



UNIVERSITAS INDONESIA

**Analisis Alokasi Biaya untuk Pengurangan Risiko
Kesehatan dan Keselamatan Kerja dengan Simulasi Monte Carlo
di Proyek *Fuel Gas Conversion* Pembangkit Muara Tawar Bekasi
(Studi Kasus di PT Alstom *Power Energy System* Indonesia)**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister

**Yumi Meuthia
0606004621**

**Program Pasca Sarjana
Teknik Industri
Fakultas Teknik
Universitas Indonesia
Depok, 2008**



LEMBAR PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh

Nama : Yumi Meuthia
NPM : 0606004621
Program Studi : Pasca Sarjana Teknik Industri
Judul Tesis :

**Analisis Alokasi Biaya untuk Pengurangan Risiko
Kesehatan dan Keselamatan Kerja dengan Simulasi Monte Carlo
di Proyek *Fuel Gas Conversion* Pembangkit Muara Tawar Bekasi
(Studi Kasus di PT Alstom Power Energy System Indonesia)**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Pasca Sarjana Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Ir. Isti Surjandari MT, MA, Ph.D.

Pembimbing II : Ir. Amar Rachman, MEIM

Penguji : Ir. Yadrifil M.Sc

Penguji : Ir. Erlinda Muslim MEE

Penguji : Ir. Fauzia Dianawati M.Si.

Depok, Juli 2008

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat rahmatNya, penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Penyusunan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik Jurusan Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tesis ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Isti Surjandari, Phd, selalu dosen pembimbing I, yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran dalam mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Ir. Amar Rachman, MEIM, selaku dosen pembimbing II, yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran dalam mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Orang tua, kakak, dan adik-adik saya yang telah memberikan bantuan dukungan material maupun moril.
4. Pihak PT. Alstom, Bapak Jackson dan Bapak Hilton yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang diperlukan penulis.
5. Teman-teman angkatan 2006 program Pasca Sarjana TI yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan saudara-saudara semua. Dan semoga tesis ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 1 Juli 2008

Penulis

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS
(Hasil Karya Perorangan)**

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

Nama : Yumi Meuthia
NPM : 0606004621
Program Studi : Pasca Sarjana Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tesis

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

Analisis Alokasi Biaya untuk Pengurangan Risiko
Kesehatan dan Keselamatan Kerja dengan Simulasi Monte Carlo
di Proyek *Fuel Gas Conversion* Pembangkit Muara Tawar Bekasi
(Studi Kasus di PT Alstom *Power Energy System* Indonesia)

beserta perangkat yang ada (bila diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Depok
Pada tanggal 1 Juli 2008
Yang menyatakan

(Yumi Meuthia)

ABSTRAK

Nama : Yumi Meuthia
Program Studi : Pasca Sarjana Teknik Industri
Judul : Analisis Alokasi Biaya untuk Pengurangan Risiko Kesehatan dan Kesehatan Kerja dengan Simulasi Monte Carlo di Proyek Fuel Gas Conversion Pembangkit Muara Tawar Bekasi (Studi Kasus di PT. Alstom *Power Energy System* Indonesia)

Masalah kesehatan dan keselamatan kerja PT. Alstom *Power Energy System* Indonesia merupakan suatu masalah signifikan yang harus ditangani dengan serius oleh segenap karyawan, baik karyawan permanen maupun kontraktor.

Studi ini terdiri dari dua bagian. Studi pertama bertujuan untuk mengetahui berbagai faktor yang mempengaruhi masalah kesehatan dan keselamatan kerja pada PT. Alstom *Power Energy System* Indonesia. Dari studi ini diperoleh faktor-faktor yang tingkat pengaruhnya tinggi terhadap masalah kesehatan dan keselamatan kerja, antara lain adalah kebakaran atau ledakan di *site*.

Studi kedua bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis pekerjaan yang memiliki risiko tinggi pada pekerjaan Proyek Konversi Bahan Bakar Gas pada Pembangkit Jawa Bali Muara Tawar. Dari hasil penelitian dengan kuesioner diperoleh lima *major risk* dengan level risiko tinggi. Setelah itu dilakukan simulasi Monte Carlo dengan *software* Crystall Ball dan Optquest untuk mengetahui dinamika alokasi biaya dan *total advantage* yang diperoleh dari *treatment* yang dilakukan dengan batasan persentasi dana tersedia. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa semakin besar dana tersedia, akan semakin besar pula *total advantage* yang diperoleh. Namun setelah batasan ketersediaan dana mencapai 95%, peningkatan *total advantage* tidak sebanding dengan jumlah biaya yang harus dikeluarkan.

Kata kunci :

Manajemen risiko, kesehatan dan keselamatan kerja

ABSTRACT

Name : Yumi Meuthia
Study Program : Graduate Program of Industrial Engineering
Title : Cost Allocation Analysis for Risk Mitigation of Health and Safety Using Monte Carlo Simulation in Fuel-Gas Conversion Project at Muara Tawar (Study Case at PT. Alstom Power Energy System Indonesia)

Health and safety is a major concern that has to be considered seriously by all Alstom Power Energy System Indonesia employees whether its permanent staff or contractor.

This study consists of two parts. The first part analyze factors that affect health & safety. The results of this study show that factors which have high level risk are fire and explosion at project site.

The second part analyze risk priority level of 7 type of works in Fuel Gas Conversion Project at Muara Tawar, with treatment cost and risk cost provided. Moreover, this study focus to 5 type of works that have high level risk and using Monte Carlo simulation and Optquest by Cristal Ball to analyze the dynamic of cost allocation and total advantage. The results of the study show that the more available budget is spent, the more total advantage is acquired, and the more type of works can be treated. But after budget limitation of 95% increasing of total advantage is not as significant as the increasing amount of budget spent in treatment.

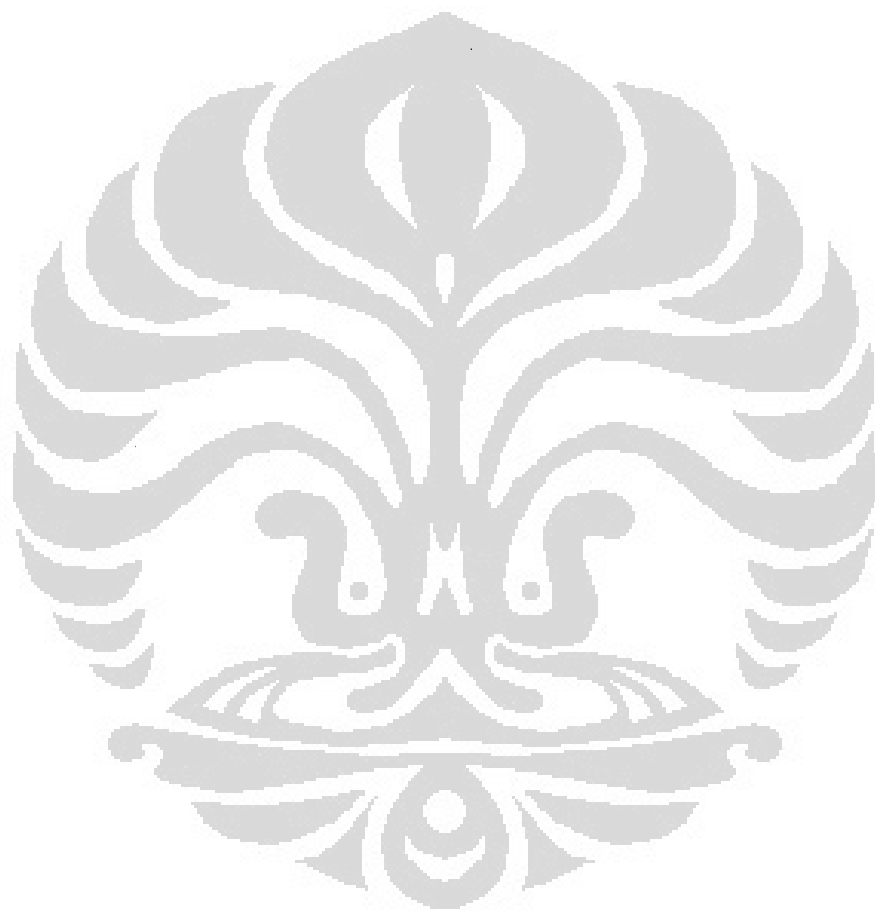
Keywords:

Risk management, health and safety management

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Diagram Keterkaitan Masalah.....	3
1.3 Perumusan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Metodologi Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan	6
2. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Risiko.....	8
2.1.1 Definisi Risiko.....	8
2.1.2 Definisi Manajemen Risiko.....	9
2.1.3 Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja	15
2.2 Metode Simulasi Monte Carlo	16
2.3 Model Optimasi (Optquest) dalam Simulasi Monte Carlo	18
3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	22
3.1 Pengumpulan Data.....	22
3.1.1 Gambaran Umum Perusahaan	22
3.1.2 Gambaran Umum Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja	23
3.1.3 Proyek Konversi Bahan Bakar Gas Muara Tawar	32
3.1.4 Kuesioner Penelitian	37
3.2 Pengolahan Data.....	42
3.2.1 Pengolahan Data Kuesioner Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kesehatan dan Keselamatan Kerja	42
3.2.2 Pengolahan Data Kuesioner Major Risk pada Proyek Konversi Bahan Bakar Gas Muara Tawar	46
3.2.3 Simulasi Monte Carlo untuk Pengalokasian Dana Penanganan <i>Major Risk</i>	47
3.2.4 Analisis Skenario Optimasi.....	55

4. KESIMPULAN DAN SARAN	59
4.1 Kesimpulan	59
4.2 Saran	60
DAFTAR REFERENSI	62



DAFTAR GAMBAR

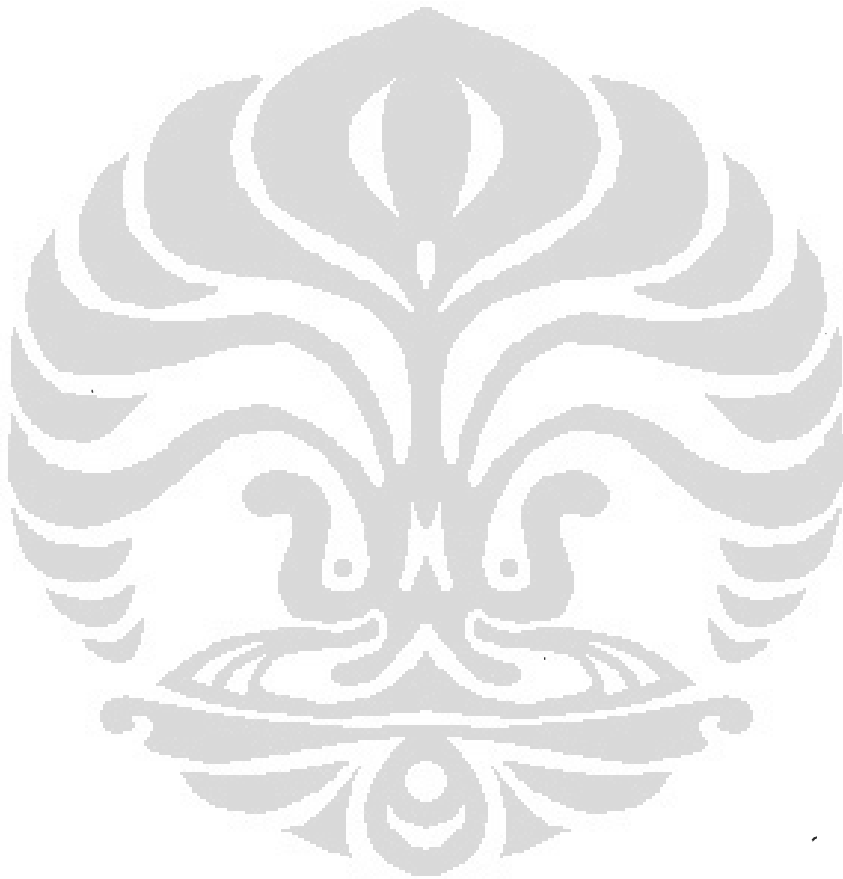
Gambar 1.1	Diagram Keterkaitan Masalah	3
Gambar 1.2	Diagram Metodologi Penelitian.....	5
Gambar 2.1	Diagram Alir Manajemen Risiko.....	10
Gambar 2.2	Probabilitas Kejadian VS Dampak Terhadap Proyek	13
Gambar 2.3	Proses Simulasi	16
Gambar 2.4	Skema Teknik Monte Carlo.....	18
Gambar 2.5	Proses Optquest.....	19
Gambar 2.6	Model Optimasi yang Bersifat Determinan.....	20
Gambar 2.7	Model Optimasi yang Bersifat Probabilitas.....	21
Gambar 3.1	<i>Alstom Environmental Health and Safety Improvement Cycle</i>	25
Gambar 3.2	<i>Alstom Environmental Health and Safety Guidelines (Roadmap)</i>	25
Gambar 3.3	Contoh tabel <i>Roadmap</i>	26
Gambar 3.4	<i>Serious Accident/Incident Reporting Process</i>	29
Gambar 3.5	<i>Alstom Injury Frequency Rate</i>	31
Gambar 3.6	<i>Alstom Guidelines to Reduce IFR and ISR</i>	31
Gambar 3.7	Grafik <i>Total Advantage</i> Berdasarkan Asumsi Dana Tersedia	58

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	<i>Alstom Company Profile</i>	23
Tabel 3.2	Matrik Tingkat Keparahan (<i>Severity</i>)	28
Tabel 3.3	<i>Severity and Likelihood Scale</i>	28
Tabel 3.4	Performa EHS Tahun 2007	30
Tabel 3.5	Detail Proyek Konversi Bahan Bakar Gas Muara Tawar	32
Tabel 3.6	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Masalah K3	39
Tabel 3.7	Variabel <i>Major Risk</i> berdasarkan Jenis Pekerjaan	41
Tabel 3.8	Hasil Pengolahan Data Kuesioner Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Masalah K3	43
Tabel 3.9	Hasil Pengolahan Data Kuesioner <i>Major Risk</i>	46
Tabel 3.10	Prioritas Penanganan dan Biaya dari 7 <i>Major Risk</i> di Muara Tawar	47
Tabel 3.11	Treatment Cost untuk Setiap Jenis Pekerjaan	48
Tabel 3.12	<i>Risk Coverage, Treatment Cost dan Advantage</i> dengan Asumsi Dana Tersedia 30%	50
Tabel 3.13	<i>Risk Coverage, Treatment Cost dan Advantage</i> dengan Asumsi Dana Tersedia 50%	51
Tabel 3.14	<i>Risk Coverage, Treatment Cost dan Advantage</i> dengan Asumsi Dana Tersedia 70%	52
Tabel 3.15	<i>Risk Coverage, Treatment Cost dan Advantage</i> dengan Asumsi Dana Tersedia 80%	52
Tabel 3.16	<i>Risk Coverage, Treatment Cost dan Advantage</i> dengan Asumsi Dana Tersedia 90%	53
Tabel 3.17	<i>Risk Coverage, Treatment Cost dan Advantage</i> dengan Asumsi Dana Tersedia 95%	54
Tabel 3.18	<i>Risk Coverage, Treatment Cost dan Advantage</i> dengan Asumsi Dana Tersedia 98%	55
Tabel 3.19	Rekapitulasi Hasil Optimasi.....	57
Tabel 4.1	Pengelompokan Jenis Risiko dan Tingkatan Risiko.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Struktur Organisasi PT. Alstom
Lampiran 2 Contoh Kuesioner Penelitian



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan kesehatan dan keselamatan kerja merupakan masalah yang signifikan, yang merupakan salah satu faktor yang menentukan keunggulan bersaing (*competitive advantages*) suatu perusahaan. Masalah kesehatan dan keselamatan kerja akan berpengaruh pada kegiatan operasional suatu perusahaan. Seringnya terjadi kecelakaan kerja akan mengganggu aktifitas operasional dan mengurangi jam kerja suatu perusahaan, yang pada akhirnya akan mengurangi pendapatan dan laba perusahaan tersebut. Untuk itu sangat dibutuhkan adanya suatu manajemen kesehatan dan keselamatan kerja yang terpadu dan sistematis pada suatu perusahaan.

Manajemen kesehatan dan keselamatan kerja ini berguna untuk mengurangi potensi terjadinya dampak negatif dan kesalahan operasi dalam proses-proses suatu industri. Kesalahan dalam menentukan spesifikasi peralatan dan pengoperasian (*unsafe action*) dan kondisi lingkungan kerja yang tidak aman (*unsafe condition*) dalam kegiatan operasional suatu perusahaan akan mengakibatkan terjadinya dan kerugian. Kerugian yang mungkin terjadi bisa bersifat kecil sehingga tidak mengganggu kegiatan operasional perusahaan ataupun bersifat fatal, seperti berhentinya kegiatan operasional atau memakan korban jiwa. Salah satu pendekatan dalam menangani masalah kesehatan dan keselamatan kerja adalah dengan menggunakan manajemen risiko.

Menurut March & Simon, risiko adalah distribusi probabilitas dari konsekuensi-konsekuensi setiap alternatif¹. Secara umum terdapat 5 tahapan dalam manajemen risiko, yaitu: (1) Perencanaan manajemen risiko, (2) identifikasi risiko, (3) analisis kualitatif dan kuantitatif risiko, (4) perencanaan penanganan risiko, dan (5) Monitoring dan kontrol risiko². Praktik manajemen risiko yang baik adalah dengan mengalokasikan risiko pada pihak yang paling mampu menangani risiko tersebut. Untuk menghindari duplikasi, disarankan

¹ March, J.G., & Simon, H.A. 1958. *Cognitive Limits On Rationality In Organizations*. New York. John Wiley & Sons p.137

² Van Wyk, R. et al. 2007, *Project Risk Management Practice: The Case of South African Utility Company*. International Journal of Project Management, doi:10.1016/j.ijproman.2007.03.011

untuk melakukan investigasi kontinu selama proses manajemen risiko untuk memastikan bahwa tidak ada pihak lain yang mengambil alih kontrol terhadap risiko³.

Menurut Jablonowoski⁴, seorang manajer cenderung menggunakan analisis risiko untuk membuat satu keputusan penting. Sedangkan Tar & Car menyatakan bahwa manajemen risiko tergantung kepada orang-orang yang menjadi kunci utama dalam sebuah proyek, yang memiliki keahlian, pengalaman, serta berorientasi pada risiko.

Keamanan lingkungan kerja bersifat dinamis, dan tidak hanya tergantung pada persepsi pekerja, namun juga faktor lainnya seperti usaha penerapan peraturan keselamatan oleh manajemen, sikap pekerja terhadap keselamatan dan kesehatan kerja, ergonomi pada tempat kerja, dan sebagainya⁵. Manajemen keselamatan dan kesehatan kerja adalah fungsi dari berbagai faktor, dan faktor-faktor tersebut saling mempengaruhi. Bahkan, kemungkinan terdapat inter-relasi diantara faktor-faktor tersebut. Oleh karena itu, keselamatan sistem kerja harus dianalisis dari sudut pandang holistik⁶.

PT. Alstom *Power Energy System* Indonesia, yang berkedudukan di Jakarta, menganggap bahwa keselamatan dan kesehatan di tempat kerja sebagai prioritas kunci, dan merupakan kebijakan Alstom untuk memiliki budaya “zero accident”⁷. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk meminimalkan biaya risiko yang akan dikeluarkan, meningkatkan laba perusahaan, meningkatkan produktivitas dan loyalitas karyawan, serta demi menjaga citra perusahaan di mata internasional.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan jenis-jenis risiko dan tingkatan risiko yang ada di PT. Alstom *Power Energy System* Indonesia dan memperoleh

³ Loosemore M, Raftery J, Reily C, Higgon D. 2006. *Risk Management In Projects*. 2 ed. Taylor and Francis.

⁴ Mobey, Alison & David Parker, 2002, *Risk Evaluation And Its Importance To Project Implementation*, Work Study Journal , Volume: 51 Number: 4 p.: 203, Emerald

⁵ Chen, J-R, Yang, Y-T. 2004. *A Predictive Risk Index For Safety Performance In Process Industries*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries 17, 233-242

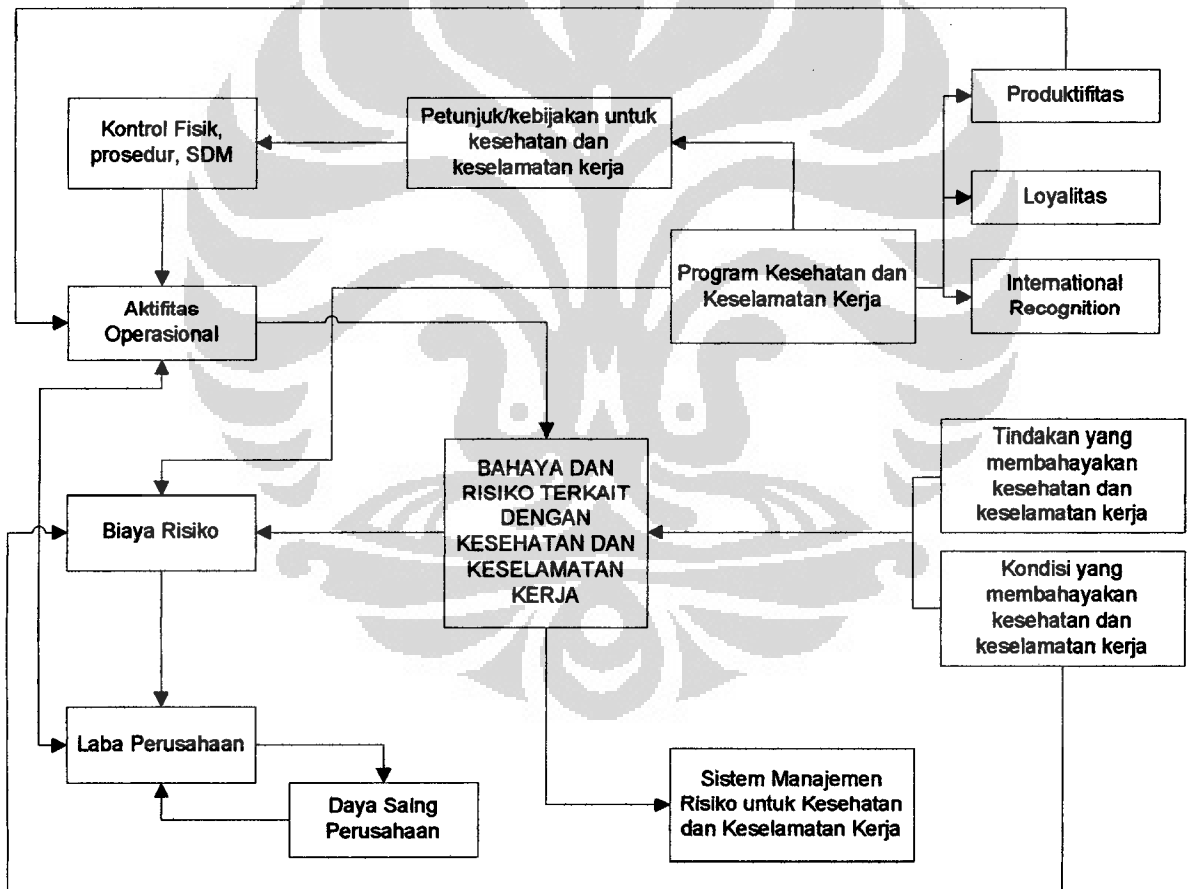
⁶ Dagdeviren, M. et al. 2007. *A Fuzzy Analytic Network Process (ANP) Model To Identify...* Safety Sci. doi:10.1016/j.ssci.2007.02.002

⁷ Activity and Corporate Responsibility Report 2006/07. www.alstom.com . diakses pada 27 September 2007

alternatif alokasi biaya untuk pengurangan risiko kesehatan dan keselamatan kerja di PT. Alstom *Power Energy System* Indonesia.

1.2 Diagram Keterkaitan Masalah

Dalam penelitian ini, masalah yang ada dipetakan dalam suatu diagram keterkaitan masalah untuk dapat menggambarkan hubungan sebab dan akibat dari permasalahan. Diagram keterkaitan masalah ini membantu dalam proses analisis hubungan berbagai aspek dalam situasi yang kompleks dan rumit. Gambar 1.1 menggambarkan keterkaitan masalah yang ada kesehatan dan keselamatan kerja di PT. Alstom *Power Energy System* Indonesia.



Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan diagram keterkaitan masalah maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: “*Perlunya suatu manajemen risiko keselamatan dan kesehatan kerja yang memuat cara mengurangi risiko dan memberikan alternatif alokasi biaya untuk mengurangi risiko yang terkait dengan kesehatan dan keselamatan kerja pada PT. Alstom Power Energy System Indonesia*”.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk:

1. Mendapatkan jenis-jenis risiko dan tingkatan risiko yang ada di PT. Alstom *Power Energy System Indonesia*.
2. Memperoleh alternatif alokasi biaya untuk mengurangi risiko dalam kesehatan dan keselamatan kerja pada PT. Alstom *Power Energy System Indonesia*.

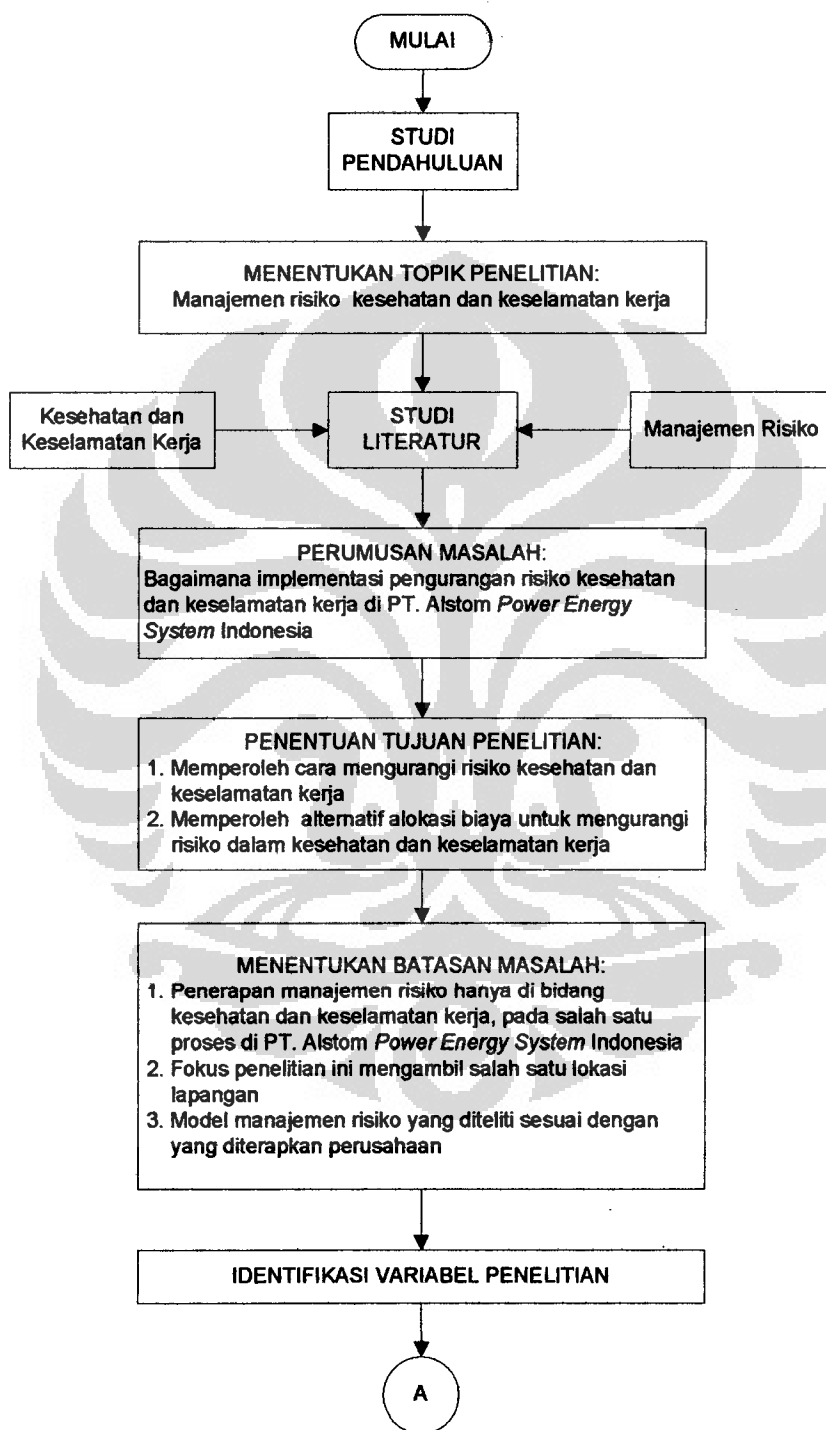
1.5 Batasan Masalah

Penerapan manajemen risiko dalam suatu organisasi sangatlah luas, untuk itu diperlukan batasan-batasan dalam penelitian ini. Batasan dalam penelitian tersebut adalah:

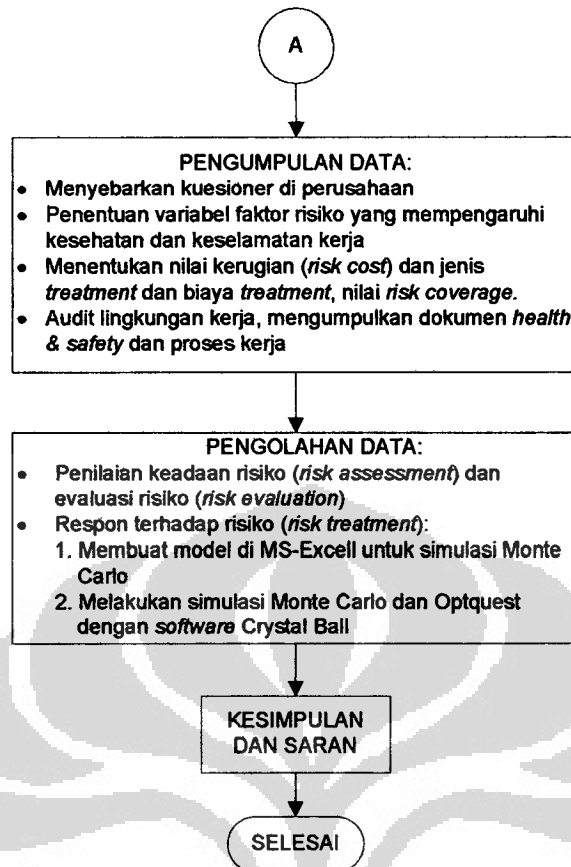
1. Penerapan manajemen risiko hanya di bidang kesehatan dan keselamatan kerja, pada salah satu proses di PT. Alstom *Power Energy System Indonesia*.
2. Fokus penelitian ini mengambil salah satu lokasi lapangan PT. Alstom *Power Energy System Indonesia*, yaitu proyek *Fuel Gas Conversion* di Pembangkit Jawa Bali Unit Muara Tawar Bekasi.
3. Model manajemen risiko yang diteliti sesuai dengan yang diterapkan perusahaan.

1.6 Metodologi Penelitian

Dalam melakukan penelitian perlu disusun suatu metodologi sebagai acuan tahapan dalam penelitian. Tahapan-tahapan yang dilakukan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.2 berikut:



Gambar 1.2 Diagram Metodologi Penelitian



Gambar 1.2 Diagram Metodologi Penelitian (Lanjutan)

1.7 Sistematika Penelitian

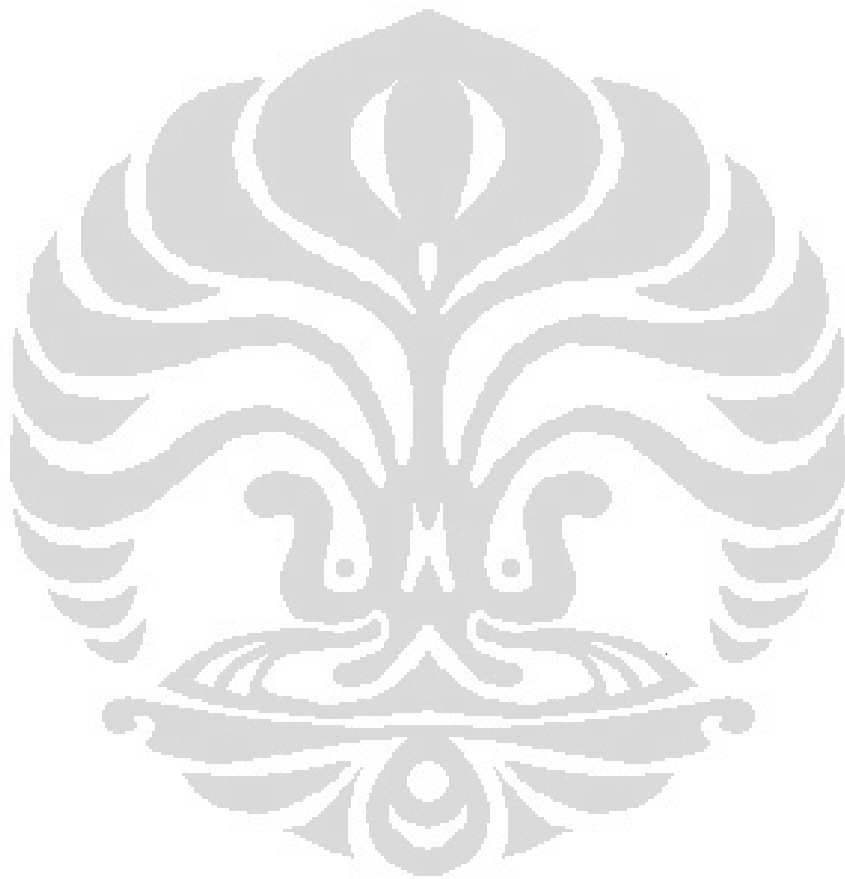
Penulisan penelitian ini terdiri atas 4 bab. Bab 1 Pendahuluan, merupakan uraian ringkas tentang gambaran umum pelaksanaan penelitian. Dalam bab 1 ini terdapat latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian dan batasan masalah. Dalam bab 1 juga dimuat metodologi penelitian yang menggambarkan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini.

Bab 2 Landasan Teori berisi teori-teori yang mendukung penelitian, dan konsep-konsep yang menjadi landasan dalam pengembangan model penelitian. Teori pendukung yang terdapat pada bab II ini antara lain adalah: definisi risiko dan manajemen risiko, dan langkah-langkah manajemen risiko.

Bab 3 Pengumpulan dan Pengolahan Data memuat data primer dan data sekunder yang diperoleh. Data tersebut antara lain, gambaran umum perusahaan, hal-hal yang terkait dengan proyek *Fuel Gas Conversion* dan manajemen keselamatan dan kesehatan kerja perusahaan, data-data hasil kuesioner. Data

tersebut kemudian diolah berdasarkan landasan teori sehingga memberikan alternatif biaya untuk pengurangan risiko kesehatan dan keselamatan kerja di PT. *Alstom Power EnergySystem* Indonesia.

Bab 4 Kesimpulan dan Saran berisi kesimpulan-kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini, berdasarkan tujuan penelitian yang tercantum di bab pertama. Bab ini juga memuat saran-saran yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi pihak perusahaan.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Risiko

2.1.1. Definisi Risiko

Perry & Hayes⁷ memiliki pengamatan berikut terhadap konsep dasar risiko:

- Risiko dan ketidakpastian berhubungan dengan kejadian atau kegiatan tertentu yang dapat diidentifikasi secara individu.
- Terjadinya suatu risiko mengisyaratkan adanya suatu akibat yang memiliki probabilitas kejadian.
- Banyak risiko yang umum terjadi dalam konstruksi memberikan kemungkinan berupa kerugian atau keuntungan; contohnya produktivitas tenaga kerja dan pabrik, penyimpangan dan inflasi. Ini merupakan risiko dengan probabilitas yang rendah dengan kemungkinan dampak yang rendah atau tinggi.

Menurut Mosca analisis risiko adalah penyelesaian suatu masalah yang menyangkut ketidakpastian dengan identifikasi, evaluasi, dan pengawasan atas risiko secara berkala. Analisa risiko memberikan presentasi dan evaluasi yang jelas terhadap para pengambil keputusan, atas risiko-risiko yang teridentifikasi, dengan beragam pilihan keputusan yang ada.

Analisis risiko dapat dibagi atas 3 fase⁸:

1. Identifikasi

Dimana semua risiko yang potensial terjadi dan mempengaruhi proyek, diidentifikasi

2. Estimasi

Dimana risiko yang teridentifikasi, dinilai, diukur tingkat pengaruhnya, ditentukan dampak dan frekuensinya.

3. Analisis dan evaluasi

Kemampuan untuk mengantisipasi risiko ditentukan dan tindakan yang diambil untuk mengatasi risiko dievaluasi.

⁷ Institution of Engineers, 1999, "Project Management: from conceptual until solving problem", module 3 p.4. Published by Engineering Education Australia.

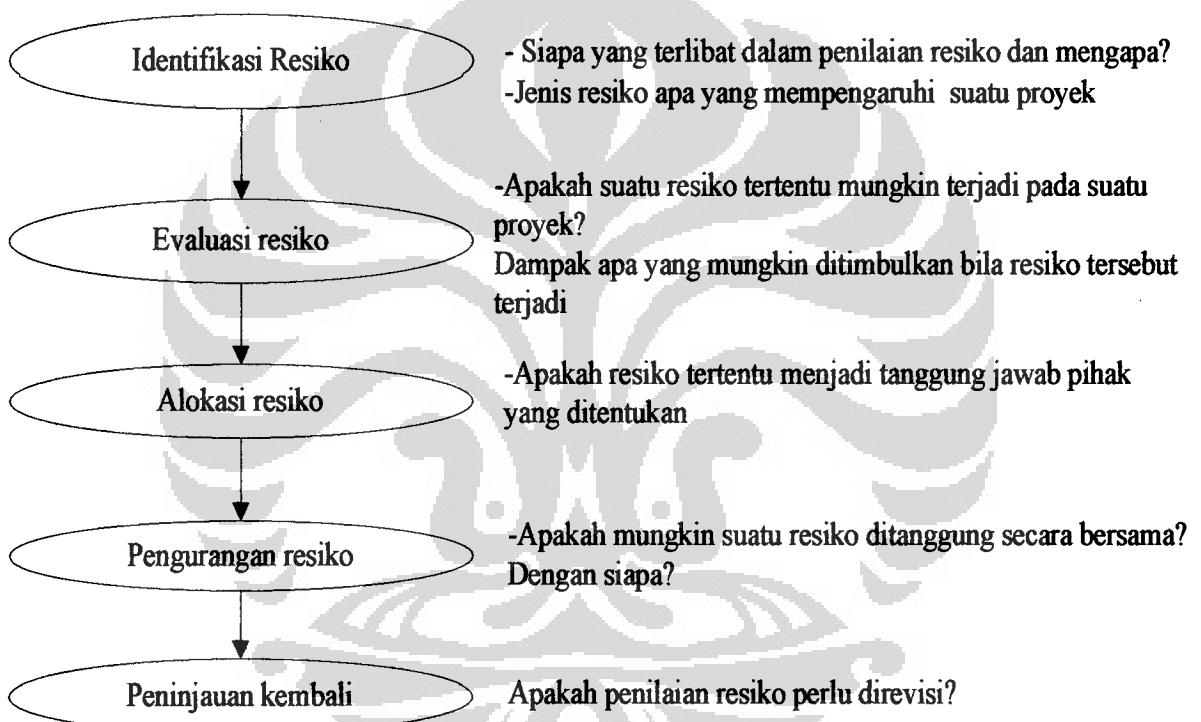
⁸ Mobey, Alison & David Parker, *Op. Cit.*, p.203

2.1.2. Definisi Manajemen Risiko

Pendekatan profesional terhadap risiko adalah dengan memahami, mengidentifikasi dan mengevaluasi risiko yang berhubungan dengan suatu proyek. Proses ini dinamakan penilaian risiko. Selanjutnya mempertimbangkan apa yang akan dilakukan terhadap risiko yang telah dipahami dampaknya. Risiko mungkin dialokasikan kepada pihak lain atau kemungkinan suatu risiko dikurangi melalui asuransi yang sesuai. Keseluruhan proses ini disebut manajemen risiko⁹

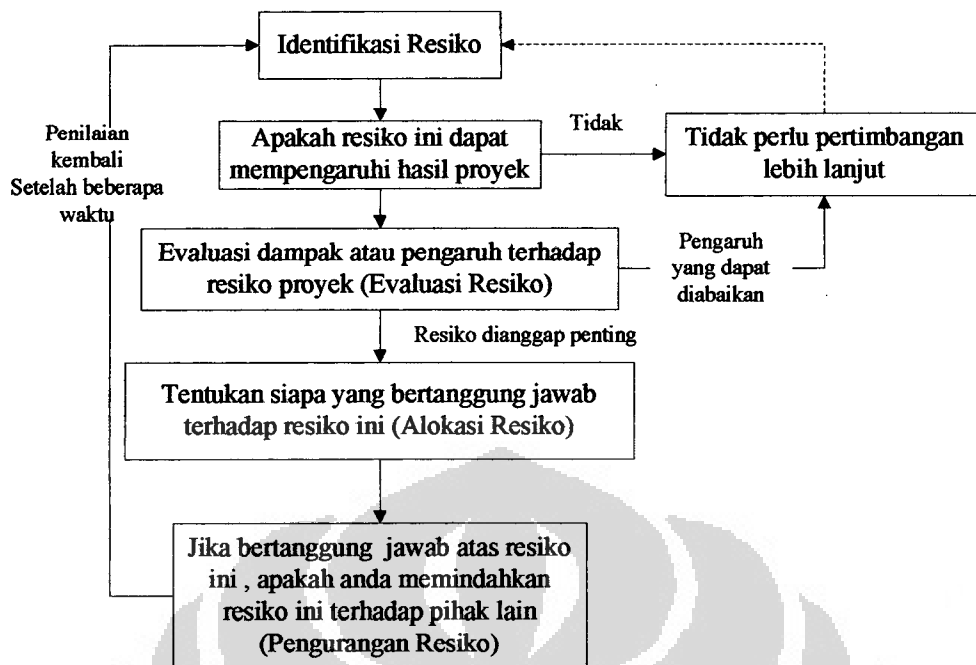
Poin-poin dari manajemen risiko adalah :

Penilaian risiko meliputi:



- Identifikasi risiko
- Memahami kebutuhan atau mempertimbangkan risiko
- Menganalisis dampak dari risiko
- Menetapkan siapa yang bertanggung jawab terhadap risiko tertentu

⁹ *Institution of Engineers, Op.Cit.,p.1*



Gambar 2.1. Diagram Alir Manajemen Risiko

Asosiasi Manajer Proyek¹⁰ mengembangkan 9 langkah prosedur yang dinamakan Analisis Manajemen Risiko Proyek (PRAM/ *Project Risk Analysis & Management*) dalam sebuah proses risiko:

1. Definisi (*define*);
2. Fokus (*focus*);
3. Identifikasi (*identification*);
4. Struktur (*structur*);
5. Kepemilikan (*ownership*);
6. Estimasi (*estimation*);
7. Evaluasi (*evaluate*);
8. Perencanaan (*plan*); dan
9. Pengaturan (*manage*)

¹⁰ Mobey, Alison & David Parker, *Op.Cit.*,p.203.

Pengidentifikasian Risiko

Identifikasi terhadap bagian-bagaian yang kritis dari risiko adalah langkah pertama untuk melaksanakan penilaian risiko dengan berhasil. Sumber-sumber utama timbulnya risiko yang umum pada setiap proyek konstruksi, menurut Perry & Hayes dan Curtis & Napier¹¹ adalah:

1. Fisik
 - Kerugian atau kerusakan akibat kebakaran, gempa bumi, banjir, kecelakaan dan tanah longsor
2. Lingkungan
 - Kerusakan Ekologi, polusi dan pengolahan limbah
 - kondisi masyarakat sekitar
3. Perancangan
 - Teknologi baru, aplikasi baru, uji ketahanan dan keselamatan
 - Rincian, ketelitian, dan kesesuaian spesifikasi
 - Risiko perancangan yang timbul dari pengukuran dan penyelidikan
 - Kemungkinan perubahan terhadap rancangan yang telah disetujui
 - Interaksi rancangan dengan metode konstruksi
4. Logistik
 - Kehilangan atau kerusakan material dan peralatan dalam perjalanan
 - Ketersediaan sumber daya khusus, tenaga ahli, perancang, kontraktor, supplier, pabrik, keahlian khusus dan material konstruksi
 - Pemisahan organisasi
5. Keuangan
 - Ketersediaan dan kecukupan asuransi
 - Penyediaan aliran kas yang cukup
 - Kehilangan akibat kontraktor, supplier
 - Fluktuasi nilai tukar dan inflasi
 - Perpajakan
 - Suku bunga

¹¹ *Institution of Engineers, Op.Cit.,p.4*

- Biaya pinjaman
6. Aspek Hukum
- Pertanggungjawaban atas tindakan pihak lain, pertanggungjawaban langsung
 - Hukum setempat, perbedaan peraturan antara negara asal lokasi proyek dan negara asal supplier, kontraktor, perancang
7. Perundang-undangan
- Perubahan disebabkan perundang-undangan atau pemerintah
 - Keamanan properti intelektual
 - Hak atas tanah dan penggunaan
8. Politik
- risiko politik di negara pemilik proyek, supplier dan kontraktor peperangan, revolusi dan perubahan hukum
 - Ketidakpastian dari kebijaksanaan pemerintah
9. Konstruksi
- Kelayakan metode konstruksi, keselamatan
 - Hubungan industrial
 - Tingkat perubahan dari rancangan awal
 - Cuaca
 - Kualitas dan ketersediaan manajemen dan supervisi
 - Kondisi yang tersembunyi
10. Operasional
- Fluktuasi permintaan pasar terhadap produk dan jasa yang dihasilkan
 - Kebutuhan perawatan
 - Keandalan
 - Keselamatan pelaksanaan
 - Ketersediaan pabrik
 - Manajemen

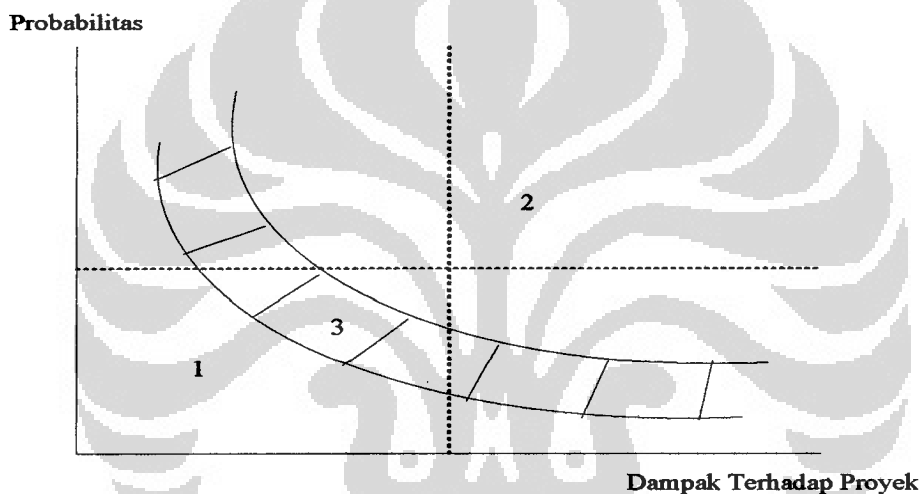
Evaluasi Risiko

Evaluasi terhadap input risiko tertentu pada suatu proyek tergantung pada ¹²

- Probabilitas terjadinya risiko tersebut, frekuensi kejadian dan
- Dampak dari risiko tersebut bila terjadi

$$\text{Indeks Risiko} = \text{Dampak} \times \text{Frekuensi}$$

Hubungan antara frekuensi atau probabilitas dan dampak akan membentuk dasar bagi pembahasan mengenai apakah suatu kondisi merupakan risiko yang dapat diterima bagi semua proyek. Gambar 2.2. menggambarkan hubungan antara probabilitas terjadinya suatu peristiwa dengan dampaknya terhadap suatu proyek.



Gambar 2.2 Probabilitas Kejadian VS Dampak Terhadap Proyek

- Tingkatan risiko yang dapat diterima adalah situasi dimana Indeks risiko berada dalam zona 1 (Gambar 2.2.) yaitu dampak yang rendah terhadap proyek dengan probabilitas kejadian sedang, atau probabilitas rendah dengan dampak yang berarti pada proyek
- Tingkatan risiko yang tidak dapat diterima berada pada zona 2 (gambar 2.2.) ditunjukkan oleh dampak yang tinggi pada proyek dengan kemungkinan kejadian yang besar, atau dampak yang terlalu besar bagi proyek

¹² *Ibid.*, p. 9

- Zona 3 pada gambar 2.2. memberikan keputusan tersulit yang dihadapi manajer proyek. Dalam zona ini tingkat risiko yang dianggap dapat diterima akan tergantung sekali pada pengambil keputusan.

Untuk melakukan analisis dari setiap evaluasi atau analisis risiko, keakuratan data akan menjadi dasar bagi perkiraan probabilitas dan frekuensinya. Probabilitas terjadinya suatu bahaya biasanya didasarkan kepada data historis, sedangkan dampaknya terhadap proyek akan melibatkan analisis teknis dan finansial.

Untuk melakukan analisis risiko secara efektif menurut Burby¹³, harus mempertimbangkan karakteristik sebagai berikut:

- Analisis yang dilakukan harus difokuskan pada kerugian finansial langsung daripada gangguan pelayanan atau kematian dan kerugian.
- Tingkat ketidakpastian dalam setiap perkiraan output harus dapat dinilai.
- Akurasi dari analisis harus sesuai dengan akurasi data dan tahapan proyek.

Biaya dan usaha dalam melakukan analisis harus serendah mungkin yang dapat diserap oleh anggaran proyek

Alokasi Risiko

Alokasi dari risiko yang telah teridentifikasi kepada berbagai pihak terkait seringkali menjadi permasalahan yang sulit¹⁴. Pertanggungjawaban atas suatu risiko membawa kemungkinan untuk mendapatkan keuntungan atau kerugian.

Secara tradisional para pemilik telah mencoba memindahkan sebanyak mungkin risiko kepada pihak lain, dan yang umumnya menjadi penerima risiko dalam tahapan konstruksi suatu proyek adalah kontraktor. Sebaliknya kontraktor seringkali memindahkan risiko yang diterimanya kepada subkontraktor atau perusahaan asuransi. Biaya proyek secara keseluruhan akan meningkat jika risiko proyek tidak dialokasikan kepada pihak yang memiliki kendala terhadap risiko tersebut.

¹³ *Ibid.*, p. 10

¹⁴ *Ibid.*, p. 11

Pengurangan Risiko

Kita tidak perlu bertanggung jawab secara total terhadap risiko yang akan diberikan kepada kita. Ada beberapa pilihan untuk membagi tanggung jawab tersebut kepada pihak lain. Hal ini akan mengurangi kemungkinan terhadap kerugian dan keuntungan. Bila kita bertanggung jawab terhadap risiko tertentu, kita harus menentukan seberapa besar (jika ada) dari risiko tersebut yang harus dibagi dengan pihak lain. Pilihan utama yang ada adalah:

- Memindahkan tanggung jawab tersebut kepada pihak ketiga, contohnya kepada sub kontraktor
- Mengurangi risiko tersebut sebagai kesempatan untuk mendapatkan keuntungan
- Mengurangi terjadinya risiko atau dampaknya pada proyek dengan cara:
 - a. Manajemen yang efisien dan rinci (yaitu perencanaan, pengorganisasian, kepemimpinan dan pengendalian)
 - b. Perencanaan terhadap berbagai kemungkinan
- Mengurangi risiko keuangan melalui asuransi

Keputusan yang melibatkan tiga poin pertama diatas biasanya mengacu pada kebijaksanaan perusahaan, prosedur atau prasangka pribadi. Poin terakhir mengenai asuransi memerlukan pemahaman terhadap tugas dan tanggung jawab berdasarkan hukum dan peraturan kontrak.

2.1.3 Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Sejak peraturan manajemen kesehatan dan keselamatan kerja diperkenalkan tahun 1992¹⁵ ada beberapa perubahan terhadap manajemen dan peraturan *Occupational Health and Safety* di Inggris. Perubahan ini membawa para pekerja untuk mengadopsi *training* sebagai pendekatan untuk manajemen risiko kesehatan dan keselamatan kerja. Kohn & Timmons¹⁶ menyatakan bahwa *safety training* sangat penting, karena berhubungan dengan kesehatan dan jiwa manusia. Cooper berpendapat bahwa *safety training* sangat penting untuk mencegah kecelakaan di tempat kerja dan mengontrol risiko.

¹⁵ Cooper, Mark & David Cotton, 2000, *Safety Training - A Special Case?* Journal of European Industrial Training Volume: 24 Number: 9 p. 481, Emerald.

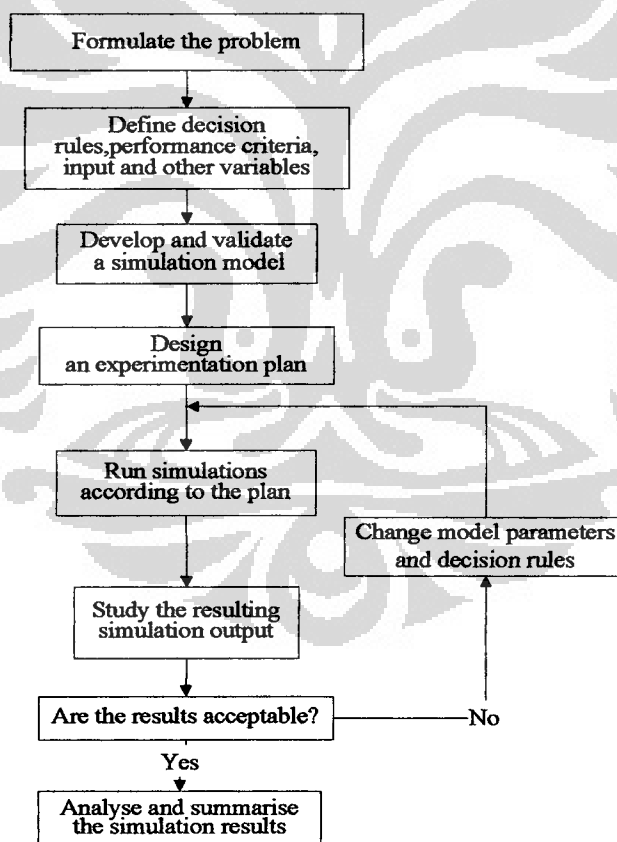
¹⁶ *Ibid*, p.482

Proses untuk menetapkan standard adalah bagian yang penting dalam melaksanakan dan menjalankan *BS8800: Guide to Implementing Occupational Health and Safety Management Systems*. Kesulitan dalam menetapkan standard merupakan masalah dalam *safety training* yang efektif

2.2 Metode Simulasi Monte Carlo

Simulasi adalah proses model matematika atau model logika dari suatu sistem atau masalah pengambilan keputusan. Kemudian dilakukan eksperimen dengan model tersebut untuk menganalisa hasilnya sehingga dapat membantu dalam pengambilan keputusan¹⁷. Dalam penelitian ini simulasi dilakukan pada data yang diperoleh dengan studi kasus.

Proses simulasi dapat dilihat pada gambar 2.4. berikut ini¹⁸:



Gambar 2.3 Proses Simulasi

¹⁷ Evans, James R. & David L. Olson, 1998. *Introduction to Simulation and Risk Analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458, p. 2

¹⁸ Srinivasan, Bobby, PhD & Carl Louis Sandblom, PhD, 1989. *Quantitative Analysis for Business Decisions*. McGraw-Hill Book co, p 465.

Salah satu teknik yang digunakan untuk simulasi adalah simulasi Monte Carlo. Berdasarkan buku manual pengguna *Crystal Ball*¹⁹, simulasi Monte Carlo adalah sebuah sistem yang menggunakan sejumlah *sample random* untuk mengukur dampak dari ketidakpastian dari sebuah model *spreadsheet*. Crystal Ball mampu menghasilkan *spreadsheet model*, yang menyediakan informasi yang dibutuhkan untuk menghasilkan keputusan yang akurat dan efisien. Crystal Ball mampu untuk:

1. Menggambarkan range dari nilai yang mungkin untuk setiap *cell* yang berisi ketidakpastian di *spreadsheet* model. semua yang anda ketahui tentang asumsi yang ada, akan langsung digambarkan.
2. Melalui sebuah proses simulasi Monte Carlo, Crystal Ball mampu memperlihatkan hasil berupa chart/gambar yang menggambarkan semua kejadian yang mungkin dan frekuensi dari tiap kejadian.

Metode Monte Carlo²⁰ simulasi dengan menggunakan sejumlah *sample random*, merupakan metode yang mudah tetapi mempunyai kekuatan untuk menentukan data probabilitas. Langkah-langkah dasar dalam metode ini adalah:

1. Menentukan cakupan variable dan menentukan distribusi probabilitas yang paling sesuai untuk masing-masing variabel.
1. Membangun model *spreadsheet*.
2. Membuat asumsi untuk variable probabilitas.

Masing-masing variabel di dalam *range* nya, memilih suatu nilai secara acak */random*, kemudian ditentukan distribusi probabilitas untuk kejadian variabel tersebut. Hal ini mungkin dicapai dengan kurva frekuensi yang kumulatif untuk variabel dan memilih suatu nilai dari nomor tabel secara acak */random*.

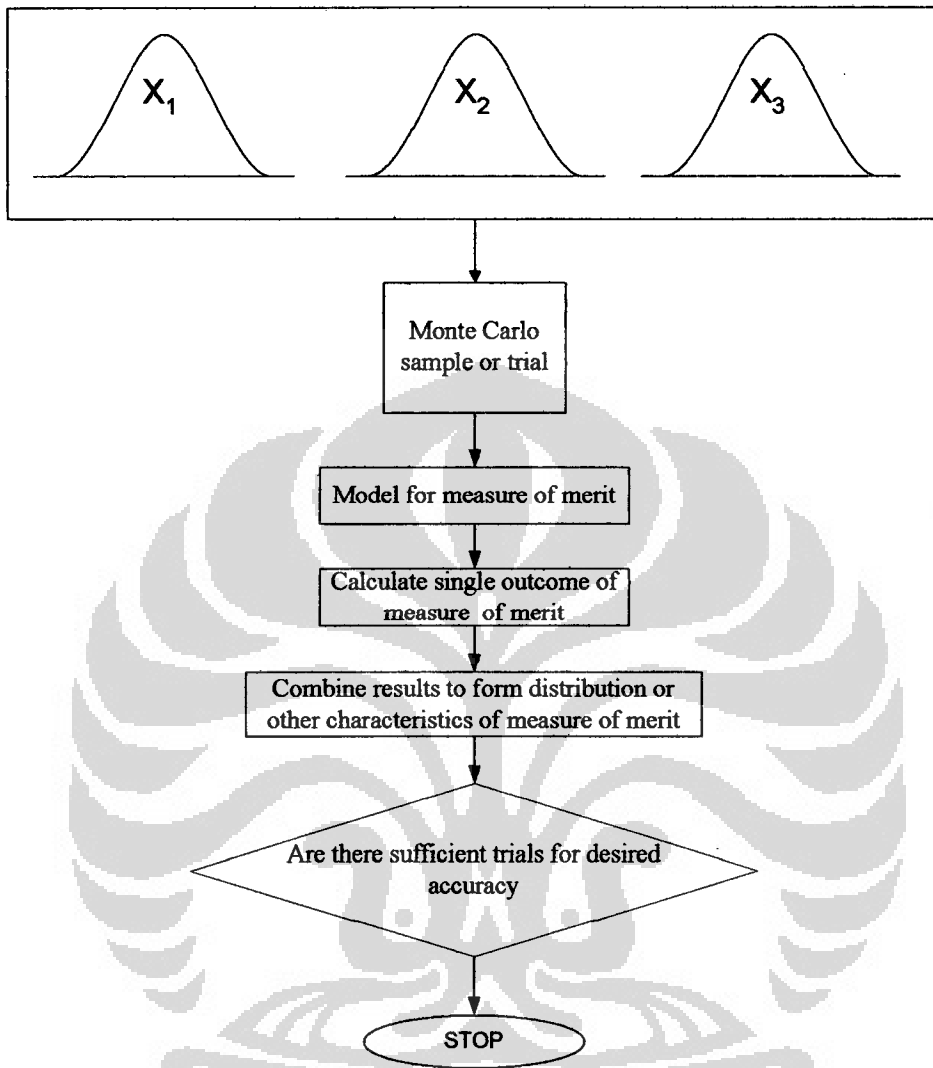
3. Membuat *forecast cell* yang merupakan variable output.
4. Ulangi langkah-langkah 2 dan 3 untuk memperoleh distribusi probabilitas atas suatu hasil. Banyaknya iterasi yang diperlukan tergantung pada banyaknya variabel dan derajat tingkat kepercayaan yang dibutuhkan, tetapi biasanya berada antara 100 dan 1000.
5. Melakukan simulasi (*run the data*)

¹⁹ *Crystal Ball 7, User Manual*, p. 2.

²⁰ *Ibid.*, p.81.

6. Mengambil kesimpulan

Adapun skema teknik Monte Carlo²¹ dapat dilihat pada Gambar 2.5. di bawah ini:



Gambar 2.4 Skema Teknik Monte Carlo

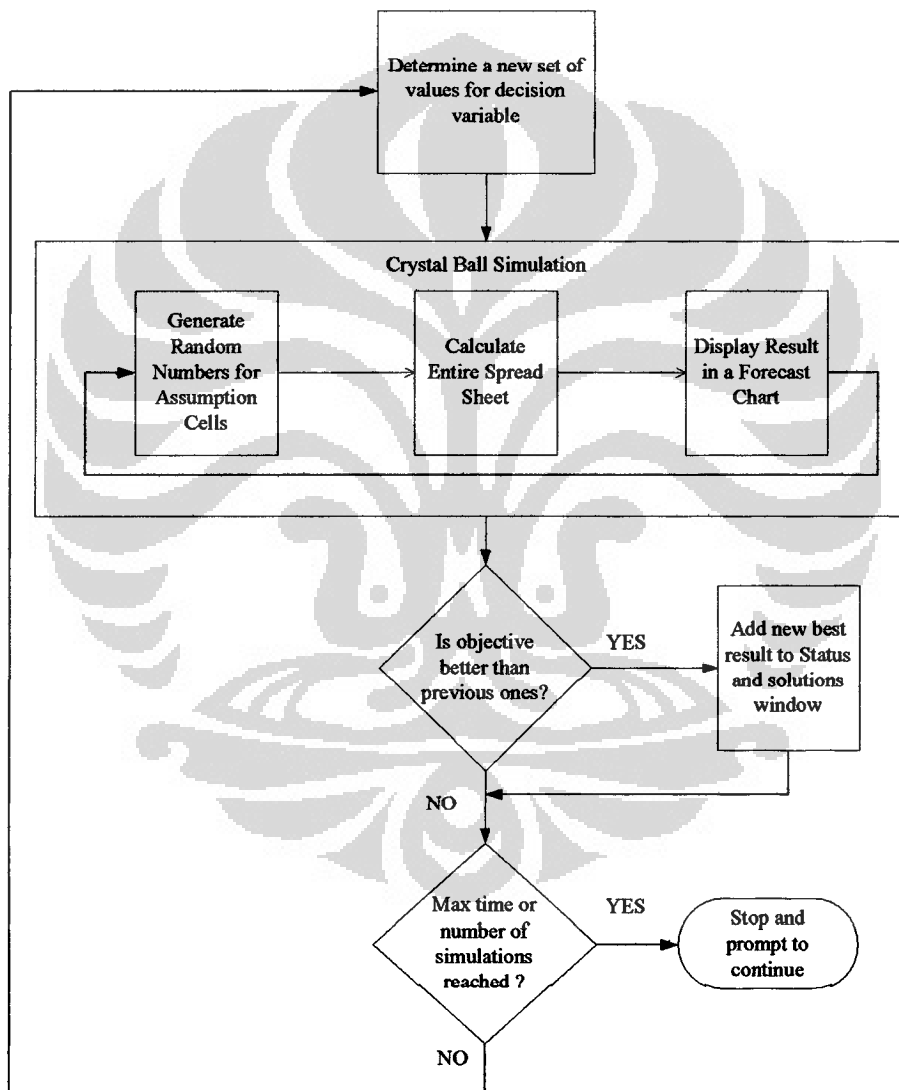
2.3 Model Optimasi (Optquest) dalam Simulasi Monte Carlo

Dalam kondisi ekonomi global yang penuh persaingan ini, kita dihadapkan pada kesulitan untuk menentukan keputusan, seperti keputusan dalam mengalokasikan sumber daya finansial, membangun fasilitas, mengatur persediaan dll. Keputusan atas hal-hal tersebut dapat melibatkan banyak alternatif

²¹ Canada, J.R., 1996. " *Capital Investment Analysis for Engineer and Management*, Prentice Hall Inc. New Jersey.

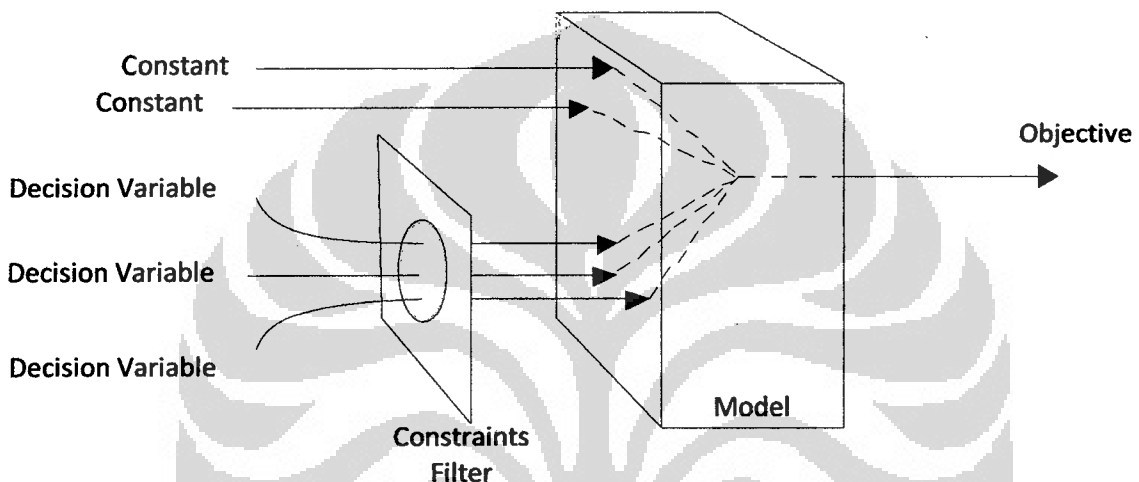
keputusan yang potensial, dengan pertimbangan bahwa salah satu keputusan tersebut tidak mungkin dilaksanakan. Sebuah model dapat menganalisis keputusan yang akan diambil dan memberikan solusi yang terbaik.

Masalah optimasi *Optquest* di Crystal Ball dapat diselesaikan dengan mengevaluasi model simulasi untuk beberapa nilai variabel keputusan. *Optquest* menghitung output statistik dari simulasi model, menganalisis dan mengintegrasikannya dengan simulasi sebelumnya yang telah dihitung di Crystal Ball. Aliran kerja dari *Optquest* dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.5 Proses *Optquest*

Model optimasi²² mempunyai tiga elemen penting yaitu variabel keputusan (*decision variables*), batasan (*constraints*), dan tujuan (*objective*). Variabel keputusan (*decision variables*) adalah sejumlah kuantitas yang dapat dikontrol; seperti, jumlah produk yang akan dibuat, jumlah dollar yang akan dialokasikan terhadap berbagai macam bentuk investasi, atau proyek yang akan dipilih dari sejumlah proyek yang ada. Sedangkan batasan (*constraints*) adalah nilai yang menjadi batasan atas hubungan beberapa variabel keputusan, seperti batasan jumlah dollar yang akan dialokasikan ke berbagai macam investasi atau salah



Gambar 2.6 Model Optimasi yang Bersifat Determinan

satu proyek yang mungkin dipilih dari berbagai alternatif yang ada. Definisi tujuan (*an objective*) adalah gambaran tujuan dari model secara matematis, misalnya maksimum laba atau minimum biaya yang berhubungan dengan variabel keputusan. secara konseptual, sebuah model optimasi dapat digambarkan sebagai berikut:

Solusi dari model optimasi menyediakan berbagai nilai dari variabel keputusan yang mengoptimalkan (maksimum atau minimum) dari tujuan yang ingin dicapai. Jika masa yang akan datang sulit untuk diprediksi, semua data dalam model optimasi dapat menjadi konstan (modelnya menjadi determinan) dan dapat digunakan teknik seperti *linear & nonlinear programming* untuk menentukan

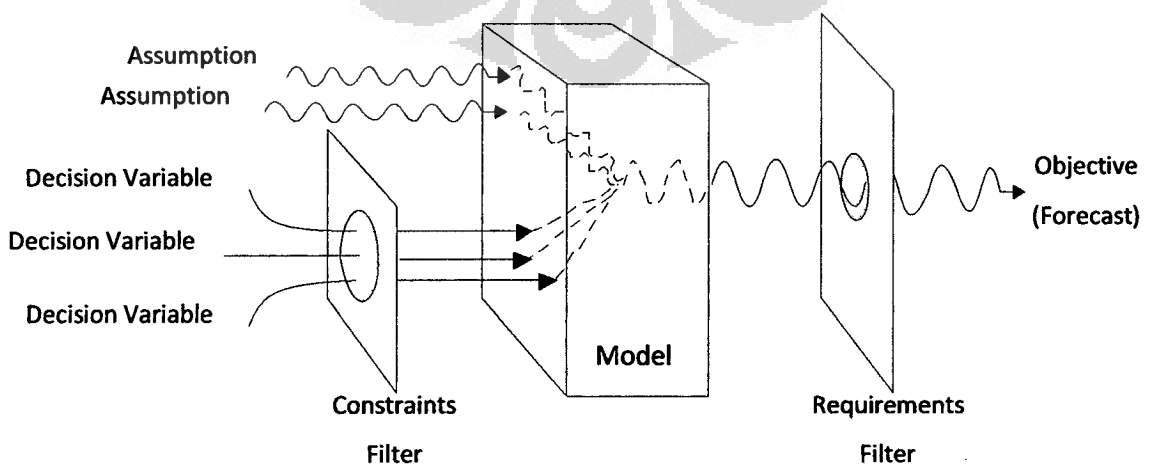
²² *Optquest For Crystal Ball 7*, p. 43-45

solusi yang optimal. Bagaimanapun, pada kenyataannya tidak semua masalah dapat ditentukan secara determinan. Jika data dari model yang ada berupa data yang tidak pasti dan hanya dapat digambarkan dengan probabilitas, maka tujuannya dapat berupa distribusi probabilitas untuk setiap variabel keputusan yang telah dipilih. Distribusi probabilitas dapat ditemukan dengan menggunakan model simulasi di *Crystal Ball*.

Model optimasi yang sifatnya probabilitas mempunyai beberapa elemen yaitu:

- *Assumptions*; menggambarkan ketidakpastian dari model data yang digunakan, dengan menggunakan distribusi probabilitas.
- *Forecasts*; adalah sejumlah distribusi frekuensi atas hasil yang mungkin dari sebuah model.
- *Forecasts Statistics*; adalah kumpulan nilai dari distribusi peramalan (*forecasts*), seperti nilai rata-rata, standard deviasi dan varian. Kita dapat melakukan kontrol untuk optimasi dengan cara memaksimalkan, meminimumkan atau memberikan batasan terhadap *forecast statistics*.
- *Requirements*; adalah batasan tambahan untuk *forecasts statistics*. Kita dapat menentukan batas bawah dan batas atas untuk berbagai bentuk *forecast distribution*.

Gambar model optimasi yang sifatnya probabilitas dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.8 Model Optimasi yang Bersifat Probabilitas

3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Data yang diperlukan dan digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang diperoleh langsung dari lokasi penelitian melalui kuesioner dan wawancara terhadap responden penelitian. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh setelah data primer diolah, serta data yang diperoleh dari pihak manajemen perusahaan, seperti data *Environmental, Health and Safety Standard*, gambaran umum perusahaan, sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja yang diterapkan perusahaan, dan sebagainya.

Pengumpulan data pada penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data sekunder yaitu: gambaran umum perusahaan dan gambaran umum sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja di perusahaan ini, serta data tentang Proyek Konversi Bahan Bakar Gas Muara Tawar (*Muara Tawar Fuel Gas Conversion Project*). Kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data primer, yaitu penyebaran kuesioner kepada responden.

Dari data primer dan data sekunder yang telah dikumpulkan tersebut kemudian dilakukan pengolahan data berupa perhitungan kuesioner dan simulasi Monte Carlo menggunakan *software* Crystall Ball dan *tools* Optquest. Setelah pengolahan data dilakukan analisis terhadap hasil pengolahan data tersebut.

3.1 Pengumpulan Data

3.1.1 Gambaran Umum Perusahaan

Alstom Power adalah salah satu perusahaan terbesar di bidang manufaktur, penyalur dan penyedia jasa pelayanan alat pembangkit di dunia. Selain itu PT. Alstom juga bergerak di bidang transportasi. PT. Alstom berdiri sejak tahun 1928, dengan nama Alsthom. Pada tahun 1988 sempat berubah nama menjadi GEC-Alsthom menyusul bergabungnya *General Electric Company* (GEC) dari Inggris, namun akhirnya pada tahun 1997 resmi berubah nama menjadi Alstom seiring dengan *go-public*-nya perusahaan tersebut. Detail perusahaan ini dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 *Alstom Company Profile*

<i>Founded</i>	1928 (Alsthom)
<i>Headquarters</i>	Levallois-Perret, France
<i>Key people</i>	Patrik Kron, <i>Chief Executive Officer and Chairman</i>
<i>Industry</i>	<i>Manufacturing and Services</i>
<i>Products</i>	<i>Equipment and services for power generation and rail transport</i>
<i>Revenue</i>	€ 14.208 billion (Maret 2007)
<i>Employees</i>	65,000

Sumber: PT. Alstom Power Energy Service Indonesia

Kegiatan bisnis PT. Alstom secara garis besar terdiri atas 2 bagian yaitu *Alstom Transport* yang bergerak di bidang transportasi dan *Alstom Power* yang bergerak di bidang tenaga dan pembangkit. *Alstom Power* terbagi menjadi 2 divisi yaitu *Power System* dan *Power Service*. *Power System* bergerak di bidang manufaktur dan distribusi produk pembangkit, sedangkan *Power Service* menyediakan jasa instalasi dan pelayanan serta perbaikan produk-produk tersebut.

PT. Alstom *Power Energy Systems* Indonesia adalah bagian dari Alstom *Power*. Alstom telah ada di Indonesia lebih dari 40 tahun dalam menyediakan jasa infrastruktur untuk pembangkit listrik. Group mempekerjakan kurang lebih 900 orang di dalam negeri. Sebagian besar bertempat di Surabaya, Sengkang, Tarahan, Paiton, Bontang, Bandung dan tentu saja Jakarta. Bisnis terfokus pada aktivitas pembangkit listrik, dengan membuat pabrik di Surabaya-merupakan yang terbesar di dalam negeri. Alstom juga telah menyediakan perlengkapan yang lebih menggunakan gas-dan tenaga batu bara di dalam negeri sejak tahun 1960. Alstom juga aktif dalam menguasai transportasi sampai ke daerah Bandung, khususnya dalam pemberian isyarat dan sistem pengontrolan. Struktur organisasi PT. Alstom *Power Energy Service* di Indonesia dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.1.2 Gambaran Umum Manajemen Kesehatan Dan Keselamatan Kerja

3.1.2.1 Kebijakan di Bidang *Environment, Health and Safety* (EHS)

Keselamatan di tempat kerja adalah prioritas kunci, dan kebijakan Alstom adalah mencapai budaya “*zero accident*”. Alstom berkomitmen untuk menjamin kesehatan dan keselamatan seluruh karyawan, kontraktor, pengunjung dan orang-

orang yang berada di lingkungan kerja Alstom, serta berkomitmen untuk menjaga lingkungan. Komitmen ini diterapkan di seluruh cabang Alstom di dunia termasuk di Indonesia, yang merupakan cerminan dari kebijakan EHS Alstom. Kebijakan ini disesuaikan dengan peraturan ISO 14001 dan OHSAS (*Occupational Health and Safety Advisory Service*) 18001, serta disesuaikan dengan peraturan pemerintah masing-masing negara.

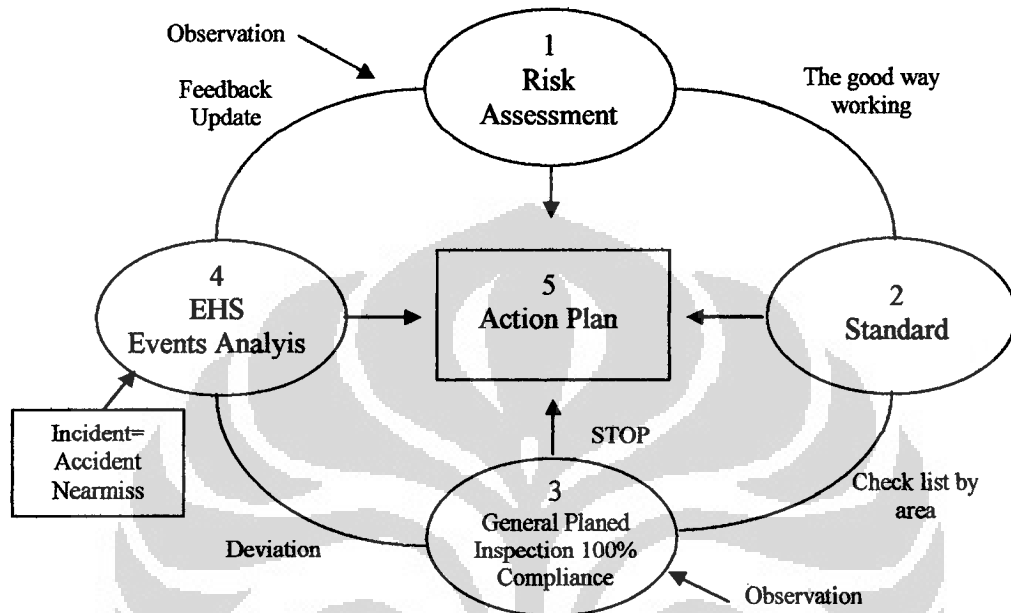
Kebijakan global dirancang dan dikoordinasikan pada level korporat, kemudian diadaptasi dan diterapkan secara lokal di masing-masing negara. Untuk menganalisis risiko, Alstom menggunakan badan independen yang ahli dalam bidang tersebut, antara lain Allianz dan URS yang bertugas melakukan audit di lokasi manufaktur di seluruh dunia. Selain itu, untuk mengembangkan sistem pengendalian risiko EHS, juga telah dilakukan program akreditasi auditor internal. Baik audit internal maupun eksternal, bekerja sama membantu unit operasi dalam membentuk rencana perbaikan dan kegiatan yang spesifik. Pencapaian rencana kerja (*action plan*) diukur dan ditindaklanjuti dalam proses laporan bulanan. Melalui program ini beberapa hal yang hendak dicapai, antara lain adalah:

- Membangun produk dan layanan yang memberikan tidak membahayakan lingkungan sepanjang siklus hidup produk (*product life cycle*) mulai dari proses manufaktur, sepanjang penggunaan produk, hingga masa pemakaiannya berakhir.
- Mengevaluasi dampak terhadap lingkungan pada proses industri yang baru sebelum diimplementasikan, dan juga dampak lingkungan dari penghentian proses yang ada, atau disposal dari lokasi yang ada.
- Peningkatan teknologi dengan tujuan untuk mengurangi konsumsi energi dan sumber daya alam untuk meminimasi limbah dan polusi, dan
- Menggalakkan aplikasi prinsip-prinsip manajemen lingkungan Alstom pada sub-kontraktor dan *supplier*.

Tujuan dan target kebijakan EHS pada organisasi adalah untuk mencapai lingkungan kerja yang bebas kecelakaan (*injury free*), tanpa insiden dan tidak menimbulkan bahaya pada lingkungan. Manajemen memiliki tanggung jawab untuk memastikan sistem EHS berjalan dengan baik. Selain itu manajemen EHS juga harus memastikan bahwa karyawan memperoleh informasi, instruksi,

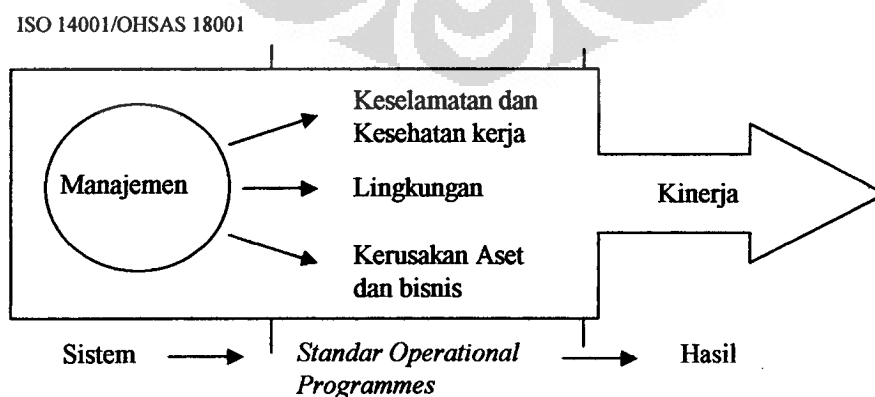
pelatihan dan supervisi dan sumber daya yang adekuat tersedia dan sesuai dengan peraturan pemerintah dan persyaratan Alstom.

Untuk memastikan sistem EHS berjalan dengan baik, terdapat panduan pelaksanaan peningkatan bidang EHS yang dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Alstom *Environmental Health and Safety Improvement Cycle*
Sumber: Alstom *Environmental Health and Safety Department*

Untuk membantu memperjelas langkah-langkah yang dilakukan dalam Alstom *Environmental Health and Safety Improvement Cycle*, maka dibuatlah panduan atau *roadmap*. Alstom *Environmental Health and Safety Guidelines (Roadmap)* dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.2 Alstom *Environmental Health and Safety Guidelines Roadmap*
Sumber: Alstom *Environmental Health and Safety Department*

Roadmap terdiri dari 4 bagian, yaitu:

- Manajemen EHS (*Environment, Health and Safety Management*)
- Lingkungan (*Environment*)
- Keselamatan dan Kesehatan (*Health and Safety*)
- Kerusakan aset dan gangguan bisnis (*Assets and Business Interupption*)

Pada proses penilaian (*assessment*) masing-masing tahap dinilai levelnya berdasarkan 5 level kinerja, yaitu:

- Level 1: Kurangnya kesadaran
- Level 2: Adanya kesadaran
- Level 3: Capaian dibawah standar ALSTOM
- Level 4: *Controlled & Continuous Improvement*
- Level 5: Luar biasa

Contohnya:

Bagian 1 Manajemen EHS

Level	1	2	3	4	5
Tema 1					
Tema 2					

Gambar 3.3 Contoh Tabel *Roadmap*

Sumber: Alstom *Environmental Health and Safety Department*

Langkah-langkahnya:

1. Tentukan kriteria dan rekomendasi untuk mencapai level 4 dan 5
2. Tentukan tingkatan masing-masing lokasi kerja (1 sampai 5)
3. Gunakan elemen *Roadmap* sebagai alat untuk membentuk dan mengoreksi rencana kerja
4. Bentuk peningkatan EHS yang berkesinambungan melalui manajemen EHS yang solid.

EHS *Roadmap* digunakan sebagai alat manajemen untuk menentukan prioritas

Tujuan atau sasaran sistem manajemen kesehatan dan keselamatan kerja Alstom pada tahun anggaran 2007/2008 adalah:

- Mencapai tingkat frekuensi kecelakaan 3 pada akhir 2010

- 50% dari lokasi Alstom mencapai nilai ≥ 3.5 pada setiap tahap dari 4 bagian *EHS Roadmap* sebelum Maret 2009
- 64% lokasi mempekerjakan kontraktor untuk mencapai nilai ≥ 4 pada *Roadmap* kontraktor sebelum Maret 2009
- Seluruh lokasi memiliki dokumentasi lingkungan dan asbestos sesuai dengan standar Alstom pada Maret 2009
- Masing-masing sektor melaksanakan hari kesadaran lingkungan tahunan.

Untuk dapat mencapai tujuan atau sasaran yang ditetapkan maka diterapkan strategi keselamatan dan kesehatan kerja. Strategi keselamatan dan kesehatan kerja PT. Alstom pada tahun anggaran 2007/2008 adalah:

- Menitikberatkan pada kesuksesan di lokasi, fokus pada program pelatihan keselamatan.
- Membangun juara keselamatan dan kesehatan kerja (*EHS Champions*)
- Meningkatkan pelaksanaan prosedur EHS (*EHS good practices*)

3.1.2.2 *Risk Assessment* di PT. Alstom

Berdasarkan panduan EHS di PT. Alstom, risiko atau *risk* diidentifikasi sebagai *loss probability*, yaitu kemungkinan kehilangan, kerusakan atau kerugian. Risiko merupakan perkalian antara *hazard* (bahaya) dan *exposure*. *Hazard* didefinisikan sebagai suatu kondisi atau kegiatan dengan potensi yang bisa menimbulkan cedera atau kehilangan materi (*material loss*). Sedangkan yang dimaksud *exposure* adalah frekuensi dan kemungkinan terjadinya kecelakaan tersebut (*likelihood*).

Risk Assessment adalah pemikiran dan pembahasan terhadap: hal-hal yang bisa menimbulkan kesalahan, kemungkinan terjadinya kesalahan tersebut, konsekuensi yang ditimbulkan, kemungkinan adanya risiko terkait/efek domino, minimasi risiko, dan kemampuan menanggung risiko tersebut (*acceptability of risk*).

Matrik tingkat keparahan risiko menentukan standar risiko. Suatu kasus disebut berisiko jika mempunyai dampak terhadap sumber daya manusia, aset perusahaan, interupsi dalam produksi, lingkungan, serta area yang mencakup kesensitifan kasus tersebut (lokal, nasional, regional, dunia).

Tabel 3.2 Matrik Tingkat Keparahan (*Severity*)

<i>Incident severity level</i>		<i>Human</i>	<i>Material/Equipment Cost (\$ US) or loss of production</i>
1	<i>Minor</i>	<i>None or minor injury or disease that do not generate any disability</i>	<i>Cost <100 or insignificant production loss</i>
2	<i>Moderate</i>	<i>Important injuries or disease resulting in temporary disability</i>	<i>100 ≤ Cost ≤ 1,000 or production loss < 1 day</i>
3	<i>Serious</i>	<i>Serious injuries or disease resulting in temporary disability</i>	<i>1,000 ≤ Cost ≤ 10,000 or production loss < 1 week</i>
4	<i>Major</i>	<i>Death, permanent disability</i>	<i>10,000 ≤ Cost ≤ 100,000 or production loss < 1 month</i>
5	<i>Massive</i>	<i>Multiple fatalities</i>	<i>Cost > 100,000 or Production loss > 1 month</i>

Sumber: Alstom *Environmental Health and Safety Department*

Penentuan tingkat atau level suatu risiko dilakukan berdasarkan *risk factoring*. *Risk factor* adalah perkalian antara keparahan (*severity*) dengan kemungkinan terjadi (*likelihood of occurrence*). PT. Alstom telah menetapkan skala untuk *risk factoring* ini, skala tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.3 *Severity and Likelihood Scale*

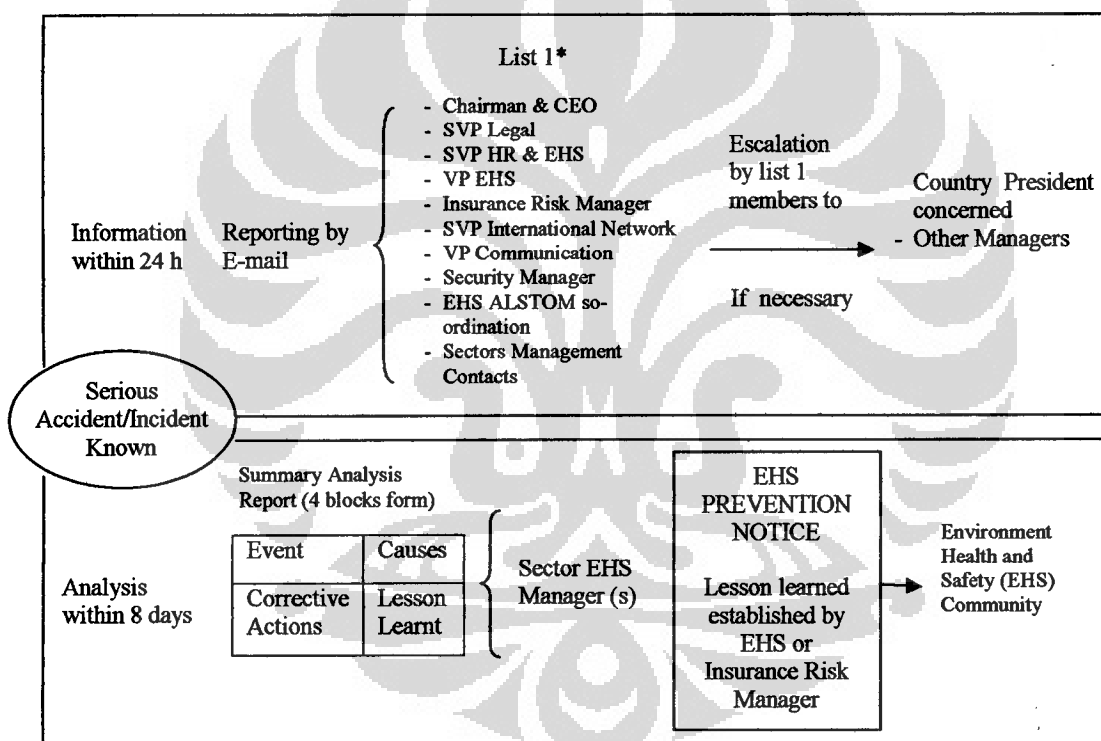
<i>Scale</i>	<i>Severity</i>	<i>Likelihood of Occurance</i>
5	<i>Minor</i>	<i>Very Likely</i>
4	<i>Moderate</i>	<i>Likely</i>
3	<i>Serious</i>	<i>Quite Possible</i>
2	<i>Major</i>	<i>Possible</i>
1	<i>Massive</i>	<i>Not Likely</i>

Sumber: Alstom *Environmental Health and Safety Department*

Dari hasil *risk factoring* diperoleh suatu nilai yaitu *risk level* yang menjadi dasar pengelompokan risiko atau. Pengelompokan risiko tersebut adalah:

- *Class A (high): death, permanent dissability, material or environmental loss resulting in immediate work interruption (or risk level 10 to 25)*
- *Class B (medium): serious injuries or disease resulting in temporary dissability, serious material or environmental damages (or risk level 5 to 9)*
- *Class C (low): important injuries or disease resulting in temporary disability, material or environmental damages, slightly impairing the proper performance of the work (or risk level 1 to 4)*

Alstom telah memiliki prosedur pelaporan kecelakaan/insiden serius (*Serious Accident/Incident Reporting Process*). Secara detail prosedur pelaporan tersebut dapat dilihat pada gambar 3.4 berikut:



Gambar 3.4 *Serious Accident/Incident Reporting Process*

Sumber: Alstom *Environmental Health and Safety Department*

Yang dianggap kecelakaan/insiden adalah:

- Kecelakaan fatal di lokasi Alstom atau terkait secara independen dengan aktivitas Alstom dimana korban bekerja.
- Kecelakaan kerja dengan potensial kehilangan hari kerja di atas 90 hari.

- Semua kerusakan besar pada properti dan menghalangi kegiatan bisnis (contohnya: kebakaran, ledakan, kerusakan peralatan dan lain-lain).
- Pengaruh atau dampak yang signifikan pada lingkungan
- Semua kejadian atau situasi yang bisa mempengaruhi citra Alstom (seperti: pengaruh pers, klaim oleh tetangga, kecelakaan besar/insiden pada proyek atau produk, kecelakaan kerja, dan sebagainya)

3.1.2.3 Performa EHS (*Environment, Health and Safety*) Tahun 2007

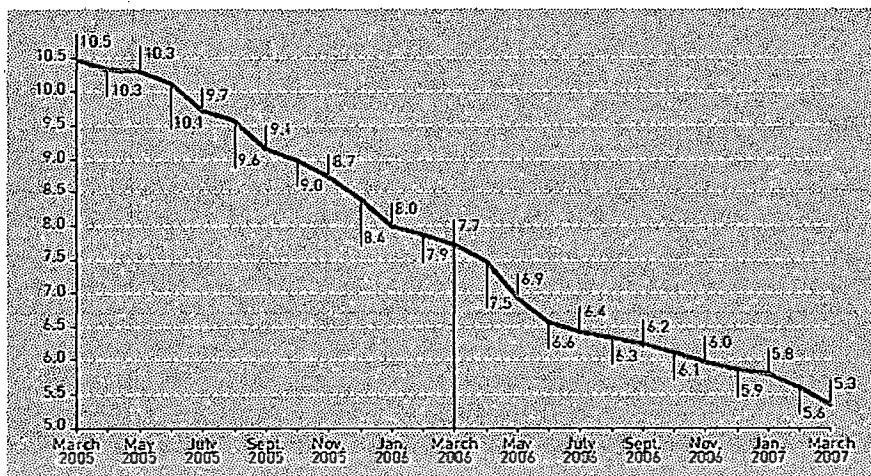
Performa bidang EHS dilihat dari jumlah terjadinya kecelakaan yang menyebabkan kerugian. Kerugian yang terjadi berupa terganggunya proses pekerjaan dan berkurangnya jam kerja, hingga hilangnya nyawa seseorang. Detail lengkap performa EHS pada tahun 2007 di PT. Alstom secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 3.4 berikut:

Tabel 3.4 Performa EHS tahun 2007 di PT. Alstom

<i>Accidents</i>	533 accidents with lost time (+1 day) 12 fatalities (including 6 contractor) <i>Injury Frequency Rate</i> = 3.9
<i>Day Lost</i>	14,600 days lost
<i>Injuries Direct Cost</i>	16 M €

Sumber: Alstom *Environmental Health and Safety Department*

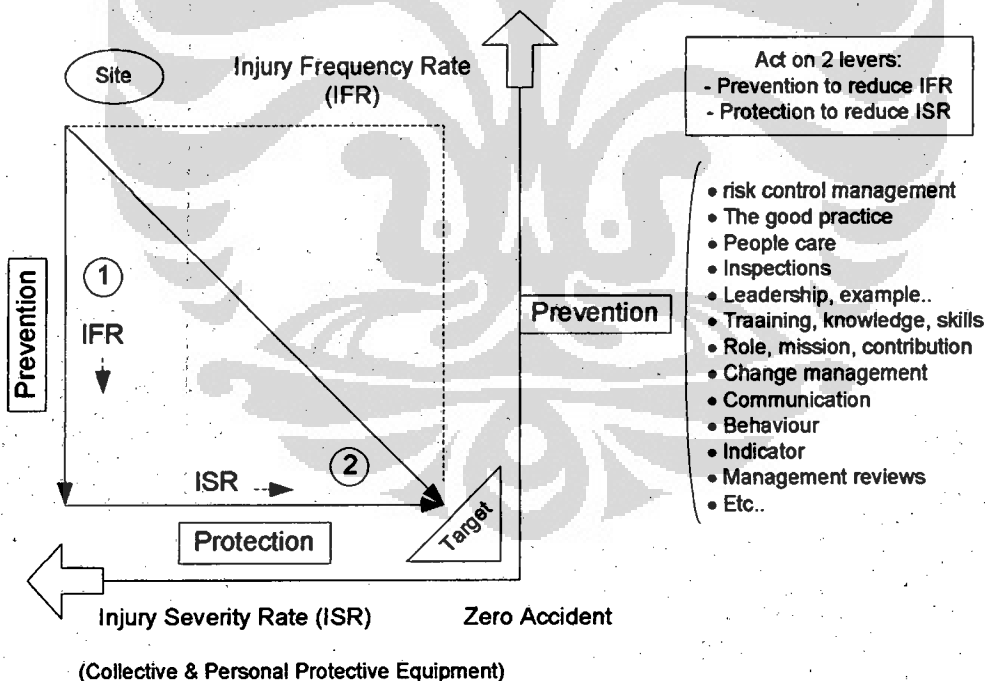
Performa EHS juga dapat dilihat dari *Injury Frequency Rate* (IFR) dan *Injury Severity Rates* (ISR). IFR adalah jumlah kecelakaan yang menyebabkan kehilangan waktu (*lost time accidents*) dalam sejuta jam kerja, dan ISR adalah jumlah hari kerja yang hilang dibandingkan dengan jumlah jam kerja. Dari tahun 2005 hingga tahun 2007 terjadi penurunan IFR yang cukup signifikan seperti dapat dilihat pada gambar 3.5 berikut. Namun PT. Alstom masih berusaha untuk menurunkan IFR sesuai dengan targetnya untuk mencapai IFR 3, pada tahun 2010.



Gambar 3.5 Alstom Injury Frequency Rate

Sumber: Alstom Environmental Health and Safety Department

Usaha-usaha untuk melakukan pencegahan atau perlindungan terhadap kecelakaan digambarkan pada diagram berikut:



Gambar 3.6 Alstom Guidelines to Reduce IFR and ISR

Sumber: Alstom Environmental Health and Safety Department

3.1.3 Proyek Konversi Bahan Bakar Gas Muara Tawar (*Muara Tawar Fuel Gas Conversion Project*)

Proyek ini terkait dengan dengan program pemerintah untuk menghemat pemakaian bahan bakar minyak (BBM), sehingga PT. Pembangkit Jawa-Bali melakukan konversi bahan bakar dari bahan bakar minyak (BBM) menjadi bahan bakar gas pada Unit Pembangkit Muara Tawar – Bekasi. Untuk melakukan konversi bahan bakar ini maka perlu dilakukan konversi generator yang digunakan di Pembangkit Jawa- Bali Unit Muara Tawar, dimana PT. Alstom *Power Energy Sistem* Indonesia, khususnya bagian *Power Service* bertanggung jawab melakukan konversi ini. Generator yang telah ada sebelumnya juga merupakan produk PT. Alstom, pemasangan atau instalasi generator tersebut juga dilakukan oleh PT. Alstom sebelumnya. Generator yang telah ada sebenarnya sudah dirancang untuk menggunakan bahan bakar gas, namun masih dibutuhkan beberapa perubahan dan perbaikan pada generator tersebut.

Detail Proyek Konversi Bahan Bakar Gas Muara Tawar dapat dilihat pada tabel 3.4 berikut:

Tabel 3.5 Detail Proyek Konversi Bahan Bakar Gas Muara Tawar

<i>Name of Project:</i>	<i>Muara Tawar Block 1 Gas Conversion</i>
<i>Currency 1:</i>	<i>(Swiss Franc) CHF 9' 957' 900 equivalent total price in EURO 6' 270' 068</i>
<i>General Division of Works:</i>	<i>Gas Turbine System (Thermal Block, Gas Supply, FDS, Flow Meter, Pulsation, Filter skid, etc) - Balance of Plant (Pre Heater, Gas Station, etc) - Control System - Manpower Supervisor</i>
<i>Contractual Customer:</i>	<i>ALSTOM main Contractor</i>
<i>Final Customer:</i>	<i>PT Pembangkitan Jawa Bali [6'270 MEur]</i>

Sumber: PT. Alstom *Power Energy System* Indonesia

Tahapan pengerjaan Proyek Konversi Bahan Bakar Minyak – Gas Pembangkit Muara Tawar Bekasi Indonesia adalah:

1. Pekerjaan pendahuluan
 - a. Pемindahan alat dan material
 - b. Penyediaan fasilitas sementara di lokasi proyek
 - c. Penyediaan air (air bersih/air dan listrik di lokasi)

2. Modifikasi *Fuel Gas Secondary Distribution Line*
 - a. Memotong pipa yang ada (panjang \pm 1.000 m) dan *beveling*.
 - b. Pemasangan *Flange* baru 16 inch – 150 inch, SO/RF dengan pengelasan dan *NOT Test*.
 - c. Pemasangan gasket (spiral wound 16 inch – 150 inch) dan *blind Flange* 16 inch – 150 inch.
 - RW C/W *bolt and nut*
3. Pekerjaan pembersihan
 - a. Pembersihan kimiawi
 - *Dew point heater* (3 unit):
 - EKC 11 AC 001
 - EKC 12 AC 001
 - EKC 13 AC 001
 - *Vertical Separator* (2 unit)
 - EKE 11 AT 001
 - EKC 12 AT 001
 - *Horizontal Filter Separator* (2 unit)
 - EKE 13 AT 001
 - EKC 14 AT 001
 - *Piping System inside gas receiving station*
 - b. Pembersihan mekanis
 - *Pipeline (DN -400)*
 - *Pipeline (DN-200)*
 - c. Penanganan limbah & netralisasi limbah
4. Tes Hidrostatik
 - a. Peralatan
 - *Dew point heater* (3 unit)
 - *Shell side*
 - *Vertical Separator* (2 unit)
 - *Horizontal Filter Separator* (2 unit)
 - b. *Piping System (Gas line) inside gas receiving station*
 - c. *Pipeline (DN -400) & DN -200)*

5. Penyelesaian akhir pekerjaan
 - a. Pemasangan *filter cartridge* pada *Horizontal Filter Separator*
 - b. *Air flushing/drying up pipeline*
 - c. Pembersihan lokasi
6. Demobilisasi dan peralatan

Berdasarkan jenis pekerjaannya terdapat beberapa *major risk* pada pengerjaan Proyek Konversi Bahan Bakar Gas Muara Tawar ini, *major risk* tersebut antara lain:

1. Bekerja pada ketinggian (*working at height*)

Menurut standar PT.Alstom, pekerjaan pada ketinggian lebih dari 2 meter dari permukaan tanah telah dianggap sebagai bekerja pada ketinggian. Pada proyek ini pekerjaan yang dilakukan pada ketinggian bervariasi sekitar 3m – 5m. Bekerja pada ketinggian pada proyek ini meliputi pekerjaan dengan menggunakan *body harness* dan *scaffolding*. Bahaya yang mungkin terjadi pada saat bekerja di ketinggian adalah jatuhnya material atau peralatan (*fall of material*), dan jatuhnya pekerja (*fall of person*). Pihak yang berisiko mendapatkan bahaya tersebut adalah pekerja yang bekerja pada ketinggian tersebut, dan orang-orang yang berada disekitarnya. *Potential outcome* atau akibat yang mungkin terjadi dari bahaya tersebut atau adalah kematian (*fatality*) atau cedera parah (*serious injury*). Bahaya bekerja pada ketinggian ini terdapat dalam tahapan pekerjaan kedua, yaitu pada proses modifikasi *Fuel Gas Secondary Distribution Line*.

Pencegahan atau *treatment* untuk risiko yang mungkin terjadi tersebut adalah dengan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan standar keselamatan dan kesehatan kerja, dan pemakaian peralatan pengaman personal atau PPE (*Personal Protective Equipment*) berupa *head protection*, *foot protection*, dan *personal fall arrest system*. *Treatment cost* untuk jenis pekerjaan ini adalah \$3,500.

2. Pekerjaan langsung (*live work*)

Pekerjaan langsung atau *live work* adalah pekerjaan yang dilakukan pada saat mesin tetap dinyalakan. Pekerjaan langsung yang dilakukan pada proyek ini antara lain adalah pekerjaan dengan listrik menyala dan pekerjaan dengan pipa

berisi gas bertekanan tinggi menyala. Pihak yang berisiko mendapatkan bahaya adalah pekerja yang melakukan *live work* tersebut. Akibat yang mungkin terjadi dari bahaya tersebut adalah kebakaran (*fire*), ledakan (*explosion*), terbakar (*burnt*), cedera serius atau kematian. Pekerjaan langsung atau *live work* ini dilakukan pada tahap ke-empat yaitu Tes Hidrostatik.

Pencegahan atau *treatment* untuk risiko yang mungkin terjadi tersebut adalah dengan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan standar keselamatan dan kesehatan kerja, dan pemakaian peralatan pengaman personal atau PPE (*Personal Protective Equipment*), berupa *hand and body protection*. *Treatment cost* untuk jenis pekerjaan ini adalah \$3,250.

3. Pekerjaan panas (*hot work*)

Pekerjaan panas atau *hot work* adalah pekerjaan yang terkait dengan peralatan atau material yang menghasilkan panas yang tinggi seperti pada pekerjaan pengelasan (*welding*), dan pemotongan (*cutting*). Pihak yang berisiko mendapatkan bahaya adalah pekerja yang melakukan *hot work* tersebut. Akibat yang mungkin terjadi dari bahaya tersebut adalah kebakaran (*fire*), terbakar (*burnt*), cedera serius atau kematian. Pekerjaan panas atau *hot work* terdapat pada tahapan ke-dua yaitu modifikasi *Fuel Gas Secondary Distribution Line*, meliputi pekerjaan pemotongan dan pengelasan.

Pencegahan atau *treatment* untuk risiko yang mungkin terjadi tersebut adalah dengan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan standar keselamatan dan kesehatan kerja, dan pemakaian peralatan pengaman personal atau PPE (*Personal Protective Equipment*) berupa *hand and body protection*, dan *eye and face protection*. *Treatment cost* untuk jenis pekerjaan ini adalah \$1,500.

4. Bekerja pada ruangan terbatas (*confined space*)

Bahaya yang mungkin terjadi pada pekerjaan di ruangan terbatas antara lain adalah: masuknya bahan berbahaya dari proses pekerjaan (*ingress of substance from process*), substansi residual (*residual substance*), kekurangan oksigen (*oxygen deficiency*), panik karena klaustrofobia (*claustrophobic panic*). Pihak yang berisiko mendapatkan bahaya ini adalah pekerja yang bekerja di ruangan terbatas itu. Akibat yang mungkin terjadi dari bahaya

tersebut adalah cedera serius atau kematian. Pekerjaan pada ruangan terbatas atau *confined space* dilakukan pada tahapan pekerjaan pembersihan.

Pencegahan atau *treatment* untuk risiko yang mungkin terjadi tersebut adalah dengan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan standar keselamatan dan kesehatan kerja, dan pemakaian peralatan pengaman personal atau PPE (*Personal Protective Equipment*) berupa *hand and body protection*, dan *respiratory protection*. *Treatment cost* untuk jenis pekerjaan ini adalah \$3,750.

5. Bekerja dengan bahan kimia berbahaya (*hazardous substance*)

Significant hazard atau bahaya pada penggunaan bahan kimia antara lain adalah: adanya racun (*toxic*), bahan yang bersifat korosif (*corrosive*), bahan yang membuat iritasi (*irritant*), bahan yang mudah meledak (*explosive*), bahan yang bersifat mengoksidasi (*oxidizing*). Pihak yang berisiko terhadap bahaya tersebut adalah orang-orang yang berada di sekitar bahan berbahaya tersebut. Akibat yang mungkin terjadi dari bahaya tersebut adalah: kebakaran (*fire*), ledakan (*explosion*), terbakar (*burnt*), dermatitis, keracunan akut atau kronis (*acute/chronic poisoning*), dan polusi lingkungan sekitar. Pekerjaan dengan bahan kimia berbahaya atau *hazardous substance* dilakukan pada tahapan ketiga yaitu pekerjaan pembersihan kimiawi.

Pencegahan atau *treatment* untuk risiko yang mungkin terjadi tersebut adalah dengan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan standar keselamatan dan kesehatan kerja, dan pemakaian peralatan pengaman personal atau PPE (*Personal Protective Equipment*) berupa *hand and body protection*, dan *respiratory protection*. *Treatment cost* untuk jenis pekerjaan ini adalah \$2,400.

6. Pemeliharaan lokasi pekerjaan (*house keeping*)

House keeping adalah pemeliharaan dan pembersihan tempat dan lokasi pekerjaan sehingga tidak terdapat sisa-sisa material (*debris*) yang berserakan, tidak ada lokasi yang licin (*slippery surface/condition*), dan menjaga akses yang baik pada jalan keluar, alarm kebakaran, dan peralatan pemadam kebakaran. Pemeliharaan lokasi pekerjaan atau *house keeping* yang buruk dapat menjadi bahaya pada pelaksanaan pekerjaan. Bahaya yang mungkin terjadi karena *house keeping* yang buruk antara lain tersandung atau tergelincir karena

adanya material sisa. Akibat yang mungkin terjadi adalah cedera ringan atau cedera parah (*minor injury or serious injury*).

Pencegahan atau *treatment* untuk risiko yang mungkin terjadi tersebut adalah dengan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan standar keselamatan dan kesehatan kerja, dan pemakaian peralatan pengaman personal atau PPE (*Personal Protective Equipment*) berupa *head protection*, dan *foot protection*. *Treatment cost* untuk jenis pekerjaan ini adalah \$750.

7. Kebisingan (*noise exposure*)

Kebisingan atau *noise exposure* yang berbahaya adalah *noise* dengan intensitas lebih besar atau sama dengan 85db. Pihak yang berisiko mendapatkan bahaya ini adalah 32 pekerja dan lingkungan sekitar. Akibat yang mungkin terjadi dari bahaya ini adalah *threshold shift* (berkurangnya level sensitifitas pendengaran sehingga hanya dapat mendengar suara yang lebih keras dari biasanya), *Noise Induce Hearing Loss*, dan *Tinnitus*. Pekerjaan yang menghasilkan kebisingan antara lain pekerjaan yang meliputi pemotongan dan pengelasan, yaitu pada tahapan ke-dua modifikasi *Fuel Gas Secondary Distribution Line*.

Pencegahan atau *treatment* untuk risiko yang mungkin terjadi tersebut adalah dengan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan standar keselamatan dan kesehatan kerja, dan pemakaian peralatan pengaman personal atau PPE (*Personal Protective Equipment*) berupa *ear protection*. *Treatment cost* untuk jenis pekerjaan ini adalah \$50.

3.1.4 Kuesioner Penelitian

Terdapat 2 macam kuesioner yang masing-masing berdiri sendiri (tidak ada hubungan ketergantungan antara dua kuesioner tersebut) dalam penelitian ini. Pertama adalah kuesioner mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi masalah K3, baik faktor internal maupun eksternal. Dalam penyusunan kuesioner diperhatikan hasil-hasil studi pendahuluan yang menentukan faktor-faktor risiko dalam masalah kesehatan dan keselamatan kerja.

Kuesioner kedua adalah kuesioner *major risk* di Proyek Konversi Bahan Bakar Gas Muara Tawar dengan tujuan untuk lebih memfokuskan penelitian ini.

Yaitu untuk mengetahui bagaimana pengelolaan suatu risiko secara lebih mendalam.

Individu yang menjadi responden penelitian ini adalah para pakar (*expert*) dalam menangani masalah kesehatan dan keselamatan kerja. Para pakar yang dimaksud disini adalah orang-orang dengan tingkat pemahaman yang cukup baik di bidang kesehatan dan keselamatan kerja serta yang benar-benar mengetahui dan dapat menilai kondisi yang terjadi di perusahaan.

Kuesioner pertama disebar ke duapuluh responden. Kuesioner kedua juga disebar ke duapuluh responden. Responden pakar pada kuesioner pertama adalah karyawan di *Environment, Health and Safety (EHS)*. Sedangkan responden pakar kuesioner kedua adalah karyawan di Proyek Konversi Bahan Bakar Gas Muara Tawar, yang sebagian besar terdiri dari *Site Manager*, dan para *Supervisor* di divisi *Safety & Environment, Operation, dan Maintenance*.

3.1.4.1 Kuesioner Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kesehatan dan Keselamatan Kerja (Kuesioner 1)

Dalam penelitian ini, hal-hal yang berpengaruh dalam masalah kesehatan dan keselamatan kerja ditentukan oleh variabel dampak dan variabel frekuensi. Masalah kesehatan dan keselamatan kerja merupakan variabel terikat, sedangkan variabel dampak dan variabel frekuensi adalah variabel bebas karena merupakan faktor-faktor yang berperan dan berpengaruh terhadap masalah kesehatan dan keselamatan kerja yang diteliti. Faktor-faktor yang mempengaruhi masalah kesehatan kerja ini ditentukan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

Kuesioner ini bertujuan untuk menentukan faktor-faktor mana yang paling berpengaruh terhadap masalah kesehatan dan keselamatan kerja. Berdasarkan panduan EHS PT. Alstom, faktor risiko ditentukan oleh tingkat keparahan (*severity*) dan tingkat kemungkinan terjadinya (*likelihood*). Pada kuesioner ini tingkat keparahan diterjemahkan menjadi dampak yang terjadi bila terjadi kecelakaan di jenis pekerjaan tersebut. Sedangkan tingkat kemungkinan (*likelihood*) diterjemahkan menjadi frekuensi kemungkinan terjadinya kecelakaan tersebut.

Variabel dampak pada kuesioner ini memiliki lima skala, yaitu: kecil, relatif kecil, sedang, relatif besar, dan besar. Variabel frekuensi memiliki lima skala, yaitu: sangat jarang atau tidak pernah, relatif kecil, sedang, relatif besar, dan besar. Penentuan skala disesuaikan dengan panduan EHS PT.Alstom. Dari variabel dampak dan frekuensi tersebut akan ditentukan *risk level* dari faktor tersebut, yang kemudian akan menentukan apakah faktor tersebut merupakan *high risk*, *middle risk*, atau *low risk*.

Rancangan variabel kuesioner pertama untuk penelitian ini seperti disajikan dalam tabel 3.5 berikut, sedangkan kuesioner lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

Tabel . 3.6 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Masalah K3

NO	VARIABEL DAMPAK	Variabel
A.	Fisik Properti	A
1	Bangunan	A1
2	Kendaraan	A2
3	Boiler	A3
B.	Fisik Produksi	B
1	Gas Turbin	B1
2	Pipa	B2
3	Generator	B3
C.	Faktor SDM	C
a.	Kurang perhatian terhadap prosedur kerja	Ca
1	Kecelakaan kerja	Ca1
2	Menghambat kinerja	Ca2
b.	Kecerobohan kerja	Cb
1	Kecelakaan kerja	Cb1
2	Menghambat kinerja	Cb2
c.	Di bawah pengaruh minuman keras, obat-obatan	Cc
1	Kecelakaan kerja	Cc1
2	Menghambat kinerja	Cc2
d.	Tidak digunakannya masker pelindung, topi proyek, dll	Cd
1	Kecelakaan kerja	Cd1
e.	Kurangnya training untuk profesionalisme pekerja	Ce
1	Kecelakaan kerja	Ce1
f.	Kurangnya instruksi dan sosialisasi peraturan	Cf
1	Kecelakaan kerja	Cf1
g.	Melanggar prosedur/instruksi	Cg
1	Kecelakaan kerja	Cg1
h.	Kontrak Kerja	Ch
1	Ketidakpastian status karyawan	Ch1
i.	Perubahan Kebijakan Perusahaan	Ci
1	Menurunkan respek terhadap manajemen perusahaan	Ci1

Tabel . 3.6 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Masalah K3 (lanjutan)

NO	VARIABEL DAMPAK	Variabel
D.	Faktor Kesehatan Internal	D
1	Trauma	D1
2	Stress	D2
3	Tingkat higienitas menurun	D3
E.	Faktor Risiko Teknik	E
a.	Risiko Material	Ea
1	Kecelakaan	Ea1
2	Menghambat kinerja	Ea2
b.	Risiko Peralatan dan Perlengkapan	Eb
1	Kecelakaan	Eb1
2	Menghambat kinerja	Eb2
c.	Teknologi yang digunakan	Ec
1	Kecelakaan	Ec1
2	Menghambat kinerja	Ec2
d.	Perubahan Desain	Ed
1	Kecelakaan	Ed1
2	Menghambat kinerja	Ed2
F.	Ekonomi Internal Perusahaan	F
a	Ketidakstabilan Keuangan Perusahaan	Fa
1	Kerugian (loss) perusahaan	Fa1
G.	Fenomena Alam	G
1	Terjadi kerusakan pada tempat kerja	G1
2	Terjadi kerusakan pada mesin-mesin	G2
3	Kematian	G3
4	Peledakan	G4
5	Kebakaran	G5
H.	Force Majeur	H
1	Kerusakan pada tempat kerja	H1
2	Kematian	H2
3	Peledakan	H3
4	Kebakaran	H4
5	Kinerja perusahaan terhambat	H5
I.	Faktor Ekonomi	I
a.	Risiko Inflasi	Ia
1	Harga barang-barang secara umum naik	Ia1
2	Langkanya barang-barang di pasar	Ia2
3	Tingkat kemiskinan meningkat	Ia3
b.	Resesi Ekonomi	Ib
1	Pertumbuhan ekonomi menurun	Ib1
2	Tingkat kemiskinan meningkat	Ib2
3	Tingkat pengangguran meningkat	Ib3
4	Tingkat kesejahteraan menurun	Ib4
5	Daya beli masyarakat menurun	Ib5
6	Penjualan (sales) perusahaan menurun	Ib6

Tabel . 3.6 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Masalah K3 (lanjutan)

NO	VARIABEL DAMPAK	Variabel
J.	Faktor Politik	J
a	Perubahan Kebijakan Pemerintahan	Ja
1	Menurunkan kepercayaan kepada Pemerintah	Ja1
K.	Faktor Hukum	K
a.	Perubahan hukum setempat	Ka
1	Mengganggu stabilitas perusahaan	Ka1
b.	Perubahan undang-undang Tenaga Kerja	Kb
1	Menimbulkan demonstrasi karyawan	Kb1
c.	Perijinan	Kc
1	Menghambat kinerja Perusahaan	Kc1
L	Faktor Kesehatan Eksternal	L
1	Penyakit pasca bencana alam	L1
2	Wabah penyakit menular	L2
3	Kualitas pelayanan kesehatan menurun	L3

Referensi: Alison Mobey & David Parker, 2002; Michael Michaylov, 2002; Lubka Tchankova, 2002; Prasanta K. Dey, 2001; Cooper, Mark & David Cotton, 2000; Institution of Engineers, 1999.

3.1.4.2 Kuesioner *Major Risk* pada Proyek Konversi Bahan Bakar Gas Muara Tawar (Kuesioner 2)

Kuesioner kedua adalah kuesioner mengenai *major risk* yang terdapat di *site* Proyek Konversi Bahan Bakar Gas Muara Tawar. Kuesioner kedua disusun berdasarkan hasil studi yang dilakukan oleh bagian EHS PT. Alstom. Dari bagian EHS diperoleh beberapa jenis pekerjaan yang dilakukan di proyek konversi ini yang kemungkinan dapat menimbulkan kecelakaan yang dapat mengakibatkan kehilangan atau kerugian bagi PT. Alstom. Rancangan variabel kuesioner kedua untuk penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel . 3.7 Variabel *Major Risks* Berdasarkan Jenis Pekerjaan Pada Proyek Konversi Bahan Bakar Gas Muara Tawar

No.	Jenis Pekerjaan	Variabel
1.	Bekerja pada ketinggian (<i>working at height</i>)	X1
2.	Pekerjaan langsung, bekerja dengan listrik atau pipa bertekanan tinggi (<i>live work: working with electricity, pressurize line</i>)	X2
3.	Pekerjaan panas: pengelasan, pemotongan, pembakaran (<i>hot work: welding, cutting, burning</i>)	X3
4.	Bekerja pada ruangan terbatas (<i>confined space</i>)	X4
5.	Bekerja dengan bahan berbahaya (<i>hazardous substance</i>)	X5
6.	Pemeliharaan lokasi pekerjaan (<i>house keeping</i>)	X6
7.	Kebisingan (<i>noise exposure</i>)	X7

Dari variabel-variabel *major risk* tersebut kemudian disusun kuesioner. Kuesioner tersebut bertujuan untuk menentukan level risiko dari jenis pekerjaan tersebut, yang kemudian menjadi penentu prioritas dalam penanganan risiko tersebut.

Berdasarkan panduan EHS PT. Alstom, risiko ditentukan oleh tingkat keparahan (*severity*) dan tingkat kemungkinan terjadinya (*likelihood*). Pada kuesioner ini tingkat keparahan diterjemahkan menjadi dampak yang diperoleh bila terjadi kecelakaan di jenis pekerjaan tersebut. Sedangkan tingkat kemungkinan (*likelihood*) diterjemahkan menjadi frekuensi kemungkinan terjadinya kecelakaan tersebut. Risiko pada pekerjaan tersebut tergantung pada variabel dampak dan variabel frekuensi. Risiko berdasarkan jenis pekerjaan ini merupakan variabel terikat, sedangkan variabel dampak dan variabel frekuensi adalah variabel bebas karena merupakan faktor-faktor yang berperan dan berpengaruh risiko yang terdapat dalam jenis pekerjaan tersebut.

Variabel dampak pada kuesioner ini memiliki lima skala, yaitu: kecil, relatif kecil, sedang, relatif besar, dan besar. Variabel frekuensi memiliki lima skala, yaitu: sangat jarang atau tidak pernah, relatif kecil, sedang, relatif besar, dan besar. Penentuan skala disesuaikan dengan panduan EHS PT. Alstom.

Kuesioner *major risk* ini secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.2 Pengolahan Data

3.2.1 Pengolahan Data Kuesioner Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kesehatan dan Keselamatan Kerja (Kuesioner 1)

Dari data yang diperoleh dari kuesioner diperoleh rata-rata variabel dampak dan rata-rata variabel frekuensi dari masing-masing faktor yang mempengaruhi masalah keselamatan dan kesehatan kerja. Dari nilai tersebut ditentukan *risk level* masing-masing faktor tersebut pekerjaan tersebut. *Risk level* sesuai dengan panduan EHS PT. Alstom, merupakan perkalian antara nilai dampak dan nilai frekuensi. Dari nilai *risk level* tersebut, faktor-faktor yang mempengaruhi masalah keselamatan dan kesehatan kerja dikelompokkan menjadi *high risk*, *middle risk*, atau *low risk*.

Pengelompokan risiko dilakukan berdasarkan ketentuan pada panduan EHS PT. Alstom, yaitu:

- *Class A (high): death, permanent dissability, material or environmental loss resulting in immediate work interruption (or risk level 10 to 25)*

- *Class B (medium): serious injuries or disease resulting in temporary dissability, serious material or environmental damages (or risk level 5 to 9)*
- *Class C (low): important injuries or disease resulting in temporary disability, material or environmental damages, slightly impairing the proper performance of the work (or risk level 1 to 4)*

Hasil pengolahan data kuesioner ini dapat dilihat pada tabel 3.7 berikut:

Tabel 3.8 Hasil Pengolahan Data Kuesioner Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keselamatan dan Kesehatan Kerja

No.	Item	Dampak	Frekuensi	Risk Level	Kategori
A. Fisik Properti					
1	Bangunan	1.55	1.45	2.25	low
2	Kendaraan	2.75	2.45	6.74	middle
3	Boiler	4.00	3.20	12.80	high
B. Fisik Produksi					
1	Gas Turbin	4.15	3.75	15.56	high
2	Pipa	2.65	2.70	7.16	middle
3	Generator	3.45	3.30	11.39	high
C. Faktor SDM					
a. Kurang perhatian terhadap prosedur kerja					
1	Kecelakaan kerja	2.80	2.65	7.42	middle
2	Menghambat kinerja	2.60	3.00	7.80	middle
b. Kecerobohan kerja					
1	Kecelakaan kerja	3.60	3.75	13.50	high
2	Menghambat kinerja	3.00	2.45	7.35	middle
c. Di bawah pengaruh minuman keras, obat-obatan					
1	Kecelakaan kerja	2.45	2.85	6.98	middle
2	Menghambat kinerja	2.30	2.50	5.75	middle
d. Tidak digunakannya masker pelindung, topi proyek, dll					
1	Kecelakaan kerja	3.10	2.75	8.53	middle
e. Kurangnya training untuk profesionalisme pekerja					
1	Kecelakaan kerja	1.80	2.20	3.96	low
f. Kurangnya instruksi dan sosialisasi peraturan					
1	Kecelakaan kerja	1.85	1.95	3.61	low
g. Melanggar prosedur/instruksi					
1	Kecelakaan kerja	2.30	2.25	5.18	middle
h. Kontrak Kerja					
1	Ketidapastian status karyawan	1.80	1.95	3.51	low
i. Perubahan Kebijakan Perusahaan					
1	Menurunkan respek terhadap manajemen perusahaan	1.80	2.05	3.69	low

Tabel 3.8 Hasil Pengolahan Data Kuesioner Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (sambungan)

No.	Item	Dampak	Frekuensi	Risk Level	Kategori
D. Faktor Kesehatan Internal					
1	Trauma	1.65	1.40	2.31	low
2	Stress	1.55	1.30	2.02	low
3	Tingkat higienitas menurun	1.75	1.60	2.80	low
E. Faktor Risiko Teknik					
a. Risiko Material					
1	Kecelakaan	1.65	2.10	3.47	low
2	Menghambat kinerja	1.85	1.20	2.22	low
E. Faktor Risiko Teknik					
b. Risiko Peralatan dan Perlengkapan					
1	Kecelakaan	2.55	2.40	6.12	middle
2	Menghambat kinerja	1.45	1.30	1.89	low
c. Teknologi yang digunakan					
1	Kecelakaan	1.25	1.80	2.25	low
2	Menghambat kinerja	1.40	1.30	1.82	low
d. Perubahan Desain					
1	Kecelakaan	1.80	1.20	2.16	low
2	Menghambat kinerja	1.75	1.20	2.10	low
F. Ekonomi Internal Perusahaan					
Ketidakstabilan Keuangan Perusahaan					
1	Kerugian (loss) perusahaan	1.85	1.20	2.22	low
G. Fenomena Alam					
1	Terjadi kerusakan pada tempat kerja	1.35	1.20	1.62	low
2	Terjadi kerusakan pada mesin-mesin	1.75	1.60	2.80	low
3	Kematian	1.85	1.20	2.22	low
4	Peledakan	2.15	1.20	2.58	low
5	Kebakaran	2.20	1.40	3.08	low
H. Force Majeur					
1	Kerusakan pada tempat kerja	2.10	1.65	3.47	low
2	Kematian	2.15	1.45	3.12	low
3	Peledakan	2.30	1.60	3.68	low
4	Kebakaran	2.35	1.55	3.64	low
5	Kinerja perusahaan terhambat	1.15	1.35	1.55	low
I. Faktor Ekonomi					
a. Risiko Inflasi					
1	Harga barang-barang secara umum naik	1.85	2.10	3.89	low
2	Langkanya barang-barang di pasar	1.75	1.40	2.45	low
3	Tingkat kemiskinan meningkat	1.65	1.30	2.15	low
b. Resesi Ekonomi					
1	Pertumbuhan ekonomi menurun	1.20	1.15	1.38	low
2	Tingkat kemiskinan meningkat	1.15	2.10	2.42	low
3	Tingkat pengangguran meningkat	1.60	2.15	3.44	low
4	Tingkat kesejahteraan menurun	1.45	2.20	3.19	low

Tabel 3.8 Hasil Pengolahan Data Kuesioner Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (sambungan)

No.	Item	Dampak	Frekuensi	Risk Level	Kategori
5	Daya beli masyarakat menurun	2.15	1.85	3.98	low
6	Penjualan (sales) perusahaan menurun	2.30	1.40	3.22	low
J. Faktor Politik					
Perubahan Kebijakan Pemerintahan					
1	Menurunkan kepercayaan kepada Pemerintah	2.25	2.30	5.18	middle
K. Faktor Hukum					
a. Perubahan hukum setempat					
1	Menggangu stabilitas perusahaan	1.35	1.20	1.62	low
b. Perubahan undang-undang Tenaga Kerja					
1	Menimbulkan demonstrasi karyawan	1.45	2.10	3.05	low
c. Perijinan					
1	Menghambat kinerja Perusahaan	2.10	1.85	3.89	low
L. Faktor Kesehatan Eksternal					
1	Penyakit pasca bencana alam	1.45	1.20	1.74	low
2	Wabah penyakit menular	1.35	1.50	2.03	low
3	Kualitas pelayanan kesehatan menurun	1.30	1.40	1.82	low

Dari hasil pengolahan data dapat dilihat pengaruh faktor-faktor tersebut pada masalah keselamatan dan kesehatan kerja bervariasi. Faktor yang tergolong pada kategori *high* berarti sangat berpengaruh terhadap masalah kesehatan dan keselamatan kerja di perusahaan ini. Faktor yang tergolong kategori *high* ini antara lain adalah: faktor produksi, yaitu gas turbin dan generator, faktor properti yaitu bangunan boiler, serta faktor sumber daya manusia, yaitu kecerobohan kerja.

Faktor yang termasuk kategori *middle* adalah: faktor produksi yaitu pipa, faktor properti, yaitu kendaraan. Faktor sumber daya manusia secara umum termasuk kategori *middle*, kecuali satu faktor kecerobohan kerja. Faktor sumber daya manusia yang tergolong *middle* antara lain adalah: kurangnya perhatian terhadap prosedur kerja, berada di bawah pengaruh minuman keras dan obat-obatan, tidak digunakannya perlengkapan *safety*, dan melanggar prosedur/instruksi. Faktor lain yang tergolong kategori *middle* adalah faktor risiko teknik, yaitu risiko peralatan dan perlengkapan.

Faktor lainnya, seperti faktor ekonomi internal perusahaan, kesehatan internal, fenomena alam, force majeure, faktor ekonomi, faktor politik, faktor hukum, dan faktor kesehatan eksternal secara umum tergolong kategori *low*.

3.2.2 Pengolahan Data Kuesioner *Major Risk* pada Proyek Konversi Bahan Bakar Gas Muara Tawar (Kuesioner 2)

Dari data yang diperoleh dari kuesioner diperoleh rata-rata variabel dampak dan rata-rata variabel frekuensi dari masing-masing jenis pekerjaan yang menjadi *major risk* di proyek ini. Dari nilai tersebut ditentukan *risk level* masing-masing jenis pekerjaan tersebut. *Risk level* sesuai dengan panduan EHS PT. Alstom, merupakan perkalian antara nilai dampak dan nilai frekuensi. Dari nilai *risk level* tersebut, kemudian risiko pada jenis pekerjaan tersebut dikelompokkan menjadi *high risk*, *middle risk*, atau *low risk*.

Pengelompokan risiko dilakukan berdasarkan ketentuan pada panduan EHS PT. Alstom, yaitu:

- *Class A (high): death, permanent dissability, material or environmental loss resulting in immediate work interruption (or risk level 10 to 25)*
- *Class B (medium): serious injuries or disease resulting in temporary dissability, serious material or environmental damages (or risk level 5 to 9)*
- *Class C (low): important injuries or disease resulting in temporary disability, material or environmental damages, slightly impairing the proper performance of the work (or risk level 1 to 4)*

Hasil pengolahan data kuesioner ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.9 Hasil Pengolahan Data Kuesioner *Major Risk*

Var	Jenis Pekerjaan	Dampak	Frekuensi	Risk Level	Kategori
X1	Bekerja pada ketinggian (<i>working at height</i>)	3.55	3.20	11.36	<i>high</i>
X2	Pekerjaan langsung (<i>live work</i>)	3.65	3.75	13.69	<i>high</i>
X3	Pekerjaan panas: (<i>hot work</i>)	3.45	3.30	11.39	<i>high</i>
X4	Bekerja pada ruangan terbatas (<i>confined space</i>)	4.30	3.20	13.76	<i>high</i>
X5	Bekerja dengan bahan berbahaya (<i>hazardous substance</i>)	4.70	3.40	15.98	<i>high</i>
X6	Pemeliharaan lokasi pekerjaan (<i>house keeping</i>)	2.30	2.25	5.18	<i>middle</i>
X7	Kebisingan (<i>noise exposure</i>)	1.45	1.50	2.18	<i>low</i>

Dari pengolahan data diperoleh bahwa yang termasuk kategori Class A (*high*) adalah bekerja pada ketinggian, pekerjaan langsung, pekerjaan panas, bekerja pada ruang terbatas, dan pekerjaan dengan bahan berbahaya. Sedangkan yang tergolong Class B (*middle*) adalah pemeliharaan lokasi pekerjaan (*house keeping*), dan yang termasuk Class C (*low*) adalah kebisingan. Pengelompokan ini

menentukan prioritas dalam pengalokasian dana untuk menangani masing-masing risiko dalam tiap jenis pekerjaan tersebut. Jenis pekerjaan yang termasuk kategori *high* atau Class A akan mendapat prioritas utama dalam pengalokasian dana.

3.2.3 Simulasi Monte Carlo untuk Pengalokasian Dana Penanganan *Major Risk*

Simulasi Monte Carlo dengan bantuan software Crystall Ball dan *tools* Optquest digunakan untuk menentukan pengalokasian dana yang optimal untuk menangani risiko yang terdapat di proyek Konversi Bahan Bakar Gas Muara Tawar ini.

Dari hasil pengolahan data kuesioner *major risk* dapat dilihat bahwa, yang termasuk kategori *low risk* adalah: kebisingan (*noise exposure*). Sedangkan yang termasuk kategori *medium risk* adalah: pemeliharaan lokasi pekerjaan (*house keeping*). Dan yang tergolong kategori *high risk* adalah: bekerja pada ruang terbatas (*confined space*), bekerja pada ketinggian (*working at height*), bekerja dengan bahan berbahaya (*hazardous substance*), pekerjaan panas, (*hot work*), dan pekerjaan langsung (*live work*).

Dampak atau konsekuensi berupa biaya yang disebabkan oleh risiko pada masing-masing jenis pekerjaan nilainya diperoleh dari hasil kuesioner. Berdasarkan rata-rata nilai dampak untuk masing-masing pekerjaan tersebut, dapat terlihat bahwa masing-masing risiko memiliki konsekuensi berupa biaya senilai skala yang telah ditentukan tersebut. Tabel berikut memperlihatkan kategori jenis pekerjaan dan dampaknya yang berupa nilai biaya.

Tabel 3.10 Prioritas Penanganan dan Biaya dari 7 *Major Risk* di Muara Tawar

No.	Jenis Pekerjaan	Kategori	Dampak & Konsekuensi/ Risk Coverage (US\$)	
			range biaya	most likely
1.	Bekerja pada ketinggian (<i>working at height</i>)	<i>High</i>	10,000 – 100,000	55,000
2.	Pekerjaan langsung (<i>live work</i>)	<i>High</i>	10,000 – 100,000	55,000
3.	Pekerjaan panas: (<i>hot work</i>)	<i>High</i>	1,000 – 10,000	5,500
4.	Bekerja pada ruangan terbatas (<i>confined space</i>)	<i>High</i>	10,000 – 100,000	55,000
5.	Bekerja dengan bahan berbahaya (<i>hazardous substance</i>)	<i>High</i>	> 100,000	110,000
6.	Pemeliharaan lokasi pekerjaan (<i>house keeping</i>)	<i>Middle</i>	100 – 1,000	550
7.	Kebisingan (<i>noise exposure</i>)	<i>Low</i>	< 100	90

Kolom *most likely* merupakan nilai tengah dari masing-masing range biaya tersebut. Nilai *most likely* ini akan menjadi salah satu input dalam simulasi dengan Crystall Ball.

Data *treatment cost* untuk masing-masing jenis pekerjaan dengan kategori *high* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.11 Total *Treatment Cost* untuk Jenis Pekerjaan Kategori *High*

No.	Jenis Pekerjaan	Treatment Cost (US\$)
1.	Bekerja pada ketinggian (<i>working at height</i>)	3,500
2.	Pekerjaan langsung (<i>live work</i>)	3,250
3.	Pekerjaan panas: (<i>hot work</i>)	1,500
4.	Bekerja pada ruangan terbatas (<i>confined space</i>)	3,750
5.	Bekerja dengan bahan berbahaya (<i>hazardous substance</i>)	2,400
Total		\$14,400

Penelitian ini hanya memfokuskan perhitungan pada jenis pekerjaan yang memiliki risiko tinggi (*high risk*) yaitu: bekerja pada ketinggian (*working at height*), pekerjaan langsung (*live work*), pekerjaan panas, (*hot work*), bekerja pada ruang terbatas (*confined space*), dan bekerja dengan bahan berbahaya (*hazardous substance*).

Total biaya yang dibutuhkan untuk *treatment* pada lima jenis pekerjaan dengan *high risk* adalah \$14,400. Biaya penanggulangan lima *major risk* tersebut, dalam kasus ini akan disimulasikan atas beberapa nilai *budget* yang tersedia (*available*), yang diasumsikan sebesar 30%(\$4,815), 50%(\$7,200), 70% (\$10,080), 80%(\$11,520), 90%(\$12,960) 95% (\$13,680) dan 97,2%(\$14,000) dari total dana yang dibutuhkan. Untuk menentukan *treatment* mana yang didahulukan diperlukan langkah-langkah optimasi yang dibantu dengan *software* Crystall Ball dengan *tools* Optquest.

Model optimasi pada Optquest memiliki empat input, yaitu:

1. Assumption

Yang menjadi asumsi pada model ini adalah variabel *risk cost* atau *risk coverage*. Nilai *risk coverage* diasumsikan terdistribusi secara BetaPERT *distribution*. Beta PERT *distribution* adalah bentuk distribusi yang lebih halus (*smoother*) dibandingkan dengan *triangular distribution*, dan umumnya digunakan untuk analisis risiko proyek. Pemilihan distribusi jenis ini juga

disesuaikan dengan data yang diperoleh, yaitu berupa *range* biaya, dengan nilai batas maksimum dan minimum, serta nilai yang paling mungkin atau *most likely*.

2. *Decision*

Yang menjadi keputusan dari model ini adalah seberapa besar alokasi dana yang diberikan pada masing-masing jenis pekerjaan, untuk mengurangi risiko yang terdapat pada pekerjaan tersebut. *Decision* pada model ini dapat diartikan apakah perusahaan akan mengalokasikan dana untuk pencegahan atau penanganan risiko tersebut, atau tidak. Bila menurut optimasi perusahaan harus mengalokasikan dananya untuk jenis pekerjaan tersebut, maka kolom *decision* akan bernilai 1. Sebaliknya, jika menurut optimasi perusahaan hendaknya tidak mengalokasikan dananya untuk jenis pekerjaan tersebut, maka kolom *decision* akan bernilai 0.

3. *Forecast*

Yang akan diramalkan pada model ini adalah nilai *advantage* yang diperoleh. Nilai *advantage* adalah nilai selisih antara *risk cost* dengan dengan *treatment cost*, dikalikan dengan variabel *decision*. Dalam optimasi ini tujuannya adalah memaksimalkan nilai *advantage* dengan batasan atau kendala tertentu.

4. *Constraint*

Constraint atau kendala adalah batasan yang ada untuk mencapai tujuan model dan simulasi. Batasan yang digunakan dalam optimasi ini adalah dalam bentuk batasan jumlah dana yang tersedia, yaitu sebesar 30%, 50%, 70%, 80%, 90%, 95%, dan 97,2% dari total yang dibutuhkan.

Simulasi Monte Carlo dilakukan terhadap lima jenis pekerjaan yang risikonya tinggi, yaitu bekerja pada ketinggian (*working at height*), pekerjaan langsung (*live work*), pekerjaan panas, (*hot work*), bekerja pada ruang terbatas (*confined space*), dan bekerja dengan bahan berbahaya (*hazardous substance*). Total biaya *treatment* atas lima risiko tersebut adalah sebesar \$14,400. Pada simulasi diberikan kendala atau *constraint* dengan variasi keterbatasan dana 30%(\$4,815), 50%(\$7,200), 70% (\$10,080), 80%(\$11,520), 90%(\$12,960) 95% (\$13,680) dan 97,2%(\$14,000) dari total dana yang dibutuhkan.

Hasil simulasi berdasarkan skenario ketersediaan budget dengan *tools* dengan Optquest Crystall Ball adalah sebagai berikut:

1. Dana tersedia 30% (\$4,815)

Berdasarkan hasil perhitungan Optquest, dengan asumsi dana yang tersedia sebesar 30% dari total yang dibutuhkan, yaitu \$4,815 dan seluruhnya akan dialokasikan, maka diperoleh total *advantage* sebesar \$145,581. Jenis pekerjaan atau *risk* yang dapat di-*treat* dengan dana sebesar 30% ini hanya 3 macam, yaitu bekerja pada ketinggian (*working at height*), dan pekerjaan langsung (*live work*) dan pekerjaan dengan bahan berbahaya (*hazardous substance*). Namun dana yang dialokasikan untuk bekerja pada ketinggian hanya 11,2% dari dana yang dibutuhkan untuk jenis pekerjaan ini. Begitu juga pada pekerjaan langsung, dana yang bisa dialokasikan hanya 62,3% dari dana yang dibutuhkan untuk pekerjaan ini. Detail lengkapnya dapat dari model ini dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.12 *Risk Coverage, Treatment Cost, dan Advantage*, dengan asumsi Dana Tersedia 30%

No.	Jenis Pekerjaan	Risk Coverage (US\$)	Treatment Cost (US\$)	Advantage (US\$)	Go/ No Go
1	Bekerja pada ketinggian (<i>working at height</i>)	55,000	3,500	5,756	0.112
2	Pekerjaan langsung (<i>live work</i>)	55,000	3,250	32,225	0.623
3	Pekerjaan panas: (<i>hot work</i>)	5,500	1,500	0	0
4	Bekerja pada ruangan terbatas (<i>confined space</i>)	55,000	3,750	0	0
5	Bekerja dengan bahan berbahaya (<i>hazardous substance</i>)	110,000	2,400	107,600	1

<i>Total Treatment Cost</i>	\$4,815
<i>Asumsi Available Budget</i>	4,815
<i>Margin</i>	\$0
<i>Total Advantage</i>	\$145,581

2. Dana tersedia 50% (\$7,200)

Berdasarkan hasil perhitungan Optquest, dengan asumsi dana yang tersedia sebesar 50% dari total yang dibutuhkan, yaitu \$7,200 dan seluruhnya akan dialokasikan, maka diperoleh total *advantage* sebesar \$182,159 . Terdapat 3

jenis pekerjaan atau *risk* yang dapat di-*treat* dengan batasan dana sebesar 50% ini, yaitu bekerja pada ketinggian, pekerjaan langsung (*live work*), dan pekerjaan dengan bahan berbahaya (*hazardous substance*). Namun pekerjaan pada ketinggian hanya mendapat alokasi dana sebesar 44,29% dari dana yang dibutuhkan untuk pekerjaan ini. Detail lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. 13 *Risk Coverage, Treatment Cost, dan Advantage*, dengan asumsi Dana Tersedia 50%

No.	Jenis Pekerjaan	<i>Risk Coverage (US\$)</i>	<i>Treatment Cost (US\$)</i>	<i>Advantage (US\$)</i>	<i>Go/ No Go</i>
1	Bekerja pada ketinggian (<i>working at height</i>)	55,000	3,500	22,809	0.4429
2	Pekerjaan langsung (<i>live work</i>)	55,000	3,250	51,750	1
3	Pekerjaan panas: (<i>hot work</i>)	5,500	1,500	0	0
4	Bekerja pada ruangan terbatas (<i>confined space</i>)	55,000	3,750	0	0
5	Bekerja dengan bahan berbahaya (<i>hazardous substance</i>)	110,000	2,400	107,600	1

<i>Total Treatment Cost</i>	\$7,200
<i>Asumsi Available Budget</i>	7,200
<i>Margin</i>	\$0
<i>Total Advantage</i>	\$182,159

3. Dana tersedia 70% (\$10,080)

Berdasarkan hasil perhitungan Optquest, dengan asumsi dana yang tersedia sebesar 70% dari total yang dibutuhkan, yaitu \$10,080 dan seluruhnya akan dialokasikan, maka diperoleh total *advantage* sebesar \$223,560. Terdapat 4 jenis pekerjaan atau *risk* yang dapat di-*treat* dengan dana sebesar 70% ini yaitu bekerja pada ketinggian, pekerjaan langsung (*live work*), pekerjaan pada ruangan terbatas (*confined space*), dan pekerjaan dengan bahan berbahaya (*hazardous substance*). Namun jenis pekerjaan bekerja di ruangan terbatas hanya mendapat alokasi dana sebesar 24,8% dari dana yang dibutuhkan oleh jenis pekerjaan ini. Detail lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. 14 *Risk Coverage, Treatment Cost, dan Advantage,*
dengan asumsi Dana Tersedia 70%

No.	Jenis Pekerjaan	Risk Coverage (US\$)	Treatment Cost (US\$)	Advantage (US\$)	Go/ No Go
1	Bekerja pada ketinggian (<i>working at height</i>)	55,000	3,500	51,500	1
2	Pekerjaan langsung (<i>live work</i>)	55,000	3,250	51,750	1
3	Pekerjaan panas: (<i>hot work</i>)	5,500	1,500	0	0
4	Bekerja pada ruangan terbatas (<i>confined space</i>)	55,000	3,750	12,710	0.2480
5	Bekerja dengan bahan berbahaya (<i>hazardous substance</i>)	110,000	2,400	107,600	1

<i>Total Treatment Cost</i>	\$10,080
<i>Asumsi Available Budget</i>	10,080
<i>Margin</i>	\$0
<i>Total Advantage</i>	\$223,560

4. Dana tersedia 80% (\$11,520)

Berdasarkan hasil perhitungan Optquest, dengan asumsi dana yang tersedia sebesar 80% dari total yang dibutuhkan, yaitu \$11,520 dan seluruhnya akan dialokasikan, maka diperoleh total *advantage* sebesar \$ \$243,240. Terdapat 4 jenis pekerjaan atau *risk* yang dapat di-*treat* dengan dana sebesar 80% ini yaitu bekerja pada ketinggian, pekerjaan langsung (*live work*), pekerjaan pada ruangan terbatas(*confined space*), dan pekerjaan dengan bahan berbahaya (*hazardous substance*). Namun jenis pekerjaan bekerja di ruangan terbatas hanya mendapat alokasi dana sebesar 63,2% dari dana yang dibutuhkan oleh jenis pekerjaan ini. Detail lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.15 *Risk Coverage, Treatment Cost, dan Advantage,*
dengan asumsi Dana Tersedia 80%

No.	Jenis Pekerjaan	Risk Coverage (US\$)	Treatment Cost (US\$)	Advantage (US\$)	Go/ No Go
1	Bekerja pada ketinggian (<i>working at height</i>)	55,000	3,500	51,500	1
2	Pekerjaan langsung (<i>live work</i>)	55,000	3,250	51,750	1
3	Pekerjaan panas: (<i>hot work</i>)	5,500	1,500	0	0

Tabel 3.15 *Risk Coverage, Treatment Cost, dan Advantage*, dengan asumsi Dana Tersedia 80% (sambungan)

No.	Jenis Pekerjaan	Risk Coverage (US\$)	Treatment Cost (US\$)	Advantage (US\$)	Go/ No Go
4	Bekerja pada ruangan terbatas (<i>confined space</i>)	55,000	3,750	32,390	0.6320
5	Bekerja dengan bahan berbahaya (<i>hazardous substance</i>)	110,000	2,400	107,600	1

Total Treatment Cost \$11,520

Asumsi Available Budget 11,520

Margin \$0

Total Advantage \$243,240

5. Dana tersedia 90% (12,960)

Berdasarkan hasil perhitungan Optquest, dengan asumsi dana yang tersedia sebesar 90% dari total yang dibutuhkan, yaitu \$12,960 dan seluruhnya akan dialokasikan, maka diperoleh total *advantage* sebesar \$262,100. Kelima jenis pekerjaan atau *risk* yang dapat di-*treat* dengan dana sebesar 90% ini yaitu bekerja pada ketinggian, pekerjaan langsung (*live work*), pekerjaan panas (*hot work*), pekerjaan pada ruangan terbatas (*confined space*), dan pekerjaan dengan bahan berbahaya (*hazardous substance*). Namun jenis pekerjaan panas (*hot work*) hanya mendapat alokasi dana sebesar 4% dari dana yang dibutuhkan oleh jenis pekerjaan ini. Detail lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. 16 *Risk Coverage, Treatment Cost, dan Advantage*, dengan asumsi Dana Tersedia 90%

No.	Jenis Pekerjaan	Risk Coverage (US\$)	Treatment Cost (US\$)	Advantage (US\$)	Go/ No Go
1	Bekerja pada ketinggian (<i>working at height</i>)	55,000	3,500	51,500	1
2	Pekerjaan langsung (<i>live work</i>)	55,000	3,250	51,750	1
3	Pekerjaan panas: (<i>hot work</i>)	5,500	1,500	160	0.04
4	Bekerja pada ruangan terbatas (<i>confined space</i>)	55,000	3,750	51,250	1
5	Bekerja dengan bahan berbahaya (<i>hazardous substance</i>)	110,000	2,400	107,600	1

<i>Total Treatment Cost</i>	\$12,960
<i>Asumsi Available Budget</i>	12,960
<i>Margin</i>	\$0
<i>Total Advantage</i>	\$262,100

6. Dana tersedia 95% (\$13,680)

Berdasarkan hasil perhitungan Optquest, dengan asumsi dana yang tersedia sebesar 95% dari total yang dibutuhkan, yaitu \$13,680 dan seluruhnya akan dialokasikan, maka diperoleh total *advantage* sebesar \$264,180. Kelima jenis pekerjaan atau *risk* yang dapat di-*treat* dengan dana sebesar 95% ini yaitu bekerja pada ketinggian, pekerjaan langsung (*live work*), pekerjaan panas (*hot work*), pekerjaan pada ruangan terbatas (*confined space*), dan pekerjaan dengan bahan berbahaya (*hazardous substance*). Namun jenis pekerjaan panas (*hot work*) hanya mendapat alokasi dana sebesar 52% dari dana yang dibutuhkan oleh jenis pekerjaan ini. Detail lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.17 *Risk Coverage, Treatment Cost, dan Advantage, dengan asumsi Dana Tersedia 95%*

No.	Jenis Pekerjaan	<i>Risk Coverage (US\$)</i>	<i>Treatment Cost (US\$)</i>	<i>Advantage (US\$)</i>	<i>Go/ No Go</i>
1	Bekerja pada ketinggian (<i>working at height</i>)	55,000	3,500	51,500	1
2	Pekerjaan langsung (<i>live work</i>)	55,000	3,250	51,750	1
3	Pekerjaan panas: (<i>hot work</i>)	5,500	1,500	2,080	0.52
4	Bekerja pada ruangan terbatas (<i>confined space</i>)	55,000	3,750	51,250	1
5	Bekerja dengan bahan berbahaya (<i>hazardous substance</i>)	110,000	2,400	107,600	1

<i>Total Treatment Cost</i>	\$13,680
<i>Asumsi Available Budget</i>	13,680
<i>Margin</i>	\$0.00
<i>Total Advantage</i>	\$264,180

7. Dana tersedia 97% (\$14,000)

Berdasarkan hasil perhitungan Optquest, dengan asumsi dana yang tersedia sebesar 98% dari total yang dibutuhkan, yaitu \$14,000 dan seluruhnya

akan dialokasikan, maka diperoleh total *advantage* sebesar \$265,033. Kelima jenis pekerjaan atau *risk* yang dapat di-*treat* dengan dana sebesar 97% ini yaitu bekerja pada ketinggian, pekerjaan langsung (*live work*), pekerjaan panas (*hot work*), pekerjaan pada ruangan terbatas (*confined space*), dan pekerjaan dengan bahan berbahaya (*hazardous substance*). Namun jenis pekerjaan panas (*hot work*) hanya mendapat alokasi dana sebesar 73,33% dari dana yang dibutuhkan oleh jenis pekerjaan ini. Detail lengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. 18 *Risk Coverage, Treatment Cost, dan Advantage*, dengan asumsi Dana Tersedia 97%

No.	Jenis Pekerjaan	Risk Coverage (US\$)	Treatment Cost (US\$)	Advantage (US\$)	Go/ No Go
1	Bekerja pada ketinggian (<i>working at height</i>)	55,000	3,500	51,500	1
2	Pekerjaan langsung (<i>live work</i>)	55,000	3,250	51,750	1
3	Pekerjaan panas: (<i>hot work</i>)	5,500	1,500	2,933	0.7333
4	Bekerja pada ruangan terbatas (<i>confined space</i>)	55,000	3,750	51,250	1
5	Bekerja dengan bahan berbahaya (<i>hazardous substance</i>)	110,000	2,400	107,600	1

<i>Total Treatment Cost</i>	\$14,000
<i>Asumsi Available Budget</i>	14,000
<i>Margin</i>	\$0.00
<i>Total Advantage</i>	\$265,033

3.2.4 Analisis Skenario Optimasi

Dari hasil optimasi dengan tujuh skenario ketersediaan dana, yang bervariasi mulai dari 30%, 50%, 70%, 80%, 90%, 95% hingga 97% dari total dana yang dibutuhkan, dapat dilihat variasi nilai *advantage* yang dihasilkan. Dari hasil optimasi dapat dilihat bahwa semakin besar dana yang dialokasikan, mana semakin besar pula nilai *advantage* yang dihasilkan.

Pada skenario 1 dengan dana tersedia sebesar 30% (\$4,815), jenis pekerjaan yang dapat di-*treatment* hanya 3 macam saja, yaitu jenis pekerjaan panas (*hot work*) dan pekerjaan pada ruangan terbatas (*confined space*), dan pekerjaan dengan bahan berbahaya (*hazardous substance*). Pekerjaan dengan bahan berbahaya ini pun hanya mendapat alokasi dana sebesar 4,4% dari total

yang dibutuhkan. Total *advantage* yang diperoleh adalah sebesar \$145,581. Kondisi ini masih jauh dari optimal, karena terdapat 2 jenis pekerjaan yang belum mendapat *treatment*, dan nilai total *advantage* yang didapat pun masih kecil.

Pada skenario 2 dengan dana tersedia sebesar 50% (\$7,200), terjadi peningkatan, yaitu jenis pekerjaan yang bisa di-*treatment* masih 3 macam, yaitu: bekerja pada ketinggian, pekerjaan langsung (*live work*), dan pekerjaan dengan bahan berbahaya (*hazardous substance*). Namun pekerjaan dengan pada ketinggian hanya mendapat alokasi dana sebesar 44,29% dari total yang dibutuhkan untuk pekerjaan ini. Selain itu dan masih ada satu jenis pekerjaan yang belum mendapat *treatment* sama sekali. Total *advantage* yang diperoleh adalah \$182,159.

Pada skenario 3 dengan asumsi dana tersedia sebanyak 70% (\$10,080), jenis pekerjaan yang bisa di-*treat* meningkat menjadi 4 macam, yaitu bekerja pada ketinggian, pekerjaan langsung (*live work*), pekerjaan pada ruangan terbatas (*confined space*), dan pekerjaan dengan bahan berbahaya (*hazardous substance*). Namun alokasi dana untuk jenis pekerjaan pada ruangan terbatas hanya 24,8%. Sedangkan total *advantage* juga mengalami peningkatan menjadi \$223,560.

Pada skenario 4 dengan dana tersedia diasumsikan sebanyak 80% (\$11,520), jenis pekerjaan yang bisa di-*treat* masih 4 macam, yaitu bekerja pada ketinggian, pekerjaan langsung (*live work*), pekerjaan pada ruangan terbatas (*confined space*), dan pekerjaan dengan bahan berbahaya (*hazardous substance*). Namun alokasi dana untuk jenis pekerjaan pada ruangan terbatas hanya 63,2%. Sedangkan total *advantage* juga mengalami peningkatan menjadi \$243,240.

Pada skenario 5, 6 dan 7, dana tersedia diasumsikan sebanyak 90%, 95%, dan 97% terjadi peningkatan dari skenario-skenario sebelumnya, yaitu semua *risk* pada jenis pekerjaan tersebut dapat di-*treat*, namun dengan tingkat atau persentasi alokasi dana yang berbeda-beda. Pada skenario 5 jenis pekerjaan panas (*hot work*) hanya mendapat alokasi 4% dari total dana yang dibutuhkan untuk jenis pekerjaan tersebut. Di skenario 6 dan 7, terjadi peningkatan persentasi alokasi menjadi 52% dan 73%. Total *advantage* juga mengalami kenaikan, pada skenario 5 sebesar \$262,100, menjadi 264,180 pada skenario 6, dan menjadi 265,033 pada skenario 7.

Dari hasil optimasi tersebut dapat dilihat bahwa kenaikan signifikan pada total *advantage* dan persentasi pengalokasian dana pada pada skenario 5 dan 6, jika dibandingkan dengan skenario sebelumnya. Namun pada skenario 7, kenaikannya tidak lagi signifikan. Sehingga, jika perusahaan mempunyai batasan atas jumlah *budget* yang harus dikeluarkan maka dana tersedia (*available budget*) sebanyak 95% atau sejumlah \$264,180 adalah yang paling optimum berdasarkan kenaikan total *advantage* dan persentasi pengalokasian pada masing-masing *jenis risk* nya.

Secara lengkapnya peningkatan jenis pekerjaan yang dapat dilakukan *treatment* dan peningkatan total *advantage* yang diperoleh dapat dilihat pada tabel berikut:

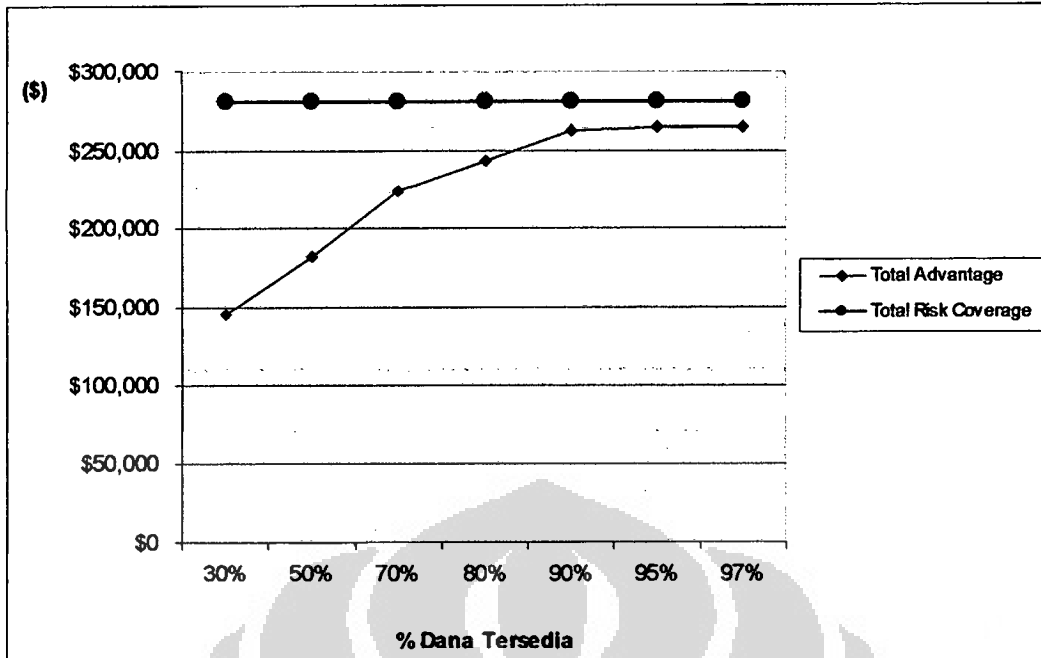
Tabel 3.19 Rekapitulasi Hasil Optimasi

No	Available Budget	Jumlah treatment	Total Advantage	Treatment Cost Optimal, dialokasikan untuk jenis pekerjaan, sbb:
1	30% (\$4,815)	3	\$145,581	X1:11,2%, X2:62,3%, X5
2	50% (\$7,200)	3	\$182,159	X1:44,29%, X2, X3
3	70% (\$10,080)	4	\$223,560	X1, X2, X4:24,8%, X5
4	80% (\$11,520)	4	\$243,240	X1, X2, X4:63,2%, X5
5	90% (\$12,960)	5	\$262,100	X1, X2, X3:4%X4, X5
6	95% (\$13,680)	5	\$264,180	X1, X2, X3:52%X4, X5
7	97% (\$14,000)	5	\$265,033	X1, X2, X3:73%X4, X5

Keterangan:

- X1= Bekerja pada ketinggian (*working at height*)
- X2= Pekerjaan langsung (*live work*)
- X3= Pekerjaan panas: (*hot work*)
- X4= Bekerja pada ruangan terbatas (*confined space*)
- X5= Bekerja dengan bahan berbahaya (*hazardous substance*)

Grafiknya dapat dilihat pada gambar 3.7. Dari grafik ini terlihat terjadi kenaikan yang signifikan pada skenario 2, 3, 4, 5. Pada skenario 6, dan 7 kenaikan total *advantage* tidak terlihat signifikan, namun terjadi kenaikan pada persentasi alokasi dana untuk jenis pekerjaan langsung/*live work* (X2) dari skenario 5 ke 6.



Gambar 3.7 Grafik Total *Risk Coverage* dan Total *Advantage* berdasarkan Asumsi Dana Tersedia

Seandainya jika perusahaan mampu menyediakan biaya *treatment* untuk setiap jenis pekerjaan (tanpa adanya batasan ketersediaan dana), dan mengutamakan pemberian *treatment* pada setiap jenis pekerjaan dengan maksimal, maka semakin besar dana tersedia, akan diperoleh total *advantage* yang semakin besar pula, dan semakin besar pula pengalokasian untuk masing-masing *risk* tersebut. Total *advantage* terbesar akan diperoleh dengan 100% dana tersedia, yaitu sebesar \$14,400 dengan total *advantage* sebanyak \$266,100.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian dan hasil analisis, maka dapat diambil beberapa kesimpulan, sebagai berikut:

1. Faktor-faktor yang tingkat pengaruhnya tinggi (*high*) terhadap masalah kesehatan dan keselamatan kerja adalah apabila terjadi kebakaran atau peledakan pada gas turbin atau generator, ledakan di *site*, kebocoran pipa, kerusakan pada generator dan gas turbin, serta kecelakaan kerja. Hal ini mengakibatkan kerugian yang tinggi karena akibat yang ditimbulkannya akan berpengaruh besar terhadap sumber daya manusia, lingkungan, aset perusahaan, proses produksi dan pada akhirnya akan mempengaruhi reputasi perusahaan di mata dunia internasional. Kecelakaan yang terjadi ini sebagian besar karena kecerobohan atau kelalaian yang dilakukan pekerja di lapangan (*human error*).
2. *Major risk* pada proyek Konversi Bahan Bakar Gas ini merupakan masalah yang kompleks dan berdampak besar terhadap kelangsungan proyek, biaya risiko, aset perusahaan, dan keselamatan kerja karyawan. Oleh karena itu, untuk penanganannya dibutuhkan suatu studi mendalam dan komprehensif.
3. Jenis-jenis risiko yang utama (*major risk*) yang terdapat pada proyek Konversi Bahan Bakar Gas ini dikelompokkan berdasarkan jenis pekerjaannya dan level risikonya adalah:

Tabel 4.1 Pengelompokan Jenis Risiko dan Tingkatan Risiko

No.	Jenis Pekerjaan	Kategori Risiko
1	Bekerja pada ketinggian (<i>working at height</i>)	<i>High</i>
2	Pekerjaan langsung (<i>live work</i>)	<i>High</i>
3	Pekerjaan panas: (<i>hot work</i>)	<i>High</i>
4	Bekerja pada ruangan terbatas (<i>confined space</i>)	<i>High</i>
5	Bekerja dengan bahan berbahaya (<i>hazardous substance</i>)	<i>High</i>
6	Pemeliharaan lokasi pekerjaan (<i>house keeping</i>)	<i>Medium</i>
7	Kebisingan (<i>noise exposure</i>)	<i>Low</i>

4. Dalam penanganan risiko yang terjadi dilakukan proses manajemen risiko, mulai dari identifikasi bahaya, penilaian risiko, tindakan evaluasi, alokasi biaya, tindakan pengurangan risiko, berupa *treatment* terhadap sumber risiko serta peninjauan kembali sehingga akhir yang diperoleh adalah hasil yang optimal.
5. *Treatment* sebagai upaya penanganan risiko pada jenis-jenis pekerjaan di proyek Konversi Bahan Bakar Gas ini dapat dilakukan dengan cara melaksanakan pekerjaan sesuai dengan standar keselamatan dan kesehatan kerja, dan memakai peralatan pengaman personal atau PPE (*Personal Protective Equipment*) sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukan.
6. Jika perusahaan mampu menyediakan biaya untuk *treatment* pada setiap jenis pekerjaan dan tidak ada batasan dana, maka semakin besar dana tersedia, akan semakin besar pula total *advantage* yang akan dihasilkan.
7. Alternatif alokasi biaya optimal untuk mengurangi risiko dalam kesehatan dan keselamatan kerja pada PT. Alstom *Power Energy System* Indonesia berdasarkan hasil simulasi Monte Carlo menggunakan *software* Crystall Ball dan *tools* Optquest adalah pada batasan dana 95% dari total dana yang dibutuhkan, yang menghasilkan total *advantage* sebesar \$264,180, dengan semua *major risk* pada level *high* dapat di-*treat*. Yaitu pada: pekerjaan pada ketinggian, pekerjaan langsung (*live work*), pekerjaan pada ruangan terbatas (*confined space*), pekerjaan pada ruangan terbatas (*confined space*) dan pekerjaan dengan bahan berbahaya (*hazardous substance*), dan pekerjaan panas (*hot work*). Namun pekerjaan panas (*hot work*) hanya mendapat alokasi dana sebesar 52% dari dana yang dibutuhkan untuk penanganan jenis pekerjaan ini.

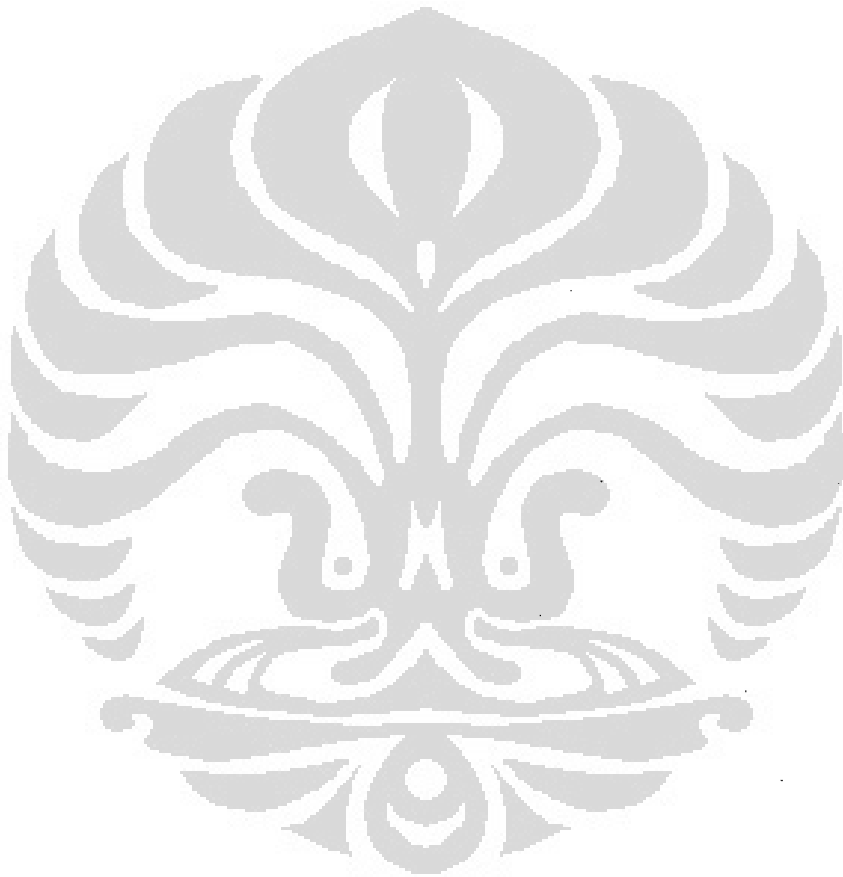
4.2 Saran

Untuk mereduksi dan atau menghilangkan resiko yang tidak terkontrol maka kami merekomendasikan hal-hal yang perlu dilakukan, yaitu seperti terurai dibawah ini:

1. Dari hasil pemodelan atas tujuh unit *major risk* yang didapat dari studi ini, masih sedikit dibandingkan dengan jumlah keseluruhan *major risk* yang ada.

Oleh karena itu, studi yang lebih komprehensif dibutuhkan untuk menyesuaikan dengan kondisi sebenarnya yang sangat kompleks agar lebih mengena dan mencapai sasaran yaitu kondisi *low risk* untuk *major risk* di proyek *Fuel Gas Conversion* Pembangkit Muara Tawar Bekasi.

2. Komitmen *safety culture* harus ditingkatkan agar semua pihak mulai dari *top to down* merasa bertanggung jawab terhadap dirinya, lingkungan dan komitmen berdasarkan kebijaksanaan perusahaan dan regulasi yang ada.



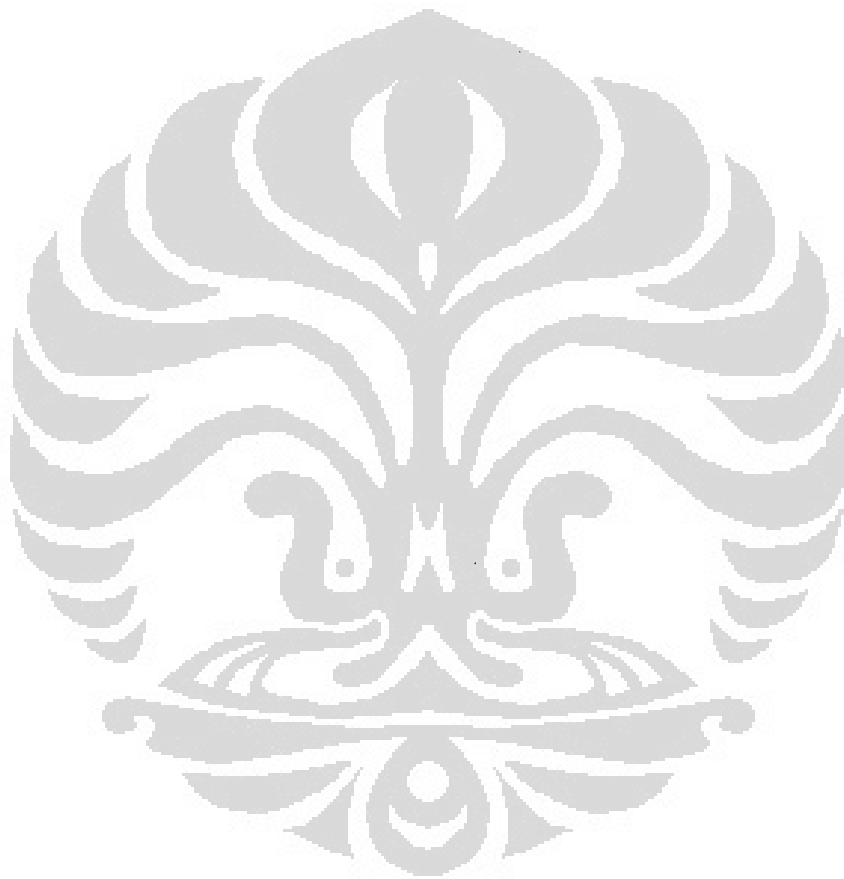
DAFTAR REFERENSI

- Activity and Corporate Responsibility Report 2006/07. www.alstom.com .
- Evans, James R. & David L Olson, 1998. *Introduction to Simulation and Risk Analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458, p.81-106.
- Canada, J.R., 1996. *Capital Investment Analysis for Engineer and Management*. Prentice Hall Inc. New Jersey.
- Chen, J-R, Yang, Y-T. 2004. *A Predictive Risk Index For Safety Performance In Process Industries*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries 17, 233-242
- Cooper, Mark & David Cotton, 2000, *Safety Training - A Special Case?*. Journal of European Industrial Training Volume: 24 Number: 9 p. 481-490, Emerald.
- Crystal Ball 7*, User Manual, p. 2.
- Dagdeviren, M. et al. 2007. *A Fuzzy Analytic Network Process (ANP) Model To Identify.... Safety Sci.* doi:10.1016/j.ssci.2007.02.002
- Dey, Prasanta Kumar, 2001. *Decision Support System For Risk Management: A Case Study*. Management Decision Journal, Volume: 39 Number: 8 p.634-649, Emerald
- Institution of Engineers, 1999, *Project Management: From Conceptual Until Solving Problem*, module 3 p.1-13. Published by Engineering Education Australia.
- Loosemore M, Raftery J, Reily C, Higgon D. 2006. *Risk Management In Projects*. 2 ed. Taylor and Francis.
- March, J.G., & Simon, H.A. 1958. *Cognitive Limits On Rationality In Organizations*. New York. John Wiley & Sons p.137
- Michaylov, Michael, 2002, *On Safety Risks During Underground Coalmine Closure*. Environmental Management and Health Journal, Volume: 13 Number: 3 p.298 –309, Emerald.
- Mobey, Alison & David Parker, 2002, *Risk Evaluation and Its Importance to Project Implementation*, Work Study Journal, Volume: 51 Number: 4 p.202 – 208. Emerald
- Optquest For Crystal Ball 7*

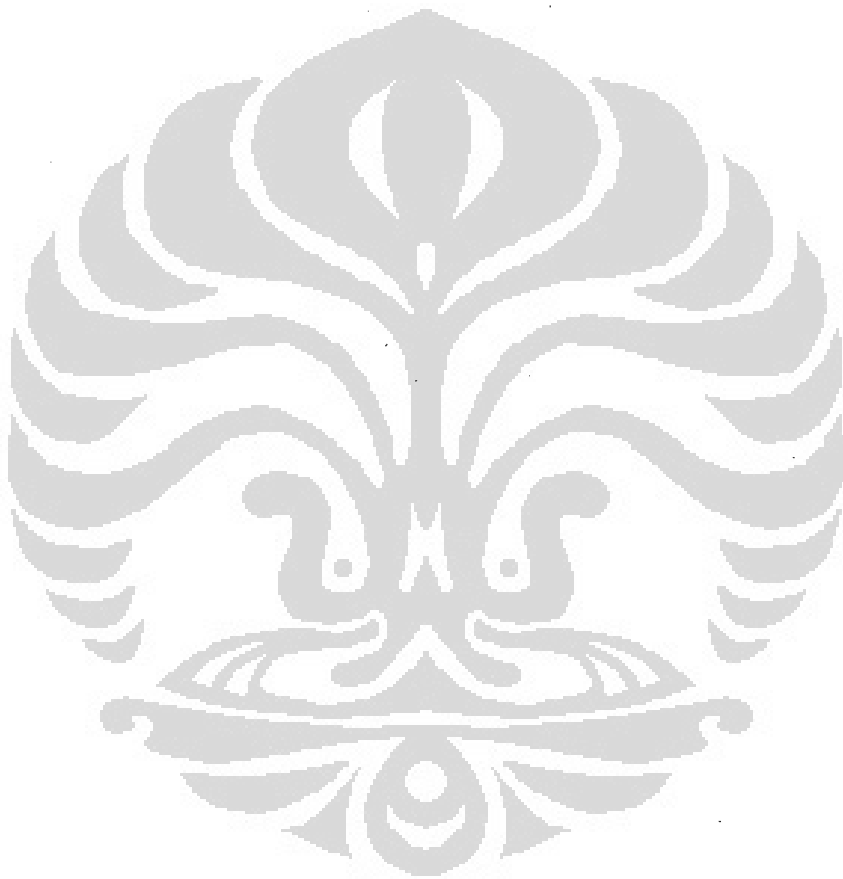
Srinivasan, Bobby, PhD & Carl Louis Sandblom, PhD, 1989. *Quantitative Analysis for Business Decisions*, p. 465. McGraw-Hill Book Co.

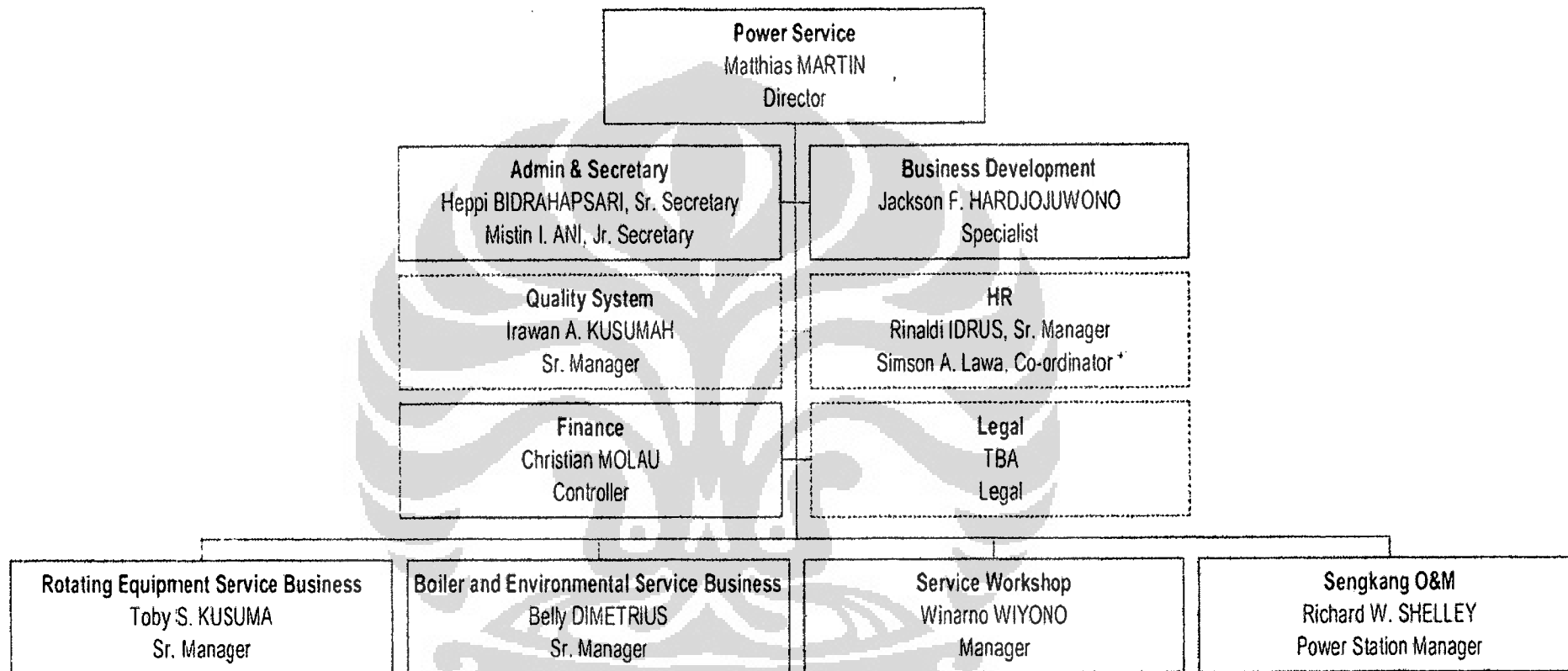
Tchankova, Lubka, 2002. *Risk Identification - Basic Stage In Risk Management*. Environmental Management and Health Journal, Volume: 13 Number: 3 p.290 – 297, Emerald

Van Wyk, R. et al. 2007, *Project Risk Management Practice: The Case of South African Utility Company*. International Journal of Project Management, doi:10.1016/j.ijproman.2007.03.011



Lampiran 1
Struktur Organisasi PT. Alstom Power Energy System Indonesia



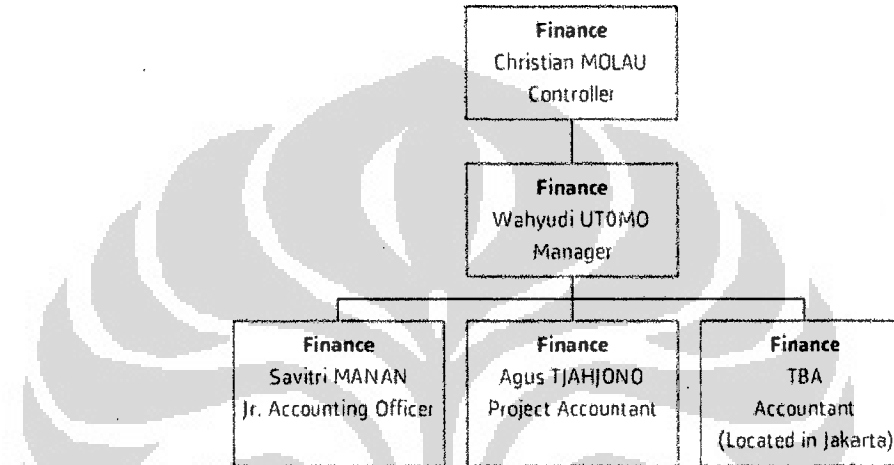


Note:

*

Located in Jakarta
Shared Service

Prepared by: Matthias Martin	Acknowledged by: Rinaldi Idrus	Approved by: Reza Moenaf	Rev : 09 Date : 19 September 2007
-------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------

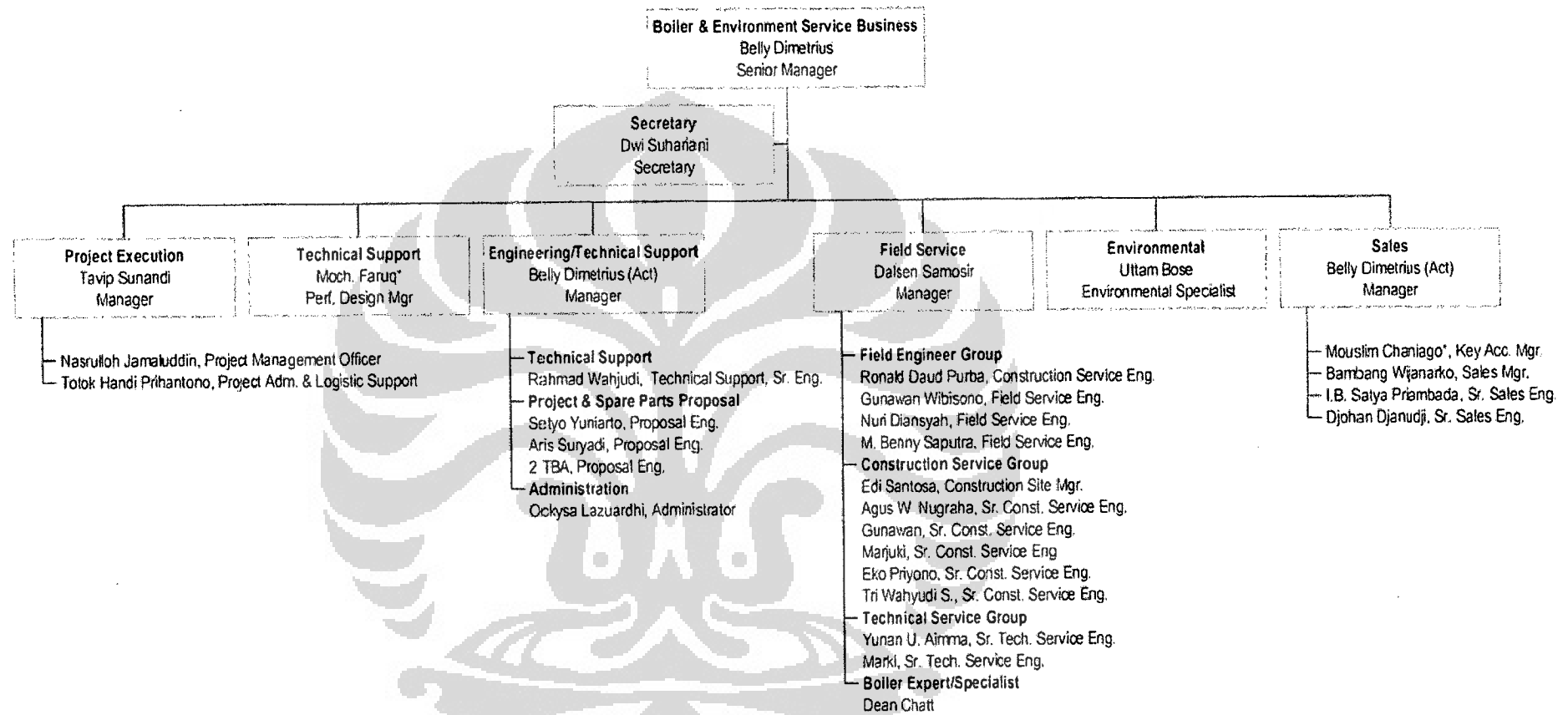


Prepared by: Christian MOLAU	Acknowledged by: Rinaldi IDRUS	Approved by: Mathias MARTIN	Rev : 02 Date : 19 September 2007
-------------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------	--

PT ALSTOM POWER ESI

Boiler and Environmental Service Business (BESB)

Issued: 01/01/07 Rev. 01
Organization Chart Form



Note : * Joint Operations between Power Service & Power Systems
Key account concept for sales, plus:
- Uttam Bose is in charge for Environmental
- B. Wijanarko is in charge for Boiler

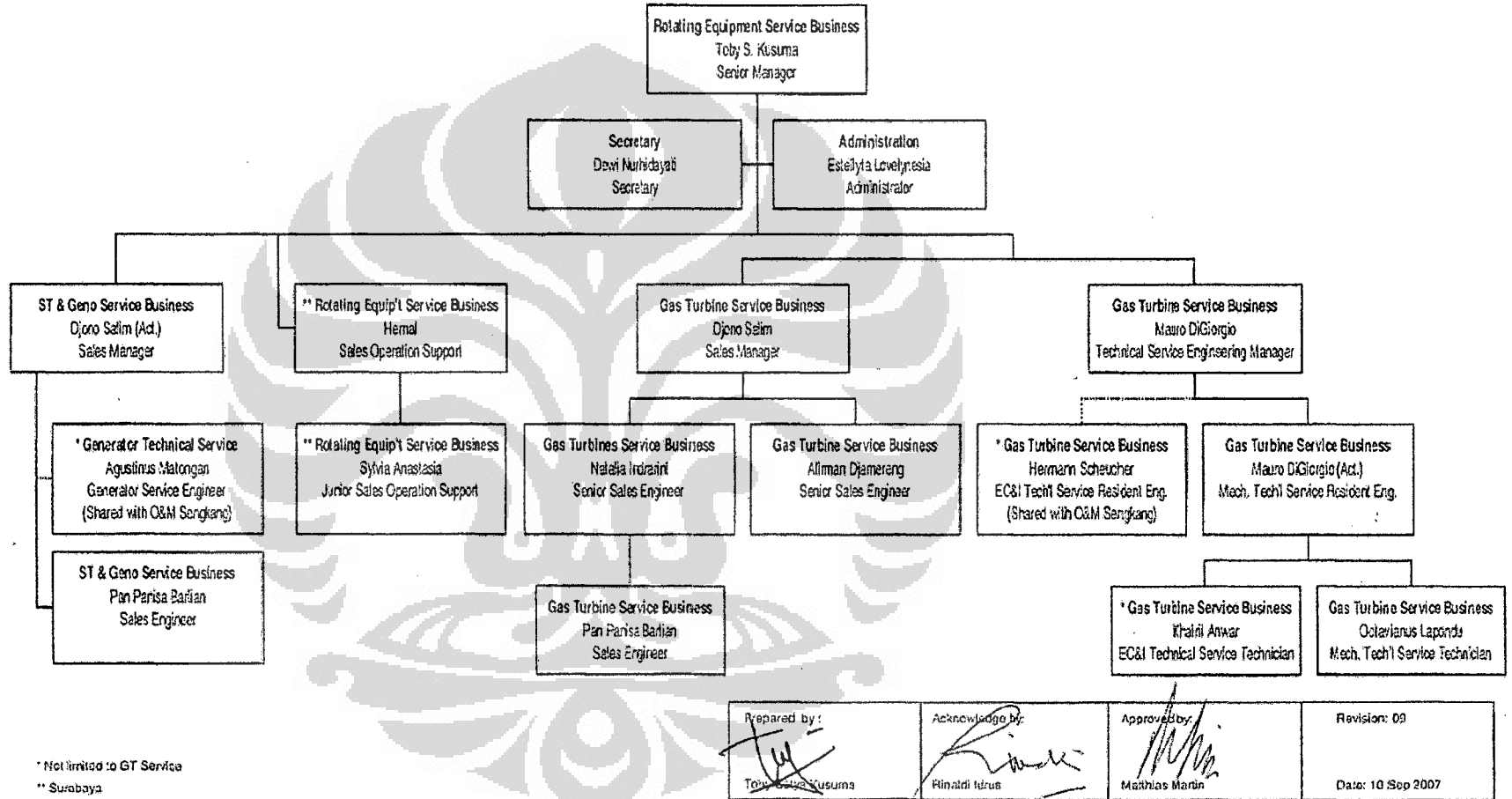
Organization Chart - 01/01/2007 - P 1

Prepared by: <i>Belly Dimetrius</i> Belly Dimetrius	Acknowledged by: <i>Rinaldi Idrus</i> Rinaldi Idrus	Approved by: <i>Matthias Martin</i> Matthias Martin	Revision: 08 Date: 19 Sep 2007
---	---	---	---------------------------------------



Organization Chart PT ALSTOM POWER Energy Systems Indonesia Rotating Equipment Service Business (RESB)

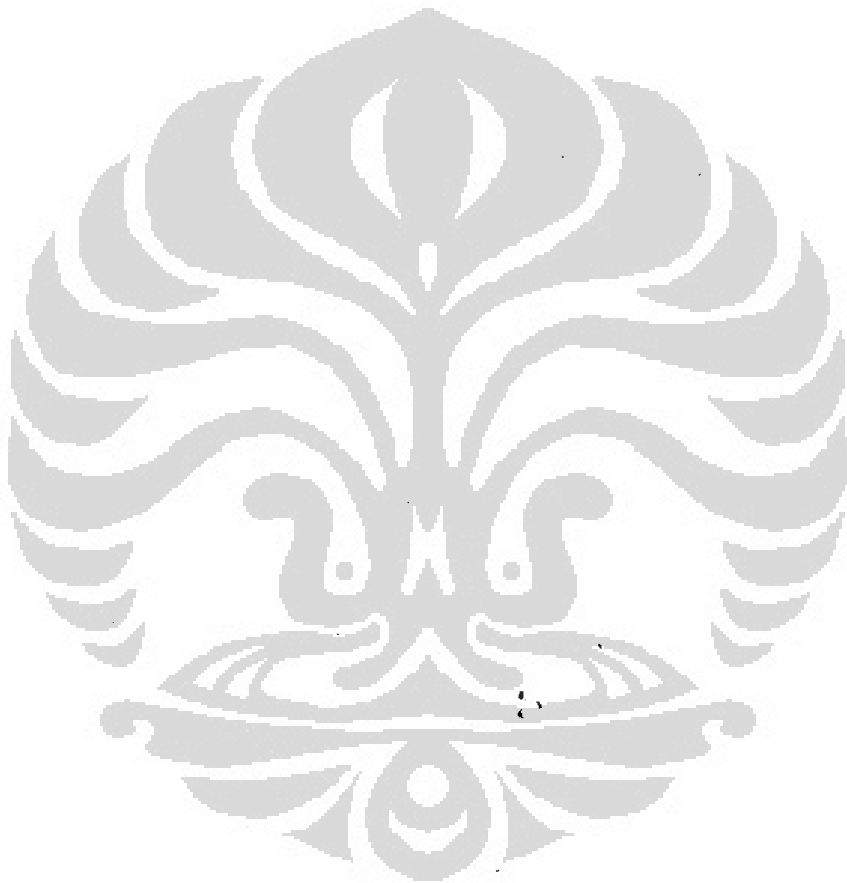
F-551-001
Issued Aug/25/07 Rev. 01
Organization Chart (Form)



Organization Chart - 01/01/2007 - P 1



Lampiran 2
Kuesioner Penelitian



Kuesioner 1 : Identifikasi Variabel Dampak

Menurut pengalaman Anda, tentukan dampak dari faktor-faktor berikut ini terhadap masalah kesehatan dan keselamatan kerja

Dampak	Skor	1	2	3	4	5
	Deskripsi Tingkat Pengaruh Variabel	Kecil	Relatif Kecil	Sedang	Relatif Besar	Besar

Frekuensi	Skor	1	2	3	4	5
	Frekuensi Kejadian	Sangat jarang atau Tidak pernah (kemungkinan terjadi 1-19%)	Jarang (kemungkinan terjadi 20-39%)	Cukup sering (kemungkinan terjadi 40 – 59%)	Sering (kemungkinan terjadi 60-79%)	Sangat Sering (kemungkinan terjadi 80-99%)

No.	Item	Dampak					Frekuensi				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
A. Fisik Properti											
1	Bangunan										
2	Kendaraan										
3	Boiler										
4	.....									
B. Fisik Produksi											
1	Gas Turbin										
2	Pipa										
3	Generator										
4	.....									
C. Faktor SDM											
a. Kurang perhatian terhadap prosedur kerja											
1	Kecelakaan kerja										
2	Menghambat kinerja										
										
b. Kecerobohan kerja											
1	Kecelakaan kerja										
2	Menghambat kinerja										
										
c. Di bawah pengaruh minuman keras, obat-obatan											
1	Kecelakaan kerja										
2	Menghambat kinerja										
3	.....									
d. Tidak digunakannya masker pelindung, topi proyek, dll											
1	Kecelakaan kerja										
2	.....									
e. Kurangnya training untuk profesionalisme pekerja											
1	Kecelakaan kerja										
2	.....									
f. Kurangnya instruksi dan sosialisasi peraturan											
1	Kecelakaan kerja										
2	.....									
g. Melanggar prosedur/instruksi											
1	Kecelakaan kerja										
2	.....									
h. Kontrak Kerja											
1	Ketidakpastian status karyawan										
2	.....									
i. Perubahan Kebijakan Perusahaan											
1	Menurunkan respek terhadap manajemen perusahaan										
2	.....									

Dampak	Skor	1	2	3	4	5
	Deskripsi Tingkat Pengaruh Variabel	Kecil	Relatif Kecil	Sedang	Relatif Besar	Besar

Frekuensi	Skor	1	2	3	4	5
	Frekuensi Kejadian	Sangat jarang atau Tidak pernah (kemungkinan terjadi 1-19%)	Jarang (kemungkinan terjadi 20-39%)	Cukup sering (kemungkinan terjadi 40 – 59%)	Sering (kemungkinan terjadi 60-79%)	Sangat Sering (kemungkinan terjadi 80-99%)

No.	Item	Dampak					Frekuensi				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
D. Faktor Kesehatan Internal											
1	Trauma										
2	Stress										
3	Tingkat higienitas menurun										
4	.....									
E Faktor Resiko Teknik											
a. Resiko Material											
1	Kecelakaan										
2	Menghambat kinerja										
3	.....									
b. Resiko Peralatan dan Perlengkapan											
1	Kecelakaan										
2	Menghambat kinerja										
3	.....									
c. Teknologi yang digunakan											
1	Kecelakaan										
2	Menghambat kinerja										
3	.....									
d. Perubahan Desain											
1	Kecelakaan										
2	Menghambat kinerja										
3	.....									
F. Ekonomi Internal Perusahaan											
Ketidakstabilan Keuangan Perusahaan											
1	Kerugian (loss) perusahaan										
2	.....									
G. Fenomena Alam											
1	Terjadi kerusakan pada tempat kerja										
2	Terjadi kerusakan pada mesin-mesin										
3	Kematian										
4	Peledakan										
5	Kebakaran										
6	.....									
H. Force Majeur											
1	Kerusakan pada tempat kerja										
2	Kematian										
3	Peledakan										
4	Kebakaran										
5	Kinerja perusahaan terhambat										
6	.....									

Dampak	Skor	1	2	3	4	5
	Deskripsi Tingkat Pengaruh Variabel	Kecil	Relatif Kecil	Sedang	Relatif Besar	Besar

Frekuensi	Skor	1	2	3	4	5
	Frekuensi Kejadian	Sangat jarang atau Tidak pernah (kemungkinan terjadi 1-19%)	Jarang (kemungkinan terjadi 20-39%)	Cukup sering (kemungkinan terjadi 40 – 59%)	Sering (kemungkinan terjadi 60-79%)	Sangat Sering (kemungkinan terjadi 80-99%)

No.	Item	Dampak					Frekuensi				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
I. Faktor Ekonomi											
a. Resiko Inflasi											
1	Harga barang-barang secara umum naik										
2	Langkanya barang-barang di pasar										
3	Tingkat kemiskinan meningkat										
4	.....									
b. Resesi Ekonomi											
1	Pertumbuhan ekonomi menurun										
2	Tingkat kemiskinan meningkat										
3	Tingkat pengangguran meningkat										
4	Tingkat kesejahteraan menurun										
5	Daya beli masyarakat menurun										
6	Penjualan (<i>sales</i>) perusahaan menurun										
7	.....									
J. Faktor Politik											
Perubahan Kebijakan Pemerintahan											
1	Menurunkan kepercayaan kepada Pemerintah										
2	.....									
K. Faktor Hukum											
a. Perubahan hukum setempat											
1	Mengganggu stabilitas perusahaan										
2	.....									
b. Perubahan undang-undang Tenaga Kerja											
1	Menimbulkan demonstrasi karyawan										
2	.....									
c. Perijinan											
1	Menghambat kinerja Perusahaan										
2	.....									
L. Faktor Kesehatan Eksternal											
1	Penyakit pasca bencana alam										
2	Wabah penyakit menular										
3	Kualitas pelayanan kesehatan menurun										
4	.....									

Kuesioner Major Risk

Data Pribadi Responden

Nama Responden :

Departemen :

Pekerjaan :

No. Telp/HP :

Alamat Email :

Petunjuk Pengisian:

Dibawah ini adalah daftar risiko utama (*major risk*) pada proyek Fuel-Gas Conversion Muara Tawar Bekasi. Jika terjadi insiden pada jenis pekerjaan berikut, mohon tentukan seberapa besar pengaruhnya terhadap pelaksanaan proyek berdasarkan skor nilai biaya. Kemudian, mohon tentukan skor kemungkinan terjadinya insiden tersebut.

Contoh:

Skenario: Jika kecelakaan pada saat bekerja di ketinggian (*working at height*), dan konsekuensi pada aset adalah sekitar < 1,000 \$, serta kemungkinan terjadi adalah *kadang-kadang*, maka tandai kolom yang sesuai dengan tanda silang (x)

Berdasarkan pengalaman anda, mohon tentukan konsekuensi dari risiko-risiko utama pada keselamatan dan kesehatan kerja di bawah ini.

Dampak/ Konsekuensi terhadap aset, biaya materi/ peralatan atau kerugian produksi (dalam US \$)	Skor	1	2	3	4	5
	Level Dampak/ Konsekuensi	Biaya < 100 atau Kerugian produksi tidak signifikan	100 ≤ Biaya ≤ 1,000 atau Kerugian produksi < 1 hari	1,000 ≤ Biaya ≤ 10,000 atau Kerugian produksi < 1 minggu	10,000 ≤ Biaya ≤ 100,000 atau Kerugian produksi < 1 bulan	Biaya > 100,000 atau kerugian produksi > 1 bulan

Frekuensi/ Kemungkinan Terjadi	Skor	1	2	3	4	5
	Frekuensi/ Kemungkinan terjadi	Sangat jarang atau Tidak pernah (kemungkinan terjadi 1-19%)	Jarang (kemungkinan terjadi 20-39%)	Kadang- Kadang (kemungkina n terjadi 40 – 59%)	Sering (kemungkina n terjadi 60-79%%)	Sangat Sering (kemungkinan terjadi 80-99%)

No.	Jenis Pekerjaan	Dampak terhadap Aset					Frekuensi terjadi					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	Bekerja pada ketinggian (<i>working at height</i>)											
2	Pekerjaan langsung, bekerja dengan listrik atau pipa bertekanan tinggi (<i>live work: working with electricity, pressurize line</i>)											
3	Pekerjaan panas: pengelasan, pemotongan, pembakaran (<i>hot work :welding, cutting, burning</i>)											
4	Bekerja pada ruangan terbatas (<i>confined space</i>)											
5	Bekerja dengan bahan berbahaya (<i>hazardous substance</i>)											
6	Pemeliharaan lokasi pekerjaan (<i>house keeping</i>)											
7	Kebisingan (<i>noise exposure</i>)											

Terima kasih telah mengisi kuesioner ini