



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGUKURAN RISIKO OPERASIONAL
CLAIM SPARE PART DENGAN METODE *LDA AGGREGATION* DI
PT.X**

TESIS

**NIKI REGINAL SUBAKTI
0706170324**

UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS EKONOMI
PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN
JAKARTA
APRIL 2010



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGUKURAN RISIKO OPERASIONAL
CLAIM SPARE PART DENGAN METODE *LDA AGGREGATION* DI
PT.X**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Manajemen

**NIKI REGINAL SUBAKTI
0706170324**

FAKULTAS EKONOMI
PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN
KEKHUSUSAN MANAJEMEN RISIKO
JAKARTA
APRIL 2010

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Niki Reginal Subakti

NPM : 0706170324

Tanda Tangan :

Tanggal : 8 April 2010



HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Niki Reginal Subakti
NPM : 0706170324
Program Studi : Magister Manajemen
Judul Tesis : Pengukuran Risiko Operasional *Claim Spare Part*
dengan Metode LDA Aggregation di PT.X

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr Muhammad Muslich ()

Penguji : Dr. Bambang Hermanto ()

Ketua Penguji : Dr. Dewi Hanggraeni ()

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 8 April 2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan, Sang Juru Selamat Dunia atas kasih, karunia dan penyertaanNya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis akhir ini dan memenuhi segala persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Manajemen. Dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan karya tulis akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bp. Rhenald Kasali, Ph.D., selaku Kepala Program MMUI yang tiada henti mengajak masyarakat Indonesia untuk berubah melalui semboyan "change".
2. Dr Muhammad Muslich. sebagai pembimbing utama, yang telah mendukung penulis dalam pelaksanaan studi serta memberi kritik dan saran bagi penulis dalam menyusun skripsi ini.
3. Dr. Dewi Hanggraeni dan Dr. Bambang Hermanto, atas kesediaan dan waktunya untuk menguji dan memberi masukan bagi penulis.
4. Paula Belladonna Adipurnama, Hans Nikolaus Subakti dan Marco Valentino Subakti, yang telah menjadi bagian terpenting dalam kehidupan penulis
5. Papa Faisal, Mama Yenny, Oya, Irene, serta seluruh keluarga besar Subakti dan Pakasi. Terima kasih atas segala dukungan dan doanya selama ini.
6. Papa Paulus, Mama Asti, Ella dan Etis yang telah mendukung dan mendoakan penulis dalam segala hal
7. Seluruh teman-teman seperjuangan Manajemen Risiko dan Manajemen Pasar Modal angkatan 2007 yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terima kasih untuk kebersamaan dan doanya.
8. Keluarga besar GKI Buaran atas seluruh doa dan kebersamaannya.
9. Seluruh staff dosen, teknisi, administrasi dan karyawan Magister Manajemen Universitas Indonesia yang telah banyak membantu penulis.

Akhir kata, saya berharap agar Tuhan Yang Maha Esa selalu memberikan berkat dan karunia kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan kepada penulis dalam penyelesaian karya akhir ini. Semoga karya akhir ini dapat bermanfaat bagi para akademis maupun praktisi bisnis dan saya harapkan adanya saran maupun kritik bagi saya untuk pengembangan diri dan perbaikan agar karya akhir ini dapat menjadi lebih baik lagi.

Jakarta, 8 April 2010

Niki Reginal Subakti

0706170324



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

=====

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

Nama : Niki Reginal Subakti
NPM : 0706170324
Program Studi : Magister Manajemen
Departemen : Manajemen Risiko
Fakultas : Ekonomi
Jenis karya : Tesis

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

“ PENGUKURAN RISIKO OPERASIONAL *CLAIM SPARE PART* DENGAN METODE *LDA AGGREGATION* DI PT.X”

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : 8 April 2010

Yang menyatakan

(Niki Reginal Subakti)

ABSTRAK

Nama : Niki Reginal Subakti
Program Studi : Magister Manajemen
Judul : Pengukuran Risiko *Claim Spare Part* dengan Metode *LDA Aggregation* di PT.X

Hasil penelitian menunjukkan distribusi frekuensi kerugian operasional *claim spare part* membentuk distribusi *Geometric* sedangkan distribusi severitas kerugian operasional membentuk distribusi *Lognormal*. Hasil tersebut didapat dari hasil pengujian distribusi dengan metode *Kolmogorov Smirnov* yang memiliki *D max* terkecil. Dengan menggunakan metode *Loss Distribution Approach Aggregation Model*, metode analisis simulasi *Monte Carlo*, besarnya *Operational Value at Risk* bulanan dari risiko operasional akibat *claim spare part* dengan tingkat kepercayaan 95% yang diperoleh adalah sebesar Rp 690.507.800,-. Berdasarkan hasil *back testing* dengan *kupiec test* menyatakan bahwa pengukuran risiko operasional akibat *claim spare part* pada PT.X dengan menggunakan *Aggregation Loss Distribution Model* simulasi *Monte Carlo* adalah *valid*. Jadi, nilai *Operational VaR* bisa digunakan sebagai dasar untuk membuat pencadangan kerugian PT.X.

Kata kunci:

Geometric, Lognormal, Kolmogorov SMirnov, Lost Distribution Approach Aggregation Model, Monte Carlo, valid

ABSTRACT

Name : Niki Reginal Subakti
Majoring : Magister Manajemen
Title : Claim Spare Part Risk Measurement by LDA Method
Aggregation at PT.X

The results show that the frequency distribution of operational losses spare part claim form Geometric distribution while operating loss severity distributions form a Lognormal distribution. Results are obtained from the test results with the distribution of Kolmogorov Smirnov method which has the smallest D max. By using the method of Loss Distribution Approach Aggregation Model, method of Monte Carlo simulation analysis, the magnitude of Operational Value at Risk monthly operational risks due to spare part claim with 95% confidence level obtained is Rp 690,507,800, -. Based on the results of back testing with the test kupiec stated that due to operational risk measurement claim spare part of PT X by using LDA aggregation Model with Monte Carlo simulation is valid. Thus, VaR Operational value can be used as a basis for making backups loss PT.X.

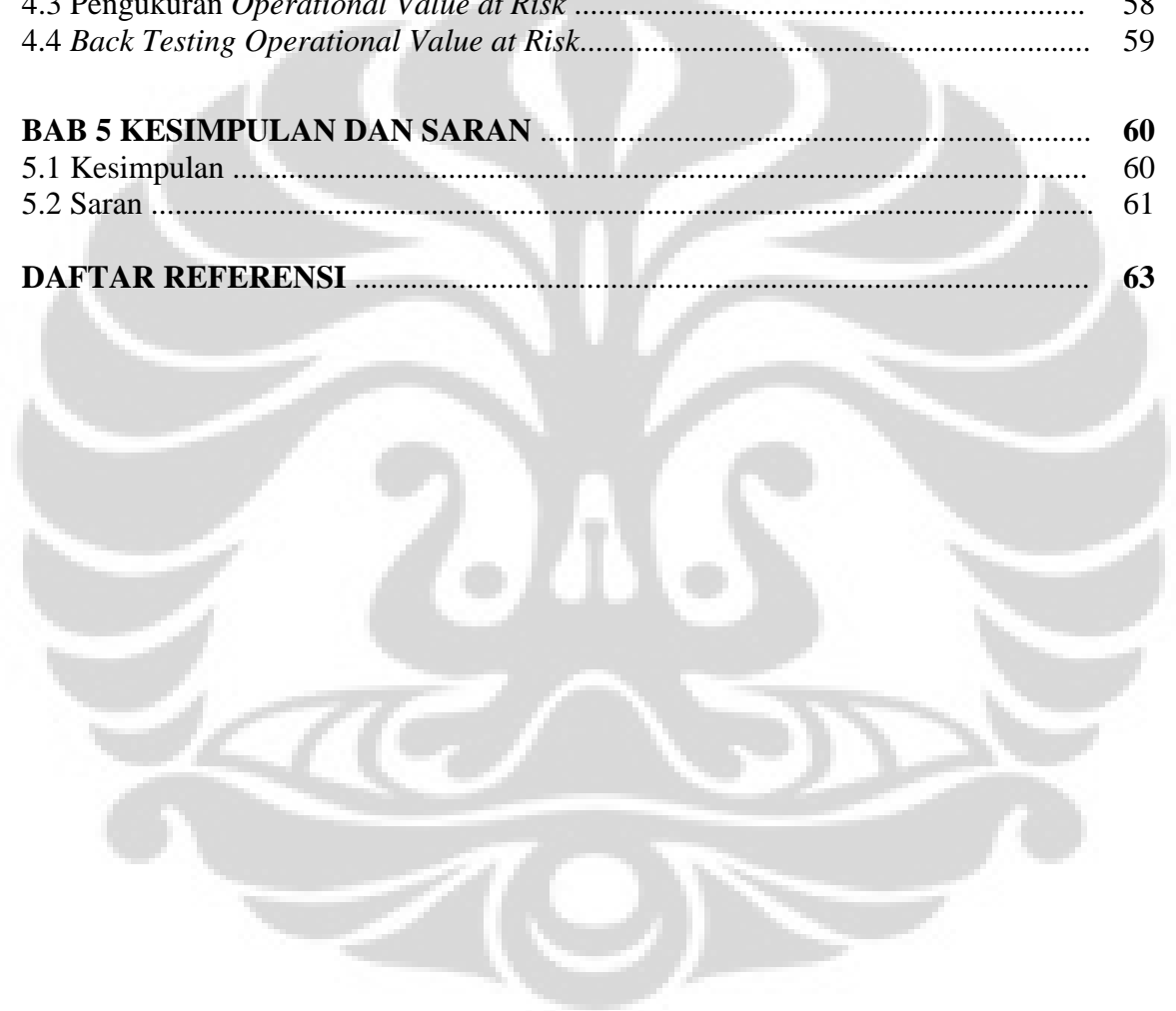
Key words:

Geometric, Lognormal, Kolmogorov Smirnov, Lost Distribution Approach Aggregation Model, Monte Carlo, valid

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR RUMUS	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat penelitian.....	4
1.6 Metode Penelitian.....	5
1.7 Hipotesis Penelitian.....	5
1.8 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Konsep Risiko dan Manajemen Risiko.....	7
2.2 Proses Manajemen Risiko Operasional.....	9
2.3 Metodologi Pengukuran Risiko Operasional.....	12
2.3.1 Statistik Deskriptif.....	12
2.3.2 Distribusi Frekuensi Kerugian Operasional	13
2.3.3 Distribusi Severitas Kerugian Operasional.....	16
2.3.4 <i>Checking Distribution Assumptions</i>	19
2.3.5 <i>Aggregation Loss Distribution</i>	22
2.3.6 <i>Operational Value at Risk</i>	25
2.3.7 <i>Back Testing</i>	25
BAB 3 DATA DAN METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Data.....	27
3.2 Statistik Deskriptif.....	31
3.3 Metodologi Penelitian	33

BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Analisis Masalah.....	40
4.2 Pengujian terhadap Disribusi Frekuensi dan Distribusi Severitas	41
4.2.1 Pengujian terhadap Distribusi Frekuensi	47
4.2.2 Pengujian terhadap Distribusi Severitas	47
4.2.3 Model Distribusi Frekuensi Kerugian Operasional dan Distribusi Severitas Kerugian Operasional	56
4.3 Pengukuran <i>Operational Value at Risk</i>	58
4.4 <i>Back Testing Operational Value at Risk</i>	59
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	61
DAFTAR REFERENSI	63



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel <i>Skewness</i> dan <i>Kurtosis</i> untuk beberapa distribusi.....	13
Tabel 2.2	Tabel Perhitungan <i>Critical Value</i> Tes <i>Kolmogorov-Smirnov</i>	21
Tabel 3.1	Tabel Rekap <i>Frequency of Loss Distribution</i> PT.X.....	28
Tabel 3.2	Tabel Rekap <i>Severity of Loss Distribution</i> PT.X.....	29
Tabel 3.3	Tabel Rekap Tahun <i>Severity of Loss Distribution</i> PT.X.....	31
Tabel 3.4	Tabel Statistik Deskriptif <i>Frequency of Loss</i> PT.X.....	32
Tabel 3.5	Tabel Statistik Deskriptif <i>Severity of Loss</i> PT.X.....	33
Tabel 4.1	Tabel Perhitungan Tes <i>Kolmogorov-Smirnov</i> untuk Distribusi Frekuensi <i>Poisson</i>	44
Tabel 4.2	Tabel Perhitungan Tes <i>Kolmogorov-Smirnov</i> untuk Distribusi Frekuensi <i>Binomial</i>	45
Tabel 4.3	Tabel Hasil Perbandingan Tes <i>Kolmogorov-Smirnov</i> untuk Distribusi Frekuensi <i>Poisson</i> dan Distribusi <i>Geometric</i>	46
Tabel 4.4	Tabel Hasil Perbandingan Tes <i>Anderson-Darling</i> untuk Distribusi Frekuensi <i>Poisson</i> dan Distribusi <i>Geometric</i>	46
Tabel 4.5	Perhitungan Tes <i>Kolmogorov-Smirnov</i> untuk Distribusi Severitas <i>Exponential</i>	51
Tabel 4.6	Perhitungan Tes <i>Kolmogorov-Smirnov</i> untuk Distribusi Severitas <i>Lognormal</i>	53
Tabel 4.7	Hasil Perbandingan Tes <i>Kolmogorov-Smirnov</i> untuk Distribusi Severitas <i>Exponential</i> dan Distribusi <i>Lognormal</i>	54
Tabel 4.8	Hasil Perbandingan Tes <i>Anderson-Darling</i> untuk Distribusi Severitas <i>Exponential</i> dan Distribusi <i>Lognormal</i>	55
Tabel 4.9	Hasil Perbandingan Tes <i>Chi-Square</i> untuk Distribusi Severitas <i>Exponential</i> dan Distribusi <i>Lognormal</i>	56

DAFTAR GAMBAR

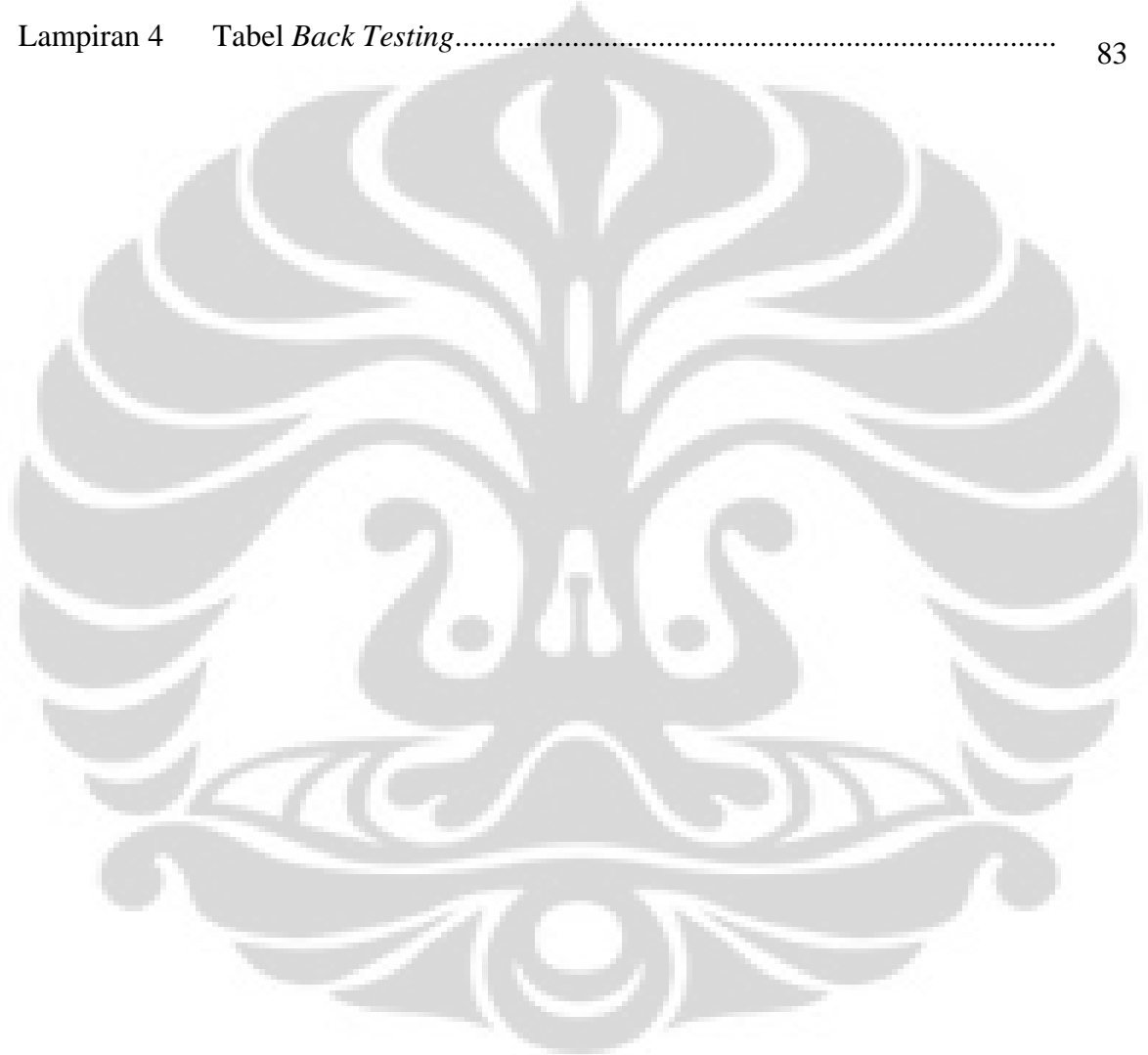
Gambar 2.1	Gambar Distribusi <i>Poisson</i>	14
Gambar 2.2	Gambar Distribusi <i>Normal</i>	17
Gambar 2.3	Gambar Distribusi <i>Lognormal</i>	18
Gambar 2.4	Gambar Distribusi <i>Exponential</i>	18
Gambar 2.5	Gambar <i>Aggregating Severity</i> dan <i>Frequency Models</i>	24
Gambar 3.1	Gambar <i>Overview of The Back Testing Process</i>	38
Gambar 3.2	Gambar Flow Chart Penelitian	39
Gambar 4.1	Gambar Grafik Distribusi Frekuensi.....	42
Gambar 4.2	Gambar QQ Distribusi <i>Exponential</i>	47
Gambar 4.3	Gambar QQ Distribusi <i>Lognormal</i>	48
Gambar 4.4	Gambar PP Distribusi <i>Exponential</i>	49
Gambar 4.5	Gambar PP Distribusi <i>Lognormal</i>	50
Gambar 4.6	Gambar Distribusi <i>Lognormal</i>	54
Gambar 4.7	Gambar Distribusi Kerugian Operasional.....	59

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	Rumus <i>probability density function</i> distribusi <i>Poisson</i>	13
Rumus 2.2	Rumus <i>probability density function</i> distribusi <i>Binomial</i>	14
Rumus 2.3	Rumus <i>probability density function</i> distribusi <i>Binomial</i> Negatif....	15
Rumus 2.4	Rumus <i>parameter</i> distribusi <i>Geometric</i>	15
Rumus 2.5	Rumus <i>probability density function</i> distribusi <i>Geometric</i>	15
Rumus 2.6	Rumus <i>probability density function</i> distribusi <i>Hypergeometric</i>	16
Rumus 2.7	Rumus <i>probability density function</i> distribusi <i>Normal</i>	17
Rumus 2.8	Rumus <i>probability density function</i> distribusi <i>Lognormal</i>	18
Rumus 2.9	Rumus <i>probability density function</i> distribusi <i>Exponential</i>	18
Rumus 2.10	Rumus Tes Statistik <i>Chi-Square</i>	20
Rumus 2.11	Rumus Tes Statistik <i>Anderson-Darling (AD)</i>	21
Rumus 2.12	Rumus Hitung (<i>AD*</i>)	21
Rumus 2.13	Rumus <i>Likelihood Ratio (LR)</i>	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Tabel Data <i>Claim Spare Part</i> PT.X.....	66
Lampiran 2	Tabel Ringkasan Distribusi Frekuensi dan Severitas PT.X.....	70
Lampiran 3	Tabel Pengukuran Risiko Operasional Dengan <i>LDA Aggregation</i>	71
Lampiran 4	Tabel <i>Back Testing</i>	83





BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Lonjakan permintaan terhadap sepeda motor meningkat luar biasa. Banyaknya *brand* pendatang baru membuat persaingan menjadi semakin sengit. PT.X sebagai produsen sepeda motor yang sudah lama berada di Indonesia, dengan segala keunggulannya, tetap mendominasi pasar dan sekaligus memenuhi kebutuhan angkutan yang tangguh, irit dan ekonomis. Menjawab tantangan tersebut, organisasi yang berada di balik kesuksesan sepeda motor PT.X di Indonesia terus memperkuat diri.

PT.X melakukan investasi dengan membangun pabrik baru pada tahun 2005 agar kapasitas produksi dapat meningkat seiring dengan permintaan konsumen yang terus meningkat. Pabrik baru tersebut diharapkan dapat memproduksi sepeda motor dengan teknologi yang canggih dan diharapkan dapat menjadi pusat rancangan untuk tipe baru yang akan dikeluarkan.

Memasuki tahun 2006, di saat kondisi pasar sepeda motor mulai meningkat kembali, PT. X juga dihadapkan pada tantangan persaingan yang sengit pada tipe – tipe baru sepeda motor yang dikeluarkan. Saat itu, perusahaan mulai gencar untuk memenuhi permintaan konsumen akan sepeda motor yang kembali meningkat terutama untuk tipe *NF 125* atau dikenal dengan nama bebek. Dikeluarkannya tipe 125 cc yang diproduksi dengan tiga *varian* yaitu tipe spoke, tipe casting Wheel dan tipe casting Wheel dengan teknologi *Fuel Injection*. Tipe 125 cc tersebut diharapkan dapat memenuhi regulasi pemerintah mengenai hasil gas buang yang sesuai dengan *standard euro 2*, selain itu tipe *Fuel Injection* dapat menghemat bahan bakar lebih efektif dibandingkan tipe *carburetor*. Pergeseran teknologi tersebut sudah diterapkan di negeri gajah putih, Thailand. Desain sepeda motor teknologi *Fuel Injection* dibuat dengan kesan sepeda motor perkotaan yang nyaman dikendarai yang bersifat *stylish, sporty* dan dilengkapi dengan mesin yang bertenaga.

Fenomena masyarakat yang menganggap kesan *claim spare part* terhadap sepeda motor terkait dapat menyebabkan *opportunity lost* bagi perusahaan karena

calon konsumen dapat dengan mudah berubah pikiran untuk membeli produk pesaing akibat penanganan yang lambat karena pencadangan dana untuk *claim spare part* tersebut tidak dipersiapkan.

Kondisi makro ekonomi seperti nilai tukar mata uang, bunga kredit dan harga bahan bakar minyak dapat mempengaruhi naik dan turunnya *volume* permintaan pasar sepeda motor. Di samping itu faktor mikro ekonomi seperti persaingan yang semakin sengit dan semakin berkembangnya jumlah pesaing juga mendapat perhatian khusus apalagi ditambah dalam waktu dekat ini berlaku perjanjian perdagangan bebas ASEAN-Cina. *Top* manajemen di kalangan industri ini akan menghadapi kondisi *uncertainty* dalam menyikapi tren pasar sepeda motor, sehingga dibutuhkan perencanaan dan analisis yang tepat jika akan melaksanakan suatu investasi dan dapat menghitung potensi kerugian operasional terhadap tipe sepeda motor baru.

Dengan menggunakan metode pengukuran risiko yaitu *Operational Value at Risk* (VaR) di dalam mengukur risiko yang akan timbul diharapkan dapat diperoleh suatu nilai yang tepat untuk pencadangan yang harus disediakan atau diperhitungkan di dalam mengeluarkan produk baru. Adapun metode yang digunakan untuk pengukuran risiko operasional ini adalah metode *Loss Distribution Approach (LDA) Aggregation*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, maka rumusan masalah dalam penulisan karya akhir yang akan diteliti adalah sebagai berikut:

1. Belum adanya suatu metode perhitungan yang menjadi *standard* untuk digunakan mengukur risiko operasional pada *claim spare part* PT.X yang akan timbul sehubungan adanya tipe 125 cc.
2. Pengukuran ini dilakukan untuk menentukan besarnya pencadangan yang diperlukan untuk menanggulangi kerugian bila risiko operasional ini terjadi.

Berdasarkan permasalahan tersebut di atas, terdapat beberapa pertanyaan pada penelitian karya akhir ini, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana cara melakukan penentuan model distribusi *loss of frequency* dari data *claim spare part* PT.X?

2. Bagaimana cara melakukan penentuan model distribusi *loss of severity* dari data *claim spare part* PT.X?
3. Bagaimana melakukan pengukuran risiko operasional PT.X yang timbul sehubungan dengan *claim spare part* dengan metode *LDA Aggregation*?
4. Berapa besar pencadangan yang dibutuhkan terkait dengan risiko operasional yang terjadi?

1.3 Pembatasan Masalah

Penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini dibatasi dalam hal-hal sebagai berikut:

1. Risiko operasional PT.X yang akan diuji terbatas pada data *claim spare part*
2. Data yang akan digunakan adalah data *claim spare part* PT.X dari bulan Januari 2007 sampai dengan Desember 2008.
3. Data *claim spare part* yang digunakan merupakan data bulanan yang didasarkan pada PT.X.
4. Data *claim spare part* akan dilakukan pengujian terhadap distribusinya untuk memastikan distribusi mana yang tepat (*fit*) untuk digunakan di dalam pengukuran risiko.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengukur besarnya risiko operasional yang timbul sehubungan *claim spare part* berdasarkan data historis. Penelitian ini memiliki beberapa tujuan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Distribusi data atas *claim spare part* PT.X dapat diketahui sehingga diharapkan pengukuran *Operational VaR* atas data tersebut dapat dilakukan dengan lebih tepat.
2. Untuk mengetahui kemampuan metode *LDA Aggregation* dalam mengukur tingkat risiko operasional yang timbul sehubungan dengan *claim spare part* sehingga metode tersebut dapat diterapkan di waktu mendatang untuk mengukur *Operational VaR* dalam *claim spare part* PT.X.
3. Diketuinya tingkat *Operational VaR* atas kerugian *claim spare part*

dapat ditentukan strategi-strategi terbaik dalam mengelola dan meminimalkan risiko operasional yang akan timbul.

4. Diketahui besarnya risiko operasional yang timbul akan membuat PT.X lebih mudah untuk menghitung besarnya kerugian yang akan timbul sehingga akan membuat PT.X lebih siap dalam melakukan perubahan strategi seperti penambahan kapasitas produksi, mengeluarkan tipe produk baru, melakukan perluasan usaha.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan solusi bagi manajemen PT. X dan industri manufaktur lainnya sehingga dapat mengetahui dan mengukur risiko operasional yang timbul akibat dari *claim spare part* yang disebabkan oleh kesalahan proses sebelumnya.

Dengan menggunakan metode *LDA Aggregation* diharapkan dapat mengukur risiko operasional yang timbul sehingga risiko ini bisa diantisipasi dengan baik oleh manajemen PT.X dan industri manufaktur lain melalui pencadangan kerugian. Dengan demikian kerugian yang timbul akan sudah diperkirakan sebelumnya dengan baik.

Nilai *Operational VaR* yang didapat dari perkiraan besarnya risiko operasional dalam jangka waktu ke depan (*near future*) diharapkan mampu memberikan suatu gambaran besarnya kerugian maksimum yang dapat terjadi atas *claim spare part* dalam jangka waktu tertentu dengan tingkat keyakinan yang telah ditentukan. Hasil pengukuran risiko dengan metode *VaR* ini dapat digunakan oleh pihak manajemen PT.X dan industri manufaktur lain sebagai salah satu alat bantu (*benchmarking tool*) untuk membuat suatu strategi kebijakan operasional untuk meminimalkan dampak yang terjadi dalam mencapai target kinerja PT.X maupun industri manufaktur lainnya yang semaksimal mungkin.

1.6 Metode Penelitian

Untuk mendukung pembahasan manajemen risiko operasional maka dilakukan dengan beberapa tingkatan metodologi, yaitu:

1. Pengumpulan data, data yang akan digunakan adalah data historis *claim spare part* yang diperoleh dari PT.X yang bersifat bulanan selama periode

bulan Januari 2007 sampai dengan Desember 2008 di PT.X.

2. Metode yang akan digunakan untuk menghitung besarnya nilai Operational VaR adalah metode LDA Aggregation yang menggunakan data *claim market* bulanan selama periode Januari 2007 sampai dengan Desember 2008 yang telah dilakukan pengujian terhadap distribusi datanya.

1.7 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan hasil dari data *claim spare part* dapat diketahui berapa besarnya kerugian yang timbul yang diakibatkan oleh kerugian operasional yang ada. Dengan menggunakan metode *LDA Aggregation* diharapkan mampu memberikan satu model yang menggambarkan nilai maksimal kerugian yang akan timbul dalam satu bulan ke depan dengan tingkat keyakinan yang telah ditentukan.

Untuk itu, hipotesis yang diajukan dalam penulisan ini adalah sebagai berikut:

H_0 : Model *LDA Aggregation* valid untuk menghitung *Operational VaR* terhadap kerugian operasional *Claim Spare Part* PT. X.

H_1 : Model *LDA Aggregation* tidak valid untuk menghitung *Operational VaR* terhadap kerugian operasional *Claim Spare Part* PT. X.

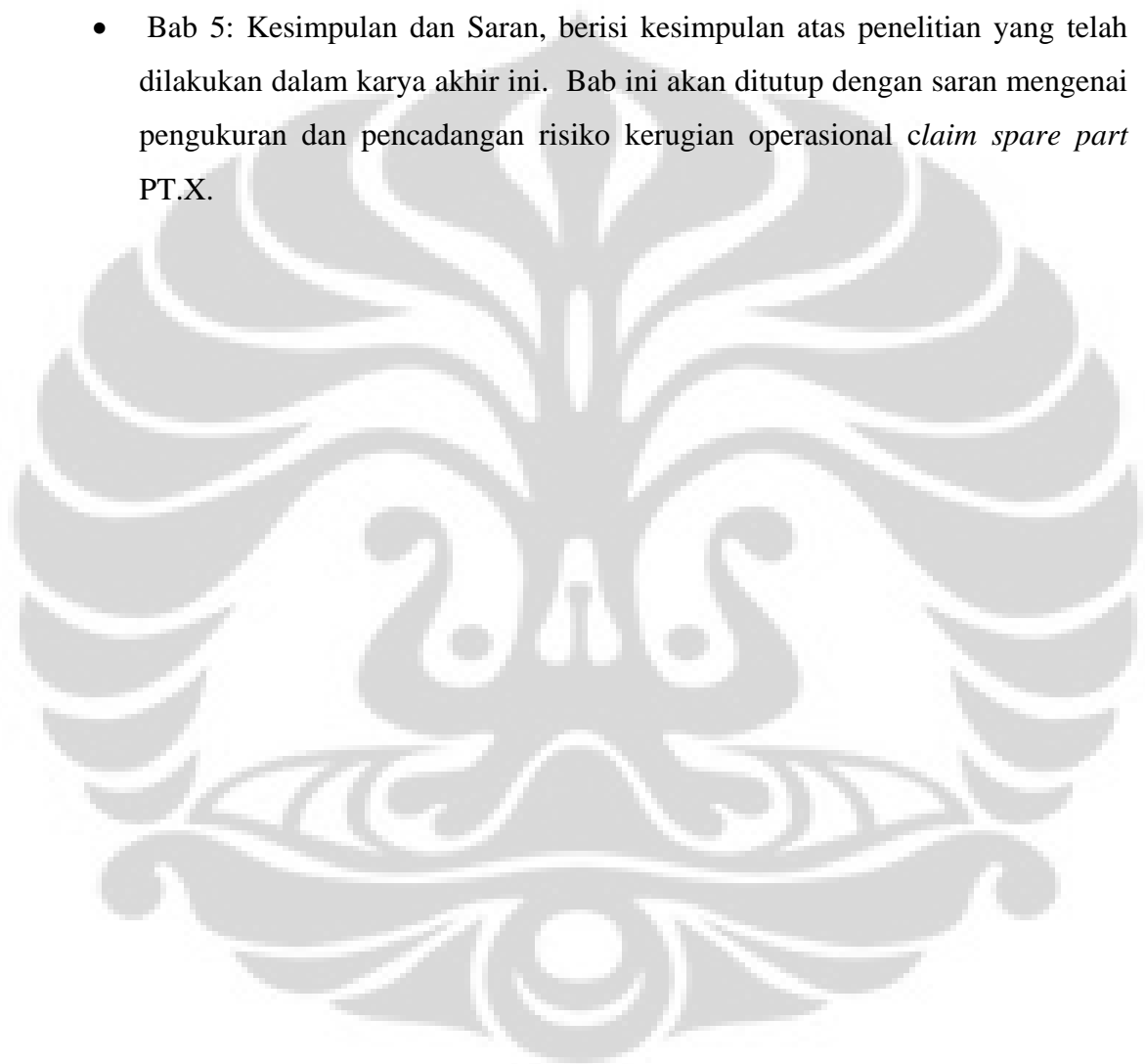
1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan karya akhir ini dibagi menjadi 5 (lima) bab, dengan pembagian sebagai berikut

- Bab 1: Pendahuluan, membahas latar belakang masalah, tujuan dan manfaat dari penelitian, serta hipotesis yang mendasari penelitian karya akhir ini.
- Bab 2: Studi Kepustakaan, membahas dasar – dasar teori yang berhubungan dengan pembahasan serta kemungkinan aplikasinya untuk pengolahan data pada karya akhir.
- Bab 3: Data dan Metodologi Penelitian, menerangkan tentang data *claim spare part* PT. X yang akan digunakan sebagai data dalam *Loss Distribution* sehingga secara umum dapat menerangkan atas analisis pengolahan data dan kesimpulan yang akan diambil nantinya.
- Bab 4: Pembahasan, membahas mengenai data-data yang telah diolah. Pada

Bab 4 akan diterangkan mengenai besarnya risiko operasional yang dilakukan dengan metode *LDA Aggregation*. Setelah itu dilakukan pengujian terhadap hasil pengolahan data tersebut dengan melakukan validasi model melalui *back testing*. Dengan analisis yang mendalam tersebut, diharapkan mendapatkan gambaran yang lebih jelas kerugian maksimal yang disebabkan oleh kerugian operasional *claim spare part* dari PT. X.

- Bab 5: Kesimpulan dan Saran, berisi kesimpulan atas penelitian yang telah dilakukan dalam karya akhir ini. Bab ini akan ditutup dengan saran mengenai pengukuran dan pencadangan risiko kerugian operasional *claim spare part* PT.X.



BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Konsep Risiko dan Manajemen Risiko Operasional

Risiko berhubungan dengan ketidakpastian atau ketidaktentuan (*uncertainty*). Risiko dapat terjadi disebabkan oleh adanya kondisi ketidakpastian atau ketidaktentuan. Contoh risiko adalah hilangnya dana kelolaan investasi akibat investasi mengalami kerugian, risiko kegagalan proses produksi dan lain sebagainya. Ketidakpastian tersebut yang dapat menimbulkan risiko. Kondisi ketidakpastian terjadi karena kurangnya atau tidak adanya informasi mengenai sesuatu yang akan terjadi. Dampak yang merugikan dan dampak yang menguntungkan dapat terjadi dari ketidakpastian yang dihadapi manusia atau perusahaan. Kesempatan (*opportunity*) adalah istilah yang dikenal dari dampak yang menguntungkan sedangkan dampak yang merugikan dari kondisi ketidakpastian disebut dengan risiko (*risk*). Maka risiko mempunyai arti sebagai sesuatu hal yang berakibat kerugian bagi manusia atau perusahaan.

Pengertian risiko operasional menurut *Bank for International Settlement* (BIS) adalah risiko kerugian yang timbul secara langsung atau tidak langsung karena kegagalan atau ketidakcukupan proses internal, orang dan sistem atau karena kejadian eksternal. Risiko operasional adalah semua risiko selain risiko pasar dan risiko kredit.

Pengertian risiko operasional menurut Laycock (1998) adalah segala risiko yang terkait dengan fluktuasi hasil usaha perusahaan akibat pengaruh dari hal-hal yang terkait dengan kegagalan sistem atau pengawasan dan peristiwa yang tidak dapat dikontrol oleh perusahaan.

Risiko operasional menurut Crouhy, Galai & Mark (AA Risk Book, 1998) mendefinisikan bahwa risiko operasional sebagai risiko dari *external events*, atau kelemahan dalam sistem pengendalian intern (*internal control system*), yang

menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Kerugian akibat terjadinya risiko tersebut sebagian telah dapat diantisipasi dengan baik, namun sebagian yang lainnya tidak diantisipasi sama sekali.

Berdasarkan pengertian di atas, secara umum dapat diambil kesimpulan bahwa risiko operasional mempunyai ruang lingkup yang mencakup risiko kerugian yang disebabkan oleh proses internal, kesalahan sumber daya manusia perusahaan, kerusakan atau kesalahan sistem, kerugian yang disebabkan kejadian dari luar perusahaan dan kerugian karena pelanggaran hukum atau peraturan oleh perusahaan. Kerugian risiko operasional terjadi tidak saja pada industri perbankan, tetapi juga terjadi pada perusahaan industri, perdagangan dan semua perusahaan dalam sektor ekonomi lainnya.

Lima hal penyebab dari risiko operasional (Muslich, 2007) yaitu:

a) Kegagalan Proses Internal Perusahaan

Risiko kegagalan proses internal merupakan risiko yang berkaitan dengan kegagalan atau prosedur internal organisasi. Sebagai contoh dokumentasi yang tidak tercatat, kesalahan transaksi, kontrol yang lemah.

b) Kegagalan Mengelola Sumber Daya Manusia

Sumber daya manusia merupakan aset penting bagi perusahaan tetapi juga merupakan sumber risiko operasional bagi perusahaan. Risiko ini dapat terjadi baik secara sengaja maupun tidak sengaja. Sebagai contoh penggelapan uang perusahaan, integritas karyawan rendah dan kecelakaan kerja. Risiko sumber daya manusia mengharuskan perusahaan memiliki sumber daya manusia yang memiliki kualitas, pengalaman dan integritas.

c) Kesalahan Sistem teknologi dapat memberikan kontribusi yang signifikan bagi organisasi tetapi sebaliknya sistem ini dapat memunculkan risiko baru bagi perusahaan. Semakin tinggi tingkat ketergantungan perusahaan terhadap sistem maka semakin tinggi risiko yang akan dihadapi. Beberapa risiko yang muncul berkaitan dengan sistem adalah rusaknya data, kesalahan program dan penggunaan teknologi yang belum teruji.

d) Kerugian Yang Disebabkan Kejadian Dari Luar Perusahaan Atau Risiko Eksternal

Risiko eksternal berkaitan dengan kejadian yang bersumber dari luar perusahaan dan di luar pengendalian perusahaan. Kejadian seperti ini biasanya jarang terjadi tetapi mempunyai dampak yang cukup besar. Sebagai contoh perampokan, bencana alam, timbulnya pesaing baru.

e) Kerugian Karena Pelanggaran Hukum Yang Berlaku.

Hukum adalah sejumlah peraturan yang tertulis maupun tidak tertulis yang mempunyai sanksi yang tegas bagi pelanggarnya. Pelanggaran atas hukum yang sudah ditetapkan oleh pihak yang berwenang atau hukum yang berlaku di masyarakat akan menimbulkan risiko bagi perusahaan jika terdapat penyimpangan pelaksanaan dari pihak perusahaan.

2.2 Proses Manajemen Risiko Operasional

Manajemen risiko adalah suatu proses mengidentifikasi, mengukur risiko serta membentuk strategi untuk mengelolanya melalui sumber daya yang tersedia. Jika risiko menimpa perusahaan maka perusahaan tersebut akan mengalami kerugian signifikan bahkan beberapa situasi, risiko dapat menghancurkan perusahaan. Oleh sebab itu, risiko harus dikelola dengan baik.

Sebagai sebuah proses, manajemen risiko operasional terbagi dalam tiga tahapan yaitu:

a) Identifikasi risiko operasional

Identifikasi risiko operasional dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi seluruh jenis risiko yang berpotensi mempengaruhi kerugian operasional dan karenanya juga mempengaruhi laba perusahaan. Identifikasi risiko secara akurat dan komplit sangatlah vital dalam manajemen risiko. Salah satu aspek penting dalam identifikasi risiko adalah mendaftar risiko yang mungkin terjadi sebanyak mungkin. Metode untuk identifikasi risiko antara lain *brainstorming*, survei, wawancara,

informasi historis dan kelompok kerja.

Identifikasi risiko operasional yang efektif memperhatikan faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal meliputi kompleksitas struktur organisasi perusahaan, lingkup aktivitas bisnis perusahaan, kualitas sumber daya manusia, perubahan organisasi dan tingkat perputaran sumber daya manusia. Sedangkan faktor eksternal yang diperhatikan adalah perubahan keadaan ekonomi dalam industri, kemajuan teknologi, keadaan politik, sosial dan lingkungan alam. Agar efisien, proses identifikasi risiko perlu mempertimbangkan baik risiko yang dapat dikendalikan dan risiko yang tidak dapat dikendalikan.

b) Pengukuran risiko operasional

Pengukuran potensi kerugian pada risiko operasional memerlukan langkah estimasi peluang kejadian dan besarnya potensi kerugian. Pada tahapan ini dilakukan pengukuran atas *financial impact* dari risiko yang meliputi kuantifikasi atas *expected and unexpected losses* dengan menggunakan metode kuantitatif. Kuantifikasi risiko dilakukan dengan *historical analysis* atas dasar kejadian di masa lalu dan dengan *scenario analysis* untuk mendapatkan *frequency of loss distribution* dan *distribusi severitas kerugian operasional*.

c) Pengelolaan risiko operasional

Pengelolaan risiko harus dilakukan oleh setiap perusahaan karena jika organisasi gagal mengelola risiko, akan terjadi konsekuensi yang cukup serius bagi perusahaan. Pada dasarnya mekanisme pengelolaan risiko dapat dikelompokkan sebagai berikut:

❖ Membatasi Risiko (*Mitigating Risk*)

Membatasi risiko dilakukan dengan menetapkan limit risiko yang dapat diterima oleh perusahaan. Penetapan limit risiko yang dapat diterima oleh perusahaan tidak semata-mata dilakukan untuk membatasi risiko yang diserap oleh perusahaan melainkan juga harus diarahkan kepada upaya untuk

mengoptimalkan nilai bagi pemegang saham. Artinya penetapan batas risiko dengan berbagai konsekuensi keuangan yang muncul kemudian harus menghasilkan struktur neraca maupun rugi laba yang optimal bagi para pemegang saham.

❖ Mengelola Risiko (*Managing Risk*)

Pengelolaan risiko dilakukan untuk mencegah atau menurunkan probabilitas terjadinya risiko atau kejadian yang tidak diinginkan oleh perusahaan. Mekanisme pengelolaan risiko dapat berupa penyediaan *buffer* untuk mengantisipasi kerugian yang mungkin muncul dalam hal risiko yang diambil terealisasi, mengurangi/menghindarkan perusahaan dari kerugian total (*total loss*) yang muncul dalam hal risiko terealisasi dan mengalihkan risiko kepada pihak lain.

Teknik-teknik mengelola risiko yaitu:

- *Risk avoidance* yaitu memutuskan untuk tidak melakukan aktivitas yang mengandung risiko sama sekali. Dalam memutuskan untuk tidak melakukan suatu aktivitas, maka harus dipertimbangkan potensial keuntungan dan potensial kerugian yang mungkin dihasilkan dari aktivitas tersebut.
- *Risk reduction* yaitu merupakan metode yang mengurangi kemungkinan terjadinya suatu risiko ataupun mengurangi dampak kerusakan yang dihasilkan oleh suatu risiko.
- *Risk transfer* yaitu memindahkan risiko kepada pihak lain, umumnya melalui suatu kontrak (asuransi) atau hedging.
- *Risk deferral* meliputi penundaan aspek suatu proyek hingga saat dimana probabilitas terjadinya suatu risiko menjadi kecil. Hal ini dikarenakan dampak suatu risiko tidak selalu konstan.
- *Risk retention*. Walaupun risiko tertentu dapat dihilangkan dengan cara mengurangi atau mentransfernya namun beberapa risiko harus tetap diterima sebagai bagian penting dari aktivitas.

❖ Memantau Risiko (Monitoring Risk)

Pemantauan risiko pada dasarnya adalah mekanisme yang ditujukan untuk dapat memperoleh informasi terkini (*updated*) dari profil risiko perusahaan.

2.3 Metodologi Pengukuran Risiko Operasional

2.3.1 Statistik Deskriptif

Statistik Deskriptif memberikan penjelasan mengenai sekumpulan ukuran kuantitatif sebagai indikator risiko untuk menggambarkan data. Beberapa ukuran pada Statistik Deskriptif yang memberikan gambaran karakter data yang ditujukan oleh parameter-parameter sebagai berikut:

- mean (μ) atau *location parameter* adalah rata-rata data
- median (Me) adalah nilai tengah dari suatu ukuran angka dalam data
- mode (Mo) adalah nilai terbanyak yang sering muncul dalam suatu data kuantitatif
- standar deviasi (σ) atau *scale parameter* adalah ukuran penyimpangan dari rata-rata
- kurtosis (ψ) adalah derajat/tingkat keruncingan (*peakedness*) suatu distribusi dan terbagi menjadi tiga tipe distribusi yaitu:
 - *mesokurtic* ($\psi = 3$) atau *distribusi normal dengan puncak kurva distribusi tidak begitu runcing*
 - *leptokurtic* ($\psi > 3$) memiliki *large tails* dengan puncak kurva distribusi sangat runcing
 - *platykurtic* ($\psi < 3$) memiliki *short tails* dengan puncak kurva distribusi agak datar/merata
- *skewness* (δ) adalah tingkat kemiringan/kemencengan suatu distribusi dan terbagi menjadi tiga tipe distribusi yaitu:
 - *symmetric distribution* ($\delta = 0$) atau $Mo = \mu = Me$
 - *positively skewed distribution* ($\delta > 0$) atau $\mu > Me > Mo$
 - *negatively skewed distribution* ($\delta < 0$) atau $\mu < Me < Mo$

Tabel 2.1 Skewness dan Kurtosis untuk beberapa distribusi

Distribution	Skewness	Kurtosis
Normal	0	3
Lognormal	0 to ∞	3 to ∞
Poisson	0 to ∞	3 to ∞
Binomial	$-\infty$ to ∞	1 to ∞

Sumber: Cruz, hal. 42, 2002

2.3.2 Distribusi Frekuensi Kerugian Operasional

Distribusi frekuensi kerugian operasional menunjukkan jumlah atau frekuensi terjadinya suatu jenis kerugian operasional dalam periode waktu tertentu, tanpa melihat jumlah kerugian. Distribusi Frekuensi Kerugian Operasional merupakan distribusi *discrete*, yaitu distribusi atas nilai data harus bilangan integer atau tidak pecahan dimana jumlah bilangan kejadian merupakan bilangan bulat positif.

Beberapa model distribusi yang digunakan dalam distribusi frekuensi kerugian operasional adalah sebagai berikut (Muslich, 2007 dan Lewis, 2004):

a. *Poisson Distribution*

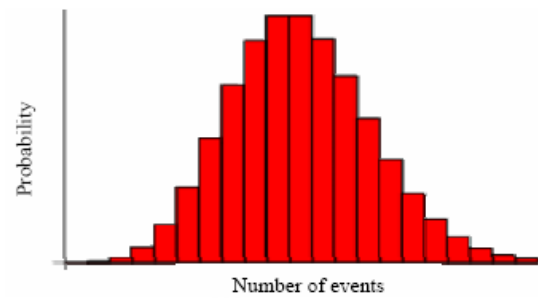
Distribusi *Poisson* berhubungan dengan distribusi dari kejadian-kejadian dalam suatu waktu tertentu, misalnya jumlah kecelakaan kerja dalam sebulan. Dengan kata lain, distribusi *Poisson* mencerminkan probabilitas jumlah atau frekuensi suatu kejadian. Parameter dari distribusi *Poisson* dinyatakan dalam λ . Rumus *probability density function* (pdf) distribusi *Poisson* adalah:

$$P_k = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!} \quad (2.1)$$

dimana:

λ = rata-rata terjadinya *event* ($\lambda > 0$)

$x = 0, 1, \dots, n$



Gambar 2.1 *Distribusi Poisson*

Sumber : www.mathworld.wolfram.com

b. Binomial Distribution

Distribusi *Binomial* digunakan untuk memodelkan masalah probabilita dari frekuensi atau jumlah kejadian atas suatu aktivitas yang bersifat independen atau menjelaskan suatu situasi dimana suatu kerugian risiko operasional terjadi. Parameter untuk distribusi *binomial* adalah m dan q . Rumus *probability density function* (pdf) distribusi *binomial* adalah:

$$P_k = \binom{m}{r} q^k (1-q)^{m-k} \quad (2.2)$$

dimana:

m = kerugian risiko operasional tertentu dengan sifat independen dan identik

q = probabilita (jumlah observasi kejadian / maksimum jumlah kemungkinan kejadian)

$k = 0, 1, \dots, m$

c. Negative Binomial Distribution

Distribusi *Binomial* Negatif, dikenal juga dengan *Pascal Distribution*, memberikan nilai probabilita terjadinya suatu kejadian yaitu jumlah kegagalan sebelum terjadinya kejadian sukses yang ke-n. Distribusi *binomial negative* memiliki 2 (dua) parameter yaitu β (probabilita sukses) dan r (jumlah sukses terjadinya kejadian yang diinginkan). Rumus *probability density function* (pdf) distribusi *binomial negative* adalah:

$$P_k = \binom{k+x-1}{x} \left(\frac{1}{1+\beta} \right)^r \left(\frac{\beta}{1+\beta} \right)^k \quad (2.3)$$

dimana:

$$k = 0, 1, \dots, n; r > 0; \beta > 0$$

d. Geometric Distribution

Kegunaan dari distribusi *geometric* adalah untuk mengetahui berapa banyak kegagalan yang akan terjadi sebelum terjadinya kejadian sukses dari suatu aktivitas yang bersifat independen. Parameter distribusi *geometric* adalah β yang dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$\beta = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{\infty} kn_k \quad (2.4)$$

Distribusi *geometric* adalah distribusi *discrete* dengan rumus *probability density function* (pdf) adalah:

$$P_K = \frac{\beta^k}{(1+\beta)^{k+1}} \quad (2.5)$$

e. *Hypergeometric Distribution*

Distribusi *hypergeometric* menunjukkan suatu proses yang dilakukan secara random tanpa perubahan jumlah sampel dari suatu populasi dan menentukan berapa jumlah atau frekuensi kejadian yang terdapat dalam sampel yang memiliki karakteristik tertentu. Rumus *probability density function* (pdf) distribusi *hypergeometric* adalah:

$$f_{(x)} = \frac{\binom{D}{x} \binom{M-D}{n-x}}{\binom{M}{n}} \quad (2.6)$$

dimana:

M = jumlah kelompok individu yang diteliti

D = jumlah atau frekuensi yang memiliki karakteristik tertentu yang diinginkan

$x = 0, 1, 2, \dots, n$

2.3.3 Distribusi Severitas Kerugian Operasional

Distribusi severitas kerugian operasional merupakan data kerugian yang menunjukkan nilai kerugian dari jenis kerugian operasional dalam periode waktu tertentu. Distribusi severitas kerugian operasional merupakan distribusi kontinu dimana data dari distribusi ini dapat bernilai pecahan.

Beberapa model distribusi yang digunakan dalam distribusi severitas kerugian operasional adalah sebagai berikut (Muslich, 2007 dan Lewis, 2004):

a. Distribusi Normal

Distribusi normal atau *Gaussian Distribution* adalah distribusi berbentuk *bell-shaped* dan *symmetric* selain itu distribusi normal mempunyai *skew* sebesar nol, nilai median dan nilai modus sama dengan nilai mean serta nilai *kurtosis*

sebesar tiga. Aplikasi distribusi normal dapat diterapkan pada *credit risk* dan *market risk* di industri perbankan. Hal ini dikarenakan karakteristik kerugian *market risk* di industri perbankan dapat terdistribusi secara normal. Parameter untuk distribusi normal ditunjukkan oleh μ dan σ . *Probability density function* (pdf) dari distribusi normal adalah sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}(x - \mu)^2\right) \text{ untuk } -\infty < x < \infty \quad (2.7)$$

dimana:

μ = rata-rata data

σ = standar deviasi data

Jika $\mu = 0$ dan $\sigma = 1$ maka distribusi dikenal dengan standar normal distribution.



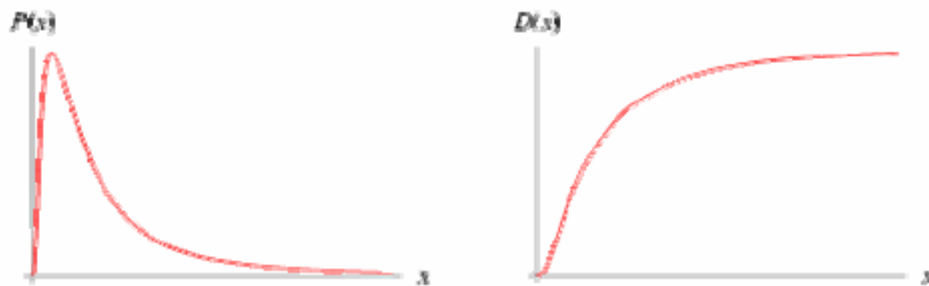
Gambar 2.2 Distribusi Normal

Sumber: www.mathworld.wolfram.com

b. Distribusi Lognormal

Distribusi Lognormal adalah distribusi *continuous* dimana logaritma suatu variabel memiliki distribusi normal. *Probability density function* (pdf) dari distribusi lognormal adalah sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(\frac{-\log(x - \sigma)^2}{2\sigma}\right) \quad (2.8)$$



Gambar 2.3 Distribusi Lognormal

Sumber: www.mathworld.wolfram.com

c. Distribusi Exponensial

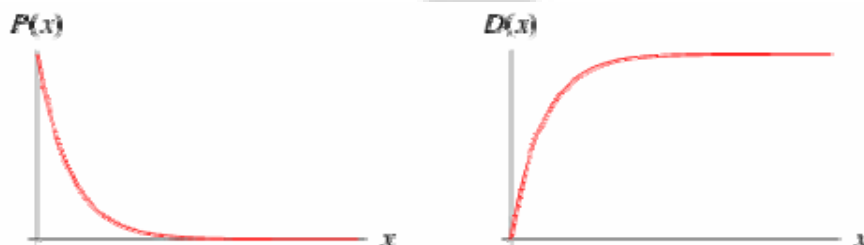
Distribusi exponensial menggambarkan probabilita waktu yang dibutuhkan antara suatu *event* yang terjadi secara random dengan probabilitas yang konstan per unit waktu kejadian. *Probability density function* (pdf) dari distribusi *exponential* adalah sebagai berikut:

$$f(x) = \lambda^{-1} e\left(-\frac{(x-\theta)}{\lambda}\right) \text{ untuk } x > \theta \text{ dan } \lambda > 0 \quad (2.9)$$

dimana:

$$\lambda = 1/\text{mean}$$

$$X = x \geq 0$$



Gambar 2.4 Distribusi Exponential

Sumber : www.mathworld.wolfram.com

2.3.4 Checking Distribution Assumptions

Dalam pengolahan data, jika diasumsikan data yang diteliti mengikuti suatu karakteristik distribusi tertentu maka asumsi ini cukup berisiko. Apabila karakteristik distribusi yang digunakan tidak tepat maka hasil yang didapat tidak valid. Oleh sebab itu, cara untuk mengetahui tepat tidaknya karakteristik distribusi yang digunakan adalah memeriksa kembali asumsi dari distribusi tersebut dengan seksama.

Ada dua pendekatan untuk memeriksa asumsi dari sebuah karakteristik distribusi (START, Vol 10, No 6), yaitu:

1) Uji Grafik

Uji grafik terhadap distribusi adalah untuk mendapatkan gambaran mengenai suatu sampel data mengikuti pola hipotesis probability distribusi. Distribusi yang paling sesuai (*fit*) adalah distribusi yang dekat dengan garis referensi (berupa plot garis lurus). Ada dua pendekatan untuk *graphical test* yaitu *Quantile-Quantile* (QQ) plot dan *Probability-Probability* (PP) plot. Plot QQ ini membandingkan sebuah sampel dari data pada sumbu vertikal ke populasi statistik. *PP plot* membandingkan data yang diobservasi dengan sampel *distribution function* dalam konteks probabilitas.

Perbedaan antara *QQ* plot dan *PP* plot antara lain:

- a. QQ plot menekankan perbedaan pada *tail* sedangkan PP plot menekankan perbedaan pada *middle*.
- b. QQ plot membandingkan *ranked values* sedangkan PP plot membandingkan sampel *distribution function*.
- c. PP plot mengharuskan hipotesis distribusi yang tepat.

2) Pengujian Hipotesa Tes Statistik

Terdapat berbagai macam pengujian sampel untuk menguji hipotesis distribusi frekuensi dan distribusi severitas dengan data empiris, antara lain:

a. *Chi Square Test*

Tes *chi square* digunakan untuk tes *Goodness of Fit* untuk sampel dalam jumlah besar. Tes ini didasarkan pada pdf distribusi yang diasumsikan. Jika distribusi yang diasumsikan ini benar maka nilai pdf harus mendekati dengan pdf dari data yang dievaluasi. Berdasarkan pdf dari distribusi yang diasumsikan dihitung nilai *chi-square*-nya untuk dibandingkan dengan nilai *chi-square* tes statistik..

Rumus untuk *chi-square* statistik adalah (Lewis, 2004,101) :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(e_i - o_i)^2}{e_i} \sim \chi^2_{k-1-nep} \quad (2.10)$$

b. *Kolmogorov-Smirnov Test (KS)*

Tes *Kolmogorov-Smirnov* umumnya digunakan untuk tes *Goodness of Fit* dengan sampel dalam jumlah kecil dan digunakan untuk menguji asumsi distribusi antara lain : distribusi eksponensial, Weibull, normal dan lognormal

Tes KS digunakan sebagai pembahasan *test formal statistic* untuk mencari data distribusi yang paling *fit* karena dapat digunakan untuk tes sampel data yang kecil dan sampel data yang besar. Distribusi yang paling *fit* menurut Tes KS adalah nilai dari D Max harus lebih kecil dari *Critical Value*. Adapun Statistik KS yang diformulakan dalam rumus sebagai berikut:

$$D_n = \max \left[\left[F_x(x) - F(x) \right] \right]$$

dimana:

D_n adalah jarak KS

$F(x)$ adalah *fitted distribution*

$$F_n = (p_{k,n}) = \frac{n - k + 0,5}{n}$$

dimana:

k adalah peringkat dari data

n adalah jumlah data

Untuk perhitungan *critical value* dapat dilihat pada Tabel 2.2 di bawah ini. Untuk jumlah data yang jumlahnya di bawah 10 dapat langsung menggunakan data tabel di bawah ini untuk mencari nilai *critical value*-nya. Sedangkan untuk jumlah data di atas 10 maka harus menggunakan rumus untuk menghitung *critical value*.

Tabel 2.2 Perhitungan Critical Value Tes Kolmogorov-Smirnov

Size "n"	Critical Value	
	$\alpha = 20\%$	$\alpha = 5\%$
4	0.494	0.624
5	0.446	0.564
6	0.411	0.521
7	0.381	0.486
8	0.358	0.457
9	0.339	0.432
10	0.322	0.411
For n>10, use the approximation		
CV ($\alpha = 5\%$) $1.36/\sqrt{n}$		
CV ($\alpha = 20\%$) $1.07/\sqrt{n}$		
Approximation Error < 2 %		

Sumber: RAC START, Volume 10, number 6

c. Anderson-Darling Test (AD)

Tes *Anderson-Darling* umumnya digunakan untuk tes *Goodness of Fit* dengan sampel dalam jumlah kecil dan digunakan untuk menguji asumsi distribusi antara lain : distribusi eksponensial, Weibull, normal dan lognormal.

Rumus Hitung tes statistik AD (START, 2003-4, 2) :

$$AD = \left[\sum_{i=1} \frac{1-2i}{n} \{ \ln(F_0(Z_i)) + \ln(1 - F_0[Z_{n-i-1}]) \} - n \right] \quad (2.11)$$

Hitung nilai AD* (START, 2003-4, 2) :

$$AD^* = \left(1 + \frac{0,2}{\sqrt{n}} \right) AD \quad (2.12)$$

Tentukan *Observed Significance Level* (OSL) dengan rumus (START, 2003-4, 2):

$$OSL = 1 / \{1 + \exp[-0,1 + 1,24 \ln(AD^*) + 4,48(AD^*)]\} \quad (2.13)$$

Jika nilai OSL hasil tes statistik dari distribusi yang diasumsikan lebih kecil dari nilai *critical value* (α) maka distribusi yang diasumsikan adalah benar

2.3.5 Aggregation Loss Distribution

Dalam pendekatan *loss distribution approach* total kerugian operasional merupakan jumlah atau sum (S) dari variabel random (N) atas kerugian operasional individual (X_1, X_2, \dots, X_N) sehingga jumlah kerugian operasional dapat dinyatakan sebagai : $S = X_1, X_2, \dots, X_N$ $N = 0, 1, 2, \dots$

Model loss distribution approach ini mengasumsikan bahwa variabel random kerugian operasional X_i bersifat *independent, indetically, distributed*. Dengan asumsi ini berarti distribusi frekuensi kerugian operasional N (frekuensi) adalah *independent* terhadap nilai kerugian atau distribusi severitasnya (X_i).

Fungsi distribusi probabilita S merupakan gabungan dari distribusi probabilita sehingga dapat diketahui fungsi kumulatifnya adalah :

$$G(x) = \begin{cases} \sum_{i=1}^{\infty} p_i F(x) & x > 0 \\ p(i) & x = 0 \end{cases}$$

Dimana $F(x)$ adalah probabilita kumulatif kerugian yang ke i , yaitu sebesar x . Karena probabilita distribusi $G(x)$ tidak dapat dievaluasi secara tepat maka probabilita ini dapat dievaluasi dengan simulasi *Monte Carlo* atau dengan algoritma recursive panjer.

Algoritama recursive panjer dapat digunakan jika fungsi frekuensi probabilita kerugian dapat dituliskan dalam bentuk:

$$p(k) = p(k-1) \left(a + \frac{b}{k} \right) \quad \text{untuk} \quad k = 1, 2, 3, \dots$$

Dimana a dan b adalah konstanta. algoritma recursive diberikan sebagai berikut :

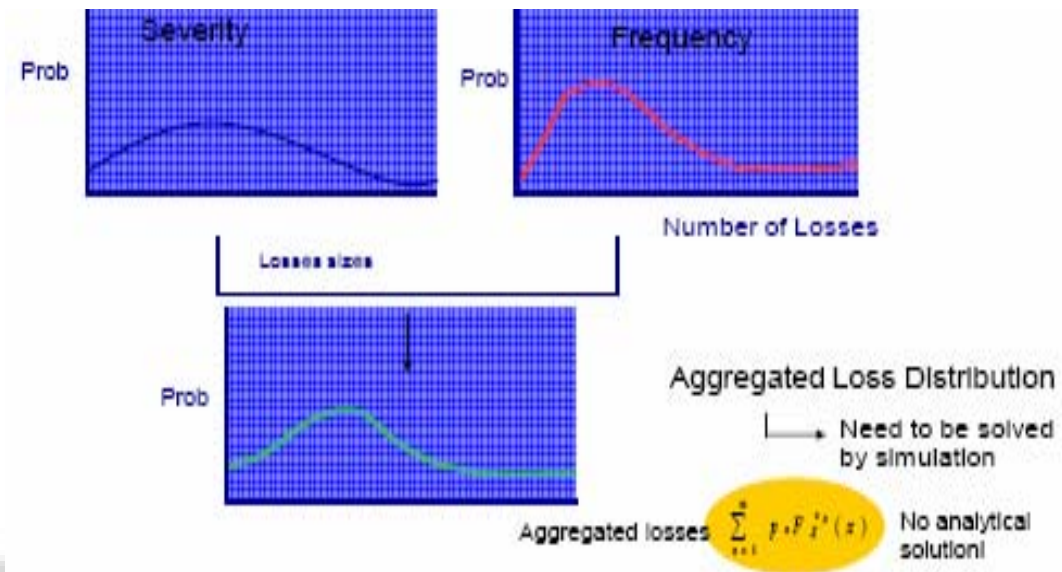
$$g(x) = p(1)/(x) + \int_0^x (a + b \frac{y}{x}) f(y) g(x - y) dy \quad x > 0$$

Dimana $g(x)$ adalah probabilita fungsi densitas dari $G(x)$

Namun, pendekatan algoritma panjer ini mempunyai keterbatasan, yaitu metodologi ini hanya untuk data yang sifatnya *discrete*.

Pendekatan kedua yang lebih praktis adalah dengan mempergunakan simulasi Monte Carlo. Pendekatan simulasi Monte Carlo dilakukan dengan menentukan probabilita model distribusi frekuensi dan severitas data yang ada. Kemudian jumlah frekuensi dan severitas kerugian disimulasi sekurang-kurangnya hingga 10.000 kali dan dihitung nilai kerugian agregatnya pada tingkat keyakinan yang diinginkan, misalnya 95% (Muslich, 2007). Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan simulasi *Monte Carlo*.

Dalam melakukan perhitungan risiko operasional yang digambarkan dengan model distribusi kerugian operasional tidak dapat menggunakan analisa solusi berdasarkan distribusi frekuensi kerugian operasional dan distribusi severitas kerugian operasional (Cruz, 2002). *Aggregated loss distribution* yang merupakan distribusi gabungan dapat dihasilkan dengan menggunakan Simulasi Monte Carlo, disimpulkan pada Gambar 2.5 di bawah ini.



Gambar 2.5 Aggregating Severity dan Frequency Models

Sumber : Cruz, 2002

Tujuan dari Simulasi *Monte Carlo* adalah untuk menghasilkan probabilitas distribusi dari beberapa kemungkinan hasil percobaan menggunakan data bilangan random.

Jumlah data untuk simulasi ditentukan dalam jumlah cukup besar, agar kualitas hasil tidak memberikan simpangan kesalahan cukup besar. Karena itu semakin banyak data simulasi (> 10.000), maka hasil distribusi simulasinya akan semakin akurat dan data akan semakin stabil (Cruz, 2002).

Keunggulan metode simulasi *Monte Carlo* dalam analisis risiko (Marshall, 2001) adalah:

- a. Fleksibel apabila diterapkan pada distribusi yang berbeda untuk frekuensi dan *impact* distribusi.
- b. Tingkat akurasi sangat tinggi apabila iterasi dilakukan dalam jumlah besar (>10.000).
- c. *Software* tersedia, dengan mudah dapat menggunakan fungsi *Excel* pada *spreadsheet*.

Sedangkan kekurangan metode simulasi *Monte Carlo*, antara lain adalah:

- a. Waktu perhitungan yang cukup lama.
- b. *Model risk* karena metode ini sangat bergantung pada model proses *stochastic* dan variasi sampling. Apabila digunakan ukuran sampel yang kecil dapat menyebabkan simpangan kesalahan yang cukup besar. Oleh karena diperlukan cukup banyak data (minimal satu tahun) guna mendapatkan prediksi skenario yang baik.

2.3.6 Operational Value at Risk

Berdasarkan sudut pandang risiko pasar di industri perbankan, yang dimaksud dengan *Value at Risk* (VaR) adalah maksimum kerugian yang akan ditanggung suatu bank untuk suatu rentang waktu tertentu (*time horizon*), dalam kondisi normal dengan *degree of freedom* dengan tingkat keyakinan tertentu (Cruz, 2002). Konsep ini berlaku pula perhitungan *Operational VaR*.

Terdapat dua perbedaan mendasar antara VaR model berdasarkan konsep risiko pasar dan berdasarkan konsep risiko operasional, yaitu:

- Diasumsikan bahwa risiko pasar di industri perbankan memiliki bentuk distribusi normal, sedangkan risiko operasional pada umumnya memiliki bentuk distribusi tidak normal.
- Risiko pasar tidak mpedulikan pada frekuensi kerugian, dengan kata lain lebih memperhatikan pada besarnya kerugian daripada frekuensi terjadinya kerugian dimaksud. Namun dalam risiko operasional perlu mempertimbangkan frekuensi kerugian operasional dan besarnya severitas kerugian operasional.

2.3.7 Back Testing

Back testing merupakan suatu proses yang digunakan untuk menguji validitas model pengukuran potensi kerugian operasional. Pengujian validitas model ini dimaksudkan untuk mengetahui akurasi model risiko operasional yang digunakan

dalam memproyeksi potensi kerugiannya. Cara pengujian validitas model dengan *back testing* adalah dengan membandingkan nilai *value at risk* risiko operasional dengan realisasi kerugian operasional dalam suatu periode waktu tertentu. Validasi dapat dilakukan dengan *backtesting*, *stress testing*, dan ataupun *review* oleh pihak independen.

Menurut Cruz (2002), *operational back testing* dilakukan dengan membandingkan prediksi VaR berdasarkan data historis dengan kerugian aktual yang terjadi. Model dapat diterima apabila jumlah penyimpangan dari nilai VaR dengan kerugian aktual tidak melebihi batas yang disyaratkan. Salah satu model statistik *back testing* dengan menggunakan *Kupiec Test*. *Kupiec test* menguji apakah *violations ratio* (*number of exceptions / total sampel*) dari model cocok dengan tingkat keyakinan yang dikehendaki melalui tes $H_0: p = p^*$ dengan *likelihood ratio* (LR) *test statistics*.

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

dimana:

LR = Loglikelihood Ratio

A = probabilita kesalahan di bawah hipotesis nol

V = jumlah kesalahan estimasi

T = jumlah data observasi.

Nilai LR tersebut kemudian dibandingkan dengan *Chi-square critical value* (cv) dengan derajat bebas (DF) satu pada tingkat keyakinan yang dikehendaki. Apabila nilai LR lebih besar dibandingkan dengan *Chi-square* (χ^2) cv, *null hypothesis* ditolak maka model perhitungan risiko tersebut tidak akurat dan sebaliknya jika nilai LR lebih kecil dari *Chi-square* (χ^2) cv, *null hypothesis* tidak ditolak maka model perhitungan risiko akurat.



BAB 3

DATA DAN METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Data

PT.X pada awalnya adalah merger dari 3 (tiga) perusahaan pada tahun 2000. PT.X terdiri dari PT.A yang berkonsentrasi pada perakitan unit *assy* sepeda motor, PT.B yang berkonsentrasi pada pembuatan *engine assy* sepeda motor dan PT.C yang memproduksi komponen-komponen pendukung sepeda motor.

PT.X mempunyai jaringan pemasaran yang luas di seluruh Indonesia dan mempunyai *after sales service* yang luas pula. PT.X merupakan produsen terbesar di bisnis *manufacturing* sepeda motor dan mempunyai *image* yang sangat baik di mata konsumen *otomotif* di Indonesia. *Image* yang baik tersebut sangatlah penting untuk dijaga karena dapat mempengaruhi besarnya pangsa pasar. Oleh karena itu PT.X membuat jaringan penjualan dan bengkel yang luas. *claim spare part* merupakan salah satu permasalahan yang dihadapi PT.X. Data *claim spare part* diperoleh dari jaringan bengkel yang luas tersebut.

Penelitian ini menggunakan data yang merupakan *actual loss data* berdasarkan hasil laporan *claim spare part* selama 24 (dua puluh empat) bulan mulai bulan Januari tahun 2007 sampai dengan tahun 2008 bulan Desember di PT.X. Data tersebut merupakan data kerugian operasional yang berasal dari *claim spare part*. Data *claim spare part* sepeda motor didasarkan pada laporan data yang di-rekap oleh bagian *spare part quality claim*, yang berada pada divisi *product quality engineering* (PQE). Data *claim spare part* ini meliputi pencatatan atas *claim* yang dilaporkan oleh pelanggan melalui semua *delear* di Indonesia. Kerugian timbul karena PT.X berkewajiban untuk memperbaiki komponen yang bermasalah ataupun jasa kerja yang harus dilakukan.

Data kerugian operasional hanya dibatasi pada *claim spare part* sepeda motor tipe 125 cc yang terdiri dari *Cub Fuel Injection* (NF 125 PGM-FI), *cub disc brake* (NF 125 T) dan *cub casting wheel* (NF 125 S) karena mempunyai pangsa pasar yang besar dan salah satu tipenya mempunyai komponen yang relatif lebih mahal karena menggunakan teknologi *Fuel Injection* yang berbeda dari tipe lainnya. Teknologi tersebut nantinya akan diterapkan untuk tipe-tipe yang lainnya dalam rangka untuk menjaga udara hasil pembakaran tetap ramah lingkungan.

Kinerja tipe 125 cc tersebut diharapkan dapat menjadi ukuran risiko operasional PT.X dalam berkompetisi di industri manufaktur otomotif.

**Tabel 3.1 Rekap *Frequency of Loss Distribution* PT.X
Selama Periode Januari 2007 - Desember 2008**

No	Tahun				Total
	2007		2008		
	Event	%	Event	%	
0	2	16.67%	0	0.00%	2
1	3	25.00%	0	0.00%	3
2	3	25.00%	0	0.00%	3
3	3	25.00%	0	0.00%	3
4	1	8.33%	3	25.00%	4
5	0	0.00%	0	0.00%	0
6	0	0.00%	2	16.67%	2
7	0	0.00%	0	0.00%	0
8	0	0.00%	0	0.00%	0
9	0	0.00%	1	8.33%	1
10	0	0.00%	0	0.00%	0
11	0	0.00%	1	8.33%	1
12	0	0.00%	0	0.00%	0
13	0	0.00%	1	8.33%	1
14	0	0.00%	0	0.00%	0
15	0	0.00%	0	0.00%	0
16	0	0.00%	0	0.00%	0
17	0	0.00%	1	8.33%	1
18	0	0.00%	0	0.00%	0
19	0	0.00%	0	0.00%	0
20	0	0.00%	1	8.33%	1
21	0	0.00%	1	8.33%	1
22	0	0.00%	0	0.00%	0
23	0	0.00%	0	0.00%	0
24	0	0.00%	0	0.00%	0
25	0	0.00%	0	0.00%	0
26	0	0.00%	0	0.00%	0
27	0	0.00%	1	8.33%	1
TOTAL	12	100%	12	100%	24

Sumber: Data Kerugian Claim Spare parts PT X, diolah, Excel

Dari proses penerimaan bahan baku hingga proses *assembling* unit sepeda motor merupakan proses yang banyak melibatkan tenaga kerja yang dimulai dari proses *casting* terhadap bahan baku alumunium, proses *machining*, proses *assembling engine*, proses *press* terhadap bahan baku *coil*, proses *welding*, proses *rim forming*, proses *painting steel*, proses *painting plastik* dan proses *assembling unit* akhir. Produk sepeda motor unggulan ditentukan oleh kualitas yang dibangun dari tiap proses yang dilalui. Oleh sebab itu, dibutuhkan keahlian dan

ketrampilan dari para tenaga kerja dalam melakukan setiap proses pembuatan sepeda motor. Pada Tabel 3.1 dan 3.2 disajikan rangkuman dari data bulanan yang digunakan dalam penelitian ini.

**Tabel 3.2 Rekap *Severity of Loss Distribution* PT.X
Selama Periode Januari 2007 - Desember 2008**

NO EVENT	DATA SET
1	Rp 1,246,499
2	Rp 1,499,999
3	Rp 1,613,651
4	Rp 3,115,035
5	Rp 3,307,828
6	Rp 3,798,749
7	Rp 3,863,891
8	Rp 8,683,775
9	Rp 9,574,211
10	Rp 11,674,832
11	Rp 12,553,210
12	Rp 14,415,578
13	Rp 19,579,190
14	Rp 22,014,670
15	Rp 22,030,609
16	Rp 45,198,292
17	Rp 46,260,245
18	Rp 61,788,712
19	Rp 88,901,782
20	Rp 116,466,966
21	Rp 129,368,894
22	Rp 135,941,028

Sumber: Data Kerugian Claim Spare part PT X, diolah, Excel

Dari data di Tabel 3.1 di atas ini dapat dilihat bahwa frekuensi kerugian operasional menunjukkan tren yang semakin meningkat. Hal ini tercermin pada data dalam kurun waktu tahun 2007 dari bulan Januari sampai dengan Desember dimana transaksi yang tidak mengalami kerugian operasional sama sekali adalah sebanyak 2 kali dalam setahun atau sebesar 16.67%, frekuensi kerugian operasional sebanyak 1 kali adalah sebanyak 3 kali dalam setahun atau sebesar 25.00 %, frekuensi kerugian operasional sebanyak 2 kali adalah sebanyak 3 kali

dalam setahun atau sebesar 25 % ,selanjutnya dapat terlihat pada tabel 3.1 tersebut. Frekuensi kerugian operasional sebanyak 1 kali, 2 kali dan 3 kali sedangkan frekuensi kerugian operasional sebanyak 4 kali naik menjadi 3 kali atau sebesar 25 % dan frekuensi kerugian operasional tersebut terus meningkat dalam kurun waktu tahun 2008 sampai dengan 27 kali atau sebesar 8.33%. Frekuensi kerugian semakin menunjukkan peningkatan dari tahun 2007 ke tahun 2008.

Dari data Tabel 3.2, menunjukkan rangkuman data kerugian operasional PT.X selama 24 bulan yang dihitung berdasarkan total nilai kerugian per bulan di PT.X. Nilai kerugian terkecil yang terjadi adalah Rp 1,246,499,- yang disebabkan karena *pin con rod* gerakannya tidak stabil dan yang terbesar yang terjadi adalah Rp 135,941,028,- yang disebabkan 27 *claim* yaitu *horn* sember, *auto fuel cock* bocor atau tidak berfungsi, *bearing* oblok, *valve* tidak berfungsi karena terjadi kebocoran, bocor pada area *piston*, bocor pada area *plug cone*, bocor pada area sirip atau *bolt stud* pada *engine assy*, *rear cushion* bengkok, *rear cushion* bengkok keluar, *cylinder comp* baret garis, *gear position 2* mati, *horn* abnormal, *horn* mati, *motor starter* mati, part bocor dan kasar, rumah *bearing* longgar, *shutter key loss* indikasi ada jamur dan *winker* bocor yang tersebar dalam 164 total frekuensi kerugian. Untuk nilai kerugian yang terjadi dari tahun 2007 hingga tahun 2008 juga menunjukkan trend kenaikan yang cukup signifikan. Hal ini tercermin pada data Tabel 3.3. Data nilai kerugian ini juga didukung oleh data yang berasal data distribusi frekuensi yang juga menunjukkan kenaikan dari tahun 2007 hingga tahun 2008. Kesalahan di dalam proses pembuatan sepeda motor yang mengakibatkan kerugian bisa dimulai dari proses *sampling* pembelian komponen dari *sub contractor*, proses *casting*, proses *machining*, proses *assembling engine*, proses *press*, proses *welding*, proses *rim forming*, proses *painting steel*, proses *painting plastic*, proses *assembling unit* akhir dan kesalahan kontrol kualitas. Dengan meningkatnya *quantity* sepeda motor yang dibuat oleh PT.X mengakibatkan lemahnya kontrol dari masing – masing bagian terhadap proses-proses yang ada..

Tabel 3.3 Rekap Pertahun Severity of Loss Distribution PT.X
Periode Januari 2007 - Desember 2008

PERIODE	NILAI KERUGIAN
2007	Rp 122,976,246
2008	Rp 639,921,398
Total	Rp 762,897,643

Sumber: Data Kerugian Internal Process PT X, diolah, Excel

3.2 Statistif Deskriptif

Langkah awal dalam menentukan indikiator karakteristik risiko adalah perhitungan *central tendency* dan *dispersion*, seperti *mean*, *median*, *variance* dan *standard deviation*. Sebaliknya dalam menentukan *underlying probability distribution* risiko operasional, parameter *mean* dan standar deviasi saja tidak cukup. Oleh karena itu diperlukan parameter lain yang akan lebih mewakili karakteristik data dari risiko operasional terutama dari segi bentuk (*shape*) distribusi, yaitu *skew* dan *kurtosis*. Statistik Deskriptif merangkum semua parameter yang digunakan.

Perhitungan indikator-indikator risiko operasional menggunakan fungsi *Excel* dengan formula yang tersedia di dalam *spreadsheets*, sebagai berikut:

- *Mean* (μ) atau *location parameter* → “=average(data range)”,
- *Median* (Me) → “=median(data range)”,
- *Standar deviation* (σ) atau *scale parameter* → “=stdev(data range)”
- *Skewness* (δ) → “=skew(data range)” dan *kurtosis* (Ψ) → “=kurt(data range)” atau dapat juga secara otomatis dengan *Tools* → *Data Analysis* → *Descriptive Statistics* → *Input Range* (blok *data range*), kemudian klik tanda *check list* pada *Summary Statistics* → *Ok*.

Tabel 3.4 *Descriptive Statistics Frequency of Loss PT.X*

Keterangan	Nilai
Skewness	1.45686
Kurtosis	1.22533
Maximum	27
Minimum	0
Mean	6.83333
Median	4
Count	24
Standard Deviation	7.48138

Sumber: PT.X, diolah, Excel

Data pada Tabel 3.4, dapat memberikan kesimpulan bahwa distribusi yang terbentuk dari *frequency of loss* risiko operasional yang didapatkan dari *claim spare part* adalah distribusi tidak normal. Indikasi ini terlihat dari nilai salah satu indikator risiko operasional yaitu *skewness*. Seperti telah dijelaskan pada Tabel 2.1, halaman 12, dimana nilai *skewness* untuk distribusi normal adalah nol dan nilai *kurtosis* adalah tiga. Selain itu, untuk distribusi normal memiliki $\mu = 0$ dan $\sigma = 1$. Namun pada Tabel 3.3, *frequency of loss distribution* yang disebabkan oleh *claim spare part* memiliki nilai *skewness* di atas nol ($\delta > 0$) dan nilai *kurtosis* kurang dari tiga ($\Psi < 3$).

Pada parameter *mean* (μ) dengan nilai 6.83333 dan standar deviasi (σ) 7.48138 menunjukkan bahwa distribusi frekuensi memiliki kemungkinan pola distribusi *poisson* atau *geometric*. Berdasarkan nilai parameter *mean*, *median* pada risiko operasional yang disebabkan oleh *claim spare part*, dimana nilai *mean* lebih besar dari nilai *median* ($6.83333 > 4$) dan nilai *skewness* (δ) sebesar 1,45686 lebih besar dari nol ($\delta > 0$) maka bentuk distribusi menceng ke kanan (*positively skewed distribution*). Sedangkan puncak distribusi terbentuk agak datar atau merata (*platykurtic*) karena nilai *kurtosis* (Ψ) sebesar 1,22533 ($\Psi < 3$).

Tabel 3.5 *Descriptive Statistics Severity of Loss PT.X*

Keterangan	Nilai
Skewness	1.55134
Kurtosis	1.18245
Maximum	135,941,028
Minimum	0
Mean	31,787,401.80000
Median	12,114,021.15000
Count	24
Standard Deviation	42,992,961.89829

Sumber: PT.X, diolah, Excel

Sedangkan pada Tabel 3.5 nilai dari indikator-indikator risiko operasional yaitu *mean*, *median*, *skewness* dan *kurtosis* untuk risiko operasional yang disebabkan oleh *claim spare part* menunjukkan bahwa distribusi *severity* yang terbentuk tidak normal dimana seluruh nilai *skewness* diatas nol ($\delta > 0$) dan *kurtosis* kurang dari tiga ($\Psi < 3$). Dapat dilihat dari data yang disajikan pada Tabel 3.5, nilai *median* risiko operasional disebabkan oleh *claim spare part* memiliki nilai lebih kecil dari nilai *mean*-nya maka ada dugaan bahwa distribusi *severity* adalah distribusi *Lognormal* atau distribusi *Exponential*.

Selain melihat pada parameter-parameter *mean* dan *median*, melalui nilai *skewness* yang lebih besar dari nol yakni 1.55134 maka distribusi yang terbentuk adalah *positively skewed distribution*. Sedangkan puncak distribusi *severity of loss* berbentuk *platykurtic distribution* atau distribusi memiliki puncak yang agak mendatar atau merata (*kurtosis* memiliki *short tails*) karena *actual loss* distribusi *severity* memiliki nilai *kurtosis* yang positif lebih kecil yaitu 1.18245 ($\Psi < 3$)

3.3 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan uraian mengenai langkah-langkah yang diterapkan dalam karya akhir ini. Berikut ini merupakan uraian mengenai metodologi penelitian dan *flowchart* sebagai berikut:

- Pengumpulan data *report* kerugian operasional *claim spare part*

Pengumpulan data kerugian yang berasal dari *claim spare part* didapat dari bagian *spare part quality claim* PT.X. Pengumpulan data kerugian dilakukan dari data bulanan yang terjadi selama 24 bulan ditambah selama 6 bulan untuk proses perhitungan *back testing*. Data ini digunakan untuk perhitungan metode *LDA*

Aggregation selama 24 bulan dan untuk perhitungan *back testing* selama 6 bulan baik untuk data frekuensi maupun data severitas.

- Membuat *Frequency of Loss Distribution*

Dari data PT.X sebanyak 164 *claim spare part* selama 2 tahun di PT.X dihitung berapa banyak kerugian yang terjadi setiap bulan yang dimulai dari yang tidak pernah terjadi hingga maksimal sebanyak 27 kali dalam sebulan. Data tersebut dikelompokkan menurut urutan *number of event* dan frekuensi observasi. Kemudian, dilakukan perhitungan frekuensi observasi secara kumulatif. Setelah itu dilakukan pengujian jenis *frequency of loss distribution* dengan asumsi distribusi *Poisson* maka perhitungan *cumulative probability* dengan fungsi Excel adalah “=poisson (x, mean, cumulative). Dalam hal ini *mean* yang dimaksud di fungsi Excel adalah *lambda*. Sedangkan untuk perhitungan dengan asumsi distribusi *Binomial* untuk perhitungan *cumulative probability* dengan fungsi Excel adalah “=binomdist(number_s, trials, probability_s,cumulative).

- Membuat *Severity of Loss Distribution*

Tahapan yang diperlukan dalam perhitungan *severity of loss distribution* pada dasarnya sama dengan tahapan perhitungan *frequency of loss distribution*. Jika *severity of loss distribution* akan diuji dengan asumsi distribusi *Lognormal* maka *actual data* terlebih dahulu harus di-*ln*-kan dengan fungsi Excel “=ln(data)”. Untuk perhitungan *cumulative probability* dengan fungsi Excel “=lognormdist(data, mean ln (data), standard deviation ln(data))”. Sedangkan untuk perhitungan *cumulative probability* dari distribusi *Exponential* dengan fungsi Excel adalah dengan menggunakan “=expondist(data, lambda, cumulative)”.

- Pengujian Karakteristik *frequency of loss distribution* dan *severity of loss distribution*

Terdapat 2 (dua) pendekatan dalam melakukan pengujian karakteristik distribusi kerugian. Pendekatan pertama adalah melalui prosedur empiris. Pendekatan ini mudah untuk diterapkan dan dimengerti yang didasarkan pada karakteristik grafik distribusi yang dievaluasi. Ada dua pendekatan untuk penentuan *best fits distribution* yaitu dengan test grafik *Probability*

Plot (PP Plot) atau *Quantile Plot* (QQ Plot) dan *formal test statistics*. Pada karya akhir ini, Grafik PP Plot atau QQ Plot merupakan hasil olahan *actual loss* data dengan *software easyfit 5.2 professional* yang hanya digunakan dalam *severity of loss distribution* karena jumlah sample data yang digunakan lebih dari 5 (lima).

Pendekatan kedua untuk testing karakteristik distribusi adalah dengan *Goodness of Fit (GoF) test*. Test ini merupakan tahapan penentuan distribusi yang paling sesuai (*best fits*) secara perhitungan statistika untuk *frequency of loss distribution* dan *severity of loss distribution*. Untuk *formal test statistics* menggunakan *Kolmogorov-Smirnov (KS) goodness of fit test* dengan menggunakan *software easyfit 5.2 professional* dan fungsi-fungsi *Excel* pada *spreadsheets*.

- *Membuat Aggregated Loss Distribution*

Setelah mendapatkan *frequency of loss distribution* dan *severity of loss distribution* yang paling sesuai (*best fits*) maka kedua distribusi tersebut kemudian diaggregasi dengan menggunakan simulasi *Monte Carlo*. Kombinasi dua distribusi tersebut menghasilkan satu distribusi baru yaitu *Aggregation Loss Distribution* dan untuk selanjutnya akan digunakan untuk menghitung *Operational Value at Risk*. Tahapan ini dikenal juga dengan istilah *Model Aggregation Operational Value at Risk*.

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam *Aggregation Loss Distribution* adalah sebagai berikut:

- a. Penentuan *running number (Run#)*

Pada tahap ini dimulai dengan membuat kolom nomor urut mulai dari 1 sampai dengan 10.000 atau sebanyak simulasi yang diinginkan. *Running number* atau nomor urut ini akan digunakan untuk penentuan nilai *Operational Value at Risk*, yaitu urutan data keberapa yang akan digunakan sebagai nilai *Operational Value at Risk* disesuaikan dengan tingkat keyakinan yang dikehendaki.

- b. Penentuan *frequency of aggregation loss distribution*

Tahap berikut adalah penentuan *frequency of aggregation loss distribution*. Nilai frekuensi ini ditentukan secara otomatis melalui

fungsi *Excel*. Tahapan *frequency of aggregated loss distribution* pada fungsi *Excel* adalah sebagai berikut : *Tools* → *Data Analysis* → *Random Number Generation* → *Number of variables* sebesar satu karena yang akan digenerate adalah *frequency* → *Number of Random Numbers* sebanyak 10.000 atau jumlah simulasi yang dikehendaki → memilih *distribusi frequency* yang sesuai atau *fit (GoF Test)* → input parameter *distribusi frequency* yang sesuai. Sebagai contoh, apabila *frequency of aggregated loss distribution* yang sesuai atau *fit* adalah distribusi *Poisson* maka parameter yang di-input adalah nilai *lambda* (λ)nya sedangkan untuk distribusi *Binomial*, parameter yang digunakan adalah *probability of success* (p) dan *number of trials* (n). Setelah mendapatkan data frekuensi tersebut maka digunakan rumus *MAX ()* untuk mencari data maksimum. Sebagai contoh, jika diketahui nilai maksimumnya adalah 5 (lima) maka berarti ada peluang terjadinya maksimum lima kejadian dari simulasi sebanyak 10.000 kali.

c. Penentuan *severity of aggregation loss distribution*

Penentuan *severity* pada *aggregation loss distribution* ditentukan dari besarnya *frequency* yang dihasilkan oleh fungsi *Excel* melalui proses tahap kedua di atas. Setiap *frequency* menghasilkan probabilitas kejadian (*first, second* dan seterusnya) dengan menggunakan fungsi *Excel* “=rand()” dan besarnya *event* atau kejadian akan dihasilkan dengan menggunakan rumus *inverse* yang ada di fungsi *Excel*. Jika *severity of loss distribution* yang sesuai atau *fit* adalah distribusi *Lognormal* maka fungsi *Excel* yang digunakan adalah “=loginv(probability, mean=locationparameter, standard deviation = scale parameter)” dan gunakan rumus $(1/\lambda) \times \ln(1-P)$ apabila *severity of loss distribution* yang sesuai atau *fit* adalah distribusi *Exponential*.

d. Perhitungan nilai *Operational Value at Risk* dengan metode *Quantile*. Setelah kombinasi *frequency of loss distribution* dan *severity of loss distribution* menjadi *aggregation loss distribution* selesai maka tahap selanjutnya adalah perhitungan nilai *Operational VaR* dengan menjumlahkan seluruh kejadian atau *event severity of aggregated loss*

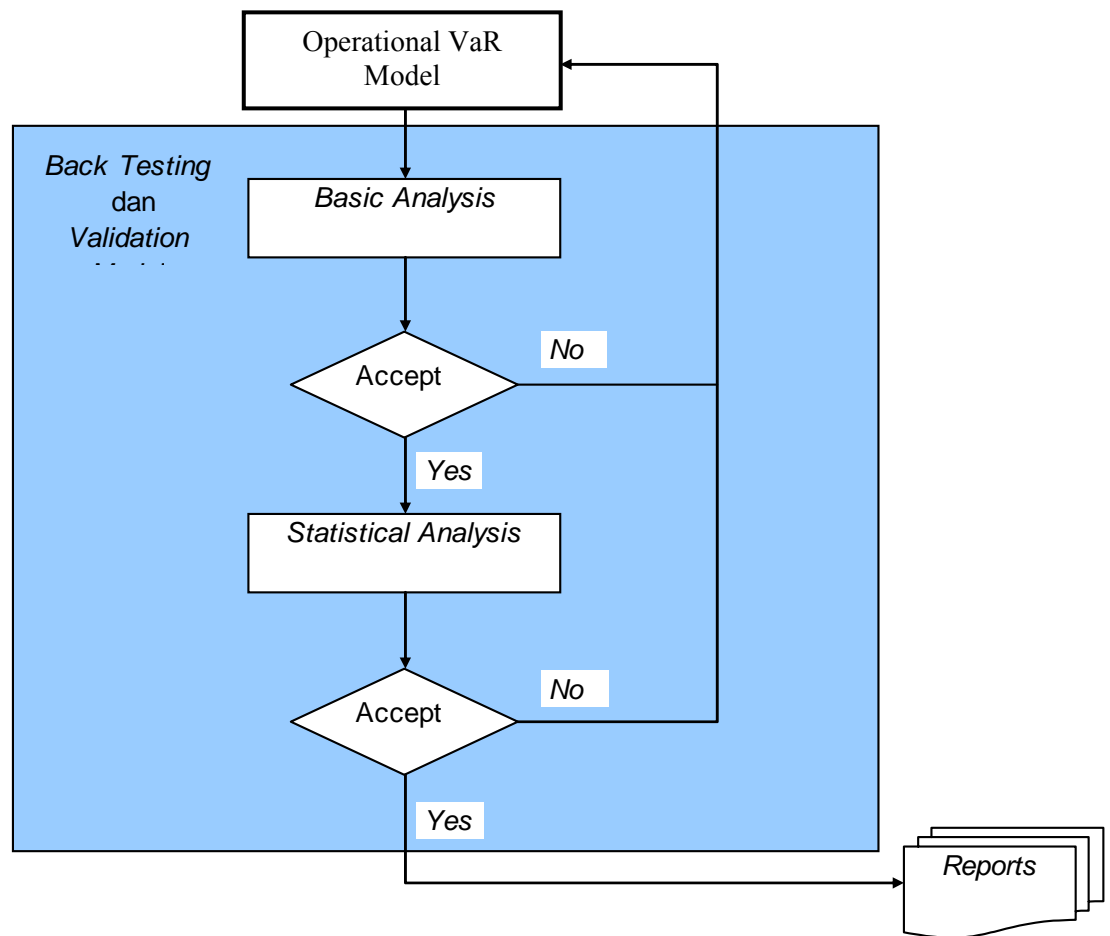
distribution sebanyak simulasi yang telah dilakukan sebanyak 10.000, dilanjutkan dengan mengurutkan total jumlah *severity* tersebut dari yang terbesar sampai yang terkecil dengan menggunakan fungsi Excel: *Data* → *Sort* → *Continue with current selection* → *Sort by "ordered total"* → *Descending* → *Ok*.

Setelah dilakukan pengurutan total jumlah *aggregated loss distribution (descending ordered)*, maka dilanjutkan tahapan pemilihan tingkat keyakinan yang dikehendaki, yaitu 95% atau 99%. Untuk tingkat keyakinan sebesar 95% maka nilai *Operational VaR* adalah $5\% \times 10.000$ (jumlah simulasi) = 500, artinya data ke-500 adalah nilai *Operational VaR* dengan tingkat keyakinan pada 95%. Sedangkan tingkat keyakinan sebesar 99% dapat dilakukan dengan cara yang sama dan data ke-100 adalah nilai *Operational VaR* dengan tingkat keyakinan 99% atau dapat juga dilakukan secara langsung dengan melihat pada kolom *aggregated quantile* yang telah diurutkan dari yang terbesar (99%) sampai yang terkecil (0%).

Dari perhitungan tersebut didapat hasil nilai *Operational VaR*. Nilai *Operational VaR* inilah yang digunakan untuk menghitung pencadangan yang dibutuhkan sehubungan dengan risiko operasional. Dengan menghitung *Operational VaR* maka perusahaan dapat mengetahui kerugian maksimal yang mungkin terjadi di masa yang akan datang.

e. Perhitungan *Back Testing*

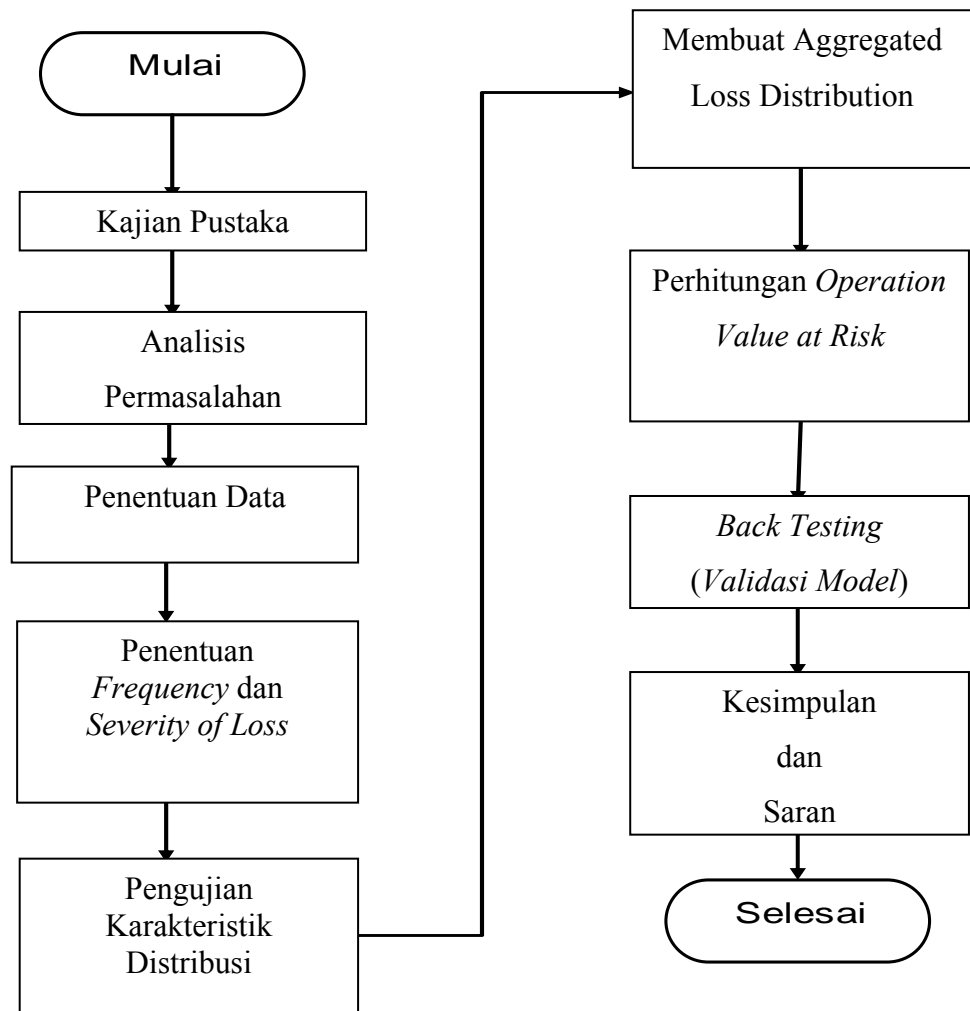
Back Testing atau uji validasi model dilakukan dengan *Kupiec Test (Statistical Analysis)* dengan tingkat keyakinan yang dipilih untuk mengetahui seberapa baik atau *valid* atas pendekatan atau model tersebut dalam mengestimasi kerugian maksimal yang mungkin terjadi pada masa yang akan datang. Pada dasarnya pengujian *back testing* ini dilakukan dengan membandingkan hasil estimasi kerugian maksimal (*Operational VaR*) dengan tingkat keyakinan tertentu dengan *actual operational loss* yang ada.



Gambar 3.1 Overview of The Back Testing Process

Sumber : Cruz, hal 109, 2003

3.4 Flowchart Penelitian



Gambar 3.2 Flow Chart Penelitian

Sumber : Olahan Peneliti



BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Masalah

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya pada Bab 1 dimana PT. X hingga saat ini masih belum memiliki suatu model perhitungan yang bisa digunakan untuk mengukur risiko operasional yang akan timbul. Perhitungan *Operational VaR* seharusnya dilakukan pada semua kerugian yang terkait dengan penyebabnya terjadinya kerugian operasional yaitu: *Claim spare part* yang disebabkan kegagalan proses produksi, kegagalan mengelola sumber daya manusia, kesalahan sistem dan risiko eksternal . Namun demikian, karena terbatasnya data yang tersedia maka perhitungan *Operational VaR* hanya difokuskan pada *claim spare part* dengan menggunakan penerapan perhitungan *Aggregation Model* dalam perhitungan risiko operasional terhadap risiko operasional yang timbul dari *claim spare part* tersebut.

PT. X telah memiliki data kerugian risiko operasional yang memadai di bagian *claim spare part* maka data ini dapat digunakan untuk proses pemodelan dan pengukuran potensi kerugian risiko operasional. Untuk melakukan pemodelan dan pengukuran potensi kerugian risiko operasional harus diketahui terlebih dahulu karakteristik dari distribusi kerugian risiko operasional. Distribusi data kerugian risiko operasional dapat dikelompokkan ke dalam distribusi frekuensi data kerugian dan distribusi severitas data kerugian. Distribusi frekuensi menunjukkan frekuensi terjadinya suatu jenis kerugian operasional dalam periode waktu tertentu tanpa melihat nilai atau rupiah kerugian. Sedangkan distribusi severitas data kerugian menunjukkan nilai rupiah kerugian dari jenis kerugian operasional dalam periode waktu tertentu.

Untuk melakukan perhitungan besarnya *Operational VaR*, langkah awal yang harus dilakukan adalah dengan melakukan pengujian atas jenis distribusi yang dipergunakan dalam penelitian ini. Pengujian jenis distribusi yang paling cocok (*Goodness of Fit Test*) berdasarkan data yang ada. Pengujian distribusi dilakukan dengan menggunakan bantuan *software Easyfit* dan fungsi *spreadsheet Excel*. Jika dalam pengujian jenis distribusi kerugian operasional dilakukan secara tepat dan benar maka akan diperoleh suatu pemodelan dengan menghitung potensi

kerugian yang akan timbul dengan tepat.

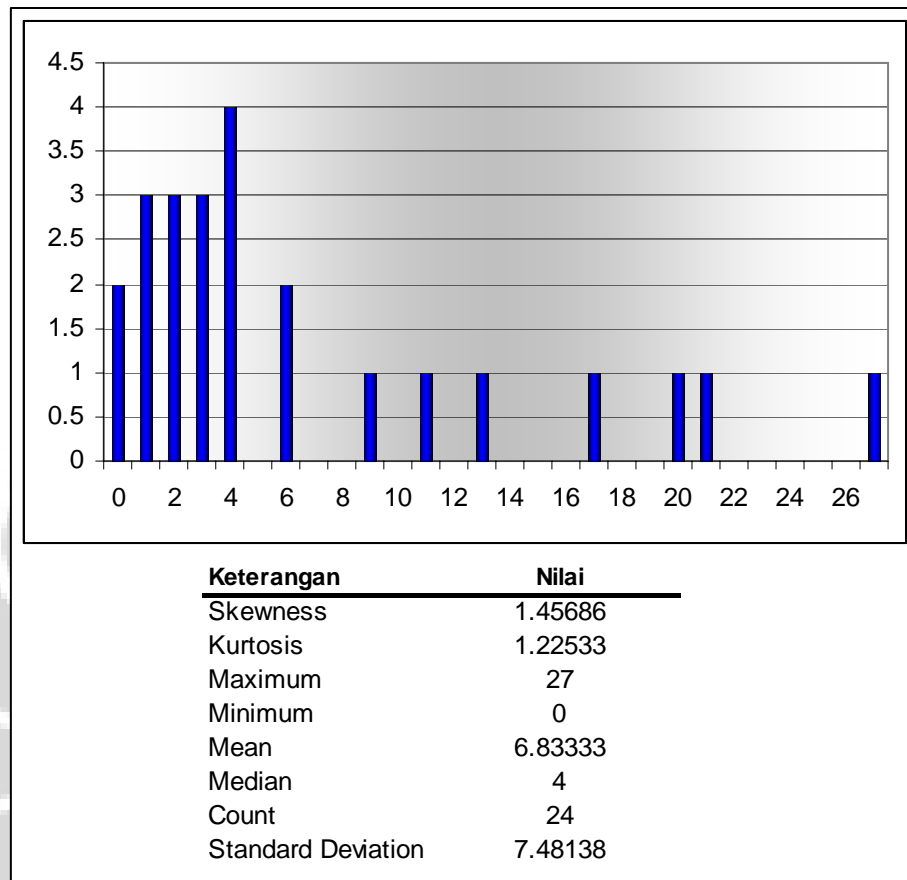
Sebagai contoh dari pengujian jenis distribusi frekuensi yang salah adalah misalnya distribusi frekuensi kerugian *claim spare part* sepeda motor yang didistribusikan dalam jenis distribusi *Poisson* tetapi diasumsikan sebagai distribusi *Binomial*. Hal ini akan menunjukkan bahwa dalam pemodelan potensi kerugian harus menggunakan *parameter* yang dihitung dari distribusi *Poisson* bukan dengan *parameter* yang dihitung dari distribusi *Binomial*. Distribusi frekuensi kerugian operasional *Poisson* mempunyai nilai *parameter* yang berbeda dengan *parameter* dari frekuensi distribusi *Binomial*.

Goodness of fit test (GoF) akan dilakukan dalam *formal test statistics* dengan membandingkan hasil perhitungan dengan tingkat keyakinan yang dikehendaki dan *degree of freedom* tertentu. Tes GoF didasarkan pada dua karakteristik distribusi dasar yaitu *cumulative distribution function* (cdf) dan *probability distribution function* (pdf). Prosedur tes statistik yang menggunakan karakteristik distribusi cdf disebut sebagai *distance test* karena ukuran yang digunakan adalah jarak (*distance*) terbesar antara cdf data yang ada dengan cdf distribusi yang diasumsikan. Sedangkan untuk prosedur tes statistik yang mempergunakan karakteristik distribusi pdf disebut sebagai area tes karena ukuran yang digunakan adalah area antara pdf data yang dievaluasi dengan pdf distribusi yang diasumsikan. Tes GoF merupakan tes dengan mempergunakan pengujian *Kolmogorov-Smirnov* (KS) berdasarkan data cdf sehingga tes GoF masuk dalam kelompok *distance test*.

4.2 Pengujian terhadap Distribusi Frekuensi dan Distribusi Severitas

4.2.1 Pengujian terhadap Distribusi Frekuensi

Seperti yang dijelaskan dalam Bab 3 sebelumnya berdasarkan Distribusi frekuensi kerugian operasional PT.X kemungkinan distribusi frekuensi memiliki pola distribusi *Geometric* atau *Poisson*. Hal ini terlihat dari Gambar 4.1 yang memperlihatkan grafik dari distribusi frekuensi dan data statistik. Pada *parameter mean* (μ) dengan nilai 6,8333 memiliki nilai yang lebih kecil dari *standard deviation* (σ) dengan nilai 7,48138 yang menunjukkan bahwa distribusi frekuensi memiliki kemungkinan pola distribusi *Geometric* atau *Poisson*.



Gambar 4.1 Grafik Distribusi Frekuensi

Sumber: Data Frekuensi terjadinya actual loss PT.X, diolah Excel

Untuk itu, perlu dilakukan tes lebih lanjut distribusi frekuensi manakah yang paling *fit*. Untuk itu digunakan Tes GoF dengan mempergunakan pengujian KS. Tes KS adalah tes yang didasarkan pada cdf distribusi yang diasumsikan. Jika distribusi yang diasumsikan ini benar maka nilai cdf harus mendekati dengan cdf dari data yang dievaluasi. Berdasarkan cdf dari distribusi yang diasumsikan dihitung dari nilai KS-nya untuk dibandingkan dengan nilai KS tes statistik. Jika nilai KS dari distribusi yang diasumsikan lebih kecil maka distribusi yang diasumsikan adalah benar. KS tes digunakan untuk menguji perbedaan antara data yang aktual dengan data yang *fitted*. Statistik KS diformulakan dalam rumus yang disebutkan dalam Bab 2.

Berdasarkan data pada Tabel 4.1, tes KS dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Data dihipotesiskan berdasarkan Distribusi secara *Poisson* sebagai

berikut:

H_0 : Data frekuensi *claim spare part* terdistribusi secara *Poisson*.

H_1 : Data frekuensi *claim spare part* tidak mengikuti distribusi secara *Poisson*.

- b. Besarnya $\lambda = 6,83333$. Nilai λ diperoleh dari pembagian jumlah dari perkalian *event* dengan observasi (164) dengan jumlah observasi frekuensi (24).
- c. Untuk perhitungan $F(x)$ teori mempergunakan fungsi Excel "*=poisson(x,mean,cumulative)*". Dalam perhitungan di fungsi Excel, *mean* yang dimaksud adalah λ .
- d. Lakukan uji statistik KS untuk mencari nilai *difference* maksimum (D-Max) sebagaimana tersaji dalam rumus 2.11, halaman 18. Nilai D-Max = 0,43625.
- e. Tentukan *critical value* pada $\alpha = 5\%$ dengan jumlah n sebanyak 24 (dua puluh empat). Dari hasil perhitungan, $\text{critical value}(0.05) = 1,36/\sqrt{n} = 0,27761$.
- f. Dari hasil tersebut dimana KS tes statistik D Max = 0,43625 > *critical value* 0,27761 maka data frekuensi *claim spare part* sepeda motor tipe NF 125 adalah tidak berdistribusi *Poisson*.

Tabel 4.1 Perhitungan Tes Kolmogorov-Smirnov untuk Distribusi Frekuensi Poisson

No.Event	Obs frek (O _i)	Obs frek cum	F(x) Teori	F(x) Obs	diff	D Abs
0	2	2	0.083333	0.001077	0.082256	0.082256072
1	3	5	0.208333	0.008439	0.199895	0.199894787
2	3	8	0.333333	0.03359	0.299744	0.299743729
3	3	11	0.458333	0.090878	0.367455	0.367455208
4	4	15	0.625	0.188746	0.436254	0.436253985
5	0	15	0.625	0.322499	0.302501	0.302501202
6	2	17	0.708333	0.474828	0.233505	0.233504978
7	0	17	0.708333	0.623531	0.084802	0.084802314
8	0	17	0.708333	0.750548	-0.04221	0.042214545
9	1	18	0.75	0.846987	-0.09699	0.096986604
10	0	18	0.75	0.912886	-0.16289	0.1628864
11	1	19	0.791667	0.953824	-0.16216	0.162157485
12	0	19	0.791667	0.977136	-0.18547	0.185469261
13	1	20	0.833333	0.98939	-0.15606	0.15605622
14	0	20	0.833333	0.99537	-0.16204	0.162037156
15	0	20	0.833333	0.998095	-0.16476	0.164761805
16	0	20	0.833333	0.999259	-0.16593	0.165925457
17	1	21	0.875	0.999727	-0.12473	0.124726533
18	0	21	0.875	0.999904	-0.1249	0.124904102
19	0	21	0.875	0.999968	-0.12497	0.124967964
20	1	22	0.916667	0.99999	-0.08332	0.083323117
21	1	23	0.958333	0.999997	-0.04166	0.041663551
22	0	23	0.958333	0.999999	-0.04167	0.041665756
23	0	23	0.958333	1	-0.04167	0.041666411
24	0	23	0.958333	1	-0.04167	0.041666598
25	0	23	0.958333	1	-0.04167	0.041666649
26	0	23	0.958333	1	-0.04167	0.041666662
27	1	24	1	1	1.08E-09	1.07961E-09
TOTAL	24				D Max =	0.436253985

Sumber: Data frekuensi terjadinya kerugian claim spare part PT. X, diolah, Excel.

Pada tabel 4.2 di bawah ini menunjukkan perhitungan Tes KS untuk distribusi frekuensi Geometric. Perhitungannya sama dengan perhitungan yang dijelaskan pada Tabel 4.1. Perbedaannya hanya terletak pada penentuan perhitungan kolom F(x) teori dimana untuk perhitungan distribusi frekuensi *Geometric* menggunakan fungsi *Excel* yang dikombinasikan dengan *software Easyfit* “=geometricCdf (number_s, probability). Untuk nilai *number_s* diambil dari *nomor event* dan untuk *probability (p)* sebagai, didapat dari perhitungan *software* paduan Excel dan Easyfit yaitu sebesar 0,12766. Dari hasil tersebut diketahui bahwa KS tes statistik D Max sebesar $0,13016 < critical\ value$ sebesar 0,27761 maka data frekuensi proses *claim spare part* adalah berdistribusikan secara *Geometric*.

Tabel 4.2 Perhitungan Tes Kolmogorov-Smirnov untuk Distribusi frekuensi Geometric

No.Event	Obs frek (O _i)	Obs frek cum	F(x) Teori	F(x) Obs	diff	D Abs
0	2	2	0.083333	0.12766	-0.04433	0.044326667
1	3	5	0.208333	0.239023	-0.03069	0.030689591
2	3	8	0.333333	0.336169	-0.00284	0.002835925
3	3	11	0.458333	0.420914	0.037419	0.037419443
4	4	15	0.625	0.49484	0.13016	0.130159977
5	0	15	0.625	0.559329	0.065671	0.065671254
6	2	17	0.708333	0.615585	0.092748	0.092748495
7	0	17	0.708333	0.664659	0.043674	0.043674056
8	0	17	0.708333	0.707469	0.000864	0.000864459
9	1	18	0.75	0.744813	0.005187	0.005186602
10	0	18	0.75	0.777391	-0.02739	0.027390519
11	1	19	0.791667	0.805809	-0.01414	0.014142179
12	0	19	0.791667	0.830599	-0.03893	0.038932622
13	1	20	0.833333	0.852225	-0.01889	0.01889165
14	0	20	0.833333	0.87109	-0.03776	0.037756609
15	0	20	0.833333	0.887547	-0.05421	0.054213267
16	0	20	0.833333	0.901902	-0.06857	0.068569068
17	1	21	0.875	0.914426	-0.03943	0.03942554
18	0	21	0.875	0.92535	-0.05035	0.050349976
19	0	21	0.875	0.93488	-0.05988	0.059879798
20	1	22	0.916667	0.943193	-0.02653	0.026526376
21	1	23	0.958333	0.950445	0.007888	0.007888314
22	0	23	0.958333	0.956771	0.001562	0.001562125
23	0	23	0.958333	0.96229	-0.00396	0.003956462
24	0	23	0.958333	0.967104	-0.00877	0.008770547
25	0	23	0.958333	0.971303	-0.01297	0.012970066
26	0	23	0.958333	0.974967	-0.01663	0.016633474
27	1	24	1	0.978163	0.021837	0.021837456
TOTAL	24				D Max =	0.13016

Sumber: Data frekuensi terjadinya kerugian claim spare part PT. X, diolah, Excel.

Kesimpulan hasil perhitungan pada Tabel 4.3 di bawah memperlihatkan bahwa uji GoF pada Distribusi *Poisson* dan *Geometric* adalah distribusi frekuensi kerugian merupakan distribusi *Geometric* karena signifikan memiliki nilai *D Max* yang lebih kecil dari *Critical Value*.

Tabel 4.3 Hasil Perbandingan Tes Kolmogorov-Smirnov untuk Distribusi Frekuensi Poisson dan Distribusi Geometric

	Kolmogorov Smirnov (KS)Test	
	Distribusi Poisson	Distribusi Geometric
Tes Statistik	0.43625	0.13016
C.Val;CL(95%)	0.27761	0.27761
Hipotesis	Ho: Data kerugian berdistribusi Poisson H1: Data kerugian tidak berdistribusi Poisson	Ho : Data kerugian berdistribusi Geometric H1: Data kerugian tidak berdistribusi Geometric
Hasil CL (95%)	KS tes statistik > critical value KS	KS tes statistik < critical value KS
Kesimpulan	Ho tidak ditolak (pada CL 95%) Data kerugian tidak berdistribusi Poisson	Ho ditolak (pada CL 95%) Data kerugian berdistribusi Geometric

Sebagai tambahan hasil perbandingan pengujian dengan menggunakan software Easy Fit berikut ini Tabel 4.4 di bawah memperlihatkan bahwa uji GoF pada Distribusi *Poisson* dan *Geometric* adalah distribusi frekuensi kerugian merupakan distribusi *Geometric* karena signifikan memiliki nilai *AD* yang lebih kecil dari *Critical Value (CV)* yaitu $AD = 0.71531$ dan $CV = 0.72646$. Sehingga memperkuat hipotesis bahwa data kerugian berdistribusi *Geometric*.

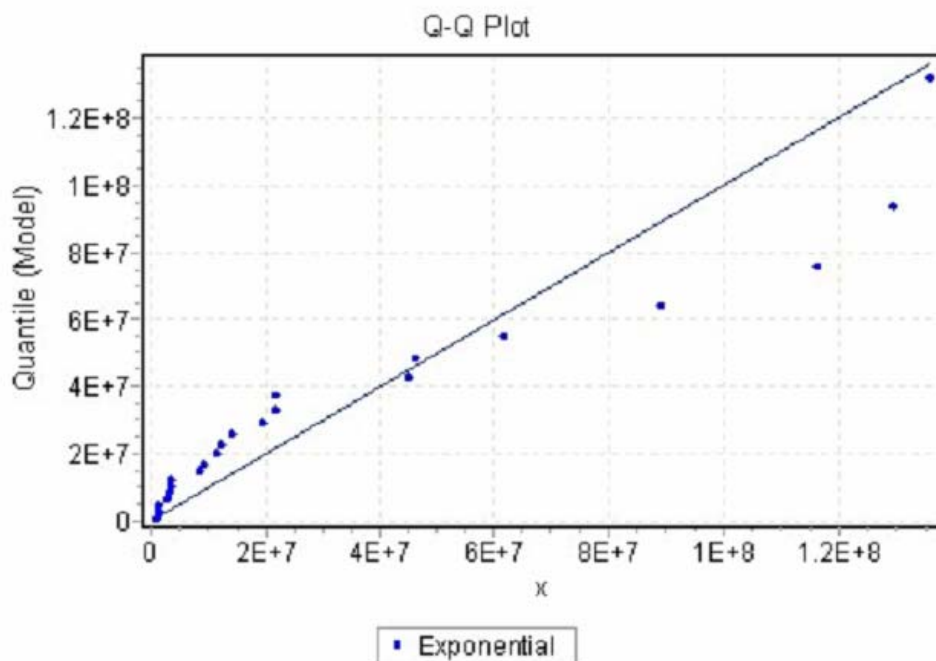
Tabel 4.4 Hasil Perbandingan Tes Anderson-Darling untuk Distribusi Frekuensi Poisson dan Distribusi Geometric

	Anderson Darling (AD)Test	
	Distribusi Poisson	Distribusi Geometric
Tes Statistik	15.60300	0.71531
C.Val;CL(95%)	0.72646	0.72646
Hipotesis	Ho: Data kerugian berdistribusi Poisson H1: Data kerugian tidak berdistribusi Poisson	Ho : Data kerugian berdistribusi Geometric H1: Data kerugian tidak berdistribusi Geometric
Hasil CL (95%)	AD tes statistik > critical value AD	AD tes statistik < critical value AD
Kesimpulan	Ho tidak ditolak (pada CL 95%) Data kerugian tidak berdistribusi Poisson	Ho ditolak (pada CL 95%) Data kerugian berdistribusi Geometric

4.2.2 Pengujian terhadap Distribusi Severitas

Pendekatan dengan menggunakan *graphical test* dengan cara *visual* adalah dengan membandingkan *actual loss* dengan *reference line* yang ditampilkan dengan garis lurus terputus – putus seperti yang disajikan *PP (Probability-Probability) Plot* dan *QQ Quantile –Quantile Plot*. Untuk *PP Plot* menggambarkan *plot* distribusi dari data yang diinput (P_i) dibandingkan dengan hasil distribusi ($F(x_i)$). Sedangkan untuk *QQ Plot* menggambarkan *plot* dari nilai *percentile* dari distribusi yang diinput (x_i) dibandingkan dengan nilai *percentile* dari distribusi ($F'(P_i)$). Jika *plot* semakin mendekati linear maka distribusi semakin *fit*.

Dengan bantuan *software Easyfit* maka ditampilkan gambar grafik *PP Plot* dan *QQ Plot* untuk distribusi *Lognormal* dan *Exponential* di bawah ini sebagai



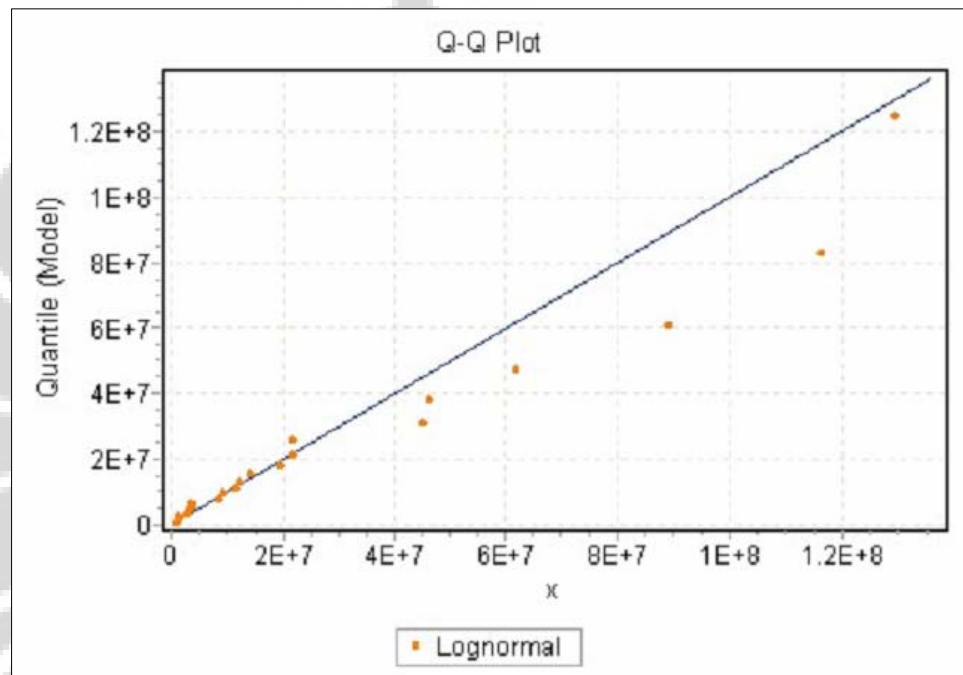
Gambar 4.2 QQ Distribusi Exponential

Sumber: Data Severitas Claim spare part PT.X, diolah, Easyfit

Seperti terlihat pada Gambar 4.2 yang menjelaskan distribusi *Exponential* dengan *reference line*. Pada gambar tersebut *QQ Plot* distribusi *Exponential* bergerak menjauhi *reference line*. Hal ini berarti *actual loss* data risiko operasional *claim spare part* kecil kemungkinan distribusi berpolakan distribusi

Exponential.

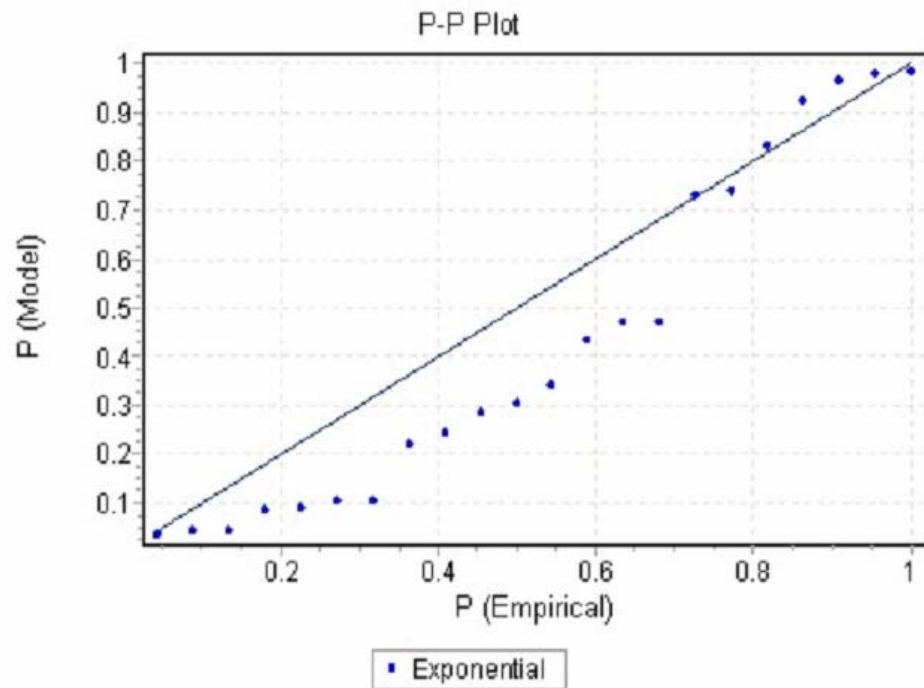
Namun sebaliknya Gambar 4.3 di bawah ini, dimana *actual loss* dengan hipotesis distribusi *Lognormal* memiliki jarak yang lebih dekat dengan *reference line* bila dibandingkan dengan Gambar 4.2. Pada gambar tersebut, grafik QQ Plot hampir mendekati *reference line*. Ini kemungkinan ada data *actual loss* berdistribusikan *Lognormal*.



Gambar 4.3 QQ Distribusi *Lognormal*

Sumber: Data Severitas Claim spare partPT.X, diolah, Easyfit

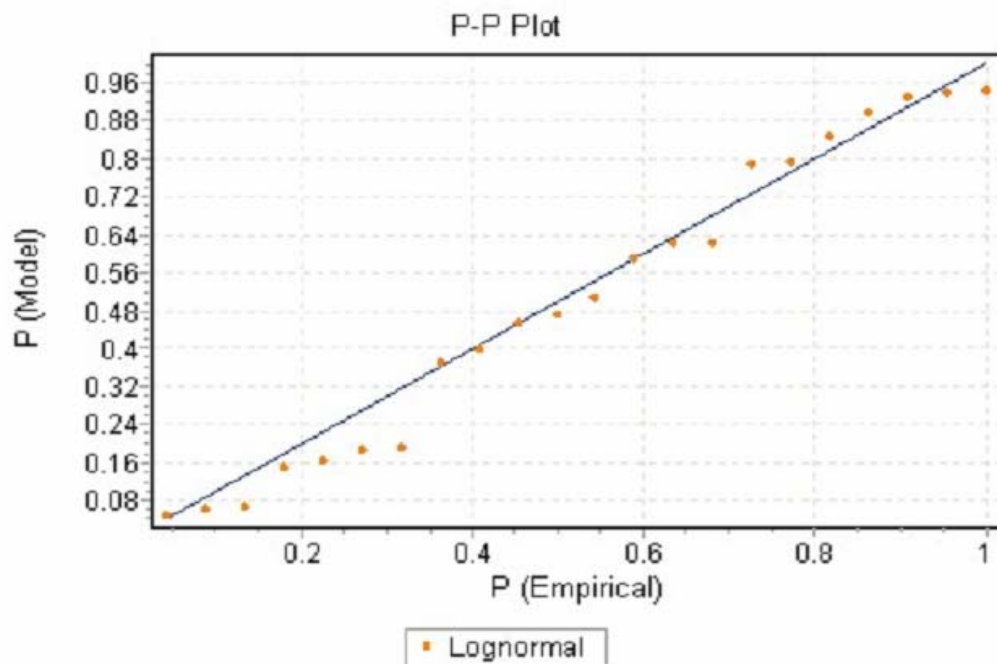
Seperti yang terlihat pada Gambar 4.4 di bawah ini, *PP Plot* hampir mendekati *reference line* dan ini berarti bahwa data *actual loss* kemungkinan berdistribusi berpola distribusi *Exponential*. Namun demikian, *graphical test* juga menyajikan distribusi frekuensi *fit* lainnya yaitu distribusi *Lognormal*. Hal ini terlihat pada Gambar 4.5, *actual loss data* dengan hipotesis distribusi *Lognormal* memiliki jarak yang lebih dekat dan lebih rapat dengan *reference line* apabila dibandingkan dengan Gambar 4.4, distribusi *Exponential*.



Gambar 4.4 PP Distribusi *Exponential*

Sumber: Data Severitas Claim spare part PT.X, diolah, Easyfit

Jadi berdasarkan hasil *QQ Plot* untuk risiko operasional dengan faktor *claim spare part* kemungkinan distribusi *Lognormal* karena *actual loss* dengan hipotesis distribusi *Lognormal* memiliki jarak yang lebih dekat dengan garis *reference line*. Sedangkan hasil *PP Plot*, untuk risiko operasional dengan faktor *claim spare part* terdapat kemungkinan distribusi yang terbentuk yaitu distribusi *Lognormal* karena lebih mendekati *reference line* dibandingkan dengan distribusi *Exponential* yang agak menjauh dari *reference line*. Untuk lebih memastikan, dibutuhkan uji test pendekatan kedua yaitu dengan *formal test statistics* untuk menentukan distribusi yang paling *fit* untuk risiko operasional dengan faktor *claim spare part* PT. X.



Gambar 4.5 PP Distribusi *Lognormal*

Sumber: Data Severitas Claim spare part PT.X, diolah, Easyfit

Selanjutnya, akan dilakukan GoF *formal test statistics* dengan mempergunakan pengujian KS untuk menguji distribusi severitas yang paling *fit*. Tahapan pengujian KS untuk GoF sama tahapannya dengan pengujian KS untuk distribusi frekuensi. Pengujian ini akan mencari distribusi severitas yang paling *fit* untuk dipergunakan untuk perhitungan selanjutnya.

Tabel 4.5 Perhitungan Tes Kolmogorov-Smirnov untuk Distribusi Severitas *Exponential*

No.Event	Data Set	F(x) Teori	F(x) Obs	Difference	Abs Diff
1	1,246,499	0.0353074394	0.0455	0.010147106033	0.010147106
2	1,499,999	0.0423338874	0.0909	0.048575203511	0.048575204
3	1,613,651	0.0454674337	0.1364	0.090896202640	0.090896203
4	3,115,035	0.0859130435	0.1818	0.095905138351	0.095905138
5	3,307,828	0.0909809381	0.2273	0.136291789156	0.136291789
6	3,798,749	0.1037591675	0.2727	0.168968105233	0.168968105
7	3,863,891	0.1054411999	0.3182	0.212740618241	0.212740618
8	8,683,775	0.2215244327	0.3636	0.142111930924	0.142111931
9	9,574,211	0.2412595636	0.4091	0.167831345496	0.167831345
10	11,674,832	0.2858569947	0.4545	0.168688459880	0.16868846
11	12,553,210	0.3037191572	0.5000	0.196280842788	0.196280843
12	14,415,578	0.3401271307	0.5455	0.205327414706	0.205327415
13	19,579,190	0.4314200504	0.5909	0.159489040508	0.159489041
14	22,014,670	0.4699830440	0.6364	0.166380592352	0.166380592
15	22,030,609	0.4702266048	0.6818	0.211591576982	0.211591577
16	45,198,292	0.7283938209	0.7273	-0.001121093602	0.001121094
17	46,260,245	0.7365854162	0.7727	0.036141856576	0.036141857
18	61,788,712	0.8316696814	0.8182	-0.013487863177	0.013487863
19	88,901,782	0.9229806092	0.8636	-0.059344245599	0.059344246
20	116,466,966	0.9652163160	0.9091	-0.056125406892	0.056125407
21	129,368,894	0.9760231179	0.9545	-0.021477663350	0.021477663
22	135,941,028	0.9801626464	1.0000	0.019837353619	0.019837354

Mean 34,677,165.60
 Lambda 0.000000029

D Max = 0.212740618
CV = 0.289952974

Sumber: Data severitas terjadinya kerugian claim spare part pada PT. X, diolah, Excel.

Berdasarkan data pada Tabel 4.4, tes KS untuk distribusi severitas *Exponential* dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- Data dihipotesiskan berdasarkan distribusi secara *Exponential* sebagai berikut:
 Ho: Data kerugian *claim spare part* terdistribusi secara *exponential*.
 H₁: Data kerugian *claim spare part* tidak mengikuti distribusi secara *Exponential*.
- Besarnya $\lambda = 0,000000029$ dan nilai diperoleh dari $1/\mu$.
- Lakukan uji statistik KS untuk mencari nilai *difference* maksimum (D-Max) sebagaimana tersaji dalam Tabel 4.2. Nilai D-Max = 0,212740618
- Tentukan *critical value* pada $\alpha = 5\%$ dengan perhitungan rumus di Tabel 2.2, Bab II. Karena nilai $n = 22$ maka nilainya adalah 0,289952974.
- Dari hasil tersebut dimana KS tes statistik D Max = 0,212740618 < *critical value* 0,289952974 maka Ho tidak ditolak, distribusi kerugian *claim spare part* adalah benar didistribusikan secara *Exponential*.

Setelah mengetahui hasil tes KS pada distribusi severitas *Exponential* maka dengan menggunakan tes KS yang sama juga dilakukan tes terhadap distribusi severitas *Lognormal*. Perbedaan tes KS untuk distribusi severitas *Exponential* dan *Lognormal* terletak pada penentuan *parameter* yang digunakan. Untuk parameter distribusi *Exponential* menggunakan Lambda (λ) dan distribusi *Lognormal* menggunakan *mean* (μ) dan *standard deviation* (σ).

Berdasarkan data pada Tabel 4.5, tes KS untuk distribusi severitas *Lognormal* dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Data dihipotesiskan berdasarkan Distribusi secara *Lognormal* sebagai berikut:
H₀: Data kerugian *claim spare part* terdistribusi secara *Lognormal*.
H₁: Data kerugian *claim spare part* tidak mengikuti distribusi secara *Lognormal*.
- b. Besarnya *mean* = 16,45856 dan *standard deviation* = 1,49873
- c. Lakukan uji statistik KS untuk mencari nilai *difference* maksimum (D-Max) sebagaimana tersaji dalam Tabel 4.3. Nilai D-Max = 0,12374
- d. Tentukan *critical value* pada $\alpha = 5\%$ dengan perhitungan rumus di Tabel 2.2, Bab II karena nilai $n = 22$ maka nilainya adalah 0,28995
- e. Dari hasil tersebut dimana KS tes statistik D Max = 0,12374 < *critical value* 0,28995 maka H₀ tidak ditolak distribusi kerugian *claim spare part* adalah didistribusikan secara *Lognormal*.

Tabel 4.6 Perhitungan Tes Kolmogorov-Smirnov untuk Distribusi Severitas Lognormal

No.Event	Data Set	Ln (x)	F(x) Teori	F(x) Obs	Difference	Abs Diff
1	1,246,499	14.03584946	0.052992	0.0455	-0.00754	0.00754
2	1,499,999	14.22097467	0.067720	0.0909	0.02319	0.02319
3	1,613,651	14.29400956	0.074333	0.1364	0.06203	0.06203
4	3,115,035	14.95175095	0.157354	0.1818	0.02446	0.02446
5	3,307,828	15.01180222	0.167191	0.2273	0.06008	0.06008
6	3,798,749	15.15018231	0.191334	0.2727	0.08139	0.08139
7	3,863,891	15.16718521	0.194441	0.3182	0.12374	0.12374
8	8,683,775	15.97696691	0.373978	0.3636	-0.01034	0.01034
9	9,574,211	16.07458367	0.398897	0.4091	0.01019	0.01019
10	11,674,832	16.27294601	0.450717	0.4545	0.00383	0.00383
11	12,553,210	16.34548696	0.469929	0.5000	0.03007	0.03007
12	14,415,578	16.48381999	0.506723	0.5455	0.03873	0.03873
13	19,579,190	16.78997785	0.587505	0.5909	0.00340	0.00340
14	22,014,670	16.90721959	0.617667	0.6364	0.01870	0.01870
15	22,030,609	16.90794334	0.617851	0.6818	0.06397	0.06397
16	45,198,292	17.62656985	0.782108	0.7273	-0.05484	0.05484
17	46,260,245	17.64979351	0.786643	0.7727	-0.01392	0.01392
18	61,788,712	17.93923125	0.838411	0.8182	-0.02023	0.02023
19	88,901,782	18.30304275	0.890782	0.8636	-0.02715	0.02715
20	116,466,966	18.57311824	0.920863	0.9091	-0.01177	0.01177
21	129,368,894	18.67817852	0.930697	0.9545	0.02385	0.02385
22	135,941,028	18.72773173	0.934995	1.0000	0.06501	0.06501

Mean	16.45856	D Max =	0.12374
Standard Deviation	1.49873	CV =	0.28995

Sumber: Data severitas terjadinya kerugianclaim spare part pada PT. X, diolah, Excel.

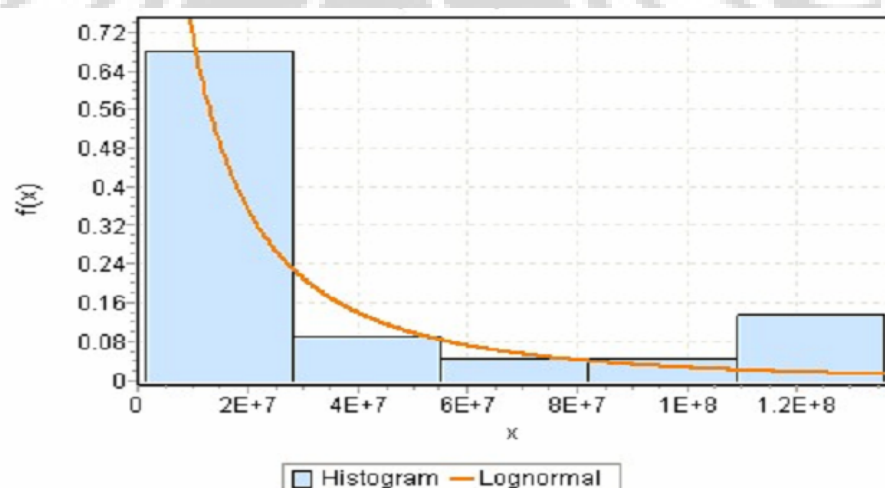
Hasil perhitungan pada Tabel 4.6 menunjukkan bahwa uji GoF pada distribusi *Exponential* dan *Lognormal* dapat disimpulkan bahwa distribusi severitas kerugian merupakan distribusi *Lognormal* karena mempunyai *D Max* yang lebih kecil dibandingkan dengan distribusi *exponential* dengan parameter mean (μ) sebesar 16,45856 dengan *standard deviation* (σ) sebesar 1,49875 karena memiliki nilai *D Max* yang lebih kecil dari *Critical Value*. Dengan demikian, distribusi *Lognormal* akan digunakan dalam perhitungan selanjutnya.

Tabel 4.7 Hasil Perbandingan Tes Kolmogorov-Smirnov untuk Distribusi Severitas *Exponential* dan Distribusi *Lognormal*

KS Test	Distribusi	
	Exponensial	Lognormal
D Max	0.21274	0.12374
Critical Value	0.28995	0.28995
Hipotesis	H0 : Loss data mengikuti pola distribusi Exponensial	H0 : Loss data mengikuti pola distribusi Lognormal
	H1 : Loss data tidak mengikuti pola distribusi Exponensial	H1 : Loss data tidak mengikuti pola distribusi Lognormal
Kesimpulan	H0 tidak ditolak, D Max < Critical Value maka distribusi tidak ditolak sebagai distribusi exponensial	H0 tidak ditolak, D Max < Critical Value maka distribusi tidak ditolak sebagai distribusi lognormal
Mean	34,677,165.60	16.45856
Standard Deviasi		1.49873
Lambda	0.000000029	

Sumber: Data severitas terjadinya kerugian claim spare part pada PT. X, diolah Excel.

Pengolahan data dengan bantuan *software Excel* menghasilkan grafik severitas model seperti yang terlihat pada gambar 4.6 yang menunjukkan grafik distribusi *Lognormal* dengan *parameter location (mean)* dengan simbol μ sebesar 16.45856 dan *parameter scale (standard deviation)* dengan simbol σ sebesar 1.49873. Semua nilai parameter ini akan digunakan mencari nilai total kerugian sebanyak 10.000.



Gambar 4.6 Distribusi Lognormal

Sumber : data severitas terjadinya kerugian claim spare part pada PT.X, diolah, Easyfit

Sebagai tambahan hasil perbandingan pegujian dengan menggunakan software Easy Fit berikut ini Tabel 4.7 di bawah memperlihatkan bahwa uji GoF pada Distribusi *Exponential* dan *Lognormal* adalah distribusi severitas kerugian merupakan distribusi *Lognormal* karena signifikan memiliki nilai *AD* yang lebih kecil dari *Critical Value (CV)* yaitu $AD = 0.35035$ dan $CV = 0.72395$. Sehingga memperkuat hipotesis bahwa data kerugian berdistribusi *Lognormal*.

Tabel 4.8 Hasil Perbandingan Tes Anderson-Darling untuk Distribusi Severitas *Exponential* dan Distribusi *Lognormal*

	Anderson Darling (AD) Test	
	Distribusi Exponential	Distribusi Lognormal
Tes Statistik	1.86690	0.35035
C.Val;CL(95%)	0.72395	0.72395
Hipotesis	Ho: Data kerugian berdistribusi Poisson H1: Data kerugian tidak berdistribusi Poisson	Ho : Data kerugian berdistribusi Geometric H1: Data kerugian tidak berdistribusi Geometric
Hasil CL (95%)	AD tes statistik > critical value AD	AD tes statistik < critical value AD
Kesimpulan	Ho tidak ditolak (pada CL 95%) Data kerugian tidak berdistribusi Exponential	Ho ditolak (pada CL 95%) Data kerugian berdistribusi Lognormal

Dengan menggunakan software *Excel* dan *Easyfit* hasil nilai *Chi-square* statistik akan dibandingkan dengan *critical value* Chi-Square pada tingkat keyakinan yang dikehendaki dengan *degree of freedom* tertentu. Tabel di bawah ini merupakan hasil olahan Chi-Square GoF atas Distribusi *Exponential* dan Distribusi *Lognormal*.

Tabel 4.9 Hasil Perbandingan Tes Chi-Square untuk Distribusi Severitas *Exponential* dan Distribusi *Lognormal*

	Chi-Square Test	
	Distribusi Exponential	Distribusi Lognormal
Tes Statistik	2.46330	1.90540
C.Val;CL(95%)	7.81473	7.81473
Hipotesis	Ho: Data kerugian berdistribusi Poisson H1: Data kerugian tidak berdistribusi Poisson	Ho : Data kerugian berdistribusi Geometric H1: Data kerugian tidak berdistribusi Geometric
Hasil CL (95%)	Chi-Square tes statistik < critical value Chi-Square	Chi-Square tes statistik < critical value Chi-Square
Kesimpulan	Ho tidak ditolak (pada CL 95%) Data kerugian berdistribusi Exponential	Ho ditolak (pada CL 95%) Data kerugian berdistribusi Lognormal

Hasil uji GoF atas kedua distribusi di atas dapat disimpulkan sementara bahwa *frequency of loss distribution* kerugian operasional terdistribusi secara *Exponential* dan *Normal* pada tingkat keyakinan (*confidence level*) 95%, karena keduanya mempunyai nilai Chi-S yang signifikan maka dapat disimpulkan bahwa distribusi severitas kerugian merupakan distribusi *Lognormal* karena mempunyai nilai *ChiSquare* statistik yang lebih kecil yang lebih kecil dibandingkan dengan distribusi *exponential*. Dengan demikian, distribusi *Lognormal* akan digunakan dalam perhitungan selanjutnya karena sudah ditunakkan oleh ketiga jenis GoF.

4.2.3 Model Distribusi Frekuensi Kerugian Operasional dan Distribusi Severitas Kerugian Operasional

Setelah melalui proses identifikasi karakteristik distribusi frekuensi dan severitas

maka pada pembahasan selanjutnya adalah penentuan pembuatan *Loss Distribution Model* dengan metode simulasi *Monte Carlo*. Dari data yang ada, dihitung frekuensi dan severitas yang terjadi. Perhitungan frekuensi berdasarkan kejadian yang terjadi setiap bulannya yang menentukan berapa kali terjadinya suatu kesalahan operasional (*event*) dalam 1 (satu) bulan. Frekuensi kejadian dimulai dari 0 yang artinya tidak ada kejadian hingga yang paling sering terjadi yakni 27 kali dalam sehari.

Untuk data severitas adalah data kerugian yang timbul dari kesalahan operasional yang terjadi setiap bulan. Penelitian ini dilakukan dalam 24 bulan di PT.X yang dimulai dari bulan Januari 2007 sampai dengan Desember 2008. Diambilnya data dalam kurun waktu tersebut adalah karena keterbatasan data yang tersedia mulai bulan Januari 2007, sedangkan dari bulan Mei 2005 dimana produk tersebut pertama kali diluncurkan, data tidak tersedia. Adapun nilai kerugian yang terjadi dimulai dari yang terkecil sebesar Rp 1,246,499,- dengan nilai terbesar Rp 135,941,028,- selama 24 bulan di PT. X.

Dengan bantuan fungsi *Excel* dilakukan simulasi *Monte Carlo* sebanyak 10.000 kali dengan tahapan sebagai berikut:

- Dengan menggunakan menu di fungsi *Excel* yang dipadukan dengan *Easyfit* berupa *Insert – Function – EasyFitXL (random numbers)* kemudian pilih distribusi *Geometric* dengan memasukkan (p) sebesar 0.12766, yang diambil dari nilai parameter (β) sebesar 0.87234 yang merupakan hasil dari software *Eastfit* kemudian buat *Number of Random Numbers* sebesar 10.000 dalam satu kolom. Kemudian pilih *Output* di *Excel* untuk menempatkan perhitungan data sebanyak 10.000. Setelah mendapatkan data frekuensi tersebut maka digunakan rumus *MAX ()* untuk mencari data maksimum. Berdasarkan perhitungan yang disajikan dalam Tabel 4.7 diketahui nilai maksimumnya *event* (kejadian) adalah 67. Ini berarti ada peluang terjadi kerugian risiko operasional maksimum 67 per bulan yang disebabkan oleh *claim spare part. Event* (kejadian) diperlukan untuk mendapatkan nilai total kerugian. Total potensi kerugian operasional ini digunakan untuk mencari nilai *Operational Value at Risk (OpVaR)*- nya dengan metode *percentile*, yaitu dengan mengurutkan total potensi kerugian dari nilai terbesar ke nilai terkecil. Karena jumlah simulasi adalah 10.000, maka 5% data

adalah 500 sehingga data potensi urutan ke 95% merupakan *value at risk* potensi kerugian operasional dengan tingkat keyakinan 95%.

Dari hasil perhitungan Aggregation Method ini diperoleh nilai *Operational Value at risk* (OpVaR) potensi kerugian operasional dengan tingkat keyakinan 95% adalah sebesar Rp 690.507.800,- . Semua data hasil perhitungan dapat dilihat pada bagian Lampiran 3.

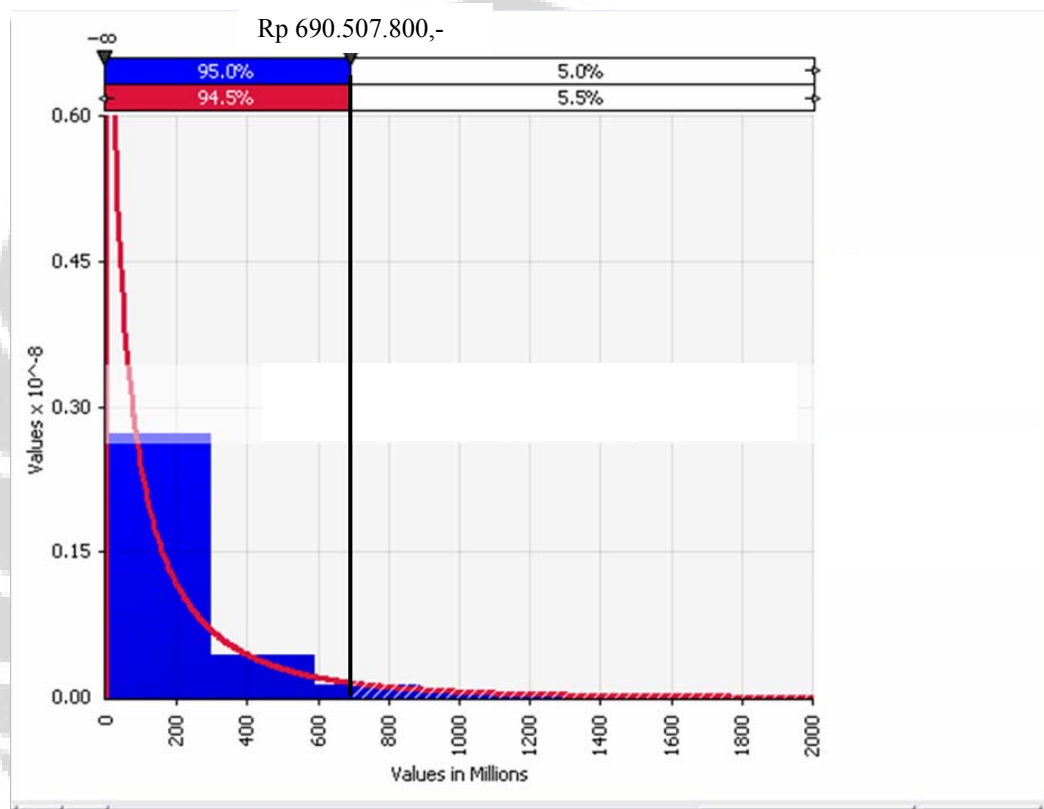
- Menentukan *probability of loss*. Dalam menentukan *probability of loss* gunakan rumus *RAND ()* di fungsi Excel.
- Dalam menentukan *severity of loss* digunakan rumus *inverse* dari distribusi *lognormal*
- Setelah kita mengetahui probabilitas maksimum dari terjadinya *event* sebanyak 67 (enam puluh tujuh) kali maka dilakukan dilakukan simulasi. Untuk *event* yang kedua hanya memperhitungkan distribusi frekuensi yang nilainya di atas atau sama dengan dua. Untuk *event* yang lebih besar dari dua, tidak diperhitungkan. Lalu untuk *event* yang ketiga hanya memperhitungkan distribusi frekuensi yang nilainya di atas tiga atau sama dengan tiga. Demikian untuk perhitungan selanjutnya sampai dengan *event* yang keenam puluh tujuh menggunakan cara di atas.

4.3 Pengukuran *Operational Value at Risk*

Setelah dilakukan sebanyak 10.000 simulasi, hasil yang didapat dijumlahkan setiap barisnya untuk setiap kolom *event*. Kolom tersebut kemudian diurutkan dari yang terbesar hingga yang terkecil. Dengan menggunakan *quantile*, diurutkan dari *quantile* yang tertinggi dari 10.0000 jumlah data adalah 99,99 % (1/10.000). Nilai 99,99% ini menunjukkan tingkat kepercayaan yang akan kita gunakan. Untuk penelitian ini, tingkat kepercayaan yang digunakan adalah sebesar 95% maka nilai *Operasional VaR* yang dihasilkan adalah nilai yang berada pada *quantile* 95%.

Dari hasil proses simulasi *Monte Carlo* yang dilakukan dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% diperoleh nilai *Operational VaR* sebesar Rp 690.507.800,- Nilai ini diperoleh dari *quantile* 95% sebesar 95% pada baris ke-

500 dengan nilai Rp 690.507.800,- Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa rata – rata setiap bulan *Operational VaR claim spare part* dari PT. X adalah sebesar Rp 690.507.800,- yang menunjukkan bahwa perkiraan jumlah kerugian yang mungkin terjadi oleh PT. X dalam *claim spare part* adalah sebesar Rp 690.507.800,- Hal ini bisa dilihat pada Gambar 4.7 yang menunjukkan besarnya kerugian operasional PT. X dalam *claim spare part* yang merupakan penggabungan distribusi frekuensi dan distribusi severitas kerugian operasional



Gambar 4.7 Aggregated Loss Distribution

Sumber : data frekuensi dan data severitas terjadinya kerugian claim spare part, diolah, @Risk

4.4 Back Testing Operational Value at Risk

Back Testing merupakan pengujian selanjutnya untuk mengetahui apakah model yang dihasilkan dari perhitungan di atas adalah *valid* untuk dipergunakan dalam menentukan nilai kerugian yang akan timbul dari *claim spare part* PT.X. Untuk itu, dibutuhkan *back testing* dan validasi atas *Operational VaR* model untuk membuktikan bahwa model yang digunakan adalah secara tepat pola kerugian yang terjadi dalam suatu periode tertentu.

Pada pengujian validasi atas model ini dilakukan dengan menggunakan *Kupiec Test*. Dalam uji ini, model yang telah diperoleh dari perhitungan *Operational VaR* sebelumnya dibandingkan dengan *operational losses* yang terjadi pada periode berikutnya. Dalam hal ini data *operational loss* yang diperoleh dari data kerugian bulanan selama 6 (enam) bulan yang dimulai dari bulan Januari 2009 sampai dengan bulan Juni 2009.

Dari hasil pengujian tidak terdapat bahwa jumlah periode pengamatan yang *failure* dimana nilai *operational losses* lebih besar pada *Operational VaR*.

Dengan menggunakan rumus *Kupiec Test* yang telah dijelaskan pada Bab 2 yaitu menghitung jumlah kesalahan (*failure rate*) dengan rumus *Loglikelihood Ratio* (LR). *Null hypothesis* akan ditolak apabila LR lebih besar dari nilai *Chi-square* dengan *degree of freedom* 1 (satu) dengan tingkat keyakinan 95% yaitu 3.841459. Dari 6 (enam) periode pengamatan tidak terdapat 1 (satu) bulan *failure* sehingga diperoleh nilai LR sebesar 0.615519. Dengan demikian, *Null hypothesis* tidak ditolak karena nilai LR lebih kecil dari nilai *Chi-square*. Sehingga dapat dikatakan, pengukuran risiko operasional *claim spare part* pada PT. X dengan menggunakan model *LDA Aggregation* adalah model yang *valid*.



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang terdapat pada Bab empat, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Data kerugian operasional *claim spare part* PT.X selama 24 (dua puluh empat) bulan yang dimulai dari bulan Januari 2007 sampai dengan Desember 2008, dibagi menjadi data distribusi frekuensi kerugian operasional dan distribusi severitas kerugian operasional. Berdasarkan teori mengenai pola distribusi data, *statistic descriptive* dan bantuan *software Easyfit* serta fungsi *Excel*, untuk distribusi frekuensi kerugian operasional dihipotesakan membentuk distribusi *Geometric*. Sedangkan untuk distribusi severitas kerugian operasional dihipotesakan membentuk distribusi *Lognormal*. Distribusi data yang sudah terbentuk agar bisa digunakan untuk mengukur *Operational VaR* perlu pengujian hipotesa lebih lanjut. Adapun pengujian untuk pola distribusi adalah dengan menggunakan *graphical test* dan *Kolmogorov-Smirnov (KS) goodness of fit test*. Dari hasil KS tes, diperoleh hasil bahwa distribusi frekuensi kerugian operasional yang paling *fit* adalah distribusi *Geometric* dengan nilai *D Max* yang jauh lebih kecil dengan nilai sebesar 0,13016 dibandingkan dengan *critical value* yang nilainya sebesar 0,27761. Nilai *beta* (β) yang nantinya akan menjadi *parameter* dari distribusi *Geometric* adalah sebesar 6,8333. Sedangkan untuk distribusi severitas kerugian operasional adalah distribusi *Lognormal* yang paling *fit* karena memiliki nilai nilai *D Max* yang lebih kecil yakni nilainya sebesar 0,12927 dibandingkan dengan *critical value* yang nilainya sebesar 0,28087. Nilai yang menjadi parameter distribusi *Lognormal* adalah $\mu = 16.459$ dan nilai $\sigma = 1,4643$.
2. Untuk mengetahui apakah metode yang dihasilkan dari perhitungan dengan menggunakan *Loss Distribution Approach Aggregation Model valid* dalam perhitungan risiko operasional maka perlu dilakukan *back testing*. Berdasarkan

hasil pengujian *back testing*, tidak terdapat periode *failure*, dengan nilai LR yang lebih kecil yakni sebesar 0.61552 dari nilai kritis dengan tingkat keyakinan sebesar 95% yakni sebesar 3.841459. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengukuran risiko operasional akibat *claim spare part* pada PT.X dengan menggunakan *Aggregation Loss Distribution Model* simulasi *Monte Carlo* adalah *valid* dan dapat digunakan dalam perhitungan risiko operasional *claim spare part* PT.X.

3. Dengan menggunakan *Loss Distribution Approach Aggregation Model*, metode analisis simulasi *Monte Carlo*, besarnya *Operational Value at Risk* bulanan dari risiko operasional akibat *claim spare part* dengan tingkat kepercayaan 95% yang diperoleh adalah sebesar Rp 690.507.800,-. Dari hasil simulasi sebanyak 10.000 kali, diketahui maksimum frekuensi kejadian yang mungkin terjadi adalah sebanyak 67 (enam puluh tujuh) kali. Proses agregasi dilakukan dengan *frequency of loss distribution Geometric* dengan parameter beta (β) sebesar 6,8333 dan *severity of loss distribution Lognormal parameter location (mean, μ)* sebesar 16,459 dan *scale (standard deviation, σ)* sebesar 1,4643.
4. Setelah mendapatkan nilai perhitungan risiko operasional dengan *Loss Distribution Approach Aggregation Model* simulasi *Monte Carlo* yang *valid* maka PT.X bisa melakukan pencadangan kerugian sebesar nilai *Operational VaR* yakni sebesar Rp 690.507.800,- perbulan. Nilai *Operational VaR* menunjukkan bahwa prediksi nilai maksimum kerugian bulanan yang mungkin terjadi pada *claim spare part* PT.X perbulan. Jadi, nilai *Operational VaR* bisa digunakan sebagai dasar untuk membuat pencadangan kerugian PT.X.

5.2 Saran

Berikut ini adalah saran-saran yang dapat disimpulkan sehubungan dengan penelitian yang telah dilakukan:

1. *Loss Distribution Approach Aggregation Model* dengan simulasi *Monte Carlo* untuk perhitungan *Operational VaR* disarankan untuk diterapkan untuk mengukur risiko operasional *claim spare part* di PT.X. Dengan mengetahui besarnya

Operational VaR maka secara tidak langsung PT.X bisa melakukan pencadangan kerugian sebesar nilai *Operational VaR*. Dengan demikian maka PT.X bisa menentukan strategi-strategi yang terbaik di dalam mengelola dan meminimalkan risiko operasional yang akan terjadi pada saat penentuan penetapan sistem *quality control* untuk lebih ketat memantau kesalahan dalam proses produksi ketika produk sedang dalam proses produksi dan dengan cepat dan tepat dapat untuk menangani setiap kasus *claim spare part* agar citra perusahaan sebagai produsen sepeda motor nomor satu dapat dipertahankan dengan harapan pangsa pasar yang terus meningkat.

2. Untuk improvisasi sistem dapat dibuatkan sistem audit kualitas terhadap proses produksi internal maupun proses produksi yang terdapat di *vendor* seperti : kebijakan untuk pembuatan PQCS (*Process Quality Control Sheet*) yang berguna untuk control kualitas terhadap *method, material, man power, dan machine*, kebijakan untuk pembuatan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) untuk melihat potensi terjadinya kegagalan proses dan dampak *reject spare part* yang dihasilkan, kebijakan terhadap *standard packaging* untuk menghindari *reject* akibat *material handling* yang bermasalah, dan kebijakan terhadap registrasi marking *spare part* yang terintegrasi terhadap proses secara keseluruhan yang berguna untuk telusur terhadap lot produksi apabila terjadi *claim spare part* agar lebih mudahantisipasi dan pemilahan terhadap *spare part* bermasalah
3. Untuk mendapatkan model yang akurat maka PT.X dan perlu berkala model yang digunakan harus di-*up dated* dengan data yang terbaru dan diuji validasinya melalui proses *back testing*.
4. Perusahaan dapat menilai posisi risiko sehingga laporan posisi risiko dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan, pencadangan berdasarkan perhitungan *Operational VaR* dapat dilakukan untuk mengantisipasi terjadi kesalahan pada proses kerja yang ada sehingga pelanggan tidak merasa dirugikan dengan adanya *spare part* bermasalah karena sudah ada dana cadangan untuk penggantian *spare part* tersebut.

DAFTAR REFERENSI

- Butler, C, *Mastering value at risk*, British, Prentice Hall Financial Times, 1999.
- Cruz, M. G, *Modeling, measuring and hedging operational risk*, Chichester, John Wiley & Sons Ltd, 2002.
- Crouchy, M, Galai, D and Robert Mark, *Risk management*, New York, McGraw Hill, 2000.
- Hanafi, M. M, *Manajemen risiko*, Yogyakarta, UPP STIM YKPN, 2006
- Hassett, M. J. and Stewart, D. G. *Probability for risk management*, Connecticut, Actex Publications, Inc., 1999.
- Jorion, P, *Value at risk : the new benchmark for managing financial risk*, 2nd edition, New York, McGraw Hill, 2001.
- Jorion, P, *Financial risk manager handbook*, 3rd edition, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2005.
- Karmin, E, *Pengukuran risiko operasional internal process dengan metode LDA aggregation – Studi Kasus PT X*, Jakarta, Karya Akhir MM-UI, 2008.
- Lewis, N.D.C, *Operational risk with excel and vba*, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2004.
- Marshall, C, *Measuring and managing operational risk in financial institutions – tools, technique and other resources*, Singapore, John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- Muslich, M, *Manajemen risiko operasional – Teori & Praktek*, Jakarta, Bumi Aksara, 2007.
- Romeu, J. L, *Empirical assessment of normal dan lognormal distribution assumptions*, RAC START, Volume 9, Number 6, 2002.
- Romeu, J. L, *Empirical assessment of weibull distribution*, RAC START, Volume 10, Number 3, 2003.

START 2003-6, *Kolmogorov-Smirnov Test*, Volume 10 Number 6, Reliability Analysis Center

Sherwin, E. R, *Application of the poisson distribution*, RAC START, Volume 9, Number 1, 2001.

http://en.wikipedia.org/wiki/Geometric_distribution

www.mathworld.wolfram.com





LAMPIRAN 1 : TABEL DATA CLAIM SPARE PART PT.X

THN PROD	BLN	KE T. TAMBAHAN	total	
2007	1	PIN CON ROD OBLAK;CLEARENCE=0,20MM	1	
		BOCOR AREA SIRIP	1	
		PIN CON ROD OBLAK	1	
	1 Total		3	
	2	PIN CON ROD OBLAK		1
			2 Total	1
	4	PIN CON ROD OBLAK		1
			4 Total	1
	5	CYL COMP+PISTON BARET AREA IN+EX		1
			PIN CON ROD OBLAK	2
			PIN PISTON PATAH	1
	5 Total		4	
	6	CYL COMP+PISTON BARET AREA IN+EX		1
			PIN CON ROD OBLAK	1
	6 Total		2	
	7	PIN CON ROD OBLAK		4
			7 Total	4
8	PIN CON ROD OBLAK		1	
		8 Total	1	
9	CYL COMP+PISTON BARET AREA IN+EX		1	
		PIN CON ROD OBLAK	1	
		9 Total	2	
11	PIN CON ROD OBLAK;CLEARENCE=0,20MM;ACTUAL CYL COMP BARET		1	
		PIN CON ROD OBLAK	2	
11 Total		3		
12	PIN CON ROD OBLAK;CLEARENCE=0,20MM PIN CON ROD OBLAK;CLERAENCE=0,25MM CYLINDER COMP BARET EX & in LUBANG OLI BUNTU PIN CON ROD OBLAK		2	
			1	
			1	
			1	
			1	
12 Total		6		
2007 Total		27		
2008	1	PIN CON ROD OBLAK	2	
		Test dengan metode Running +/-10 km act part Noise, Cyl comp aus pemakaian Ring Oil macet.	1	
	1 Total		3	
	2	BOCOR OIL SEAL CYL COMP+PISTON BARET AREA IN+EX PAINTING MENGELUPAS ACTUAL CAT DASAR MERAH SPRING PATAH		1
				1
				1
				1
	2 Total		4	
	3	PIN CON ROD OBLAK;CLEARENCE=0,25MM SHG CYL COMP BARET AREA IN+EX BOCOR AREA SIRIP CYL COMP BARET AREA EX & IN MOTOR STATER MATI		1
				1
				1
				1
3 Total		4		
4	BEARING L OBLAK BEARING OBLAK CYL COMP BARET AREA EX & IN DIMENSI FENDER B FRONT NG SHG GESEK FR FORK R Hasil test Running +/- 10 km , act part bocor area sirip. PART MACET		1	
			1	
			1	
			1	
			1	
4 Total		6		
5	BOCOR AREA SIRIP PIN CON ROD OBLAK		1	
		5 Total	2	
6	BOCOR AREA SIRIP BOCOR ROD SIDE FORCE MACET AKIBAT SPRING LEMAH MOTOR STATER MATI PIN CON ROD OBLAK		1	
			1	
			1	
			1	
			5	
6 Total		9		

(lanjutan)

7	BOCOR AREA SIRIP bocor indikasi valve bengkok BOCOR ROD SIDE FORCE CABLE INNER SERET CONE RACE CACAT RETAK CYL COMP BARET AREA IN+EX HORN HIDUP+MATI PIN CON ROD OBLAK SOBEK AREA SEAM BELAKANG / MATANG	2 1 1 1 1 1 1 2 1
7 Total		11
8	BEARING L OBLAK CYL COMP+PISTON BARET AREA IN BOCOR AREA SIRIP CABLE INNER SERET CYL COMP BARET AREA IN+EX HEAD LIGHT BOCOR PART MATI / TIDAK BERFUNGSI PART SEMBER PIN CON ROD OBLAK RELAY MATI SEAT DOUBLE SOBEK	1 1 7 1 1 1 1 1 1 1 1
8 Total		17
9	BOCOR OIL SEAL CYL COMP BARET AREA IN+EX HORN SEMBER act part retak, hasil test unit bocor BOCOR AREA SIRIP BOCOR PIPE COMP PITTING con race cacat. CUSHION RR BENGKOK KE DEPAN CYL HEAD BOCOR HEAD LIGHT BOCOR MOTOR STATER MATI PART MATI PIN CON ROD OBLAK PUMP FUEL UNIT MACET REFLECTOR MENGHITAM	1 1 1 1 6 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
9 Total		20
10	AUTO FUEL COCK BOCOR / VALVE TDK BERFUNGSI BOCOR AREA SIRIP DEKAT LUBANG BOLT STUD CUSHION RR BENGKOK KEDEPAN CYL COMP+PISTON BARET AREA IN+EX HEAD LIGHT BOCOR HORN SEMBER INDIKATOR MATI MOTOR STATER MATI PART BOCOR PART MATI PART MENDEM PART SEMBER PATAH AREA SUMBU R PIN CON ROD OBLAK SOBEK AREA CLIP SUARA MENDEM	2 1 2 1 1 3 1 1 1 1 1 1 1 2 1 1
10 Total		21

(lanjutan)

3	BATTERY DROP TGL CHARGE KE CLAIM MELEBEIHI 6 BULAN	1
	HORN SEMBER	1
	BOCOR AREA SIRIP	1
	BOCOR PIPE COMP BARET	1
	CYL COMP BARET AREA IN+EX	1
	CYL COMP+PISTON BARET AREA IN+EX	1
	GOMPAL GEAR STATER REDUCTION	1
	LUBANG UDARA MAMPET	1
	PAINTING MENGELUPAS	1
	PART BENGKOK DATA TERLAMPIR	1
	PART BOCOR	1
	PIN CON ROD OBLAK	1
	SOBEK AREA SEAM BELAKANG/MATANG	1
	SOBEK AREA SEAM BELAKANG/MENTAH	1
	VISUAL BERGELOMBANG	1
3 Total		15
4	AUTO FUEL COCK BOCOR	1
	BAR STAND LAS LEPAS	1
	BOCOR / VALVE TDK BERFUNGSI	1
	CUSHION AREA DALAM OBLAK	1
	CUSHION RR BENGKOK	4
	CYL COMP+PISTON BARET AREA IN+EX	1
	FENDER FR A PATAH	1
	ORING PUTUS LOLOS LEAK TESTER	1
	PART DROP	1
	PIPE COMP CACAT AKIBAT HANDLING DELIVERY SHOWA	1
	SOBEK SEAM NG	1
	WIRE P.L YG KE ECM LEPAS DARI CONNECTOR /TERMINAL TDK TERPASANG DGN SEMU	1
4 Total		15
5	AUTO FUEL COCK BOCOR/VALVE TDK BERFUNGSI	1
	BOCOR OIL SEAL	1
	AUTO FUEL COCK BOCOR	1
	AUTO FUEL COCK BOCOR/VALVE TDK BERFUNGSI	1
	BOCOR / VALVE TIDAK BERFUNGSI	1
	BOCOR AREA PLUG CONE	1
	BOCOR AREA UPPER SPR1NG SEAT	1
	BOCOR OIL SEAL	1
	CAT KASAR	1
	COVER L BODY RETAK	1
	PART MATI	1
	RELAY MATI	2
	RELAY TIDAK KEDIP	1
	SUARA NOISE/ADA SPATER AREA DALAM	1
5 Total		15
6	JARUM SPEEDOMETER ABNORMAL / SAAT KALIBRASI TIDAK FULL MENTOK DIANGKA 14	1
	BATTERY DROP	1
	CACAT AREA TREAD GROOVES	1
	CUSHION AREA DALAM OBLAK	1
	LASAN BERLUBANG AREA BODY EXH SEHINGGA SUARA BOCOR	1
	RELAY MATI	1
	SENSOR MATI	1
6 Total		7
2009 Total		78
Grand Total		242

LAMPIRAN 2 : TABEL RINGKASAN DATA FREKUENSI DAN SEVERITAS

PERIODE	TAHUN	BULAN	SEVERITY	FREKUENSI
1	2007	1	Rp 8,683,775	3
2		2	Rp 1,613,651	1
3		3	Rp 0	0
4		4	Rp 1,246,499	1
5		5	Rp 19,579,190	4
6		6	Rp 3,863,891	2
7		7	Rp 22,014,670	4
8		8	Rp 1,499,999	1
9		9	Rp 3,798,749	2
10		10	Rp 0	0
11		11	Rp 14,415,578	3
12		12	Rp 46,260,245	6
13	2008	1	Rp 12,553,210	3
14		2	Rp 3,307,828	4
15		3	Rp 9,574,211	4
16		4	Rp 11,674,832	6
17		5	Rp 3,115,035	2
18		6	Rp 61,788,712	9
19		7	Rp 45,198,292	11
20		8	Rp 88,901,782	17
21		9	Rp 116,466,966	20
22		10	Rp 129,368,894	21
23		11	Rp 135,941,028	27
24		12	Rp 22,030,609	13

LAMPIRAN 3 TABEL DATA PENGUKURAN RISIKO OPERASIONAL DENGAN LDA AGGREGATION
Simulasi 1

No	# Event	Event 1		Event 2		Event 3		Event 14		Event 15	
		Probability	Severitas	Probability	Severitas	Probability	Severitas	Probability	Severitas	Probability	Severitas
1	2	0.988981603	401,957,201	0.255444214	5,369,733	0.784906578	-	0.325168699	-	0.799733443	-
2	6	0.935146081	129,318,369	0.029011442	876,229	0.264108154	5,584,025	0.199408117	-	0.112292695	-
3	1	0.567610381	18,044,670	0.659946222	-	0.108757596	-	0.00691219	-	0.102666153	-
4	0	0.23349094	-	0.521922407	-	0.337284431	-	0.172248071	-	0.462581444	-
5	12	0.548159805	16,788,421	0.016277359	614,775	0.587770145	19,458,612	0.304989818	-	0.299089071	-
6	0	0.383152189	-	0.069720815	-	0.516299739	-	0.357011677	-	0.73218886	-
7	5	0.109571823	2,325,989	0.091790463	2,006,213	0.170067798	3,478,835	0.108148985	-	0.283208989	-
8	4	0.661764278	25,907,096	0.063005526	1,496,422	0.786634108	45,029,157	0.264703126	-	0.33661095	-
9	12	0.723952987	33,589,017	0.14906366	3,064,693	0.853096233	65,412,912	0.657721523	-	0.185158275	-
10	46	0.496881584	13,902,147	0.890907141	85,334,584	0.481918696	13,158,923	0.628676435	22,743,791	0.715721455	32,407,855
496	2	0.387051079	9,236,988	0.51268532	14,732,533	0.483234905	-	0.07747423	-	0.677714364	-
497	12	0.391061089	9,379,539	0.27683311	5,907,488	0.263746503	5,574,985	0.232440405	-	0.554717707	-
498	7	0.946156939	148,276,825	0.494583419	13,785,365	0.004418812	304,085	0.255157157	-	0.12464747	-
499	5	0.213704572	4,398,980	0.666017234	26,353,182	0.620772617	22,060,247	0.044242482	-	0.207869068	-
500	0	0.998361757	-	0.147788721	-	0.236945587	-	0.647085982	-	0.248366217	-
501	10	0.190015276	3,888,674	0.319697665	7,080,892	0.19247095	3,940,338	0.303824694	-	0.58538992	-
502	21	0.308116228	6,750,298	0.596684179	20,123,969	0.786459437	44,989,592	0.045734819	1,187,911	0.250259219	5,243,705
1602	2	0.129099151	2,685,493	0.659816487	25,706,038	0.079086218	-	0.211379893	-	0.899703073	-
1603	5	0.235720737	4,898,822	0.361134976	8,356,487	0.62187886	22,154,400	0.134313327	-	0.196615143	-
1604	67	0.416503945	10,326,862	0.635874132	23,388,945	0.118204808	2,483,690	0.031034977	915,216	0.837404298	59,390,522
1605	20	0.437513434	11,169,528	0.77601444	42,717,255	0.391175403	9,383,629	0.119550799	2,508,447	0.292697772	6,326,098
1606	4	0.131734683	2,734,825	0.162667353	3,330,994	0.087629138	1,932,145	0.612660766	-	0.187550384	-
8682	4	0.404066636	9,854,284	0.221297426	4,568,443	0.218381103	4,503,000	0.377709689	-	0.010871441	-
8683	15	0.251514807	5,274,074	0.199407834	4,087,786	0.678538964	27,725,818	0.037683528	1,040,432	0.464626722	12,347,860
8684	8	0.775121797	42,531,221	0.266897318	5,654,021	0.576301768	18,639,470	0.587738969	-	0.389190835	-
8685	19	0.041524715	1,111,240	0.317426223	7,015,216	0.427690586	10,768,344	0.998093667	972,712,679	0.271567931	5,772,360
9998	14	0.048927071	1,245,535	0.454615843	11,900,114	0.984586947	332,077,185	0.514344512	14,822,580	0.138428282	-
9999	15	0.159786968	3,274,032	0.001756873	195,828	0.616980078	21,741,110	0.219716527	4,532,912	0.587188273	19,416,072
10000	3	0.001608587	188,132	0.876061518	76,364,617	0.883730125	80,772,163	0.11163615	-	0.153521926	-

(Lanjutan)

Event	44	Event	45	Event	66	Event	67	Total Loss	Ordered Total	Aggregated Quantile
0.258779062	-	0.21419381	-	0.720306967	-	0.617872545	-	407,326,934	11,778,397,288	99.99%
0.593781376	-	0.088625217	-	0.158128629	-	0.331074097	-	229,455,101	8,382,875,637	99.98%
0.373647731	-	0.226680935	-	0.530366466	-	0.323771757	-	18,044,670	6,774,004,882	99.97%
0.685149617	-	0.314024555	-	0.384720933	-	0.090842089	-	-	3,758,697,413	99.96%
0.13837991	-	0.944855506	-	0.121807325	-	0.544473189	-	266,737,623	3,678,300,086	99.95%
0.90895385	-	0.157091003	-	0.149459477	-	0.046847796	-	-	3,429,170,915	99.94%
0.326207265	-	0.499806855	-	0.897568259	-	0.327507403	-	45,748,780	3,276,041,721	99.93%
0.127026412	-	0.35911362	-	0.048679181	-	0.038966766	-	81,101,628	3,110,660,362	99.92%
0.304442904	-	0.579425826	-	0.15732249	-	0.583115743	-	217,484,402	2,807,873,047	99.91%
0.241320219	5,030,201	0.864348129	70,408,558	0.351368449	-	0.042991923	-	1,234,853,046	2,792,025,669	99.90%
0.068228987	-	0.198119589	-	0.867695575	-	0.226683843	-	23,969,522	692,586,797	95.04%
0.875680116	-	0.443228993	-	0.033750656	-	0.247176836	-	170,262,629	691,975,798	95.03%
0.365841179	-	0.064148983	-	0.956415853	-	0.270060105	-	202,326,014	691,802,439	95.02%
0.03308984	-	0.595659317	-	0.203563075	-	0.7068246	-	75,143,539	691,220,188	95.01%
0.910893809	-	0.482380677	-	0.447668058	-	0.789965259	-	-	690,507,800	95.00%
0.913738841	-	0.010083037	-	0.325952449	-	0.966801379	-	134,466,793	689,981,720	94.99%
0.109626595	-	0.715256469	-	0.284445517	-	0.83532305	-	374,700,216	689,902,936	94.98%
0.442938226	-	0.089565188	-	0.64037265	-	0.36709642	-	28,391,531	349,440,837	83.98%
0.034752421	-	0.809013616	-	0.157426103	-	0.560450388	-	55,214,607	349,254,538	83.97%
0.538782123	16,217,039	0.136468898	2,823,973	0.008185283	418,268	0.199286106	4,085,179	2,175,910,233	349,173,297	83.96%
0.29492727	-	0.465444689	-	0.758147582	-	0.68317655	-	771,816,029	349,086,251	83.95%
0.145610202	-	0.672500633	-	0.598744446	-	0.252889121	-	15,242,413	348,908,873	83.94%
0.344287116	-	0.136723637	-	0.565051336	-	0.124942928	-	114,746,371	725,555	13.18%
0.085546195	-	0.738541479	-	0.675522878	-	0.358591975	-	154,512,497	721,422	13.17%
0.102365621	-	0.419447106	-	0.312990618	-	0.354135675	-	284,857,894	692,023	13.16%
0.021033808	-	0.431723212	-	0.620164501	-	0.395414666	-	1,252,870,733	677,530	13.15%
0.870346256	-	0.344917144	-	0.797559289	-	0.691844945	-	545,891,570	-	0.02%
0.111029529	-	0.186965848	-	0.841900045	-	0.758595567	-	367,740,602	-	0.01%
0.489091846	-	0.402392794	-	0.616480308	-	0.32060015	-	157,324,912	-	0.00%

Simulasi 2

No	# Event	Event 1		Event 2		Event 3		Event 29		Event 30	
		Probability	Severitas	Probability	Severitas	Probability	Severitas	Probability	Severitas	Probability	Severitas
1	10	0.179072865	7,432,048	0.075718998	4,990,914	0.988981603	88,579,115	0.192524417	-	0.947216911	-
2	0	0.331736127	-	0.689105125	-	0.935146081	-	0.819704478	-	0.154092702	-
3	9	0.310646246	10,318,603	0.289647067	9,848,339	0.567610381	17,236,179	0.525460427	-	0.459394203	-
4	1	0.269380297	9,400,411	0.195014339	-	0.23349094	-	0.215694453	-	0.23380731	-
5	2	0.587429505	17,923,702	0.104064186	5,716,451	0.548159805	-	0.897352369	-	0.02055035	-
6	0	0.323104978	-	0.43588953	-	0.383152189	-	0.014673148	-	0.928857335	-
7	6	0.925701655	46,113,711	0.002726511	1,766,905	0.109571823	5,850,085	0.795212948	-	0.427075612	-
8	0	0.297334853	-	0.542988677	-	0.661764278	-	0.191365923	-	0.673280931	-
499	0	0.024915736	-	0.401875161	-	0.213704572	-	0.723555052	-	0.033463664	-
500	0	0.084873464	-	0.646534428	-	0.998361757	-	0.257644237	-	0.301421568	-
501	3	0.660033068	20,782,529	0.639828673	19,925,109	0.190015276	7,671,530	0.963810228	-	0.033992131	-
502	6	0.698320849	22,573,334	0.153192172	6,858,790	0.308116228	10,261,561	0.118911817	-	0.222882166	-
6974	5	0.969631702	64,322,189	0.080035649	5,106,477	0.432024455	13,240,112	0.302959969	-	0.580871317	-
6975	1	0.191086365	7,694,910	0.225850296	-	0.500354556	-	0.846498012	-	0.608061316	-
6976	9	0.893679508	39,569,548	0.600340036	18,390,501	0.308198165	10,263,406	0.612673218	-	0.049189421	-
7633	4	0.077624807	5,042,209	0.548779599	16,612,565	0.749676929	25,422,293	0.785056753	-	0.435498856	-
7634	0	0.461833702	-	0.75582975	-	0.26633149	-	0.391777186	-	0.55255704	-
7635	5	0.504128102	15,233,261	0.823892368	30,999,761	0.131545085	6,367,283	0.734042021	-	0.91140913	-
7636	4	0.804641828	29,323,416	0.218405702	8,289,105	0.046400471	4,126,257	0.307454035	-	0.966023065	-
7637	12	0.31192334	10,347,440	0.979038449	72,719,287	0.448735409	13,680,488	0.768093738	-	0.124553202	-
7638	5	0.608704631	18,701,558	0.670724681	21,259,191	0.141277666	6,590,024	0.127985794	-	0.122271562	-
7639	1	0.335203603	10,878,609	0.297428766	-	0.59408617	-	0.99151464	-	0.574904522	-
8197	10	0.271793548	9,453,492	0.020483006	3,117,292	0.688814877	22,106,072	0.127757585	-	0.292585384	-
8198	5	0.003949877	1,942,463	0.145131066	6,677,375	0.9087958	42,320,961	0.885871487	-	0.479233136	-
8199	12	0.197751594	7,840,204	0.341831379	11,031,912	0.447029912	13,635,006	0.454485469	-	0.840459764	-
8200	4	0.515997454	15,587,472	0.372442516	11,753,879	0.238659391	8,729,099	0.720464309	-	0.839805416	-
8201	3	0.944332029	51,686,185	0.784165443	27,737,756	0.826152176	31,210,380	0.634147407	-	0.37375471	-
9996	13	0.366101841	11,602,318	0.456537734	13,890,191	0.432199951	13,244,677	0.712318845	-	0.017097377	-
9997	21	0.746910154	25,252,527	0.767174942	26,548,007	0.484270148	14,658,639	0.179764337	-	0.48096736	-
9998	8	0.080677082	5,123,464	0.979439451	73,171,347	0.048927071	4,208,187	0.577966747	-	0.897605291	-
9999	1	0.916669068	43,974,748	0.181981325	-	0.159786968	-	0.445454404	-	0.091485171	-
10000	1	0.142750027	6,623,452	0.248906107	-	0.001608587	-	0.606328767	-	0.043100446	-

(Lanjutan)

Event 29	Event 30	Event 65	Event 66	Event 67	Total Loss	Ordered Total	Aggregated Quantile					
Probability	Severitas	Probability	Severitas	Probability	Severitas	Total	Quantile					
0.192524417	-	0.947216911	-	0.783052784	-	0.161165397	-	0.505879974	-	233,597,432	1,138,117,730	99.99%
0.819704478	-	0.154092702	-	0.002477723	-	0.97123833	-	0.244798287	-	-	1,098,441,744	99.98%
0.525460427	-	0.459394203	-	0.82998723	-	0.272494595	-	0.96907153	-	150,351,272	995,237,776	99.97%
0.215694453	-	0.23380731	-	0.867419054	-	0.666788179	-	0.433149143	-	9,400,411	990,476,788	99.96%
0.897352369	-	0.02055035	-	0.302759164	-	0.489106002	-	0.13497368	-	23,640,153	973,586,551	99.95%
0.014673148	-	0.928857335	-	0.594897547	-	0.42141172	-	0.155049002	-	-	960,661,174	99.94%
0.795212948	-	0.427075612	-	0.478940548	-	0.527969649	-	0.584233503	-	89,657,728	956,205,007	99.93%
0.191365923	-	0.673280931	-	0.701583568	-	0.039717358	-	0.058173398	-	-	943,298,617	99.92%
0.723555052	-	0.033463664	-	0.49748167	-	0.046925291	-	0.542219711	-	-	373,339,580	95.01%
0.257644237	-	0.301421568	-	0.540037611	-	0.02900695	-	0.620318006	-	-	373,324,902	95.00%
0.963810228	-	0.033992131	-	0.751351071	-	0.04405613	-	0.01979938	-	48,379,167	373,287,342	94.99%
0.411504694	-	0.586632603	-	0.965726634	-	0.756567772	-	0.482134117	-	79,647,280	31,783,947	30.27%
0.302959969	-	0.580871317	-	0.624669007	-	0.374785216	-	0.517426638	-	164,916,206	31,748,141	30.26%
0.846498012	-	0.608061316	-	0.79744857	-	0.276105546	-	0.590287866	-	7,694,910	31,735,505	30.25%
0.220497636	-	0.084514036	-	0.984702183	-	0.211780496	-	0.419089495	-	151,524,996	20,646,050	23.68%
0.785056753	-	0.435498856	-	0.114167564	-	0.604083512	-	0.125845564	-	63,971,801	20,642,792	23.67%
0.391777186	-	0.55255704	-	0.761440924	-	0.231188794	-	0.693531165	-	-	20,622,672	23.66%
0.734042021	-	0.91140913	-	0.391584407	-	0.578939106	-	0.172709966	-	73,095,954	20,591,459	23.65%
0.307454035	-	0.966023065	-	0.254138188	-	0.32853963	-	0.788871285	-	46,935,899	20,589,401	23.64%
0.768093738	-	0.124553202	-	0.965596957	-	0.469771401	-	0.164949076	-	350,330,227	20,573,974	23.63%
0.276364893	-	0.765156537	-	0.140359989	-	0.244343972	-	0.087786587	-	90,197,112	20,486,181	23.60%
0.854723291	-	0.475540024	-	0.968010242	-	0.468302324	-	0.378531352	-	57,423,158	12,037,129	18.04%
0.127757585	-	0.292585384	-	0.770067741	-	0.527324372	-	0.578830348	-	146,959,345	12,027,701	18.03%
0.885871487	-	0.479233136	-	0.882997078	-	0.313433603	-	0.074335966	-	127,538,317	12,013,215	18.02%
0.634147407	-	0.37375471	-	0.785523304	-	0.474213978	-	0.966615618	-	110,634,320	11,985,127	17.99%
0.419488918	-	0.00214337	-	0.545094316	-	0.482431811	-	0.375112789	-	45,752,924	11,980,501	17.98%
0.49346964	-	0.239688598	-	0.442366138	-	0.747232417	-	0.48863324	-	6,422,523	-	0.05%
0.712318845	-	0.017097377	-	0.702086155	-	0.244725948	-	0.1163591	-	205,186,669	-	0.04%
0.179764337	-	0.48096736	-	0.233202896	-	0.551461783	-	0.295044014	-	346,961,183	-	0.03%
0.577966747	-	0.897605291	-	0.965869742	-	0.72949145	-	0.612777742	-	229,556,875	-	0.02%
0.445454404	-	0.091485171	-	0.263795506	-	0.557246694	-	0.193813857	-	43,974,748	-	0.01%
0.606328767	-	0.043100446	-	0.996679724	-	0.37353613	-	0.082399313	-	6,623,452	-	0.00%

Simulasi 3

Jumlah Event		68						Event 25		Event 26	
No	# Event	Event 1 Probability	Event 1 Severitas	Event 2 Probability	Event 2 Severitas	Event 3 Probability	Event 3 Severitas	Probability	Severitas	Probability	Severitas
1	1	0.063928168	1,678,185	0.462104964	-	0.617992051	-	0.156497376	-	0.422234841	-
2	7	0.596198888	21,377,816	0.044708945	1,302,551	0.382187434	9,772,994	0.772862775	-	0.236650511	-
3	2	0.597028514	21,443,916	0.820302492	56,374,069	0.312594403	-	0.473698475	-	0.0481008	-
4	2	0.669878302	28,355,817	0.14978131	3,376,515	0.68459935	-	0.329658322	-	0.560842072	-
5	7	0.069633407	1,788,233	0.170073107	3,808,153	0.099135014	2,358,218	0.127574451	-	0.319728425	-
6	23	0.993843433	554,391,243	0.321022703	7,704,054	0.504761636	15,312,764	0.825273138	-	0.386824713	-
7	16	0.111711934	2,604,792	0.148645926	3,352,825	0.231174488	5,220,138	0.9444593	-	0.649321033	-
8	2	0.85430427	68,830,030	0.040641824	1,221,113	0.836312265	-	0.162869443	-	0.768811875	-
499	13	0.72972765	36,351,807	0.172076046	3,851,654	0.380382402	9,706,537	0.800408108	-	0.117228223	-
500	23	0.071946816	1,832,793	0.138604772	3,145,280	0.064728691	1,693,646	0.978099483	-	0.082970627	-
501	11	0.000889292	166,813	0.060403769	1,610,013	0.612477517	22,719,973	0.17195539	-	0.496891441	-
502	12	0.09040483	2,188,717	0.416787356	11,120,050	0.295295112	6,933,512	0.971477769	-	0.14400629	-
6587	8	0.10328368	2,439,204	0.174542807	3,905,460	0.078880269	1,966,298	0.392987483	-	0.423629898	-
6588	2	0.310423507	7,380,175	0.980743208	296,783,783	0.196398	-	0.57399918	-	0.550367253	-
6589	8	0.244207555	5,547,001	0.834025438	60,906,927	0.503323541	15,233,435	0.251942451	-	0.608637894	-
6590	6	0.277340731	6,425,811	0.979747112	288,024,515	0.510408978	15,628,345	0.988624685	-	0.93702138	-
6591	3	0.25626109	5,858,463	0.13059641	2,982,139	0.56479339	19,039,816	0.464460877	-	0.13600214	-
9997	7	0.502079073	15,165,122	0.120905724	2,787,304	0.163381516	3,664,024	0.004635757	-	0.683487817	-
9998	1	0.259909026	5,954,536	0.492784527	-	0.463036077	-	0.612030921	-	0.09755375	-
9999	10	0.540049248	17,398,311	0.044613886	1,300,659	0.182480865	4,080,400	0.769920968	-	0.198439063	-
10000	3	0.778896825	45,545,191	0.065648119	1,711,393	0.152111979	3,425,291	0.80689511	-	0.199029793	-

(Lanjutan)

Event 27	Event 66	Event 67	Event 68	Total Loss	Ordered Total	Aggregated Quantile				
Probability	Severitas									
0.166128572	-	0.383860026	-	0.577819916	-	0.417423599	-	1,678,185	11,443,259,605	99.99%
0.689095094	-	0.445002613	-	0.586817249	-	0.837326874	-	135,655,532	8,362,947,271	99.98%
0.087244294	-	0.45059385	-	0.984610096	-	0.674166324	-	77,817,984	4,578,829,754	99.97%
0.301428624	-	0.154520435	-	0.104464809	-	0.719889343	-	31,732,332	4,265,525,527	99.96%
0.489746497	-	0.854886417	-	0.491904217	-	0.097068101	-	280,906,629	3,846,059,903	99.95%
0.614313539	-	0.235010796	-	0.406124246	-	0.969805027	-	1,307,336,915	3,481,098,063	99.94%
0.389508325	-	0.895871794	-	0.377965429	-	0.284762825	-	300,447,128	3,458,600,406	99.93%
0.18619651	-	0.421503613	-	0.710173562	-	0.658220929	-	70,051,143	3,336,153,586	99.92%
0.121862308	-	0.368244385	-	0.406542334	-	0.834092639	-	266,323,115	739,350,003	95.01%
0.215158702	-	0.295344672	-	0.60360001	-	0.05364548	-	398,367,852	739,204,578	95.00%
0.201341997	-	0.874222936	-	0.436533406	-	0.005376355	-	445,983,366	738,523,333	94.99%
0.026289445	-	0.1855926	-	0.813774689	-	0.67248238	-	137,002,351	737,218,079	94.98%
0.680522186	-	0.238041949	-	0.121257178	-	0.332955336	-	135,992,977	43,029,381	34.13%
0.209511782	-	0.089000929	-	0.395614038	-	0.757729866	-	304,163,958	43,021,324	34.12%
0.477274907	-	0.772417929	-	0.345446064	-	0.948979022	-	433,927,356	42,970,601	34.11%
0.505209011	-	0.064666529	-	0.255332997	-	0.285110708	-	331,157,703	42,936,671	34.10%
0.376158662	-	0.081093726	-	0.104067392	-	0.993806502	-	27,880,418	42,934,280	34.09%
0.952791866	-	0.086019343	-	0.137050366	-	0.471470773	-	42,126,877	-	0.03%
0.224453622	-	0.124712822	-	0.042944275	-	0.787062967	-	5,954,536	-	0.02%
0.489947981	-	0.548970744	-	0.832907883	-	0.704189905	-	119,027,339	-	0.01%
0.556627304	-	0.15813762	-	0.234428185	-	0.495078628	-	50,681,875	-	0.00%

Simulasi 4

Jumlah Event		69									
No	# Event	Event 1		Event 2		Event 3		Event 40		Event 41	
		Probability	Severitas	Probability	Severitas	Probability	Severitas	Probability	Severitas	Probability	Severitas
1	2	0.075718998	2,022,701	0.988981603	428,625,503	0.255444214	-	0.349536891	-	0.178592629	-
2	5	0.689105125	32,361,701	0.935146081	140,713,962	0.029011442	1,042,212	0.756669859	-	0.372294341	-
3	12	0.289647067	7,171,596	0.567610381	20,336,264	0.659946222	28,803,095	0.566357105	-	0.373499968	-
4	1	0.195014339	4,624,011	0.23349094	-	0.521922407	-	0.093081424	-	0.219033048	-
5	0	0.104064186	-	0.548159805	-	0.016277359	-	0.151714864	-	0.54614847	-
6	5	0.43588953	12,621,040	0.383152189	10,381,637	0.069720815	1,900,300	0.09496959	-	0.560115713	-
7	4	0.002726511	292,516	0.109571823	2,718,872	0.091790463	2,351,273	0.677679639	-	0.056756408	-
8	1	0.542988677	18,592,647	0.661764278	-	0.063005526	-	0.093110676	-	0.027428731	-
9	5	0.563158921	20,008,136	0.723952987	37,437,745	0.14906366	3,564,783	0.390400477	-	0.885331199	-
496	13	0.519822875	17,098,333	0.387051079	10,535,041	0.51268532	16,663,624	0.542408861	-	0.453449368	-
497	2	0.048038773	1,453,644	0.391061089	10,694,704	0.27683311	-	0.460758622	-	0.617901843	-
498	1	0.401467681	11,118,236	0.946156939	-	0.494583419	-	0.132099329	-	0.696162208	-
499	8	0.401875161	11,135,095	0.213704572	5,083,940	0.666017234	29,500,099	0.127734441	-	0.438881508	-
500	0	0.646534428	-	0.998361757	-	0.147788721	-	0.053098788	-	0.534086679	-
501	6	0.639828673	26,638,734	0.190015276	4,504,063	0.319697665	8,114,308	0.26396691	-	0.169849675	-
502	24	0.153192172	3,656,270	0.308116228	7,742,060	0.596684179	22,635,580	0.81643493	-	0.64796935	-
8050	9	0.483220691	14,983,980	0.48916583	15,308,789	0.831424307	63,300,084	0.910197467	-	0.533953452	-
8051	14	0.082143359	2,153,822	0.660201613	28,831,985	0.622383822	24,924,340	0.252408673	-	0.158067476	-
8052	7	0.07224587	1,951,839	0.192478236	4,563,004	0.406195884	11,315,175	0.503058637	-	0.803742357	-
9998	8	0.979439451	300,285,961	0.048927071	1,472,217	0.454615843	13,511,262	0.205195477	-	0.591590743	-
9999	0	0.181981325	-	0.159786968	-	0.001756873	-	0.460369609	-	0.646726763	-
10000	0	0.248906107	-	0.001608587	-	0.876061518	-	0.216670066	-	0.404988616	-

(Lanjutan)

Event	67	Event	68	Event	69	Total Loss	Ordered Total	Aggregated Quantile
0.720306967	-	0.617872545	-	0.182797296	-	430,648,204	6,852,001,695	99.99%
0.158128629	-	0.331074097	-	0.199969197	-	278,704,916	3,980,466,406	99.98%
0.530366466	-	0.323771757	-	0.433227974	-	308,859,133	3,582,708,388	99.97%
0.384720933	-	0.090842089	-	0.302765163	-	4,624,011	3,395,303,691	99.96%
0.121807325	-	0.544473189	-	0.40223107	-	-	3,164,667,134	99.95%
0.149459477	-	0.046847796	-	0.628837179	-	67,365,492	3,152,823,148	99.94%
0.897568259	-	0.327507403	-	0.26361397	-	9,400,034	3,072,810,743	99.93%
0.048679181	-	0.038966766	-	0.044783634	-	18,592,647	2,774,905,803	99.92%
0.15732249	-	0.583115743	-	0.707436524	-	141,622,539	2,772,668,094	99.91%
0.867695575	-	0.226683843	-	0.363525518	-	178,690,324	827,092,773	95.04%
0.033750656	-	0.247176836	-	0.252870605	-	12,148,349	825,823,818	95.03%
0.956415853	-	0.270060105	-	0.014384009	-	11,118,236	825,416,254	95.02%
0.203563075	-	0.7068246	-	0.479669719	-	127,565,814	824,406,509	95.01%
0.447668058	-	0.789965259	-	0.485756258	-	-	823,031,574	95.00%
0.325952449	-	0.966801379	-	0.445328732	-	58,887,651	822,738,529	94.99%
0.284445517	-	0.83532305	-	0.294240678	-	478,605,693	822,101,816	94.98%
0.755954638	-	0.031096275	-	0.270151454	-	232,757,239	11,730,682	19.50%
0.180931163	-	0.828159343	-	0.35212413	-	122,796,030	11,716,109	19.49%
0.618907351	-	0.597807543	-	0.813321468	-	138,151,329	11,705,556	19.48%
0.797559289	-	0.691844945	-	0.516439808	-	756,870,933	-	0.02%
0.841900045	-	0.758595567	-	0.885255799	-	-	-	0.01%
0.616480308	-	0.32060015	-	0.697980146	-	-	-	0.00%

Simulasi 5

Jumlah Event		63											
No	# Event	Event 1		Event 2		Event 3		Event 20		Event 21			
		Probability	Severitas	Probability	Severitas	Probability	Severitas	Probability	Severitas	Probability	Severitas		
1	29	0.462104964	14,127,658	0.617992051	24,691,968	0.574054239	21,034,704	0.183249164	4,513,664	0.18334719	4,516,019		
2	8	0.044708945	1,467,751	0.382187434	10,582,117	0.267472621	6,727,428	0.578005251	-	0.597358853	-		
3	6	0.820302492	58,961,725	0.312594403	8,105,697	0.569711704	20,708,539	0.806179849	-	0.648304621	-		
4	5	0.14978131	3,733,736	0.68459935	31,856,450	0.157724543	3,914,731	0.294605497	-	0.850655025	-		
5	1	0.170073107	4,201,030	0.099135014	-	0.744646948	-	0.984893725	-	0.020159002	-		
6	5	0.321022703	8,381,230	0.504761636	16,433,905	0.210322038	5,181,829	0.686480205	-	0.755322339	-		
7	9	0.148645926	3,708,056	0.231174488	5,722,873	0.314778659	8,176,519	0.859644937	-	0.676354671	-		
8	18	0.040641824	1,377,743	0.836312265	64,438,792	0.230804235	5,713,050	0.255957674	-	0.023046054	-		
9	6	0.28820764	7,341,465	0.721656258	37,062,116	0.067335974	1,953,823	0.023012789	-	0.958400838	-		
496	2	0.606378324	23,656,973	0.35150528	9,431,323	0.006175723	-	0.048833892	-	0.836018592	-		
497	17	0.007413696	517,537	0.500837521	16,207,180	0.8575215	73,155,794	0.154502607	-	0.139514317	-		
498	19	0.552773363	19,489,215	0.480469039	15,079,256	0.010109424	608,207	0.607664089	-	0.656297341	-		
499	27	0.172076046	4,248,064	0.380382402	10,511,576	0.617445504	24,642,053	0.662866992	29,255,854	0.970651472	233,312,756		
500	1	0.138604772	3,482,921	0.064728691	-	0.630158956	-	0.265594851	-	0.897458469	-		
501	5	0.060403769	1,806,619	0.612477517	24,193,877	0.372885338	10,222,509	0.657685799	-	0.386429474	-		
502	6	0.416787356	12,009,983	0.295295112	7,558,698	0.253160423	6,321,186	0.211828963	-	0.170170674	-		
8094	4	0.194913379	4,797,083	0.270727511	6,821,770	0.249042319	6,206,809	0.25027944	-	0.253758701	-		
8095	38	0.187266553	4,610,549	0.120580661	3,086,841	0.010159888	609,816	0.554498606	19,609,705	0.193752741	4,768,589		
9997	1	0.120905724	3,093,902	0.163381516	-	0.031767005	-	0.046389512	-	0.630126562	-		
9998	1	0.492784527	15,751,640	0.463036077	-	0.980248189	-	0.105083088	-	0.050626495	-		
9999	9	0.044613886	1,465,661	0.182480865	4,495,220	0.120514907	3,085,413	0.489808069	-	0.314740005	-		
10000	2	0.065648119	1,918,061	0.152111979	3,786,597	0.788769554	-	0.94523424	-	0.937519242	-		

(Lanjutan)

Event	61	Event	62	Event	63	Total Loss	Ordered Total	Aggregated Quantile
0.448932168	-	0.594703273	-	0.480314069	-	1,187,939,931	7,250,549,013	99.99%
0.149517664	-	0.982336131	-	0.826258268	-	128,140,595	5,712,373,156	99.98%
0.056472295	-	0.901335304	-	0.37517143	-	133,766,129	4,501,186,695	99.97%
0.252145569	-	0.417910434	-	0.179248347	-	52,901,679	4,433,103,522	99.96%
0.023916096	-	0.667385566	-	0.407154791	-	4,201,030	4,027,703,991	99.95%
0.099159988	-	0.786383299	-	0.726837989	-	55,990,647	3,705,505,577	99.94%
0.447284453	-	0.220443477	-	0.386039121	-	138,454,817	3,663,047,092	99.93%
0.203438096	-	0.27701368	-	0.799690098	-	413,232,982	3,657,861,808	99.92%
0.285006748	-	0.120180014	-	0.711709669	-	66,957,944	3,557,902,975	99.91%
0.961510097	-	0.467777497	-	0.996218745	-	33,088,296	850,665,607	95.04%
0.559156556	-	0.328309346	-	0.030071706	-	245,063,470	848,331,323	95.03%
0.623230258	-	0.498737357	-	0.062959014	-	422,281,991	848,308,554	95.02%
0.090500733	-	0.657669052	-	0.559327112	-	929,866,824	848,262,112	95.01%
0.010200183	-	0.381038714	-	0.293654838	-	3,482,921	848,224,562	95.00%
0.06104985	-	0.454945882	-	0.126827286	-	95,266,256	848,011,680	94.99%
0.518290849	-	0.680881283	-	0.69558077	-	68,379,833	847,765,757	94.98%
0.477541432	-	0.323700345	-	0.076197289	-	20,691,157	13,441,451	19.06%
0.916907578	-	0.114228255	-	0.237540731	-	871,107,002	13,431,176	19.05%
0.560319513	-	0.230984335	-	0.820604398	-	3,093,902	-	0.03%
0.077299561	-	0.204121942	-	0.359145075	-	15,751,640	-	0.02%
0.99474297	-	0.304825599	-	0.248453434	-	108,320,474	-	0.01%
0.963961399	-	0.167063624	-	0.108178718	-	5,704,658	-	0.00%

Simulasi 6

Jumlah Event		64						Event 39		Event 40	
No	# Event	Probability	Severitas	Probability	Severitas	Probability	Severitas				
1	0	0.988981603	-	0.255444214	-	0.784906578	-	0.349536891	-	0.178592629	-
2	12	0.935146081	134,966,570	0.029011442	1,182,694	0.264108154	6,851,495	0.756669859	-	0.372294341	-
3	5	0.567610381	20,842,835	0.659946222	29,170,433	0.108757596	2,967,590	0.566357105	-	0.373499968	-
4	4	0.23349094	5,990,685	0.521922407	17,758,243	0.337284431	9,182,597	0.093081424	-	0.219033048	-
5	2	0.548159805	19,463,969	0.016277359	845,076	0.587770145	-	0.151714864	-	0.54614847	-
6	15	0.383152189	10,888,326	0.069720815	2,112,497	0.516299739	17,413,610	0.09496959	-	0.560115713	-
7	14	0.109571823	2,985,590	0.091790463	2,594,818	0.170067798	4,373,753	0.677679639	-	0.056756408	-
8	2	0.661764278	29,372,350	0.063005526	1,964,898	0.786634108	-	0.093110676	-	0.027428731	-
9	3	0.723952987	37,575,957	0.14906366	3,878,303	0.853096233	70,708,397	0.390400477	-	0.885331199	-
10	43	0.496881584	16,275,041	0.890907141	90,988,648	0.481918696	15,448,604	0.948309336	157,994,384	0.71893441	36,803,960
499	8	0.213704572	5,464,172	0.666017234	29,851,850	0.620772617	25,218,829	0.127734441	-	0.438881508	-
500	4	0.998361757	977,105,909	0.147788721	3,848,754	0.236945587	6,084,909	0.053098788	-	0.534086679	-
501	10	0.190015276	4,861,065	0.319697665	8,582,525	0.19247095	4,922,300	0.26396691	-	0.169849675	-
502	6	0.308116228	8,201,991	0.596684179	23,114,397	0.786459437	49,578,079	0.81643493	-	0.64796935	-
503	0	0.245511509	-	0.192140107	-	0.129685808	-	0.658039837	-	0.713993868	-
504	2	0.137688373	3,616,575	0.388289162	11,093,354	0.392813345	-	0.151250526	-	0.591392818	-
7976	3	0.358081544	9,929,372	0.333662462	9,056,740	0.347352774	9,538,895	0.714641102	-	0.273500764	-
7977	16	0.428242336	12,798,215	0.752947199	42,530,019	0.322631321	8,680,722	0.477095011	-	0.477568808	-
7978	1	0.564814783	20,638,148	0.20572674	-	0.524677775	-	0.417281478	-	0.986420074	-
7979	9	0.759333208	43,750,204	0.389099681	11,125,982	0.031997931	1,256,031	0.990402889	-	0.817939641	-
7980	15	0.81406448	56,868,477	0.423500892	12,585,026	0.104374659	2,870,900	0.061327557	-	0.374026334	-
9996	7	0.432199951	12,978,559	0.680049451	31,508,847	0.126236024	3,357,109	0.180388929	-	0.522288438	-
9997	0	0.484270148	-	0.450785484	-	0.079213253	-	0.115873332	-	0.028082841	-
9998	15	0.048927071	1,650,995	0.454615843	14,043,282	0.984586947	330,152,752	0.205195477	-	0.591590743	-
9999	7	0.159786968	4,129,145	0.001756873	285,521	0.616980078	24,872,655	0.460369609	-	0.646726763	-
10000	5	0.001608587	274,866	0.876061518	81,891,332	0.883730125	86,367,954	0.216670066	-	0.404988616	-

(Lanjutan)

Event	62	Event	63	Event	64	Total Loss	Ordered Total	Aggregated Quantile
0.034444429	-	0.783052784	-	0.161165397	-	-	5,714,513,447	99.99%
0.013725972	-	0.002477723	-	0.97123833	-	774,513,320	5,196,709,667	99.98%
0.620824168	-	0.82998723	-	0.272494595	-	230,152,728	3,515,277,060	99.97%
0.54893134	-	0.867419054	-	0.666788179	-	39,605,514	3,264,773,257	99.96%
0.079497032	-	0.302759164	-	0.489106002	-	20,309,044	3,214,031,101	99.95%
0.459497234	-	0.594897547	-	0.42141172	-	351,267,354	3,062,715,801	99.94%
0.536238316	-	0.478940548	-	0.527969649	-	298,209,997	3,050,027,285	99.93%
0.993822985	-	0.701583568	-	0.039717358	-	31,337,249	2,897,709,413	99.92%
0.196814651	-	0.02950559	-	0.127777552	-	112,162,657	2,677,869,042	99.91%
0.254174573	-	0.347976704	-	0.235048889	-	1,253,190,930	2,610,358,588	99.90%
0.133177022	-	0.49748167	-	0.046925291	-	273,392,520	838,263,511	95.01%
0.781290843	-	0.540037611	-	0.02900695	-	1,036,161,730	837,508,086	95.00%
0.802509148	-	0.751351071	-	0.04405613	-	154,414,466	835,033,853	94.99%
0.773394307	-	0.85384445	-	0.210810748	-	125,346,080	834,110,997	94.98%
0.653898884	-	0.498864241	-	0.358857379	-	-	832,816,292	94.97%
0.464761845	-	0.805402425	-	0.249834932	-	11,370,087	15,985,985	20.25%
0.765139702	-	0.490046537	-	0.601725715	-	28,525,007	15,976,133	20.24%
0.087469188	-	0.488776087	-	0.47484108	-	297,750,584	15,964,526	20.23%
0.04431373	-	0.075688999	-	0.077814728	-	20,638,148	15,943,208	20.22%
0.346837767	-	0.553108023	-	0.666271218	-	385,418,232	15,922,324	20.21%
0.777279963	-	0.442366138	-	0.747232417	-	5,489,746	-	0.05%
0.567298385	-	0.702086155	-	0.244725948	-	119,408,733	-	0.04%
0.080123593	-	0.233202896	-	0.551461783	-	-	-	0.03%
0.042217769	-	0.965869742	-	0.72949145	-	576,242,223	-	0.02%
0.905711108	-	0.263795506	-	0.557246694	-	51,691,739	-	0.01%
0.353548872	-	0.996679724	-	0.37353613	-	189,206,704	-	0.00%

LAMPIRAN 4 TABEL *BACK TESTING*

No	Bulan	OpVaR (95%)	Actual Loss	Difference	Binary (VaR 95%)
1	Jan-09	690,507,800	74,124,943	616,382,857.28	0
2	Feb-09	373,324,902	13,712,322	359,612,579.97	0
3	Mar-09	739,204,578	61,180,812	678,023,765.81	0
4	Apr-09	823,031,574	23,629,914	799,401,660.36	0
5	May-09	848,224,562	26,049,870	822,174,692.21	0
6	Jun-09	837,508,086	8,635,265	828,872,821.28	0
Jumlah Failure					0

Likelihood Ratio

Data

V = Number of violation, i.e. the Number of losses in excess of VaR

T = Total number of observations

p = VaR Confidence Level

V = 0 Jumlah Failure
 T = 6 Jumlah data pengujian
 p = 0.05 CL 95%

$$LR_{UC} = -2 \ln \left[(1 - p^*)^{T-V} p^{*V} \right] + 2 \ln \left[\left(1 - \frac{V}{T}\right)^{T-V} \left(\frac{V}{T}\right)^V \right]$$

LR-uc = 0.615519533
 + #NUM!
 0.615519533

LR-uc = **0.615519533**

LR is Chi Square **3.841459149** CL 95%

df = 1

0.61551953 < 3,841459149

Karena LR < CV, maka model diterima