* adalah sebagai berikut :

$$LR = -2 \ln[(1-p)^{T-N} p^N] + 2 \ln \left\{ \left[ 1 - \left( \frac{N}{T} \right) \right]^{T-N} \left( \frac{N}{T} \right)^N \right\} \quad (2.17)$$

dimana :

$N$  = *failure rate* (jumlah kerugian aktual yang melebihi *VaR*)

$T$  = total jumlah data observasi

$p$  = *VaR confidence level*

## 2.9. Reasuransi

Reasuransi menurut Phifer (1996), adalah alat manajemen risiko yang membantu perusahaan asuransi melakukan evaluasi dan transfer risiko yang secara sumber daya finansial tidak dapat diserap seluruhnya. Pertanggungjawaban atas risiko memerlukan dukungan modal, sementara modal perusahaan asuransi terbatas. Dengan reasuransi, asuransi dapat mengakses risiko yang lebih besar.

Me-reasuransi-kan risiko dapat dilakukan secara proporsional dan non proporsional. Goenka (2003) menyebutkan bahwa dalam *treaty* non proporsional yang umumnya merupakan kontrak tahunan, tanggung jawab reasuransi atas klaim adalah “vertikal” yakni di atas *threshold* dari satu kejadian atau risiko sampai limit tertentu yang terjadi pada periode *treaty*.

Variasi kejadian klaim merupakan faktor penting dalam penentuan kapasitas reasuransi. Retensi optimal menentukan keuntungan sebenarnya. Tidak adanya formulas standar dalam penentuan retensi dan sejauh ini merupakan justifikasi pada tingkat korporasi sehingga dianggap subjektif. Namun industry mengacu pada faktor fundamental yakni filosofi korporasi dan strategi perusahaan, Shareholder's fund yang terdiri dari *equity + free reserves* (laba ditahan), *liquid assets* yang tersedia, besar dan karakteristik dari portofolio asuransi serta profil risiko. Program reasuransi memberi kemungkinan dan manfaat bagi perusahaan asuransi menahan risiko lebih sedikit dapat mengurangi *probability of ruin* yakni adanya kemungkinan perusahaan secara teknis *insolvent* atau bangkrut, namun di sisi lain memerlukan biaya reasuransi. Goenka (2003) merumuskan beberapa

pendekatan empiris yang dapat digunakan dalam menentukan retensi per risiko, antara lain 0.5% sampai 2.5% dari dana pemegang saham (dana pemegang saham) dan 7.5 sampai 15% dari estimasi laba kotor dan pendapatan investasi tahun mendatang atau rata-rata selama 3 (tiga) tahun. Secara umum, retensi dioptimalkan pada risiko dengan nilai pertanggung jawaban tidak terlalu besar. Retensi yang digunakan biasanya per risiko dan disarankan untuk menggunakan *retention per event* yakni kisaran 2 atau 2.5 kali retensi maksimal per risiko.

Program reasuransi dapat dilakukan secara proporsional (*percentage sharing*) atau non proporsional. (Phifer, 1996) menguraikan prosentasi yang direasuransikan secara proporsional ada yang tetap (*fix*) dan bervariasi (*variable*). *Quota Share* merupakan bentuk reasuransi dimana proporsi saham yang direasuransikan tetap dan sebanding antara proporsi premi dan klaim, berlaku untuk tiap polis. Sementara *surplus treaty* dengan variasi sesi saham yang direasuransikan memberikan kebebasan pada perusahaan asuransi untuk menetapkan prosentasi yang disesikan namun sebesar jumlah kapasitas maksimal yang telah ditetapkan dalam kontrak. Perusahaan asuransi dengan demikian dapat memilih dan mengalokasikan besaran yang disesikan dengan terlebih dahulu melakukan seleksi risiko.

Phifer (1996) menyatakan bahwa berbeda dengan reasuransi proporsional, maka reasuransi non proporsional dengan *excess of loss per risk* merespon risiko pada saat terjadinya klaim yakni pada *attachment level* yang telah ditetapkan pada kontrak. Apabila klaim melebihi *attachment point* maka reasuransi akan merespon klaim atas selisih nilai klaim dengan *attachment point*. Premi reasuransi untuk *treaty excess of loss* ini berdasarkan rating tertentu dengan mempertimbangkan antisipasi *exposure* atau pengalaman klaim perusahaan asuransi selama beberapa tahun.

Sementara retensi ditetapkan, porsi premi yang sebaiknya dialokasi merupakan justifikasi dan hasil interaksi dan negosiasi antar asuransi dan reasuransi. Lloyd menetapkan skala kerugian pertama (*first loss*) mengacu ke prosentasi retensi

terhadap nilai pertanggungan. Pasar reasuransi biasanya menggunakan *Lloyd's first loss scale*.

## 2.10. Regulasi Asuransi yang berhubungan

- I. UU No 2/1992 pasal 11 mengenai Pembinaan dan pengawasan terhadap usaha perasuransian meliputi:
  - (a) Kesehatan keuangan, yang terdiri dari batas tingkat solvabilitas, retensi sendiri, reasuransi, investasi, cadangan teknis serta ketentuan-ketentuan lain yang berhubungan dengan kesehatan keuangan
  - (b) Penyelenggaraan usaha, yang terdiri dari syarat-syarat polis asuransi, tingkat premi, penyelesaian klaim, persyaratan keahlian di bidang perasuransian, ketentuan-ketentuan lain yang berhubungan dengan penyelenggaraan usaha
- II. PP No 73/1992 pasal 1 ayat 3 : Retensi sendiri adalah bagian dari jumlah uang pertanggungan untuk setiap risiko yang menjadi tanggungan sendiri tanpa dukungan reasuransi
- III. PP No 73/1992 pasal 12 ayat 1 : Perusahaan asuransi dan perusahaan reasuransi harus memiliki dan menetapkan retensi sendiri, yang besarnya didasarkan pada kemampuan keuangan dan tingkat risiko yang dihadapi
- IV. KMK No 224/KMK.017/1993 pasal 24 mensyaratkan perusahaan asuransi harus mempunyai retensi sendiri untuk tiap risiko yang besarnya 10% modal sendiri dan harus didasarkan pada profil risiko yang dibuat secara tertib, teratur, relevan dan akurat

## 2.11. Penelitian Sebelumnya

Beberapa penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan EVT, antara lain :

- Tang (2005) dengan *exploratory data analysis* menyatakan bahwa untuk analisa *tail* tidak merujuk satu jenis distribusi yang *fit* untuk semua data

sampel, distribusi Lognormal *underfits* dan distribusi Pareto *overfit*. Disimpulkan dari seluruh distribusi untuk tail, *GPD outperformed* dengan perhitungan capital menggunakan maximum likelihood terlihat lebih sensitif terhadap *tail threshold* daripada menggunakan Probability Weighted Moment (PWM). Bagi Nothern Trust, penggunaan EVT digunakan sebagai salah satu dari beberapa pendekatan untuk permodelan perhitungan *capital*.

- Corradin (2002) menganalisa klaim kebakaran dari salah satu perusahaan asuransi di Italia, menggunakan data klaim dengan threshold € 100,000 dengan mengkodefikasi data dan frekuensi kejadian, menggunakan pendekatan GPD untuk analisa klaim kebakaran yang bersifat *long-tailed*, dengan menggunakan beberapa *threshold* dan menyimpulkan *excess of loss treaty* lebih efektif dan dengan observasi grafis dapat memotong *tail* dari distribusi empiris sehingga mengurangi volatilitas dari nilai kerugian.
- McNeil & Saladin (1998) menggunakan metode *peaks over thresholds* (POT) untuk mendapatkan model natural atas *point process of large losses* melebihi *threshold*, dan ditunjukkan bahwa cocok untuk data asuransi yang memiliki klaim katastropik dan dapat digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi klaim masa depan yang dapat dialami dengan beberapa scenario
- Lee (2009), menggunakan EVT untuk menganalisa karakteristik *tail* dari klaim *commercial fire*, dengan focus pada generalized Pareto distribution (GPD) untuk mendapatkan *VaR of fire loss severity*. Threshold ditentukan dengan *mean excess plot* dan *Hill plot*. Kolmogorv-Smirnov dan LR digunakan untuk menguji model. Salah satu *threshold* dipilih dari plot di area dimana parameter *shape*  $\xi$  cukup stabil. Secara teoritis GPD merupakan teknik pendukung yang baik untuk menentukan distribusi parametrik pada *tail area of unknown underlying distribution*.



## BAB 3

### DATA DAN METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Data Penelitian

Sesuai dengan tujuan penelitian maka data yang digunakan berfokus pada kerugian operasional ekstrim, yaitu klaim kerugian bernilai besar yang jarang terjadi namun dapat menimbulkan kerugian katastropik dan mengganggu struktur modal dan pendapatan perusahaan. Nilai klaim tersebut dianggap ekstrim karena menggambarkan kerugian yang frekuensinya rendah namun dampak atau *severity*nya tinggi (*low frequency but high impact*).

Seluruh data kerugian ekstrim tersebut merupakan data klaim asuransi harta benda dari PT XYZ, yang merupakan salah satu perusahaan asuransi kerugian di Indonesia dengan izin usaha : Kep-7221/MD/1986 tanggal 5 Nopember 1986. Kontribusi portofolio asuransi harta benda hampir 10% dari seluruh pendapatan premi perusahaan pada tahun 2010. Berdasarkan ikhtisar keuangan perusahaan yang dipublikasikan, premi bruto perusahaan pada tahun 2009 sebesar Rp 1,867,267 juta dan pada tahun 2010 sebesar Rp 2,271,713 juta. Ekuitas perusahaan pada tahun 2009 sebesar Rp 1,373,847 juta dan pada tahun 2010 sebesar Rp 1,892,334 juta.

Data berasal dari daftar klaim asuransi harta benda selama 6 (enam) tahun terakhir dengan nilai klaim penuh (100%) yang menggambarkan kerugian yang dialami dari suatu kejadian sebelum dikurangi saham reasuransi dan koasuransi (apabila ada). Periode data adalah 1 Januari 2006 sampai dengan 31 Desember 2010. Tahun kejadian dilambangkan secara berurutan dilambangkan dengan Y00, Y01, Y02, Y03, Y04 dan Y05. Data tersebut telah dievaluasi pada 31 Desember 2010 pada tahun terakhir dan menggunakan mata uang rupiah, dengan 3474 data observasi kejadian dengan status terakhir yang kemudian dikelompokkan ke dalam *event* dan dengan proses pemeriksaan ulang menggunakan aplikasi excell telah dilakukan pengelompokkan terhadap *event*

sesuai dengan tujuan bahwa penelitian ini akan menganalisa *extreme event* serta dilakukan pengecekan terhadap *list of big losses*.

**Tabel 3.1 Data Kerugian Extrim PT XYZ**

Tahun Kerugian	(f)EVENT	SEVERITY - IDR
Y04	1	427,837,962,078.80
Y04	1	200,717,062,719.30
Y04	1	185,488,303,684.50
Y04	1	100,702,200,000.00
Y03	1	93,763,651,798.00
Y02	1	76,459,101,170.00
Y02	1	76,151,537,770.00
Y05	1	72,593,911,917.10
Y05	1	70,158,412,343.43
Y04	1	57,506,202,225.11
Y05	1	55,208,033,876.67
Y02	1	49,641,434,138.26
Y04	1	43,268,000,000.00
Y02	1	43,259,997,464.00
Y02	1	42,405,051,656.33
Y01	1	35,957,528,834.95
Y01	1	35,328,283,514.55
Y04	1	33,375,225,970.05
Y00	1	26,174,870,425.07
Y02	1	23,342,804,994.47
Y02	1	21,450,520,981.60
Y01	1	20,919,447,507.60
Y00	1	20,285,996,488.67
Y05	1	20,053,000,000.00
Y04	1	20,034,517,871.20
Y04	1	16,244,000,000.00
Y02	1	15,952,177,815.64
Y01	1	15,490,415,560.24
Y02	1	14,711,458,649.33
Y03	1	12,598,097,371.00
Y00	1	11,951,579,321.07
Y01	1	11,481,311,543.00
Y00	1	11,236,813,870.00
Y04	1	10,074,589,243.00
Y04	1	10,060,000,000.00
Y04	1	9,390,140,500.00
Y01	1	8,451,505,875.20
Y02	1	8,042,297,419.33

Perusahaan secara berkala melakukan penyesuaian terhadap nilai klaim. Guna mengantisipasi kenaikan cadangan klaim minimal setiap bulan oleh karena itu

dibutuhkan proses pengkinian status klaim ekstrim untuk menantisipasi perubahan cadangan klaim atau penambahan klaim ekstrim yang disebabkan oleh naiknya estimasi klaim atau biaya – biaya klaim lainnya.

Faktor penting dalam penyiapan data klaim bahwa baik data ekstrim tersebut harus dikelompokkan ke dalam *event* yang mewakili satu kejadian. Atas satu kejadian katastrofik misalnya gempa bumi dapat terdiri dari beberapa pelaporan kasus yang dapat berasal dari tertanggung dan polis asuransi yang berbeda. Pendekatan nilai ekstrim ditujukan untuk kejadian atau *event*, sehingga 3474 data observasi kemudian diolah kembali untuk mendapatkan jumlah kejadian yang akan digunakan sebagai dasar penetapan frekuensi kejadian dan diperoleh sebanyak 2183 *event*.

Mengacu ke (Smith, 1995), klaim – klaim pada kejadian yang sama dapat di-aggregat-kan. Dengan proses yang sama, dan diperoleh 38 kejadian ekstrim yang awalnya terdiri dari klaim dilaporkan sebanyak 246. Oleh karena itu data klaim ekstrim yang digunakan adalah terdiri dari 38 event dengan nilai kerugian seperti pada tabel 3.1.

Pertumbuhan premi, beban *underwriting* dan pendapatan *underwriting* yang dipublikasikan untuk seluruh portofolio beserta pertumbuhan premi dan pendapatan *underwriting* khusus untuk asuransi harta benda dapat dilihat pada lampiran.

Sebelum dilakukan analisa dengan pendekatan statistik, diperlukan analisa sifat dan karakteristik data sampel yang disebut *Exploratory Data Analysis (EDA)* (Rodriguez, Dominguez, & Marin, 2006).

**Tabel 3.2 Deskripsi Statistik Data Kerugian Ekstrim**

Mean	52,835,985,436.78
Standard Error	12,387,354,344.08
Median	24,758,837,709.77
Standard Deviation	76,360,780,578.39
Sample Variance	5,830,968,810,540,820,000,000.00
Kurtosis	16.02
Skewness	3.68
Range	419,795,664,659.47
Minimum	8,042,297,419.33
Maximum	427,837,962,078.80
Sum	2,007,767,446,597.47
Count	38.00

Momen pertama dari data di atas *mean* yakni 52,835,985,436.78 atau rata-rata dari nilai kerugian ekstrim. Momen kedua adalah standar deviasi sebesar 76,360,780,578.39. Momen ketiga *skewness* sebesar 3.68 dan momen keempat kurtosis sebesar 16.02. Deskripsi statistik data sampel menjelaskan adanya *positive asymetri* dan *leptokurtosis*. Pada saat yang sama mean jauh lebih besar dari median yang mengindikasikan *positive asymetri* distribusi kerugian. Adanya kerugian pada ekor distribusi kerugian yang cukup lebar dipresentasikan dengan kerugian yang jarang terjadi namun nilainya sangat besar.

## 3.2 Metodologi Penelitian

### 3.2.1 Menentukan *Threshold*

Penentuan *threshold* harus dilakukan terlebih dahulu untuk menjadi dasar penyaringan nilai kerugian ekstrim. Walaupun terdapat beberapa cara dalam

menentukan nilai *threshold* (Cruz, 2003) namun sejauh ini belum ada persamaan yang pasti dalam menentukan *threshold* dengan persamaan (2.3) dan dicari perpotongan dimana menghasilkan *excess* positif dengan rumus :

$$MEF(\tau) = E(X - \tau | X > \tau) \quad 0 < \tau < X_{k,n}$$

dimana:

$MEF(\tau)$  = Mean Excess Function dengan *threshold*  $\tau$

$\tau$  = *threshold*

Data kerugian yang dipergunakan dalam perhitungan *OpsVaR* diurutkan terlebih dahulu dari yang tertinggi hingga yang terendah, kemudian data kerugian dikurangi oleh nilai *threshold*, menghasilkan nilai – nilai ekstrim yang akan diuji untuk memenuhi *Generalized Pareto Distribution*. Urutan data teratas kebawah sampai dengan jumlah yang terkecil (nilai *threshold*). Data diatas nilai *threshold* akan diperhitungkan sebagai nilai ekstrim.

Berdasarkan proses penentuan *threshold* di atas diperoleh nilai – nilai ekstrim kerugian yang akan diuji dalam penelitian ini dengan data berikut :

**Tabel 3.3 Data Kerugian Ekstrim di atas *Threshold***

KODE	JENIS KEKERUGIAN	(G)EVENT	SEVERENY
ACCDT	Y04	1	427,837,962,078.80
SC/ELECTR	Y04	1	200,717,062,719.30
BRKD	Y04	1	185,488,303,684.50
BRKD	Y04	1	100,702,200,000.00
BRKD	Y03	1	93,763,651,798.00
BRKD	Y02	1	76,459,101,170.00
BRKD	Y02	1	76,151,537,770.00
BRKD	Y05	1	72,593,911,917.10
SC/ELECTR	Y05	1	70,158,412,343.43
SC/ELECTR	Y04	1	57,506,202,225.11
FLEX	Y05	1	55,208,033,876.67

Dengan diperolehnya data ekstrim di atas maka dapat dilakukan pengujian jenis distribusi yang diasumsikan yakni *Generalized Pareto Distribution (GPD)*. Metode ini mengaplikasikan *Picklands-Dalkema-De Hann Theorem* yang menyatakan bahwa semakin tinggi *threshold*  $u$ , maka distribusi untuk data diatas

*threshold*  $u$  tersebut akan mengikuti distribusi *Generalized Pareto Distribution* (*GPD*) dengan rumus *cdf* sebagai berikut:

$$G_{\mu,\xi,\psi}(y) = \begin{cases} 1 - e^{-z} & \text{untuk } \xi = 0 \\ 1 - (1 + \xi z)^{-1/\xi} & \text{untuk } \xi \neq 0 \end{cases}$$

di mana :

$$\begin{aligned} z &\geq 0 & \xi &\geq 0 \\ 0 \leq z &\leq -1/\xi & \xi &< 0 \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai parameter *shape*, distribusi *GPD* dapat dibedakan dalam tiga tipe, yaitu : Distribusi Eksponensial, jika nilai  $\xi = 0$ ; Distribusi Pareto, jika nilai  $\xi > 0$ ; dan Distribusi Pareto Type II, jika nilai  $\xi < 0$ . Dari ketiga tipe distribusi diatas, distribusi Pareto memiliki ekor yang paling berat (*heavy-tailed*). Apabila menggunakan distribusi GEV maka asumsi distribusinya berdasarkan  $\xi < 0$ ,  $\xi = 0$  and  $\xi > 0$  masing – masing adalah Weibull, Gumbel and Frechet.

Untuk keperluan kalibrasi GoF (*Goodness of Fit*) menggunakan tes Kolmogorov – Smirnow (K-S) yang cocok untuk variabel yang bersifat kontinu. Nilai parameter tiap distribusi dapat diestimasi dengan *Maximum Likelihood* (Rodriguez, Dominguez & Marin, 2006).

### 3.2.2 Pengujian distribusi severitas

Untuk mendukung keyakinan bahwa data ekstrim memenuhi distribusi severitas dilakukan pengujian distribusi dengan menggunakan Excell® dan hasilnya dapat diketahui apakah distribusinya memenuhi salah satu jenis distribusi *severity* dengan *GoF test* dengan *Kolmogorov-Smirnov (KS)* atau *Anderson Darling (AD)*. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian distribusi Pareto dengan KS untuk data – data kerugian ekstrim dan data di atas *threshold* dengan Excell® dan *soft ware EasyFit 5.5*.

Sebelumnya atas data esktrim diuji apakah memenuhi salah satu distribusi severitas dengan asumsi awal data terdistribusi secara Pareto.

Langkah-langkah Pengujian Distrusi Pareto dengan dan K-S :

- a. Data klaim diurutkan dari nilai kejadian yang terkecil hingga nilai kejadian yang terbesar ( $k$ )
- b. Dicari mean dari sampel tersebut.
- c. Kemudian dicari *probability density function*  $F_0$  (PDF -  $P(x)$ ) dari tiap-tiap kejadian dengan rumus:  $1-(e^{-(b/\text{mean})})$
- d. Kemudian dicari nilai CDF untuk distribusi empiris ( $F_n$ ) dengan rumus: no ranking dibagi dengan total sampel
- e. Kemudian dicari nilai *absolut distance* terbesar, yaitu  $F_n - F_0$
- f. Dicari nilai tertinggi dari langkah e.
- g. Untuk mendapatkan *critical value*, gunakan KS tabel dengan  $N > 35$  dan tingkat keyakinan 95%.
- h. Bila hasil  $D\text{-max} < CV$  maka  $H_0$  dapat diterima artinya data terdistribusi secara Pareto

### 3.2.3 Melakukan Estimasi Parameter *Extreme Value Theory* dengan cara "Hill"

Alternatif yang cukup baik menghitung parameter EVT adalah dengan estimator Hill (Lewis, 2004) menggunakan *spreadsheet* Excel®. Langkah – langkah estimasi parameter *Shape*, parameter *location* dan parameter *scale* adalah :

- a. Parameter yang harus ditetapkan terlebih dahulu adalah parameter *Shape* ( $\xi$ )
- b. Data yang diperoleh dari perhitungan *threshold* tersebut yakni data diatas *threshold* yang masuk dalam nilai ekstrim, diurutkan dari yang terbesar sampai dengan terendah
- c. Hitung nilai  $\ln$  untuk masing-masing data atau dengan rumus ( $\ln(x)$ ).
- d. Hitung nilai *Shape* untuk setiap data

### 3.2.4 Estimasi Parameter *Extreme Value Theory* (EVT) dengan *Probability Weighted Moments* (PWM)

Dalam EVT ada berbagai metode untuk melakukan estimasi nilai parameter distribusi nilai ekstrim yang dipergunakan untuk mengestimasi *OpsVaR* yakni

dengan menggunakan Metode PWM diajukan oleh Hoskign dan Wallis seperti yang disebutkan (Cruz, 2003) digunakan untuk mengestimasi nilai parameternya. Perhitungan PWM tersebut dilakukan dengan spreadsheet namun (Coleman, 2003) memodifikasi beberapa formula yang disebutkan sehingga estimasi parameter bisa dilakukan dengan kedua cara tersebut.

PWM merupakan metode estimasi parameter moment pada model EVT yang dapat diaplikasi untuk jenis distribusi GEV dan GPD. PWM yang merupakan modifikasi dari metode konvensional dengan tahapan sebagai berikut :

- a. Data diatas *threshold* yang telah diurutkan dihitung plot position
- b. Menghitung parameter *Shape* berdasarkan persamaan
- c. Menghitung nilai  $m_1$  dan  $m_2$  sesuai dengan persamaan
- d. Menghitung parameter *scale* berdasarkan persamaan
- e. Menghitung parameter *location* berdasarkan persamaan

### 3.2.5 Menghitung *Operational Value at Risk (OpsVaR)*

Dengan metode POT, VaR dapat langsung dihitung apabila estimasi parameter telah dilakukan.

Dalam penelitian ini , perhitungan OpsVaR dilakukan dengan menggunakan confidence level 95% dan 99%. OpsVaR dapat langsung dihitung dengan memasukkan parameter yang telah diestimasi dengan menggunakan persamaan *OpsVaR* untuk metode POT dari (Lewis, 2004) dan (Neil & Saladin, 1997) pada persamaan 2.13

### 3.2.6 Menghitung *Expected Shortfall*

Sebagai alternatif pengukuran risiko operasional *Expected Shortfall (ES)* atau yang biasa disebut *tail conditional expectation* merupakan estimasi potensi besarnya kerugian yang melebihi OpsVaR namun kurang populer dalam penggunaannya. Pengukuran severitas kerugian pada *tail area* merupakan tantangan selanjutnya karena *OpsVaR* memiliki kelemahan yakni tidak sepenuhnya memberikan petunjuk tentang seberapa besar kerugian yang mungkin harus ditanggung diatas jumlah OpsVaR. Hal ini disebabkan *OpsVaR* hanya

Universitas Indonesia



memberikan batas bawah dari kerugian pada *tail area*, dengan demikian hal tersebut mengarah pada pengukuran risiko bisnis yang terlalu optimis.

Mengacu kepada karakteristik data klaim yang diteliti dimana *kurtosis* cukup tinggi dan distribusi yang sangat berbeda dengan distribusi normal, maka diperlukan ukuran risiko lain untuk mendapatkan gambaran yang konsisten dan dapat diandalkan mengenai risiko operasional yang sebenarnya dihadapi. Untuk keperluan tersebut maka digunakan *Expected Shortfall* (ES) yang dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan (2.14). Akan tetapi, persamaan tersebut hanya berlaku pada distribusi dengan nilai parameter *Shape* kurang dari satu (Lewis, 2004). *Expected Shortfall* untuk nilai *Shape* lebih dari satu tidak dapat dihitung karena nilai *Shape* yang lebih dari satu berarti distribusinya adalah *infinite mean* artinya memiliki rata-rata yang tidak terbatas

### 3.2.7 Backtesting

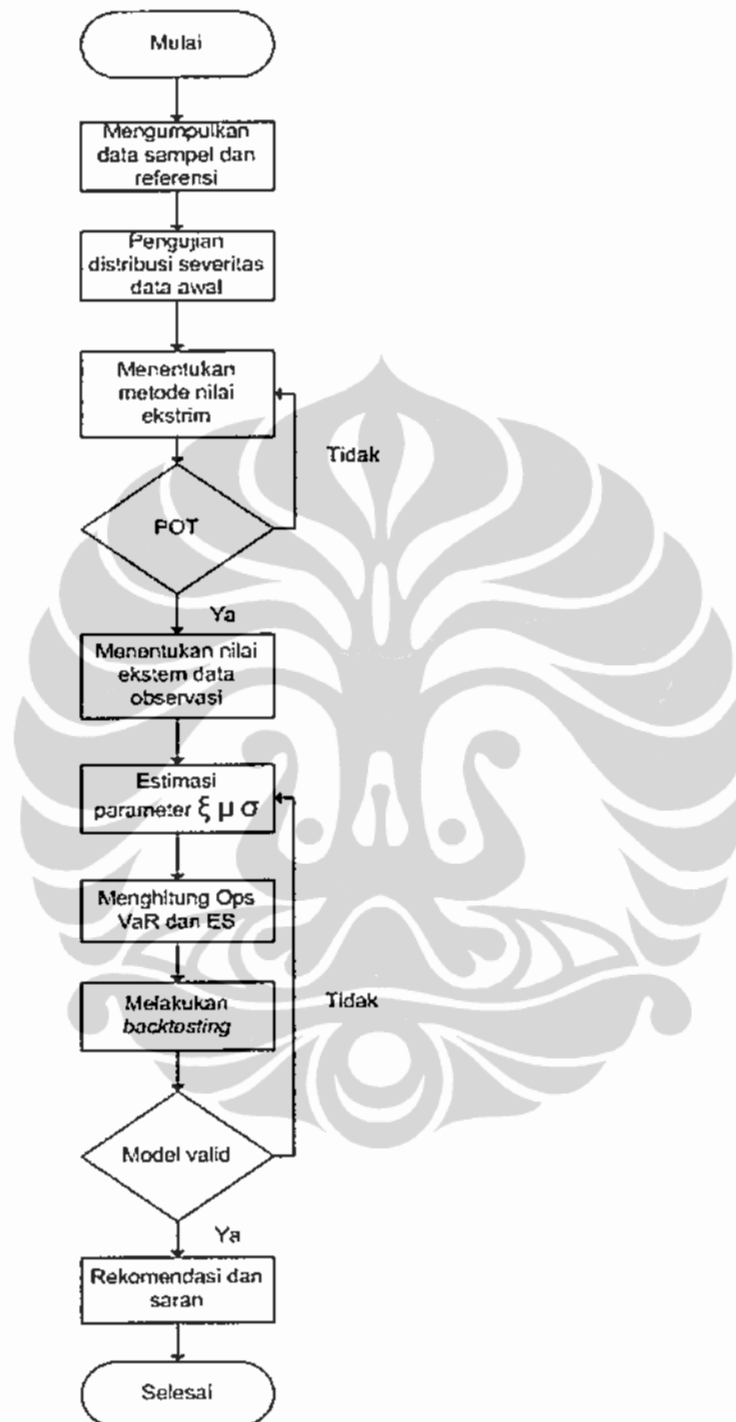
*Loglikelihood Ratio* (LR) dipakai dalam pengujian validasi *backtesting* dari model yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu dengan menghitung nilai LR dan kemudian membandingkan dengan *chi-square critical value* dengan *degree of freedom* satu dan *confidence level* sebesar 95% dan 99% dengan analisa statistik dengan *Kupiec test*. Nilai *loglikelihood Ratio* (LR) dibandingkan dengan *chi-square critical value* dengan *degree of freedom* satu untuk masing-masing tingkat kepercayaan Hasil analisa klaim -- klaim ekstrim serta perhitungan VaR dengan metode yang dilakukan uji *backtesting* dengan tes *Kupiec* dengan berbagai tingkat kepercayaan yakni 95%, 97.5% dan 99%. Model dikatakan valid apabila nilai *Likelihood Ratio* (LR) lebih kecil daripada *critical value*.

Langkah – langkah *backtesting* pada penelitian mengikuti pengujian validitas model (Muslich, 2007):

- a. Menentukan besarnya *OpsVaR* kerugian operasioanal dari waktu ke waktu sesuai dengan periode proyeksinya. Besarnya *OpsVaR* digunakan menguji validitas model berdasarkan kerugian aktual

- b. Menentukan besarnya kerugian operasional aktual dalam periode selanjutnya. Data yang digunakan untuk mengetahui akurasi model risiko operasional adalah klaim validitas model diuji dengan *backtesting* menggunakan 2 (dua) pengelompokan data yakni :
- i. Klaim dibayarkan dan dicadangkan dengan status terakhir kuartal I tahun  $Y05 + 1$  dengan observasi 534 kasus
  - ii. Klaim – klaim yang dilaporkan selama selama satu tahun terakhir dari kuartal I  $Y05$  sampai kuartal I  $Y05+1$  dengan observasi 473 kasus.
- c. Menentukan indikator *binary* dengan ketentuan, jika *OpsVaR* lebih besar daripada kerugian operasional aktual, maka nilai indikator adalah 0 (nol), jika sebaliknya maka nilai indikator adalah 1 (satu). Kemudian dihitung jumlah indikator yang merupakan akumulasi dari *failure rate* atau penyimpangan. Hasilnya dibandingkan antara besarnya nilai *OpsVaR* untuk berbagai tingkat kepercayaan dengan data klaim aktual.
- d. Diuji hasil perhitungan LR terhadap *critical value* dari distribusi  $\chi^2$  dengan degree of freedom satu untuk masing-masing *OpsVaR*. Jika nilai LR lebih kecil dari  $\chi^2$  *critical value* maka hipotesis  $H_0$  tidak ditolak dan dapat disimpulkan model adalah valid. Sebaliknya, jika LR lebih besar dari  $\chi^2$  *critical value*, maka hipotesis  $H_0$  ditolak dan berlaku hipotesis  $H_1$  sehingga disimpulkan model adalah tidak valid.

### 3.3. Flow Chart / Alur Penelitian



**Gambar 3.1. Alur Penelitian**

Sumber : Dirangkum dari materi kuliah Manajemen Risiko Operasional (Chalik, 2010)

## BAB 4

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Karakteristik Data Kerugian dan Distribusinya

Klaim kerugian asuransi harta benda dikelompokkan dalam beberapa kategori *event* sehingga diperoleh pendekatan jumlah kerugian dari satu kejadian untuk menjelaskan definisi “*loss occurrence : an event, giving rise to a loss or a series of losses arising from the same event*” (Goenka, 2003 : p. 149)

Penyebab kerugian dari seluruh kejadian dapat dikategorikan dalam kelompok kausa proxima yang umum dikenal dalam asuransi harta benda, yakni :

- a. Kebakaran, petir, peledakan dan kejatuhan pesawat
- b. Gempa bumi, tsunami dan letusan gunung berapi
- c. Huru – hara, pemogokan karyawan, perbuatan jahat dan pergolakan sipil
- d. Banjir, angin ribut dan kerusakan karena air
- e. Kerusakan terhadap mesin dan peralatan
- f. Korstleting atau arus pendek
- g. Pencurian dan kebongkaran
- h. Kejadian lainnya yang tidak disengaja (*accidental damage*)

Tahun Y04 merupakan tahun dimana terdapat kerugian ekstrim tertinggi baik dari sisi jumlah maupun nilai kerugiannya. Kerugian ekstrim terbesar disebabkan oleh *accidental damage accidental damage* yang diikuti oleh terhentinya / terganggunya usaha selama beberapa waktu. Selama 6 (enam) tahun nilai kerugiannya mencapai 798,225,451,023.39 dengan 13 kejadian. Sementara itu atas *event* katastrofik gempa bumi nilai kerugiannya adalah 71,501,675,716.19 dan banjir adalah 79,134,252,539.19. Dapat diketahui pula bahwa selama 6 (enam) tahun frekuensi *event* dan severitas kerugian tidak meningkat seiring dengan waktu sehingga dapat terjadi kapan saja dan perlu diantisipasi sebelumnya.

Tabel 4.1. Kerugian Ekstrim berdasarkan Tahun Kerugian

Tahun	Nilai Kerugian Ekstrim
Y00	69,649,260,104.80
Y01	127,628,492,835.55
Y02	371,416,382,058.96
Y03	106,361,749,169.00
Y04	1,114,698,204,291.96
Y05	218,013,358,137.20
Total	2,007,767,446,597.47

Kerugian ekstrim juga tidak dicerminkan oleh penyebab klaim katastrofik misalnya gempa bumi, letusan gunung berapi, banjir dan huru hara melainkan dikontribusi juga dari klaim non katastrofik yang berpengaruh dalam *profile* klaim kerugian perusahaan.

#### 4.2 Penentuan Parameter Distribusi GPD dengan Metode POT

Deskripsi statistik data kerugian seperti yang diuraikan pada bab 3 menunjukkan data kerugian memiliki *parameter Shape* dengan *positif asimetri* dan *leptokurtosis* pada tahun Y00, Y01, Y02, Y03, Y04 dan Y05. Pada saat yang sama *mean* jauh lebih besar daripada *median*. Seperti umumnya data kerugian risiko operasional yang memiliki data *ekstrim* sementara data kerugian terpusat pada kerugian yang cukup sering terjadi dengan nilai kerugian yang cukup rendah.

Untuk menguji jenis distribusi kerugian, selain deskripsi statistik juga dilakukan uji distribusi data awal menggunakan *Excell®* yang menghasilkan parameter pada distribusi Pareto yakni  $\alpha = 3.9346892$  dan  $\theta = -2.9346892$ , diperoleh KS Statistik = 0.0000 dan dengan CV 5% = 0.2206 dan CV 1% = 0.2644 maka benar bahwa distribusi severitas kerugian ekstrim didistribusikan menurut distribusi Pareto. Kondisi ini sesuai dengan teori bahwa distribusi Pareto yang merupakan salah satu distribusi *severity* yang mengindikasikan  $\xi > 0$  dan merupakan karakteristik dari distribusi nilai ekstrim (McNeil & Saladin, 1998)

#### 4.2.1 Pengujian Distribusi Nilai Ekstrim dengan GPD

Seperti yang dijelaskan dalam bab 3, *threshold* ditentukan dengan pendekatan yakni dengan *Excess Sample Mean* untuk mendapatkan distribusi *generalized pareto (GPD)*. Dengan *threshold* sebesar 52,835,985,436.78 diperoleh *exceedances* 11 data ekstrim, dengan *Skewness* = 2.33 dan *Excess Kurtosis* = 5.78. Selanjutnya atas kerugian di atas *threshold* dapat dihitung masing – masing parameter *location* ( $\mu$ ), parameter *scale* ( $\sigma$ ) dan parameter *shape* ( $\xi$ ) dan diuji distribusinya apakah memenuhi GPD.

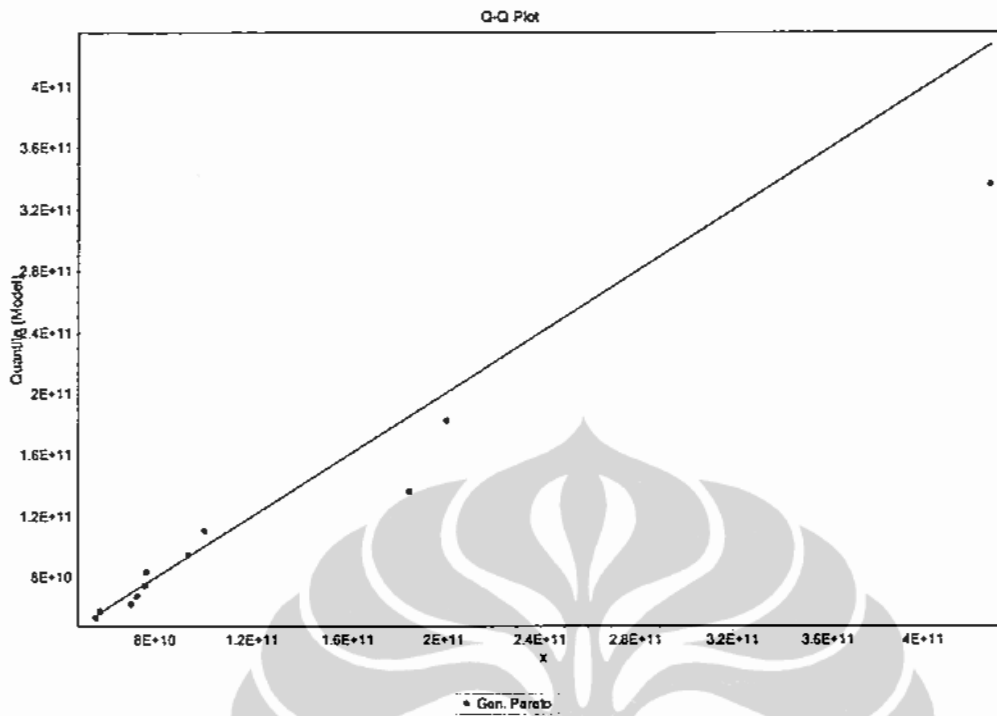
Tabel 4.2. Parameter *location* ( $\mu$ ), *Scale* ( $\sigma$ ) dan *Shape* ( $\xi$ )

k	x	ln (x)	Kumulatif ln	1 / (k-1)	Hill = Parameter $\xi$	
					Metode 1	Metode 2
1	427,837,962,078.80	26.7820	26.7820			
2	200,717,062,719.30	26.0252	52.6072	1.0000	0.7568	0.3784
3	185,488,303,684.50	25.9463	78.7634	0.5000	0.4573	0.3049
4	100,702,200,000.00	25.3354	104.0889	0.3333	0.9157	0.6868
5	93,763,651,798.00	25.2640	129.3529	0.2500	0.7582	0.6065
6	76,459,101,170.00	25.0600	154.4129	0.2000	0.8106	0.6755
7	76,151,537,770.00	25.0560	179.4689	0.1667	0.6795	0.5824
8	72,593,911,917.10	25.0081	204.4771	0.1429	0.6303	0.5515
9	70,158,412,343.43	24.9740	229.4511	0.1250	0.5856	0.5205
10	57,506,202,225.11	24.7752	254.2262	0.1111	0.7194	0.6475
11	55,208,033,876.67	24.7344	278.9606	0.1000	0.6883	0.6257
	<i>location</i> ( $\mu$ )	128,780,579,962		$\xi$	0.700	0.558
	<i>scale</i> ( $\sigma$ )	110,650,048,281				

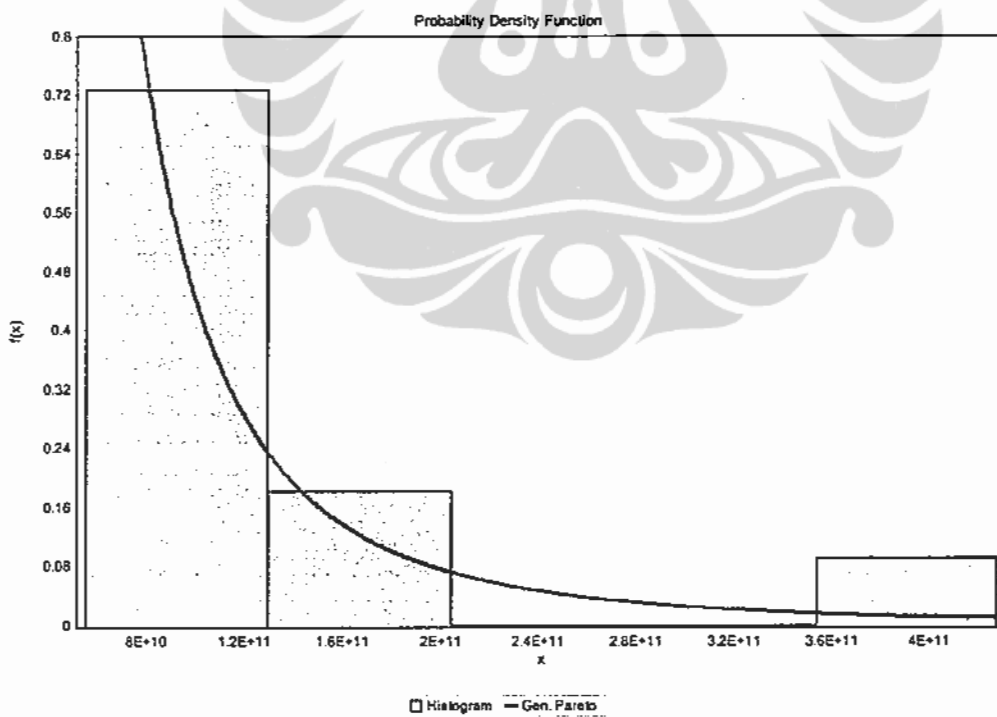
Parameter *shape* diukur menggunakan *Hill Estimator* sementara *location* dan *scale* diukur menggunakan metode *maximum likelihood (ML)*.

Estimasi parameter *Shape* dengan pendekatan rata – rata dan dari perhitungan di atas dapat diperoleh  $\xi$  masing – masing 0.700 (metode I) dan 0.558 (metode II). Hal ini mengindikasikan *heavy tailed distribution*.

Hasil pengujian data ekstrim dengan menggunakan EasyFit 5.5 menggambarkan data terdistribusi secara *Generalized Pareto*. Dengan jumlah sampel 11 dapat dilihat dari Q-Q Plot pada gambar 4.1. bahwa 8 data ekstrim berhimpitan dan berdekatan dengan garis linier yang mengindikasikan data mendekati jenis distribusi GPD, namun terdapat 3 data yang dapat mengindikasikan *outliers* atau dalam hal ini klaimnya sangat besar yang juga dapat digambarkan dari histogram kerugian pada gambar 4.2.



Gambar 4.1. Q-Q Plot Distribusi Data Kerugian Ekstrim



Gambar 4.2. Distribusi Nilai ekstrim di atas threshold (11 exceedances)

Selanjutnya dilakukan tes GoF untuk meyakinkan bahwa data terdistribusi GPD

**Tabel 4.3. GoF Test**

Gen. Pareto [#13]					
Kolmogorov-Smirnov					
Sample Size	11				
Statistic	0.17461				
P-Value	0.83489				
Rank	4				
$\alpha$	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01
Critical Value	0.30829	0.35242	0.39122	0.4367	0.4677
Reject?	No	No	No	No	No
<b>Anderson-Darling</b>					
Sample Size	11				
Statistic	0.31097				
Rank	2				
$\alpha$	0.200	0.100	0.050	0.020	0.010
Critical Value	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074
Reject?	No	No	No	No	No

*GoF test* atas data di atas threshold menunjukkan pada tingkat kepercayaan 95% dan 99% dengan tes *KS statistic* sebesar  $0.17461 < \text{critical value}$  sebesar masing – masing  $0.39122$  dan  $0.4677$  serta *AD statistic* sebesar  $0.31097 < \text{critical value}$  sebesar masing – masing  $2.5018$  dan  $3.9074$  maka benar bahwa distribusi severitas kerugian ekstrim ini didistribusikan menurut GPD. Hal ini mendukung yang disampaikan bahwa GPD sering digunakan untuk permodelan klaim asuransi yang besar (Cruz, 2003).

Selanjutnya ditentukan parameter yang akan digunakan dalam perhitungan *OpsVaR* dengan menggunakan metode *POT* yang cocok untuk distribusi *excess amount* dari nilai *threshold* yang tinggi (McNeil & Saladin, 1998)

#### 4.2.2 Penentuan Parameter Distribusi GPD

Menurut Lewis (2004), sesuai teori *Picklands-Dalkema-De Hann*, dengan menggunakan Metode *Peaks Over Threshold* dalam mengidentifikasi nilai ekstrim maka distribusi ekor yang diestimasi akan mengikuti *Generalized Pareto Distribution (GPD)*. Selanjutnya estimasi parameter *shape*, dan *scale* dilakukan untuk seluruh nilai ekstrim yang ditentukan. Parameter –

Universitas Indonesia



parameter distribusi GPD terutama  $\xi$ ,  $\sigma$ ,  $\mu$  ditetapkan untuk menentukan *OpsVaR* dengan tingkat kepercayaan 99%. (Neil & Saladin, 1997) menyatakan *POT* adalah modeling yang secara teknis cocok untuk distribusi parametrik pada *tail area* dari ratusan bahkan ribuan data observasi yang umumnya sulit dimodelkan.

Dengan pertimbangan bahwa jumlah sampel data ekstrim yang digunakan adalah 11 (sebelas) maka dilakukan perhitungan parameter GPD dengan menggunakan PWM (Probability-Weighted Moments), yang mengacu ke Hosking et al. (1985) di dalam (Cruz, 2003), bahwa asymptotic efficiency dari masing – masing estimator PWM berlaku untuk sampel kecil dan keunggulan perhitungan parameter GPD dengan PWM adalah lebih simpel dan langsung dapat dilakukan, keunggulan lain biasanya cukup kecil, standar deviasi secara substansi lebih kecil daripada penggunaan perhitungan dengan ML.

**Tabel 4.4. Perhitungan Parameter dengan PWM**

No	Data	Plot Position	w1	Plot Position *2	w2
	Kerugian				
1	427,837,962,078.80	0.9545	408,390,781,984.31	0.9112	389,827,564,621
2	200,717,062,719.30	0.8636	173,346,554,166.67	0.7459	149,708,387,689
3	185,488,303,684.50	0.7727	143,331,871,028.93	0.5971	110,756,445,795
4	100,702,200,000.00	0.6818	68,660,590,909.09	0.4649	46,814,039,256
5	93,763,651,798.00	0.5909	55,405,794,244.27	0.3492	32,739,787,508
6	76,459,101,170.00	0.5000	38,229,560,585.00	0.2500	19,114,775,293
7	76,151,537,770.00	0.4091	31,152,901,815.00	0.1674	12,744,368,924
8	72,593,911,917.10	0.3182	23,098,062,882.71	0.1012	7,349,383,644
9	70,158,412,343.43	0.2273	15,945,093,714.42	0.0517	3,623,884,935
10	57,506,202,225.11	0.1364	7,841,754,848.88	0.0186	1,069,330,207
11	55,208,033,876.67	0.0455	2,509,456,085.30	0.0021	114,066,186
	128,780,579,962		87,992,037,479		70,351,094,005
	w0		w1		w2
dengan :					
m1	47,203,494,995				
m2	82,272,702,054				
m2/m1	1.74				
c	-0.05718544				

Dengan menggunakan rumus 2.10 perhitungan moment pada tabel 4.5 diperoleh parameter untuk GPD dengan metode PWM sebagai berikut :

$$\text{Location } (\mu) = 48,911,344,968.46$$

$$\text{Scale } (\sigma) = 55,271,069,747$$

$$\text{Shape } (\xi) = 0.308$$

Parameter – parameter yang dihasilkan terlihat jauh lebih kecil dari pada dengan menggunakan estimator Hill's dan metode ML. Hal ini mengacu Hosking & Wallis (1987) di dalam (Neil & Saladin, 1997) untuk GPD dengan parameter *Shape*  $0 < \xi < 0.4$  dan observasinya cukup kecil, dapat digunakan PWM karena dispersi data minimal. Sedangkan untuk  $\xi > 0.5$ , PWM berdampak bias yang signifikan.  $\xi$  yang dihasilkan adalah 0.308 dalam kisaran yang direkomendasikan untuk menggunakan PWM. Sebagai perbandingan perhitungan *OpsVaR* dilakukan atas kedua metode disajikan dalam perhitungan berikut.

#### 4.3. Menghitung *OpsVar*

Mengacu teori Picklands-Dalkema-De Hann yang berlaku untuk *POT* model maka *tail distribution* harus memenuhi *Generalized Pareto Distribution (GDP)*, dan apabila estimasi parameter telah dilakukan dan diperoleh hasilnya maka perhitungan *OpsVaR* dapat langsung dilakukan (Lewis, 2004). Parameter – parameter distribusi GDP terutama  $\xi, \sigma, \mu$  ditetapkan untuk menentukan *OpsVaR* dengan tingkat kepercayaan 95% dan 99%. Dari penentuan parameter distribusi GDP *POT* dapat langsung dihitung *OpsVaR*.

*OpsVaR* di atas dihitung untuk 2 (dua)  $\xi$  berdasarkan estimator Hill's menggunakan metode I dan II serta metode PWM. Dapat diketahui bahwa ES dari penelitian ini dapat dihitung karena  $\xi < 1$ . Dengan rumus *OpsVaR* pada 2.12 yang juga digunakan oleh pada (Lee, 2009), (Neil & Saladin, 1997) dan (Corradin, 2002), diperoleh *OpsVaR* pada tingkat keyakinan 95% dan 99%.

Tabel 4.5. Perhitungan *OpsVaR*

Distribusi	Threshold	Exceedances	$\xi$	<i>OpsVaR</i> 99%
GPD PoT	52,835,985,436.78	11	0.700	1,562,506,592,978.53
GPD PoT	52,835,985,436.78	11	0.558	1,151,333,335,925.81
GPD PoT	52,835,985,436.78	11	0.308	379,339,567,449.36
Distribusi	Threshold	Exceedances	$\xi$	<i>OpsVaR</i> 95%
GPD PoT	52,835,985,436.78	11	0.700	435,213,221,609.58
GPD PoT	52,835,985,436.78	11	0.558	382,815,471,609.92
GPD PoT	52,835,985,436.78	11	0.308	181,587,276,717.79

Terlihat bahwa *OpsVaR* yang dihasilkan terbukti lebih kecil yakni pada  $OpsVaR_{95\%} = 181,587,276,717.79$  dan  $OpsVaR_{99\%} = 379,339.567,449.36$ .

Dalam kaitannya dengan pencadangan, perusahaan umumnya akan mempertimbangkan menggunakan nilai yang lebih kecil. Dengan perbedaan *OpsVaR* dan menyangkut pencadangan yang perlu dilakukan perusahaan maka digunakan nilai *OpsVaR* yang dihasilkan dari parameter GPD menggunakan PWM.

#### 4.4. Menghitung *Expected Shortfall*

Dengan karakteristik data klaim *long tailed* dengan kurtosis cukup tinggi serta distribusi yang sangat berbeda dengan karakteristik data yang terdistribusi normal, maka diperlukan ukuran risiko lain untuk mendapatkan gambaran yang konsisten dan dapat diandalkan mengenai risiko operasional yang dapat dihadapi. Untuk keperluan tersebut digunakan *Expected Shortfall* (ES) sebagai alternative *OpsVaR*. (Lee, 2009) mengartikan  $ES_{99\%}$  adalah ekspektasi return portfolio dalam kondisi terburuk 1% dari seluruh kasus atau kemungkinan terburuk 1 dari 100 *events* dan disebut (Lee, 2009) sebagai *Conditional Value at Risk* (CVaR). Pada penelitian ini dapat dihitung dan diperoleh pada tingkat kepercayaan 95% dan 99% dalam kaitannya dengan asuransi kerugian dapat diartikan potensi

besarnya kerugian dalam kondisi terburuk dari satu kejadian dan atas suatu risiko yang diasuransikan dengan tingkat kepercayaan 1% adalah sebesar *Expected Shortfall* atau maksimal sebesar harga pertanggungan dan/limit mana saja yang lebih kecil yang disebabkan oleh kerugian yang dijamin dalam polis asuransi atas risiko yang mengalami kerugian, apabila dihubungkan dengan mekanisme batas tanggung jawab kerugian dalam asuransi kerugian.

Perhitungan ES dari parameter – parameter yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 4.6. Perhitungan ES**

Distribusi	Threshold	Exceedances	$\xi$	ES-99%
GPD PoT	52,835,985,436.78	11	0.700	5,279,542,381,715.47
GPD PoT	52,835,985,436.78	11	0.558	2,692,414,492,820.64
GPD PoT	52,835,985,436.78	11	0.308	606,264,541,655.09
Distribusi	Threshold	Exceedances	$\xi$	ES-95%
GPD PoT	52,835,985,436.78	11	0.700	1,519,823,630,481.29
GPD PoT	52,835,985,436.78	11	0.558	953,803,846,766.79
GPD PoT	52,835,985,436.78	11	0.308	320,503,396,606.91

Berdasarkan perhitungan tersebut dengan ES pada tingkat kepercayaan 95% sebesar 320,503,396,606.91 dan dihubungkan dengan data ekstrim yang diperoleh maka pada tahun Y04 terjadi satu klaim yang melebihi ES yang menggambarkan kejadian klaim yang sangat besar, sementara menggunakan nilai ES dengan menggunakan metode ML diperoleh nilai ES yang jauh di atas nilai kerugian yang pernah terjadi selama 6 (enam) tahun.

#### 4.5. Perencanaan *Risk Capital* Klaim

Pengukuran yang dilaksanakan dalam penelitian ini diimplementasikan untuk penentuan *risk capital* atas klaim masa depan dapat untuk penentuan harga serta struktur untuk *higher layer excess of loss insurance* (Neil & Saladin, 1997) yang

juga dapat diimplementasikan oleh PT XYZ dalam perencanaan alokasi risiko yang akan dibahas pada bagian berikut.

Dalam merencanakan pencadangan, perusahaan mempertimbangkan adanya 3 (tiga) *event* katastrofik pada Y02 yang terdiri dari 146 (seratus empat puluh enam) risiko yang mengalami kerugian, merupakan pengalaman akumulasi risiko yang dapat terjadi pada *event* katastrofik di masa depan. Akumulasi kerugian katastrofik ini menjadi dasar pertimbangan agar pada klaim – klaim yang dikelola sendiri dengan modal perusahaan sebaiknya memiliki proteksi atas agregasi klaim/kejadian, karena dalam kondisi kejadian – terjadi dengan nilai kerugian tidak besar namun dapat berakumulasi perlu diproteksi atas akumulasi *event* dengan cara proteksi reasuransi atas *Gross Retained Losses* dengan *Aggregate Excess of Loss*

Guna mendapatkan *risk capital* yang mengcover *unexpected losses* (UL), dengan mengurangi dari *expected loss* (EL) dari VaR. EL tidak dipengaruhi tingkat kepercayaan hasil pengukuran (Navarrete, 2006). *Economic Risk capital* didefinisikan sebagai selisih antara 99% *quantile* distribusi total biaya klaim tahunan dengan *expected loss* (Corradin, 2002).

**Tabel 4.7. Perencanaan dan Alokasi Risk Capital**

Threshold	Percentiles		Losses		Provision and Risk Capital	
	Confidence Level	OpsVaR	EL	UL	Net Retained (Average Loss)	Reinsurance Requirement
52,835,985,436.78	95%	181,587,276,717.79	1,192,054,605.00	180,395,222,112.79	1,192,054,605.00	180,395,222,112.79
52,835,985,436.78	99%	379,339,567,449.36	1,192,054,605.00	378,147,512,844.36	1,192,054,605.00	378,147,512,844.36

Dari hasil perhitungan yang diuraikan sebelumnya, digunakan OpsVaR yang ditetapkan dengan metode PWM dan rata – rata kejadian klaim – klaim kecil yang berasal dari data populasi klaim merupakan *mean losses* yang mencakup nilai rata – rata kerugian yang dapat terjadi dalam aktivitas bisnis untuk kelas asuransi tertentu. Secara keseluruhan data awal sebanyak 2183 event menunjukkan rata –

rata klaim adalah 1,192,054,605.00. Dengan kecukupan premi dan jumlah risiko seharusnya klaim – klaim di bawah rata – rata dapat dikelola sendiri dengan pertimbangan besaran kerugiannya terhadap modal dan premi yang diterima perusahaan atau dengan kata lain dapat direntensi dengan modal sendiri yang dialokasikan..

Definisi retensi :

*“the amount that the Company can, and wants, to put at stake for its own account when underwriting a single or a group of risks”*

(Goenka, 2003: p. 200)

Penentuan retensi adalah hal penting yang diputuskan pada level perusahaan yang dipengaruhi faktor fundamental yakni filosofi korporasi, dana pemegang saham (*shareholder's fund*) atau ekuitas (modal + saldo laba ditahan), asset lancar, besar dan karakteristik dari portofolio asuransi dan profil risiko. Walaupun tidak tersedia persetujuan yang universal dalam menentukan level retensi, petunjuk empiris digunakan (Goenka, 2003), yang menjadi panduan dari sisi finansial, yakni (1) retensi per risiko adalah 0.5% sampai 2.5% dari *shareholder's fund*, (2) retensi per risiko antara 7.5% sampai 15% dari perkiraan laba kotor dan hasil investasi tahun depan atau rata – rata selama tiga tahun dan (3) retensi tidak melebihi 20% dari asset lancar. Sementara regulasi mempersyaratkan retensi minimal sebesar 10 % dari modal sendiri (KMK No. 224/KMK.017/1993 pasal 24). Dengan ketentuan ini dan menggunakan posisi modal sendiri perusahaan pada 31 Desember 2010 sebesar Rp 100,000,000,000.00 maka retensi minimal adalah Rp 10,000,000,000.00. Dengan *threshold* 52,835,985,436.78 yang digunakan sebagai gross retained masih di bawah tingkat retensi sehingga perusahaan dapat menggunakan acuan dalam merencanakan penyebaran risiko dengan pendekatan ini. Sedangkan UL dalam kaitannya dengan perencanaan kapasitas perusahaan merupakan kebutuhan modal yang dapat dikelola melalui proteksi reasuransi. Dengan melakukan transfer risiko ke reasuransi, perusahaan asuransi mengurangi *risk capital* yang dialokasikan atas *retained risk* dengan menyisihkan biaya reasuransi untuk risiko yang ditransfer (Corradin, 2002).

Berdasarkan hasil perhitungan OpsVaR di atas, terlihat peran mekanisme reasuransi yang merupakan alat manajemen risiko yang memungkinkan perusahaan asuransi melakukan evaluasi dan transfer *eksposure* yang melebihi kapasitas yang dapat dikelola sendiri (Goenka, 2003). Dengan reasuransi, perusahaan asuransi dapat menyerap dan menutup risiko yang lebih tinggi dari kapasitas finansial. Karena menjadi penanggung risiko memerlukan dukungan modal, sementara modal dari perusahaan asuransi terbatas. Bagi perusahaan asuransi menentukan kebutuhan reasuransi untuk efektifitas kapasitas akseptasi adalah aktivitas strategis. Kebutuhan reasuransi tidak terlepas dari seberapa besar kemampuan untuk mengelola sendiri pada tingkat kerugian tertentu. Pusat dari program reasuransi adalah kapasitas retensi perusahaan asuransi yang disebut *ceding company*, karena pada dasarnya asuransi berusaha untuk meretensi risiko sebanyak-banyaknya risiko dengan harga pertanggungan yang rendah, karena volatilitas kerugian rendah dan dibatasi oleh harga pertanggungan yang rendah tersebut. Meretensi risiko pada level terlalu rendah mengakibatkan penggunaan kapasitas yang kontra produktif (Goenka, 2003). Dari perhitungan *Risk Capital* ini gambaran implementasi yang dapat dipertimbangkan sehubungan perencanaan dan pencadangan modal antara lain :

1. Merekomendasikan net retensi EL dengan proteksi reasuransi *aggregate XL* yang selanjutnya dapat dianalisa kecukupannya dengan mempertimbangkan premi yang diterima pada level retensi selama setahun dan perkiraan frekuensi kerugian dalam setahun pada level retensi tersebut karena menyangkut probabilitas kerugian pada satu *event* dimana dapat terjadi akumulasi yang merupakan karakteristik asuransi harta benda, maka retensi atas EL diikuti perencanaan yang baik dan matang untuk proteksi risiko secara XL (*excess of loss*). Dengan proteksi tersebut perusahaan dapat mempertimbangkan untuk memiliki kapasitas sendiri sebesar 52,835,985,436.78
2. Kapasitas akseptasi sampai UL diharapkan bagian dari kapasitas reasuransi otomatis yang dapat direncanakan satu tahun sekali melalui *treaty* reasuransi. Bagi reasuradur menjadi penting untuk menetapkan berapa kapasitas sendiri

dari asuransi (*own retention*) yang menunjukkan kekuatan modal perusahaan untuk menjadi *risk bearer*.

3. Atas *eksposuree* melebihi *OpsVaR* dapat dilakukan penempatan risiko secara fakultatif reasuransi mengingat probabilita kerugian yang sangat jarang namun berdampak besar pada perusahaan asuransi apabila dikelola dengan modal sendiri.

Corradin (2002) mengatakan bahwa strategi "*capital absorbtion and release*" melalui mekanisme reasuransi ini agar mempertimbangkan dampak struktur program reasuransi terhadap *risk capital* yang bertujuan untuk melindungi perusahaan dari volatilitas dari terjadinya kerugian – kerugian di masa depan yang tidak ditransfer dengan mekanisme reasuransi. Dalam hubungan aplikasi pengukuran *risk capital*, adanya Batas Tingkat Solvabilitas Minimum (BTSM), salah satu unsurnya adalah beban Klaim Yang Terjadi dan Beban Klaim Yang Diperkirakan (*Schedule C*) yang memperhitungkan komponen klaim masa depan dan masa lalu atas seluruh lini bisnis. Proyeksi klaim merupakan beban klaim periode terakhir – yang dibayar dan masih dalam proses (*paid & outstanding losses*) dan estimasi klaim yang sudah dicadangkan walaupun belum dilaporkan (*incurred but not reported - IBNR*). Yang dihitung sebagai beban klaim yang terjadi dan beban klaim yang diperkirakan adalah cadangan klaim retensi sendiri dan IBNR dengan mempertimbangkan bahwa cadangan tersebut minimal 25% dari cadangan klaim sebelum reasuransi, merupakan akumulasi dari seluruh beban klaim atas retensi sendiri yang merupakan tahapan selanjutnya untuk diteliti dengan catatan bahwa jumlah periode sampel memenuhi syarat untuk mendapatkan *OpsVaR* yang wajar untuk menghindari *over estimated* atau *under estimated* beban klaim untuk perhitungan BSTM. Dengan karakteristik EL dan UL untuk klaim asuransi kerugian tersebut maka sebaiknya dikombinasikan analisa klaimnya yakni untuk klaim dalam retensi dicadangkan frekuensi dan severitasnya setahun dengan pendekatan LDA, sedangkan klaim - klaim ekstrim diprediksikan nilai per klaim dengan pendekatan EVT.



#### 4.6. Backtesting

“*VaR is only as good as its backtest. When someone shows me a VaR number, I don't ask how it is computed, I ask to see the backtest.*” (Brown, 2008, p.20) di dalam (Nieppola, 2009). Efektifitas VaR teruji dari keakuratannya memprediksi kondisi masa depan serta evaluasi kualitas estimasi seharusnya selalu diuji dengan metode yang cocok. Tes untuk model VaR yang umum adalah menghitung jumlah penyimpangan. Oleh karena itu dilakukan pengujian validitas model yang telah dilakukan Kupiec Test. Tes ini disebut juga *POF-Test* diperkenalkan oleh Kupiec tahun 1995. *Kupiec test*, mengukur jumlah penyimpangan yang konsisten dengan tingkat kepercayaan. Null hipotesisnya adalah model valid dan jumlah penyimpangan mengikuti distribusi binomial. Informasi yang dibutuhkan untuk pengukuran *poF* adalah jumlah observasi ( $T$ ), jumlah ( $x$ ) dan tingkat kepercayaan ( $c$ ). Test POF paling baik dijalankan dengan test *likelihood-ratio (LR)*.

LR adalah tes statistik yang menghitung rasio antara probabilita maksimum dari kedua hipotesis. Probabilitas maksimum dari hasil obervasi pada  $H_0$  adalah denominator sedangkan probabilitas maksimum dari hasil obervasi pada hipotesis alterntive  $H_1$  adalah nominator. Hasilnya merupakan rasio. Semakin kecil rasionya maka semakin besar *LR-statistik* dan bila nilainya menjadi sangat besar dibandingkan *critical value* dari distribusi  $\chi^2$ ,  $H_0$  ditolak. Atau jika nilai distribusi statistik *LRPoF* lebih besar atau melampaui *critical value* dari distribusi  $\chi^2$ , berarti tolak  $H_0$  dan model dianggap tidak akurat atau tidak valid. Menurut (Jorion, 2001), tes LR merupakan tes statistika yang paling berpengaruh dalam teori keputusan.

Hasil analisa klaim – klaim Ekstrim serta perhitungan VaR dengan metode yang dilakukan uji *backtesting* dengan tes Kupiec dengan tingkat kepercayaan 99%. Mempertimbangkan keperluan aplikasi model dalam memprediksi klaim masa depan, validitas model diuji dengan *backtesting* menggunakan 2 (dua) pengelompokan data yakni :

1. Klaim dibayarkan dan dicadangkan dengan status terakhir kuartal I tahun Y05 + 1 dengan observasi 534 kasus

2. Klaim – klaim yang dilaporkan selama selama satu tahun terakhir dari kuartal I Y05 sampai kuartal I Y05+1 dengan observasi 473 kasus.

Pengujian dilakukan dengan melakukan LR, dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0$ : model  $OpsVaR_\alpha$  valid

Artinya model pengukuran kerugian dengan EVT GPD dapat digunakan untuk pengukuran risiko kerugian operasional

$H_1$ : model  $OpsVaR_\alpha$  tidak valid

Artinya model pengukuran kerugian dengan EVT GPD tidak dapat digunakan untuk pengukuran risiko kerugian operasional.

Hasil pengujian Backtesting dengan data observasi terdapat pada bagian lampiran tesis ini dan ringkasannya sebagai berikut :

**Tabel 4.8. Hasil Backtesting Kelompok I**

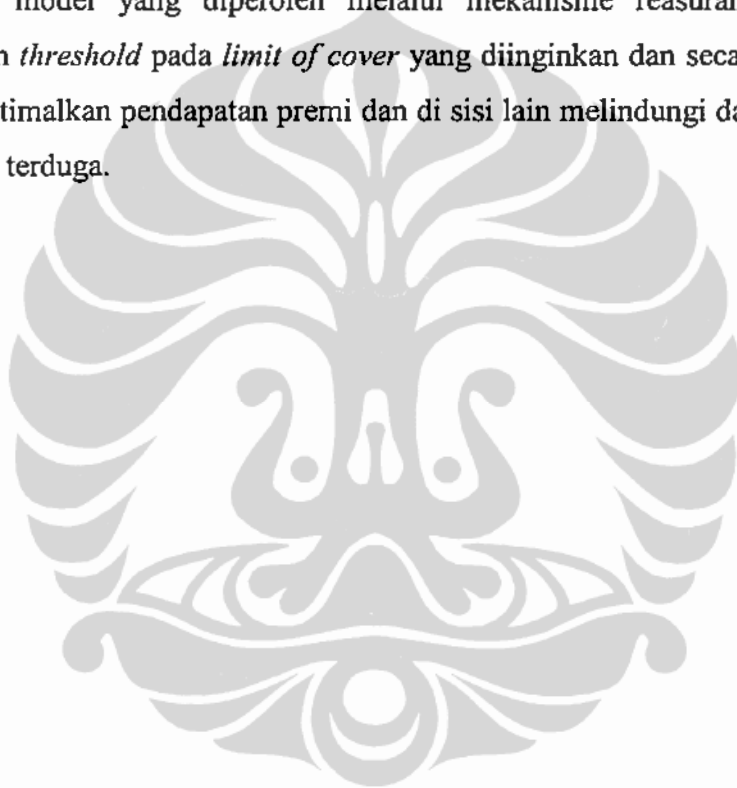
1	$H_0$	Model VaR Valid	
	$H_1$	Model VaR Tidak Valid	
2	Critical Value	6.63	3.84
3	Statistical Test		
	$X$	1.00	2.00
	T	534	534
	$P^*$	1.00%	5.00%
	LR - Kupiec	-5.34858	-14.35857
4	PoF Result		
	H0 tidak ditolak pada alpha 1%, artinya model VaR valid		
	H0 tidak ditolak pada alpha 5%, artinya model VaR valid		

Menggunakan data observasi klaim pada status terakhir (kelompok I), ditemukan nilai klaim aktual yang lebih besar dari OpsVaR pada tingkat kepercayaan 95% adalah 2 (dua) penyimpangan dan tingkat kepercayaan 99% adalah 1 (satu) penyimpangan. Test statistik dengan *Loglikelihood* Ratio menunjukkan  $H_0$  tidak ditolak sehingga dapat dibuktikan model yang digunakan valid.

Menggunakan data observasi klaim pada status terakhir (kelompok II) dengan nilai klaim tertinggi 27,864,010,050 tidak ditemukan penyimpangan atau klaim

yang lebih besar dari OpsVaR pada tingkat kepercayaan 95% dan 99%. Test statistik dengan *Loglikelihood* Ratio menunjukkan  $H_0$  tidak ditolak sehingga dapat dibuktikan model yang digunakan valid. Hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran.

Sehingga *backtesting* untuk GPD *POT* menghasilkan kesimpulan bahwa model klaim yang dihasilkan valid dan secara statistik signifikan dan memadai untuk memprediksi klaim masa depan. Adalah menjadi penting bagi perusahaan untuk mengimplementasikan model yang diperoleh melalui mekanisme reasuransi dengan menerjemahkan *threshold* pada *limit of cover* yang diinginkan dan secara strategis dapat mengoptimalkan pendapatan premi dan di sisi lain melindungi dari risiko klaim yang tidak terduga.



## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa data yang dilakukan pada Bab 4, maka dapat disimpulkan dan diperoleh jawaban atas pertanyaan penelitian sebagai berikut :

1. Kerugian ekstrim bagi PT XYZ bukan saja disebabkan oleh bencana alam namun yang disebabkan kerugian karena *accident*. Hal ini menjadi perhatian bagi perusahaan dalam menetapkan kebijakan akseptasi. Pada klaim katastrofik terlihat jumlah risiko yang mengalami kerugian sangat menonjol, yang berasal dari klaim gempa bumi dan banjir. Adanya 3 (tiga) *event* katastrofik pada Y02 yang terdiri dari 146 (seratus empat puluh enam) obyek pertanggung jawaban yang mengalami kerugian, merupakan pengalaman akumulasi risiko yang dapat terjadi pada *event* katastrofik di masa depan. Kerugian tersebut berdampak besar apabila dipikul seluruhnya dengan mempertimbangkan ekuitas pada 2010 sebesar Rp 1,892,334 juta dan akumulasi klaim dari kelas bisnis lainnya
2. Distribusi klaim menunjukkan karakteristik *heavy tailed*, dengan mengaplikasikan model Lewis (2004) yang diikuti oleh Neil & Saladin (1997) dan Lee (2009), pada distribusi GPD metode POT perhitungan OpsVaR dapat dilakukan dengan metode PWM dengan *threshold* 52,835,985,436.78, permodelan menghasilkan potensi nilai kerugian pada 2 (dua) tingkat kepercayaan 95% dan 99% yakni  $OpsVaR_{95\%} = 181,587,276,717.79$  pada  $\xi = 0.308$  serta  $OpsVaR_{99\%} = 379,339.567,449.36$  pada  $\xi = 0.308$ . Pengujian menghasilkan permodelan pengukuran *expected shortfall* (ES) dengan  $\xi < 1$  sehingga dapat dihitung masing - masing ES pada tingkat kepercayaan 95% yakni 320,503,396,606.91 dan pada tingkat kepercayaan 99% adalah 606,264,541,655.09. Nilai - nilai tersebut merupakan potensi besarnya kerugian dalam kondisi terburuk dari satu

kejadian dan atas suatu risiko yang diasuransikan dengan tingkat kepercayaan 1% dan 5% atau maksimal sebesar harga pertanggungan dan/limit mana saja yang lebih kecil yang disebabkan oleh kerugian yang dijamin dalam polis asuransi atas risiko yang mengalami kerugian, apabila dihubungkan dengan mekanisme batas tanggung jawab kerugian dalam asuransi kerugian.

Keandalan model diuji dengan *backtesting* metode *Kupiec test* atas *OpsVaR<sub>95%</sub>* dan *OpsVaR<sub>99%</sub>* menghasilkan kesimpulan bahwa permodelan dengan menggunakan EVT metode GPD POT tersebut valid diterapkan untuk memprediksi klaim masa depan dan membantu perusahaan dalam pencadangan modal untuk mengantisipasi kerugian – kerugian ekstrim. Terlihat efektivitas model pada *high quantiles* yang mendukung tujuan dari permodelan menggunakan EVT untuk prediksi klaim masa depan.

3. Dari hasil perhitungan *OpsVaR* dan *ES*, dapat dilakukan perencanaan *risk capital* atas klaim yang mungkin terjadi dengan *mean loss* sebesar 1,177,224,512.18, merupakan level klaim yang dapat diretensi dengan modal perusahaan dengan volume risiko dan premi risiko yang memadai. Dengan *threshold* 52,835,985,436.78 dapat direncanakan proteksi *gross retained* dengan *catastrophic excess of loss* untuk melindungi modal perusahaan dari akumulasi kejadian katastrofik. Sementara itu diperlukan kapasitas otomatis melalui mekanisme *Excess of Loss for higher layer* di atas *threshold* dengan limit minimal sampai dengan *OpsVaR<sub>99%</sub>* = 379,339.567,449.36 melalui kapasitas reasuransi otomatis atau *treaty*. Di atas nilai tersebut, untuk memperbesar kapasitas akseptasi risiko pada penutupan langsung, asuransi dapat mempertimbangkan untuk mentransfer risiko dengan pengaturan *facultative reinsurance*, tentunya penetapan limit dan retensi sebagaimana operasional *underwriting* dilakukan bersama – sama dengan pihak reasuransi.

## 5.2. Saran

Dari kesimpulan yang diperoleh di atas, saran dan rekomendasi yang dapat diberikan adalah :

1. Sehubungan penyebab kerugian ekstrim atas asuransi harta benda dari katastrofik tidak dominan, PT XYZ perlu meneliti lebih dalam penyebab – penyebab kerugian dari faktor non katastrofik yang dapat dikelola melalui kebijakan akseptasi dan segmentasi pasar yang efektif.
2. Permodelan dengan EVT menggunakan GPD POT sesuai dan dapat diterapkan untuk memprediksi kerugian ekstrim, karenanya disarankan PT XYZ untuk mempertimbangkan penggunaannya.
3. Kerugian ekstrim berpotensi membahayakan solvabilitas perusahaan. Oleh karenanya disarankan untuk melakukan pencadangan dan menggunakan mekanisme transfer risiko melalui mekanisme reasuransi
4. Pada proses penawaran produk, potensi klaim tersebut sebaiknya telah terlebih dahulu diperhitungkan dalam komponen premi dan biaya akseptasi risiko.

## DAFTAR REFERENSI

- Asosiasi Asuransi Umum Indonesia. (2010). *Analisa Laporan Operasional Asuransi Umum Tahun 2005 - 2009*. Jakarta
- Chalik, S. (2010, September 2010). Materi Kuliah : *Manajemen Risiko Operasional*. MMUI, Jakarta, Indonesia. *Materi Kuliah* . Jakarta, Indonesia: Internal.
- Coleman, R. (2003). *Operational Risk Modelling for Extremes*. Part: 2 Statistical Methods. Paper. 6 - 9.
- Corradin, S. (2002). *Economic Risk Capital and Reinsurance; an Extreme Value Theory's Application to Fire Claims of an Insurance Company*. Paper. 1 - 30.
- Cruz, M. G. (2003). *Modeling Measuring And Hedging Operational Risk*. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Departemen Keuangan (2003). Kep MenKeu No. 424/KMK.06/2003 tentang *Kesehatan Keuangan Perusahaan Asuransi dan Perusahaan Reasuransi*. Jakarta: Departemen Keuangan Republik Indonesia.
- Departemen Keuangan (2009). *Peraturan Ketua Badan Pengawas Pasar Modal dan Lembaga Keuangan. Nomor PER-02/BL/2009 tentang Pedoman Perhitungan Batas Tingkat Solvabilitas Minimum bagi Perusahaan Asuransi dan Perusahaan Reasuransi* Jakarta: Departemen Keuangan Republik Indonesia.
- Goenka, A. (2003). *Practical Aspects Of Reinsurance*. Singapore: Singapore College of Insurance.
- Harrington, S. E., & Niehaus, G. R. (2003). *Risk Management & Insurance* (2<sup>nd</sup> ed.). Singapore: Mc Graw Hill.
- Jorion, P. (2009). *Financial Risk Manager Handbook* (5<sup>th</sup> ed.). United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Lee, W. C. (2009). *Applying Generalized Pareto Distribution to the Risk Management of Commerce Fire Insurance*. Paper. 1 - 15.
- Lewis, N. D. (2004). *Operational Risk With Excel And VBA: Applied Statistical Methods Risk Management*. Hoboken, New Jersey: Wiley.
- McNeil, A. J., & Saladin, T. (1998). *Developing Scenarios for Future Extreme Losses Using the POT Model*. Paper. 1 - 23.

- Mc Neil, A. J., & Saladin, T. (1997, April 24). *The Peak over Thresholds Method for Estimating High Quantiles of Loss Distribution*. Paper. 10 - 18
- Mignola, G., & Ugocioni, R. (2005). *Test of Extreme Value Theory*. Paper. 32 - 35.
- Muslich. (2007). *Manajemen Risiko Operasional Teori & Praktik*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Navarrete, E. (2006). *Practical Calculation of Expected and Unexpected Losses in Operational Risk by Simulation Methods*. Paper. 1 - 11.
- Phifer, R. (1996). *Reinsurance Fundamentals Treaty And Facultative*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Rodriguez, E. J., Fera, D. J., & Marin, J. L. (2006). *Stressing The Operational Loss Threshold: Implications on Capital At Risk*. Paper. 1 - 13.
- Smith, R. L. (1995). *Extreme Value Analysis Of Insurance Risk*. Paper. 1 - 24.
- Tang, J.W (2005). *A Practical Discussion of EVT-Based Modeling of Operational Risk* (Presented to Extreme Value Models Research Committee of the Society of Actuaries). Nothem Trust, June 29 2005



## Lampiran 1 : Ikhtisar keuangan dan portolio

### IKHTISAR KEUANGAN / FINANCIAL HIGHLIGHT

rupiah - dalam jutaan

	<u>2010</u>	<u>2009</u>	
Premi bruto	2,271,713	1,867,247	<i>Gross Premiums</i>
Premi netto	1,971,715	1,600,958	<i>Net Written Premium</i>
Pendapatan premi	1,823,412	1,507,470	<i>Premium Income</i>
Beban klaim	886,173	708,240	<i>Claim Expenses</i>
Pendapatan <i>underwriting</i>	649,703	595,060	<i>Underwriting Income</i>
Hasil investasi	309,687	201,400	<i>Investment Income</i>
Beban usaha	265,902	255,855	<i>Operating Expenses</i>
Labanya bersih setelah pajak	612,637	460,230	<i>Net Income After Tax</i>
Jumlah Aset	5,054,856	3,974,099	<i>Total Assets</i>
Jumlah Investasi	4,090,598	3,047,794	<i>Total Investments</i>
Jumlah Kewajiban	3,133,562	2,499,416	<i>Total Liabilities</i>
Cadangan Teknis	1,290,143	1,036,044	<i>Technical Reserves</i>
Ekuitas	1,892,334	1,373,847	<i>Equity</i>
Modal Disetor	100,000	100,000	<i>Paid Up Capital</i>

\*) Dikonsolidasikan sejak 31 Mei 2008

\*) Consolidated since 31 May 2008

### PORTFOLIO

rupiah - dalam jutaan

	<u>2010</u>	<u>2009</u>	
Kendaraan bermotor	1,613,845	1,354,150	<i>Motor vehicle</i>
Alat-alat berat	203,408	150,141	<i>Heavy equipment</i>
Kebakaran	142,186	144,530	<i>Fire</i>
Pengangkutan laut	85,702	62,231	<i>Marine cargo</i>
Kecelakaan pribadi	113,190	53,247	<i>Personal accident</i>
Rangka kapal laut	45,139	33,380	<i>Marine hull</i>
Energi	22,860	29,426	<i>Energy</i>
Rekayasa	25,634	24,194	<i>Engineering</i>
Tanggung gugat	16,791	13,301	<i>Liability</i>
Lain-lain	2,957	2,648	<i>Miscellaneous</i>
	<hr/> 2,271,713	<hr/> 1,867,247	

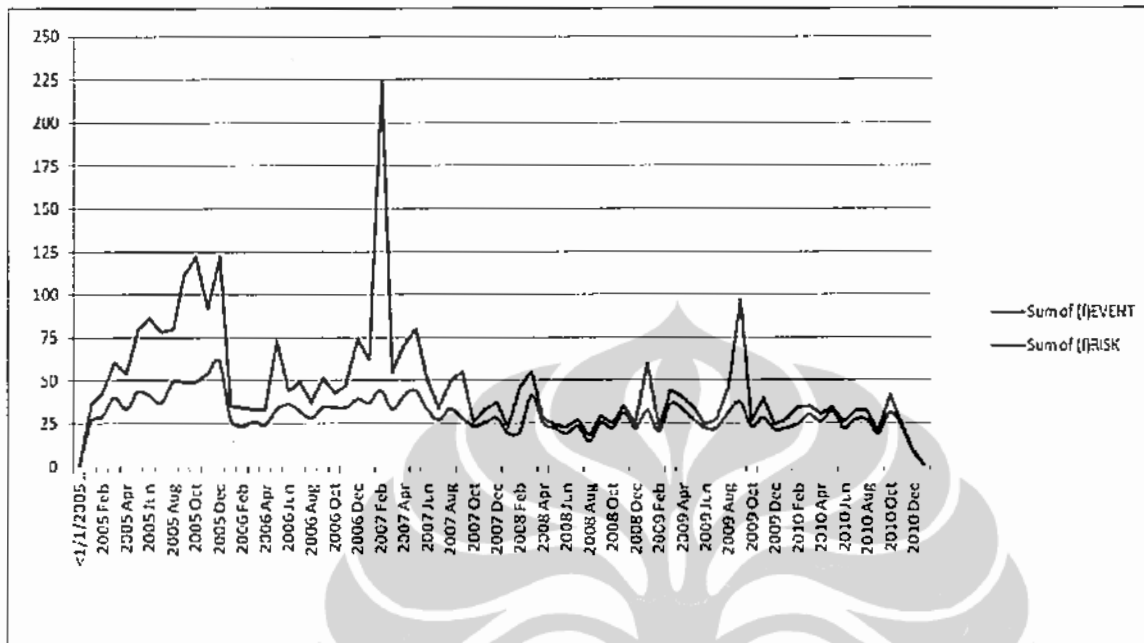
Lampiran 2 : Pergerakan seluruh klaim berdasarkan jumlah risiko dan *event*

Tahun	Bulan	Fungsi Risiko	Fungsi "Event"
Y00	1	36	26
	2	42	29
	3	60	40
	4	54	33
	5	80	43
	6	86	41
	7	78	37
	8	80	49
	9	111	49
	10	122	49
	11	92	54
	12	122	61
Y00 Total		963	511
Y01	1	35	27
	2	34	23
	3	33	26
	4	33	24
	5	73	33
	6	44	36
	7	49	32
	8	37	28
	9	51	34
	10	42	34
	11	47	34
	12	74	39
Y01 Total		552	370
Y02	1	62	37
	2	225	44
	3	55	33
	4	71	41
	5	80	44
	6	51	33
	7	34	27
	8	49	33
	9	55	28
	10	26	23
	11	33	25
	12	37	28
Y02 Total		778	396

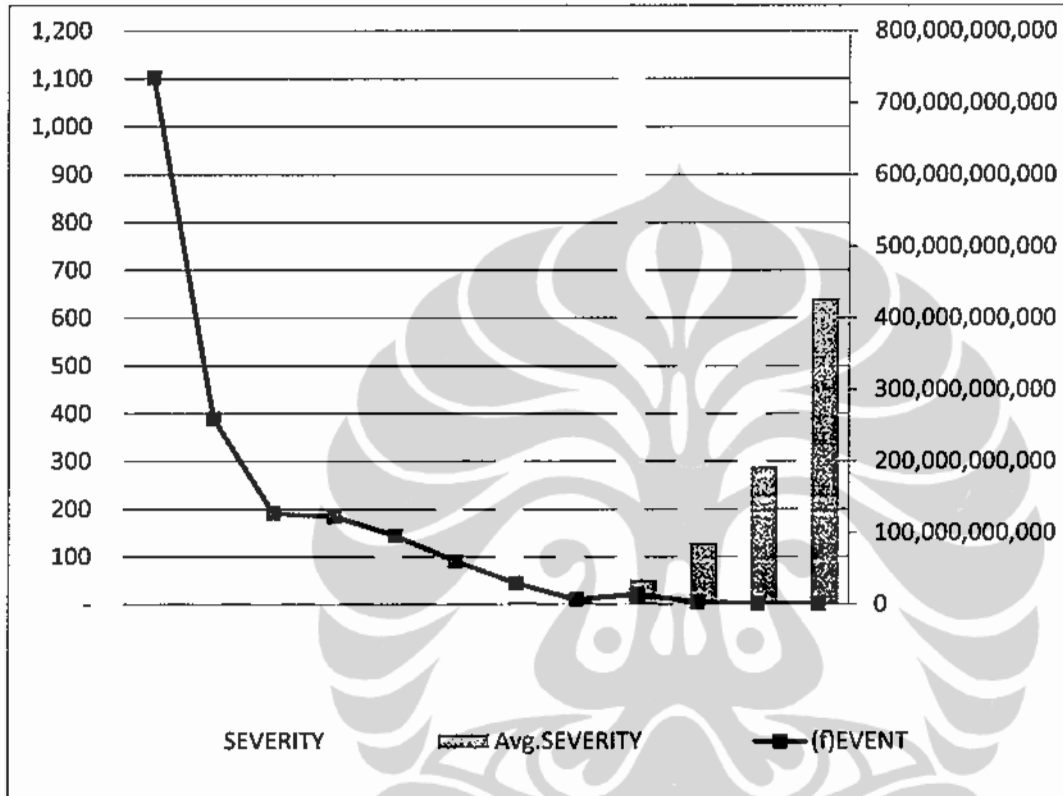
(lanjutan)

Tahun	Bulan	Fungsi Risiko	Fungsi "Event"
Y03	1	22	19
	2	46	20
	3	55	41
	4	28	25
	5	24	22
	6	22	19
	7	27	23
	8	17	14
	9	29	25
	10	25	22
	11	35	31
	12	25	22
Y03 Total		355	283
Y04	1	59	32
	2	22	20
	3	44	36
	4	40	33
	5	34	27
	6	24	22
	7	27	22
	8	46	31
	9	97	37
	10	26	23
	11	39	28
	12	24	21
Y04 Total		482	332
Y05	1	27	22
	2	34	24
	3	35	30
	4	30	26
	5	34	32
	6	26	22
	7	32	27
	8	32	27
	9	20	19
	10	41	31
	11	24	23
	12	9	8
Y05 Total		344	291
Grand Total		3,474	2,183

Lampiran 3 : Perbandingan jumlah pelaporan klaim dan event



Lampiran 4 : Claim range dan jumlah event



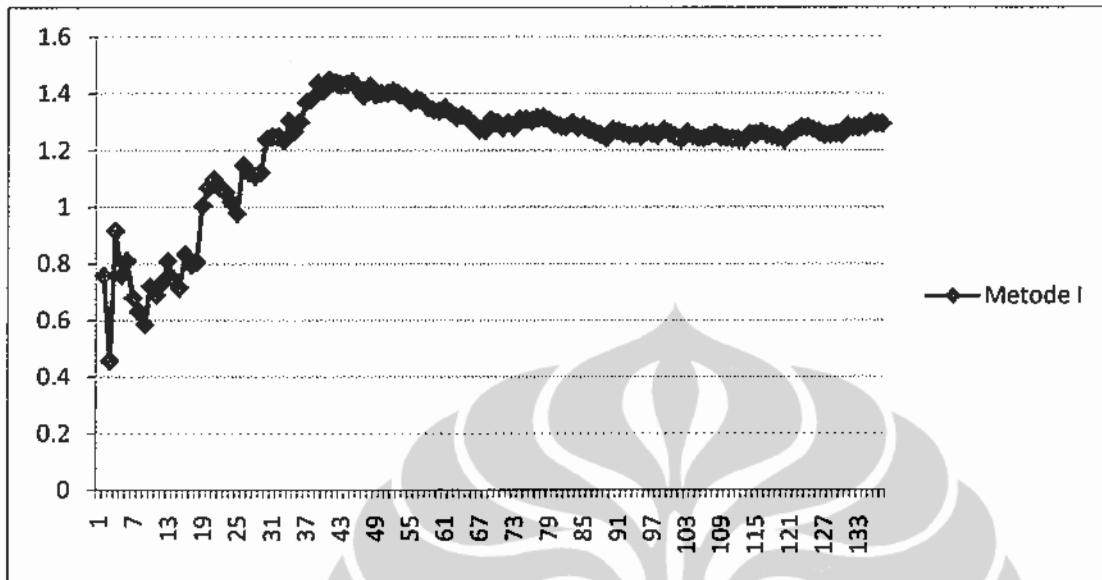
Lampiran 5 : Data Untuk *Excess Sample Mean*

427,837,962,078.80	11,951,579,321.07	4,247,718,905.56
200,717,062,719.30	11,481,311,543.00	4,221,257,273.78
185,488,303,684.50	11,236,813,870.00	4,197,371,737.50
100,702,200,000.00	10,074,589,243.00	4,084,844,500.00
93,763,651,798.00	10,060,000,000.00	4,055,147,834.16
76,459,101,170.00	9,390,140,500.00	4,048,069,338.57
76,151,537,770.00	8,451,505,875.20	4,045,950,000.00
72,593,911,917.10	8,042,297,419.33	3,984,873,200.00
70,158,412,343.43	7,351,447,245.49	3,766,811,223.45
57,506,202,225.11	7,260,419,136.67	3,733,128,092.50
55,208,033,876.67	6,759,750,000.00	3,718,333,333.33
49,641,434,138.26	6,585,720,000.00	3,596,996,931.81
43,268,000,000.00	6,401,444,446.81	3,593,262,293.00
43,259,997,464.00	6,183,496,707.99	3,430,292,667.00
42,405,051,656.33	5,925,995,554.00	3,366,555,089.40
35,957,528,834.95	5,909,084,792.55	3,332,453,122.53
35,328,283,514.55	5,858,450,000.00	3,240,000,000.00
33,375,225,970.05	5,501,434,634.45	3,179,050,000.00
26,174,870,425.07	5,501,394,728.53	3,154,550,000.00
23,342,804,994.47	5,317,988,716.80	3,150,000,000.00
21,450,520,981.60	5,172,500,000.00	3,118,453,850.50
20,919,447,507.60	4,983,992,426.00	3,079,476,355.20
20,285,996,488.67	4,907,100,449.60	2,989,468,849.73
20,053,000,000.00	4,821,866,666.67	2,986,027,554.00
20,034,517,871.20	4,797,107,676.50	2,928,076,138.00
16,244,000,000.00	4,630,937,978.65	2,923,915,454.93
15,952,177,815.64	4,546,639,271.30	2,904,939,760.00
15,490,415,560.24	4,539,486,451.71	2,885,827,260.00
14,711,458,649.33	4,476,713,660.27	2,884,010,603.60
12,598,097,371.00	4,387,789,596.93	2,759,008,050.00

(lanjutan)

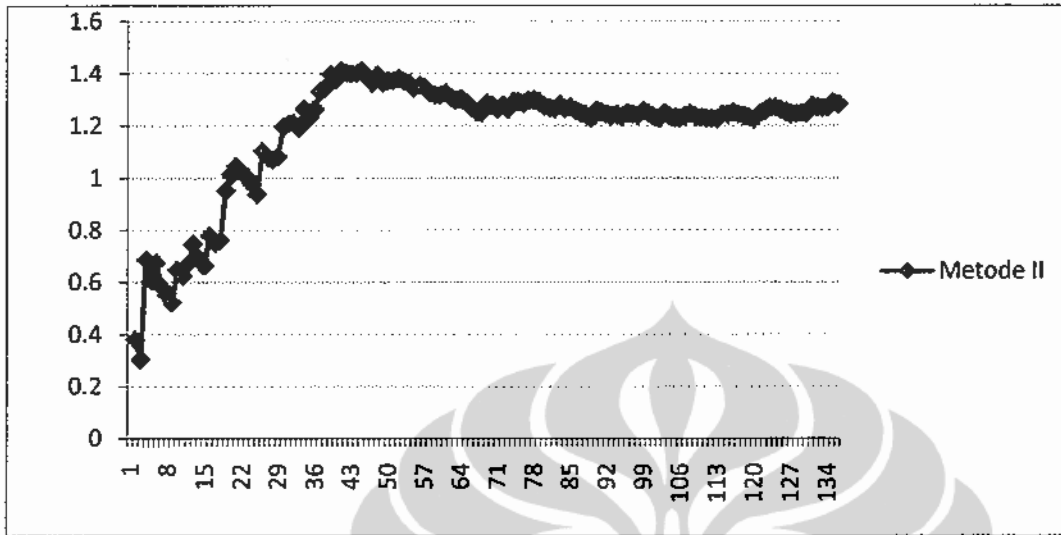
2,735,060,205.00	1,932,990,000.00	1,367,729,650.00
2,720,818,098.13	1,891,384,802.03	1,360,770,097.00
2,705,783,809.60	1,846,839,217.14	1,358,866,266.00
2,653,094,897.60	1,828,452,103.73	1,357,289,235.73
2,636,281,262.43	1,822,880,917.14	1,350,984,521.28
2,566,684,921.00	1,819,672,350.00	1,325,654,382.67
2,547,213,558.93	1,818,375,000.00	1,319,166,230.00
2,530,015,930.13	1,800,802,732.71	1,317,907,612.12
2,447,172,776.93	1,777,730,310.12	1,287,092,980.00
2,443,333,333.33	1,764,632,100.00	1,285,920,974.00
2,443,310,310.00	1,696,780,032.93	1,279,300,677.33
2,435,658,850.00	1,687,831,700.00	1,276,310,592.39
2,350,000,000.00	1,674,068,790.00	1,274,857,142.86
2,348,851,921.00	1,653,753,700.00	1,236,278,625.50
2,337,410,443.14	1,610,090,972.30	1,223,661,500.00
2,313,387,524.00	1,605,000,000.00	1,219,361,265.00
2,267,324,504.57	1,589,483,511.00	1,208,383,000.00
2,223,003,000.00	1,563,206,371.96	1,195,645,296.30
2,221,539,470.00	1,549,856,217.93	1,192,054,605.00
2,206,859,600.00	1,541,873,860.50	
2,189,602,374.47	1,431,317,744.02	
2,164,406,200.00	1,412,544,070.00	
2,148,701,644.73	1,403,371,795.00	
2,082,875,000.00	1,402,544,707.40	
2,060,300,000.00	1,399,482,500.00	
2,021,536,044.40	1,396,642,500.00	
2,019,421,244.80	1,389,236,647.29	
2,007,416,118.00	1,387,339,684.47	
2,000,000,000.00	1,384,564,181.87	
1,992,095,500.00	1,375,119,100.00	

Lampiran 6 : Estimator Hill pada data ke – n metode I

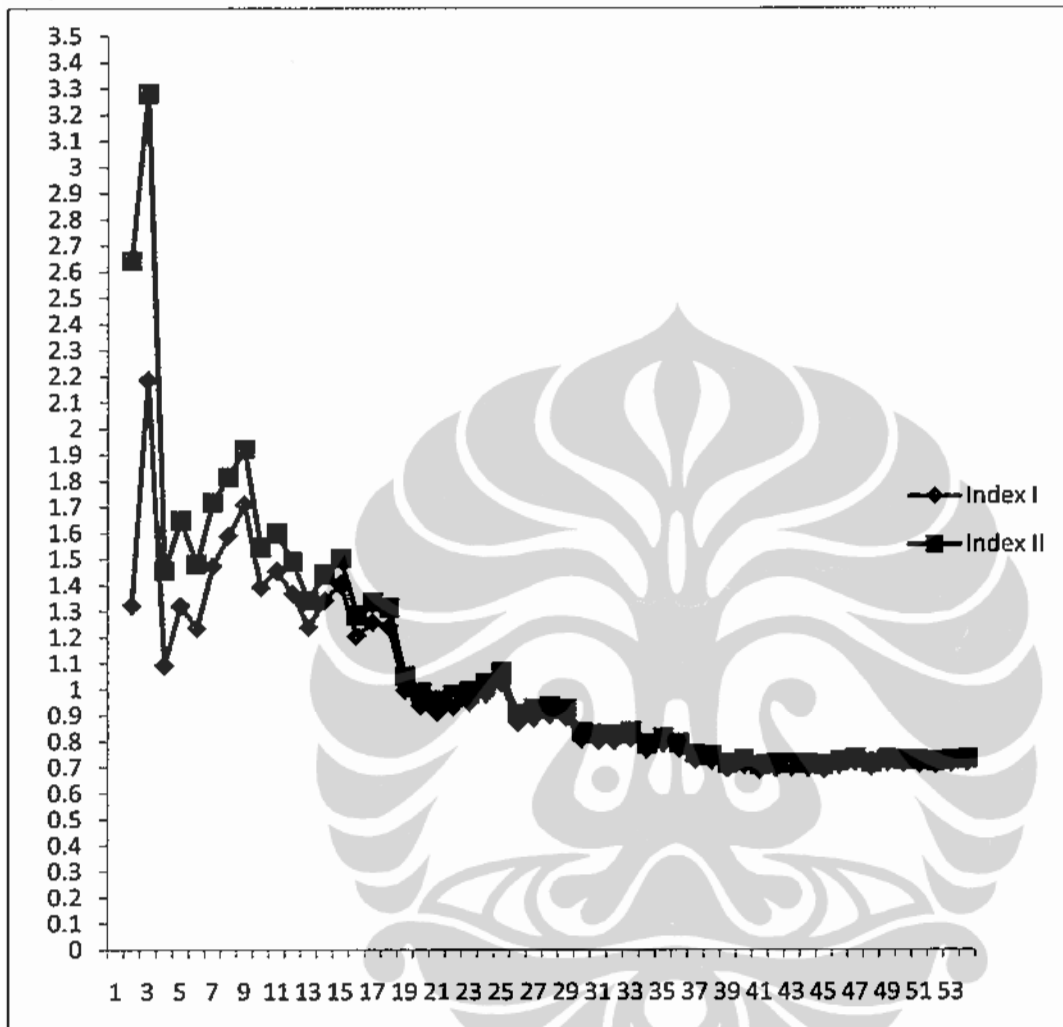




Lampiran 7: Estimator Hill pada data ke – n metode II



Lampiran 8. *Plot tail index*



Lampiran 9. Uji Distribusi Pareto

No.	Value of I	Ir(i)	F	N	$\frac{i}{N}$	$\frac{i}{N}$	$\frac{i}{N}$	$\frac{i}{N}$	$\frac{i}{N}$	$\frac{i}{N}$	$\frac{i}{N}$	$\frac{i}{N}$	$\frac{i}{N}$	$\frac{i}{N}$	$\frac{i}{N}$	$\frac{i}{N}$	$\frac{i}{N}$
1	8542774583	1,00	52,835,985,436.78	1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
2	8481525752	0,99		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
3	8330341520	0,98		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
4	8138000000	0,97		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
5	8107842700	0,96		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
6	8106810700	0,95		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
7	81403115400	0,94		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
8	81931783210	0,93		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
9	82588897700	0,92		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
10	84711484630	0,91		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
11	85401454610	0,90		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
12	85920778180	0,89		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
13	86340000000	0,88		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
14	86340000000	0,87		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
15	86340000000	0,86		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
16	86340000000	0,85		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
17	86340000000	0,84		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
18	86340000000	0,83		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
19	86340000000	0,82		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
20	86340000000	0,81		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
21	86340000000	0,80		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
22	86340000000	0,79		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
23	86340000000	0,78		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
24	86340000000	0,77		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
25	86340000000	0,76		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
26	86340000000	0,75		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
27	86340000000	0,74		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
28	86340000000	0,73		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
29	86340000000	0,72		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
30	86340000000	0,71		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
31	86340000000	0,70		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
32	86340000000	0,69		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
33	86340000000	0,68		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
34	86340000000	0,67		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
35	86340000000	0,66		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
36	86340000000	0,65		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
37	86340000000	0,64		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
38	86340000000	0,63		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
39	86340000000	0,62		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
40	86340000000	0,61		1,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Variabel N Mean Median STDEV CV (α 5%)  
 Data Set 38.00 52,835,985,436.78 24,758,837,709.77 76,360,780,578.39 0.22062  
 CV (α 1%) 0.26442

Lampiran 10. *Backtesting* data klaim kelompok I dengan metode *Loglikelihood Ratio* dan *Kupiec Test*

Loss		VaR 95%	Exception	VaR 99%	Exception
386,461,875,000	386,461,875,000	181,587,276,718	1	379,339,567,449	1
183,614,750,000	183,614,750,000		1		0
135,715,250,000	135,715,250,000		0		0
126,888,597,250	126,888,597,250		0		0
100,425,656,250	100,425,656,250		0		0
69,672,000,000	69,672,000,000		0		0
67,930,200,000	67,930,200,000		0		0
52,979,750,000	52,979,750,000		0		0
42,093,500,000	42,093,500,000		0		0
28,560,294,600	28,560,294,600		0		0
28,560,149,450	28,560,149,450		0		0
27,864,010,050	27,864,010,050		0		0
27,863,864,900	27,863,864,900		0		0
12,600,000,000	12,600,000,000		0		0
10,668,525,000	10,668,525,000		0		0
10,450,800,000	10,450,800,000		0		0
8,709,000,000	8,709,000,000		0		0
7,184,925,000	7,184,925,000		0		0
7,076,062,500	7,076,062,500		0		0
7,000,000,000	7,000,000,000		0		0
6,531,750,000	6,531,750,000		0		0
5,660,850,000	5,660,850,000		0		0
5,643,432,000	5,643,432,000		0		0
5,225,400,000	5,225,400,000		0		0
4,354,500,000	4,354,500,000		0		0
4,354,500,000	4,354,500,000		0		0
4,354,500,000	4,354,500,000		0		0
4,354,500,000	4,354,500,000		0		0
3,919,050,000	3,919,050,000		0		0
3,628,750,000	3,628,750,000		0		0
3,423,725,625	3,423,725,625		0		0
3,358,771,000	3,358,771,000		0		0
3,240,000,000	3,240,000,000		0		0
3,048,150,000	3,048,150,000		0		0
3,048,150,000	3,048,150,000		0		0
3,000,000,000	3,000,000,000		0		0
2,932,030,000	2,932,030,000		0		0

(lanjutan)

1	$H_0$	Model VaR Valid	
	$H_1$	Model VaR Tidak Valid	
2	Critical Value	6.63	3.84
3	Statistical Test		
	$X$	1.00	2.00
	T	534	534
	P*	1.00%	5.00%
	LR - Kupiec	-5.34858	-14.35857
4	PoF Result		
	H0 tidak ditolak pada alpha 1%, artinya model VaR valid		
	H0 tidak ditolak pada alpha 5%, artinya model VaR valid		

Lampiran 11. *Backtesting* data klaim *Q1 to Q1* dengan metode *Loglikelihood Ratio* dan *Kupiec Test*

Loss				
	VaR 95%	Exception	VaR 99%	Exception
27,864,010,050	181,587,276,718	0	379,339,567,449	0
27,863,864,900		0		0
12,600,000,000		0		0
10,668,525,000		0		0
10,450,800,000		0		0
8,709,000,000		0		0
7,184,925,000		0		0
7,076,062,500		0		0
7,000,000,000		0		0
6,531,750,000		0		0
5,660,850,000		0		0
5,643,432,000		0		0
5,225,400,000		0		0
4,354,500,000		0		0
4,354,500,000		0		0
4,354,500,000		0		0
4,354,500,000		0		0
3,919,050,000		0		0
3,628,750,000		0		0
3,423,725,625		0		0
3,358,771,000		0		0
3,240,000,000		0		0
3,048,150,000		0		0
3,048,150,000		0		0
3,000,000,000		0		0
2,932,030,000		0		0
2,865,000,000		0		0
2,650,343,504		0		0
2,602,603,435		0		0
2,500,000,000		0		0
2,500,000,000		0		0
2,253,190,000		0		0
2,093,333,333		0		0
1,996,554,232		0		0
1,915,980,000		0		0
1,906,400,100		0		0
1,603,544,625		0		0
1,600,000,000		0		0
1,600,000,000		0		0
1,536,000,000		0		0
1,244,142,857		0		0
1,240,642,000		0		0

Lampiran 12. Kolmogorov-Smirnov Test

SAMPLE SIZE (N)	LEVEL OF SIGNIFICANCE FOR D = MAXIMUM [ F <sub>0</sub> (X) - S <sub>n</sub> (X) ]				
	.20	.15	.10	.05	.01
1	.900	.925	.950	.975	.995
2	.684	.726	.776	.842	.929
3	.565	.597	.642	.708	.828
4	.494	.525	.564	.624	.733
5	.446	.474	.510	.565	.669
6	.410	.436	.470	.521	.618
7	.381	.405	.438	.486	.577
8	.358	.381	.411	.457	.543
9	.339	.360	.388	.432	.514
10	.322	.342	.368	.410	.490
11	.307	.326	.352	.391	.468
12	.295	.313	.338	.375	.450
13	.284	.302	.325	.361	.433
14	.274	.292	.314	.349	.418
15	.266	.283	.304	.338	.404
16	.258	.274	.295	.328	.392
17	.250	.266	.286	.318	.381
18	.244	.259	.278	.309	.371
19	.237	.252	.272	.301	.363
20	.231	.246	.264	.294	.356
25	.210	.220	.240	.270	.320
30	.190	.200	.220	.240	.290
35	.180	.190	.210	.230	.270
OVER 35	<u>1.07</u>	<u>1.14</u>	<u>1.22</u>	<u>1.36</u>	<u>1.63</u>
	$\sqrt{N}$	$\sqrt{N}$	$\sqrt{N}$	$\sqrt{N}$	$\sqrt{N}$

(If calculated ratio is greater than value shown, then reject the null hypothesis at the chosen level of confidence.)