



UNIVERSITAS INDONESIA

**MANAJEMEN RISIKO DENGAN METODE *MULTI
ATTRIBUTE FAILURE MODE ANALYSIS* (MAFMA), STUDI
KASUS PADA PERUSAHAAN KONTRAKTOR
TELEKOMUNIKASI**

SKRIPSI

**JIMMY
0806337711**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**MANAJEMEN RISIKO DENGAN METODE *MULTI
ATTRIBUTE FAILURE MODE ANALYSIS* (MAFMA), STUDI
KASUS PADA PERUSAHAAN KONTRAKTOR
TELEKOMUNIKASI**

SKRIPSI


Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik

**JIMMY
0806337711**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Jimmy
NPM : 0806337711
TandaTangan : 
Tanggal : 15 Juni 2012

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh,

Nama : Jimmy
NPM : 080633711
Program Studi : Teknik Industri
Judul Skripsi : Manajemen Risiko dengan Metode *Multi Attribute Failure Mode Analysis* (MAFMA),
Studi Kasus Pada Perusahaan Kontraktor
Telekomunikasi

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

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Arian Dhini, S.T., M.T.

Penguji : Ir. Boy Nurtjahyo Moch MSIE

Penguji : Ir. Isti Surjandari Prajitno, M.T., M.A., Ph.D

Penguji : Maya Arlini Puspasari, S.T., M.T., MBA

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 21 Juni 2012

KATA PENGANTAR

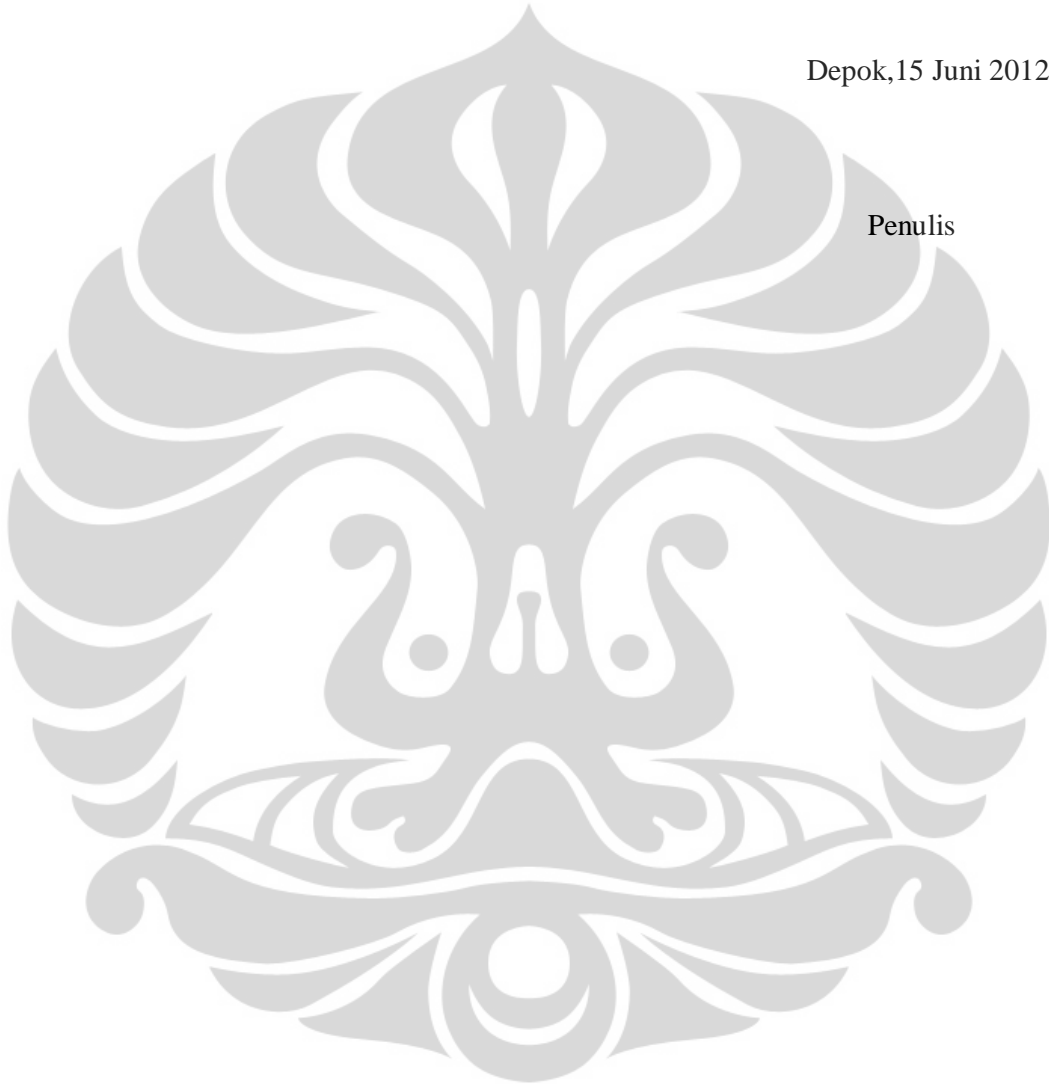
Puji syukur saya panjatkan kepada Sang Triratna, atas perlindungan-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Industri pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak, pastilah akan sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada:

1. Arian Dhini, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. Seluruh dosen pengajar di Departemen Teknik Industri yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang sangat bermanfaat bagi masa depan penulis.
3. Bapak Waskito, Bapak Nastain, dan Bapak Berry yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk melakukan penelitian di perusahaan.
4. Bapak Junaidi, Bapak Rahman, dan seluruh anggota PT MSA yang telah menyediakan waktu dan tenaga dalam membantu penulis memperoleh data-data yang dibutuhkan.
5. Papa, Mama, dan kakak yang telah memberikan kasih sayang, dukungan, dan perhatian yang sangat begitu sabar dan berarti bagi penulis.
6. Melya Leonita, selaku sahabat terbaik yang selalu memberikan perhatian, dukungan, dan semangat dalam penyusunan skripsi.
7. Eka Purwani, Muhammad Arif Fadhilah, Cristina, teman yang selalu membantu dan memberikan dukungan bagi penulis.
8. Teman-teman Teknik Industri angkatan 08 yang selalu bersama menghadapi suka dan duka selama 4 tahun terakhir.
9. Teman-teman KMBUI terutama Jonathan Yohanes dan Viriya Paramita yang selalu mendukung dan memberikan bantuan kepada penulis.
10. Para sahabat, teman dekat dan pihak-pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam karya tulis ini. Oleh karena itu, segala saran dan kritik yang membangun dari para pembaca sangat penulis harapkan demi kesempurnaan karya ini. Akhir kata, semoga semua pihak yang terlibat mendapatkan balasan jasa dari Allah S.W.T. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 15 Juni 2012

Penulis



LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Jimmy
NPM : 0806337711
Program Studi : S1 Reguler
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

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

Manajemen Risiko dengan Metode *Multi Attribute Failure Mode Analysis* (MAFMA), Studi Kasus pada Perusahaan Kontraktor Telekomunikasi

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 15 Juni 2012
Yang menyatakan



(Jimmy)

ABSTRAK

Nama : Jimmy
Program Studi : Teknik Industri
Judul : Manajemen Risiko dengan Metode *Multi Attribute Failure Mode Analysis* (MAFMA), Studi Kasus pada Perusahaan Kontraktor Telekomunikasi

Dalam pekerjaan perbaikan kabel optik, terdapat sejumlah risiko bahaya pekerjaan yang dapat mengakibatkan kegagalan pada proses pekerjaan. Dalam mencari prioritas penanganan masalah, penyebab bahaya dilihat dari empat kriteria : efek bahaya, peluang terjadinya, kontrol awal, dan perkiraan biaya. Penelitian ini menggunakan metode MAFMA yang menambahkan aspek ekonomi ke dalam kriteria tersebut. Di samping itu, metode ini memperhitungkan bobot kriteria yang dipakai dengan AHP dalam mencari penyebab bahaya yang mesti diprioritaskan penanganannya bagi perusahaan. Dari penelitian ini, didapatkan bahwa penyebab bahaya kontak dengan listrik menduduki peringkat pertama.

Kata Kunci:

Manajemen Risiko, Bahaya Kerja, *Analytic Hierarchy Process* (AHP), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Multi Attribute Failure Mode Analysis* (MAFMA)

ABSTRACT

Name : Jimmy
Study Program : Industrial Engineering
Title : Risk Management using Multi Attribute Failure Mode Analysis (MAFMA), Case Study in Telecommunication Company

In fibre optic cable maintenance, there are a number of job hazards that could lead to a failure. In solving the problem, the critical cause of hazards is identified by using four criteria : severity, occurrence, detectability, and expected cost. This study uses MAFMA method which considers economical aspect for the criteria. Meanwhile, this method assign different weight for the criteria according the company by using AHP so that the final ranking for each failure can be obtained and analyzed. From this study, cause of hazard for contact with an electricity is ranked first.

Keywords:

Risk Management, Job Hazards, *Analytic Hierarchy Process* (AHP), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Multi Attribute Failure Mode Analysis* (MAFMA)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
1. Pendahuluan.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Diagram Keterkaitan Masalah	5
1.3. Rumusan Permasalahan.....	5
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Batasan Penelitian	5
1.6. Metodologi Penelitian	7
1.7. Sistematika Penulisan.....	8
2. LANDASAN TEORI.....	11
2.1. Risiko	11
2.1.1. Definisi Risiko.....	11
2.1.2. Risiko dan Ketidakpastian	11
2.1.3. Komponen Risiko	12
2.1.4. Klasifikasi Risiko	12
2.1.5. Sumber Risiko	14
2.2. Manajemen Risiko	15
2.2.1. Definisi Manajemen Risiko	15
2.2.2. Tahapan Manajemen Risiko.....	16
2.3. Skala Pengukuran.....	21
2.3.1. Skala Pengukuran	21
2.3.2. Skala Likert	22
2.4. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)	25
2.4.1. Sejarah FMEA.....	25
2.4.2. Jenis-jenis FMEA	25
2.4.3. Prosedur FMEA.....	26
2.4.4. Tools FMEA.....	27
2.4.5. <i>Severity</i>	27
2.4.6. <i>Occurence</i>	28
2.4.7. <i>Detectability</i>	28
2.5. Analytical Hierarchy Process (AHP)	30

2.5.1.	Tujuh Pilar AHP	30
2.5.2.	Langkah-langkah AHP	33
2.5.3.	Keunggulan AHP	37
2.5.4.	Kelemahan AHP	39
2.6.	Multi Attribute Failure Mode Analysis (MAFMA).....	39
2.6.1.	Pengertian MAFMA	39
2.6.2.	Metode MAFMA.....	40
3.	METODE PENELITIAN.....	42
3.1.	Profil Perusahaan	42
3.1.1.	Visi dan Misi Perusahaan.....	42
3.1.2.	Struktur Organisasi Perusahaan.....	43
3.1.3.	Divisi Recovery PT MSA	44
3.1.4.	Struktur Divisi Recovery	45
3.1.5.	Pekerjaan Recovery Kabel FO	46
3.2.	Pengumpulan Data	49
3.2.1.	Identifikasi Awal Bahaya Pekerjaan dan Penyebab Bahaya Pekerjaan.....	49
3.2.2.	Kuesioner I : Identifikasi Bahaya Pekerjaan dan Penyebabnya.....	49
3.2.3.	FMEA	59
3.2.4.	Kuesioner II : Uji Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria	63
3.2.5.	Kuesioner III : Uji Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Perkiraan Biaya	64
3.3.	Pengolahan Data	69
3.3.1.	Pengolahan FMEA	70
3.3.2.	Pengolahan AHP	71
3.3.3.	Pengolahan Kuesioner II-Uji Perbandingan Berpasangan antar Kriteria	72
3.3.4.	Pengolahan Kuesioner III- Uji Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Perkiraan Biaya.....	73
3.3.5.	Pengolahan MAFMA.....	77
4.	PEMBAHASAN	82
4.1.	Analisis Hasil FMEA	82
4.1.1.	Total RPN untuk Ketiga Jenis Pekerjaan.....	82
4.1.2.	Peringkat Penyebab Kecelakaan Berdasarkan FMEA.....	84
4.1.3.	Analisa Kuantitas Kegagalan pada Tahapan Pekerjaan Berdasarkan FMEA	89
4.2.	Analisis Hasil AHP	92
4.2.1.	Analisis Kuesioner II-Bobot Kriteria.....	92
4.2.2.	Analisis Kuesioner III-Perkiraan Biaya	93
4.3.	Analisis Hasil MAFMA	101
4.3.1.	Peringkat Penyebab Bahaya dengan MAFMA	101
4.3.2.	Analisa Kuantitas Kegagalan pada Tahapan Pekerjaan Berdasarkan MAFMA	108
4.4.	Penanganan dan Pengontrolan Risiko	109
4.4.1.	Matriks Resiko untuk FMEA.....	109
4.4.2.	Potensi Bahaya yang Membutuhkan Kontrol Lanjut	109
4.4.3.	Strategi Penanganan Risiko	112

4.4.4. Pengontrolan Risiko	116
5. KESIMPULAN.....	117
5.1. Kesimpulan.....	117
5.2. Saran.....	117
DAFTAR REFERENSI	119



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jumlah Kasus Kecelakaan Kerja Dari Tahun 2006-2011.....	1
Tabel 2.1 Contoh Hasil Data Likert.....	25
Tabel 2.2 Tabel <i>Severity</i>	28
Tabel 2.3 Tabel <i>Occurence</i>	29
Tabel 2.4 Tabel <i>Detectability</i>	29
Tabel 2.5 Skala Perbandingan Berpasangan	32
Tabel 2.6 Matriks Elemen Operasi	35
Tabel 2.7 Nilai Indeks Acak (RI)	37
Tabel 3.1 Skala Likert yang Dipakai	49
Tabel 3.2 Hasil Kuesioner I untuk <i>Figure 8</i>	51
Tabel 3.3 Hasil Kuesioner I untuk <i>ADSS</i>	53
Tabel 3.4 Hasil Kuesioner I untuk <i>Underground</i>	57
Tabel 3.5 Tim FMEA.....	59
Tabel 3.6 Hasil Kuesioner II untuk Responden I.....	63
Tabel 3.7 Hasil Kuesioner II untuk Responden II.....	64
Tabel 3.8 Total Hasil Perkalian RPN	70
Tabel 3.9 Hasil Geometric Mean.....	73
Tabel 3.10 Prioritas Perkiraan biaya untuk Penyebab Kegagalan di <i>Figure 8</i>	74
Tabel 3.11 Prioritas Perkiraan biaya untuk Penyebab Kegagalan di <i>ADSS</i>	75
Tabel 3.12 Prioritas Perkiraan biaya untuk Penyebab Kegagalan di <i>Underground</i>	76
Tabel 3.13 Level Risiko untuk Penyebab Kegagalan di <i>Figure 8</i>	77
Tabel 3.14 Level Risiko untuk Penyebab Kegagalan di <i>ADSS</i>	79
Tabel 3.15 Level Risiko untuk Penyebab Kegagalan di <i>Underground</i>	80
Tabel 4.1 Hubungan Potensi Bahaya di Ketiga Pekerjaan.....	83
Tabel 4.2 Jumlah Penyebab Bahaya pada Tiap Pekerjaan Berdasarkan Kelompok Cedera	83
Tabel 4.3 Nilai RPN pada Tiap Pekerjaan Berdasarkan Kelompok Cedera.....	84
Tabel 4.4 Persentase Risiko Cedera berdasarkan Nilai RPN	84
Tabel 4.5 Peringkat Penyebab Bahaya <i>Figure 8</i> Berdasarkan FMEA	85
Tabel 4.6 Peringkat Penyebab Bahaya <i>ADSS</i> Berdasarkan FMEA.....	87
Tabel 4.7 Peringkat Penyebab Bahaya <i>Underground</i> Berdasarkan FMEA.....	88
Tabel 4.8 Persentase Risiko Berdasarkan FMEA pada Tahapan Pekerjaan.....	89
Tabel 4.9 Jumlah Penyebab Bahaya pada Tahapan Proses Pekerjaan di <i>Figure 8</i>	90
Tabel 4.10 Jumlah Penyebab Bahaya pada Tahapan Proses Pekerjaan di <i>ADSS</i>	91
Tabel 4.11 Jumlah Penyebab Bahaya pada Tahapan Proses Pekerjaan di <i>Underground</i>	91

Tabel 4.12 Bobot Kriteria Menurut Masing-masing Responden	93
Tabel 4.13 Peringkat Penyebab Bahaya untuk Kriteria Biaya pada <i>Figure 8</i>	94
Tabel 4.14 Perkiraan Biaya Penyebab Bahaya <i>Figure 8</i> jika Dikelompokkan Berdasarkan Cedera Luka	95
Tabel 4.15 Peringkat Penyebab Bahaya untuk Kriteria Perkiraan Biaya pada <i>ADSS</i>	96
Tabel 4.16 Perkiraan Biaya Penyebab Bahaya <i>ADSS</i> jika Dikelompokkan Berdasarkan Cedera Luka	97
Tabel 4.17 Peringkat Penyebab Bahaya untuk Kriteria Perkiraan Biaya pada <i>Underground</i>	99
Tabel 4.18 Perkiraan Biaya Penyebab Bahaya <i>Underground</i> jika Dikelompokkan Berdasarkan Cedera Luka.....	100
Tabel 4.19 Peringkat MAFMA <i>Figure 8</i>	102
Tabel 4.20 Persentase Risiko Penyebab Bahaya di <i>Figure 8</i> dengan MAFMA dan FMEA.....	102
Tabel 4.21 Peringkat MAFMA <i>ADSS</i>	104
Tabel 4.22 Persentase Risiko Penyebab Bahaya di <i>ADSS</i> dengan MAFMA dan FMEA	104
Tabel 4.23 Peringkat MAFMA <i>Underground</i>	106
Tabel 4.24 Persentase Risiko Penyebab Bahaya di <i>Underground</i> dengan MAFMA dan FMEA.....	107
Tabel 4.25 Perbandingan Persentase Risiko Cedera Berdasarkan <i>Risk level</i> dan RPN	108
Tabel 4.26 <i>Risk Ranking Tables</i>	109
Tabel 4.27 Penyebab Bahaya yang Membutuhkan Kontrol Lanjut di <i>Figure 8</i>	110
Tabel 4.28 Penyebab Bahaya yang Membutuhkan Kontrol Lanjut di <i>ADSS</i>	110
Tabel 4.29 Penyebab Bahaya yang Membutuhkan Kontrol Lanjut di <i>Underground</i>	111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Tren Jumlah Tenaga Kerja dan Perusahaan Peserta Jaminan Kecelakaan Kerja tahun 2006-2010.....	3
Gambar 1.2 Diagram Keterkaitan Masalah.....	6
Gambar 1.3 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	9
Gambar 2.1 Struktur Hierarki AHP.....	34
Gambar 2.2 Model MAFMA.....	40
Gambar 3.1 Struktur Organisasi PT MSA.....	43
Gambar 3.2 Struktur Divisi Recovery PT MSA.....	45
Gambar 3.3 Recovery kabel FO <i>Figure 8</i>	46
Gambar 3.4 Joint Box di Tower Sutet.....	47
Gambar 3.5 Recovery kabel FO ADSS.....	47
Gambar 3.6 Recovery Kabel FO <i>Underground</i>	48
Gambar 3.7 CFME <i>Figure 8</i>	60
Gambar 3.8 CFME ADSS.....	61
Gambar 3.9 CFME <i>Underground</i>	62
Gambar 3.10 Struktur Hierarki Perkiraan Biaya <i>Figure 8</i>	66
Gambar 3.11 Struktur Hierarki Perkiraan Biaya ADSS.....	68
Gambar 3.12 Struktur Hierarki Perkiraan Biaya <i>Underground</i>	70
Gambar 3.13 Menu utama pada Expert Choice 11.....	71
Gambar 3.14 Bobot Kriteria Responden I.....	72
Gambar 3.15 Bobot Kriteria Responden II.....	72
Gambar 3.16 Bobot Kriteria Hasil Rataan Geometric.....	73

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 :	Kuesioner I
Lampiran 2 :	FMEA <i>Figure 8</i>
Lampiran 3 :	FMEA ADSS
Lampiran 4:	FMEA <i>Underground</i>
Lampiran 5:	Uji Perbandingan Berpasangan antar Kriteria
Lampiran 6:	Data Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Perkiraan Biaya <i>Figure 8</i>
Lampiran 7:	Data Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Perkiraan Biaya ADSS
Lampiran 8:	Data Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Perkiraan Biaya <i>Underground</i>

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada umumnya, di semua tempat kerja pasti mengandung sumber bahaya yang dapat mengancam keselamatan ataupun kesehatan kerja. Menurut Suma'mur (1989), kecelakaan dapat diartikan sebagai suatu peristiwa yang tidak diinginkan dan tidak diduga yang kejadiannya dapat menyebabkan timbulnya bencana atau kerugian. Data yang didapat dari Jamsostek, angka kecelakaan kerja dari tahun ke tahun semakin meningkat dalam kurun 6 tahun terakhir.

Tabel 1.1 Jumlah Kasus Kecelakaan Kerja Dari Tahun 2006-2011

Tahun	Jumlah kasus kecelakaan kerja di Indonesia
2006	95.624
2007	83.714
2008	93.823
2009	96.314
2010	98.711
2011	99.491

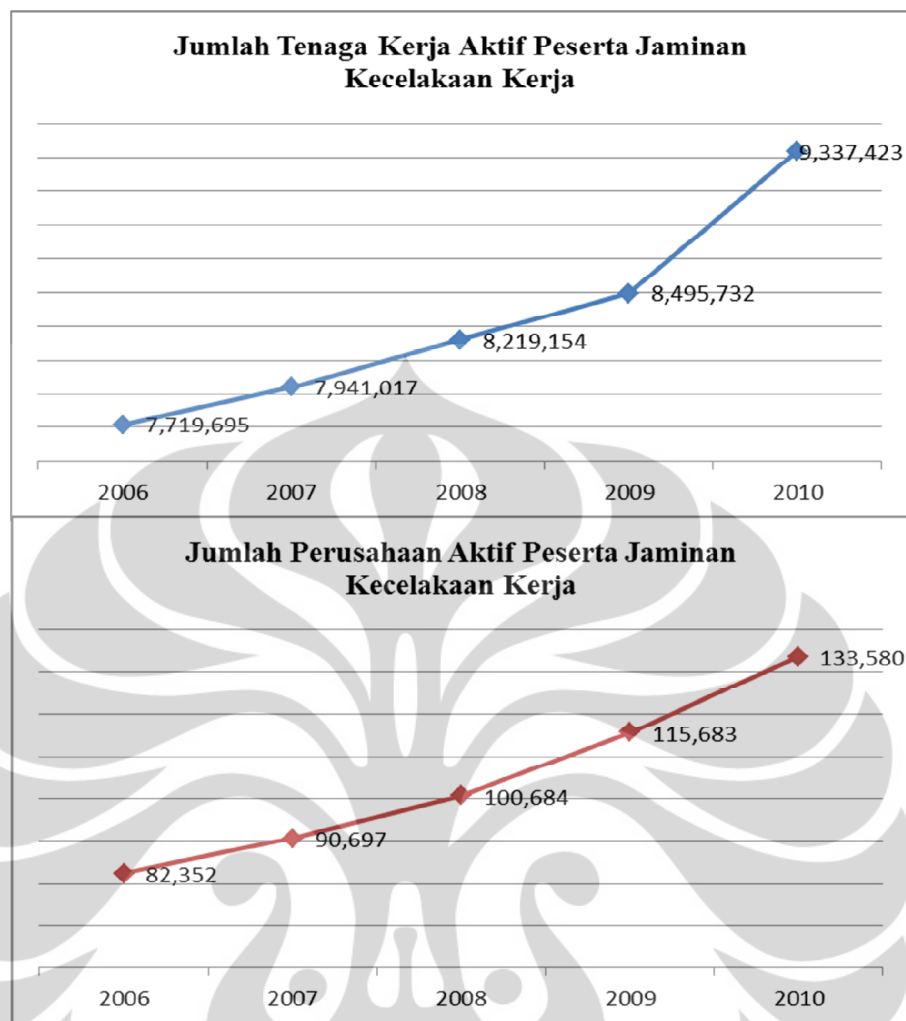
Sumber: Jamsostek, 2012

Dalam menurunkan kasus kecelakaan yang terjadi, pemerintah mengeluarkan UU. No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan pasal 86 yang isinya :”pekerja / buruh mempunyai hak untuk memperoleh perlindungan atas keselamatan dan kesehatan kerja” serta pasal 87 yang isinya :”setiap perusahaan wajib menerapkan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja yang terintegrasi dengan sistem manajemen perusahaan”. Apalagi setelah Peraturan Menteri Tenaga Kerja No : 05/PERMEN/1996 Bab III pasal 3 yang isinya :“setiap perusahaan yang memperkerjakan minimal 100 orang tenaga kerja atau perusahaan yang memiliki tingkat potensi kecelakaan kerja yang lebih tinggi akibat karakteristik proses wajib melaksanakan SMK3” telah berubah menjadi peraturan pemerintah No. 50/2012 tentang SMK3 yang ditandatangani presiden Susilo Bambang Yudhiyono pada tanggal 12 April 2012 mengharuskan seluruh perusahaan wajib melaksanakan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja.

Peraturan-peraturan ini secara tidak langsung memaksa setiap perusahaan yang mempunyai risiko kecelakaan yang tinggi wajib menerapkan peraturan tersebut dan melindungi pekerjaannya dari segala kecelakaan kerja yang dapat terjadi. Oleh sebab itu, kesehatan dan keselamatan tenaga kerja merupakan tanggung jawab pengusaha sehingga pengusaha memiliki kewajiban untuk membayar iuran jaminan kecelakaan kerja. (berdasarkan peraturan pemerintah RI No 84 tahun 2010 tentang Penyelenggaraan Program Jaminan Sosial Tenaga Kerja). Definisi kecelakaan kerja dari Jamsostek adalah semua penyakit akibat kerja yang merupakan risiko yang harus dihadapi oleh tenaga kerja dalam melakukan pekerjaannya. Jaminan kerja diperlukan untuk menanggulangi hilangnya sebagian atau seluruh penghasilan yang diakibatkan oleh adanya risiko-risiko sosial seperti kematian atau cacat karena kecelakaan kerja baik fisik maupun mental. Iuran jaminan kerja berkisar antara 0.24% -1.74% sesuai kelompok jenis usaha. Tren jumlah tenaga kerja dan perusahaan peserta Jaminan Kecelakaan Kerja selama tahun 2006-2010 dapat dilihat pada gambar 1.1. Dari grafik tersebut terlihat bahwa jumlah peserta tenaga kerja dan perusahaan aktif yang menjadi peserta Jaminan Kecelakaan Kerja meningkat dari tahun ke tahun.

Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) adalah bagian dari sistem manajemen secara keseluruhan yang meliputi struktur organisasi perencanaan, tanggung jawab, pelaksanaan, prosedur proses dan sumber daya yang dibutuhkan bagi pengembangan pencapaian, pengkajian dan pemeliharaan kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja dalam rangka pengendalian risiko yang berkaitan dengan kegiatan kerja guna terciptanya tempat kerja yang aman (Permenaker No : PER. 05/MEN/1996). Tujuannya pemerintah menerapkan aturan K3 salah satunya adalah mencegah dan mengurangi kecelakaan (Undang-Undang no.1 tahun 1970 pasal 3 ayat 1). Sedangkan manfaat penerapan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja bagi perusahaan menurut Schuler dan Jackson (1999) adalah :

1. Meningkatkan produktivitas karena menurunnya jumlah hari kerja yang hilang.



Gambar 1.1 Tren Jumlah Tenaga Kerja dan Perusahaan Peserta Jaminan Kecelakaan Kerja tahun 2006-2010

Sumber : Laporan Tahunan PT. Jamsostek, 2010, telah diolah kembali

2. Meningkatnya efisiensi dan kualitas pekerja yang lebih komitmen.
3. Meningkatnya efisiensi dan kualitas pekerja yang lebih komitmen.
4. Tingkat kompensasi pekerja dan pembayaran langsung yang lebih rendah karena menurunnya pengajuan klaim.
5. Fleksibilitas dan adaptabilitas yang lebih besar sebagai akibat dari partisipasi dan ras kepemilikan.
6. Rasio seleksi tenaga kerja yang lebih baik karena meningkatkan citra perusahaan.
7. Perusahaan dapat meningkatkan keuntungannya secara substansial.

Universitas Indonesia

Penerapan SMK3 bagi suatu perusahaan tidak hanya karena diatur dan dipaksa melalui peraturan atau undang-undang yang berlaku, tetapi juga telah menjadi syarat mutlak bagi perusahaan kontraktor dalam menjalankan usahanya. PT Mitra Sinergi Adhitama merupakan perusahaan kontraktor yang bergerak di bidang telekomunikasi (produk dan jasa) dengan pusat kantornya bertempat di Jalan Ciputat Raya No 14F, Pondok Pinang, Jakarta. Perusahaan ini sering mengikuti tender proyek pekerjaan seperti pemasangan kabel *fiber optic*, maintenance jaringan internet, instalasi kabel, instalasi *audio system*, dan lain-lainnya. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan direktur PT Mitra Sinergi Adhitama (MSA) pada tanggal 1 April 2012, banyak pekerjaan proyek yang sekarang mensyaratkan kepada pengikut tender untuk memiliki kualifikasi terlebih dahulu berupa sertifikasi K3. Sertifikasi K3 ada bermacam-macam bisa mengikuti panduan OHSAS 18001, SMK3 versi Kemennakertrans, SMK3 versi PU, dan lainnya. Perusahaan yang tidak memiliki sertifikasi tentunya tidak bisa bersaing dengan perusahaan kontraktor lainnya dalam sebuah tender dan hal ini tentu saja berlaku tidak hanya bagi perusahaan PT MSA tetapi juga untuk semua perusahaan lainnya.

Dalam merancang sistem manajemen K3, pengetahuan manajemen risiko menjadi sangat penting karena menurut Stonerburner (2002) manajemen risiko dapat mengidentifikasi risiko, menilai risiko, dan mengurangi risiko sampai ke batas wajar (sampai pada level *risk appetite* atau tingkat yang dapat diterima perusahaan). Pada buku *The Basics of FMEA* karangan McderMott (1996), salah satu metode yang sering dipakai untuk mengidentifikasi komponen penyebab risiko dan mencegah permasalahan sebelum itu terjadi yaitu menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Pada penelitian ini, peneliti akan memakai metode FMEA diintegrasikan dengan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) untuk memperbaiki kelemahan pada FMEA. Metode ini disebut juga dengan *Multi-attribute Failure Mode Analysis* (MAFMA).

Metode MAFMA memperhitungkan faktor ekonomi atau biaya ke dalam FMEA. Selain itu, ditetapkan bobot untuk tiap-tiap kriteria yang dipakai yaitu *Occurrence* (O), *Severity* (S), *Detection* (D), dan *Expected cost* sehingga perhitungan Risk Priority Number (RPN) menjadi akurat. Faktor –faktor dan

alternatif penyebab kegagalan disusun dalam struktur hierarkri dan dievaluasi dengan menggunakan *pairwise comparison* (uji perbandingan berpasangan). Metode ini digunakan oleh Braglia (2000) dalam menentukan penyebab kegagalan pada studi kasus pembuatan kulkas. Peneliti akan memakai metode serupa untuk bidang keselamatan kerja dengan studi kasus perbaikan *fibre optic* di *Figure 8*, *ADSS (Air Dielectric Self Supporting)*, dan *Underground*.

1.2. Diagram Keterkaitan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, dapat dibuat suatu diagram keterkaitan masalah seperti yang terlihat pada Gambar 1.2. Diagram keterkaitan masalah ini akan memberikan gambaran secara keseluruhan mengenai hubungan dan interaksi antara sub-sub masalah yang melandasi penelitian ini secara utuh dan detail mulai dari penyebab masalah hingga tujuan yang ingin dicapai.

1.3. Rumusan Permasalahan

Berdasarkan diagram keterkaitan permasalahan, maka pokok pembahasan yang akan dibahas adalah belum adanya manajemen risiko di PT Mitra Sinergi Adhitama (MSA) dalam rangka menerapkan sistem manajemen K3.

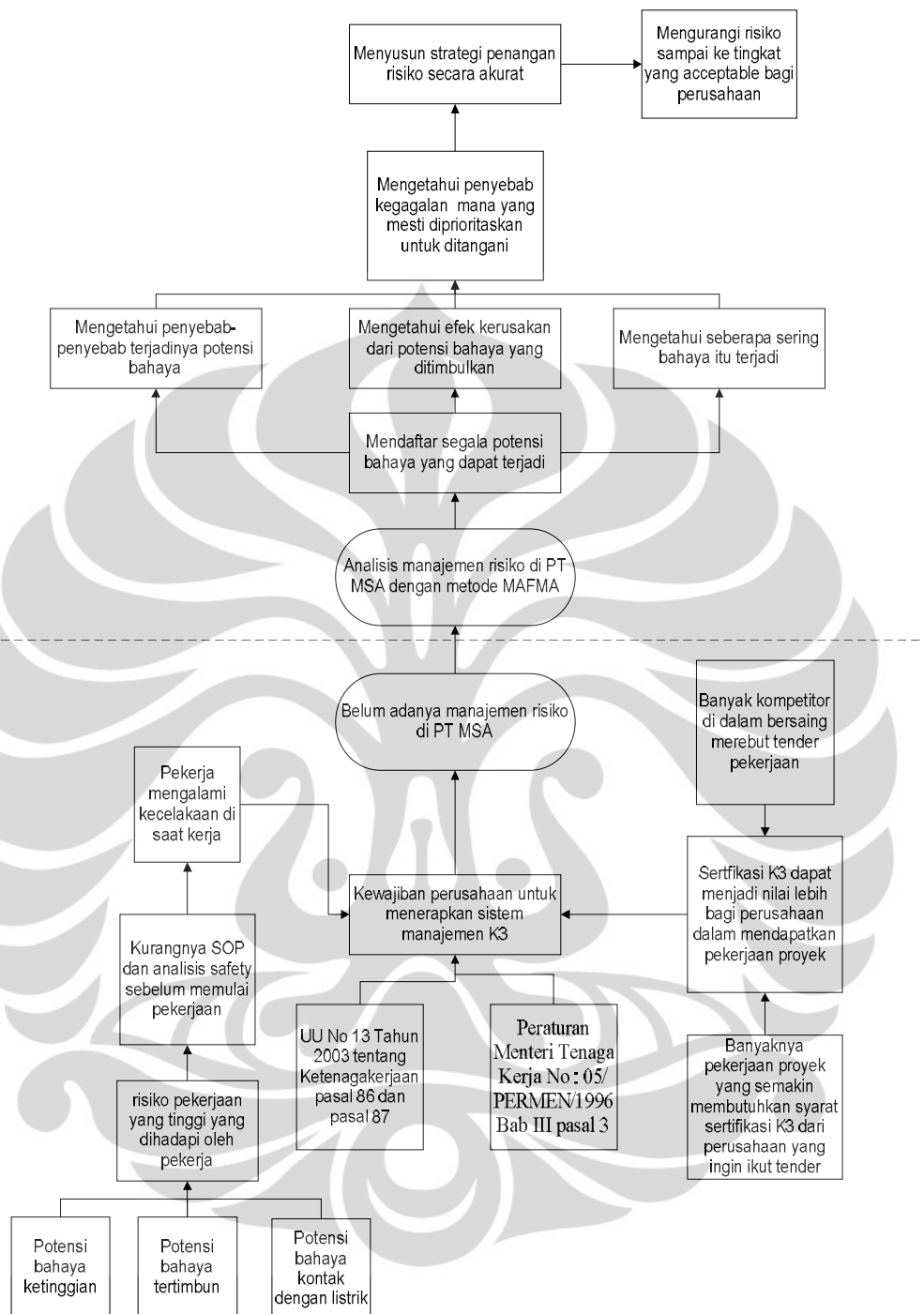
1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui penyebab kegagalan yang paling berdampak untuk diprioritaskan menurut bobot kriteria yang ditentukan oleh manajemen perusahaan

1.5. Batasan Penelitian

Penelitian ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut:

- PT MSA mempunyai 2 divisi yaitu divisi Aktivasi (bagian Instalasi/Pemasangan) dan Divisi Recovery (bagian Maintenance/Perbaikan). Risiko yang akan diteliti adalah risiko pada pekerjaan di divisi bagian Recovery saja yaitu:
 1. Pekerjaan *Recovery FO Figure 8*.
 2. Pekerjaan *Recovery FO ADSS*.
 3. Pekerjaan *Recovery FO Underground*.



Gambar 1.2 Diagram Keterkaitan Masalah

- Responden untuk penelitian ini tergantung dari kuesioner yang disebar. Berikut di bawah ini dijelaskan secara rinci responden yang dituju:

Universitas Indonesia

1. Untuk kuesioner I yaitu kuesioner untuk menggali potensi bahaya dan penyebabnya. Responden yang dituju adalah teknisi lapangan yang menangani pekerjaan bersangkutan tersebut.
2. Untuk kuesioner II yaitu kuesioner penentuan bobot kriteria. Responden yang dituju adalah dua direktur utama PT MSA selaku pimpinan manajemen perusahaan.
3. Untuk kuesioner III yaitu kuesioner uji perbandingan berpasangan perkiraan biaya yang akan dikeluarkan. Responden yang dituju adalah Bapak Junaidi sebagai kepala koodinator proyek yang telah berpengalaman selama 10 tahun.
4. Untuk penentuan peringkat *Severity*, *Occurence*, dan *Detectability* dibentuk tim FMEA yang terdiri dari Bapak Junaidi dan Bapak Rahman sebagai koordinator lapangan serta peneliti sebagai moderator dibantu oleh Bapak Berry.
 - Belum adanya penelitian atau jurnal yang membahas implementasi metode MAFMA pada manajemen risiko.
 - Hasil potensi bahaya pekerjaan dan penyebabnya yang akan diolah berdasarkan hasil pertimbangan dari tim FMEA.

1.6. Metodologi Penelitian

Metodologi yang menggambarkan langkah-langkah penulis dalam melakukan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan Topik Penelitian

Melalui diskusi dengan pembimbing dan direktur PT MSA, topik penelitian yang diambil adalah : Manajemen Risiko dengan Metode MAFMA (*Multi Attribute Failure Mode Analysis*), studi kasus pada perusahaan kontraktor telekomunikasi.

2. Studi Literatur

Pada tahap ini, peneliti menentukan dan menyusun tinjauan literatur yang dapat mendukung penelitian yang dilakukan. Teori yang dibahas adalah seputar definisi risiko, manajemen risiko, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Analytic Hierarchy Process* (AHP), dan *Multi Attribute Failure Mode Analysis* (MAFMA).

Universitas Indonesia

3. Pengumpulan Data

Data-data yang dibutuhkan diperoleh dengan cara:

- Wawancara mendalam, yaitu melakukan tanya jawab dengan koordinator lapangan dan koordinator proyek untuk menggali potensi-potensi bahaya pekerjaan dan penyebabnya.
- Menyebarkan kuesioner. Kuesioner yang disebarakan ada tiga tahap yaitu kuesioner I, kuesioner II, dan kuesioner III seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.
- Membentuk tim FMEA untuk menentukan peringkat *Severity*, *Occurence*, dan *Detectability*.

4. Pengolahan Data dan Analisis

Pada pengolahan data, peneliti menggunakan metode MAFMA. Untuk membantu dalam mengolah data, perangkat lunak yang dipakai adalah Expert Choice 11 dan Ms. Excel 2010.

5. Kesimpulan dan Saran

Pada tahapan terakhir ini akan dihasilkan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian. Selain rekomendasi buat perusahaan, kesimpulan bisa juga berupa kekurangan dan kelebihan metode yang dipakai sehingga dapat menjadi saran perbaikan untuk penelitian selanjutnya.

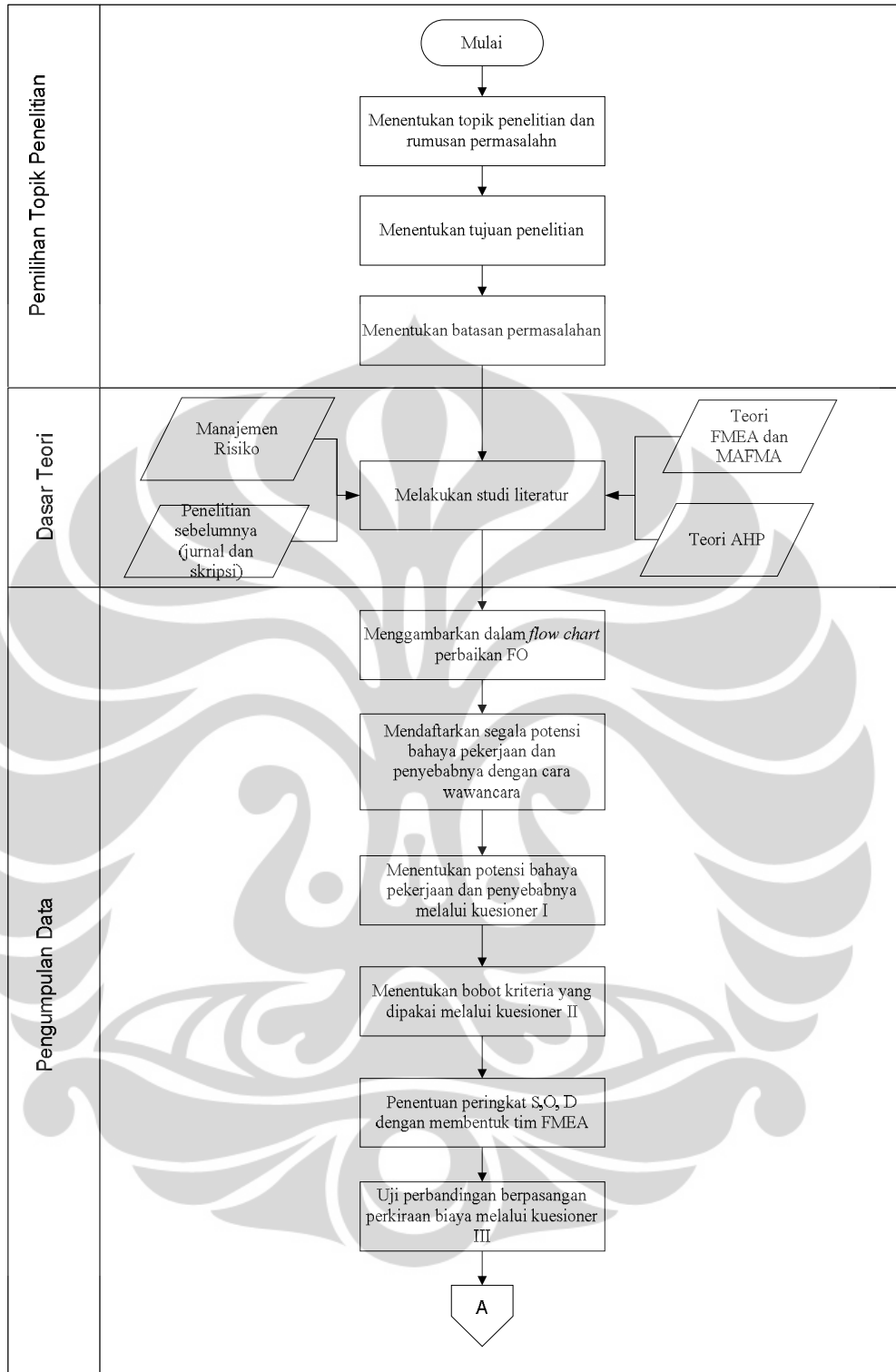
1.7. Sistematika Penulisan

Tugas akhir mengenai penelitian ini dituangkan dalam penulisan sistematis dengan sistematika penulisan yang terbagi ke dalam lima bab, yaitu: Bab 1 Pendahuluan, Bab 2 Landasan Teori, Bab 3 Metodologi Penelitian, Bab 4 Pembahasan, dan Bab 5 Kesimpulan dan Saran.

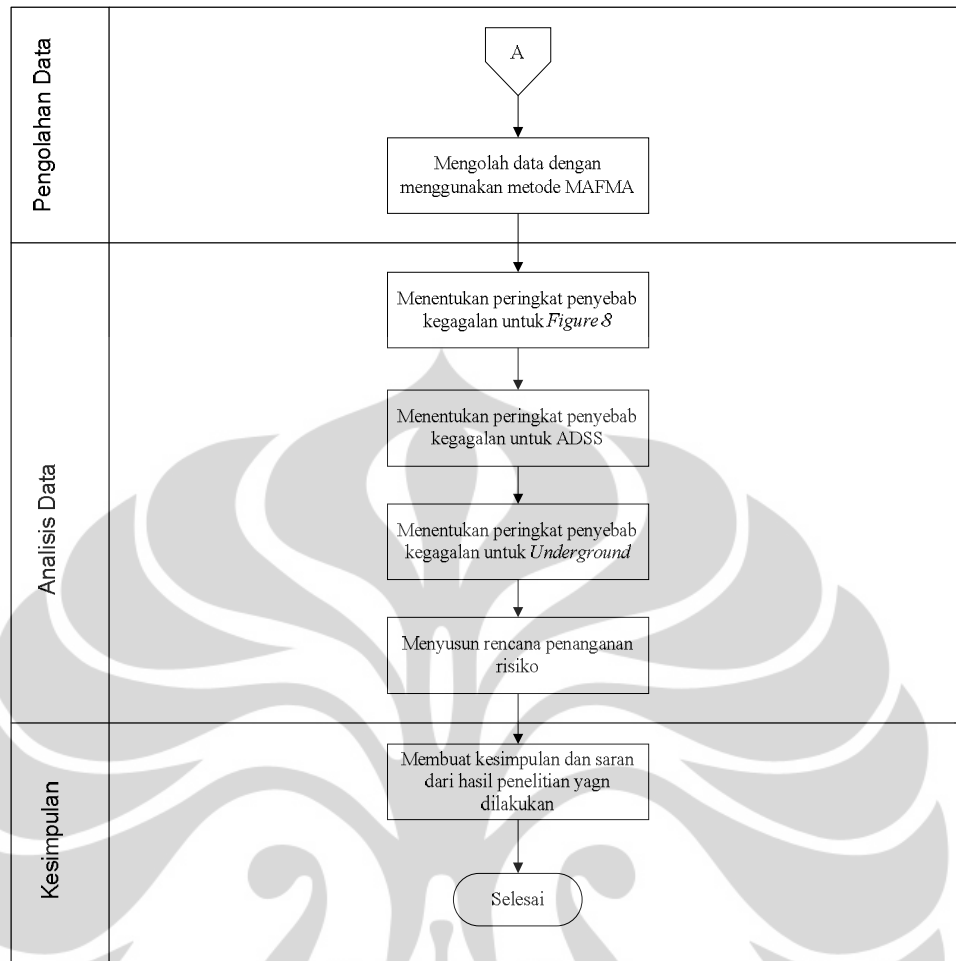
Bab 1 merupakan bab pendahuluan yang menjelaskan mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, diagram keterkaitan masalah, rumusan permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab 2 merupakan landasan teori yang berhubungan dengan penelitian ini. Bagian ini berisi landasan teori yang membahas teori Risiko, Manajemen Risiko, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Analytic Hierarchy Process* (AHP), dan *Multi Attribute Failure Mode Analysis* (MAFMA).

Universitas Indonesia



Gambar 1.3 Diagram Alir Metodologi Penelitian



Gambar 1.3 Diagram Alir Metodologi Penelitian (lanjutan)

Bab 3 mengenai pengumpulan dan pengolahan data. Pada bab ini akan disajikan profil perusahaan, hasil dari pengumpulan data dan pengolahannya. Data tersebut meliputi data hasil kuesioner dan wawancara yang dilakukan pada direktur perusahaan dan teknisi lapangan. Data kemudian diolah dengan Expert Choice 11 untuk AHP dan Ms. Excel 2010 untuk FMEA dan MAFMA.

Bab 4 berisi analisis data. Data yang sudah diolah akan dianalisis untuk membantu perusahaan dalam mencari penyebab kegagalan untuk tiap jenis pekerjaan. Selain itu, akan disusun strategi untuk penanganan kegagalan tersebut.

Bab 5 merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB 2

LANDASAN TEORI

Bab kedua berisi dasar teori yang menunjang penelitian. Dasar teori yang digunakan dalam penelitian ini meliputi teori risiko, manajemen risiko, *Failure Mode Effect and Analysis (FMEA)*, *Multi Attribute Failure Mode Analysis (MAFMA)*, *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, dan berbagai sumber literatur lainnya sebagai konteks dasar dimana penelitian dilakukan.

2.1. Risiko

2.1.1. Definisi Risiko

Beberapa ahli mendefinisikan risiko sebagai berikut:

- Peluang terjadinya bahaya (istilah umum dalam masyarakat)
- Stevenson, Bailey, dan Siefring (2002) mendefinisikan risiko sebagai bahaya, kemungkinan untuk terjadinya sesuatu yang merugikan.
- Australian/New Zealand Standard 4360:1995 Risk Management (1995) mendefinisikan risiko sebagai peluang terjadinya sesuatu yang memiliki dampak pada tujuan yang diukur dalam hal konsekuensi dan probabilitas. (Kino, 2008, p. 5)
- ISO/IEC Guide 73:2002 Risk Management – Guidelines for use in standards (2002) menyatakan bahwa risiko merupakan kombinasi probabilitas dari kejadian dan konsekuensinya. (Kino, 2008, p. 5)
- Ketidakpastian yang didapatkan dari hasil suatu tindakan atau kejadian yang memiliki dampak positif atau negatif. (The Orange Book of Risk, 2004)
- Probabilitas terjadinya kerugian atau keuntungan dikalikan besarnya dampak risiko tersebut. (Muehlen,2006, p. 4)

2.1.2. Risiko dan Ketidakpastian

Istilah risiko sering disamakan dengan istilah ketidakpastian (*uncertainty*), padahal keduanya memiliki perbedaan, yakni risiko lebih memiliki peluang lebih besar untuk terjadi dibandingkan ketidakpastian (Frame, 2003). Lebih lanjut, menurut Vaughan (1997), ketidakpastian merupakan suatu kondisi pikiran

seseorang yang dipenuhi keraguan, diakibatkan oleh kekurangan informasi tentang apa yang akan terjadi atau tidak di masa depan (p. 9). Sedangkan risiko merupakan kerusakan di masa depan yang dapat muncul dari beberapa aktivitas yang dilakukan pada saat ini. Kejadian merugikan yang terjadi di masa yang akan datang tidak dapat dipastikan 100% tetapi risiko memiliki probabilitas kemunculan. Hal ini yang membedakan secara jelas bahwa risiko tidak sama dengan ketidakpastian.

2.1.3. Komponen Risiko

Risiko memiliki dua komponen penting, yaitu peluang terjadinya kejadian (*likelihood*) dan konsekuensi dari kejadian yang terjadi (*impact*) (Kerzner, 1998, p. 905). Jika kemungkinan suatu risiko lebih besar terjadi, maka semakin tinggi risikonya. Demikian pula, semakin besar dampak dari risiko yang ditimbulkan, semakin tinggi risikonya juga.

$$\text{Risk} = f(\text{Likelihood, impact})$$

Risiko juga dapat dikatakan sebagai fungsi dari penyebabnya (*hazard*) dan petunjuk keselamatan (*safeguard*). Jika penyebab risiko tidak terdeteksi, maka risikonya akan semakin tinggi. Dan juga kebalikannya, jika petunjuk keselamatan risiko semakin banyak, maka dapat menekan risiko menjadi kecil.

$$\text{Risk} = f(\text{Hazard, safeguard})$$

2.1.4. Klasifikasi Risiko

Menurut J. Davidson Frame (2003), risiko dapat diklasifikasikan menjadi 6 jenis risiko yaitu: (p. 9)

- Risiko murni

Risiko ini hanya mengenal kemungkinan terjadinya bahaya atau kerugian, dengan kata lain, hanya berfokus pada terjadinya hal-hal negatif. Biasanya seseorang akan menggunakan jasa asuransi untuk melindungi dirinya dari kerusakan atau kerugian yang akan terjadi, bukan kejadian sebaliknya.

- Risiko bisnis

Risiko bisnis menunjukkan bahwa peluang untuk memperoleh keuntungan sama dengan peluang untuk memperoleh kerugian. Semakin tinggi risikonya, semakin tinggi juga prospek untuk mendapatkan keuntungan atau kerugian.

(*high risk high return*). Prospek keuntungan dan kerugian yang timbul pada saat yang bersamaan adalah hal yang menarik bagi seorang entrepreneur, bahkan semakin tinggi resikonya, peluang itu semakin diminati.

- Risiko proyek

Risiko ini sering didasarkan pada hukum Murphy (Murphy's Law), yakni "Jika sesuatu berpeluang untuk salah, maka kesalahan itu akan benar-benar terjadi" (*If something can go wrong, it will go wrong*). Suatu proyek biasanya berkaitan erat dengan risiko. Terdapat banyak variasi pada level risiko yang dihadapi oleh proyek. Risiko yang terjadi dalam suatu proyek berhubungan dengan estimasi, baik terhadap estimasi terhadap waktu atau pun biaya proyek. Jika durasi kegiatan tidak diperkirakan dengan akurat, perkiraan biaya melebihi target, atau sumber daya yang diperlukan tidak diidentifikasi dengan benar, target dari proyek akan mengalami masalah.

- Risiko operasional

Risiko operasional adalah risiko kerugian yang berasal dari ketidakcukupan atau kegagalan proses internal, orang, dan sistem, atau dari peristiwa-peristiwa eksternal. Risiko operasional dibagi ke dalam dua komponen, yaitu risiko kegagalan operasional dan risiko strategi potensial (Hoffman, 2002, p. 36). Risiko kegagalan operasional dapat didefinisikan sebagai risiko yang muncul karena terdapat kegagalan manusia, kegagalan proses atau kegagalan teknologi dalam suatu unit bisnis. Risiko kegagalan operasional sulit untuk diantisipasi karena ketidakpastiannya. Risiko strategi operasional muncul dari faktor lingkungan seperti masuknya pesaing baru yang mengubah paradigma bisnis., perubahan kebijakan, tsunami, dan faktor lainnya yang sejenis yang berada di luar kontrol perusahaan. Contoh risiko operasional seperti risiko menjalankan lini perakitan, pengelolaan kantor, dan pengoperasian fasilitas komputer.

- Risiko teknis

Ketika pertama kali suatu tugas dilakukan, risiko tidak memenuhi anggaran, jadwal, atau spesifikasi target merupakan aspek yang sangat krusial. Orang jarang mempertimbangkan risiko yang disebabkan karena masalah teknis. Padahal risiko ini seharusnya juga diperhitungkan terutama untuk

proyek yang mengedepankan teknologi karena karakter dari teknologi adalah pengembangannya menghadapi lebih dari level ketidakpastian yang biasa. Misalnya, tim teknis menyakini bahwa pekerjaan yang diberikan akan menghabiskan waktu 3 hari untuk diselesaikan, tetapi pada saat pelaksanaan, masalah yang tak terduga muncul dan menyebabkan pekerjaan tersebut selesai 10 hari melebihi waktu perencanaannya.

- Risiko politis

Risiko politis menunjukkan situasi yang terjadi saat pembuatan keputusan yang dipengaruhi oleh faktor-faktor politik. Misalnya saat melakukan investasi pada konstruksi pabrik manufaktur di negara maju, pengusaha harus menyesuaikan perencanaan investasi tersebut dengan kebijakan-kebijakan dari pemerintah setempat.

2.1.5. Sumber Risiko

Menurut Tchankova (2002), sumber risiko merupakan elemen dari lingkungan organisasi, baik internal maupun eksternal, yang dapat memberikan output positif dan negatif (p. 292). Lebih lanjut, sumber risiko ditentukan berdasarkan lingkungan dimana sumber tersebut berasal, yaitu: (p. 294-295)

- *Physical Environment*

Pengaruh lingkungan terhadap manusia dan sebaliknya merupakan aspek yang penting dari sumber risiko ini. Bencana alam seperti gempa bumi, badai, banjir, tanah longsor, dan sebagainya dapat menimbulkan kerugian yang parah. Tapi di sisi lain *physical environment* dapat juga menjadi sumber yang menguntungkan, seperti iklim yang tepat untuk bisnis agrikultur dan pariwisata.

- *Social Environment*

Beberapa jenis sumber risiko yang timbul dari lingkungan sosial antara lain perubahan nilai/budaya masyarakat, perilaku manusia, dan struktur sosial. Perbedaan nilai dan budaya dapat menimbulkan risiko yang tinggi tetapi juga kesempatan yang besar.

- *Political Environment*

Kebijakan yang diterapkan oleh pemerintah dapat mempengaruhi keputusan perusahaan ataupun organisasi. Hal ini mengakibatkan keadaan

politik termasuk sumber risiko yang penting di semua negara. Keadaan politik merupakan sumber risiko yang lebih kompleks dan penting dalam lingkup internasional.

- *Operational Environment*

Kegiatan operasional dalam organisasi menimbulkan risiko dan ketidakpastian. Lingkungan operasional juga dapat memberikan peluang karena hasil dari kegiatan organisasi dapat meningkatkan tingkat kehidupan dan pekerjaan.

- *Economic Environment*

Keadaan ekonomi suatu negara juga biasanya dipengaruhi oleh keadaan politik dalam negara. Beberapa contoh sumber risiko dari keadaan ekonomi antara lain resesi ekonomi, tingkat suku bunga, kebijakan kredit, dan lain-lain.

- *Legal Environment*

Aspek hukum dapat menimbulkan risiko dan ketidakpastian dalam suatu bisnis di semua negara. Aspek hukum juga dapat memberikan dampak positif dalam hal stabilisasi keadaan dan perlindungan hak cipta.

- *Cognitive Environment*

Perbedaan antara persepsi yang diharapkan dengan kenyataan dapat menjadi sumber risiko dalam organisasi. *Cognitive Environment* merupakan tantangan yang besar bagi para manajer.

2.2. Manajemen Risiko

2.2.1. Definisi Manajemen Risiko

Beberapa definisi manajemen risiko menurut beberapa bidang diantaranya:

- Manajemen Risiko adalah pendekatan terstruktur untuk mengelola ketidakpastian yang berkaitan dengan ancaman, yang terdiri dari aktivitas-aktivitas penilaian risiko, pengembangan strategi untuk mengatasi risiko yang timbul, serta pengurangan risiko menggunakan sumber daya manajerial yang ada. (American National Standard, 2004)
- Menurut ANSI, manajemen risiko adalah proses mengidentifikasi risiko, menilai risiko, dan mengurangi risiko sampai ke batas wajar (sampai pada level risk *appetite*). (Stoneburner, 2002)

- Manajemen risiko merupakan proses di mana berbagai penyebab risiko diidentifikasi, diukur, dan dikontrol. (Jorion, 2001)
- Manajemen Risiko Proyek adalah proses yang sistematis dalam merencanakan, mengidentifikasi, menganalisis, merespon, dan mengontrol risiko proyek. (Project Risk Management Handbook, 2003)
- Manajemen Risiko Investasi adalah suatu ilmu modern yang memberikan solusi bagi penanganan risiko bisnis. (Chong, 2004)
- Manajemen Risiko Perusahaan (*Enterprise*) merupakan ilmu di mana sebuah organisasi menilai, mengontrol, mengeksploitasi, mengatur, dan memantau risiko-risiko yang dapat timbul dari semua sumber dalam rangka meningkatkan nilai perusahaan bagi pemegang sahamnya dalam jangka pendek dan jangka panjang. (Enterprise Risk Management Committee, 2003, p. 8)

2.2.2. Tahapan Manajemen Risiko

Proses-proses yang dilakukan dalam manajemen risiko diantaranya: (American National Standard, 2004)

- Tahap 1 : Perencanaan Manajemen Risiko

Perencanaan risiko merupakan tahapan pembatasan ruang lingkup risiko dan juga penetapan konteks risiko yang akan diteliti.

- Tahap 2 : Identifikasi Risiko

Tahap identifikasi risiko merupakan langkah penentuan risiko apa saja yang mempengaruhi kegiatan yang diteliti dan juga pengumpulan karakteristiknya. Identifikasi risiko dapat dibedakan menjadi dua tahap, yaitu : (The Orange Book Management of Risk, 2004)

1. Identifikasi risiko awal → digunakan pada perusahaan yang belum mengidentifikasi risiko secara terstruktur, atau pada perusahaan baru, atau pada proyek baru yang terjadi di dalam perusahaan.
2. Identifikasi risiko berkelanjutan → merupakan tahap penting untuk mengidentifikasi risiko baru yang belum muncul sebelumnya, risiko yang berubah dari bentuk awalnya, atau risiko yang tidak relevan lagi di dalam perusahaan.

Beberapa metode yang digunakan untuk mengidentifikasi risiko adalah :
(American National Standard, 2004)

- Evaluasi dokumentasi
- Teknik Pengumpulan Informasi
 - Brainstorming
Tujuan dari brainstorming adalah mendapatkan daftar yang komprehensif dari risiko.
 - *Delphi Technique* (Metode Delphi)
Metode Delphi merupakan jalan untuk mencapai konsensus dari para ahli. Caranya adalah, partisipan diminta untuk mengisi kuesioner tanpa menyebutkan nama mereka oleh fasilitator dengan tujuan untuk mengumpulkan ide-ide tentang risiko yang penting. Hasilnya kemudian akan dikumpulkan dan dianalisis oleh para ahli sebagai umpan balik. Kesepakatan/konsensus dapat terjadi dalam beberapa ronde dari proses ini. Metode Delphi dapat membantu mengurangi terjadinya bias dalam data dan mencegah seseorang terpengaruh ide-ide orang lainnya.
 - *Interview*
Interview melibatkan partisipan, pemegang saham, dan para ahli yang bersangkutan untuk bersama-sama mengidentifikasi risiko. *Interview* merupakan salah satu dari sumber utama dari pengumpulan data untuk identifikasi risiko.
 - Identifikasi akar penyebab masalah (*root cause*)
Identifikasi penyebab masalah akan semakin mempertajam definisi risiko itu sendiri dan dapat mengelompokkan risiko berdasarkan penyebabnya. Penanganan risiko yang efektif dapat dikembangkan jika penyebab masalahnya diketahui.
 - Analisis SWOT
Metode ini memeriksa keseluruhan proses dari tiap perspektif SWOT, dengan tujuan untuk menemukan risiko yang dapat timbul dari analisis kelebihan, kelemahan, peluang, dan ancaman perusahaan.
 - Analisis *Checklist*

Checklist pada identifikasi risiko dapat dikembangkan berdasarkan informasi historis dan pengetahuan yang diakumulasikan dari data historis sebelumnya dan dari sumber-sumber informasi lainnya.

- Analisis Asumsi

Analisis asumsi adalah sebuah metode untuk mengeksplorasi validitas asumsi-asumsi risiko.

- Metode Diagram

Termasuk di dalamnya adalah Diagram Sebab Akibat (*Cause and Effect Diagram*) untuk mengidentifikasi penyebab risiko, Diagram Alir (*F "Low" chart*) proses atau sistem yang menunjukkan bagaimana elemen-elemen pada sistem berhubungan dan penyebabnya, dan Diagram Keterkaitan (*Influence Diagram*) yang merupakan representasi grafis dari situasi yang menunjukkan pengaruh kausal, waktu kejadian, dan hubungan lain antara variabel dan hasilnya.

Hasil dari tahap identifikasi risiko ini diantaranya adalah berupa daftar risiko yang menjadi komponen dari rencana manajemen risiko secara keseluruhan. Isi dari daftar risiko ini diantaranya adalah daftar dari risiko yang telah diidentifikasi, daftar penanganan risiko yang potensial, akar masalah penyebab risiko, dan kategori risiko yang telah diperbaharui.

- Tahap 3 : Menganalisis Dampak Risiko, baik Kualitatif Maupun Kuantitatif
Terdapat 3 prinsip penting dalam melakukan pengukuran risiko, yakni: (American National Standard, 2004):

- Memastikan bahwa terdapat proses struktur yang jelas dimana unsur probabilitas dan dampak dipertimbangkan dalam setiap risiko.
- Merekam pengukuran risiko yang memfasilitasi pengontrolan dan identifikasi dari prioritas risiko
- Membuat jelas perbedaan antara *inherent risk* (risiko awal yang diidentifikasi) dan *residual risk* (risiko yang masih tersisa setelah dilakukan manajemen risiko yang harus diterima oleh perusahaan).

- Tahap 4 : Penanganan Risiko

Tujuan dari tahap penanganan risiko adalah mengubah ketidakpastian menjadi keuntungan bagi perusahaan dengan cara menghambat terjadinya

Universitas Indonesia

ancaman dan meningkatkan peluang. (The Orange Book Management of Risk, 2004). Tahapan penanganan risiko menurut American National Standard (2004) yaitu:

- Strategi untuk menghadapi risiko/ancaman negatif
 - *Tolerate/Acceptance* (Menerima)

Strategi ini merupakan langkah beradaptasi pada risiko ketika menjadi permasalahan. Strategi ini digunakan untuk risiko-risiko yang masih dalam batas kewajaran bagi perusahaan (*risk appetite*), risiko yang tindakan penanganannya masih terbatas, atau risiko yang biaya penanganannya lebih tinggi dibandingkan manfaat yang didapat perusahaan.
 - *Avoidance* (Menghindari)

Strategi ini merupakan langkah untuk menghilangkan kemungkinan terjadinya risiko yang digunakan untuk risiko-risiko yang berdampak sangat besar pada perusahaan, sehingga tidak ada cara lain kecuali untuk menghindari terjadinya risiko tersebut.
 - *Transfer* (Memindahkan)

Merupakan strategi yang memindahkan dampak negatif dari ancaman risiko, bersamaan dengan tanggung jawabnya., kepada pihak ketiga. Memindahkan risiko hanya berfokus pada pemindahan risiko kepada pihak lain, bukan menghilangkannya. Biasanya, untuk memindahkan risiko ini, perusahaan harus membayar premi kepada pihak tersebut. Contoh dari pemindahan risiko ini adalah asuransi, jaminan, dan garansi. Kontrak juga sangat diperlukan untuk memindahkan tanggung jawab untuk risiko spesifik kepada pihak lain.
 - *Mitigate/Treat* (Mengurangi)

Kebanyakan risiko ditangani dengan cara ini. Strategi ini bertujuan untuk mengurangi probabilitas dan dampak dari risiko hingga menjadi berada dalam batas yang dapat diterima.

Berdasarkan Orange Book of Risk Management, pengurangan risiko dapat dianalisis melalui 4 tipe kontrol yang berbeda, yaitu:

 - Kontrol preventif (pencegahan)

Kontrol jenis ini diperuntukkan untuk membatasi kemungkinan terjadinya hasil yang tidak diharapkan. Biasanya kontrol jenis ini yang terdapat pada perusahaan. Misalnya pemisahan kerja atau pembatasan tindakan kepada orang yang berwenang.

- Kontrol korektif (perbaikan)

Kontrol korektif dilaksanakan untuk memperbaiki hasil yang tidak diharapkan yang telah terjadi. Misalnya desain dari peraturan kontrak yang membolehkan penggantian *overpayment*.

- Kontrol direktif (pengarahan)

Kontrol ini diperlukan untuk memastikan hasil yang diinginkan tercapai. Misalnya adanya persyaratan pakaian pelindung khusus pada pekerjaan yang berisiko tinggi, atau pelatihan khusus untuk para staf sebelum mereka dilepas untuk melakukan pekerjaan tersebut.

- Kontrol deteksi

Kontrol ini digunakan untuk mengidentifikasi waktu terjadinya hasil yang tidak diinginkan. Kontrol ini diterapkan ketika risiko sudah diambil, dan hanya bertujuan untuk mendeteksi hal-hal negatif yang terdapat pada risiko tersebut.

- Strategi untuk menghadapi risiko positif/pejuang

- o Exploit (Eksplorasi)

Strategi ini dapat dipilih untuk risiko dengan dampak positif ketika perusahaan berkeinginan untuk memastikan diambilnya kesempatan tersebut. Strategi ini berusaha mengeliminasi ketidakpastian (*uncertainty*) yang dihubungkan dengan risiko dengan cara membuat kesempatan tersebut benar-benar datang.

- o Share (Berbagi)

Berbagi risiko positif dengan cara mengalokasikan kepemilikan kepada pihak ketiga. Contoh dari *sharing* ini adalah *partnership*, tim, pembentukan perusahaan bertujuan spesifik, *joint venture*, dan lainnya, yang dapat dibentuk dengan tujuan spesifik untuk mengelola peluang dalam perusahaan.

- o Enhance (Meningkatkan)

Strategi ini memodifikasi ukuran dari peluang dengan cara meningkatkan probabilitas dan atau dampak positifnya, dengan cara mengidentifikasi dan memaksimalkan sumber dari risiko positif tersebut.

- Tahap 5 : Monitoring dan Pengontrolan Risiko

Menurut American National Standard (2004), yang dimaksud dengan monitoring dan pengontrolan risiko adalah proses mengidentifikasi, menganalisis, dan merencanakan risiko-risiko yang akan muncul, tetap mengawasi daftar risiko yang telah diidentifikasi, menganalisis ulang risiko yang sudah ada, memonitor kondisi pemicu terhadap kemungkinan rencana, mengontrol risiko yang masih ada, dan mengevaluasi keefektifan pelaksanaan penanganan risiko. Beberapa metode yang digunakan dalam tahap ini adalah evaluasi risiko dan audit risiko.

2.3. Skala Pengukuran

2.3.1. Skala Pengukuran

Pengukuran adalah pemakaian satuan-satuan kuantitatif maupun kualitatif pada objek penelitian, yang mendeskripsikan jumlah atau tingkat properti yang dimiliki objek tersebut. Untuk melakukan pengukuran diperlukan metode yang dapat membantu yaitu sebuah skala. Dalam riset pemasaran, suatu skala ditujukan untuk memperoleh dua hal, yaitu untuk mengukur karakteristik responden yang mengisinya dan menggunakan responden untuk menilai suatu objek.

Skala pengukuran yang biasa digunakan adalah: (McDaniel dkk, 2002, p.291)

1. Skala Nominal

Dalam skala ini, nomor berperan hanya sebagai label atas suatu kategori objek. Nominal berarti “name-like” mengindikasikan bahwa nomor diberikan kepada obyek yang diklasifikasikan dan tidak diberikan nilai sebenarnya. Skala nominal hanya melakukan kategorisasi variabel yang diukur dan diidentifikasi. Dan dalam skala nominal sebuah kategori tidak dapat diurutkan berdasar tingkatan. Contohnya adalah misalnya laki-laki dan perempuan, 1 untuk kode laki-laki dan 2 untuk kode perempuan. Angka 1

dan 2 bukan merupakan tingkatan yang artinya 2 bukan berarti lebih tinggi daripada 1. Data jenis ini belum bisa dilakukan operasi matematis.

2. Skala Ordinal

Dalam skala ini, selain pengkategorisasi variabel seperti pada skala nominal, didapat pula hubungan urutan antara variabel (tingkatan). Contohnya adalah juara 1, juara 2, dan juara 3 di mana tingkatannya telah diketahui tetapi perlu diingat dalam skala ordinal masih belum bisa digunakan operasi matematis karena angka 1, 2, dan 3 hanya berupa ranking saja. Skala ordinal juga memperlihatkan hubungan yang saling berhubungan antara beberapa objek. Contohnya adalah tingkat nilai, yaitu kurang dari 60, antara 60 hingga 70, antara 70 hingga 80, dan lebih dari 80

3. Skala Interval

Skala interval bersifat mengklasifikasikan dan pada klasifikasi tersebut sudah merupakan tingkatan yang masing-masing tingkatan memiliki jarak (interval) yang sama. Pada skala interval, operasi matematis penjumlahan dan pengurangan bisa dilakukan tetapi untuk operasi matematis perkalian dan pembagian masih belum bisa dilakukan karena data interval masih belum memiliki angka nol mutlak. Contoh data interval adalah nomor sepatu dengan nomor 39, 40, 41, dan 42. Dari urutan tersebut dapat diketahui nomor sepatu 42 lebih besar dari nomor 39 dan selisih antar nomor adalah sama yaitu 1 cm. Jadi bisa disimpulkan nomor sepatu 42 adalah nomor sepatu 39 ditambah 3 cm.

4. Skala Rasio

Data rasio adalah data dengan tingkatan yang tertinggi karena skala ini memiliki seluruh properti skala interval ditambah dengan keberadaan “zero absolute point”. Dengan pengukuran rasio, hanya satu nomor yang dialokasikan pada sebuah unit pengukuran atau jarak. Contohnya adalah berat badan, ukuran panjang, dan sebagainya. Pada data rasio operasi matematis penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian telah dapat dilakukan.

2.3.2. Skala Likert

Skala Likert adalah skala pengukuran di mana responden menentukan level kesetujuan atau ketidaksetujuan dengan pernyataan yang mengungkapkan

sikap yang disenangi atau tidak disenangi (McDaniel dkk, 2002, p. 328) Dalam skala ini, responden ditanyakan untuk menentukan kesetujuan atau ketidaksetujuan dari sebuah pernyataan dengan memberikan nilai. Total nilainya kemudian akan digunakan untuk menentukan sikap dari responden. Dengan skala likert, responden berpikir untuk sebuah pernyataan pada suatu waktu dengan skala dari satu titik ekstrim yang satu ke titik ekstrim yang lain.

Berbagai penelitian untuk mencari dan mengukur perilaku dan kepuasan konsumen biasanya menggunakan skala Likert. Skala ini mudah dimengerti oleh responden dalam memberikan penilaian terhadap suatu atribut. Skala ini dapat memberikan peluang kepada responden untuk mengekspresikan perasaan mereka dalam bentuk perasaan mereka dalam bentuk persetujuan terhadap pernyataan. Skala Likert termasuk ke dalam skala ordinal meskipun dalam penggunaannya menggunakan interval dengan kategori 5 sampai 7. (Simon, 2011, p.1)

- Jenis Skala Likert

Beberapa jenis skala likert (Siegle, 2010):

1. *Agreement scales* (skala yang menunjukkan tingkat kesetujuan)

Agreement scales mengukur seberapa besar responden setuju atau tidak setuju terhadap sebuah pernyataan. Contoh dari *agreement scale* misalnya “Telur merupakan sarapan paling bergizi”. Kemudian responden-responen diminta untuk memberikan rating terhadap seberapa besar mereka setuju atas pernyataan itu. Skala yang dipakai bisa berupa lima poin skala yaitu sangat setuju, setuju, netral, tidak setuju, dan sangat tidak setuju.

2. *Frequency scales* (skala yang menunjukkan tingkat keseringan)

Frequency scales mengukur seberapa sering responden survei melakukan sebuah aktivitas tertentu. Contoh dari *frequency scale* adalah “Seberapa sering anda memakan telur sebagai sarapan pagi?” Skala yang kemudian dipakai berupa 6 poin skala yaitu selalu, sangat sering, kadang-kadang, jarang, sangat jarang, dan tidak pernah.

3. *Importance scales* (skala yang menunjukkan tingkat kepentingan)

Importance scales dipakai oleh peneliti untuk mengetahui seberapa penting suatu faktor terhadap responden survei. Contoh dari *importance scale* adalah “Seberapa pentingkah telur sebagai sarapan pagi tiap hari?”. Skala

yang dipakai berupa 5 poin skala yaitu sangat penting, penting, biasa, kurang penting, dan tidak penting.

4. *Quality scales* (skala yang menunjukkan tingkat kualitas)

Peneliti menggunakan *quality scales* saat ingin mengetahui jawaban responden survei terhadap kualitas produk/jasa. Contoh dari *quality scale* seperti “Bagaimana kualitas dari produk HappyTime Breakfast Egg?”. Skala yang dipakai berupa 5 poin skala yaitu sangat buruk, di bawah rata-rata, rata-rata, di atas rata-rata, dan bagus sekali.

5. *Likelihood scales* (skala yang menunjukkan tingkat kemiripan)

Likelihood scales dipakai untuk melihat apakah sebuah pernyataan mirip dilakukan dengan responden survei. Contoh dari *likelihood scale* seperti :”Saya makan telur sebagai sarapan”. Skala yang dipakai berupa 7 poin skala yaitu hampir selalu benar, biasanya benar, sering benar, kadang-kadang benar, kadang-kadang tetapi cenderung tidak benar, biasanya tidak benar, dan hampir selalu tidak benar. Selain 7 poin skala, bisa juga yang dipakai hanyalah 2 skala saja di mana peneliti bertanya “Bagaimana pernyataan ini terhadap kemiripan anda?” dengan jawaban sama seperti saya atau tidak sama seperti saya.

- Menganalisis Data Skala Likert

Dalam menganalisis data dari skala Likert, ada dua pendekatan analisis yang dapat dilakukan (Amirin,2010):

1. Analisis Frekuensi (Proporsi)

Untuk data ordinal, angka-angka yang dijadikan sebagai skala Likert bukan merupakan sebuah skor. Angka-angka tersebut hanya merupakan urutan saja sehingga dalam analisisnya dapat melihat frekuensinya (banyaknya) atau proporsinya saja (persentase). Contohnya pada angket dengan responden yang berjumlah 100 orang (pilihan netral dihilangkan karena tujuan angket memaksa responden untuk memilih setuju atau tidak saja) yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Jika digabungkan menurut kutubnya, maka jumlah responden yang setuju (gabungan dari responden yang memilih sangat setuju dan setuju) ada 80 orang (80%) sedangkan jumlah responden yang tidak setuju (gabungan dari responden yang memilih sangat tidak setuju dan tidak setuju) ada 20 orang (20%).

Tabel 2.1 Contoh Hasil Data Likert

Sangat Setuju	Setuju	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
30 orang (30%)	50 orang (50%)	15 orang (15%)	5 orang (5%)

Sumber : Amirin,2010

2. Analisis Terbanyak (Mode)

Analisis lain adalah dengan menggunakan *mode* yaitu yang terbanyak. Dengan contoh data di atas, maka 50% menyatakan setuju, 30% menyatakan sangat setuju, 15% tidak setuju, dan 5% sangat tidak setuju sehingga dapat dianggap pernyataan itu benar karena banyak yang setuju. Yang terbanyak (50%) menyatakan setuju (dari data yang sangat setuju 15%, setuju 50%, netral 20%, tidak setuju 10%, sangat tidak setuju 5%).

2.4. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

2.4.1. Sejarah FMEA

FMEA pertama kali dipakai di tahun 1960 dalam pengembangan pesawat luar angkasa untuk misi Apollo dan berfokus kepada isu keselamatan. FMEA menjadi sebuah metode yang dapat meningkatkan keselamatan, terutama di industri kimia. FMEA sampai sekarang masih juga dipakai terutama untuk mencegah kecelakaan dan insiden-insiden pada saat bekerja (Mc Dermott, Mikulak, & Beauregard, 2009, p. 1).

Pada tahun 1974, Navy mengembangkan FMEA yang dinamakan *FMEA Procedure Mil-Std-1629* di mana format FMEA ini yang sering dipakai sampai sekarang. Kemudian di awal tahun 1980, FMEA menjadi populer setelah banyak digunakan oleh perusahaan industri otomotif untuk diimplementasikan ke dalam proses pengembangan produk mobil mereka untuk mengatasi permasalahan kualitas produk yang rendah.

2.4.2. Jenis-jenis FMEA

Menurut Mc Dermott, Mikulak, & Beauregard (2009, p. 19-21) ada dua jenis FMEA yaitu *Product/Design FMEA* dan *Process FMEA*.

1. Desain FMEA

Desain FMEA dipergunakan setelah rancangan sistem telah ditentukan. Desain FMEA akan mengarahkan modus kesalahan atau kegagalan kedalam tingkatan komponen dan digunakan untuk menganalisis produk sebelum digunakan proses manufaktur. Desain FMEA mempunyai titik utama pada modus kesalahan atau kegagalan yang disebabkan ketidakefisienan dalam perancangan.

2. Proses FMEA

FMEA jenis ini akan menguji modus kesalahan atau kegagalan dari setiap tahap dan proses manufaktur maupun perakitan sebuah produk. Tipe ini tidak harus selalu menguji secara detail dan modus kesalahan atau kegagalan dan peralatan yang dipergunakan untuk proses manufaktur atau perakitan, tetapi harus memperhatikan dimana modus kesalahan atau kegagalan tersebut mempengaruhi secara langsung terhadap kualitas, kekuatan, dan produk akhir yang dihasilkan.

2.4.3. Prosedur FMEA

Mc Dermott, Mikulak, & Beauregard (2009, p. 23) menjabarkan langkah-langkah prosedur FMEA ke dalam 10 tahap yaitu:

- Tahap 1: Mengkaji ulang proses atau produk.
- Tahap 2: Melakukan *brainstorming* modus kegagalannya (*potencial failure mode*).
- Tahap 3: Mendaftarkan efek kegagalan terhadap setiap modus kegagalan.
- Tahap 4: Menetapkan bobot *severity* untuk setiap efek kegagalan.
- Tahap 5: Menetapkan bobot *occurence* untuk setiap modus kegagalan.
- Tahap 6: Menetapkan bobot *detection* untuk setiap modus kegagalan/efek kegagalan.
- Tahap 7: Menghitung nilai RPN untuk setiap efek kegagalan.
- Tahap 8: Memprioritaskan modus kegagalan yang mempunyai RPN tertinggi.
- Tahap 9: Mengambil tindakan untuk mengeliminasi atau mengurangi modus kegagalan yang mempunyai risiko tertinggi.
- Tahap 10: Menghitung kembali nilai RPN setelah modus kegagalan telah dikurangi atau dieliminasi.

2.4.4. Tools FMEA

Tools yang sering digunakan untuk membantu analisis FMEA antara lain (Penncock dan Harimes, 2002, p.56):

1. Control Plan

Control Plan merupakan kumpulan perencanaan tindakan untuk menjamin kualitas suatu proses, produk, atau layanan. Dalam *control plan* terdapat daftar semua parameter proses dan karakteristik desain yang berhubungan dengan kepuasan pelanggan dan membutuhkan perencanaan tindakan penjaminan kualitas. Kegagalan dapat diidentifikasi jika perencanaan tersebut tidak dilaksanakan.

2. Diagram Alir (*Flowchart*)

Diagram alir umumnya digunakan ketika melakukan FMEA untuk suatu proses atau suatu layanan. Dengan diagram alir ini, dapat diidentifikasi proses-proses mana saja yang dapat menimbulkan kegagalan di dalam sistem.

3. *Quality Function Deployment* (QFD)

Dengan menggunakan QFD, dapat diidentifikasi kelemahan dan kekuatan, serta juga dapat mengidentifikasi karakteristik produk/layanan yang dibutuhkan pelanggan. QFD dan FMEA memiliki banyak persamaan. Keduanya memiliki tujuan untuk *continuous improvement*, berfokus pada pengeliminasian kegagalan, serta berpatokan pada kepuasan pelanggan.

4. Diagram Sebab Akibat (*Fishbone diagram*)

Diagram sebab akibat dapat digunakan dalam FMEA untuk membantu mengidentifikasi akar permasalahan. Umumnya, penggunaan diagram sebab akibat belum akan sampai pada akar permasalahan yang paling dalam. *Cause Failure Mode Effect* (CFME) dapat membantu untuk mengidentifikasi akar permasalahan risiko yang paling dalam.

2.4.5. Severity

Severity adalah rating dari keseriusan dari akibat kegagalan yang terjadi. Contoh tabel rating kerusakan dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Tabel *Severity*

Efek	Penjelasan	Non Productive Time	Rank
Berbahaya tanpa peringatan	Dapat membahayakan operator dan sistem itu sendiri tanpa ada peringatan	>6 x 24 jam	10
Berbahaya tetapi ada peringatan	Dapat membahayakan operator dan sistem itu sendiri dengan ada peringatan terlebih dahulu	>5x24 jam – 6x24jam	9
Sangat tinggi	Kegagalan mengganggu sistem secara total	>4x24 jam – 5x24jam	8
Tinggi	Kegagalan mengganggu 50% kerja sistem	>3x24 jam – 4x24jam	7
Sedang	Kegagalan mengganggu 25% kerja sistem	>2x24 jam – 3x24jam	6
Rendah	Kegagalan mengganggu 10% kerja sistem	>24 jam – 2x24jam	5
Sangat rendah	Kegagalan mempengaruhi kerja sistem	>12 jam – 14 jam	4
Kecil	Kegagalan memberi efek minor pada sistem	>6 jam – 12 jam	3
Sangat kecil	Kegagalan memberi efek yang dapat diabaikan	>3 jam – 6 jam	2
Tidak ada	Kegagalan tidak memberikan efek	0 jam – 3 jam	1

Sumber: Cayman Business Systems, Failure Mode and Effect Analysis, 2002

2.4.6. *Occurence*

Occurences merupakan kemungkinan penyebab terjadinya kegagalan. Contoh tabel rating *occurence* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

2.4.7. *Detectability*

Detectability adalah kuantifikasi dari kontrol atau prosedur yang ada untuk mengatur fungsi atau yang membuat kegagalan dapat dideteksi. Fungsi deteksi di sini adalah untuk melihat apakah risiko yang ada dapat diketahui sebelum terjadinya kegagalan dan juga apakah kontrol yang dimiliki dapat mengurangi risiko kegagalan yang dapat terjadi. Semakin banyak dan semakin lengkap kontrol yang dimiliki maka deteksi dari risiko akan semakin mudah dan oleh karena itu ratingnya akan semakin kecil. Contoh tabel rating *detectability* dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.3 Tabel *Occurence*

Probabilitas Kegagalan	Probabilitas terjadinya kegagalan per tahun	Possible Failure Rate	Rank
Sangat Tinggi : Tidak dapat dielakkan	>500	≥ 1 dalam 2	10
	366-500	1 dalam 3	9
Tinggi : Kegagalan yang berulang	300-365	1 dalam 8	8
	250-300	1 dalam 20	7
Moderate : Kegagalan musiman	150-249	1 dalam 80	6
	50-149	1 dalam 400	5
	10-49	1 dalam 2.000	4
Rendah : Kegagalan yang relatif rendah	5-9	1 dalam 15.000	3
	1-4	1 dalam 150.000	2
Remote : Jarang Terjadi	< 1	1 dalam 1.500.000	1

Sumber: Cayman Business Systems, Failure Mode and Effect Analysis, 2002

Tabel 2.4 Tabel *Detectability*

Deteksi	Kemungkinan Deteksi oleh Kontrol	Rank
Hampir tidak mungkin	Pengecekan hampir tidak mungkin mendeteksi kegagalan	10
Sangat sedikit kemungkinan	Sangat kecil kemungkinan untuk pengecekan bisa mendeteksi kegagalan	9
Sedikit kemungkinan	Kecil kemungkinan untuk pengecekan bisa mendeteksi kegagalan	8
Sangat rendah	Pengecekan mempunyai peluang yang rendah untuk mendeteksi kegagalan	7
Rendah	Pengecekan kemungkinan mendeteksi kegagalan	6
Cukup	Pengecekan kemungkinan akan mendeteksi kegagalan	5

Sumber: Cayman Business Systems, Failure Mode and Effect Analysis, 2002

Tabel 2.4 Tabel *Detectability* (lanjutan)

Cukup Tinggi	Pengecekan kemungkinan besar akan mendeteksi kegagalan	4
Tinggi	Pengecekan mempunyai peluang besar mendeteksi kegagalan	3
Sangat Tinggi	Pengecekan hampir pasti dapat mendeteksi kegagalan	2
Hampir Pasti	Pengecekan pasti dapat mendeteksi kegagalan	1

Sumber: Cayman Business Systems, Failure Mode and Effect Analysis, 2002

2.5. Analytical Hierarchy Process (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *multi-criteria decision making* (MCDM). Metode ini dibuat oleh Saaty di *University of Pittsburgh*. AHP menawarkan metode yang relatif mudah dilakukan dan mampu mengevaluasi alternatif yang ada. AHP memungkinkan pembuat keputusan untuk menggunakan bentuk hierarki sederhana untuk menyelesaikan permasalahan yang kompleks serta mengevaluasi data kualitatif dan kuantitatif di dalam metodologi yang sistematis dengan perhatian pada multi kriteria (Mustafa, Jia-Pei, Siaw-Pen & Abd Hamid, 2005).

2.5.1. Tujuh Pilar AHP

Meskipun metode AHP sudah ditemukan lebih dari dua dekade yang lalu dan dalam kurun waktu tersebut telah muncul banyak perbaikan dan modifikasi, namun secara umum ada tujuh pilar AHP yaitu (Saaty, 1999):

1. Skala rasio
 2. Perbandingan berpasangan
 3. Kondisi-kondisi untuk sensitivitas dari vektor eigen
 4. Homogenitas dan klusterisasi
 5. Sintesis
 6. Mempertahankan dan membalikkan urutan
 7. Pertimbangan kelompok
- Skala Rasio

Rasio adalah perbandingan dua nilai (a/b) dimana nilai a dan b bersamaan jenisnya (satuan). Skala rasio adalah sekumpulan rasio yang konsisten dalam status transformasi yang sama. Sekumpulan nilai dapat distandarisi dengan

melakukan normalisasi sehingga satuan tidak diperlukan lagi dan objek-objek tersebut dapat dengan mudah dibedakan satu sama lain.

Skala rasio yang sudah dinormalisasi adalah ide sentral dari pembuatan sintesis prioritas pada semua metode *multi-criteria decision making* (MCDM). Sebagai tambahan, skala rasio adalah satu-satunya cara untuk mengeneralisasi suatu teori keputusan. Skala rasio juga dapat digunakan untuk membuat keputusan yang melibatkan beberapa hierarki seperti dalam memilih strategi berdasarkan keuntungan, biaya, kesempatan, dan risiko.

Dalam AHP, skala rasio untuk perbandingan berpasangan antara objek i dan j adalah perbandingan antara bobot objek i (w_i) dan bobot objek j (w_j) tersebut, atau dinotasikan w_i/w_j . Saaty menemukan satu skala yang menyederhanakan penggunaannya yaitu menggunakan bilangan bulat 1 sampai 9 dimana skala 1-9 ini merupakan hasil dari riset psikologi Saaty tentang kemampuan individu dalam membuat perbandingan secara berpasangan terhadap beberapa elemen. Penggunaan skala 1-9 temuan Saaty ini terbukti mampu untuk memudahkan perhitungan relatif antar objek dan memberikan skala rasio dengan tingkat akurasi tinggi yang secara fundamental dibutuhkan oleh AHP. Skala Saaty dapat dilihat pada Tabel 2.5.

- Perbandingan Berpasangan

Perbandingan berpasangan bertujuan untuk menghasilkan bobot alternatif antar kriteria atau antar alternatif, sehingga akan didapatkan prioritas. Terdapat tiga pendekatan untuk mengurutkan alternatif/kriteria yaitu relatif, absolut, dan patok duga (*benchmarking*)

- Sensivitas Vektor *Eigen*

Sensivitas vektor eigen terhadap perubahan kriteria membatasi jumlah elemen pada tiap set perbandingan. Karenanya hal ini membutuhkan persamaan dari tiap elemen yang bersangkutan. Perubahan haruslah dengan cara memilih elemen kecil sebagai suatu unit dan menanyakan berapa pengaruhnya terhadap elemen yang lebih besar.

Tabel 2.5 Skala Perbandingan Berpasangan

Intensitas Kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	Kepentingan sama	Dua elemen memiliki kontribusi yang sama terhadap tujuan
3	Kepentingan <i>moderate</i>	Salah satu elemen sedikit lebih kuat dibandingkan elemen lainnya
4	Kepentingan kuat	Salah satu elemen lebih kuat dibandingkan elemen lainnya
7	Kepentingan sangat kuat	Salah satu elemen sangat kuat dibandingkan elemen lainnya
9	Kepentingan ekstrim	Bukti lebih memilih satu elemen dibandingkan elemen lainnya sebagai tingkat afirmasi tertinggi yang mungkin
2,4,6,8,	Nilai tengah diantara dua perbandingan yang berdekatan	Kadang-kadang perlu dilakukan interpolasi dari suatu skala penilaian karena tidak ada skala yang tepat untuk menggambarannya
Resiprok nilai di atasnya	Jika aktivitas <i>i</i> memiliki nilai saat dibandingkan dengan aktivitas <i>j</i> , maka aktivitas <i>j</i> akan memiliki nilai resiprok jika dibandingkan dengan terhadap <i>i</i> .	

Sumber: Saaty, 1980

- **Homogenitas dan Klusterisasi**
Metode klusterisasi dipakai jika terdapat perbedaan antar elemen lebih dari satu derajat. Guna memperlebar skala fundamental secara perlahan, yang pada akhirnya memperbesar skala 1-9 ke 1-tak terhingga.
- **Sintesis**
Sintesis diaplikasikan pada skala rasio guna menciptakan suatu skala dimensi yang banyak yang bertujuan untuk mendeskripsikan keluaran secara menyeluruh dengan menggunakan pembobotan tambahan.
- **Mempertahankan Urutan dan Membalikannya**
Pembobotan dan urutan pada hierarki dipengaruhi dengan adanya penambahan atau perubahan kriteria atau alternatif. Seringkali terjadi fenomena pembalikan urutan (*rank reversal*) terutama pada pengukuran relatif. Pembalikkan

Universitas Indonesia

urutan adalah bersifat intrinstik pada pengambilan keputusan sedemikian sehingga halnya dengan kondisi mempertahankan urutan. Metode distribusi AHP mengijinkan pembalikan urutan.

- **Pertimbangan Kelompok**

Dengan menggunakan metode AHP, dapat dimungkinkan untuk menggunakan pertimbangan interaksi pola pikir baik itu pengalaman, pengetahuan, dan kekuatan pada setiap individu yang terlibat.

2.5.2. Langkah-langkah AHP

Saaty (1999) mengemukakan langkah-langkah penyelesaian AHP secara detail sebagai berikut:

1. Mendefinisikan masalah dan menspesifikasikan pemecahan yang diinginkan.
2. Membuat bentuk hierarki dari sudut pandang manajerial secara keseluruhan.
3. Membuat matriks perbandingan berpasangan dari masing-masing elemen terhadap level di atasnya.
4. Mendapatkan semua penilaian untuk melengkapi matriks di langkah 3. Pertimbangan dari banyak orang dapat disatukan dengan memakai rumus rata-rata geometris yaitu:

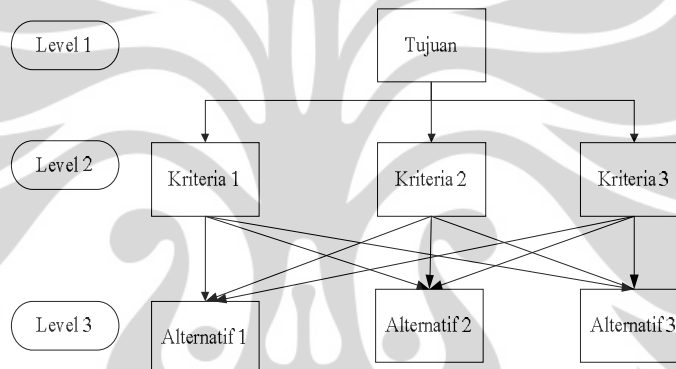
$$G = (\prod_{i=1}^n X_i)^{1/n} \quad (2.1)$$
5. Mensintesis data dalam matriks perbandingan berpasangan sehingga didapatkan prioritas setiap elemen hierarki.
6. Menguji konsistensi prioritas yang didapat
7. Lakukan langkah 3, 4, dan 5 untuk semua level dan kelompok dalam hierarki.
8. Menggunakan komposisi secara hierarki untuk membobotkan vektor-vektor prioritas itu dengan bobot-bobot kriteria dan menjumlahkan semua nilai prioritas tersebut dengan nilai prioritas dari tingkat bawah berikutnya, dan seterusnya. Hasilnya adalah vektor prioritas menyeluruh untuk tingkat hierarki paling bawah.
9. Mengevaluasi konsistensi untuk seluruh hierarki dengan mengkalikan setiap indeks konsistensi dengan prioritas kriteria bersangkutan dan

Universitas Indonesia

menjumlahkan hasil kalinya. Hasil ini kemudian dibagi dalam pernyataan sejenis yang menggunakan indeks konsistensi acak yang sesuai dengan diameter tiap matriks. Rasio inkonsistensi hierarki itu harus 10% atau kurang. Jika tidak, prosesnya harus diperbaiki atau diulang.

- **Identifikasi Masalah dan Pembuatan Hierarki**

AHP dimulai dengan identifikasi permasalahan, kemudian menguraikannya menjadi elemen-elemen pokok untuk mendukung keputusan yang akan diambil. Elemen-elemen ini dapat berupa alternatif tindakan, atribut atau kriteria yang akan digunakan untuk menentukan prioritas atau peringkat dari serangkaian alternatif solusi yang akan diambil. Proses penentuan elemen-elemen dan relasi antar elemen tersebut dikenal sebagai proses strukturisasi hierarki. Contoh hierarki AHP dapat dilihat pada gambar



Gambar 2.1 Struktur Hierarki AHP

Sumber : Saaty, 1980

- **Penentuan Prioritas/Bobot**

Prioritas/bobot diberikan pada elemen-elemen hierarki berdasarkan tingkat kepentingannya menggunakan metode perbandingan berpasangan. Kriteria-kriteria dibobotkan berdasarkan tingkat kepentingannya terhadap pencapaian tujuan. Setiap alternatif dibobotkan terhadap masing-masing kriteria. Proses pembobotan ini mengatasi masalah perbedaan skala akibat interpretasi pengambilan keputusan.

Perbandingan berpasangan dilakukan antar elemen dalam bentuk matriks untuk menilai elemen mana yang lebih penting atau lebih disukai, dan seberapa elemen tersebut lebih penting atau lebih disukai. Berikut adalah metode

perhitungan matematis untuk prioritas/bobot elemen dalam AHP oleh Saaty (1980).

Asumsinya dalam suatu subsistem operasi terdapat n elemen operasi, yaitu A_1, A_2, \dots, A_n , maka hasil perbandingan secara berpasangan dari elemen-elemen tersebut akan membentuk matriks perbandingan berpasangan seperti terlihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.6 Matriks Elemen Operasi

A	A_1	A_2	...	A_n
A_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}
...
A_n	a_{n1}	a_{nn}

Sumber : Saaty, 1980

Dari matriks tersebut, dapat dikatakan bahwa $A_n \times n$ adalah matriks resiprokal (berkebalikan) yang unsur-unsurnya adalah a_{ij} , di mana i, j adalah $1, 2, \dots, n$. Bobot masing-masing elemen dinyatakan dengan lambang w . Diasumsikan terdapat n elemen perbandingan, yaitu w_1, w_2, \dots, w_n . Adapun nilai perbandingan (a_{ij}) secara berpasangan (antara w_i dan w_j) dapat ditunjukkan oleh persamaan berikut:

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \text{ di mana } i \text{ dan } j = 1, 2, \dots, n \quad (2.2)$$

Unsur-unsur pada matriks tersebut didapatkan melalui perbandingan antara satu elemen operasi terhadap elemen operasi lainnya pada tingkat hierarki yang sama. Misalnya unsur a_{11} adalah perbandingan antara elemen A_1 dengan elemen A_1 sendiri, kemudian a_{12} adalah perbandingan antar elemen A_1 dengan A_2 , dan seterusnya. Sebagai matriks resiprokal, maka nilai a_{21} sama dengan nilai $\frac{1}{a_{12}}$ (saling berkebalikan).

- Sintesis Bobot Alternatif

Proses pembobotan dan penjumlahan dilakukan untuk memperoleh prioritas total setiap alternatif berdasarkan kontribusinya terhadap tujuan. Sintesis bobot alternatif dibedakan berdasarkan jenisnya, relatif dan absolut.

1. Metode Relatif

Langkah-langkah pembobotan alternatif dengan metode relatif adalah sebagai berikut:

- a. Menabulasikan bobot masing-masing alternatif terhadap kriteria-kriteria penilaian dan mengkalikan masing-masing bobot alternatif tersebut dengan bobot kriteria itu sendiri.
- b. Menjumlahkan hasil perkalian untuk masing-masing alternatif. Hasil penjumlahan tersebut adalah bobot alternatif total berdasarkan kontribusinya terhadap tujuan.

2. Metode Absolut

- a. Tingkat terakhir hierarki (paling bawah) bukanlah subkriteria melainkan skala intensitas yang mana akan menjadi dasar pengukuran alternatif pada masing-masing kriteria atau subkriteria.
- b. Skala intensitas tersebut digambarkan sebagai sekumpulan cabang di bawah kriteria atau subkriteria yang bersangkutan dan dibobotkan melalui perbandingan berpasangan antar skala intensitas pada kriteria /subkriteria yang sama. Nilai setiap skala intensitas tersebut dibagi dengan skala intensitas yang terbesar (normalisasi)

Alternatif tidak ditampilkan pada struktur hierarki. Dengan metode ini, semua alternatif dibandingkan dengan standar yang sama yaitu skala intensitas. Bobot setiap alternatif dihitung dengan cara mengkalikan bobot skala intensitas dengan bobot kriteria/subkriterianya dan kemudian diakumulasikan.

- Perhitungan Konsistensi Matriks

Agar dikatakan konsisten, matriks bobot hasil dari perbandingan berpasangan harus memiliki hubungan kardinal dan ordinal sebagai berikut:

- a. Hubungan kardinal : $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$
- b. Hubungan ordinal : $A_i > A_j, : A_j > A_k$; maka : $A_i > A_k$

Selain itu, terdapat dua jenis preferensi untuk menyatakan hubungan konsistensi tersebut, yaitu preferensi multiplikatif dan preferensi transitif . Hubungan di atas dapat dilihat sebagai berikut:

1. Dengan melihat preferensi multiplikatif, misalnya jika apel lebih enak 4 kali dari jeruk dan jeruk lebih enak 2 kali dari melon, maka apel lebih enak 8 kali dari melon.
2. Dengan melihat preferensi transitif, misalnya apel lebih enak dari jeruk, dan jeruk lebih enak dari melon, maka apel lebih enak dari melon.

Namun pada prakteknya, tidak semua perbandingan berpasangan memenuhi hubungan seperti itu. Hal ini terjadi karena ketidakkonsistenan dalam preferensi seseorang. Pengujian konsistensi umumnya didasarkan pada deviasi atau penyimpangan. Jika deviasi konsistensi kecil pada koefisien dalam matriks, maka deviasi nilai *eigen* juga kecil.

Bila diagonal utama dari matriks bernilai 1 (satu) dan konsisten, maka penyimpangan kecil dari a_{ij} akan tetap menunjukkan nilai *eigen* terbesar (λ_{\max}) di mana nilainya mendekati n dan nilai *eigen* sisanya akan mendekati 0 (nol).

Untuk menyatakan penyimpangan konsistensi dinyatakan melalui Indeks Konsistensi (CI) sebagai berikut:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2.3)$$

di mana : λ_{\max} = nilai *eigen* maksimum

n = ukuran matriks

CI = indeks konsistensi

Indeks acak (RI) adalah nilai indeks acak berdasarkan ukuran matriks (n) yang digunakan untuk menghitung rasio konsistensi (CR). Nilai CR diperoleh dari rumus:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.4)$$

Nilai indeks acak dapat dilihat pada Tabel 2.7

Tabel 2.7 Nilai Indeks Acak (RI)

UM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Sumber : Saaty, 1980

2.5.3. Keunggulan AHP

Saaty (1999) juga mengemukakan beberapa keunggulan AHP adalah sebagai berikut:

Universitas Indonesia

- Kesatuan
AHP memberikan model tunggal, mudah dimengerti, dan secara fleksibel dapat digunakan pada masalah tak terstruktur dalam lingkup yang luas.
- Kompleksitas
AHP menyatukan pendekatan deduktif dan sistem untuk memecahkan masalah yang kompleks.
- Ketergantungan
AHP menyajikan ketergantungan antar elemen tanpa memaksakan pemikiran linear.
- Struktur hierarki
AHP menggambarkan kecenderungan alamiah dalam mengelompokkan elemen-elemen dalam suatu sistem menjadi level atau tingkatan yang berbeda.
- Ukuran
AHP menggunakan skala pengukuran satuan tidak dapat diukur (*intangible*) dan metode untuk menetapkan prioritas.
- Konsistensi
AHP menghitung konsistensi logis penilaian yang digunakan dalam menetapkan prioritas.
- Sintesis
AHP memberikan estimasi keseluruhan dari kemungkinan pemilihan semua alternatif.
- *Tradeoffs*
AHP mempertimbangkan prioritas relatif faktor dalam suatu sistem dan memungkinkan dilakukannya pemilihan alternatif terbaik berdasarkan tujuan.
- Penilaian dan konsensus
AHP tidak berdasarkan konsensus tetapi berdasarkan sintesis hasil penilaian yang beragam.
- Pengulangan proses
AHP memungkinkan dilakukannya penyempurnaan definisi terhadap masalah dan meningkatkan penilaian dan pemahaman terhadap masalah melalui repitisi.

2.5.4. Kelemahan AHP

Walaupun AHP digunakan secara luas dalam penyelesaian permasalahan pengambilan keputusan multi kriteria, namun penerapannya masih sering menimbulkan kritik dari beberapa kelemahan AHP sebagai berikut ini (Chan, 2003):

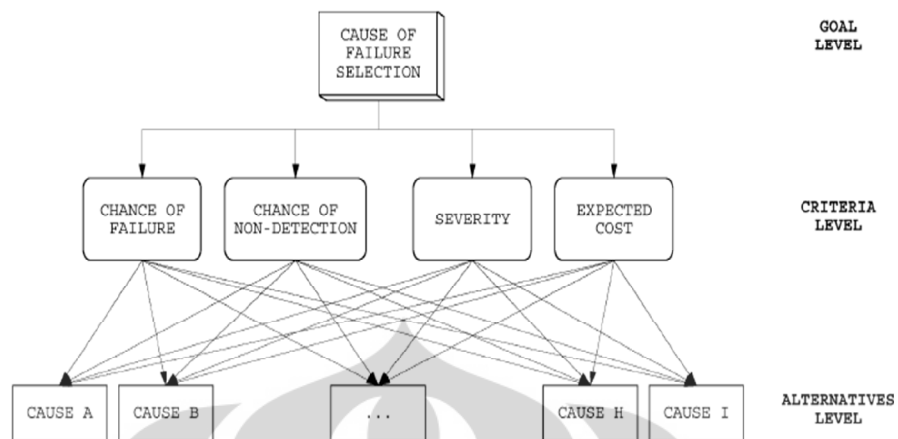
- Metode AHP hanya sering digunakan dalam pembuatan keputusan yang hampir pasti (*crisp*).
- AHP menggunakan skala estimasi yang tidak seimbang.
- AHP tidak mempertimbangkan risiko dan ketidakpastian dalam perhitungannya, karena telah menganggap nilai kepentingan relatif cukup mewakili hal tersebut.
- Peringkat dalam AHP tidak begitu presisi.
- Penilaian yang subjektif, pemilihan dan preferensi dari pembuat keputusan akan membawa pengaruh yang besar.

2.6. Multi Attribute Failure Mode Analysis (MAFMA)

2.6.1. Pengertian MAFMA

MAFMA merupakan metode yang dikembangkan oleh Marcello Braglia untuk mengatasi kelemahan yang terdapat pada FMEA. Dalam mencari penyebab kegagalan yang paling signifikan untuk dikontrol, FMEA mempertimbangkan dari 3 kriteria saja yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detectability*. Namun ada satu faktor utama yang tidak kalah penting untuk dimasukkan yaitu pertimbangan ekonomi. Ketiadaan pertimbangan aspek ekonomi menjadi salah satu kelemahan FMEA. (Braglia, 2000, hal. 2).

Dalam jurnal Braglia, dibahas model FMEA yang memperhitungkan aspek ekonomi dan model FMEA jenis ini sudah banyak dikembangkan misalnya Garrick (1998) mempertimbangkan kriteria kualitas produk, lingkungan kerja yang aman, kerugian jumlah produksi, dan lain-lain. De Viva dkk (1995) mempertimbangkan analisa ekonomi dari biaya kerugian produksi, biaya karena kualitas jelek, dan biaya saat pabrik tidak beraktivitas. Braglia menambahkan kriteria perkiraan biaya (*expected cost*) sebagai kriteria keempat yang jika disusun dalam hierarkri maka bentuknya adalah seperti di bawah ini:



Gambar 2.2 Model MAFMA

Sumber : Braglia, 2000, p.11

Metode MAFMA sendiri merupakan gabungan dari metode FMEA dengan metode AHP di mana metode AHP dipakai untuk memperbaiki kelemahan pada FMEA. Braglia menyebut metode ini sebagai MAFMA karena mempertimbangkan bobot kriteria yang dipakai untuk penyebab kegagalan sehingga peringkat penyebab kegagalan dapat dianalisis dan dievaluasi berdasarkan pertimbangan bobot kriteria tersebut.

2.6.2. Metode MAFMA

Metode MAFMA yang dikembangkan oleh Braglia memiliki langkah-langkah penyelesaian sebagai berikut:

1. Pembuatan tabel FMEA
2. Penentuan bobot kriteria dengan AHP
3. Uji perbandingan berpasangan untuk alternatif di *Expected cost*

Menurut Braglia (2000, hal 9), perkiraan biaya merupakan aspek ekonomi yang dihitung dengan cara perbandingan berpasangan “kualitatif”. Hal ini disebabkan karena ketidakmampuan untuk melakukan penilaian dengan tepat oleh pihak terkait misalnya staf pemeliharaan. Hasil dari uji perbandingan berpasangan untuk alternatif di *Expected cost* akan mendapatkan local priority alternatif di kriteria *Expected cost*.

4. Menghitung *Local Priority*

Setelah tabel FMEA telah dibuat, local priority untuk *severity*, *occurrence* dan *detectability* dapat dicari dengan persamaan:

$$\text{Local priority } \textit{Severity} = \text{Nilai } \textit{Severity} / \text{Total } \textit{Severity} \quad (2.5)$$

$$\text{Local priority } \textit{Occurrence} = \text{Nilai } \textit{Occurrence} / \text{Total } \textit{Occurrence} \quad (2.6)$$

$$\text{Local priority } \textit{Detectability} = \text{Nilai } \textit{Detectability} / \text{Total } \textit{Detectability} \quad (2.7)$$

5. Menghitung *Global Priority*

Global Priority didapatkan dengan persamaan:

- *Global Priority Severity* :

$$\text{Local Priority } \textit{Severity} \times \text{Bobot } \textit{Severity} \quad (2.8)$$

- *Global Priority Occurrence* :

$$\text{Local Priority } \textit{Occurrence} \times \text{Bobot } \textit{Occurrence} \quad (2.9)$$

- *Global Priority Detectability* :

$$\text{Local Priority } \textit{Detectability} \times \text{Bobot } \textit{Detectability} \quad (2.10)$$

- *Global Priority Expected cost* :

$$\text{Local Priority } \textit{Expected cost} \times \text{Bobot } \textit{Expected cost} \quad (2.11)$$

6. Menghitung Total Priority untuk tiap-tiap penyebab kegagalan

Total priority:

$$\Sigma \text{ global priority } (\textit{Severity}, \textit{Occurrence}, \textit{Detectability}, \textit{Expected cost}) \quad (2.12)$$

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Profil Perusahaan

PT. Mitra Sinergi Adhitama (MSA) adalah sebuah perusahaan swasta nasional Indonesia yang didirikan pada tahun 2005. PT MSA bergerak sebagai kontraktor dan integrator sistem di bidang industri/bisnis *broadband*, telekomunikasi, *broadcasting* dan audio visual. Kantor pusat PT MSA berkedudukan di Jakarta dan mempunyai wilayah kerja di seluruh nusantara. PT MSA mempunyai kantor cabang di beberapa kota yaitu di Kota Pati, Kota Bandung, Kota Padang dan Kota Palembang.

Hingga saat ini PT MSA telah menyelesaikan banyak pekerjaan, baik itu pembangunan proyek baru maupun pekerjaan pemeliharaan sistem sesuai dengan fokusnya yaitu di bidang *broadband*, telekomunikasi, *broadcasting* dan audio visual di beberapa propinsi di Indonesia. Guna memenuhi permintaan pasar yang serba cepat dan real-time, PT MSA berkomitmen memberikan produk dan jasa/layanan terbaik kepada pelanggan dengan disertai inovasi, kualitas, reliabilitas dan efisiensi. Guna mencapai keuntungan bersama, PT MSA berdedikasi untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dengan menawarkan solusi yang inovatif dengan harga yang terjangkau.

3.1.1. Visi dan Misi Perusahaan

Visi

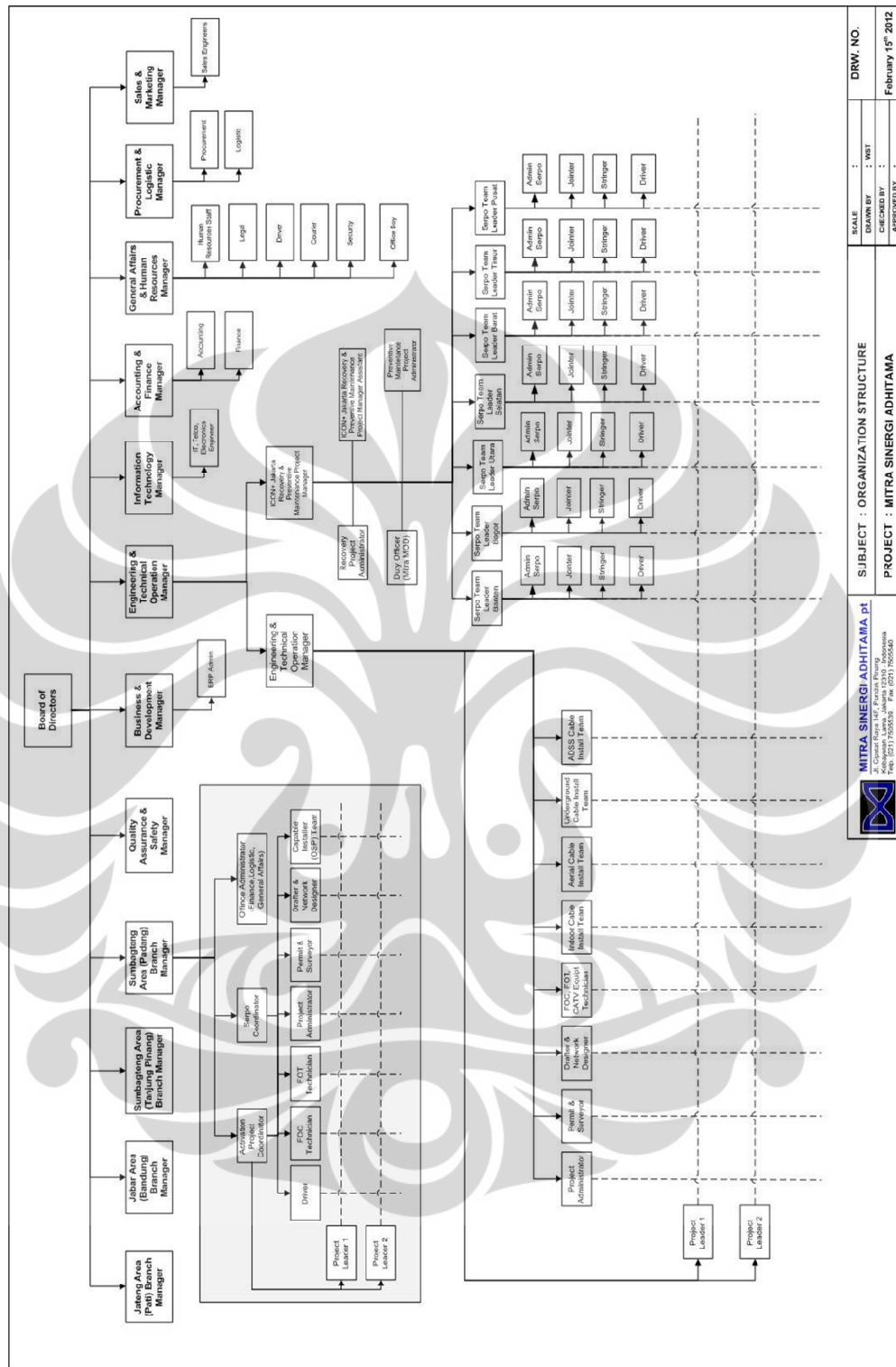
Menjadi salah satu integrator sistem yang paling inovatif di industri *broadband*, telekomunikasi, *broadcasting*, dan audio visual di Indonesia.

Misi

Memanfaatkan pengalaman selama bertahun-tahun di bidang *broadband*, telekomunikasi, *broadcasting*, dan audio visual, dengan adanya kerjasama yang erat dengan mitra bisnis global serta didukung dengan kerja tim yang profesional, PT MSA berkomitmen menyediakan layanan terbaik dimana relatif lebih efisien dalam waktu dan harga daripada yang dilakukan oleh yang lain.

Universitas Indonesia

3.1.2. Struktur Organisasi Perusahaan



Gambar 3.1 Struktur Organisasi PT MSA

Sumber : PT MSA

Dalam menjalankan bisnisnya, PT MSA memiliki tiga divisi utama yaitu Divisi Aktivasi, Divisi Recovery, dan Divisi Preventif. Karena ruang lingkup penelitian ini hanya pada Divisi Recovery, maka hanya profil Divisi Recovery yang akan diulas lebih mendalam.

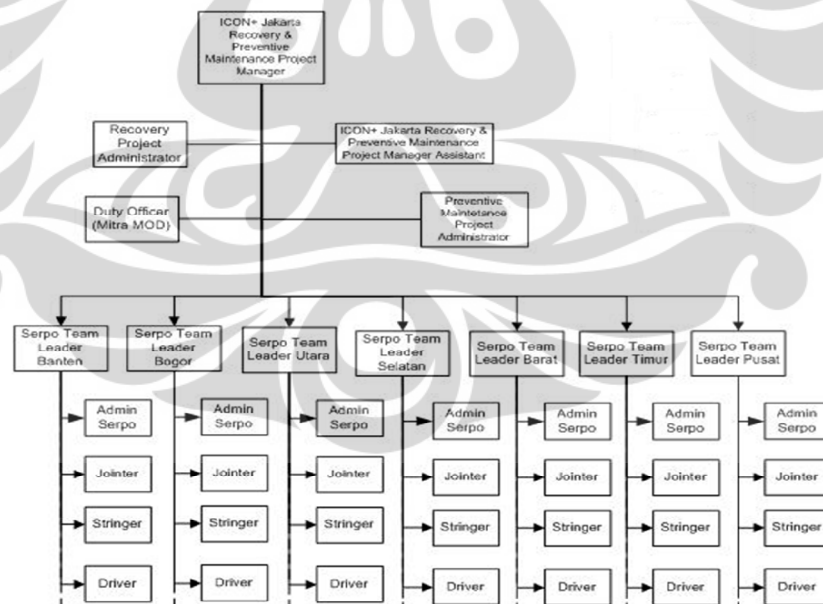
3.1.3. Divisi Recovery PT MSA

Divisi Recovery PT MSA menangani pelayanan maintenance untuk jaringan fiber optik yang telah diinstalasi oleh Divisi Aktivasi. Adapun ruang lingkup pekerjaan yang dilakukan oleh Divisi Recovery antara lain sebagai berikut:

1. Penyediaan *Help desk*, berikut informasi no telepon, *fax*, *email address*
2. Penyediaan *office stationery* yang dilengkapi dengan fasilitas komunikasi, sekaligus sebagai basecamp untuk SDM dan ruang untuk penempatan material cadangan, penyimpanan peralatan ukur, peralatan kerja, material instalasi dan kabel serta optik
3. Penyediaan *tools* dan SDM untuk tim recovery untuk 7 area lokasi sebagai berikut:
 - a. Area Banten (1 *team*)
 - b. Area Jakarta Barat (1 *team*)
 - c. Area Jakarta Pusat (1 *team*)
 - d. Area Jakarta Utara (1 *team*)
 - e. Area Jakarta Selatan (1 *team*)
 - f. Area Bogor (1 *team*)
 - g. Area Jakarta Timur & Kerawang (1 *team*)
4. Pemberian *response time* kepada ICON+ dalam waktu 15 menit setelah diterimanya Laporan Gangguan dari ICON+
5. Melakukan investigasi masalah dan melakukan inisiatif untuk melakukan tindakan perbaikannya sesuai dengan persetujuan dari ICON+.
6. Melakukan pekerjaan *recovery route* kabel FO, apabila terjadi gangguan seperti:
 - a. Kabel fiber optik putus
 - b. Kabel/aksesoris rusak (tetapi kabel belum putus)

- c. *Fitment/Fitting/Olit/Joint* rusak (tetapi kabel belum putus)
 - d. Tower/*pole*/tiang tumpu rusak yang mengakibatkan terganggunya maupun potensi terganggunya instalasi kabel FO
 - e. *Sagging* ulang akibat kendur
 - f. Gangguan *swing* atau kabel menyangkut di transmisi
 - g. Kabel tertimpa *pohon* atau dilalui ranting-ranting dan diperlukan perapihan
 - h. *Performance Power Link Budget*
7. Melaksanakan pekerjaan recovery dengan standard *Mean Time to Recovery* (MTTR) sejak diterimanya informasi terjadi gangguan dari ICON+ (koordinator piket) seperti berikut :
- a. Instalasi ADSS < 12 jam
 - b. Instalasi Figure.8 < 6 jam
 - c. Instalasi FA < 8 jam
8. Penyediaan dan melaksanakan material instalasi dan material pengganti, apabila di lapangan terdapat pekerjaan yang memerlukan adanya penggantian material.

3.1.4. Struktur Divisi Recovery



Gambar 3.2 Struktur Divisi Recovery PT MSA

Sumber : PT MSA

3.1.5. Pekerjaan Recovery Kabel FO

Pekerjaan recovery kabel FO di PT MSA ada 3 yaitu pekerjaan recovery kabel FO *Figure 8*, *ADSS*, dan *Underground*.

- **Pekerjaan Recovery Kabel FO *Figure 8***

Perbaikan recovery FO *Figure 8* sering disebut juga dengan perbaikan kabel FO yang terletak di tiang-tiang PLN. Gambaran proses perbaikan kabel FO *Figure 8* secara umum adalah sebagai berikut:

1. Adanya laporan dari mitra MOD bahwa terjadi gangguan via telepon atau fax kepada tim recovery.
2. Tim recovery kemudian berangkat ke lokasi gangguan.
3. Mencari titik putus *core* dengan menggunakan alat OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer*).
4. Setelah diketahui titik putus *core*/kabel kemudian dilakukan tindakan perbaikan. Jika *core* yang putus maka digunakan alat *splicer* untuk menyambungkannya kembali. Jika kabel FO yang putus maka dilakukan penarikan kabel baru. Sebelumnya, *joint box* yang diletakkan di atas tiang, yang merupakan tempat kabel FO saling bertemu, perlu dibawa turun jika akan dilakukan tindakan perbaikan.
5. Kabel/*core* yang telah selesai disambung dipasang kembali di atas tiang demikian juga *joint box*-nya.



Gambar 3.3 Recovery kabel FO *Figure 8*

Sumber : PT MSA

- **Pekerjaan Recovery Kabel FO ADSS**

Perbaikan recovery FO ADSS (*All Dielectric Self Supporting*) sering disebut juga dengan perbaikan kabel FO yang terletak di tower-tower sutet (saluran udara tegangan tinggi). Gambaran proses perbaikan kabel FO *Underground* sama seperti pada *Figure 8*, bedanya hanya pada letak *joint box* yang dipasang di atas tower.



Gambar 3.4 Joint Box di Tower Sutet

Sumber : PT MSA



Gambar 3.5 Recovery kabel FO ADSS

Sumber : PT MSA

- **Pekerjaan Recovery Kabel FO *Underground***

Perbaikan recovery FO *Underground* sering disebut juga dengan perbaikan kabel FO yang terletak di dalam tanah. Gambaran proses perbaikan kabel FO *Underground* secara umum adalah sebagai berikut:

1. Adanya laporan dari mitra MOD bahwa terjadi gangguan via telepon atau fax kepada tim recovery.
2. Tim recovery kemudian berangkat ke lokasi gangguan.
3. Mencari titik putus *core* dengan menggunakan alat OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer*).
4. Setelah diketahui titik putus *core*/kabel kemudian dilakukan tindakan perbaikan. Sebelumnya jalanan harus digali dulu karena kabel FO tertanam di bawahnya. *Joint box* untuk FO *Underground* terletak di dalam *manhole*.
5. Untuk tindakan perbaikannya sama dengan tindakan perbaikan untuk *Figure 8*, jika *core* yang putus maka disambung dengan *splicer*.
6. Kabel/*core* yang telah selesai disambung dirapikan dan bekas galian ditutup. *Joint box* dimasukkan kembali ke dalam *manhole*.



Gambar 3.6 Recovery Kabel FO *Underground*

Sumber : PT MSA

3.2. Pengumpulan Data

3.2.1. Identifikasi Awal Bahaya Pekerjaan dan Penyebab Bahaya Pekerjaan

Dalam mengidentifikasi bahaya pekerjaan *recovery fibre optic* dan penyebabnya, dilakukan terlebih dahulu wawancara dengan koordinator lapangan dan koordinator proyek untuk mendaftarkan sejumlah potensi bahaya pekerjaan dan penyebabnya. Kemudian ditambah lagi dari beberapa referensi terkait *fibre optic* seperti berikut:

1. Electricity Engineers' Association (EEA). 2011. Technical Guide : Fibre Optic Attachment to Electricity Network Poles and Pole Structures.
2. Fiber Optic Association (FOA). 2012. Safety in Fiber Optic Installations.
3. Fibre Optic Safety (<http://www.fibreopticcabling.com/default.htm>), diakses pada tanggal 11 April 2012 pukul 14.38

Potensi bahaya pekerjaan *recovery fibre optic* di *Figure 8, ADSS, dan Underground* dari hasil wawancara ditambah dengan referensi terkait dapat dilihat pada kuesioner I di Lampiran 1.

3.2.2. Kuesioner I : Identifikasi Bahaya Pekerjaan dan Penyebabnya

Setelah identifikasi awal setiap potensi bahaya dan penyebabnya pada tiap-tiap sub pekerjaan *recovery fibre optic*, kemudian hasilnya dimasukkan ke dalam kuesioner I yang bentuknya memakai skala Likert dengan 5 poin skala yaitu:

Tabel 3.1 Skala Likert yang Dipakai

1- Sangat Tidak Setuju	4-Setuju
2- Tidak Setuju	5-Sangat Setuju
3- Netral	

Tujuan dari kuesioner I ini adalah:

1. Untuk mengetahui apakah seluruh pekerja yang berhubungan dengan pekerjaan perbaikan kabel FO terkait sependapat atau tidak terhadap identifikasi awal segala potensi dan penyebab bahaya pekerjaan. Dalam hal ini, skala Likert yang dipakai adalah *Agreement Scales* karena

tujuannya adalah untuk melihat seberapa banyak responden yang setuju terhadap identifikasi potensi bahaya dan penyebabnya.

2. Menggali lebih dalam potensi bahaya dan penyebab yang mungkin terlewatkan dengan meminta pendapat dari pekerja yang nantinya pendapat tersebut akan didiskusikan lagi dengan tim FMEA.
3. Memvalidasi potensi bahaya pekerjaan dan penyebabnya dari identifikasi awal. Hal ini dikarenakan identifikasi awal hanya berdasarkan tanya jawab, wawancara dan dari tambahan referensi tanpa terjun langsung ke lapangan ataupun mendapatkan gambaran secara terperinci bagaimana teknis pekerjaan itu dilakukan sehingga diperlukan pendapat orang yang telah berpengalaman untuk menilai identifikasi awal yang dilakukan peneliti apakah telah sesuai atau tidak. Pendapat tiap orang tentunya berbeda-beda sehingga pendapat yang diambil adalah pendapat yang mayoritas (setuju atau tidak setuju).

Kuesioner 1 disebarakan kepada pekerja bersangkutan sesuai dengan bidang keahliannya. Hasil dari kuesioner I adalah sebagai berikut:

- **Hasil Kuesioner I Pekerjaan Recovery FO *Figure 8***

Dari hasil kuesioner I yang disebarakan kepada 14 responden yang berpengalaman di pekerjaan perbaikan kabel FO *Figure 8*, jumlah orang yang sangat setuju, setuju, netral, tidak setuju, dan sangat tidak setuju dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Dari hasil kuesioner I, ada satu penyebab bahaya yang tidak diambil untuk pekerjaan perbaikan kabel FO *Figure 8* yaitu ujung kabel tajam. Banyak responden yang menyatakan tidak setuju atas penyebab bahaya itu. Hal itu disebabkan karena pekerja bukan terluka oleh ujung kabel tetapi karena tertusuk oleh *core* yang ada di dalam kabel. Dari hasil kuesioner I juga terdapat beberapa tambahan potensi bahaya dan penyebabnya untuk pekerjaan recovery FO *Figure 8* menurut pendapat responden. Semua pendapat dibahas oleh tim FMEA apakah diterima atau tidak.

Tabel 3.2 Hasil Kuesioner I untuk *Figure 8*

Butir Kuesioner		SS	S	N	TS	STS	SS+S	TS+STS
Pada saat perjalanan menuju lokasi:								
Potensi bahaya :	Tabrakan	2	7	2	3	0	9	3
Penyebab :	1. Driver mengantuk	1	6	4	3	0	7	3
	2. Cuaca buruk sehingga jalur lintasan licin	3	6	3	2	0	9	2
	3. Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	1	6	3	4	0	7	4
	4. Rem blong	1	7	3	1	2	8	3
Pada saat pencarian titik putus core:								
Potensi bahaya :	Terkena laser optik	2	6	1	1	4	8	5
Penyebab :	1. Pekerja melihat sinar laser optik secara langsung	1	10	1	1	1	11	2
	2. Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	0	9	3	1	1	9	2
	3. Kurang koordinasi saat sinar laser optik ditembakkan	0	7	1	4	2	7	6
Pada saat penyambungan dan pengupasan kabel/core:								
Potensi bahaya:	Kontak dengan permukaan tajam	2	11	1	0	0	13	0
Penyebab :	1. Ujung kabel tajam	0	1	4	7	2	1	9
	2. Terpotong pisau	1	10	2	1	0	11	1
Pada saat penarikan dan pemasangan kabel :								
Potensi bahaya :	Kontak dengan permukaan kasar	0	14	0	0	0	14	0
Penyebab :	1. Permukaan kabel kasar	0	7	4	2	1	7	3
Potensi bahaya :	Kontak dengan permukaan tajam	0	14	0	0	0	14	0
	1. Tergores benda tajam di tiang	0	6	5	2	1	6	3

Tabel 3.2 Hasil Kuesioner I untuk *Figure 8* (lanjutan)

Potensi bahaya:	Terbentur sesuatu	2	5	6	1	0	7	1
Penyebabnya :	1. Kabel jatuh dari atas	0	7	7	0	0	7	0
	2. Perkakas/alat kerja jatuh	1	9	4	0	0	10	0
Potensi bahaya :	Terjatuh	2	10	1	1	0	12	1
Penyebabnya :	1. Kelelahan	2	9	2	1	0	11	1
	2. Fondasi tangga kurang kuat	0	10	2	1	1	10	2
	3. Tiang licin	0	9	5	0	0	9	0
	4. Alas sepatu licin	2	5	6	0	1	7	1
Potensi bahaya :	Kontak dengan listrik	3	10	1	0	0	13	0
Penyebabnya :	1. Pemasangan kabel listrik tidak rapi	2	11	1	0	0	13	0
	2. Kabel bersentuhan dengan konektor di tiang	3	11	0	0	0	14	0
	3. Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tiang	3	9	2	0	0	12	0

Tambahan potensi bahaya dan penyebabnya adalah sebagai berikut:

- Pada saat perjalanan menuju lokasi, terdapat tambahan penyebab bahaya untuk potensi bahaya tabrakan yaitu karena ban pecah/kempes dan tidak mematuhi rambu lalu lintas.
- Pada saat pengupasan dan penyambungan kabel/*core*, terdapat tambahan potensi bahaya lain yaitu tertusuk *core*. Penyebab dari tertusuk *core* disebabkan karena tempat pembuangan *core* sudah rusak/hilang/tidak berfungsi dan alat *cleaver* bermasalah

- Pada saat penarikan dan pemasangan kabel, terdapat tambahan penyebab untuk potensi bahaya terbentur yaitu karena aksesoris jatuh dan tangga jatuh.
- **Hasil Kuesioner I Pekerjaan Recovery FO ADSS**

Dari hasil kuesioner I yang disebarakan kepada 10 responden yang berpengalaman di pekerjaan perbaikan kabel FO ADSS , jumlah orang yang sangat setuju, setuju, netral, tidak setuju, dan sangat tidak setuju dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil Kuesioner I untuk ADSS

Butir Kuesioner		SS	S	N	TS	STS	SS+S	TS+S
Pada saat perjalanan menuju lokasi:								
Potensi bahaya :	Tabrakan	2	6	1	1	0	8	1
Penyebab :	1. Driver mengantuk	3	5	1	1	0	8	1
	2. Cuaca buruk sehingga jalur lintasan licin	2	5	3	0	0	7	0
	3. Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	0	5	4	0	1	5	1
	4. Rem blong	0	6	2	0	2	6	2
Pada saat pencarian titik putus core:								
Potensi bahaya :	Terkena laser optik	3	5	0	2	0	8	2
Penyebabnya :	1. Pekerja melihat sinar laser optik secara langsung	0	7	1	2	0	7	2
	2. Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	2	6	1	1	0	8	1
	3. Kurang koordinasi saat sinar laser optik ditembakkan	1	6	0	3	0	7	3
Pada saat pengupasan dan penyambungan kabel/core:								
Potensi bahaya:	Kontak dengan permukaan tajam	3	6	1	0	0	9	0
Penyebab :	1. Ujung kabel tajam	1	1	2	5	1	2	6
	2. Terpotong pisau	1	8	1	0	0	9	0

Tabel 3.3 Hasil Kuesioner I untuk ADSS (lanjutan)

Pada saat penarikan dan pemasangan kabel :								
Potensi bahaya :	Kontak dengan permukaan kasar	2	6	2	0	0	8	0
Penyebab :	1. Permukaan kabel kasar	1	6	3	0	0	7	0
Potensi bahaya :	Kontak dengan permukaan tajam	2	6	2	0	0	8	0
Penyebab :	1. Tergores benda tajam di tower	0	9	1	0	0	9	0
Potensi bahaya:	Terbentur sesuatu	1	7	2	0	0	8	0
Penyebabnya :	1. Kabel jatuh dari atas	2	5	3	0	0	7	0
	2. Perkakas/alat kerja jatuh	2	7	1	0	0	9	0
	3. Pohon tumbang	1	2	2	2	3	3	5
Potensi bahaya :	Terjatuh	4	6	0	0	0	10	0
Penyebabnya :	1. Kelelahan bekerja	1	8	1	0	0	9	0
	2. Kaget terkena induksi listrik	2	8	0	0	0	10	0
	3. Tower licin	2	7	1	0	0	9	0
	4. Alas sepatu licin	1	7	2	0	0	8	0
	5. Salah memakai safety belt	1	6	2	1	0	7	1
Potensi bahaya :	Kontak dengan listrik	3	5	2	0	0	8	0
Penyebabnya :	1. Pemasangan kabel listrik tidak rapi	0	1	3	4	2	1	6
	2. Kabel terkena konduktor sutet	0	2	2	4	2	2	6
	3. Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tower	2	5	3	0	0	7	0
Potensi bahaya :	Serangan hewan liar	0	7	2	1	0	7	1
Penyebabnya :	1. Adanya hewan liar di sekitar lokasi recovery (contoh monyet)	0	5	4	1	0	5	1

Dari hasil kuesioner I, potensi bahaya dan penyebab bahaya untuk pekerjaan perbaikan kabel FO *ADSS* ada 4 butir kuesioner yang tidak disetujui oleh responden. Butir kuesioner yang tidak disetujui beserta alasannya adalah:

1. Ujung kabel tajam (penjelasan sama seperti yang di *Figure 8*)
2. Pohon tumbang

Tower *ADSS* tidak mungkin dibangun di dekat pepohonan karena akan sangat berbahaya jika ada pohon yang tumbang dan mengenai tower. Oleh sebab itu saat dibangun, tower *ADSS* ditempatkan di lokasi khusus yang sudah dibersihkan dari pepohonan.

3. Pemasangan kabel listrik tidak rapi

Pemasangan kabel listrik di tower *ADSS* diawasi ketat oleh pihak manajemen tower sehingga pemasangan kabel listrik juga mesti rapi dan tidak boleh sembarangan. Tidak seperti pemasangan kabel listrik di *figure 8* yang acak-acakan karena kurang ketatnya pengawasan.

4. Kabel terkena konduktor sutet (saluran udara tegangan tinggi)

Kabel optik yang dipasang di tower *ADSS* adalah kabel optik non logam berbeda dengan kabel optik yang dipasang di *Figure 8*. Pemakaian kabel optik non-logam untuk menghindari induksi listrik tinggi di tower *ADSS*. Karena jenis kabel optik non logam maka saat terkena konduktor sutet, arus listrik tidak dihantarkan oleh kabel optik.

Dari hasil kuesioner I juga terdapat beberapa tambahan potensi bahaya dan penyebabnya untuk pekerjaan perbaikan kabel FO *ADSS* menurut pendapat responden. Sama seperti pada *Figure 8*, semua pendapat dibahas oleh tim FMEA apakah diterima atau tidak. Tambahan potensi bahaya dan penyebabnya adalah sebagai berikut:

- Pada saat perjalanan menuju lokasi, terdapat tambahan penyebab bahaya untuk potensi bahaya tabrakan yaitu karena ban pecah/kempes dan tidak mematuhi rambu lalu lintas.
- Pada saat pengupasan dan penyambungan kabel/*core*, terdapat tambahan potensi bahaya lain yaitu tertusuk *core*. Penyebab dari tertusuk *core* disebabkan karena tempat pembuangan *core* sudah rusak/hilang/tidak berfungsi dan alat *cleaver* bermasalah.

Pada saat penarikan dan pemasangan kabel, terdapat tambahan penyebab untuk potensi bahaya terbentur yaitu karena aksesoris berat jatuh.

- **Hasil Kuesioner I Pekerjaan Recovery FO *Underground***

Dari hasil kuesioner I yang disebarakan kepada 12 responden yang berpengalaman di pekerjaan *recovery Underground*, jumlah orang yang sangat setuju, setuju, netral, tidak setuju, dan sangat tidak setuju dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Dari hasil kuesioner I, ada satu penyebab bahaya yang tidak diambil untuk pekerjaan perbaikan kabel FO *Underground* yaitu ujung kabel tajam. Sedangkan tambahan potensi bahaya dan penyebabnya untuk pekerjaan recovery FO *Underground* adalah sebagai berikut:

- Pada saat perjalanan menuju lokasi, terdapat tambahan penyebab bahaya untuk potensi bahaya tabrakan yaitu karena ban pecah/kempes dan tidak mematuhi rambu lalu lintas.
- Pada saat pencarian titik putus *core*, terdapat tambahan penyebab bahaya untuk potensi bahaya terjepit yaitu karena lubang *manhole* berat.
- Pada saat pengupasan dan penyambungan kabel/*core*, terdapat tambahan potensi bahaya lain yaitu tertusuk *core*. Penyebab dari tertusuk *core* disebabkan karena tempat pembuangan *core* sudah rusak/hilang/tidak berfungsi dan alat *cleaver* bermasalah.
- Pada saat pengeboran dan penggalian jalan, terdapat tambahan penyebab untuk beberapa potensi bahaya yaitu:
 - Untuk potensi bahaya kontak dengan kendaraan, tambahan penyebabnya bisa karena pekerja menyeberang dengan sembarangan.
 - Untuk potensi bahaya kontak dengan listrik, tambahan penyebabnya bisa karena pekerja tidak sengaja mencangkul kabel listrik PLN.
- Pada saat penarikan dan pemasangan kabel, terdapat tambahan penyebab untuk potensi bahaya terbentur yaitu karena aksesoris berat jatuh dan pipa jatuh.

Tabel 3.4 Hasil Kuesioner I untuk *Underground*

Butir Kuesioner		SS	S	N	TS	STS	SS+S	TS+S
Pada saat perjalanan menuju lokasi:								
Potensi bahaya :	Tabrakan	1	8	1	1	1	9	2
Penyebab :	1. Driver mengantuk	1	7	2	2	0	8	2
	2. Cuaca buruk sehingga jalur lintasan licin	1	6	5	0	0	7	0
	3. Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	0	6	4	0	2	6	2
	4. Rem blong	0	7	0	1	4	7	5
Pada saat pencarian titik putus core:								
Potensi bahaya :	Terjepit	1	8	2	1	0	9	1
Penyebabnya :	1. Lubang manhole sempit	1	6	5	0	0	7	0
Potensi bahaya :	Terkena sinar optik	2	5	2	2	1	7	3
Penyebabnya :	1. Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	2	7	0	1	2	9	3
	2. Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	0	8	2	1	1	8	2
	3. Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	1	6	1	3	1	7	4
Pada saat pengeboran dan pencangkulan jalan:								
Potensi bahaya:	Kontak dengan kendaraan	0	11	1	0	0	11	0
Penyebab :	1. Tanda konstruksi tidak ada	1	9	2	0	0	10	0
	2. Tanda konstruksi tidak kelihatan	0	8	2	2	0	8	2
Potensi bahaya:	Kebisingan	1	7	4	0	0	8	0
Penyebab :	1. Suara bor	0	4	5	2	1	4	3
	2. Klakson kendaraan	1	5	6	0	0	6	0
Potensi bahaya:	Kontak dengan listrik	1	10	0	1	0	11	1

Tabel 3.4 Hasil Kuesioner I untuk *Underground* (lanjutan)

Penyebab :	1. Pekerja tidak sengaja mengebor kabel listrik PLN	2	9	1	0	0	11	0
	2. Patokan petunjuk penanaman kabel power hilang	2	6	2	2	0	8	2
Potensi bahaya:	Kontak dengan alat berat	1	8	2	1	0	9	1
Penyebab:	1. Alat kerja sudah rusak	1	10	0	1	0	11	1
Potensi bahaya:	Kontak dengan pipa	1	9	1	0	1	10	1
Penyebab :	1. Pekerja tidak sengaja mengebor pipa gas	1	7	2	1	1	8	2
	2. Pekerja tidak sengaja mengebor pipa air	2	6	3	0	1	8	1
Pada saat pengupasan dan penyambungan kabel/core:								
Potensi bahaya:	Kontak dengan permukaan tajam	0	11	1	0	0	11	0
Penyebab :	1. Ujung kabel tajam	1	2	3	4	2	3	6
	2. Terpotong pisau	1	9	1	1	0	10	1
Pada saat penarikan dan pemasangan kabel :								
Potensi bahaya :	Kontak dengan permukaan kasar	2	8	1	1	0	10	1
Penyebab :	1. Permukaan kabel kasar	2	5	2	3	0	7	3
Potensi bahaya :	Kontak dengan permukaan tajam	2	8	1	1	0	10	1
Penyebab :	1. Batu-batuan tajam di dalam tanah	1	10	0	1	0	11	1
Potensi bahaya :	Terbentur	1	8	2	1	0	9	1
Penyebab :	1. Kabel jatuh dari atas	0	7	2	3	0	7	3
	2. Perkakas/alat kerja jatuh	1	6	2	3	0	7	3
Potensi bahaya :	Terjatuh	2	8	1	0	1	10	1
Penyebabnya:	1. Alas sepatu licin	1	7	1	2	1	8	3

Tabel 3.4 Hasil Kuesioner I untuk *Underground* (lanjutan)

Potensi bahaya :	Tertimbun	0	8	4	0	0	8	0
Penyebabnya :	1. Tanah longsor	1	8	3	0	0	9	0
Potensi bahaya :	Kemasukan partikel	1	9	2	0	0	10	0
Penyebabnya :	1. Debu aspal yang berterbangan	2	8	2	0	0	10	0
	2. Asap kendaraan bermotor	2	8	2	0	0	10	0

3.2.3. FMEA

Sebelum membuat tabel FMEA untuk pekerjaan *recovery FO Figure 8, ADSS, dan Underground*, dibuat terlebih dahulu diagram CFME (Cause Failure Mode Effect) dari hasil kuesioner I untuk melihat akar permasalahannya. Dalam menentukan bobot *Severity, Occurence, dan Detectability* dibentuk tim FMEA yang terdiri dari:

Tabel 3.5 Tim FMEA

Nama	Jabatan	Pengalaman Kerja
Bapak Junaidi	Koordinator Proyek	10 tahun
Bapak Rahman	Koordinator Lapangan	4 tahun

Untuk moderator, peneliti dibantu oleh Bapak Berry, jabatan *Business & Development* PT MSA. Penentuan bobot *Severity* mengacu pada Tabel 2.2, penentuan bobot *Occurence* mengacu pada Tabel 2.3, dan untuk penentuan bobot *Detectability* mengacu pada Tabel 2.4.

- FMEA untuk *Figure 8*

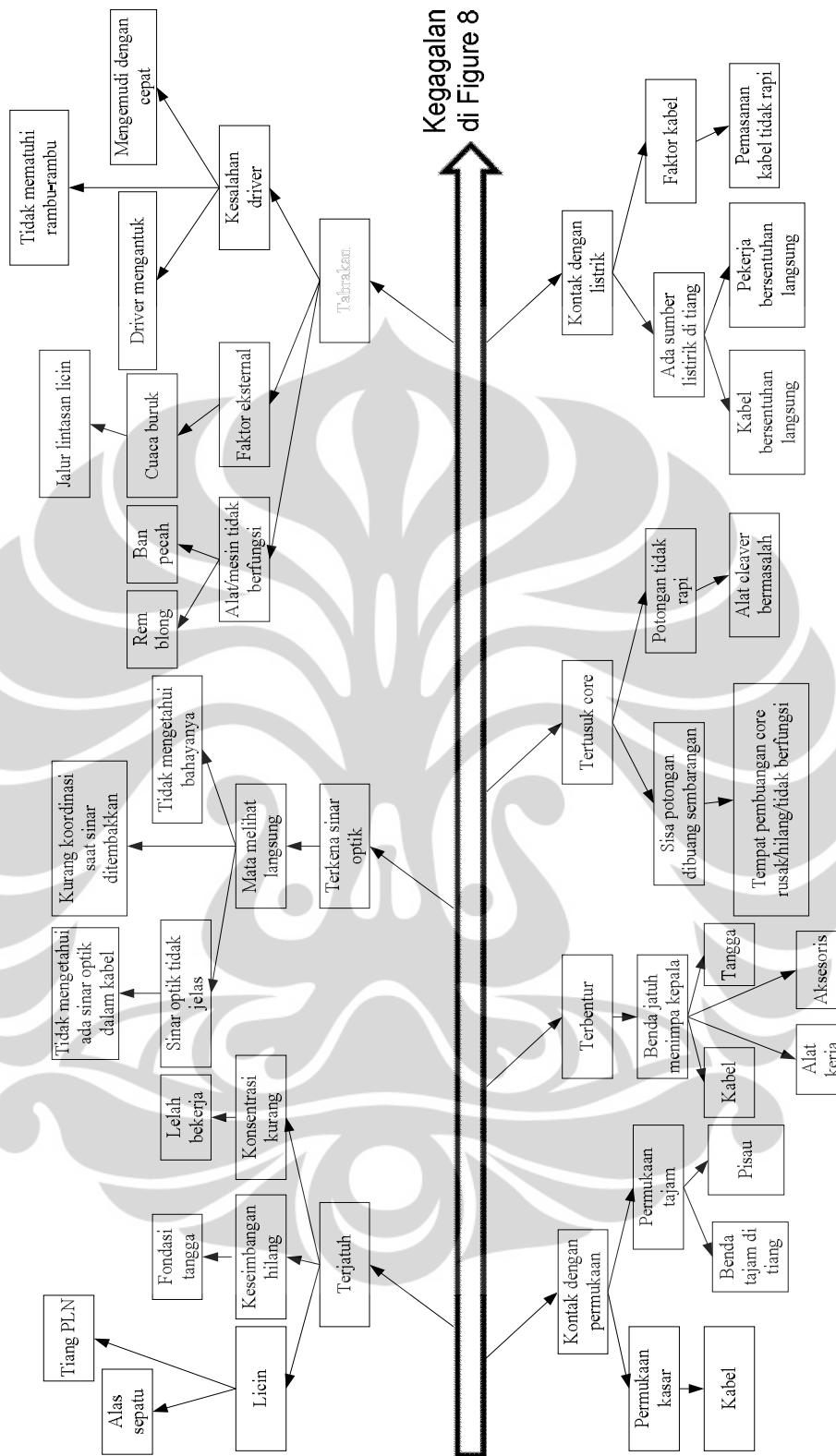
Tabel FMEA untuk *Figure 8* dapat dilihat pada Lampiran 2, sedangkan untuk CFME *Figure 8* dapat dilihat pada Gambar 3.7

- FMEA untuk *ADSS*

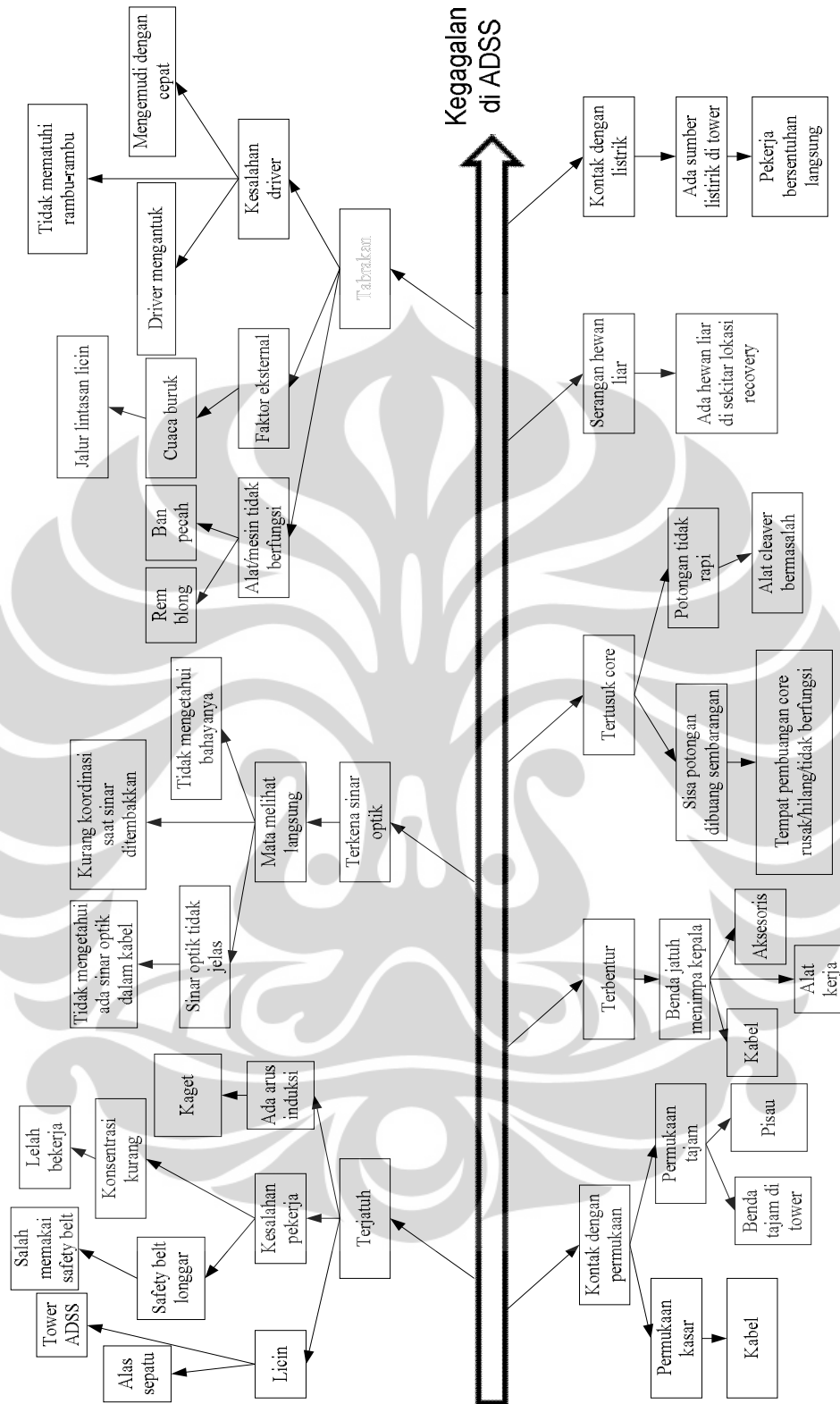
Tabel FMEA untuk *ADSS* dapat dilihat pada Lampiran 3. Sedangkan untuk CFME *ADSS* dapat dilihat pada Gambar 3.8

- FMEA untuk *Underground*

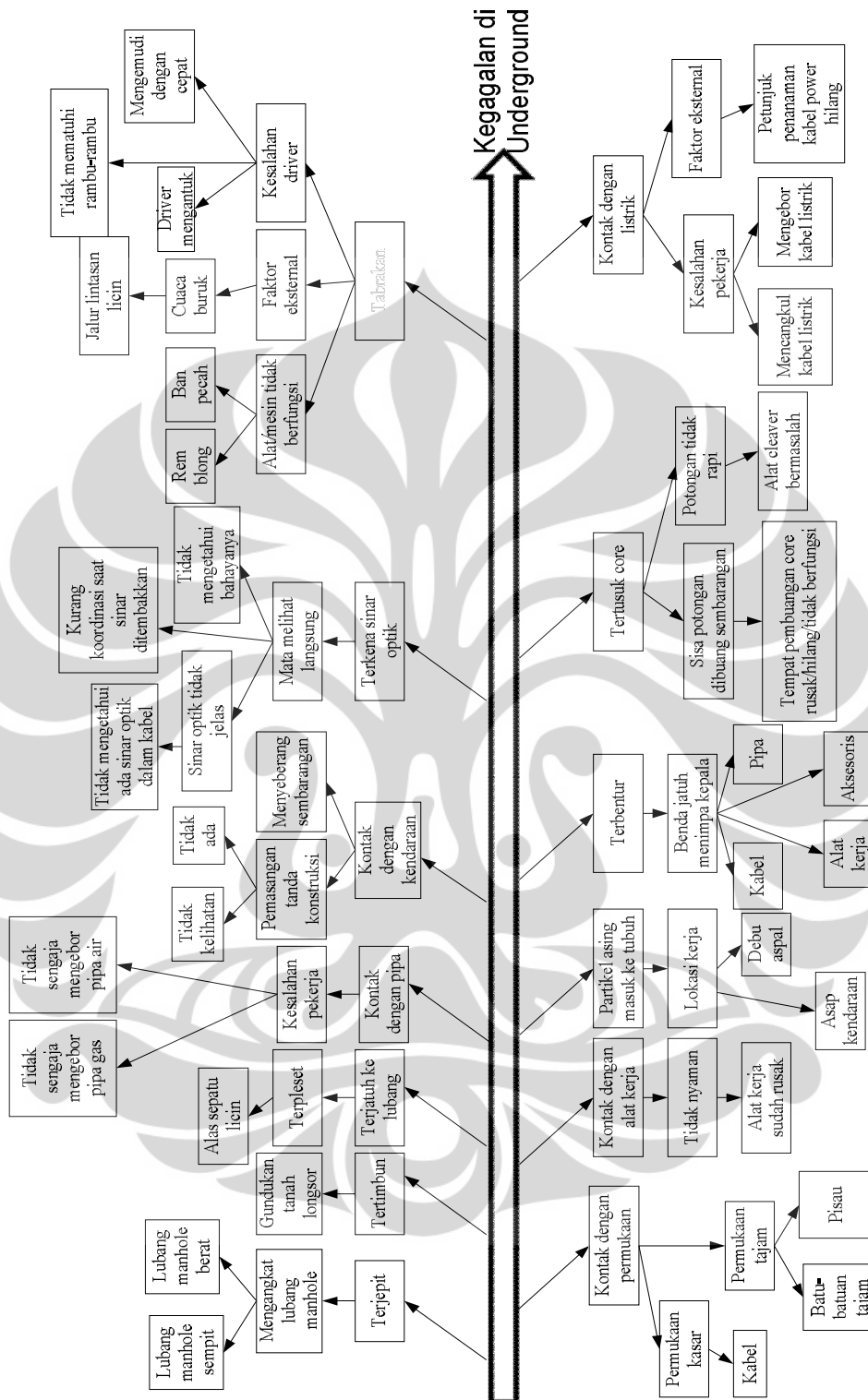
Tabel FMEA untuk *Underground* dapat dilihat pada Lampiran 4. Sedangkan untuk CFME *Underground* dapat dilihat pada Gambar 3.9



Gambar 3.7 CFME Figure 8



Gambar 3.8 CFME ADSS



Gambar 3.9 CFME Underground

3.2.4. Kuesioner II : Uji Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria

Penentuan bobot dalam penelitian dilakukan dengan cara melakukan uji perbandingan berpasangan di antara 4 kriteria dengan menyebarkan kuesioner II dimana respondennya adalah 2 direktur utama PT MSA. Direktur utama dipilih sebagai responden karena mereka yang menangani manajemen di dalam suatu perusahaan dan berkepentingan di dalam segala proses manajemen termasuk di dalamnya manajemen risiko. Keempat kriteria yang akan dilakukan uji perbandingan berpasangan adalah:

1. *Severity* (tingkat keparahan)
2. *Occurence* (probabilitas kejadian)
3. *Detectability* (deteksi aktual)
4. *Expected cost* (perkiraan biaya)

Kuesioner II dapat dilihat pada Lampiran 5. Skala pengukuran yang dipakai adalah skala rasio pengukuran Saaty (skala 1 sampai 9) yang dapat dilihat pada Tabel 2.4. Hasil uji perbandingan berpasangan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Responden I , jabatan Direktur Utama PT MSA

Hasil uji perbandingan berpasangan kriteria untuk responden I dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Hasil Kuesioner II untuk Responden I

Severity	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Occurrence
Severity	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Detectability
Severity	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Exp. Cost
Occurrence	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Detectability
Occurrence	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Exp. Cost
Detectability	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Exp. Cost

- Responden II , jabatan Direktur Utama PT MSA

Hasil uji perbandingan berpasangan kriteria untuk responden I dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Hasil Kuesioner II untuk Responden II

Severity	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Occurrence
Severity	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Detectability
Severity	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Exp. Cost
Occurrence	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Detectability
Occurrence	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Exp. Cost
Detectability	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Exp. Cost

3.2.5. Kuesioner III : Uji Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Perkiraan Biaya

Dalam penelitian ini, perkiraan biaya dilihat dari biaya yang harus dikeluarkan sebagai ganti rugi kepada pekerja yang mengalami kecelakaan kerja (biaya rumah sakit, biaya meninggal, dan lain-lain) ditambah dengan biaya materi yang rusak (alat kerja, kendaraan, properti orang lain, dan lain-lain). Perbandingan berpasangan untuk perkiraan biaya dilakukan dengan menyebarkan kuesioner III yang respondennya adalah Bapak Junaidi yang merupakan ahli di dalam perbaikan FO untuk *Figure 8*, *ADSS*, dan *Underground*. dengan pengalaman kerja yang sudah lama. Responden pada kuesioner III cuma satu karena tidak ada yang pekerja di PT MSA yang sangat berpengalaman di ketiga bidang perbaikan kabel FO sekaligus seperti Bapak Junaidi.

- Hasil Kuesioner III untuk *Figure 8*

Uji perbandingan berpasangan untuk perkiraan biaya seperti yang dilakukan oleh Braglia (2000, hal 11) tidak dapat dipasangkan dan dibandingkan secara langsung oleh peneliti karena jumlah variabel yang akan dipasangkan lebih dari 15. Karena tidak dapat langsung dipasangkan ke 25 variabel tersebut, maka peneliti memecah variabel tersebut ke dalam 5 kelompok cedera yang pengelompokannya berdasarkan Badan Standarisasi Nasional, SNI 13-6618-2001 (p. 5) yaitu:

1. Cedera Pertolongan Pertama

Cedera ringan yang cukup mendapat perawatan dari petugas Pertolongan Pertama (PPPK) di lokasi kerja oleh jururawat di rumah sakit/klinik yang tidak memerlukan perawatan dokter.

2. Cedera Rawat Medis

Cedera akibat kerja yang tingkat keparahannya memerlukan perawatan dokter atau jururawat dibawah pengawasan dokter atau memerlukan perawatan melebihi kemampuan petugas PPPK dan dikirim ke rumah sakit/klinik (misalnya memerlukan jahitan atau X-ray dan lain-lain).

3. Cedera Hilang Waktu Kerja

Semua cedera akibat kecelakaan yang mengakibatkan korban tidak mampu melakukan tugas semula pada giliran kerja berikutnya berdasarkan keterangan dari dokter yang ditunjuk oleh perusahaan.

4. Cacat tetap

Cedera yang bukan berakibat mati tetapi berakibat ketidakmampuan tetap atau berkurangnya maupun kehilangan sebagian atau seluruh fungsi pada bagian tubuh tertentu (seperti sebelah/kedua mata, tangan/lengan, kaki) dan amputasi serta dislokasi.

5. Mati

Kematian yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja yang tidak tergantung pada saat kejadian atau kapanpun tetapi akibat meningkatnya keparahan cedera akibat kecelakaan.

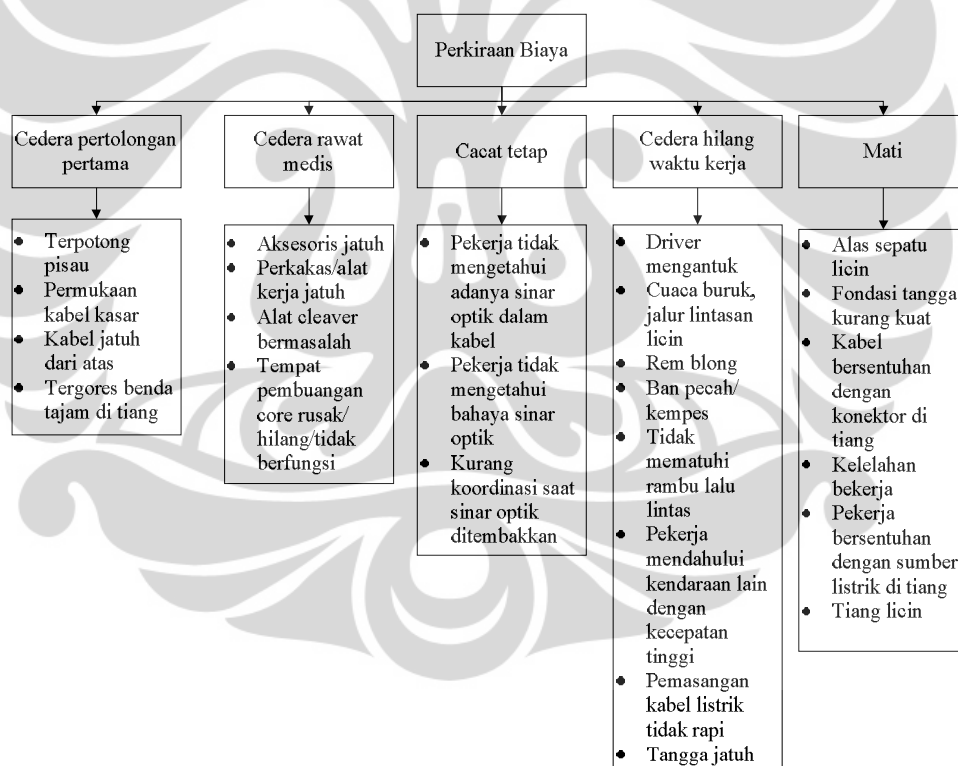
Jumlah variabel yang akan dipasangkan merupakan variabel penyebab kegagalan pekerjaan recovery FO *Figure 8* yang totalnya ada 25 variabel yaitu:

1. Aksesoris jatuh
2. Alas sepatu licin
3. Alat cleaver bermasalah
4. Ban pecah/kempes
5. Cuaca buruk, jalur lintasan licin
6. Driver mengantuk
7. Fondasi tangga kurang kuat
8. Kabel bersentuhan dengan konektor di tiang
9. Kabel jatuh dari atas
10. Kelelahan bekerja
11. Kurang koordinasi sat sinar optik ditembakkan
12. Pekerja bersentuhan dengan konektor di tiang
13. Pekerja mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi

14. Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel
15. Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik
16. Pemasangan kabel listrik tidak rapi
17. Perkakas/alat kerja jatuh
18. Permukaan kabel kasar
19. Rem blong
20. Tangga jatuh
21. Tempat pembuangan *core* rusak/hilang/tidak berfungsi
22. Tergores benda tajam di tiang
23. Terpotong pisau
24. Tiang licin
25. Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas

Struktur hierarki perkiraan biaya untuk *Figure 8* dapat dilihat pada gambar

3.10.



Gambar 3.10 Struktur Hierarki Perkiraan Biaya *Figure 8*

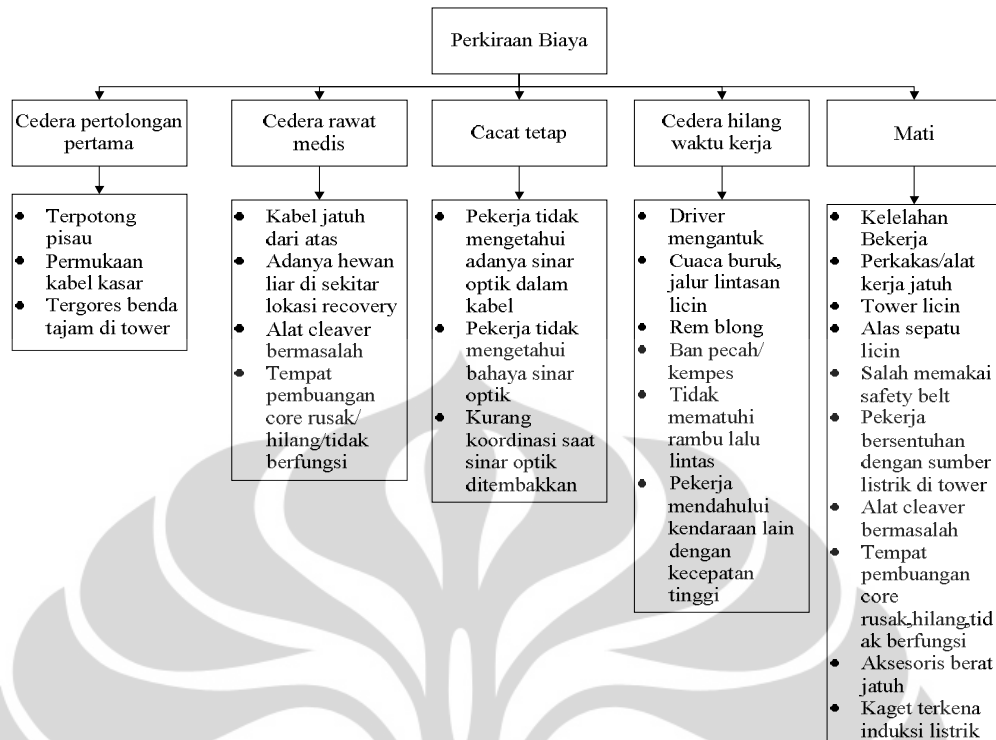
Hasil kuesioner III untuk uji perbandingan berpasangan kriteria perkiraan biaya pada *Figure 8* dapat dilihat pada Lampiran 6.

- Hasil Kuesioner III untuk *ADSS*

Variabel yang akan dipasangkan untuk perkiraan biaya *ADSS* berjumlah 24 yaitu:

1. Adanya hewan liar di sekitar lokasi recovery
2. Aksesoris berat jatuh
3. Alas sepatu licin
4. Alat cleaver bermasalah
5. Ban pecah/kempes
6. Cuaca buruk, jalur lintasan licin
7. Driver mengantuk
8. Kabel jatuh dari atas
9. Kaget terkena induksi listrik
10. Kelelahan bekerja
11. Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan
12. Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tower
13. Pekerja mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi
14. Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel
15. Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik
16. Perkakas/alat kerja jatuh
17. Permukaan kabel kasar
18. Rem blong
19. Salah memakai safety belt
20. Tempat pembuangan *core* rusak, hilang, tidak berfungsi
21. Tergores benda tajam di tiang
22. Terpotong pisau
23. Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas
24. Tower licin

Struktur hierarki perkiraan biaya untuk *ADSS* dapat dilihat pada gambar 3.11 sedangkan data perbandingan berpasangan untuk kriteria perkiraan biaya di *ADSS* dapat dilihat pada Lampiran 7.



Gambar 3.11 Struktur Hierarki Perkiraan Biaya ADSS

- Hasil Kuesioner III untuk *Underground*

Variabel yang akan dipasangkan untuk perkiraan biaya *Underground* berjumlah 35 buah yaitu:

1. Aksesoris berat jatuh
2. Alas sepatu licin
3. Alat cleaver bermasalah
4. Alat kerja sudah rusak
5. Asap kendaraan bermotor
6. Ban pecah/kempes
7. Batu-batuan tajam di tanah
8. Cuaca buruk, jalur lintasan licin
9. Debu aspal berterbangan
10. Driver mengantuk
11. Gundukan tanah longsor
12. Kabel jatuh dari atas
13. Klakson kendaraan

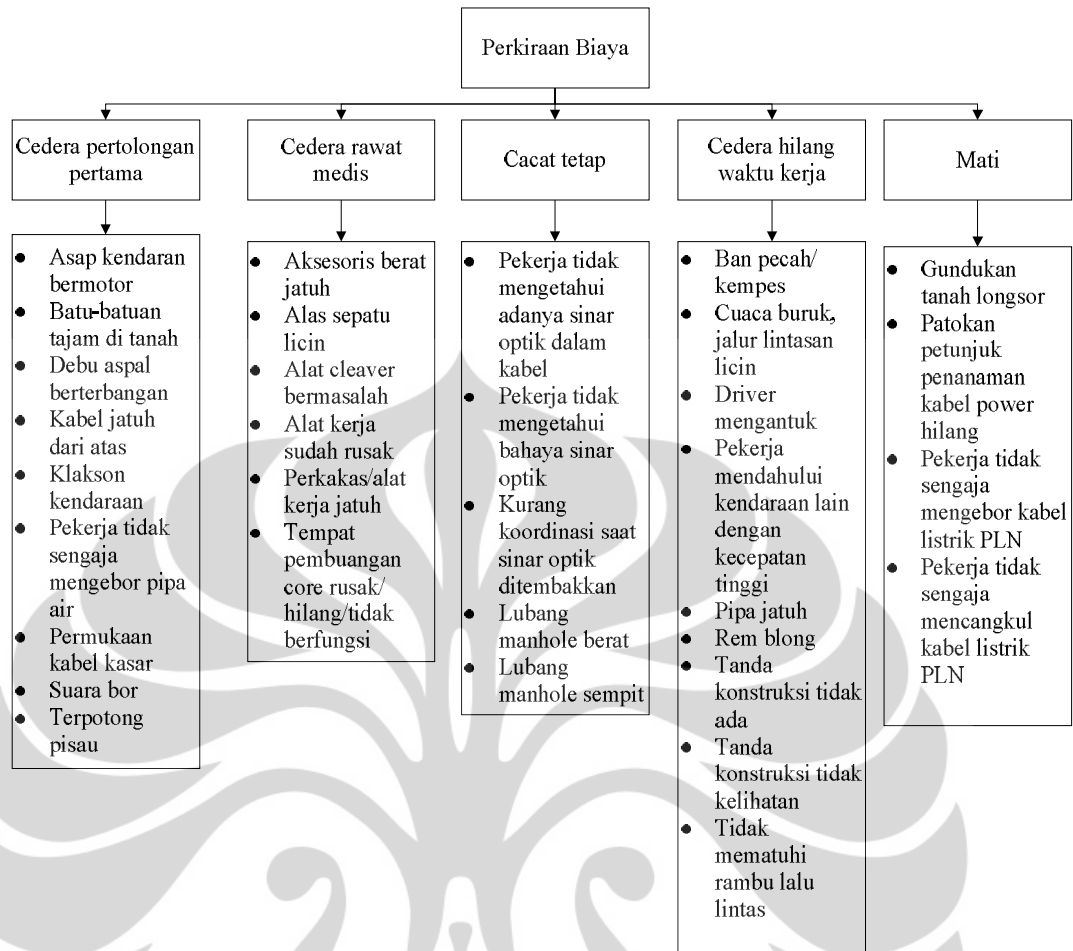
14. Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan
15. Lubang manhole berat
16. Lubang manhole sempit
17. Patokan petunjuk penanaman kabel power hilang
18. Pekerja melihat sinar optik secara langsung
19. Pekerja mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi
20. Pekerja menyeberang dengan sembarangan
21. Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel
22. Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik
23. Pekerja tidak sengaja mengebor kabel listrik PLN
24. Pekerja tidak sengaja mengebor pipa air
25. Pekerja tidak sengaja mencangkul kabel listrik PLN
26. Perkakas/alat kerja jatuh
27. Permukaan kabel kasar
28. Pipa jatuh
29. Rem blong
30. Suara bor
31. Tanda konstruksi tidak ada
32. Tanda konstruksi tidak kelihatan
33. Tempat pembuangan *core* rusak/hilang/tidak berfungsi
34. Terpotong pisau
35. Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas

Struktur hierarki perkiraan biaya untuk *Underground* dapat dilihat pada gambar 3.12. Sedangkan data perbandingan berpasangan untuk kriteria perkiraan biaya di *Underground* dapat dilihat pada Lampiran 8.

3.3. . Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini dibagi ke dalam 3 bagian besar yaitu:

- a. Pengolahan dengan FMEA dengan menggunakan Ms. Excel 2007.
- b. Pengolahan dengan AHP dengan menggunakan Expert Choice 11.
- c. Pengolahan dengan MAFMA dengan menggunakan Ms. Excel 2007.



Gambar 3.12 Struktur Hierarki Perkiraan Biaya *Underground*

3.3.1. Pengolahan FMEA

Setelah menetapkan ranking untuk masing-masing kriteria *Severity*, *Occurrence*, dan *Detectability*, nilai RPN (*Risk Priority Number*) kemudian dapat dihitung dengan cara mengalikan $S \times O \times D$. Hasil perkalian RPN untuk *Figure 8*, *ADSS*, dan *Underground* dapat dilihat pada tabel FMEA-nya di Lampiran.

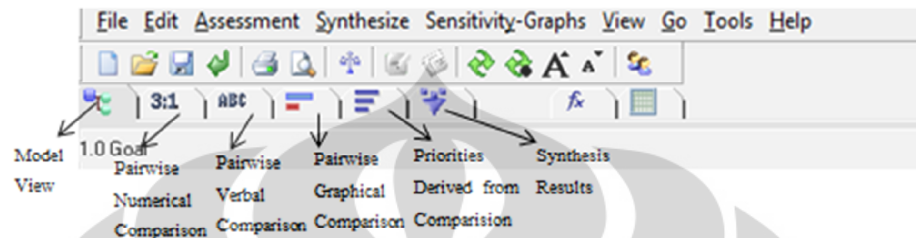
Total RPN untuk tiap-tiap pekerjaan *recovery* kabel FO adalah sebagai berikut:

Tabel 3.8 Total Hasil Perkalian RPN

Pekerjaan <i>recovery</i> kabel FO	Total RPN
<i>Figure 8</i>	3230
<i>ADSS</i>	3635
<i>Underground</i>	3328

3.3.2. Pengolahan AHP

Pengolahan AHP dilakukan dengan memakai perangkat lunak Expert Choice 11. Dengan menggunakan Expert Choice 11, perhitungan prioritas dan konsistensi hasil uji perbandingan berpasangan menjadi sangat mudah. Bagian utama dari Expert Choice dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Menu utama pada Expert Choice 11

- Model View*

Struktur hierarki dari suatu model dibuat di bagian *Model View*. Tujuan (*goal*), kriteria, subkriteria, dan alternatif disusun secara hierarki di sini. Setelah struktur hierarki model telah dibuat, uji perbandingan berpasangan dapat dilakukan.
- Pairwise Comparison*

Pengisian perbandingan berpasangan dapat dilakukan pada bagian *Pairwise Numerical Comparison*, *Pairwise Verbal Comparison*, dan *Pairwise Graphical Comparison*. Jika perbandingannya menggunakan skala (ada skala 1-9) dapat dilakukan di “*Pairwise Numerical Comparison*”. Jika perbandingannya menggunakan kata-kata (*equal* sampai *extreme*) dapat dilakukan di “*Pairwise Verbal Comparison*”. Jika perbandingannya menggunakan grafik, dapat dilakukan di “*Pairwise Graphical Comparison*”.
- Priorities Derived from Comparison*

Melalui menu ini, prioritas dari hasil uji perbandingan berpasangan dan nilai inkonsistensinya akan secara otomatis terhitung. Namun perlu diperhatikan bahwa prioritas dan nilai inkonsistensi yang dihitung adalah prioritas dan inkonsistensi lokal (dalam satu kriteria yang sama atau subkriteria yang sama).

- *Synthesis Results*

Untuk menghitung prioritas dan nilai inkonsistensi global dapat melalui menu “Synthesis Results”.

3.3.3. Pengolahan Kuesioner II-Uji Perbandingan Berpasangan antar Kriteria

- Bobot kriteria menurut responden pertama



Gambar 3.14 Bobot Kriteria Responden I

Karena inkonsistensi ≤ 0.1 maka hasil uji perbandingan berpasangan dikatakan konsisten dan dapat diterima.

- Bobot kriteria menurut responden kedua



Gambar 3.15 Bobot Kriteria Responden II

Karena inkonsistensi ≤ 0.1 maka hasil uji perbandingan berpasangan dikatakan konsisten dan dapat diterima.

- Bobot Kriteria Hasil *Geometric Mean*

Hasil uji perbandingan berpasangan sebelum diolah ke dalam *Expert Choice* perlu dirata-ratakan dulu hasil perbandingan berpasangan responden pertama dengan kedua dengan persamaan *Geometric Mean* yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Hasil Geometric Mean

	Responden I	Responden II	Geometric Mean	
<i>severity</i>	5	1	2.24	occurrence
<i>severity</i>	7	6	6.48	<i>detectability</i>
<i>severity</i>	4	1	2	<i>expected cost</i>
occurrence	3	2	2.45	<i>detectability</i>
occurrence	0.3 (3)	0.25 (4)	0.27 (3.65)	<i>expected cost</i>
<i>detectability</i>	0.2 (5)	0.25 (4)	0.22(4.47)	<i>expected cost</i>
Inconsistency	0.07	0.09	0.05	

Bobot prioritas tiap kriteria dari hasil *geometric mean* adalah sebagai berikut :



Gambar 3.16 Bobot Kriteria Hasil Rataan Geometric

Karena inkonsistensi yang didapat adalah 0.05 dan di bawah 0.1 maka data dikatakan konsisten dan dapat diterima. Bobot prioritas kriteria pada Gambar 3.16 merupakan bobot kriteria yang akan dimasukkan ke dalam pengolahan MAFMA.

3.3.4. Pengolahan Kuesioner III- Uji Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Perkiraan Biaya

- Perkiraan Biaya untuk Penyebab Kegagalan di *Figure 8*

Prioritas perkiraan biaya untuk penyebab kegagalan di *Figure 8* yang akan diambil untuk diolah di MAFMA adalah yang berada di kolom *global priority*. Dilihat dari inkonsistensi tiap uji perbandingan berpasangan ≤ 0.1 maka hasil uji perbandingan berpasangan yang dilakukan dikatakan konsisten dan dapat diterima. Hasil uji perbandingan berpasangan pada kriteria perkiraan biaya untuk penyebab bahaya di *Figure 8* dapat dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Prioritas Perkiraan biaya untuk Penyebab Kegagalan di *Figure 8*

Kelompok Cedera	Prioritas	Penyebab Kegagalan	Local Priority	Global Priority
Cedera pertolongan pertama	0.042	Terpotong pisau	0.338	0.014
		Permukaan kabel kasar	0.084	0.004
		Kabel jatuh dari atas	0.200	0.008
		Tergores benda tajam di tiang	0.379	0.016
Inkonsistensi = 0.02				
Cacat tetap	0.125	Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	0.333	0.042
		Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	0.333	0.042
		Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	0.333	0.042
Inkonsistensi = 0				
Cedera hilang waktu kerja	0.259	Driver mengantuk	0.780	0.202
		Cuaca buruk, jalur lintasan licin	0.103	0.027
		Rem blong	0.143	0.037
		Ban pecah/kempes	0.094	0.024
		Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	0.156	0.040
		Pemasangan kabel listrik tidak rapi	0.147	0.038
		Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	0.156	0.040
		Tangga jatuh	0.123	0.032
Inkonsistensi = 0.02				
Cedera rawat medis	0.069	Perkakas/alat kerja jatuh	0.263	0.018
		Aksesoris jatuh	0.455	0.031
		Alat cleaver bermasalah	0.141	0.010
		Tempat pembuangan <i>core</i> rusak/hilang/tidak berfungsi	0.141	0.010
Inkonsistensi = 0.0039				
Mati	0.506	Kelelahan bekerja	0.141	0.071
		Fondasi tangga kurang kuat	0.125	0.063
		Tiang licin	0.125	0.063
		Alas sepatu licin	0.125	0.063
		Kabel bersentuhan dengan konektor di tiang	0.203	0.103
		Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tiang	0.282	0.143
Inkonsistensi = 0.01				
Inkonsistensi antar kelompok cedera = 0.03				
Total inkonsistensi model = 0.02				

- Perkiraan Biaya untuk Penyebab Kegagalan di *ADSS*

Prioritas perkiraan biaya untuk penyebab kegagalan di *ADSS* yang akan diambil untuk diolah di MAFMA adalah yang berada di kolom *global priority*. Dilihat dari inkonsistensi tiap uji perbandingan berpasangan ≤ 0.1 maka hasil uji perbandingan berpasangan yang dilakukan dikatakan konsisten dan dapat diterima. Hasil uji perbandingan berpasangan pada kriteria perkiraan biaya untuk penyebab bahaya di *ADSS* dapat dilihat pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Prioritas Perkiraan biaya untuk Penyebab Kegagalan di ADSS

Kelompok Cedera	Prioritas	Penyebab Kegagalan	Local Priority	Global Priority
Cedera pertolongan pertama	0.042	Terpotong pisau	0.458	0.019
		Permukaan kabel kasar	0.126	0.005
		Kabel jatuh dari atas	0.416	0.017
Inkonsistensi = 0.00877				
Cacat tetap	0.125	Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	0.333	0.042
		Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	0.333	0.042
		Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	0.333	0.042
Inkonsistensi = 0				
Cedera hilang waktu kerja	0.259	Driver mengantuk	0.183	0.047
		Cuaca buruk, jalur lintasan licin	0.116	0.030
		Rem blong	0.126	0.033
		Ban pecah/kempes	0.130	0.034
		Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	0.223	0.058
		Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	0.223	0.058
Inkonsistensi = 0.03				
Cedera rawat medis	0.069	Kabel jatuh dari atas	0.131	0.009
		Adanya hewan liar di sekitar lokasi recovery	0.110	0.008
		Alat cleaver bermasalah	0.354	0.024
		Tempat pembuangan <i>core</i> rusak/hilang/tidak berfungsi	0.354	0.024
Inkonsistensi = 0.00776				
Mati	0.506	Kelelahan bekerja	0.117	0.059
		Perkakas/alat kerja jatuh	0.061	0.031
		Tower licin	0.117	0.059
		Alas sepatu licin	0.112	0.057
		Salah memakai safety belt	0.117	0.059
		Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tower	0.241	0.122
		Aksesoris berat jatuh	0.117	0.059
		Kaget terkena induksi listrik	0.117	0.059
Inkonsistensi = 0.00276				
Inkonsistensi antar kelompok cedera = 0.03				
Total inkonsistensi model = 0.02				

- Perkiraan Biaya untuk Penyebab Kegagalan di *Underground*

Prioritas perkiraan biaya untuk penyebab kegagalan di ADSS yang akan diambil untuk diolah di MAFMA adalah yang berada di kolom *global priority*. Dilihat dari inkonsistensi tiap uji perbandingan berpasangan ≤ 0.1 maka hasil uji perbandingan berpasangan yang dilakukan dikatakan konsisten dan dapat diterima. Hasil uji perbandingan berpasangan pada kriteria perkiraan biaya untuk penyebab bahaya di *Underground* dapat dilihat pada Tabel 3.12.

Tabel 3.12 Prioritas Perkiraan biaya untuk Penyebab Kegagalan di *Underground*

Kelompok Cedera	Prioritas	Penyebab Kegagalan	Local Priority	Global Priority
Cedera pertolongan pertama	0.042	Terpotong pisau	0.196	0.008
		Permukaan kabel kasar	0.077	0.003
		Kabel jatuh dari atas	0.130	0.005
		Suara bor	0.030	0.001
		Klakson kendaraan	0.035	0.001
		Batu-batuan tajam di tanah	0.059	0.002
		Debu aspal berterbangan	0.031	0.001
		Asap kendaraan bermotor	0.031	0.001
		Pekerja tidak sengaja mengebor pipa air	0.411	0.017
Inkonsistensi = 0.04				
Cacat tetap	0.125	Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	0.106	0.013
		Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	0.106	0.013
		Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	0.106	0.013
		Lubang manhole sempit	0.177	0.022
		Lubang manhole berat	0.177	0.022
		Pekerja tidak sengaja mengebor pipa gas	0.327	0.041
Inkonsistensi = 0.03				
Cedera hilang waktu kerja	0.259	Driver mengantuk	0.071	0.018
		Cuaca buruk, jalur lintasan licin	0.071	0.018
		Rem blong	0.076	0.020
		Ban pecah/kempes	0.096	0.025
		Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	0.169	0.044
		Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	0.138	0.036
		Tanda konstruksi tidak ada	0.076	0.020
		Tanda konstruksi tidak kelihatan	0.091	0.024
		Pekerja menyeberang dengan sembarangan	0.129	0.033
		Pipa jatuh	0.082	0.021
Inkonsistensi = 0.02				
Cedera rawat medis	0.069	Perkakas/alat kerja jatuh	0.161	0.011
		Aksesoris jatuh	0.301	0.021
		Alas sepatu licin	0.127	0.009
		Alat kerja sudah rusak	0.132	0.009
		Alat cleaver bermasalah	0.140	0.010
		Tempat pembuangan <i>core</i> rusak/hilang/tidak berfungsi	0.140	0.010
Inkonsistensi = 0.01				
Mati	0.506	Pekerja tidak sengaja mengebor kabel listrik PLN	0.300	0.152
		Pekerja tidak sengaja mencangkul kabel listrik PLN	0.300	0.152
		Patokan petunjuk penanaman kabel power hilang	0.300	0.152
		Gundukan tanah longsor	0.100	0.051
Inkonsistensi = 0				
Inkonsistensi antar kelompok cedera = 0.03			Total inkonsistensi model = 0.02	

3.3.5. Pengolahan MAFMA

Pengolahan dengan MAFMA dimulai dari mencari *local priority Severity*, *Occurrence*, dan *Detectability* (persamaan 2.5 sampai 2.7). Setelah itu dengan memakai persamaan 2.8 sampai 2.11 akan didapatkan *global priority*-nya. Terakhir, level risiko dapat dicari dengan persamaan 2.12.

- Level Risiko untuk Penyebab Bahaya di *Figure 8*

Tabel 3.13 menunjukkan level risiko untuk penyebab kegagalan di *Figure 8*. “S” menunjukkan kriteria *severity*, “O” menunjukkan kriteria *occurrence*, “D” menunjukkan kriteria *detectability*, dan “C” menunjukkan kriteria *expected cost*.

Tabel 3.13 Level Risiko untuk Penyebab Kegagalan di *Figure 8*

Penyebab Kegagalan	Local Priority				Global priority				Risk level
	S = 161	S = 114	S = 109		0.454	0.145	0.065	0.335	
	S	O	D	C	S	O	D	C	
Cedera pertolongan pertama:									
Terpotong pisau	0.019	0.061	0.028	0.014	0.008	0.009	0.002	0.005	0.024
Permukaan kabel kasar	0.012	0.079	0.018	0.004	0.006	0.011	0.001	0.001	0.019
Kabel jatuh dari atas	0.019	0.053	0.018	0.008	0.008	0.008	0.001	0.003	0.020
Tergores benda tajam di tiang	0.019	0.044	0.028	0.016	0.008	0.006	0.002	0.005	0.022
Cacat tetap:									
Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	0.031	0.026	0.046	0.042	0.014	0.004	0.003	0.014	0.035
Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	0.031	0.018	0.046	0.042	0.014	0.003	0.003	0.014	0.034
Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	0.031	0.009	0.046	0.042	0.014	0.001	0.003	0.014	0.032
Cedera hilang waktu kerja:									
Driver mengantuk	0.043	0.070	0.046	0.020	0.020	0.010	0.003	0.007	0.040
Cuaca buruk, jalur lintasan licin	0.043	0.053	0.028	0.027	0.020	0.008	0.002	0.009	0.038
Rem blong	0.050	0.009	0.009	0.037	0.023	0.001	0.001	0.012	0.037
Ban pecah/kempes	0.050	0.009	0.009	0.024	0.023	0.001	0.001	0.008	0.033
Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	0.050	0.035	0.037	0.040	0.023	0.005	0.002	0.014	0.044

Tabel 3.13 Level Risiko untuk Penyebab Kegagalan di *Figure 8* (lanjutan)

Pemasangan kabel listrik tidak rapi	0.050	0.044	0.073	0.038		0.023	0.006	0.005	0.013	0.046
Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	0.043	0.061	0.037	0.040		0.020	0.009	0.002	0.014	0.045
Tangga jatuh	0.037	0.035	0.018	0.032		0.017	0.005	0.001	0.011	0.034
Cedera rawat medis:										
Perkakas/alat kerja jatuh	0.037	0.035	0.055	0.018		0.017	0.005	0.004	0.006	0.032
Aksesoris jatuh	0.043	0.026	0.055	0.031		0.020	0.004	0.004	0.011	0.038
Alat cleaver bermasalah	0.056	0.026	0.055	0.010		0.025	0.004	0.004	0.003	0.036
Tempat pembuangan <i>core</i> rusak/hilang/tidak berfungsi	0.056	0.018	0.055	0.010		0.025	0.003	0.004	0.003	0.035
Mati:										
Kelelahan bekerja	0.043	0.053	0.046	0.071		0.020	0.008	0.003	0.024	0.054
Fondasi tangga kurang kuat	0.043	0.044	0.037	0.063		0.020	0.006	0.002	0.021	0.050
Tiang licin	0.043	0.070	0.046	0.063		0.020	0.010	0.003	0.021	0.054
Alas sepatu licin	0.043	0.061	0.037	0.063		0.020	0.009	0.002	0.021	0.052
Kabel bersentuhan dengan konektor di tiang	0.050	0.026	0.064	0.103		0.023	0.004	0.004	0.034	0.065
Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tiang	0.056	0.035	0.064	0.143		0.025	0.005	0.004	0.048	0.082

- Level Risiko untuk Penyebab Bahaya di *ADSS*

Tabel 3.14 menunjukkan level risiko untuk penyebab kegagalan di *ADSS*. “S” menunjukkan kriteria *severity*, “O” menunjukkan kriteria *occurence*, “D” menunjukkan kriteria *detectability*, dan “C” menunjukkan kriteria *expected cost*.

- Level Risiko untuk Penyebab Bahaya di *Underground*

Tabel 3.15 menunjukkan level risiko untuk penyebab kegagalan di *Underground*. “S” menunjukkan kriteria *severity*, “O” menunjukkan kriteria *occurence*, “D” menunjukkan kriteria *detectability*, dan “C” menunjukkan kriteria *expected cost*.

Tabel 3.14 Level Risiko untuk Penyebab Kegagalan di ADSS

Penyebab Kegagalan	Local Priority				Global priority				Risk level	
	S = 178	S = 108	S = 110		0.454	0.145	0.065	0.335		
	S	O	D	C	S	O	D	C		
Cedera pertolongan pertama:										
Terpotong pisau	0.017	0.065	0.027	0.019		0.008	0.009	0.002	0.006	0.025
Permukaan kabel kasar	0.011	0.083	0.018	0.005		0.005	0.012	0.001	0.002	0.020
Tergores benda tajam di tower	0.011	0.065	0.045	0.017		0.005	0.009	0.003	0.006	0.023
Cacat tetap:										
Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	0.028	0.028	0.045	0.042		0.013	0.004	0.003	0.014	0.034
Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	0.028	0.019	0.045	0.042		0.013	0.003	0.003	0.014	0.032
Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	0.028	0.009	0.045	0.042		0.013	0.001	0.003	0.014	0.031
Cedera hilang waktu kerja:										
Driver mengantuk	0.045	0.046	0.045	0.047		0.020	0.007	0.003	0.016	0.046
Cuaca buruk, jalur lintasan licin	0.045	0.028	0.027	0.030		0.020	0.004	0.002	0.010	0.036
Rem blong	0.051	0.009	0.009	0.033		0.023	0.001	0.001	0.011	0.036
Ban pecah/kempes	0.051	0.009	0.009	0.034		0.023	0.001	0.001	0.011	0.036
Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	0.051	0.037	0.036	0.058		0.023	0.005	0.002	0.019	0.050
Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	0.045	0.046	0.036	0.058		0.020	0.007	0.002	0.019	0.049
Cedera rawat medis:										
Kabel jatuh dari atas	0.034	0.056	0.018	0.009		0.015	0.008	0.001	0.003	0.028
Adanya hewan liar di sekitar lokasi recovery	0.022	0.065	0.027	0.011		0.010	0.009	0.002	0.004	0.025
Alat cleaver bermasalah	0.051	0.028	0.055	0.024		0.023	0.004	0.004	0.008	0.039
Tempat pembuangan core rusak/hilang/tidak berfungsi	0.051	0.019	0.055	0.024		0.023	0.003	0.004	0.008	0.037
Mati:										
Kelelahan bekerja	0.056	0.037	0.055	0.059		0.026	0.005	0.004	0.020	0.054
Perkakas/alat kerja jatuh	0.045	0.019	0.082	0.031		0.020	0.003	0.005	0.010	0.039
Tower licin	0.056	0.074	0.055	0.059		0.026	0.011	0.004	0.020	0.060
Alas sepatu licin	0.056	0.074	0.055	0.057		0.026	0.011	0.004	0.019	0.059
Salah memakai safety belt	0.056	0.046	0.018	0.059		0.026	0.007	0.001	0.020	0.053

Tabel 3.14 Level Risiko untuk Penyebab Kegagalan di ADSS

Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tower	0.056	0.046	0.082	0.122		0.026	0.007	0.005	0.041	0.078
Aksesoris berat jatuh	0.051	0.019	0.082	0.059		0.023	0.003	0.005	0.020	0.051
Kaget terkena induksi listrik	0.056	0.074	0.027	0.059		0.026	0.011	0.002	0.020	0.058

Tabel 3.15 Level Risiko untuk Penyebab Kegagalan di Underground

Penyebab Kegagalan	Local Priority				Global priority				Risk level	
	$\Sigma =$ 201	$\Sigma =$ 168	$\Sigma =$ 139		0.45 4	0.14 5	0.06 5	0.33 5		
	S	O	D	C	S	O	D	C		
Cedera pertolongan pertama:										
Terpotong pisau	0.015	0.042	0.021	0.008		0.007	0.006	0.001	0.003	0.017
Permukaan kabel kasar	0.010	0.054	0.014	0.003		0.005	0.008	0.001	0.001	0.014
Kabel jatuh dari atas	0.015	0.036	0.014	0.005		0.007	0.005	0.001	0.002	0.015
Suara bor	0.010	0.048	0.029	0.001		0.005	0.007	0.002	0.000	0.014
Klakson kendaraan	0.010	0.048	0.029	0.001		0.005	0.007	0.002	0.000	0.014
Batu-batuan tajam di tanah	0.015	0.048	0.014	0.002		0.007	0.007	0.001	0.001	0.015
Debu aspal berterbangan	0.005	0.048	0.043	0.001		0.002	0.007	0.003	0.000	0.012
Asap kendaraan bermotor	0.005	0.048	0.043	0.001		0.002	0.007	0.003	0.000	0.012
Pekerja tidak sengaja mengebor pipa air	0.005	0.018	0.043	0.017		0.002	0.003	0.003	0.006	0.013
Cacat tetap:										
Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	0.025	0.018	0.036	0.013		0.011	0.003	0.002	0.004	0.021
Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	0.025	0.012	0.036	0.013		0.011	0.002	0.002	0.004	0.020
Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	0.025	0.006	0.036	0.013		0.011	0.001	0.002	0.004	0.019
Lubang manhole sempit	0.030	0.018	0.007	0.022		0.014	0.003	0.000	0.007	0.024
Lubang manhole berat	0.030	0.042	0.007	0.022		0.014	0.006	0.000	0.007	0.027
Pekerja tidak sengaja mengebor pipa gas	0.040	0.024	0.043	0.041		0.018	0.003	0.003	0.014	0.038

Tabel 3.15 Level Risiko untuk Penyebab Kegagalan di *Underground* (lanjutan)

Cedera hilang waktu kerja:										
Driver mengantuk	0.035	0.030	0.036	0.018		0.016	0.004	0.002	0.006	0.029
Cuaca buruk, jalur lintasan licin	0.035	0.018	0.021	0.018		0.016	0.003	0.001	0.006	0.026
Rem blong	0.040	0.006	0.007	0.020		0.018	0.001	0.000	0.007	0.026
Ban pecah/kempes	0.040	0.006	0.007	0.025		0.018	0.001	0.000	0.008	0.028
Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	0.040	0.024	0.029	0.044		0.018	0.003	0.002	0.015	0.038
Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	0.035	0.030	0.029	0.036		0.016	0.004	0.002	0.012	0.034
Tanda konstruksi tidak ada	0.035	0.012	0.029	0.020		0.016	0.002	0.002	0.007	0.026
Tanda konstruksi tidak kelihatan	0.035	0.012	0.036	0.024		0.016	0.002	0.002	0.008	0.028
Pekerja menyeberang dengan sembarangan	0.040	0.042	0.036	0.033		0.018	0.006	0.002	0.011	0.038
Pipa jatuh	0.030	0.024	0.036	0.021		0.014	0.003	0.002	0.007	0.026
Cedera rawat medis:										
Perkakas/alat kerja jatuh	0.025	0.024	0.043	0.011		0.011	0.003	0.003	0.004	0.021
Aksesoris jatuh	0.030	0.018	0.043	0.021		0.014	0.003	0.003	0.007	0.026
Alas sepatu licin	0.010	0.036	0.029	0.009		0.005	0.005	0.002	0.003	0.014
Alat kerja sudah rusak	0.025	0.018	0.021	0.009		0.011	0.003	0.001	0.003	0.018
Alat cleaver bermasalah	0.045	0.018	0.043	0.010		0.020	0.003	0.003	0.003	0.029
Tempat pembuangan core rusak/hilang/tidak berfungsi	0.045	0.012	0.043	0.010		0.020	0.002	0.003	0.003	0.028
Mati:										
Pekerja tidak sengaja mengebor kabel listrik PLN	0.050	0.036	0.029	0.152		0.023	0.005	0.002	0.051	0.080
Pekerja tidak sengaja mencangkul kabel listrik PLN	0.050	0.048	0.029	0.152		0.023	0.007	0.002	0.051	0.082
Patokan petunjuk penanaman kabel power hilang	0.050	0.048	0.021	0.152		0.023	0.007	0.001	0.051	0.082
Gundukan tanah longsor	0.045	0.036	0.021	0.051		0.020	0.005	0.001	0.017	0.044

BAB 4

PEMBAHASAN

Bab 4 membahas analisis hasil dari pengumpulan dan pengolahan data yang sudah dilakukan dan dijelaskan di Bab 3. Analisis yang dilakukan secara garis besar meliputi analisis dari hasil FMEA, analisis dari hasil uji perbandingan berpasangan dan analisis hasil MAFMA. Pada analisis FMEA akan dianalisis nilai RPN masing-masing pekerjaan. Pada analisis uji perbandingan berpasangan akan dianalisis bobot masing-masing kriteria dan hasil perbandingan perkiraan biaya. Pada analisis MAFMA, akan dianalisis peringkat penyebab kecelakaan yang didapatkan. Dari hasil MAFMA, kemudian akan dianalisis penyebab kecelakaan yang mesti diprioritaskan dan strategi penanganan dan pengontrolan risiko.

4.1. Analisis Hasil FMEA

4.1.1. Total RPN untuk Ketiga Jenis Pekerjaan

Dari hasil perhitungan RPN terhadap 3 jenis pekerjaan perbaikan kabel FO di *Figure 8*, *ADSS*, dan *Underground*, didapatkan bahwa total RPN untuk pekerjaan perbaikan kabel FO di *ADSS* (RPN 3635) adalah yang paling tinggi dilanjutkan dengan pekerjaan perbaikan kabel FO di *Underground* (RPN 3328) dan terakhir pekerjaan perbaikan kabel FO di *Figure 8* (RPN 3328). Total RPN didapatkan dari penjumlahan nilai RPN untuk tiap-tiap penyebab bahaya pada masing-masing pekerjaan. Hubungan potensi bahaya di antara ketiga pekerjaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1 Dari tabel tersebut, jumlah potensi bahaya di *Underground* ada sebanyak 15 potensi bahaya, di *ADSS* ada sebanyak 9 potensi bahaya, dan di *Figure 8* ada sebanyak 8 potensi bahaya. Meskipun potensi bahaya pada *Underground* lebih banyak daripada potensi bahaya di *ADSS*, akan tetapi nilai RPN di *ADSS* yang paling tinggi.

Tabel 4.1 Hubungan Potensi Bahaya di Ketiga Pekerjaan

Potensi Bahaya :	<i>Figure 8</i>	<i>ADSS</i>	<i>Underground</i>
Tabrakan	√	√	√
Terkena laser optik	√	√	√
Kontak dengan permukaan tajam	√	√	√
Kontak dengan permukaan kasar	√	√	√
Tertusuk <i>core</i>	√	√	√
Terbentur sesuatu	√	√	√
Terjatuh	√	√	√
Kontak dengan listrik	√	√	√
Serangan hewan liar		√	
Partikel asing masuk ke tubuh			√
Tertimbun			√
Kontak dengan alat kerja			√
Kontak dengan pipa			√
Kebisingan			√
Kontak dengan kendaraan			√
Terjepit			√

Pekerjaan di *ADSS* paling berisiko dibandingkan dengan pekerjaan di *Underground* dan di *Figure 8*. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.2 bahwa jumlah penyebab kecelakaan di *ADSS* yang mengakibatkan risiko kematian mempunyai jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan yang lain. Dapat dilihat juga pada Tabel 4.3 bahwa nilai RPN penyebab bahaya kematian di *ADSS* paling tinggi sehingga risiko pekerjaan di *ADSS* menjadi paling besar disusul pekerjaan di *Underground* dan terakhir di *Figure 8*.

Tabel 4.2 Jumlah Penyebab Bahaya pada Tiap Pekerjaan Berdasarkan Kelompok Cedera

Kelompok Cedera	Pertolongan Pertama	Rawat Medis	Cacat tetap	Hilang waktu kerja	Mati	
Jenis Pekerjaan :						Total
<i>Figure 8</i>	4	4	3	8	6	25
<i>ADSS</i>	3	4	3	6	8	24
<i>Underground</i>	9	6	6	10	4	35

Tabel 4.3 Nilai RPN pada Tiap Pekerjaan Berdasarkan Kelompok Cedera

Kelompok Cedera	Pertolongan Pertama	Rawat Medis	Cacat tetap	Hilang waktu kerja	Mati	
Jenis Pekerjaan :						RPN
<i>Figure 8</i>	180	540	150	1114	1246	3230
<i>ADSS</i>	169	426	150	594	2296	3635
<i>Underground</i>	425	591	402	1048	962	3428

Dari total RPN berdasarkan kelompok cedera pada Tabel 4.3 dapat dibuat presentase bahaya berdasarkan kelompok cederanya yang dapat dilihat pada Tabel 4.4. Dari Tabel 4.4, dapat dilihat bahwa pada pekerjaan perbaikan kabel FO di *Figure 8* dan *Underground*, risiko kehilangan waktu kerja lebih besar dari risiko kematian. Tetapi pada pekerjaan di *ADSS*, risiko kematian jauh empat kali lebih besar dibandingkan risiko kehilangan waktu kerja. Inilah yang menjelaskan kenapa pekerjaan perbaikan kabel FO di *ADSS* lebih tinggi dari pekerjaan perbaikan kabel FO di *Underground* dan di *Figure 8*.

Tabel 4.4 Persentase Risiko Cedera berdasarkan Nilai RPN

Kelompok Cedera	Pertolongan Pertama	Rawat Medis	Cacat tetap	Hilang waktu kerja	Mati
Jenis Pekerjaan :					
<i>Figure 8</i>	5.57%	16.72%	4.64%	34.49%	38.58%
<i>ADSS</i>	4.65%	11.72%	4.13%	16.34%	63.16%
<i>Underground</i>	12.40%	17.24%	11.73%	30.57%	28.06%

4.1.2. Peringkat Penyebab Kecelakaan Berdasarkan FMEA

- Peringkat Penyebab Bahaya Kecelakaan Kerja di *Figure 8*

Jika dilihat dari RPN masing-masing penyebab bahaya di *Figure 8*, dapat disusun peringkat penyebab bahaya mana yang mesti diprioritaskan. Peringkat penyebab bahaya kecelakaan kerja di *Figure 8* dapat dilihat pada Tabel 4.5. Dengan menggunakan metode FMEA yang melihat dari nilai RPN, didapatkan

tiga peringkat teratas untuk penyebab bahaya kecelakaan kerja pada saat perbaikan kabel FO di *Figure 8* sebagai berikut:

1. Peringkat pertama : Pemasangan kabel listrik tidak rapi (RPN = 320)

Pada saat pekerjaan perbaikan kabel FO di *Figure 8*, sering dijumpai kabel listrik yang tidak dipasang dengan rapi. Jika pekerja tidak teliti saat bekerja, maka kemungkinan besar pekerja dapat terserum di atas tiang dan mengalami luka bakar atau kemungkinan terburuk mati.

Tabel 4.5 Peringkat Penyebab Bahaya *Figure 8* Berdasarkan FMEA

Penyebab Kegagalan	RPN	Peringkat
Pemasangan kabel listrik tidak rapi	320	1
Driver mengantuk	280	2
Tiang licin	280	2
Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tiang	252	3
Kelelahan bekerja	210	4
Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	196	5
Alas sepatu licin	196	5
Kabel bersentuhan dengan konektor di tiang	168	6
Alat cleaver bermasalah	162	7
Perkakas/alat kerja jatuh	144	8
Fondasi tangga kurang kuat	140	9
Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	128	10
Cuaca buruk, jalur lintasan licin	126	11
Aksesoris jatuh	126	11
Tempat pembuangan <i>core</i> rusak/hilang/tidak berfungsi	108	12
Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	75	13
Terpotong pisau	63	14
Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	50	15
Tangga jatuh	48	16
Tergores benda tajam di tiang	45	17
Permukaan kabel kasar	36	18
Kabel jatuh dari atas	36	19
Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	25	20
Rem blong	8	21
Ban pecah/kempes	8	21

2. Peringkat kedua : Driver mengantuk dan tiang licin (RPN = 280)

Perbaikan kabel FO di *Figure 8* jauh lebih sering dibandingkan dengan perbaikan kabel FO di *ADSS* dan di *Underground*. Untuk perbaikan kabel FO di *Figure 8*, tidak terbatas pada jam kerja saja karena jika ada keluhan dari pelanggan pada saat lewat jam kerja, tim juga mesti berangkat ke lokasi

gangguan. Hal ini membuat jam tidur tidak teratur dan menyetir mobil dalam keadaan mengantuk sangat berbahaya.

Pekerja akan sering naik turun tiang pada saat perbaikan kabel FO di *Figure 8*. Misalnya pada saat melakukan *tracing* jalur, menurunkan joint box, menarik kabel baru, dan sebagainya. Jika tidak berhati-hati, tiang PLN yang licin dapat mengakibatkan pekerja terjatuh saat menaikinya.

3. Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tiang (RPN = 252)

Pekerja yang tidak teliti saat bekerja di atas tiang dapat menyentuh sumber-sumber listrik yang ada di atas tiang dan akibatnya fatal.

• Peringkat Penyebab Kecelakaan di ADSS

Jika dilihat dari RPN masing-masing penyebab bahaya di ADSS, dapat disusun peringkat penyebab bahaya mana yang mesti diprioritaskan. Peringkat penyebab bahaya kecelakaan kerja di ADSS dapat dilihat pada Tabel 4.6. Dengan menggunakan metode FMEA yang melihat dari nilai RPN, didapatkan tiga peringkat teratas untuk penyebab bahaya kecelakaan kerja pada saat perbaikan kabel FO di ADSS sebagai berikut:

1. Peringkat pertama : Tower licin dan alas sepatu licin (RPN = 480)

Dari nilai RPN FMEA, potensi bahaya terbesar pada pekerjaan perbaikan kabel FO di ADSS adalah jatuh dari tower akibat tower licin dan alas sepatu licin. Pekerja mesti bekerja hati-hati di atas tower karena jika terjatuh dari ketinggian tersebut, kemungkinan besar pekerja akan mati.

2. Peringkat kedua : Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tower (RPN = 450)

Dari nilai RPN FMEA, potensi bahaya berikutnya yang mesti diwaspadai adalah tersetrum. Karena listrik di ADSS merupakan listrik dengan tegangan yang sangat tinggi, akibatnya akan fatal jika tersetrum sumber listrik di tower ADSS.

3. Peringkat ketiga : Kelelahan berkerja dan kaget terkena induksi listrik (RPN = 240)

Selain karena tower licin dan alas sepatu licin, pekerja bisa juga terjatuh dari atas tower karena kelelahan bekerja sehingga tidak konsentrasi dalam bekerja. Selain itu, bisa juga karena pekerja kaget saat menaiki tower karena terkena induksi listrik dan melepaskan pegangan.

Tabel 4.6 Peringkat Penyebab Bahaya ADSS Berdasarkan FMEA

Penyebab Kegagalan	RPN	Peringkat
Tower licin	480	1
Alas sepatu licin	480	1
Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tower	450	2
Kelelahan bekerja	240	3
Kaget terkena induksi listrik	240	3
Driver mengantuk	200	4
Alat cleaver bermasalah	162	5
Aksesoris berat jatuh	162	5
Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	160	6
Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	144	7
Perkakas/alat kerja jatuh	144	7
Tempat pembuangan <i>core</i> rusak/hilang/tidak berfungsi	108	8
Salah memakai safety belt	100	9
Adanya hewan liar di sekitar lokasi recovery	84	10
Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	75	11
Cuaca buruk, jalur lintasan licin	72	12
Kabel jatuh dari atas	72	12
Tergores benda tajam di tower	70	13
Terpotong pisau	63	14
Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	50	15
Permukaan kabel kasar	36	16
Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	25	17
Rem blong	9	18
Ban pecah/kempes	9	18

- Peringkat Penyebab Kecelakaan di *Underground*
 Jika dilihat dari RPN masing-masing penyebab bahaya di *Underground*, dapat disusun peringkat penyebab bahaya mana yang mesti diprioritaskan. Peringkat penyebab bahaya kecelakaan kerja di *Underground* dapat dilihat pada Tabel 4.7. Dengan menggunakan metode FMEA yang melihat dari nilai RPN, didapatkan tiga peringkat teratas untuk penyebab bahaya kecelakaan kerja pada saat perbaikan kabel FO di *Underground* sebagai berikut:

1. Peringkat pertama : Pekerja tidak sengaja mencangkul kabel listrik PLN (RPN = 320)

Dari nilai RPN FMEA, potensi bahaya terbesar pada pekerjaan perbaikan kabel FO di ADSS adalah tersetrum listrik akibat pekerja tidak sengaja mencangkul kabel listrik yang tertanam di bawah jalan. Untuk dapat melakukan

pekerjaan perbaikan kabel FO yang tertanam di bawah jalan, pekerja mesti menggali jalan terlebih dahulu. Pada saat mencangkul tanah, pekerja mesti berhati-hati agar cangkul tidak mengenai kabel listrik karena akan berakibat fatal jika terkena kabel listrik yang bertegangan tinggi tersebut.

Tabel 4.7 Peringkat Penyebab Bahaya *Underground* Berdasarkan FMEA

Penyebab Kegagalan	RPN	Peringkat
Pekerja tidak sengaja mencangkul kabel listrik PLN	320	1
Pekerja menyeberang dengan sembarangan	280	2
Pekerja tidak sengaja mengebor kabel listrik PLN	240	3
Patokan petunjuk penanaman kabel power hilang	240	3
Pekerja tidak sengaja mengebor pipa gas	192	4
Driver mengantuk	175	5
Alat cleaver bermasalah	162	6
Gundukan tanah longsor	162	6
Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	140	7
Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	128	8
Perkakas/alat kerja jatuh	120	9
Pipa jatuh	120	9
Tempat pembuangan <i>core</i> rusak/hilang/tidak berfungsi	108	10
Aksesoris jatuh	108	10
Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	75	11
Tanda konstruksi tidak kelihatan	70	12
Suara bor	64	13
Klakson kendaraan	64	13
Cuaca buruk, jalur lintasan licin	63	14
Terpotong pisau	63	14
Tanda konstruksi tidak ada	56	15
Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	50	16
Batu-batuan tajam di tanah	48	17
Alas sepatu licin	48	17
Debu aspal berterbangan	48	17
Asap kendaraan bermotor	48	17
Alat kerja sudah rusak	45	18
Lubang manhole berat	42	19
Permukaan kabel kasar	36	20
Kabel jatuh dari atas	36	20
Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	25	21
Lubang manhole sempit	18	22
Pekerja tidak sengaja mengebor pipa air	18	22
Rem blong	8	23
Ban pecah/kempes	8	23

2. Peringkat kedua : Pekerja menyeberang dengan sembarangan (RPN = 280)

Pekerjaan galian yang dilakukan di samping-samping jalan tentunya dilewati oleh banyak kendaraan terutama pada saat jam kerja. Potensi bahaya ditabrak sangat besar jika pekerja tidak berhati-hati saat menyeberang jalan.

3. Peringkat ketiga : Pekerja tidak sengaja mengebor kabel listrik PLN dan patokan petunjuk penanaman kabel power hilang (RPN = 240)

Pada saat melakukan pekerjaan perbaikan kabel FO di *Underground*, pekerja juga dapat tersetrum oleh kabel listrik di dalam tanah akibat tidak sengaja mengebor kabel listrik PLN dan akibat petunjuk penanaman kabel power hilang. Pekerja sering tidak mengetahui bahwa ada kabel listrik yang tertanam di tempat yang sama dengan kabel FO dan hal ini berakibat fatal bagi pekerja jika saat penggalian tanah, alat galian mengenai kabel listrik tersebut.

4.1.3. Analisa Kuantitas Kegagalan pada Tahapan Pekerjaan Berdasarkan FMEA

Dari nilai RPN yang didapatkan, dapat diketahui besarnya risiko di tiap tahapan pekerjaan. Tabel 4.8 memperlihatkan analisa kuantitas kegagalan berdasarkan tahapan pekerjaan.

Tabel 4.8 Persentase Risiko Berdasarkan FMEA pada Tahapan Pekerjaan

Tahapan proses pekerjaan	Persentase Risiko
<i>Figure 8</i>	
Pada saat perjalanan menuju lokasi	23.10%
Pada saat pencarian titik putus <i>core</i>	31.70%
Pengupasan dan penyambungan kabel/ <i>core</i>	10.31%
Penarikan dan pemasangan kabel	34.89%
<i>ADSS</i>	
Pada saat perjalanan menuju lokasi	16.34%
Pada saat pencarian titik putus <i>core</i>	4.13%
Pengupasan dan penyambungan kabel/ <i>core</i>	9.16%
Penarikan dan pemasangan kabel	70.37%
<i>Underground</i>	
Pada saat perjalanan menuju lokasi	15.23%
Pada saat pencarian titik putus <i>core</i>	7.76%
Pengeboran dan penggalian jalan	44.72%
Pengupasan dan penyambungan kabel/ <i>core</i>	9.71%
Penarikan dan pemasangan kabel	22.58%

Dari tabel 4.8, untuk pekerjaan perbaikan kabel FO di *Figure 8* yang paling berisiko terletak pada tahapan proses pekerjaan penarikan dan pemasangan kabel disusul proses pekerjaan pencarian titik putus *core*, berangkat menuju lokasi, dan terakhir proses pekerjaan pengupasan dan penyambungan kabel/*core*. Proses penarikan dan pemasangan kabel menjadi berisiko karena penyebab bahaya pada proses pekerjaan penarikan dan pemasangan kabel lebih banyak dibandingkan dengan proses pekerjaan pencarian titik putus *core*. Tabel 4.9 memperlihatkan penyebab bahaya pada tahapan proses pekerjaan perbaikan kabel FO di *Figure 8*. Pada proses pekerjaan penarikan dan pemasangan kabel dan pada proses pekerjaan pencarian titik putus *core* masing-masing mempunyai 8 penyebab bahaya sehingga kedua pekerjaan tersebut mempunyai risiko yang relatif sama. Pada proses pekerjaan pemasangan dan penarikan kabel, terdapat 8 penyebab bahaya pekerjaan dimana 2 diantaranya dapat mengakibatkan kematian, 1 penyebab bahaya yang mengakibatkan kehilangan waktu kerja dan sisanya mengakibatkan rawat medis dan pertolongan pertama.

Tabel 4.9 Jumlah Penyebab Bahaya pada Tahapan Proses Pekerjaan di *Figure 8*

Tahapan Proses Pekerjaan pada <i>Figure 8</i>	Pertolongan Pertama	Rawat Medis	Cacat Tetap	Hilang Waktu Kerja	Mati	Total
Perjalanan menuju lokasi	-	-	-	6	-	6
Pencarian titik putus kabel/ <i>core</i>	-	-	3	1	4	8
Pengupasan dan penyambungan kabel/ <i>core</i>	1	2	-	-	-	3
Penarikan dan pemasangan kabel	3	2	-	1	2	8
						25

Untuk pekerjaan perbaikan kabel FO di *ADSS*, dapat dilihat di Tabel 4.8 bahwa tahapan proses pekerjaan yang paling berisiko terletak pada proses pekerjaan penarikan dan pemasangan kabel yang sangat jauh persentasenya dibandingkan tahapan proses pekerjaan lainnya. Hal ini dapat dilihat dari jumlah penyebab bahaya pada tiap tahapan proses pekerjaan perbaikan kabel FO di *ADSS* yang dijelaskan di Tabel 4.10.

Dari Tabel 4.10, tahapan proses pekerjaan penarikan dan pemasangan kabel mempunyai 12 jumlah penyebab bahaya dimana 8 diantaranya mengakibatkan kematian sedangkan pada tahapan proses pekerjaan lainnya tidak ada penyebab

bahaya yang mengakibatkan kematian. Hal inilah yang menyebabkan proses pekerjaan penarikan dan pemasangan kabel menjadi paling berbahaya.

Tabel 4.10 Jumlah Penyebab Bahaya pada Tahapan Proses Pekerjaan di *ADSS*

Tahapan Proses Pekerjaan pada <i>ADSS</i>	Pertolongan Pertama	Rawat Medis	Cacat Tetap	Hilang Waktu Kerja	Mati	Total
Perjalanan menuju lokasi	-	-	-	6	-	6
Pencarian titik putus kabel/core	-	-	3	-	-	3
Pengupasan dan penyambungan kabel/core	1	2	-	-	-	3
Penarikan dan pemasangan kabel	2	2	-	-	8	12
						24

Untuk pekerjaan perbaikan kabel FO di *Underground*, dapat dilihat di Tabel 4.8 bahwa tahapan proses pekerjaan yang paling berisiko terletak pada proses pekerjaan pengeboran dan penggalian jalan disusul proses pekerjaan penarikan dan pemasangan kabel. Hal ini dapat dijelaskan dengan melihat dari jumlah penyebab bahaya pada tiap tahapan proses pekerjaan perbaikan kabel FO di *Underground* pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Jumlah Penyebab Bahaya pada Tahapan Proses Pekerjaan di *Underground*

Tahapan Proses Pekerjaan pada <i>Underground</i>	Pertolongan Pertama	Rawat Medis	Cacat Tetap	Hilang Waktu Kerja	Mati	Total
Perjalanan menuju lokasi	-	-	-	6	-	6
Pencarian titik putus kabel/core	-	-	5	-	-	5
Pengeboran dan penggalian jalan	3	1	1	3	3	11
Pengupasan dan penyambungan kabel/core	1	2	-	-	-	3
Penarikan dan pemasangan kabel	5	3	-	1	1	10
						35

Dari Tabel 4.11, dapat terlihat bahwa pada proses pekerjaan pengeboran dan penggalian jalan mempunyai 12 penyebab bahaya dimana ada 3 penyebab bahaya yang dapat mengakibatkan kematian, 3 penyebab bahaya yang dapat mengakibatkan kehilangan waktu kerja, dan 1 penyebab bahaya yang dapat mengakibatkan cacat tetap. Sedangkan pada tahapan proses pekerjaan penarikan dan pemasangan kabel hanya terdapat 1 penyebab bahaya yang dapat

mengakibatkan kematian dari total 10 penyebab bahaya pada proses pekerjaan tersebut. Hal inilah yang menyebabkan proses pekerjaan pengeboran dan penggalian jalan lebih berisiko.

4.2. Analisis Hasil AHP

4.2.1. Analisis Kuesioner II-Bobot Kriteria

Pada penelitian ini, penyebab kecelakaan kerja dilihat dari empat kriteria yaitu *severity*, *occurence*, *detectability*, dan *expected cost* (perkiraan biaya). Kuesioner II bertujuan untuk mencari bobot pada masing-masing kriteria tersebut.. Bobot untuk masing-masing kriteria ini akan ditentukan oleh dua direktur PT MSA yang fungsinya mengatur manajemen perusahaan tersebut termasuk manajemen risiko yang akan diterapkan pada perusahaan.

Pada tabel 4.12, dapat dilihat bahwa direktur pertama melihat penyebab bahaya dari kriteria *severity* sebesar 59.5%, kriteria *occurence* sebesar 11.3%, kriteria *detectability* sebesar 5.45%, dan kriteria *expected cost* sebesar 23.8%. Dari perbandingan persentase ini, direktur pertama melihat bobot *severity* jauh lebih besar dibandingkan ketiga kriteria lainnya. Direktur pertama memprioritaskan terlebih dahulu penyebab bahaya yang dapat menyebabkan risiko kematian, disusul biaya yang akan dikeluarkan sebagai ganti rugi, peluang bahaya itu muncul, dan terakhir kontrol awal yang diterapkan.

Untuk direktur kedua, direktur kedua melihat penyebab bahaya dari kriteria *severity* sebesar 32.6%, kriteria *occurence* sebesar 18%, kriteria *detectability* sebesar 7.7%, dan kriteria *expected cost* sebesar 41.7%. Dari perbandingan persentase ini, direktur kedua melihat prioritas penyebab bahaya dari biaya ganti rugi yang dikeluarkan terlebih dahulu, disusul efek bahaya yang ditimbulkan, peluang bahaya itu muncul, dan terakhir kontrol awal yang diterapkan.

Hasil rerataan pendapat mereka dihitung dengan memakai persamaan *geometric mean* yang menghasilkan bobot untuk kriteria *severity* sebesar 45.4%, kriteria *occurence* sebesar 14.5%, kriteria *detectability* sebesar 6.5%, dan kriteria *expected cost* sebesar 33.5%. Jadi, untuk penanganan bahaya kerja akan dilihat dari efek bahaya yang ditimbulkan (seberapa parahkah penyebab bahaya yang ditimbulkan), disusul biaya ganti rugi (seberapa besar ganti rugi yang mesti

dikeluarkan oleh perusahaan), peluang (seberapa sering terjadi bahaya itu), dan terakhir kontrolnya (seberapa bagus kontrol awal yang sudah diterapkan).

Tabel 4.12 Bobot Kriteria Menurut Masing-masing Responden

	Direktur I	Direktur II	Rata-rata
<i>Severity</i>	59.5%	32.6%	45.4%
<i>Occurrence</i>	11.3%	18.0%	14.5%
<i>Detectability</i>	5.4%	7.7%	6.5%
<i>Expected cost</i>	23.8%	41.7%	33.5%

4.2.2. Analisis Kuesioner III-Perkiraan Biaya

- Perkiraan biaya pekerjaan perbaikan kabel FO di *Figure 8*

Peringkat penyebab bahaya dilihat dari kriteria perkiraan biaya dapat dilihat pada tabel 4.13. Dari tabel tersebut, biaya terbesar yang mesti dikeluarkan perusahaan disebabkan oleh penyebab bahaya yang mengakibatkan kematian karena kontak dengan listrik yaitu pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tiang dan kabel bersentuhan dengan konektor di tiang disusul penyebab bahaya yang mengakibatkan kematian karena terjatuh dari tiang yaitu kelelahan bekerja, fondasi tangga kurang kuat, tiang licin, dan alas sepatu licin. Untuk peringkat 5 dimana penyebab bahayanya mengakibatkan mata menjadi rabun dan peringkat 6 dimana penyebab bahayanya mengakibatkan luka berat, biayanya tidak terlalu beda jauh. Peringkat terakhir biaya yang paling minim dikeluarkan yaitu bahaya yang disebabkan karena permukaan kabel kasar.

Jika melihat peringkat penyebab bahaya untuk kriteria perkiraan biaya berdasarkan kelompok cederanya, hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.14. Pada kelompok cedera pertolongan pertama, perkiraan biaya untuk tergores benda tajam di tiang lebih besar dibandingkan terpotong pisau, kabel jatuh dari atas, dan permukaan kabel kasar. Pada kelompok cedera cacat tetap, perkiraan biaya untuk ketiga penyebab mata rabun itu sama. Pada kelompok cedera yang mengakibatkan kehilangan waktu kerja, perkiraan biaya untuk penyebab tabrakan akibat tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas serta karena driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi lebih besar daripada penyebab tabrakan akibat ban

pecah/kempes dan driver mengantuk. Pada kelompok cedera rawat medis, penyebab terbentur akibat aksesoris jatuh merupakan perkiraan biaya yang paling tinggi di kelompoknya. Pada kelompok cedera yang mengakibatkan kematian, perkiraan biaya untuk penyebab bahaya kontak dengan listrik karena pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tiang lebih besar dibandingkan penyebab bahaya terjatuh.

Tabel 4.13 Peringkat Penyebab Bahaya untuk Kriteria Biaya pada *Figure 8*

Penyebab Bahaya di <i>Figure 8</i>	<i>Global Priority</i>	Peringkat
Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tiang	0.143	1
Kabel bersentuhan dengan konektor di tiang	0.103	2
Kelelahan bekerja	0.071	3
Fondasi tangga kurang kuat	0.063	4
Tiang licin	0.063	4
Alas sepatu licin	0.063	4
Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	0.042	5
Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	0.042	5
Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	0.042	5
Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	0.040	6
Pekerja mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	0.040	6
Pemasangan kabel listrik tidak rapi	0.038	7
Rem blong	0.037	8
Tangga jatuh	0.032	9
Aksesoris jatuh	0.031	10
Cuaca buruk, jalur lintasan licin	0.027	11
Ban pecah/kempes	0.024	12
Driver mengantuk	0.020	13
Perkakas/alat kerja jatuh	0.018	14
Tergores benda tajam di tiang	0.016	15
Terpotong pisau	0.014	16
Alat cleaver bermasalah	0.010	17
Tempat pembuangan <i>core</i> rusak/hilang/tidak berfungsi	0.010	17
Kabel jatuh dari atas	0.008	18
Permukaan kabel kasar	0.004	19

Tabel 4.14 Perkiraan Biaya Penyebab Bahaya *Figure 8* jika Dikelompokkan Berdasarkan Cedera Luka

Kelompok Cedera	Penyebab Kegagalan	Local Priority
Cedera pertolongan pertama :	Tergores benda tajam di tiang	0.379
	Terpotong pisau	0.338
	Kabel jatuh dari atas	0.2
	Permukaan kabel kasar	0.084
Cacat tetap :	Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	0.333
	Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	0.333
	Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	0.333
Cedera hilang waktu kerja	Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	0.156
	Pekerja mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	0.156
	Pemasangan kabel listrik tidak rapi	0.147
	Rem blong	0.143
	Tangga jatuh	0.123
	Cuaca buruk, jalur lintasan licin	0.103
	Ban pecah/kempes	0.094
	Driver mengantuk	0.078
Cedera rawat medis :	Aksesoris jatuh	0.455
	Perkakas/alat kerja jatuh	0.263
	Alat cleaver bermasalah	0.141
	Tempat pembuangan <i>core</i> rusak/hilang/tidak berfungsi	0.141
Mati :	Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tiang	0.282
	Kabel bersentuhan dengan konektor di tiang	0.203
	Kelelahan bekerja	0.141
	Fondasi tangga kurang kuat	0.125
	Tiang licin	0.125
	Alas sepatu licin	0.125

- Perkiraan biaya pekerjaan perbaikan kabel FO di ADSS

Peringkat penyebab bahaya kecelakaan kerja untuk kriteria perkiraan biaya dapat dilihat pada tabel 4.15. Dari tabel tersebut, biaya terbesar yang mesti dikeluarkan perusahaan disebabkan oleh penyebab bahaya yang mengakibatkan

kematian. Peringkat pertama biaya terbesar disebabkan karena kontak dengan listrik yaitu pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tower. Setelah itu, disusul dengan penyebab bahaya jatuh dari tower yaitu kelelahan bekerja, tower licin, salah memakai safety belt) dan kabel bersentuhan dengan konektor di tiang disusul penyebab bahaya yang mengakibatkan kematian karena terjatuh dari tiang yaitu kelelahan bekerja, fondasi tangga kurang kuat, tiang licin, dan alas sepatu licin. Untuk peringkat kedua sampai kelima beda persentase prioritas tidak terlalu jauh. Peringkat terakhir terdapat pada penyebab bahaya akibat permukaan kabel kasar.

Jika melihat peringkat penyebab bahaya dari segi biaya berdasarkan kelompok cederanya, hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.16. Untuk penyebab bahaya yang mengakibatkan biaya terbesar untuk cedera pertolongan pertama adalah terpotong pisau. Untuk cedera rawat medis disebabkan oleh tertusuk *core* yaitu karena alat cleaver bermasalah dan tempat pembuangan *core* rusak/hilang/tidak berfungsi. Untuk cacat tetap, diakibatkan oleh mata menjadi rabun karena terkena sinar optik. Untuk penyebab bahaya yang mengakibatkan kehilangan waktu kerja, diakibatkan oleh penyebab bahaya tabrakan yaitu karena tidak mematuhi lampu-lampu lalu lintas, dan mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi. Biaya terbesar untuk penyebab bahaya yang mengakibatkan kematian yaitu pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tower.

Tabel 4.15 Peringkat Penyebab Bahaya untuk Kriteria Perkiraan Biaya pada ADSS

Penyebab Bahaya di ADSS	Global Priority	Peringkat
Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tower	0.122	1
Kelelahan bekerja	0.059	2
Tower licin	0.059	2
Salah memakai safety belt	0.059	2
Aksesoris berat jatuh	0.059	2
Kaget terkena induksi listrik	0.059	2
Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	0.058	3
Pekerja mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	0.058	3
Alas sepatu licin	0.057	4
Driver mengantuk	0.047	5
Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	0.042	6
Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	0.042	6

Tabel 4.15 Peringkat Penyebab Bahaya untuk Kriteria Perkiraan Biaya pada ADSS
(lanjutan)

Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	0.042	6
Ban pecah/kempes	0.034	7
Rem blong	0.033	8
Perkakas/alat kerja jatuh	0.031	9
Cuaca buruk, jalur lintasan licin	0.030	10
Alat cleaver bermasalah	0.024	11
Tempat pembuangan <i>core</i> rusak/hilang/tidak berfungsi	0.024	11
Terpotong pisau	0.019	12
Kabel jatuh dari atas	0.017	13
Adanya hewan liar di sekitar lokasi recovery	0.011	14
Kabel jatuh dari atas	0.009	15
Permukaan kabel kasar	0.005	16

Tabel 4.16 Perkiraan Biaya Penyebab Bahaya ADSS jika Dikelompokkan
Berdasarkan Cedera Luka

Kelompok Cedera	Penyebab Kegagalan	Local Priority
Cedera pertolongan pertama :	Terpotong pisau	0.458
	Kabel jatuh dari atas	0.416
	Permukaan kabel kasar	0.126
Cacat tetap :	Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	0.333
	Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	0.333
	Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	0.333
Cedera hilang waktu kerja:	Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	0.223
	Pekerja mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	0.223
	Driver mengantuk	0.183
	Ban pecah/kempes	0.13
	Rem blong	0.126
	Cuaca buruk, jalur lintasan licin	0.116
Cedera rawat medis:	Alat cleaver bermasalah	0.354
	Tempat pembuangan <i>core</i> rusak/hilang/tidak berfungsi	0.354
	Adanya hewan liar di sekitar lokasi recovery	0.161
	Kabel jatuh dari atas	0.131

Tabel 4.16 Perkiraan Biaya Penyebab Bahaya ADSS jika Dikelompokkan Berdasarkan Cedera Luka (lanjutan)

Mati :	Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tower	0.241
	Kelelahan bekerja	0.117
	Tower licin	0.117
	Salah memakai safety belt	0.117
	Aksesoris berat jatuh	0.117
	Kaget terkena induksi listrik	0.117
	Alas sepatu licin	0.112
	Perkakas/alat kerja jatuh	0.061

- Perkiraan biaya pekerjaan perbaikan kabel FO di *Underground*

Peringkat penyebab bahaya dengan biaya terbesar pada pekerjaan perbaikan kabel FO di *Underground* dapat dilihat pada tabel 4.17. Dari tabel tersebut, biaya terbesar yang mesti dikeluarkan perusahaan disebabkan oleh penyebab kontak dengan listrik yaitu pekerja tidak sengaja mengebor atau mencangkul kabel listrik PLN yang tertanam di bawah tanah dan akibat petunjuk penanaman kabel power hilang. Penyebab bahaya dengan biaya kedua terbesar yaitu risiko kematian karena tertimbun tanah yang longsor. Dilihat dari prioritas biayanya, biaya karena kontak dengan listrik jauh lebih tinggi dibandingkan dengan biaya tertimbun. Hal ini disebabkan karena adanya biaya ganti rugi kabel listrik PLN yang sangat mahal selain harus membayar kompensasi kepada pekerjanya.

Jika melihat peringkat penyebab bahaya dari segi biaya berdasarkan kelompok cederanya, hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.18. Biaya terbesar untuk cedera pertolongan pertama disebabkan oleh terpotong pisau, Untuk cedera rawat medis disebabkan oleh tertusuk *core* yaitu karena alat cleaver bermasalah dan tempat pembuangan *core* rusak/hilang/tidak berfungsi. Untuk cacat tetap, diakibatkan oleh mata menjadi rabun karena terkena sinar optik. Untuk penyebab bahaya yang mengakibatkan kehilangan waktu kerja, diakibatkan oleh penyebab bahaya tabrakan yaitu karena tidak mematuhi lampu-lampu lalu lintas, dan mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi. Biaya terbesar untuk penyebab bahaya yang mengakibatkan kematian yaitu kontak dengan listrik karena pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tower.

Tabel 4.17 Peringkat Penyebab Bahaya untuk Kriteria Perkiraan Biaya pada
Underground

Penyebab Bahaya di <i>Underground</i>	Global Priority	Peringkat
Pekerja tidak sengaja mengebor kabel listrik PLN	0.152	1
Pekerja tidak sengaja mencangkul kabel listrik PLN	0.152	1
Patokan petunjuk penanaman kabel power hilang	0.152	1
Gundukan tanah longsor	0.051	2
Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	0.044	3
Pekerja tidak sengaja mengebor pipa gas	0.041	4
Pekerja mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	0.036	5
Pekerja menyeberang dengan sembarangan	0.033	6
Ban pecah/kempes	0.025	7
Tanda konstruksi tidak kelihatan	0.024	8
Lubang manhole sempit	0.022	9
Lubang manhole berat	0.022	9
Pipa jatuh	0.021	10
Aksesoris jatuh	0.021	10
Rem blong	0.020	11
Tanda konstruksi tidak ada	0.020	11
Driver mengantuk	0.018	12
Cuaca buruk, jalur lintasan licin	0.018	12
Pekerja tidak sengaja mengebor pipa air	0.017	13
Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	0.013	14
Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	0.013	14
Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	0.013	14
Perkakas/alat kerja jatuh	0.011	15
Alat cleaver bermasalah	0.010	16
Tempat pembuangan <i>core</i> rusak/hilang/tidak berfungsi	0.010	16
Alat kerja sudah rusak	0.009	17
Alas sepatu licin	0.009	17
Terpotong pisau	0.008	18
Kabel jatuh dari atas	0.005	19
Permukaan kabel kasar	0.003	20
Batu-batuan tajam di tanah	0.002	21
Klakson kendaraan	0.001	22
Debu aspal berterbangan	0.001	22
Asap kendaraan bermotor	0.001	22
Suara bor	0.001	22

Tabel 4.18 Perkiraan Biaya Penyebab Bahaya *Underground* jika Dikelompokkan Berdasarkan Cedera Luka

Kelompok Cedera	Penyebab Kegagalan	Local Priority
Cedera pertolongan pertama:	Pekerja tidak sengaja mengebor pipa air	0.411
	Terpotong pisau	0.196
	Kabel jatuh dari atas	0.130
	Permukaan kabel kasar	0.077
	Batu-batuan tajam di tanah	0.059
	Klakson kendaraan	0.035
	Debu aspal berterbangan	0.031
	Asap kendaraan bermotor	0.031
	Suara bor	0.030
Cacat tetap:	Pekerja tidak sengaja mengebor pipa gas	0.327
	Lubang manhole sempit	0.177
	Lubang manhole berat	0.177
	Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	0.106
	Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	0.106
	Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	0.106
Cedera hilang waktu kerja:	Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	0.169
	Pekerja mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	0.138
	Pekerja menyeberang dengan sembarangan	0.129
	Ban pecah/kempes	0.096
	Tanda konstruksi tidak kelihatan	0.091
	Pipa jatuh	0.082
	Rem blong	0.076
	Tanda konstruksi tidak ada	0.076
	Driver mengantuk	0.071
	Cuaca buruk, jalur lintasan licin	0.071
	Cedera rawat medis:	Aksesoris jatuh
Perkakas/alat kerja jatuh		0.161
Alat cleaver bermasalah		0.140
Tempat pembuangan <i>core</i> rusak/hilang/tidak berfungsi		0.140
Alat kerja sudah rusak		0.132
Alas sepatu licin		0.127

Tabel 4.18 Perkiraan Biaya Penyebab Bahaya *Underground* jika Dikelompokkan Berdasarkan Cedera Luka (lanjutan)

Mati:	Pekerja tidak sengaja mengebor kabel listrik PLN	0.300
	Pekerja tidak sengaja mencangkul kabel listrik PLN	0.300
	Patokan petunjuk penanaman kabel power hilang	0.300
	Gundukan tanah longsor	0.100

Dari hasil perbandingan berpasangan tersebut, dapat disimpulkan bahwa penyebab biaya terbesar disebabkan oleh penyebab bahaya kontak dengan listrik. Selain itu, penyebab biaya yang tinggi terdapat pada penyebab bahaya yang mengakibatkan risiko kematian.

4.3. Analisis Hasil MAFMA

4.3.1. Peringkat Penyebab Bahaya dengan MAFMA

Peringkat penyebab bahaya jika menggunakan metode MAFMA adalah sebagai berikut:

- Peringkat penyebab bahaya yang mengakibatkan kegagalan di *Figure 8*

Peringkat penyebab bahaya untuk pekerjaan perbaikan kabel FO di *Figure 8* yang memiliki risiko terbesar untuk diprioritaskan dengan metode MAFMA dapat dilihat pada tabel 4.19. Pada metode MAFMA ini, tiga penyebab bahaya dengan risiko terbesar yaitu pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tiang disusul kabel bersentuhan dengan konektor di tiang. Dua peringkat teratas ini merupakan penyebab bahaya kontak dengan listrik. Penyebab bahaya yang menduduki peringkat ketiga yaitu kelelahan bekerja dan tiang licin. Penyebab bahaya ini merupakan penyebab bahaya terjatuh.

Jika dibandingkan dengan peringkat FMEA, hasil peringkat baru dengan menggunakan metode MAFMA tidak sama hasilnya. Penyebab bahaya dengan risiko terbesar pada awalnya yaitu pemasangan kabel listrik tidak rapi ternyata berganti menjadi pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tiang. Tabel 4.20 menunjukkan persentase risiko penyebab bahaya yang didapatkan dengan metode MAFMA dibandingkan dengan metode FMEA. Terlihat dengan bobot kriteria *severity* yang lebih diprioritaskan, persentase risiko yang mengakibatkan kematian naik.

Tabel 4.19 Peringkat MAFMA *Figure 8*

Penyebab Kegagalan di <i>Figure 8</i>	<i>Risk level</i>	Peringkat Mafma	Peringkat FMEA
Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tiang	0.082	1	3
Kabel bersentuhan dengan konektor di tiang	0.065	2	6
Kelelahan bekerja	0.054	3	4
Tiang licin	0.054	3	2
Alas sepatu licin	0.052	4	5
Fondasi tangga kurang kuat	0.050	5	9
Pemasangan kabel listrik tidak rapi	0.046	6	1
Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	0.045	7	5
Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	0.044	8	10
Driver mengantuk	0.040	9	2
Cuaca buruk, jalur lintasan licin	0.038	10	11
Aksesoris jatuh	0.038	10	11
Rem blong	0.037	11	20
Alat cleaver bermasalah	0.036	12	7
Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	0.035	13	13
Tempat pembuangan <i>core</i> rusak/hilang/tidak berfungsi	0.035	13	12
Tangga jatuh	0.034	14	16
Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	0.034	14	15
Ban pecah/kempes	0.033	15	20
Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	0.032	16	19
Perkakas/alat kerja jatuh	0.032	16	8
Terpotong pisau	0.024	17	14
Tergores benda tajam di tiang	0.022	18	17
Kabel jatuh dari atas	0.020	19	18
Permukaan kabel kasar	0.019	20	18

Tabel 4.20 Persentase Risiko Penyebab Bahaya di *Figure 8* dengan MAFMA dan FMEA

Penyebab Bahay di <i>Figure 8</i>	Persentase Risiko	
	FMEA	MAFMA
Pemasangan kabel listrik tidak rapi	9.91%	4.64%
Driver mengantuk	8.67%	3.97%
Tiang licin	8.67%	5.41%
Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tiang	7.80%	8.24%
Kelelahan bekerja	6.50%	5.43%

Tabel 4.20 Persentase Risiko Penyebab Bahaya di *Figure 8* dengan MAFMA dan FMEA

(lanjutan)

Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	6.07%	4.46%
Alas sepatu licin	6.07%	5.22%
Kabel bersentuhan dengan konektor di tiang	5.20%	6.50%
Alat cleaver bermasalah	5.02%	3.60%
Perkakas/alat kerja jatuh	4.46%	3.17%
Fondasi tangga kurang kuat	4.33%	4.97%
Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	3.96%	4.36%
Cuaca buruk, jalur lintasan licin	3.90%	3.81%
Aksesoris jatuh	3.90%	3.77%
Tempat pembuangan core rusak/hilang/tidak berfungsi	3.34%	3.48%
Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	2.32%	3.48%
Terpotong pisau	1.95%	2.39%
Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	1.55%	3.36%
Tangga jatuh	1.49%	3.39%
Tergores benda tajam di tiang	1.39%	2.19%
Permukaan kabel kasar	1.11%	1.95%
Kabel jatuh dari atas	1.11%	2.01%
Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	0.77%	3.23%
Rem blong	0.25%	3.68%
Ban pecah/kempes	0.25%	3.26%

- Peringkat penyebab kegagalan di *ADSS*

Peringkat penyebab bahaya untuk pekerjaan perbaikan kabel FO di *ADSS* yang memiliki risiko terbesar untuk diprioritaskan dengan metode MAFMA dapat dilihat pada tabel 4.21. Pada metode MAFMA ini, tiga penyebab bahaya dengan risiko terbesar yaitu pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tiang disusul kabel bersentuhan dengan konektor di tiang. Dua peringkat teratas ini merupakan penyebab bahaya kontak dengan listrik. Penyebab bahaya yang menduduki peringkat ketiga yaitu penyebab bahaya terjatuh karena kelelahan bekerja dan tiang licin.

Dari tabel 4.21, tiga peringkat teratas untuk penyebab bahaya yang didapatkan dengan metode MAFMA dan metode FMEA tidak begitu berubah. Penyebab bahaya teratas yang pada awalnya adalah tower licin diganti dengan penyebab bahaya pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tower. Tower licin menjadi penyebab bahaya dengan peringkat 2 dan untuk peringkat 3 adalah alas sepatu licin. Tabel 4.21 menunjukkan persentase risiko penyebab bahaya pada

pekerjaan perbaikan kabel FO di ADSS dengan metode MAFMA dibandingkan dengan metode FMEA. Terlihat dengan bobot kriteria *severity* yang lebih diprioritaskan, risiko yang mengakibatkan kematian persentasenya naik.

Tabel 4.21 Peringkat MAFMA ADSS

Penyebab Bahaya di ADSS	Risk level	Peringkat Mafma	Peringkat FMEA
Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tower	0.078	1	3
Tower licin	0.060	2	1
Alas sepatu licin	0.059	3	2
Kaget terkena induksi listrik	0.058	4	5
Kelelahan bekerja	0.054	5	4
Salah memakai safety belt	0.053	6	13
Aksesoris berat jatuh	0.051	7	8
Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	0.050	8	10
Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	0.049	9	9
Driver mengantuk	0.046	10	6
Perkakas/alat kerja jatuh	0.039	11	11
Alat cleaver bermasalah	0.039	12	7
Tempat pembuangan <i>core</i> rusak/hilang/tidak berfungsi	0.037	13	12
Cuaca buruk, jalur lintasan licin	0.036	14	16
Ban pecah/kempes	0.036	14	24
Rem blong	0.036	14	23
Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	0.034	15	15
Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	0.032	16	20
Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	0.031	17	22
Kabel jatuh dari atas	0.028	18	17
Terpotong pisau	0.025	19	19
Adanya hewan liar di sekitar lokasi recovery	0.025	19	14
Tergores benda tajam di tower	0.023	20	18
Permukaan kabel kasar	0.020	21	21

Tabel 4.22 Persentase Risiko Penyebab Bahaya di ADSS dengan MAFMA dan FMEA

Penyebab Bahaya di ADSS	Persentase Risiko	
	FMEA	MAFMA
Tower licin	13.20%	5.96%
Alas sepatu licin	13.20%	5.88%
Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tower	12.38%	7.84%

Tabel 4.22 Persentase Risiko Penyebab Bahaya di ADSS dengan MAFMA dan FMEA (lanjutan)

Kelelahan bekerja	6.60%	5.43%
Kaget terkena induksi listrik	6.60%	5.79%
Driver mengantuk	5.50%	4.59%
Alat cleaver bermasalah	4.46%	3.87%
Aksesoris berat jatuh	4.46%	5.08%
Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	4.40%	4.88%
Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	3.96%	5.00%
Perkakas/alat kerja jatuh	3.96%	3.87%
Tempat pembuangan core rusak/hilang/tidak berfungsi	2.97%	3.74%
Salah memakai safety belt	2.75%	5.32%
Adanya hewan liar di sekitar lokasi recovery	2.31%	2.51%
Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	2.06%	3.37%
Cuaca buruk, jalur lintasan licin	1.98%	3.63%
Kabel jatuh dari atas	1.98%	2.76%
Tergores benda tajam di tower	1.93%	2.33%
Terpotong pisau	1.73%	2.53%
Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	1.38%	3.23%
Permukaan kabel kasar	0.99%	2.01%
Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	0.69%	3.10%
Rem blong	0.25%	3.58%
Ban pecah/kempes	0.25%	3.62%

- Peringkat penyebab bahaya yang mengabaikan kegagalan di *Underground*

Peringkat penyebab bahaya untuk pekerjaan perbaikan kabel FO di *Underground* yang memiliki risiko terbesar untuk diprioritaskan dengan metode MAFMA dapat dilihat pada tabel 4.23. Pada metode MAFMA ini, peringkat pertama dan kedua merupakan bahaya kontak dengan listrik karena pekerja tidak sengaja mencangkul kabel listrik PLN, petunjuk penanaman kabel power hilang, dan pekerja tidak sengaja mengebor kabel listrik PLN. Penyebab bahaya untuk peringkat 3 merupakan penyebab bahaya untuk potensi bahaya tertimbun yaitu gundukan tanah longsor.

Dari tabel 4.23, 3 peringkat teratas untuk penyebab bahaya yang didapatkan dengan metode MAFMA dan metode FMEA tidak berubah yaitu pekerja tidak sengaja mencangkul kabel listrik PLN. Namun untuk peringkat 2 pada FMEA yaitu pekerja menyeberang dengan sembarangan peringkatnya berubah menjadi peringkat 4 di MAFMA. Untuk peringkat 3 di FMEA yaitu

pekerja tidak sengaja mengebor kabel listrik PLN peringkatnya berubah menjadi peringkat 2. Tabel 4.24 menunjukkan persentase risiko penyebab bahaya pada pekerjaan perbaikan kabel FO di *Underground* dengan metode MAFMA dibandingkan dengan metode FMEA.

Tabel 4.23 Peringkat MAFMA *Underground*

Penyebab Bahaya di <i>Underground</i>	Risk level	Peringkat Mafma	Peringkat FMEA
Pekerja tidak sengaja mencangkul kabel listrik PLN	0.082	1	1
Patokan petunjuk penanaman kabel power hilang	0.082	1	4
Pekerja tidak sengaja mengebor kabel listrik PLN	0.080	2	3
Gundukan tanah longsor	0.044	3	8
Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	0.038	4	10
Pekerja tidak sengaja mengebor pipa gas	0.038	4	5
Pekerja menyeberang dengan sembarangan	0.038	4	2
Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	0.034	5	9
Alat cleaver bermasalah	0.029	6	7
Driver mengantuk	0.029	6	6
Tempat pembuangan <i>core</i> rusak/hilang/tidak berfungsi	0.028	7	13
Tanda konstruksi tidak kelihatan	0.028	7	16
Ban pecah/kempes	0.028	7	35
Lubang manhole berat	0.027	8	28
Pipa jatuh	0.026	9	12
Rem blong	0.026	9	34
Tanda konstruksi tidak ada	0.026	9	21
Cuaca buruk, jalur lintasan licin	0.026	9	19
Aksesoris jatuh	0.026	9	14
Lubang manhole sempit	0.024	10	32
Perkakas/alat kerja jatuh	0.021	11	11
Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	0.021	11	15
Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	0.020	12	22
Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	0.019	13	31
Alat kerja sudah rusak	0.018	14	27
Terpotong pisau	0.017	15	20
Batu-batuan tajam di tanah	0.015	16	23
Kabel jatuh dari atas	0.015	16	30
Alas sepatu licin	0.014	17	24
Permukaan kabel kasar	0.014	17	29
Klakson kendaraan	0.014	17	18
Suara bor	0.014	17	17
Pekerja tidak sengaja mengebor pipa air	0.013	18	33
Debu aspal berterbangan	0.012	19	25
Asap kendaraan bermotor	0.012	20	26

Tabel 4.24 Persentase Risiko Penyebab Bahaya di *Underground* dengan MAFMA dan FMEA

Penyebab bahaya:	Risiko	
	FMEA	MAFMA
Pekerja tidak sengaja mencangkul kabel listrik PLN	9.33%	8.22%
Pekerja menyeberang dengan sembarangan	8.17%	3.76%
Pekerja tidak sengaja mengebor kabel listrik PLN	7.00%	8.05%
Patokan petunjuk penanaman kabel power hilang	7.00%	8.17%
Pekerja tidak sengaja mengebor pipa gas	5.60%	3.80%
Driver mengantuk	5.11%	2.86%
Alat cleaver bermasalah	4.73%	2.89%
Gundukan tanah longsor	4.73%	4.39%
Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	4.08%	3.40%
Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	3.73%	3.80%
Perkakas/alat kerja jatuh	3.50%	2.13%
Pipa jatuh	3.50%	2.64%
Tempat pembuangan <i>core</i> rusak/hilang/tidak berfungsi	3.15%	2.81%
Aksesoris jatuh	3.15%	2.59%
Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	2.19%	2.06%
Tanda konstruksi tidak kelihatan	2.04%	2.78%
Suara bor	1.87%	1.37%
Klakson kendaraan	1.87%	1.38%
Cuaca buruk, jalur lintasan licin	1.84%	2.60%
Terpotong pisau	1.84%	1.70%
Tanda konstruksi tidak ada	1.63%	2.60%
Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	1.46%	1.98%
Batu-batuan tajam di tanah	1.40%	1.54%
Alas sepatu licin	1.40%	1.45%
Debu aspal berterbangan	1.40%	1.24%
Asap kendaraan bermotor	1.40%	1.24%
Alat kerja sudah rusak	1.31%	1.83%
Lubang manhole berat	1.23%	2.75%
Permukaan kabel kasar	1.05%	1.43%
Kabel jatuh dari atas	1.05%	1.47%
Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	0.73%	1.89%
Lubang manhole sempit	0.53%	2.40%
Pekerja tidak sengaja mengebor pipa air	0.53%	1.34%
Rem blong	0.23%	2.60%
Ban pecah/kempes	0.23%	2.77%

4.3.2. Analisa Kuantitas Kegagalan pada Tahapan Pekerjaan Berdasarkan MAFMA

Dari nilai *risk level*, dapat dicari besarnya risiko di tiap tahapan pekerjaan. Tabel 4.25 memperlihatkan analisa kuantitas kegagalan berdasarkan tahapan pekerjaan dengan MAFMA dan FMEA. Persentase pada MAFMA dilihat dari nilai *risk level* penyebab bahaya sedangkan persentase pada FMEA dilihat dari nilai RPN-nya.

Pada pekerjaan perbaikan kabel FO di *Figure 8*, dengan metode MAFMA tahapan proses pekerjaan yang paling berisiko adalah proses pekerjaan pencarian titik putus kabel/*core*. Untuk pekerjaan perbaikan kabel FO di ADSS dan di *Underground*, risiko tahapan pekerjaan jika dibandingkan antara MAFMA dan FMEA tidak ada yang berubah. Pekerjaan perbaikan kabel FO di ADSS yang berisiko tetap merupakan tahapan proses pekerjaan penarikan dan pemasangan kabel sedangkan untuk pekerjaan perbaikan kabel FO di *Underground* ada di tahapan proses pengeboran dan penggalian jalan.

Tabel 4.25 Perbandingan Persentase Risiko Cedera Berdasarkan *Risk level* dan RPN

<i>Figure 8</i>		
Tahapan proses pekerjaan	MAFMA	FMEA
Pada saat perjalanan menuju lokasi	23.53%	23.10%
Pada saat pencarian titik putus <i>core</i>	34.48%	31.70%
Pengupasan dan penyambungan kabel/ <i>core</i>	9.47%	10.31%
Penarikan dan pemasangan kabel	32.47%	34.89%
<i>ADSS</i>		
Pada saat perjalanan menuju lokasi:	25.31%	16.34%
Pencarian titik putus <i>core</i> :	9.70%	4.13%
Pengupasan dan penyambungan kabel/ <i>core</i> :	10.13%	9.16%
Penarikan dan pemasangan kabel:	54.78%	70.37%
<i>Underground</i>		
Perjalanan menuju lokasi	18.03%	15.23%
Pencarian titik putus kabel/ <i>core</i>	11.08%	7.76%
Pengeboran dan penggalian jalan	43.30%	44.72%
Pengupasan dan penyambungan kabel/ <i>core</i>	7.40%	9.71%
Penarikan dan pemasangan kabel	20.11%	22.58%

4.4. Penanganan dan Pengontrolan Risiko

4.4.1. Matriks Resiko untuk FMEA

Nilai RPN yang didapatkan dapat dievaluasi apakah nilai RPN itu masih termasuk tinggi sehingga nilai RPN-nya perlu dikurangi dengan kontrol lanjut. Salah satu cara mengevaluasi nilai RPN yaitu dengan menggunakan *risk ranking tables* yang dapat dilihat pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26 *Risk Ranking Tables*

O/S	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	N	N	N	N	N	N	N	N	C	C
2	N	N	N	N	N	N	10	8	C	C
3	N	N	N	N	10	7	6	5	C	C
4	N	N	N	8	6	5	4	4	C	C
5	N	N	10	6	5	4	3	3	C	C
6	N	N	7	5	4	3	3	2	C	C
7	N	10	6	4	3	3	2	2	C	C
8	N	8	5	4	3	2	2	2	C	C
9	N	7	5	3	3	2	2	1	C	C
10	N	6	4	3	2	2	1	1	C	C

Sumber : McCollin, 1999, p. 39

Simbol “C” pada Tabel 4.26 menunjukkan bahwa diperlukannya segera *corrective action* (kontrol lanjut). Sedangkan simbol “N” menunjukkan bahwa nilai RPN masih dalam batas ambang bisa diterima dan kontrol lanjut menjadi opsional (*non-corrective action*). Pada kolom tabel tersebut, bobot *Severity* yang mencapai 9 dan 10 wajib membutuhkan penanganan risiko sesegera mungkin. Angka # di kolom tabel menunjukkan bahwa kontrol lanjut diperlukan jika nilai *Detection* sama atau lebih dari angka yang tertera. Contohnya untuk nilai *severity* 5, *occurrence* 6, dan *detection* 5 maka dibutuhkan *corrective action*.

4.4.2. Potensi Bahaya yang Membutuhkan Kontrol Lanjut

Dengan mengacu kepada tabel matriks risiko pada Tabel 4.26, kontrol lanjut apakah diperlukan/tidak untuk penyebab bahaya pada pekerjaan perbaikan kabel FO di *Figure 8* dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Penyebab Bahaya yang Membutuhkan Kontrol Lanjut di *Figure 8*

Penyebab Bahaya di <i>Figure 8</i>	S	O	D	N/C
Driver mengantuk	7	8	5	C
Cuaca buruk, jalur lintasan licin	7	6	3	C
Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	7	7	4	C
Rem blong	8	1	1	N
Ban pecah/kempes	8	1	1	N
Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	8	4	4	C
Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	5	3	5	N
Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	5	2	5	N
Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	5	1	5	N
Terpotong pisau	3	7	3	N
Tempat pembuangan <i>core</i> rusak/hilang/tidak berfungsi	9	2	6	C
Alat cleaver bermasalah	9	3	6	C
Permukaan kabel kasar	2	9	2	N
Tergores benda tajam di tiang	3	5	3	N
Kabel jatuh dari atas	3	6	2	N
Perkakas/alat kerja jatuh	6	4	6	C
Aksesoris jatuh	7	3	6	C
Tangga jatuh	6	4	2	N
Kelelahan bekerja	7	6	5	C
Fondasi tangga kurang kuat	7	5	4	C
Tiang licin	7	8	5	C
Alas sepatu licin	7	7	4	C
Pemasangan kabel listrik tidak rapi	8	5	8	C
Kabel bersentuhan dengan konektor di tiang	8	3	7	C
Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tiang	9	4	7	C

Untuk pekerjaan perbaikan kabel FO di ADSS, kontrol lanjut diperlukan/tidak dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Penyebab Bahaya yang Membutuhkan Kontrol Lanjut di ADSS

Penyebab Bahaya di ADSS	S	O	D	N/C
Driver mengantuk	8	5	5	C
Cuaca buruk, jalur lintasan licin	8	3	3	C
Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	8	5	4	C
Rem blong	9	1	1	C
Ban pecah/kempes	9	1	1	C
Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	9	4	4	C
Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	5	3	5	N
Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	5	2	5	N

Tabel 4.28 Penyebab Bahaya yang Membutuhkan Kontrol Lanjut di ADSS
(lanjutan)

Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	5	1	5	N
Terpotong pisau	3	7	3	N
Tempat pembuangan <i>core</i> rusak/hilang/tidak berfungsi	9	2	6	C
Alat cleaver bermasalah	9	3	6	C
Permukaan kabel kasar	2	9	2	N
Tergores benda tajam di tower	2	7	5	N
Kabel jatuh dari atas	6	6	2	N
Perkakas/alat kerja jatuh	8	2	9	C
Aksesoris berat jatuh	9	2	9	C
Kelelahan bekerja	10	4	6	C
Kaget terkena induksi listrik	10	8	3	C
Tower licin	10	8	6	C
Alas sepatu licin	10	8	6	C
Salah memakai safety belt	10	5	2	C
Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tower	10	5	9	C
Adanya hewan liar di sekitar lokasi recovery	4	7	3	N

Tabel 4.29 Penyebab Bahaya yang Membutuhkan Kontrol Lanjut di *Underground*

Penyebab Bahaya di <i>Underground</i>	S	O	D	N/C
Driver mengantuk	7	5	5	C
Cuaca buruk, jalur lintasan licin	7	3	3	N
Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	7	5	4	C
Rem blong	8	1	1	N
Ban pecah/kempes	8	1	1	N
Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	8	4	4	C
Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	5	3	5	N
Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	5	2	5	N
Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	5	1	5	N
Lubang manhole sempit	6	3	1	N
Lubang manhole berat	6	7	1	N
Tanda konstruksi tidak ada	7	2	4	N
Tanda konstruksi tidak kelihatan	7	2	5	N
Pekerja menyeberang dengan sembarangan	8	7	5	C
Suara bor	2	8	4	N
Klakson kendaraan	2	8	4	N
Pekerja tidak sengaja mengebor kabel listrik PLN	10	6	4	C
Pekerja tidak sengaja mencangkul kabel listrik PLN	10	8	4	C
Patokan petunjuk penanaman kabel power hilang	10	8	3	C
Pekerja tidak sengaja mengebor pipa gas	8	4	6	C

Tabel 4.29 Penyebab Bahaya yang Membutuhkan Kontrol Lanjut di Underground
(lanjutan)

Pekerja tidak sengaja mengebor pipa air	1	3	6	N
Alat kerja sudah rusak	5	3	3	N
Terpotong pisau	3	7	3	N
Tempat pembuangan <i>core</i> rusak/hilang/tidak berfungsi	9	2	6	C
Alat cleaver bermasalah	9	3	6	C
Permukaan kabel kasar	2	9	2	N
Batu-batuan tajam di tanah	3	8	2	N
Kabel jatuh dari atas	3	6	2	N
Perkakas/alat kerja jatuh	5	4	6	C
Aksesoris jatuh	6	3	6	N
Pipa jatuh	6	4	5	C
Alas sepatu licin	2	6	4	N
Gundukan tanah longsor	9	6	3	C
Debu aspal berterbangan	1	8	6	N
Asap kendaraan bermotor	1	8	6	N

Untuk pekerjaan perbaikan kabel FO di *Underground*, kontrol lanjut diperlukan/tidak dapat dilihat pada Tabel 4.29.

Hasil kesimpulan dari potensi bahaya yang membutuhkan kontrol lanjut lagi untuk mengurangi nilai RPN-nya adalah:

- Tabrakan
- Tertusuk *core*
- Terbentur
- Kontak dengan listrik
- Tertimbun (khusus untuk pekerjaan *underground*)
- Kontak dengan pipa gas (khusus untuk pekerjaan *underground*)

4.4.3. Strategi Penanganan Risiko

Dalam menurunkan RPN, kontrol lanjut yang dapat diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Menurunkan nilai RPN tabrakan
 - Strategi *avoidance*
 - Pengecekan kendaraan secara rutin, terutama rem dan ban kendaraan.
 - Strategi *mitigate*

- Pengaturan jam kerja.
 - Penyesuaian jumlah driver dengan beban kerja apakah diperlukan penambahan driver atau tidak.
 - Menerapkan denda untuk meningkatkan disiplin terhadap driver yang lalai/ceroboh.
 - Strategi *transfer*
 - Mengasuransikan pekerja dan mobil dinas.
2. Menurunkan RPN tertusuk *core*
- Strategi *avoidance*
 - Mengharuskan pekerja memakai sarung tangan.
 - Instruksi kerja penyambungan dan penanganan *core* dengan hati-hati.
 - Strategi *mitigate*
 - Pengecekan alat *cleaver* yang dipakai sebelum bekerja.
 - Pembekalan bagaimana cara melakukan pertolongan pertama langsung karena sebenarnya tertusuk *core* merupakan cedera yang ringan tetapi jika tidak dikeluarkan dari tubuh *core* dapat masuk ke pembuluh darah dan terbawa sampai ke jantung
 - Strategi *transfer*
 - Mengasuransikan pekerja
3. Menurunkan RPN kepala terbentur
- Strategi *avoidance*
 - Mengharuskan pekerja memakai helm kerja.
 - Strategi *mitigate*
 - Menyediakan tempat penyimpanan alat kerja.
 - Merapikan dan menyimpan peralatan setelah habis pakai.
 - Mengidentifikasi area kerja yang berbahaya dengan tanda yang jelas sebelum memulai bekerja.

Khusus untuk *ADSS* :

 - Untuk area di dekat aksesoris berat, diberi garis/tanda bahaya sebagai tanda peringatan

- Tidak berada di bawah tower jika tidak diperlukan/tidak penting.
 - Strategi *transfer*
 - Mengasuransikan pekerja dan peralatan kerja yang mahal
4. Menurunkan RPN terjatuh
- Strategi *avoidance*
 - Mengharuskan pekerja memakai *safety belt*, khusus untuk ADSS wajib memakai *safety belt full body*.
 - Tidak menaiki tiang/tower jika kondisi lingkungan tidak mendukung (hujan, mendung, angin kencang, dan lain-lain yang dapat membahayakan pekerja).
 - APD wajib disediakan dan dipakai (helm, sepatu karet, sarung tangan karet, dll).
 - Penerangan yang cukup jika bekerja di malam hari.
 - Strategi *mitigate*
 - *Checklist* peralatan yang akan dibawa sebelum naik ke atas tiang/tower agar tidak sering naik turun.
 - Tangga dicek rutin apakah masih layak/tidak. Kekuatan tangga, batas beban juga perlu diketahui oleh semua pekerja.
 - *Safety belt* juga dicek rutin dan dites dari segi kekuatan, apakah sudah berkarat/tidak dan disimpan dengan baik.
 - Instruksi kerja yang jelas dan membuat JSA (*Job Safety Analysis*)
 - Strategi *transfer*
 - Mengasuransikan pekerja
5. Menurunkan RPN kontak dengan listrik
- Strategi *avoidance*
 - Instruksi kerja dan penyuluhan pengetahuan K3 mengenai sumber-sumber listrik di tiang, tower, dan di bawah tanah.
 - Tidak bekerja sambil merokok.
 - Penerangan yang cukup jika bekerja di malam hari.

- Tidak menaiki tiang/tower jika kondisi lingkungan tidak mendukung (hujan, mendung, angin kencang, dan lain-lain yang dapat membahayakan pekerja).
- APD wajib disediakan dan dipakai (helm, sepatu karet, sarung tangan karet,dll).

.Strategi *mitigate*

- Mengisolasikan sumber listrik dari pekerja jika memungkinkan.
- Tidak membawa peralatan elektronik yang tidak berhubungan dengan kerja di dekat sumber listrik.
- Instruksi kerja yang jelas dan membuat JSA (*Job Safety Analysis*)
- Mengecek kondisi kerja seperti apakah ada kabel yang terkelupas dan memberikan tanda bahaya yang jelas sebagai tanda peringatan bagi pekerja lainnya.
- Membawa test pen untuk mengecek arus induksi di tiang/tower sebelum naik.

Khusus untuk *Figure 8*, melakukan pencegahan pertama terhadap sumber listrik seperti kabel yang terkelupas dengan cara mengisolasi kabel tersebut.

- Strategi *transfer*
 - Mengasuransikan pekerja

6. Menurunkan RPN tertimbun

- Strategi *avoidance*
 - Tidak bekerja di saat hujan.
 - Pemberian tanda peringatan bahaya di sekitar area timbunan tanah.
 - Diberikan dinding atau dolken untuk penahan tanah jika galian tanah > 3m
 - Penerangan yang cukup jika bekerja di malam hari.
 - APD wajib disediakan dan dipakai (helm, sepatu karet, sarung tangan karet,dll).
 - Instruksi kerja dan membuat JSA sebelum bekerja

- Strategi *mitigate*
 - Tidak bekerja di saat hujan.
 - Galian kemiringan tanah cukup sesuai instruksi kerja.
 - Menutup lubang galian sementara jika turun hujan di tengah-tengah kerja.
 - Strategi *transfer*
 - Mengasuransikan pekerja
7. Menurunkan RPN kontak dengan pipa gas
- Strategi *avoidance*
 - Koordinasi dengan pihak terkait apakah ada jalur kabel listrik, pipa gas, dan pipa air sebelum dilakukan galian
 - Instruksi kerja dan membuat JSA.
 - Strategi *mitigate*
 - Pembekalan mengenai cara pengeboran dan penggalian jika ada jalur kabel listrik, pipa gas, dan pipa air.
 - Strategi *transfer*
 - Mengasuransikan pekerja

4.4.4. Pengontrolan Risiko

Pengontrolan risiko dilakukan dengan menyelenggarakan pertemuan rutin secara berkala untuk mengevaluasi penanganan risiko-risiko tersebut selama ini. Jika ada risiko baru yang timbul, maka akan segera didokumentasikan untuk dianalisis besarnya dan tindakan penanganannya, Dan jika ada risiko yang tidak relevan lagi juga dapat dihilangkan. Pertemuan tersebut juga dapat digunakan untuk membahas strategi penanganan risiko saat ini dan terus memperbaiki strategi tersebut.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Tujuan utama dalam penelitian ini adalah mengetahui penyebab kegagalan/bahaya yang paling berdampak untuk diprioritaskan menurut bobot kriteria yang ditentukan oleh manajemen perusahaan. Kriteria yang dipakai untuk menentukan penyebab kegagalan dilihat dari empat kriteria yaitu kriteria *Severity* (efek/dampak bahayanya), *Occurence* (peluang bahaya), *Detectability* (kontrol awal pencegahan), dan *Expected cost* (perkiraan biaya). Dari hasil uji perbandingan berpasangan untuk kriteria tersebut, didapatkan bobot untuk kriteria *severity* sebesar 45.4%, kriteria *occurence* sebesar 14.5%, kriteria *detectability* sebesar 6.5%, dan kriteria *expected cost* sebesar 33.5%.

Berdasarkan bobot kriteria yang didapatkan, untuk pekerjaan perbaikan kabel FO di *Figure 8*, didapatkan 3 peringkat penyebab bahaya teratas yaitu pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tiang (*risk level* 0.082), kabel bersentuhan dengan konektor di tiang (*risk level* 0.065), dan kelelahan bekerja serta tiang licin (*risk level* 0.054). Untuk pekerjaan perbaikan kabel FO di *ADSS*, didapatkan 3 peringkat penyebab bahaya teratas yaitu pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tower (*risk level* 0.078), tower licin (*risk level* 0.060), dan alas sepatu licin (*risk level* 0.059). Untuk pekerjaan perbaikan kabel FO di *Underground*, didapatkan 3 peringkat penyebab bahaya teratas yaitu pekerja tidak sengaja mencangkul kabel listrik PLN dan patokan petunjuk penanaman kabel power hilang (*risk level* 0.082), pekerja tidak sengaja mengebor kabel listrik PLN (*risk level* 0.080), dan gundukan tanah longsor (*risk level* 0.044).

5.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan bahwa responden untuk uji perbandingan berpasangan ditambahkan minimal sampai 4 orang agar penilaian dapat dilakukan secara objektif (Saaty, 1999). Selain itu, metode MAFMA sendiri masih bisa dikembangkan misalnya dengan menambahkan kriteria yang

digunakan untuk mencari penyebab bahaya yang akan diprioritaskan terlebih dahulu atau bisa juga dengan menggunakan metode fuzzy seperti Fuzzy AHP dibandingkan AHP.



DAFTAR REFERENSI

- Anonim. "Fibre Optic Safety". www.fibreopticcabling.com/default.htm (11 Apr. 2012, pukul 14.38 WIB)
- American National Standard. (2004). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge* (3rd ed.). Newton Square : Project Management Institute
- Amirin, T.M. (2010). *Skala Likert : Penggunaan dan Analisis Datanya*. April 23, 2012. <http://tatangmanguny.wordpress.com/2010/11/01/skala-likert-penggunaan-dan-analisis-datanya/>
- Badan Standarisasi Nasional. (n.d). *Metode Perhitungan Tingkat Kecepatan dan Tingkat Keperahan Cedera Akibat Kerja di Pertambangan Umum*. SNI 13-6618-2001.
- Blumental, A. L. (1997). *The Process of Cognition*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall.
- Braglia, Marcello. (2000). MAFMA : Multi-attribute Failure Mode Analysis. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 17 No. 9, 2000, pp. 1017-1033.
- Cayman Business System. (2002, April 2). *Failure Mode and Effect Analysis*. Juni 11, 2012. <http://www.fmeainfocentre.com/handbooks/FMEA-N.pdf>
- Chan, F.T.S. (2003). Interactive selection model for supplier selection process an AHP. *International journal of production research*, 41, 3549-2579.
- Chong, Y. Y. (2004). *Investment Risk Management*. West Sussex : John Wiley & Sons Ltd.
- Clemen, Robert T. (1996). *Making Hard Decisions: An Introduction to Decision Analysis* 2nd edition . New York : Duxbury Press
- Electricity Engineers' Association. (2011). *Fibre Optic Attachment to Electricity Network Poles and Pole Structures*. New Zealand
- Enterprise Risk Management Committee. (2003). *Overview of Enterprise Risk Management*. Casualty Acturial Society
- Fiber Optic Association. (2012). *Safety in Fiber Optic Installations*. April 11, 2012. pk. 14.00 WIB. <http://www.thefoa.org>

- Figuera, J., Greco, S. dan Ehr Gott, M. (2005). *Multiple Criteria Decision Analysis, State of the Art Surveys*. New York : Springer.
- Hoffman, D. (2002). *Managing Operational Risk*. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc.
- Jamsostek. "Jamsostek Intensifkan Pelatihan K3". www.bumn.go.id/jamsostek/id/publikasi/indonesia-jamsostek-intensifkan-pelatihan-k3/ (15 Maret 2012, pukul 20.00 WIB)
- Jorion, P. (2001). *Value at Risk : The New Benchmark for Managing Financial Risk* (2nd ed.). New York : Mc. Graw Hill
- Kerzner, H. (1998). *Project Management : A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc.
- Kino, Y., Tsuda, K., & Tsukahara, T. (2008). Extraction of the Project Risk Knowledge on The Basis of a Project Plan. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*.
- Liu, Hao Tien dan Tsai, Yieh Lin. (2011). A Fuzzy Risk Assessment Approach for Occupational Hazards in the Construction Industry. *Elsevier, Safety Science* 50 (2012) 1067-1078.
- McCollin, Chris, "Working Around Failure." *Manufacturing Engineer*, February 1999. Pages 37-40.
- McDaniel, Carl dan Roger Gates, 2002, *Marketing Research : The Impact of the Internet*, Fifth Edition, Ohio : Thomson Learning.
- McDermott, R.E., Mikulak, J.E., Beauregard, M.R. (1996). *The Basics of FMEA*. New York : Productivity Press
- McDermott, R.E., Mikulak, J.E., Beauregard, M.R. (2009). *The Basics of FMEA* (2nd ed.). New York : Productivity Press
- Muehlen, M. Z. & Ho, D. T. (2006). *Risk Management in BPM Lifecycle*. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*.
- Mustafa, Jia-Pei, Siaw-Pen & Abd Hamid. (2005). The evaluation of airline service quality using the analytic hierarchy process (AHP). International conference on tourism development, Penang, Malaysia.

- Penncock, M. & Harimes, Y. Principles and Guidelines for Project Risk Management, System Engineering, Wiley Periodical Inc, Vol. 5 No. 2, 2002.
- Project Risk Management Handbook. (2003). Sacramento : Caltrans
- Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York : McGraww-Hill
- Saaty, T.L. (1999). *The seven pillars of the analytic hierarchy process*. Proceedings of the fourth international symposium on the analytic hierarchy process.
- Saaty, T.L. (2008). *Decision Making with the Analytic Hierarchy Process*. Int. J. Services, Vol. 1, No. 1, 2008
- Schuler, Randall S. dan Susan E. Jackson. (1999). *Manajemen Sumber Daya Manusia: Menghadapi Abad Ke-21*. Jakarta: Erlangga.
- Siegle, Del. (2010). *Likert Scale*. April 23, 2012. University of Connecticut. <http://www.gifted.uconn.edu/siegle/research/Instrument%20Reliability%20and%20Validity/Likert.html>
- Simon, M.K. (2011). Likert-type Scales. Dissertation and scholarly research : Recipes for Success. Seattle, WA, Dissertation Success, LLC.
- Stoneburner, G., Goguen, A., & Feringa, A. (2002). Risk Management Guide for Information Technology System. Gaithersburg, MD: National Institute of Standard and Technology.
- Suma'mur. (1989). Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan. Jakarta: PT. Toko Gunung Agung.
- Tague, Nancy R., 2005, The Quality Toolbox, Second Edition, Wisconsin : ASQ Quality Press.
- Tarwaka, PGDip.Sc., M.Erg. (2008). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Surakarta: Harapan Press.
- Tchankova, Lubka. (2002). Risk identification – basic stage in risk management, *Environmental Management and Health*, Vol. 13 Iss: 3, pp.290 - 297
- The Orange Book Management of Risk. (2004). *Principles and Concepts*. London: HM Treasury
- Vaughan, J. E. (1997). *Risk Management*. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc.



LAMPIRAN

Kuesioner Penelitian I

Responden Yth,

Saya adalah mahasiswa Fakultas Teknik Departemen Teknik Industri Universitas Indonesia yang sedang mengadakan penelitian tentang Manajemen Risiko Kecelakaan Kerja di PT Mitra Sinergi Adhitama. Demi kesuksesan penelitian ini, saya sangat mengharapkan Anda untuk bersedia mengisi kuesioner ini dengan keseriusan dan kejujuran. Informasi yang saya peroleh nantinya hanya untuk tujuan akademis semata. Terima kasih atas partisipasi Anda dalam penelitian ini.

Nama : Lama bekerja :
 Jabatan : Pendidikan terakhir:
 Usia :

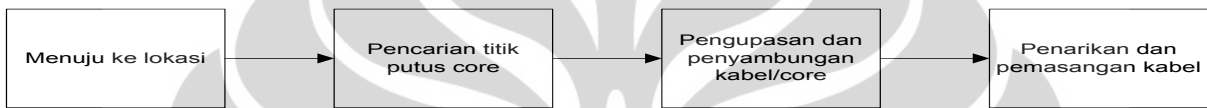
Petunjuk

Untuk setiap pertanyaan di bawah ini, lingkirlah angka **1-5** dengan ketentuan sebagai berikut:

1 – Sangat Tidak Setuju 2- Tidak Setuju 3- Netral 4- Setuju 5- Sangat Setuju

A. Pekerjaan Recovery FO Figure 8

Flowchart pengerjaan recovery FO Figure 8 secara umum adalah:



1. Pada saat perjalanan menuju lokasi:

Potensi Bahayanya :	Tabrakan	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1.Driver mengantuk	1	2	3	4	5
	2. Cuaca buruk, jalur lintasan licin	1	2	3	4	5
	3.Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	1	2	3	4	5
	4. Rem Blong	1	2	3	4	5
	5. penyebab lain :					

*Potensi Bahaya Lain :

Penyebabnya :

2. Pada saat pencarian titik putus core:

Potensi Bahayanya :	Terkena laser optik	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	1	2	3	4	5
	2. Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	1	2	3	4	5
	3. Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	1	2	3	4	5
	4. penyebab lain :					

*Potensi Bahaya Lain :

Penyebabnya :

3. Pada saat pengupasan dan penyambungan kabel/core:

Potensi Bahayanya :	Kontak dengan permukaan tajam	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Ujung kabel tajam	1	2	3	4	5
	2. Terpotong pisau	1	2	3	4	5
	3. penyebab lain :					

*Potensi Bahaya Lain :

Penyebabnya :

4. Pada saat penarikan dan pemasangan kabel:

Potensi Bahayanya :	Kontak dengan permukaan kasar	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Permukaan kabel kasar	1	2	3	4	5
	2. . penyebab lain :	1	2	3	4	5
Potensi Bahayanya :	Kontak dengan permukaan tajam	1	2	3	4	5

Lampiran 1: Kuesioner 1 (lanjutan)

Penyebabnya :	1. Tergores benda tajam di tiang	1	2	3	4	5
	2. . penyebab lain :	1	2	3	4	5

Potensi Bahayanya :	Terbentur sesuatu	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Kabel jatuh dari atas	1	2	3	4	5
	2. Perkakas/alat kerja jatuh	1	2	3	4	5
	3. penyebab lain :					

Potensi Bahayanya :	Terjatuh	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Kelelahan	1	2	3	4	5
	2. Fondasi tangga kurang kuat	1	2	3	4	5
	3. Tiang licin	1	2	3	4	5
	4. Alas sepatu licin	1	2	3	4	5
	5. penyebab lain :					

Potensi Bahayanya :	Kontak dengan listrik	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Pemasangan kabel listrik tidak rapi	1	2	3	4	5
	2. Kabel bersentuhan dengan konektor di tiang	1	2	3	4	5
	3. Pekerja bersentuhan langsung dengan sumber listrik di tiang	1	2	3	4	5
	4. penyebab lain :					

*Potensi Bahaya Lain :
Penyebabnya :

B. Pekerjaan Recovery FO ADSS



1. Pada saat perjalanan menuju lokasi:

Potensi Bahayanya :	Tabrakan	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1.Driver mengantuk	1	2	3	4	5
	2. Cuaca buruk, jalur lintasan licin	1	2	3	4	5
	3. Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	1	2	3	4	5
	4. Rem Blong	1	2	3	4	5
	5. penyebab lain :					

*Potensi Bahaya Lain :
Penyebabnya :

2. Pada saat pencarian titik putus core:

Potensi Bahayanya :	Terkena sinar optik	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Pekerja melihat sinar laser optik secara langsung	1	2	3	4	5
	2. Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	1	2	3	4	5
	3. Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	1	2	3	4	5
	4. penyebab lain :					

*Potensi Bahaya Lain :
Penyebabnya :

3. Pada saat pengupasan dan penyambungan kabel/core:

Potensi Bahayanya :	Kontak dengan permukaan tajam	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Ujung kabel tajam	1	2	3	4	5
	2. Terpotong pisau	1	2	3	4	5
	3. penyebab lain :					

*Potensi Bahaya Lain :

Penyebabnya :

4. Pada saat penarikan dan pemasangan kabel:

Potensi Bahayanya :	Terbentur sesuatu	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Kabel jatuh dari atas	1	2	3	4	5
	2. Perkakas/alat kerja jatuh	1	2	3	4	5
	3. Pohon tumbang	1	2	3	4	5
	4. penyebab lain :					

Potensi Bahayanya :	Kontak dengan permukaan kasar	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Permukaan kabel kasar	1	2	3	4	5
	2. . penyebab lain :	1	2	3	4	5

Potensi Bahayanya :	Kontak dengan permukaan tajam	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Tergores benda tajam di tiang	1	2	3	4	5
	2. . penyebab lain :	1	2	3	4	5

Potensi Bahayanya :	Kontak dengan permukaan kasar dan tajam	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Permukaan kabel kasar	1	2	3	4	5
	2. Tergores benda tajam di tower	1	2	3	4	5
	3. penyebab lain :					

Potensi Bahayanya :	Terjatuh	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Kelelahan	1	2	3	4	5
	2. Kaget terkena induksi listrik	1	2	3	4	5
	3. Tower licin	1	2	3	4	5
	4. Alas sepatu licin	1	2	3	4	5
	5. Salah memakai safety belt	1	2	3	4	5
	6. penyebab lain :					

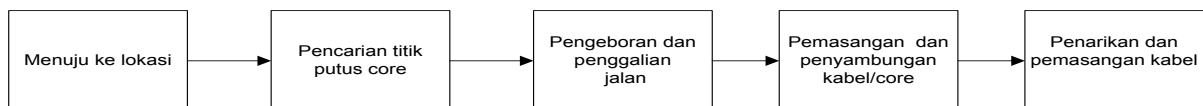
Potensi Bahayanya :	Kontak dengan listrik	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Pemasangan kabel listrik tidak rapi	1	2	3	4	5
	2. Kabel terkena konduktor suntet	1	2	3	4	5
	3. Pekerja bersentuhan langsung dengan sumber listrik di tower	1	2	3	4	5
	4. penyebab lain :					

Potensi Bahayanya :	Serangan hewan liar	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Adanya hewan liar di sekitar lokasi recovery (contoh monyet)	1	2	3	4	5
	2. penyebab lain :					

*Potensi Bahaya Lain :
 Penyebabnya :

C. Pekerjaan Recovery FO Underground

Flowchart pengerjaan recovery FO Underground secara umum adalah:



*diisi jika ada

1. Pada saat perjalanan menuju lokasi:

Potensi Bahayanya :	Tabrakan	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Driver mengantuk	1	2	3	4	5
	2. Cuaca buruk, jalur lintasan licin	1	2	3	4	5
	3. Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	1	2	3	4	5
	4. Rem Blong	1	2	3	4	5
	5. penyebab lain :					

*Potensi Bahaya Lain :
 Penyebabnya :

2. Pada saat pencarian titik putus core:

Potensi Bahayanya :	Terkena sinar optik	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	1	2	3	4	5
	2. Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	1	2	3	4	5
	3. Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	1	2	3	4	5
	4. penyebab lain :					

Potensi Bahayanya :	Terjepit	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Lubang manhole sempit	1	2	3	4	5
	2. penyebab lain :					

*Potensi Bahaya Lain :
 Penyebabnya :

3. Pada saat pengeboran dan pencangkulan jalan:

Potensi Bahayanya :	Kontak dengan kendaraan	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Tanda konstruksi tidak ada	1	2	3	4	5
	2. Tanda konstruksi tidak kelihatan	1	2	3	4	5
	3. penyebab lain :					

Potensi Bahayanya :	Kebisingan	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Suara bor	1	2	3	4	5
	2. Klakson kendaraan	1	2	3	4	5
	3. penyebab lain :					

Potensi Bahayanya :	Kontak dengan listrik	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Pekerja tidak sengaja mengebor kabel listrik PLN	1	2	3	4	5
	2. Patokan petunjuk penanaman kabel power hilang	1	2	3	4	5
	3. penyebab lain :					

Potensi Bahayanya :	Kontak dengan alat berat	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Alat kerja sudah rusak	1	2	3	4	5
	2. penyebab lain :					

Potensi Bahayanya :	Kontak dengan pipa	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Pekerja tidak sengaja mengebor pipa gas	1	2	3	4	5
	2. Pekerja tidak sengaja mengebor pipa air	1	2	3	4	5
	3. penyebab lain :					

*Potensi Bahaya Lain :
 Penyebabnya :

4. Pada saat pengupasan dan penyambungan kabel/core:

Potensi Bahayanya :	Kontak dengan permukaan tajam	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Ujung kabel tajam	1	2	3	4	5
	2. Terpotong pisau	1	2	3	4	5
	3. penyebab lain :					

Lampiran 1 Kuesioner 1 (lanjutan)

*Potensi Bahaya Lain :
Penyebabnya :

5. Pada saat penarikan dan pemasangan kabel:

Potensi Bahayanya :	Kontak dengan permukaan kasar	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Permukaan kabel kasar	1	2	3	4	5
	2. penyebab lain :					

Potensi Bahayanya :	Kontak dengan permukaan tajam	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Batu-batuan tajam di dalam tanah	1	2	3	4	5
	2. penyebab lain :					

Potensi Bahayanya :	Terbentur sesuatu	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Kabel jatuh dari atas	1	2	3	4	5
	2. Perkakas jatuh dari atas	1	2	3	4	5
	3. penyebab lain :					

Potensi Bahayanya :	Terjatuh	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Alas sepatu licin	1	2	3	4	5
	2. penyebab lain :					

Potensi Bahayanya :	Tertimbun	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Tanah longsor	1	2	3	4	5
	2. penyebab lain :					

Potensi Bahayanya :	Partikel asing masuk ke tubuh	1	2	3	4	5
Penyebabnya :	1. Debu aspal yang berterbangan	1	2	3	4	5
	2. Asap kendaraan bermotor	1	2	3	4	5
	3. penyebab lain :					

*Potensi Bahaya Lain :
Penyebabnya :

Lampiran 2 : Tabel FMEA untuk pekerjaan recovery FO *Figure 8*

Pekerjaan	Penjelasan	Potensi Bahayanya	Efek	S	Penyebab	O	Kontrol awal	D	RPN
Pada saat perjalanan menuju lokasi	Setelah tim serpo mendapat panggilan tugas, tim berangkat ke lokasi dengan kendaraan	Tabrakan	Luka ringan sampai menengah	7	1. Driver mengantuk	8	Disediakan 2 driver	5	280
				7	2. Cuaca buruk, jalur lintasan licin	6	Instruksi mengemudi dengan pelan	3	126
				7	3. Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	7		4	196
			Luka berat sampai meninggal	8	4. Rem blong	1	Pengecekan kendaraan secara berkala	1	8
				8	5. Ban pecah/kempes	1		1	8
				8	6. Tidak mematuhi rambu lalu lintas	4	Instruksi mematuhi rambu lalu lintas	4	128
Pencarian titik putus core	Titik putus core dideteksi dengan alat OTDR	Terkena laser optik	Mata menjadi rabun	5	1. Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	3	Adanya pelatihan dan peringatan mengenai bahaya mata terkena laser optik sebelum bekerja	5	75
				5	2. Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	2		5	50
				5	3. Kurang koordinasi saat sinar laser optik ditembakkan	1		Disediakan BlackBerry kepada masing-masing pekerja	5
		Terjatuh	Patah tulang sampai meninggal	7	1. Kelelahan bekerja	6	Larangan bekerja di saat hujan, disediakan alat K3	5	210

Lampiran 2 : Tabel FMEA untuk pekerjaan recovery FO *Figure 8* (lanjutan)

				7	2. Fondasi tangga kurang kuat	5	(sarung tangan perekat, bot perekat, dan safety belt), pengecekan posisi kerja yang nyaman, dan pengecekan fisik pekerja sebelum bekerja	4	140
				7	3. Tiang licin	8		5	280
				7	4. Alas sepatu licin	7		4	196
		Terbentur	Patah tulang	6	Tangga jatuh	4	Pengecekan fondasi tangga sudah kuat/tidak	2	48
Pengupasan dan penyambungan kabel/core	Setelah kabel ditarik ke bawah, core/kabel yang putus dikupas dan digabung dengan alat bernama splicer	Kontak dengan permukaan tajam	Tangan berdarah	3	Terpotong pisau	7	Disediakan sarung tangan	3	63
				Tertusuk core	Core yang tertusuk ke pembuluh darah dapat terbawa sampai ke jantung	9	1. Tempat pembuangan core rusak, hilang, atau tidak berfungsi	2	Instruksi membuang core pada tempatnya
		9	2. Alat cleaver bermasalah			3	Tools cleaver dicek terlebih dahulu	6	162
Penarikan dan pemasangan kabel	Kabel yang akan disambung	Kontak dengan permukaan kasar	Tangan lecet	2	Permukaan kabel kasar	9	Disediakan sarung tangan	2	36

Lampiran 2 : Tabel FMEA untuk pekerjaan recovery FO *Figure 8* (lanjutan)

ditarik ke bawah. Joint Box juga dibawa turun dari atas tiang. Setelah selesai disambung, kabel beserta Joint Box dipasang kembali di atas tiang.	Kontak dengan permukaan tajam	Luka ringan sampai menengah, tergores	3	Tergores benda tajam di tiang	5		3	45
	Terbentur sesuatu	Memar	3	1. Kabel jatuh dari atas	6	Disediakan helm	2	36
		Kepala berdarah	6	2. Perkakas/alat kerja jatuh	4		6	144
			7	3. Aksesoris jatuh	3		6	126
	Kontak dengan listrik	Luka bakar sampai meninggal	8	1. Pemasangan kabel listrik tidak rapi	5	-	8	320
			8	2. Kabel bersentuhan dengan konektor di tiang	3	-	7	168
		Meninggal	9	3. Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tiang	4	Disediakan sarung tangan, <i>test pen</i> , dan larangan bekerja di saat hujan	7	252

Lampiran 3 : Tabel FMEA untuk pekerjaan recovery FO ADSS

Pekerjaan	Penjelasan	Potensi Bahayanya	Efek	S	Penyebab	O	Kontrol awal	D	RPN
Pada saat perjalanan menuju lokasi	Setelah tim serpo mendapat panggilan tugas, tim berangkat ke lokasi dengan kendaraan	Tabrakan	Luka ringan sampai menengah	8	1. Driver mengantuk	5	Disediakan 2 driver	5	200
				8	2. Cuaca buruk, jalur lintasan licin	3	Instruksi mengemudi dengan pelan	3	72
				8	3. Driver mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	5		4	160
			Luka berat sampai meninggal	9	4. Rem blong	1	Pengecekan kendaraan secara berkala	1	9
				9	5. Ban pecah/kempes	1		1	9
				9	6. Tidak mematuhi rambu lalu lintas	4	Instruksi mematuhi rambu lalu lintas	4	144
Pencarian titik putus core	Titik putus core dideteksi dengan alat OTDR	Terkena laser optik	Mata menjadi rabun	5	1. Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	3	Adanya pelatihan dan peringatan mengenai bahaya mata terkena laser optik sebelum bekerja	5	75
				5	2. Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	2		5	50
				5	3. Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	1	Disediakan BlackBerry kepada masing-masing pekerja	5	25

Lampiran 3 : Tabel FMEA untuk pekerjaan recovery FO ADSS (lanjutan)

Pengupasan dan penyambungan kabel/core	Setelah kabel ditarik ke bawah, core/kabel yang putus dikupas dan digabung dengan alat bernama splicer	Kontak dengan permukaan tajam	Tangan berdarah	3	Terpotong pisau	7	Disediakan sarung tangan	3	63
		Tertusuk core	Core yang tertusuk ke pembuluh darah dapat terbawa sampai ke jantung	9	1. Tempat pembuangan core rusak, hilang, atau tidak berfungsi	2	Instruksi membuang core pada tempatnya	6	108
				9	2. Alat cleaver bermasalah	3	Tools cleaver dicek terlebih dahulu	6	162
Penarikan dan pemasangan kabel	Kabel yang akan disambung ditarik ke bawah. Joint Box juga dibawa turun dari atas tower. Setelah selesai disambung, kabel beserta Joint Box dipasang	Kontak dengan permukaan kasar	Tangan lecet	2	Permukaan kabel kasar	9	Disediakan sarung tangan	2	36
		Kontak dengan permukaan tajam	Luka ringan sampai menengah, tergores	2	Tergores benda tajam di tower	7		5	70
		Terbentur sesuatu	Memar	6	1. Kabel jatuh dari atas	6	Disediakan helm	2	72
				8	2. Perkakas/alat kerja jatuh	2		9	144
				9	3. Aksesoris berat jatuh	2		9	162
		Terjatuh	Patah tulang	10	1. Kelelahan bekerja	4	Larangan bekerja di	6	240

Lampiran 3 : Tabel FMEA untuk pekerjaan recovery FO ADSS (lanjutan)

kembali di atas tower.		sampai meninggal	10	2. Kaget terkena induksi listrik	8	saat hujan, disediakan alat K3 (sarung tangan perekat, bot perekat, dan safety belt) dan pengecekan fisik pekerja sebelum bekerja	3	240
			10	3. Tower licin	8		6	480
			10	4. Alas sepatu licin	8		6	480
			10	5. Salah memakai safety belt	5		2	100
	Kontak dengan listrik	Meninggal	10	Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tower	5	Disediakan sarung tangan, <i>test pen</i> , dan larangan bekerja di saat hujan	9	450
	Serangan hewan liar	Luka ringan sampai menengah	4	Adanya hewan liar di sekitar lokasi (babi hutan, elang, monyet)	7	Membawa golok sebagai senjata jaga-jaga	3	84

Lampiran 4 : Tabel FMEA untuk pekerjaan recovery FO *Underground*

Pekerjaan	Penjelasan	Potensi Bahayanya	Efek	S	Penyebab	O	Kontrol awal	D	RPN	
Pada saat perjalanan menuju lokasi	Setelah tim serpo mendapat panggilan tugas, tim berangkat ke lokasi dengan kendaraan	Tabrakan	Luka ringan sampai menengah	7	1. Driver mengantuk	5	Disediakan driver	2	5	175
				7	2. Cuaca buruk, jalur lintasan licin	3	Instruksi mengemudi dengan pelan	3	63	
				7	3. Pekerja mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	5		4	140	
			Luka berat sampai meninggal	8	4. Rem blong	1	Pengecekan kendaraan secara berkala	1	8	
				8	5. Ban pecah/kempes	1		1	8	
				8	6. Tidak mematuhi rambu lalu lintas	4	Instruksi mematuhi rambu lalu lintas	4	128	
Pencarian titik putus core	Titik putus core dideteksi dengan alat OTDR	Terkena laser optik	Mata menjadi rabun	5	1. Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	3	Adanya pelatihan dan peringatan mengenai bahaya mata terkena laser optik sebelum	5	75	
				5	2. Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	2		5	50	

Lampiran 4 : Tabel FMEA untuk pekerjaan recovery FO *Underground* (lanjutan)

						bekerja			
				5	3. Kurang koordinasi saat sinar laser optik ditembakkan	1	Disediakan BlackBerry kepada masing-masing pekerja	5	25
		Terjepit	Jari tangan patah	6	1. Lubang manhole sempit	3	Disediakan alat trackle	1	18
				6	2. Lubang manhole berat	7		1	42
Pengeboran dan penggalian jalan	Karena kabel FO tertanam di bawah maka untuk diperbaiki perlu digali terlebih dahulu jalan di atasnya	Kontak dengan kendaraan	Luka ringan, terserempet sampai berat	7	1. Tanda konstruksi tidak ada	2	Safety cone, lampu tangan, rompi yang bisa nyala, helm, dan sarung tangan	4	56
				7	2. Tanda konstruksi tidak kelihatan	2		5	70
				8	3. Pekerja menyeberang dengan sembarangan	7		5	280
		Kebisingan	Pendengaran terganggu	2	1. Suara bor	8	-	4	64
				2	2. Klakson kendaraan	8		4	64

Lampiran 4 : Tabel FMEA untuk pekerjaan recovery FO *Underground* (lanjutan)

Universitas Indonesia		Kontak dengan listrik	Meninggal	10	1. Pekerja tidak sengaja mengebor kabel listrik PLN	6	Sarung tangan, pengecekan jalur	4	240
				10	2. Pekerja tidak sengaja mencangkul kabel listrik PLN	8		4	320
				10	3. Patokan petunjuk penanaman kabel power hilang	8	Koordinasi dengan pihak PLN	3	240
		Kontak dengan pipa	Luka ringan sampai luka bakar	8	1. Pekerja tidak sengaja mengebor pipa gas	4	-	6	192
				1	2. Pekerja tidak sengaja mengebor pipa air	3	-	6	18
		Kontak dengan alat kerja	Kaki/tangan berdarah	5	1. Alat kerja sudah rusak	3	Checklist tools	3	45
		Pengupasan dan penyambungan kabel/core	Setelah kabel ditarik ke bawah, core/kabel	Kontak dengan permukaan tajam	Tangan berdarah	3	1. Terpotong pisau	7	Disediakan sarung tangan

Lampiran 4 : Tabel FMEA untuk pekerjaan recovery FO *Underground* (lanjutan)

	yang putus dikupas dan digabung dengan alat bernama splicer	Tertusuk core	Core yang tertusuk ke pembuluh darah dapat terbawa sampai ke jantung	9	1. Tempat pembuangan core rusak, hilang, atau tidak berfungsi	2	Instruksi membuang core pada tempatnya	6	108	
				9	2. Alat cleaver bermasalah	3	Tools cleaver dicek terlebih dahulu	6	162	
Penarikan dan pemasangan kabel	Kabel yang akan disambung ditarik ke bawah dan dipasang di pipa yang melindungi kabel FO.	Kontak dengan permukaan kasar	Tangan lecet	2	1. Permukaan kabel kasar	9	Disediakan sarung tangan, rompi, dan bot tinggi	2	36	
		Kontak dengan permukaan tajam	Luka ringan	3	1. Batu-batuan tajam di tanah			8	2	48
	Setelah selesai disambung, tanah ditimbun lagi	Terbentur sesuatu	Memar	Kepala berdarah	3	1. Kabel jatuh dari atas	6	Disediakan helm	2	36
					5	2. Perkakas/alat kerja jatuh	4		6	120
					6	3. Aksesoris jatuh	3		6	108
					6	4. Pipa jatuh	4		5	120
	Terjatuh	Terkilir	2	1. Alas sepatu licin	6	dibuat pagar pengaman dan	4	48		

Lampiran 4 : Tabel FMEA untuk pekerjaan recovery FO *Underground* (lanjutan)

					dipasang rambu peringatan di sekitar area galian			
	Tertimbun	Meninggal	9	1. Gundukan tanah longsor	6	Pasang pagar kerucut	3	162
	Partikel asing masuk ke tubuh	Iritasi pada mata	1	1. Debu aspal berterbangan	8	-Penyuluhan akibat bahaya debu dan asap	6	48
		Sesak nafas	1	2. Asap kendaraan bermotor	8		6	48

Kuesioner II-Uji Perbandingan Berpasangan antar Kriteria

Kepada Yth. Bapak Waskito dan Bapak Nastain selaku Direktur PT MSA.

Saya adalah mahasiswa Fakultas Teknik Departemen Teknik Industri Universitas Indonesia yang sedang mengadakan penelitian tentang Manajemen Risiko Kecelakaan Kerja di PT Mitra Sinergi Adhitama. Demi kesuksesan penelitian ini, saya sangat mengharapkan kesediaan Bapak untuk mengisi kuesioner saya ini.

Kuesioner ini bertujuan untuk menentukan bobot kriteria yang akan saya pakai. Kriteria yang saya pakai di dalam menganalisa risiko ini ada 4 yaitu:

1. Severity (efek yang ditimbulkan dari suatu kegagalan)
2. Occurence (kemungkinan penyebab terjadinya kegagalan)
3. Detectability (kontrol awal yang dilakukan untuk mendeteksi kegagalan)
4. Expected Cost (perkiraan biaya yang harus dikeluarkan jika terjadi kegagalan)

Skala yang dipakai adalah skala rasio Saaty seperti di bawah ini:

Tingkat Kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	Kedua faktor sama penting	Kedua faktor mempunyai pengaruh yang sama
3	Faktor yang satu sedikit lebih penting daripada yang lain	Penilaian salah satu faktor sedikit lebih memihak dibandingkan pasangannya
5	Faktor yang satu lebih penting daripada yang lain	Penilaian salah satu faktor lebih kuat dibandingkan faktor pasangannya
7	Faktor yang satu sangat penting daripada yang lain	Suatu faktor lebih kuat dan dominasinya terlihat dibanding pasangannya
9	Faktor yang satu mutlak sangat penting daripada yang lain	Sangat jelas bahwa suatu faktor amat sangat penting dibanding pasangannya.
2,4,6,8	Nilai tengah di antara dua penilaian yang berdekatan	Diberikan jika terdapat keraguan di antara 2 penilaian

Lampiran 5 Kuesioner II (lanjutan)

Contohnya:

Severity	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Occurrence
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	------------

- Angka 2 menunjukkan bahwa kriteria severity sedikit lebih penting dari kriteria occurrence.

Severity	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Occurrence
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	------------

- Angka 1 menunjukkan bahwa kriteria severity dan kriteria occurrence sama pentingnya.

Severity	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Occurrence
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	------------

- Angka 2 menunjukkan bahwa kriteria occurrence sedikit lebih penting dari kriteria severity.

Pengisian:

Di bawah ini ada 2 kriteria yang akan saling dibandingkan. Silanglah bobot skala kepentingan menurut pendapat Anda.

Severity	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Occurrence
Severity	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Detectability
Severity	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Exp. Cost
Occurrence	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Detectability
Occurrence	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Exp. Cost
Detectability	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Exp. Cost

Lampiran 6 : Data Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Perkiraan Biaya *Figure 8*

Tabel Perbandingan Berpasangan antar Kelompok Cedera

	Cedera pertolongan pertama	Cacat tetap	Cedera hilang waktu kerja	Cedera rawat medis	Mati
Cedera pertolongan pertama	1	4	6	2	8
Cacat tetap		1	3	2	4
Cedera hilang waktu kerja			1	4	3
Cedera rawat medis				1	7
Mati					1

Tabel Perbandingan Berpasangan dalam Kelompok Cedera Pertolongan Pertama

	Terpotong pisau	Permukaan kabel kasar	Kabel jatuh dari atas	Tergores benda tajam di tower
Terpotong pisau	1	4	6	2
Permukaan kabel kasar		1	3	2
Kabel jatuh dari atas			1	4
Tergores benda tajam di tower				1

Tabel Perbandingan Berpasangan dalam Kelompok Cedera Cacat Tetap

	Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan
Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	1	1	1
Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik		1	1
Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan			1

Lampiran 6 : Data Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Perkiraan Biaya *Figure 8* (lanjutan)

Tabel Perbandingan Berpasangan dalam Kelompok Cedera Rawat `

	Perkakas/alat kerja jatuh	Aksesoris jatuh	Alat cleaver bermasalah	Tempat pembuangan core rusak/hilang/tidak berfungsi
Perkakas/alat kerja jatuh	1	2	2	2
Aksesoris jatuh		1	3	3
Alat cleaver bermasalah			1	1
Tempat pembuangan core rusak/hilang/tidak berfungsi				1

Tabel Perbandingan Berpasangan dalam Kelompok Cedera Hilang Waktu Kerja

	Driver mengantuk	Cuaca buruk, jalur lintasan licin	Rem blong	Ban pecah/kempes	Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	Pemasangan kabel listrik tidak rapi	Pekerja mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	Tangga jatuh
Driver mengantuk	1	1	2	1	2	2	2	2
Cuaca buruk, jalur lintasan licin		1	1	1	2	1	2	1
Rem blong			1	2	1	1	1	1
Ban pecah/kempes				1	2	1	2	1
Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas					1	1	1	1
Pemasangan kabel listrik tidak rapi							1	2

Lampiran 6 : Data Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Perkiraan Biaya *Figure 8* (lanjutan)

Pekerja mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi									1
Tangga jatuh									

Tabel Perbandingan Berpasangan dalam Kelompok Mati

	Kelelahan bekerja	Fondasi tangga kurang kuat	Tiang licin	Alas sepatu licin	Kabel bersentuhan dengan konektor di tiang	Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tiang
Kelelahan bekerja	1	1	1	1	1	2
Fondasi tangga kurang kuat		1	1	1	2	2
Tiang licin			1	1	2	2
Alas sepatu licin				1	2	2
Kabel bersentuhan dengan konektor di tiang					1	2
Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tiang						1

Lampiran 7 : Data Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Perkiraan Biaya
ADSS

Tabel Perbandingan Berpasangan antar Kelompok Cedera

	Cedera pertolongan pertama	Cacat tetap	Cedera hilang waktu kerja	Cedera rawat medis	Mati
Cedera pertolongan pertama	1	4	6	2	8
Cacat tetap		1	3	2	4
Cedera hilang waktu kerja			1	4	3
Cedera rawat medis				1	7
Mati					1

Tabel Perbandingan Berpasangan dalam Kelompok Cedera Pertolongan Pertama

	Terpotong pisau	Permukaan kabel kasar	Tergores benda tajam di tower
Terpotong pisau	1	4	1
Permukaan kabel kasar		1	3
Tergores benda tajam di tower			1

Tabel Perbandingan Berpasangan dalam Kelompok Cedera Rawat Medis

	Kabel jatuh dari atas	Adanya hewan liar di sekitar lokasi recovery	Alat cleaver bermasalah	Tempat pembuangan core rusak/hilang/tidak berfungsi
Kabel jatuh dari atas	1	1	3	3
Adanya hewan liar di sekitar lokasi recovery		1	2	2
Alat cleaver bermasalah			1	1
Tempat pembuangan core rusak/hilang/tidak berfungsi				1

Lampiran 7 : Data Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Perkiraan Biaya

ADSS (lanjutan)

Tabel Perbandingan Berpasangan dalam Kelompok Cedera Hilang Waktu Kerja

	Driver mengantuk	Cuaca buruk, jalur lintasan licin	Rem blong	Ban pecah/kempes	Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	Pekerja mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi
Driver mengantuk	1	1	1	2	1	1
Cuaca buruk, jalur lintasan licin		1	1	2	2	2
Rem blong			1	1	2	2
Ban pecah/kempes				1	2	2
Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas					1	1
Pekerja mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi						1

Tabel Perbandingan Berpasangan dalam Kelompok Cedera Cacat Tetap

	Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan
Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	1	1	1
Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik		1	1
Kurang koordinasi saat sinar			1

Lampiran 7 : Data Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Perkiraan Biaya

ADSS (lanjutan)

Tabel Perbandingan Berpasangan dalam Kelompok Mati

	Kelelahan bekerja	Perkakas/alat kerja jatuh	Tower licin	Alas sepatu licin	Salah memakai safety belt	Pekerja bersentuhan dengan sumber listrik di tower	Aksesoris berat jatuh	Kaget terkena induksi listrik
Kelelahan bekerja	1	1	1	1	1	2	1	1
Perkakas/alat kerja jatuh		1	2	2	2	3	2	2
Tower licin			1	1	1	2	1	1
Alas sepatu licin				1	1	3	1	1
Salah memakai safety belt					1	2	1	1
Pekerja bersentuhan dengan listrik di tower						1	2	2
Aksesoris berat jatuh							1	1
Kaget terkena induksi listrik								1

Tabel Perbandingan Berpasangan antar Kelompok Cedera

	Cedera pertolongan pertama	Cacat tetap	Cedera hilang waktu kerja	Cedera rawat medis	Mati
Cedera pertolongan pertama	1	4	6	2	8
Cacat tetap		1	3	2	4
Cedera hilang waktu kerja			1	4	3
Cedera rawat medis				1	7
Mati					1

Tabel Perbandingan Berpasangan dalam Kelompok Cedera Pertolongan Pertama

	Terpotong pisau	Permukaan kabel kasar	Kabel jatuh dari atas	Suara bor	Klakson kendaraan	Batu-batuan tajam di tanah	Debu aspal berterbangan	Asap kendaraan bermotor	Pekerja tidak sengaja mengebor pipa air
Terpotong pisau	1	4	2	5	7	3	7	7	5
Permukaan kabel kasar		1	3	3	3	2	3	3	7
Kabel jatuh dari atas			1	4	4	3	4	4	5
Suara bor				1	2	3	1	1	7
Klakson kendaraan					1	2	1	1	7
Batu-batuan tajam di tanah						1	2	2	6
Debu aspal berterbangan							1	1	8
Asap kendaraan bermotor								1	8
Pekerja tidak sengaja mengebor pipa air									1

Lampiran 8 : Data Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Perkiraan Biaya

Underground (lanjutan)

Tabel Perbandingan Berpasangan dalam Kelompok Cedera Rawat Medis

	Perkakas/alat kerja jatuh	Aksesoris berat jatuh	Alas sepatu licin	Alat kerja sudah rusak	Alat cleaver bermasalah	Tempat pembuangan core rusak/hilang/tidak berfungsi
Perkakas/alat kerja jatuh	1	2	2	1	1	1
Aksesoris berat jatuh		1	2	3	2	2
Alas sepatu licin			1	1	1	1
Alat kerja sudah rusak				1	1	1
Alat cleaver bermasalah					1	1
Tempat pembuangan core rusak/hilang/tidak berfungsi						1

Tabel Perbandingan Berpasangan dalam Kelompok Cedera Hilang Waktu Kerja

	Driver mengantuk	Cuaca buruk jalur lintasan licin	Rem blong	Ban pecah/ke mpes	Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas	Pekerja mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi	Tanda konstruksi tidak ada	Tanda konstruksi tidak kelihatan	Pekerja menyebarkan dengan sembarangan	Pipa jatuh
Driver mengantuk	1	1	1	2	2	2	1	1	2	1
Cuaca buruk jalur lintasan licin		1	1	2	2	2	1	1	2	1
Rem blong			1	1	2	2	1	1	2	1
Ban pecah/ke mpes				1	2	1	1	1	2	1
Tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas					1	2	2	1	2	2
Pekerja mendahului kendaraan lain dengan kecepatan tinggi						1	2	1	2	2

Lampiran 8 : Data Perbandingan Berpasangan untuk Kriteria Perkiraan Biaya

Underground (lanjutan)

Tanda konstruks i tidak ada							1	1	2	1
Tanda konstruks i tidak kelihatan								1	2	1
Pekerja menyebe rang dengan sembaran gan									1	1
Pipa jatuh										1

Tabel Perbandingan Berpasangan dalam Kelompok Cedera Cacat Tetap

	Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik	Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan	Lubang manhole sempit	Lubang manhole berat
Pekerja tidak mengetahui adanya sinar optik dalam kabel	1	1	1	2	2
Pekerja tidak mengetahui bahaya sinar optik		1	1	2	2
Kurang koordinasi saat sinar optik ditembakkan			2	2	2
Lubang manhole sempit				1	1
Lubang manhole berat					1

Tabel Perbandingan Berpasangan dalam Kelompok Mati

	Pekerja tidak sengaja mengebor kabel listrik PLN	Pekerja tidak sengaja mencangkul kabel listrik PLN	Patokan petunjuk penanaman kabel power hilang	Gundukan tanah longsor
Pekerja tidak sengaja mengebor kabel listrik PLN	1	1	1	3
Pekerja tidak sengaja mencangkul kabel listrik PLN		1	1	3
Patokan petunjuk penanaman kabel power hilang			2	3
Gundukan tanah longsor				1