



TESIS - T142307

**PENCEGAHAN KECELAKAAN KERJA TENAGA  
*OUTSOURCING* DI INDUSTRI TENAGA LISTRIK  
DENGAN MEMPERTIMBANGKAN PENYEBAB  
KECELAKAAN KERJA DAN ANALISIS BIAYA-  
MANFAAT**

**ASTUTERYANTI TRI LUSTYANA  
2513204001**

**DOSEN PEMBIMBING  
DR. IR. SRI GUNANI PARTIWI, M.T.**

**PROGRAM MAGISTER  
BIDANG KEAHLIAN ERGONOMI DAN KESELAMATAN INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2015**



THESIS - TI42307

**WORK INJURY PREVENTION METHOD OF  
OUTSOURCING WORKER IN ELECTRIC UTILITY  
INDUSTRY BY CONSIDERING THE ACCIDENTS'  
CAUSES AND COST-BENEFIT ANALYSIS**

**ASTUTERYANTI TRI LUSTYANA  
2513204001**

**SUPERVISOR  
DR. IR. SRI GUNANI PARTIWI, M.T.**

**MAGISTER PROGRAM  
ERGONOMIC AND INDUSTRIAL SAFETY  
INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2015**

# **PENCEGAHAN KECELAKAAN KERJA TENAGA OUTSOURCING DI INDUSTRI TENAGA LISTRIK DENGAN MEMPERTIMBANGKAN PENYEBAB KECELAKAAN KERJA DAN ANALISIS BIAYA MANFAAT**

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Teknik (MT)

di

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

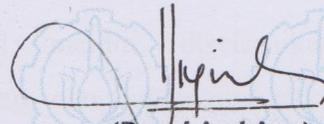
Oleh :

**ASTUTERYANTI TRI LUSTYANA  
2513204001**

Tanggal Ujian : 26 Juni 2015  
Periode Wisuda : September 2015

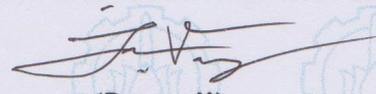
Disetujui oleh Tim Penguji Tesis:

1. Dr. Ir. Sri Gunani Partiw, M.T.  
NIP 196605311990022001



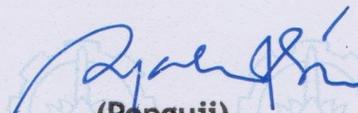
(Pembimbing)

2. Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP 197109271999031002



(Penguji)

3. Dyah Santhi Dewi, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.  
NIP 197208251998022001



(Penguji)



Direktur Program Pascasarjana,

**Prof. Dr. Ir. Adi Soeprijanto, MT  
NIP 19640405 199002 1001**

# **PENCEGAHAN KECELAKAAN KERJA TENAGA OUTSOURCING DI INDUSTRI TENAGA LISTRIK DENGAN MEMPERTIMBANGKAN PENYEBAB KECELAKAAN KERJA DAN ANALISIS BIAYA-MANFAAT**

Nama Mahasiswa : Astuteryanti Tri Lustyana  
NRP : 2511204002  
Pembimbing : Dr. Ir. Sri Gunani Partiw, M.T.

## **ABSTRAK**

Aktivitas pelayanan teknik/yantek di industri tenaga listrik dilimpahkan kepada perusahaan *outsourcing* melalui Perjanjian Pemborongan Pekerjaan. Sistem pembayaran tenaga *outsource* diberikan berdasarkan jumlah pekerjaan yang berhasil diselesaikan. Agar target kerja tercapai dan keselamatan tenaga yantek tetap terjamin diperlukan suatu perencanaan pencegahan kecelakaan kerja yang mempertimbangkan sumber bahaya kerja, biaya yang dikeluarkan, dan manfaat yang didapatkan. Perencanaan pencegahan kecelakaan kerja dimulai dengan identifikasi sumber bahaya, berdasarkan jenis kecelakaan kerja dengan menggunakan analisis *fault tree* (FTA), yang selanjutnya dilakukan pengukuran dengan menggunakan *analytical hierarchy process* (AHP) yang ikut mempertimbangkan atribut ekonomi dan alternatif pencegahannya. Berdasarkan hasil pengukuran, didapatkan bahaya yang mendapatkan prioritas tertinggi untuk dihilangkan yaitu kurangnya pengalaman kerja (sebesar 0,264) dan atribut ekonomi yang memiliki bobot tertinggi adalah biaya pengadaan fasilitas dan peralatan keamanan kerja (0,327), sedangkan untuk alternatif yang memberikan pengaruh paling besar dalam mengurangi risiko kecelakaan kerja adalah dilakukannya pendidikan dan pelatihan kerja (0,639). Setelah didapatkan bobot untuk semua kriteria dan alternatif, maka selanjutnya dilakukan validasi terhadap seluruh alternatif dengan menggunakan rasio manfaat-biaya (BCR) dan *net present value* (NPV), dan didapatkan hasil bahwa alternatif pencegahan layak diterapkan secara ekonomi karena memiliki nilai  $BCR > 1$  dan NPV bernilai positif.

**Kata kunci:** pencegahan kecelakaan kerja, *outsource* industri listrik, *fault tree*, analisis biaya-manfaat, *analytical hierarchy process*

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **WORK INJURY PREVENTION METHOD OF OUTSOURCING WORKER IN ELECTRIC UTILITY INDUSTRY BY CONSIDERING THE ACCIDENTS' CAUSES AND COST-BENEFIT ANALYSIS**

Name : Astuteryanti Tri Lustyana  
NRP : 2511204002  
Supervisor : Dr. Ir. Sri Gunani Partiw, M.T.

## **ABSTRACT**

Technical service activities in electric utility industry is ddelegated to outsourcing company trough the Perjanjian Pemborongan Pekerjaan. Outsource payment system is given by the amount of the completed work. In order to achieve the target of completed work and to ensured the safety of the worker, its required an accidents prevention planning that considering the source of occupational hazard, the cost that should be paid, and the benefit that will be gained. The planning begins with identification of hazards' sources, based on the type of works accident (shocks, burns, ans falls), by using a fault tree analysis (FTA), which is then performed assessment using analytical hierarchy process (AHP) in conjunction with the economic attributes and alternatives prevention. The economic attributes detemined using cost-benefit analysis (CBA), and for the alternatives determined based on the literature. The assessment results obtained the highest pririty of hazard that need to be eliminated is the lack of worker experience (the portion is 0,264) and the highest weight for economic attributes is the procurement cost of facility and personal protective equipment (0,327), while for alternative educational and training get the highest weight (0,639). Having obtained the weights for all criteria and alternatives, then validation can be performed using benefit cost ratio (BCR) dan net present value (NPV), the result showed that the prevention methods are economically feasible because the value of BCR is more than 1 and NPV has the positive value.

**Keyword:** work injury prevention, electrical industry outsourcing, fault tree analysis, cost-benefit analysis, analytical hierarcy process

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirabbilalamin, segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan berkah, rahmat, rizki dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis yang berjudul ” Pencegahan Kecelakaan Kerja Tenaga *Outsourcing* di Industri Tenaga Listrik dengan Mempertimbangkan Penyebab Kecelakaan Kerja dan Analisis Biaya-Manfaat” sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi strata dua (S-2) dan memperoleh gelar Magister Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama pelaksanaan dan pengerjaan Tesis ini penulis mendapatkan banyak bimbingan, arahan, bantuan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang berperan penting dalam penyelesaian Tesis ini, antara lain:

1. Keluarga besar yang luar biasa. Ayahanda Nuryadi dan Ibunda Samilah yang selalu sabar dan tidak putus untuk mendoakan, membimbing, memotivasi demi kesuksesan penulis. Kakak-kakak ku, Mas Endar, MbK Prapti, MbK Riris, dan Mas Deni atas bantuan dan doanya selama penulis melakukan penelitian Tesis. Keponakan yang menggemaskan, Mas Eco, Dik Ivel, dan Dik Ama yang sudah menjadi penyemangat untuk menyelesaikan tesis secepatnya.
2. Ibu Dr. Ir. Sri Gunani Partiw, M.T, selaku pembimbing penelitian Tesis. Terima kasih atas waktu, bimbingan, arahan, petunjuk, motivasi, dan kesabaran dalam membimbing penulis dalam pengerjaan Tesis ini sehingga dapat diselesaikan tepat waktu.
3. Bapak Prof. Ir. Moses L. Singgih, M.Sc, Ph.D., Bapak Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D. dan Ibu Dyah Santhi Dewi, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen penguji tesis yang telah memberikan revisi dan masukan terhadap penulisan tesis ini.

4. Bapak Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., PhD selaku koordinator program pascasarjana Teknik Industri ITS dan Bapak Erwin Widodo, ST., M.Eng., Dr. Eng selaku sekretaris program pascasarjana Teknik Industri ITS
5. Seluruh Bapak dan Ibu dosen pengajar dan karyawan Teknik Industri ITS, atas segala ilmu, bimbingan dan pelajaran selama penulis menuntut ilmu di jurusan Teknik Industri ITS.
6. Kepada DIKTI atas Beasiswa yang diberikan sehingga penulis dapat melanjutkan pendidikan ke jenjang Magister sampai selesai.
7. Untuk teman-teman gokil. Mbak Luli, Kak Dian, Ida, Wiwin, Mbak Prita, Nia, John, Atma, Bli Roni, Nadia, Raya, Wansri, Nina, Ko Ivan, Mbak Nitabian, Haidar, Mbak Yuanita, Laras, Rei, Neo, Kredo, Bang Thezar, Diah, Salman, Nida. Terima kasih atas kegilaan dan keceriaannya selama ini.
8. Serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Surabaya, Juli 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

COVER.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	v
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	xi
KATA PENGANTAR .....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR ISTILAH .....	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	8
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Batasan Masalah.....	8
1.5 Manfaat Penelitian.....	9
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Tenaga <i>Outsourcing</i> .....	11
2.2 Industri Tenaga Listrik .....	12
2.3 Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3).....	13
2.4 <i>Risk Assessment - Fault Tree Analysis (FTA)</i> .....	15
2.5 <i>Analytical Hierarchy Analysis (AHP)</i> .....	19
2.6 <i>Cost Benefit Analysis (CBA)</i> .....	23
2.7 Posisi Penelitian .....	29
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....	35
3.1 Studi Literatur.....	36
3.2 Identifikasi Masalah, Tujuan, dan Manfaat Penelitian.....	37
3.3 Pengumpulan Data .....	37
3.4 Menyusun Teknik Pencegahan Kecelakaan Kerja .....	37

3.4.1	Identifikasi penyebab kecelakaan kerja .....	38
3.4.2	Merancang upaya pencegahan kecelakaan kerja .....	39
3.5	Analisis dan Interpretasi Data .....	40
3.6	Kesimpulan dan Saran .....	40
BAB 4	PENGOLAHAN DATA .....	41
4.1	Aktivitas Pelayanan Teknik .....	41
4.2	Studi Kasus .....	45
4.2.1	Identifikasi Bahaya Kerja .....	45
4.2.2	Penentuan Nilai Ekonomi .....	53
4.2.3	Penentuan Alternatif .....	55
4.3	Pembobotan .....	59
4.3.1	Pembentukan Hirarki .....	59
4.3.2	Hasil Perhitungan .....	61
4.4	Pengukuran Kelayakan Ekonomi.....	65
BAB 5	ANALISIS DATA .....	71
5.1	Analisis Bobot Kriteria .....	71
5.2	Analisis Bobot Alternatif .....	73
5.3	Analisis Sensitivitas .....	73
5.4	Analisis Kelayakan Ekonomi.....	76
5.5	Perbandingan Keadaan Saat Ini .....	79
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN .....	83
6.1	Kesimpulan .....	83
6.2	Saran .....	84
	DAFTAR PUSTAKA.....	85
	LAMPIRAN .....	89
	BIOGRAFI PENULIS .....	117

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan Metode <i>Risk Assessment</i> (Arslan & Er, 2008) .....	18
Tabel 2.2. Simbol dalam <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i> (Stamatelatos, <i>et al.</i> , 2002) 19	
Tabel 2.3. Skala Kepentingan .....	22
Tabel 2.4. Frekuensi Kecelakaan (Albert & Hallowell, 2013) .....	26
Tabel 2.5. Posisi Penelitian .....	30
Tabel 4.1. Aktivitas Tenaga Pelayanan Teknik .....	45
Tabel 4.2. Pengaruh Listrik dalam Tubuh Manusia .....	47
Tabel 4.3. Sumber Bahaya Berdasarkan Jenis Kecelakaan.....	51
Tabel 4.4. Bahaya Kerja Petugas Yantek.....	52
Tabel 4.5. Nilai Ekonomi Pencegahan Kecelakaan Kerja .....	54
Tabel 4.6. Jarak Aman Minimum .....	58
Tabel 4.7. Teknik Pencegahan Kecelakaan Kerja.....	59
Tabel 4.8. Biaya Pencegahan Kecelakaan Kerja.....	66
Tabel 4.9. Nilai Manfaat Pencegahan Kecelakaan Kerja.....	66
Tabel 4.10. Perhitungan <i>Base Level Risk</i> .....	68
Tabel 4.11. Evaluasi Ekonomi Pencegahan Kecelakaan Kerja.....	69
Tabel 4.12. Nilai BCR dan NPV Pencegahan Kecelakaan .....	70
Tabel 5.1. Tingkat Kepentingan Kriteria .....	71
Tabel 5.2. Tingkat Kepentingan Sub-kriteria Bahaya Kerja.....	71
Tabel 5.3. Tingkat Kepentingan Sub-kriteria Nilai Ekonomi .....	72
Tabel 5.4. Tingkat Kepentingan Alternatif .....	73
Tabel 5.5. Nilai BCR dan NPV Jika Semua Pencegahan Dilakukan.....	76
Tabel 5.6. Nilai BCR dan NPV Jika Hanya Satu Pencegahan Dilakukan .....	78
Tabel 5.7. Nilai BCR Eksisting.....	81

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Jumlah Kecelakaan Fatal pada Tenaga <i>Outsourcing</i> (Nenonen, 2011) .....	2
Gambar 1.2. Jumlah Kecelakaan yang Disebabkan oleh Listrik dari Setiap Sektor (Cawley & Homce, 2003) .....	3
Gambar 1.3. Jumlah Kecelakaan Kerja di Industri Tenaga Listrik (Sumber: Laporan Tahunan PT PLN (Persero) Tahun 2011-2013) .....	4
Gambar 1.4. Penggunaan Listrik per Tahun (Sumber: Laporan Tahunan PT PLN (Persero) (2013)) .....	6
Gambar 2.1. Proses Manajemen Risiko (Sumber: AS/NZS 4360 (2004)) .....	15
Gambar 2.2. Hubungan antara Level Risiko dan Biaya Pengurangan Risiko (Sumber: AS/NZS 4360 (2004)) .....	17
Gambar 2.3. Masalah Kompleks Menggunakan AHP (Vidal, <i>et al.</i> , 2011) .....	20
Gambar 2.4. Struktur Hirarki (Bhushan & Rai, 2004).....	21
Gambar 2.5. Model <i>Cost of Safety</i> (Aminbakhsh, <i>et al.</i> , 2013) .....	23
Gambar 2.6. Posisi Penelitian .....	33
Gambar 3.1. Metodologi Penelitian .....	35
Gambar 3.2. Langkah Pencegahan Kecelakaan Kerja .....	38
Gambar 4.1. <i>Fault Tree</i> Kecelakaan Kerja di Industri Tenaga Listrik .....	48
Gambar 4.2. Hirarki Pencegahan Kecelakaan Kerja.....	60
Gambar 4.3. Perbandingan Kriteria .....	61
Gambar 4.4. Hasil Perhitungan Kriteria.....	61
Gambar 4.5. Contoh Perbandingan Subkriteria Bahaya Kerja .....	62
Gambar 4.6. Hasil Perhitungan Subkriteria Bahaya Kerja .....	62
Gambar 4.7. Contoh Perbandingan Subkriteria Nilai Ekonomi.....	63
Gambar 4.8. Hasil Perhitungan Subkriteria Nilai Ekonomi.....	64
Gambar 4.9. Bobot Alternatif.....	64
Gambar 5.1. Grafik Sensitivitas Awal .....	74
Gambar 5.2. Bobot Bahaya Kerja +10% .....	74
Gambar 5.3. Bobot Bahaya Kerja -10% .....	75

Gambar 5.4. Bobot Bahaya Kerja -50% .....	75
Gambar 5.5. Bobot Alternatif .....	79
Gambar 5.6. Perubahan Bobot Alternatif .....	80

## DAFTAR ISTILAH

<i>Arrester</i>	Alat yang digunakan untuk meneruskan arus listrik petir petir ke bumi
<i>Call Center</i>	Aplikasi Pelayanan Gangguan yang bertujuan untuk menerima dan mengirimkan apabila adanya laporan gangguan dari pelanggan dan akan disampaikan ke bagian yang berwenang (rayon pelanggan)
<i>Joint Sleeves</i>	Sambungan penghantar/kabel pada posisi lurus di tiang listrik
<i>Cut out</i>	Alat yang bekerja apabila terjadi gangguan arus lebih, sehingga aliran listrik akan diputuskan apabila listrik yang mengalir melebihi kapasitas kerja
FIOL	<i>Fault Indicator Overhead Lines</i> , digunakan untuk memberikan informasi posisi/letak terjadinya gangguan
<i>Fuse cut-out</i>	Alat pemutus rangkaian listrik yang berbeban pada jaringan distribusi yang bekerja dengan cara meleburkan bagian dari komponennya ( <i>fuse link</i> )
<i>Fuse link</i>	Kawat pemutus yang digunakan pada pemutus JTM jika terjadi arus yang mengalir melebihi kapasitas maksimal
<i>Gardu mobile</i>	Gardu induk cadangan yang digunakan jika ada gangguan di suatu gardu sebagai penghubung yang dapat berpindah-pindah
<i>Grounding</i>	Alat untuk meg- <i>ground</i> -kan tegangan listrik di jaringan ke bumi, sebagai alat pengaman pekerja pada saat bekerja di jaringan
Isolator	Material yang tidak bisa dialiri listrik, untuk menyekat penghantar bertegangan terhadap hantaran lain yang bertegangan maupun tidak bertegangan
<i>Jumper</i>	Alat yang digunakan untuk membungkan jalur yang putus

JTM	Jaringan Tegangan Menengah, jaringan distribusi primer tenaga listrik dengan tegangan pelayanan sebesar 20 kV mulai dari Gardu Induk sampai dengan Gardu Distribusi atau pelanggan tegangan menengah
Kubikel	Seperangkat peralatan listrik yang mempunyai fungsi sebagai pembagi, pemutus, penghubung, pengendali, dan pelindung sistem penyaluran tenaga listrik
<i>Load Break Switch</i>	Alat pemutus tegangan pada jaringan dengan kondisi diberi beban
<i>Megger</i>	Alat untuk mengukur isolator atau ketahanan generator, motor, dan juga trafo. Pada umumnya alat ini digunakan untuk mengecek instalasi rumah , bahkan untuk mengecek ketahanan SUTM (Saluran Udara Tegangan Menengah)
Manuver	Aktivitas membebaskan pemadaman dari gangguan dengan menyalakan bagian jaringan dari sumber semula atau sumber pengisian lain
Penyulang	Jaringan tegangan menengah/saluran aliran listrik dari gardu induk ke gardu distribusi
Peta pohon	Untuk merekan informasi pohon, pertumbuhan, dan lokasi pohon di antara jaringan listrik
<i>Recloser</i>	Alat ini akan membuka dan menutup secara otomatis jika terjadi gangguan dan berfungsi sebagai pembatas daerah yang padam atau melokalisir daerah yang terganggu
ROW	<i>Right of Ways</i> /Jalur transmisi yang bebas gangguan/hambatan
<i>Tang Ampere</i>	Alat yang digunakan untuk mengukur arus pada konduktor tanpa harus memutus atau membuat kabel <i>jumper</i> guna mengetahui berapa besaran kuat arus yang mengalir pada beban rangkaian elektronik/listrik
Tekep Isolator	Alat pengganti kawat pengikat kabel dengan isolator, bahan dari plastik keras

Trafo	Alat yang dapat memindahkan dan menaikkan/menurunkan tegangan listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik lainnya
Travers	Bagian dari tiang yang digunakan sebagai dudukan isolator dan tempat sangkutan kawat
Yandu	Pelayanan Gardu Terpadu/Unit pelayanan yang bertugas untuk menangani gangguan dan pemeliharaan, baik penanganan gangguan jaringan, gardu distribusi, sampai penanganan gangguan atau keluhan yang terjadi pada pelanggan

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

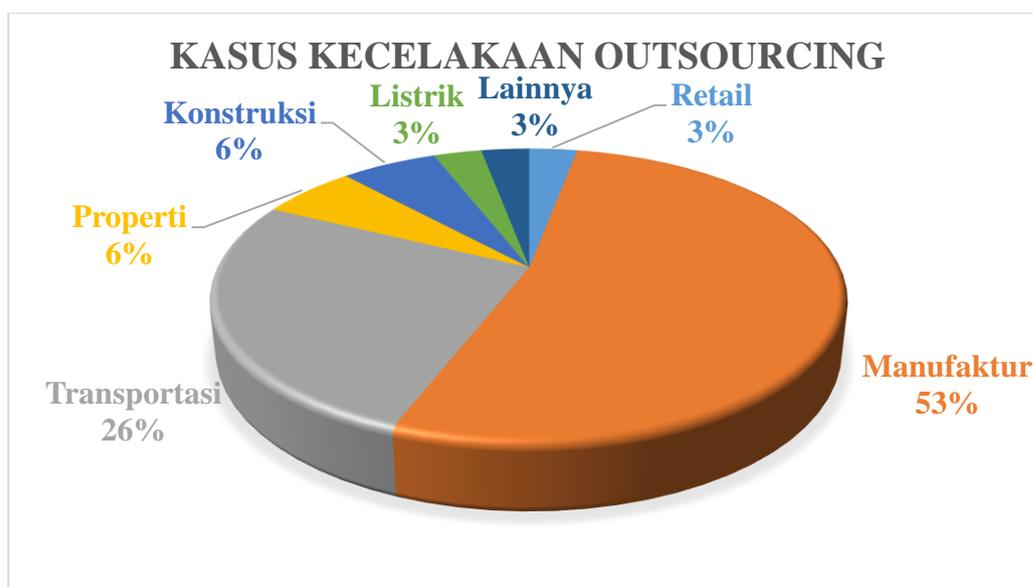
Pendahuluan berisi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, serta manfaat dari penelitian.

### **1.1 Latar Belakang**

Johnstone, *et al.* (2001) mengatakan bahwa melakukan subkontraktor pada kegiatan produksi dan pelayanan bukanlah suatu fenomena baru di dunia industri, atau yang dikenal dengan istilah *outsourcing*. Sistem *outsourcing* selama ini sudah dimanfaatkan dunia usaha dan dianggap solusi yang tepat untuk efisiensi, karena perusahaan tidak harus mengerjakan sesuatu yang bukan ranahnya. Berdasarkan Undang-Undang Ketenagakerjaan (2003) yang dimaksud dengan *outsourcing* bukanlah mengenai jual beli tenaga kerja atau sumber daya dari perusahaan lain, melainkan berupa perjanjian paket pekerjaan dengan nilai tertentu atau harga paket yang disepakati sesuai dengan jumlah tenaga kerja dan kompetensi yang dibutuhkan. Di Indonesia sendiri, sistem *outsourcing* masih sangat dibutuhkan oleh perusahaan-perusahaan untuk mengerjakan pekerjaan yang bukan bagian dari inti bisnis mereka. Secara garis besar, Permenakertrans No. 19 (2012) telah mengatur tentang pemborongan pekerjaan dan penyediaan jasa pekerja, pekerjaan inti perusahaan tidak boleh dialihkan ke pihak ketiga, tetapi pekerjaan penunjang seperti keamanan, *catering*, kebersihan, transportasi, dan penunjang pekerjaan pertambangan dan perminyakan diperbolehkan untuk dialihkan kepada pihak ketiga, dalam hal ini perusahaan penyedia tenaga *outsourcing*.

Berkembang pesatnya penggunaan tenaga *outsourcing* dewasa ini disebabkan karena penggunaan tenaga *outsourcing* dapat menghemat anggaran dan meningkatkan daya saing perusahaan. Sistem pembayarannya diberikan berdasarkan jumlah pekerjaan yang berhasil diselesaikan dan bukan berdasarkan dari seberapa lama mereka menghabiskan waktu di tempat kerja, menurut Mayhew, *et al.* (1997) inilah penyebab tenaga *outsourcing* bekerja tidak memperhatikan keselamatan mereka, mereka hanya memikirkan bagaimana menyelesaikan

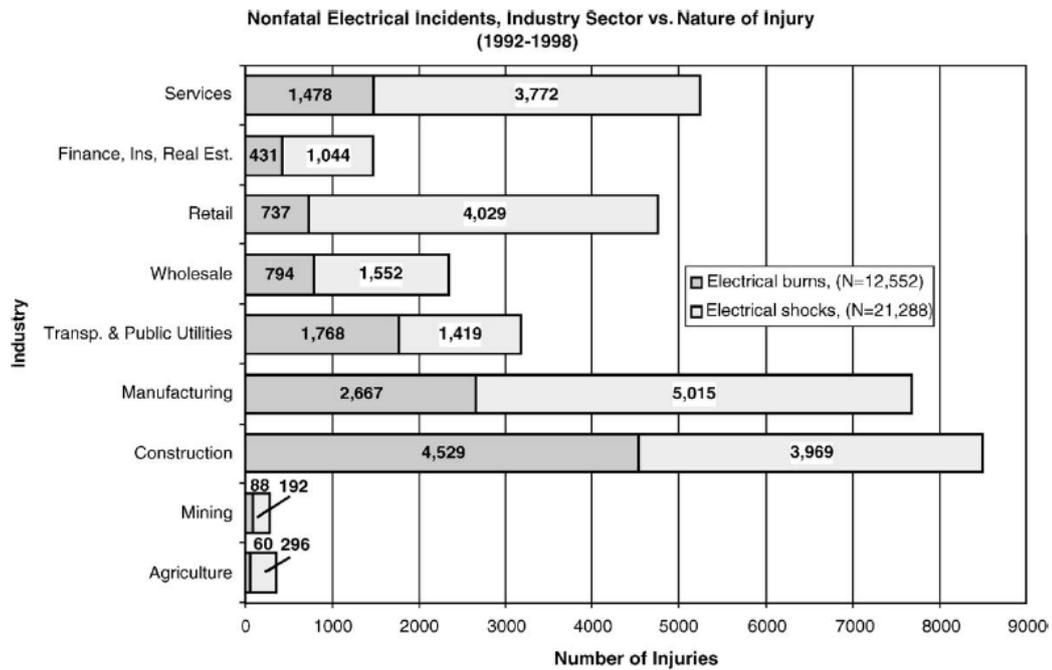
pekerjaan secepat mungkin, sehingga mereka akan mendapatkan bayaran yang memuaskan. Ini membuktikan bahwa perusahaan yang mempekerjakan tenaga *outsourcing* memiliki tingkat kecelakaan fatal tinggi. Di Amerika Serikat, berdasarkan sensus yang dilakukan pada tahun 1996 memperlihatkan bahwa sebanyak 19% tenaga *outsourcing* mengalami kecelakaan fatal dari total kecelakaan kerja yang terjadi, dan 9% kecelakaan fatal dialami oleh pegawai tetap, data ini menunjukkan bahwa tenaga *outsourcing* memiliki peluang dua kali lebih besar mengalami kecelakaan dibandingkan dengan pegawai tetap (Mayhew, *et al.*, 1997). Tingkat kecelakaan kerja tenaga *outsourcing* di berbagai sektor dapat dilihat pada Gambar 1.1 di bawah ini.



Gambar 1.1. Jumlah Kecelakaan Fatal pada Tenaga *Outsourcing* (Nenonen, 2011)

Kecelakaan kerja adalah hal yang sangat serius karena menyangkut keselamatan pekerja di lingkungan kerja mereka. Sesuai dengan pernyataan dari *International Labour Organisation (ILO)*, angka kecelakaan kerja yang dialami oleh pekerja di tempat kerja masih sangat tinggi, berdasarkan hasil perhitungan didapatkan bahwa setiap lima belas detik sebanyak 153 pekerja mengalami kecelakaan kerja dan setidaknya satu orang pekerja harus merelakan nyawa mereka akibat fatalnya kecelakaan yang mereka alami. ILO juga menyatakan

kecelakaan kerja ini memberikan dampak negatif terhadap perekonomian negara, karena produktifitas negara akan menurun sebesar 4%.

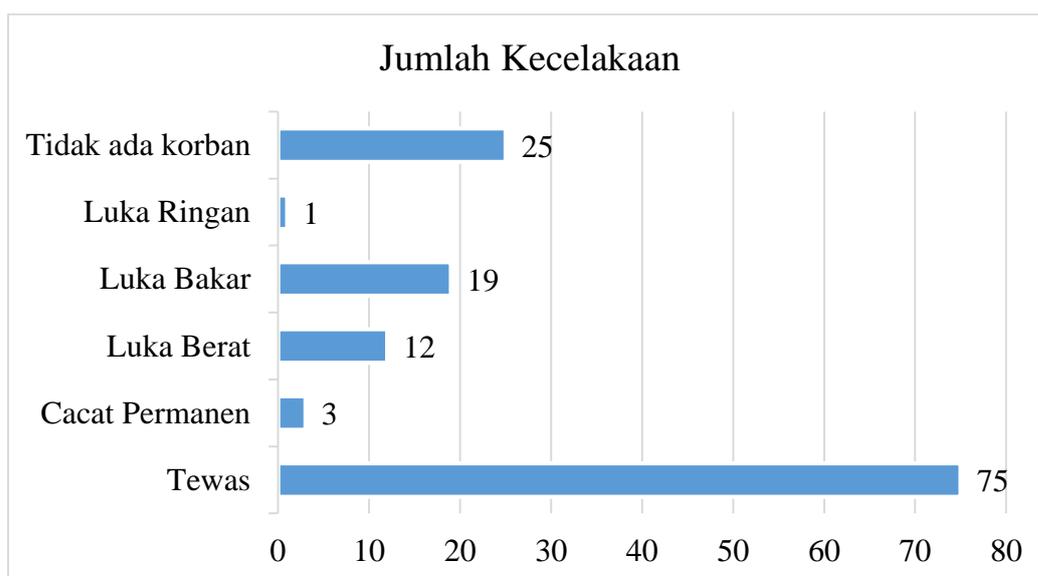


Gambar 1.2. Jumlah Kecelakaan yang Disebabkan oleh Listrik dari Setiap Sektor (Cawley & Homce, 2003)

Kecelakaan kerja dapat terjadi dimana saja, kapan saja, dan dapat disebabkan oleh berbagai hal, salah satunya disebabkan oleh aliran listrik. Jenis kecelakaan kerja ini dapat menyebabkan korbannya tidak dapat bekerja untuk beberapa saat atau bahkan dapat menyebabkan kematian (Cawley & Homce, 2003; Chi & Wu, 1997). Kecelakaan kerja akibat sengatan listrik dapat terjadi di berbagai sektor, Gambar 1.2 memperlihatkan jumlah kecelakaan yang terjadi akibat tersengat aliran listrik pada berbagai sektor. Meskipun tingkat kecelakaan jenis ini lebih rendah dibandingkan dengan tingkat kecelakaan kerja lainnya (hanya 0,2% dari total kecelakaan kerja), namun sengatan listrik ini dapat berakibat fatal yang menyebabkan korbannya tewas seketika sebelum mendapatkan pertolongan (Albert & Hallowell, 2013; Cawley & Homce, 2003). Gambar 1.1 memperlihatkan bahwa tenaga *outsourcing* yang bekerja di sektor listrik memiliki peluang yang lebih kecil dibandingkan sektor lainnya, namun jika dilihat lebih jauh penyebab kecelakaan

pada sektor lain maka akan didapatkan bahwa sengatan listrik merupakan penyebab terjadinya kecelakaan (Gambar 1.2), contohnya pada sektor konstruksi, listrik menjadi salah satu penyebab terjadinya kecelakaan fatal (Nenonen, 2011).

Berdasarkan OSHA (2002) dalam Chi, *et al.* (2009), kecelakaan arus listrik disebabkan oleh: cara kerja yang tidak aman, peralatan yang tidak aman dan instalasi yang tidak benar, dan lingkungan yang tidak aman. Guna mencegah terjadinya kecelakaan kerja maka penyebab kecelakaan kerja (sengatan listrik) perlu diketahui, sehingga risiko kecelakaan kerja dapat berkurang (Cawley & Homce, 2003; Chi, *et al.*, 2009; Hinze, *et al.*, 1998; Williamson & Feyer, 1998). Menurut Badri, *et al.* (2012), umumnya risiko dievaluasi berdasarkan konsekuensi kinerja suatu aktivitas dan jarang memperhatikan masalah keselamatan dan kesehatan pekerja, sedangkan menurut Dawotola, *et al.* (2009) dapat memonitor kesalahan operasi adalah hal yang penting untuk mengetahui penyebab kecelakaan, sehingga bahaya dapat dikendalikan dan keselamatan pekerja pun akan terjamin. Fordyc, *et al.* (2007) menyatakan bahwa pekerja yang paling berpeluang besar mengalami kecelakaan ini adalah pekerja industri listrik, seperti data yang dipaparkan pada Gambar 1.3, karena mereka bekerja dalam lingkungan kerja yang memiliki tegangan tinggi dan peralatan berarus tinggi.



Gambar 1.3. Jumlah Kecelakaan Kerja di Industri Tenaga Listrik (Sumber: Laporan Tahunan PT PLN (Persero) Tahun 2011-2013)

Meskipun tingkat kecelakaan kerja tinggi dan dapat memberikan dampak buruk pada keuangan dan manusianya, namun industri tenaga listrik terus berkembang dengan pesat, pertumbuhan penggunaan listrik dapat dilihat pada Gambar 1.4. Permintaan akan kebutuhan listrik yang semakin meningkat mendorong perusahaan untuk menambah investasi dalam pengadaan pembangkit listrik agar terpenuhinya kebutuhan listrik. Berdasarkan Chupka, *et al.* (2008) dalam Albert & Hallowell (2013) permintaan akan listrik diperkirakan akan meningkat lebih dari 1 triliun kWh di tahun 2020, sehingga perusahaan listrik harus memiliki dana sebesar \$1,5-\$2,0 triliun untuk memenuhi permintaan ini. Ketika berhadapan dengan masalah ini, perusahaan harus mengambil keputusan yang sulit dalam mempertimbangkan biaya pencegahan kecelakaan dan pencapaian manfaat keselamatan yang diharapkan (Albert & Hallowell, 2013). Hilangnya nyawa pekerja dan luka/sakit akibat kecelakaan kerja berpengaruh besar pada perekonomian perusahaan karena tidak sedikit dana yang harus dikeluarkan, seperti biaya asuransi, biaya pengobatan, kerugian akibat tidak adanya aktivitas produksi, biaya administrasi, dan biaya lainnya. Albert & Hallowell (2013) mengatakan bahwa rata-rata biaya yang harus dikeluarkan untuk setiap kecelakaan kerja akibat sengatan listrik sebesar \$4 juta, dan sebesar \$42.207 harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk menutupi hilangnya waktu kerja akibat terdapat pekerja yang mengalami cedera karena sengatan listrik. Oleh karena itu, perusahaan harus membuat perencanaan pencegahan kecelakaan kerja sesuai dengan anggaran yang dimiliki tanpa mengabaikan keselamatan pekerjanya.

Di Indonesia pengadaan tenaga listrik untuk kepentingan umum dilimpahkan kepada Perusahaan Listrik Negara atau PT PLN (Persero). Sebagai perusahaan yang bergerak di industri tenaga listrik, industri yang memiliki risiko kecelakaan kerja yang tinggi, maka PT PLN (Persero) telah menerapkan Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (SMK3) untuk menjamin keamanan pekerja selama berada di lingkungan kerja. Berdasarkan Permenaker No. 05 (1996) tujuan dari penerapan SMK3 di perusahaan adalah untuk mengurangi tingkat kecelakaan kerja dan terjaganya kesehatan pekerja selama berada di lingkungan kerja dengan mengikutsertakan seluruh pihak, sehingga dapat memberikan dampak positif pada produktivitas perusahaan. Oleh karena itu semua pegawai PT PLN (Persero) dalam

melaksanakan semua tugas harus dilakukan berdasarkan *Standard Operating Procedure (SOP)* yang telah ditetapkan, seperti prosedur Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) harus dipatuhi, dan instruksi kerja (IK) setiap jenis pekerjaan harus dimiliki. Karena pekerjaan yang dijalani memiliki tingkat bahaya yang tinggi, maka PT PLN (Persero) aktif melakukan diklat atau pelatihan kepada pekerja sebagai bekal bagaimana bekerja yang aman saat berhadapan dengan pekerjaan yang memiliki risiko tinggi, yaitu listrik bertegangan tinggi.



Gambar 1.4. Penggunaan Listrik per Tahun (Sumber: Laporan Tahunan PT PLN (Persero) (2013))

Untuk meningkatkan kualitas pelayanan kepada masyarakat maka aktivitas–aktivitas pelayanan teknik/Yantek PT PLN (Persero) dilimpahkan kepada perusahaan *outsorce* melalui Perjanjian Pemborongan Pekerjaan. Petugas Yantek harus melakukan pekerjaannya sesuai dengan SOP yang telah disepakati, lingkup pekerjaan dari petugas Yantek adalah:

1. Penanganan gangguan dan lokalisir daerah padam,
2. Inspeksi jaringan distribusi,
3. Pemeliharaan jaringan, dan
4. Pencocokan data.

Tenaga kerja *outsourcing* juga tidak terlepas dari risiko kecelakaan kerja, seperti pada Gambar 1.1 tenaga kerja *outsourcing* industri tenaga listrik memiliki potensi mengalami kecelakaan sebesar 3%, oleh karena itu untuk menjamin keselamatan Petugas Yantek dan meningkatkan rasa aman saat bekerja, maka dalam perjanjian telah dilengkapi dengan pasal mengenai keselamatan dan kesehatan tenaga kerja, sehingga petugas dapat bekerja secara efektif dan efisien, produktifitas petugas pun akan meningkat. Kecelakaan kerja Petugas Yantek dapat diakibatkan oleh keadaan yang tidak aman maupun tindakan yang tidak aman, sehingga Petugas Yantek perlu dibekali pengetahuan K3 agar mereka dapat menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat. Sumber dana seluruh kegiatan operasional *outsourcing* didapatkan dari harga Pemborongan Pekerjaan, harga ini sudah mencakup pembelian material dan juga gaji karyawan, dengan keterbasan dana yang ada maka perusahaan harus membuat perencanaan yang baik dalam menganggarkan dana pencegahan kecelakaan kerja.

Dari permasalahan di atas maka penelitian ini ditujukan untuk merancang suatu cara pencegahan kecelakaan kerja dengan mempertimbangkan biaya dan manfaat pencegahan tersebut. Penentuan pencegahan dibuat dengan menggunakan metode-metode berikut ini: *fault tree analysis (FTA)*, *analytical herarchy process (AHP)*, dan *cost benefit analysis (CBA)*. Penelitian-penelitian sebelumnya banyak yang telah menggunakan metode-metode ini, sehingga penelitian ini mencoba untuk memadukan metode-metode tersebut, seperti Curcuru, *et al.* (2012) dan Purba (2014) menggunakan FTA untuk mengidentifikasi *failure events*, sehingga kejadian yang tidak diinginkan dapat berkurang/dicegah. Salah satu metode *multi-criteria analysis techniques*, AHP, digunakan untuk pemilihan *scaffolding* yang aman digunakan dengan mempertimbangkan nilai investasi berdasarkan analisis biaya manfaat (CBA) (Fang, *et al.*, 2003). Mohamadian, *et al.* (2011) juga mengintegrasikan CBA dan AHP untuk membuat model keputusan proyek keselamatan di jalan raya dan Shi, *et al.* (2014) mengembangkan model penanganan *fire and explosion accidents for steel oil storage tanks (FEASOST)* dengan menggabungkan metode FTA dan AHP sehingga akan didapatkan *basic event/penyebab* terjadinya FEASOST, sehingga manajer dapat menentukan tindakan apa yang harus diambil untuk mencegah terjadinya kebakaran dan ledakan

pada tangki penyimpanan minyak. Dari penelitian-penelitian tersebut, maka peneliti memutuskan untuk menggabungkan penggunaan metode FTA, AHP, dan CBA, untuk membuat pencegahan kecelakaan kerja petugas Yantek dengan memperhatikan analisis biaya manfaat kesehatan dan keselamatan kerja Yantek di perusahaan PT PLN (Persero).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Seperti yang telah dijelaskan pada latar belakang, kecelakaan kerja akibat sengatan listrik adalah jenis kecelakaan kerja yang dapat memberikan akibat fatal kepada korbannya, sehingga kecelakaan kerja ini perlu dicegah agar kecelakaan kerja dapat berkurang. Pencegahan kecelakaan ini dimulai dengan mengidentifikasi bahaya yang ada pada setiap aktivitas tenaga *outsourcing* yang memiliki risiko terjadinya kecelakaan kerja. Setelah penyebab kecelakaan kerja berhasil teridentifikasi, maka teknik/cara pencegahan pun dapat dirancang dengan memperhatikan biaya manfaat dari pencegahan kecelakaan tersebut.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi bahaya dari setiap aktivitas yang dilakukan oleh tenaga *outsourcing* yang memiliki potensi terjadinya kecelakaan kerja,
2. Merancang teknik pencegahan terjadinya kecelakaan pada tenaga *outsourcing* dengan memperhatikan biaya manfaat pencegahan kecelakaan kerja.

## **1.4 Batasan Masalah**

Penelitian ini menjadikan PT PLN (Persero) sebagai studi kasus dan fokus dari penelitian ini adalah tenaga *outsourcing* yang terlibat langsung dengan aktivitas teknis PT PLN (Persero) atau yang dikenal dengan sebutan Pelayanan Teknik (Yantek).

1. Tidak membahas mengenai proses tender/proses pemilihan Pemborongan Pekerjaan Yantek,
2. Tidak dilakukan perhitungan tingkat keseringan terjadinya kecelakaan kerja,

3. Biaya untuk setiap kecelakaan pada setiap aktivitas diasumsikan sama untuk setiap tingkat keparahan.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Menyadari pentingnya menjaga keselamatan dan kesehatan di tempat kerja,
2. Dapat dijadikan sebagai masukan dalam mengurangi risiko kecelakaan kerja,
3. Sebagai rekomendasi untuk perusahaan, baik yang menggunakan maupun yang menyediakan jasa *outsourcing*, dalam menyediakan kesehatan dan keselamatan tenaga *outsourcing* selama berada ditempat kerja.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada Bab Tinjauan Pustaka akan dijelaskan mengenai dasar-dasar ilmu yang digunakan dalam melakukan penelitian. Bab ini menjelaskan mengenai pengertian dari tenaga *outsourcing/outsourcing*, industri tenaga listrik, Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3), *risk assessment*, *Fault Tree Analysis (FTA)*, *Analytical Hierarchy Process (AHP)*, *Cost Benefit Analysis (CBA)*, serta posisi penelitian terhadap penelitian–penelitian terdahulu.

#### **2.1 Tenaga *Outsourcing***

Berdasarkan UU Ketenagakerjaan No. 13 (2003), yang dimaksud dengan *outsourcing* adalah sebagian aktivitas perusahaan kepada perusahaan lain melalui perjanjian tertulis. Pada pasal 66 disebutkan bahwa tenaga *outsourcing* tidak boleh digunakan oleh pemberi kerja untuk melaksanakan kegiatan pokok atau kegiatan yang berhubungan langsung dengan proses produksi, kecuali untuk kegiatan jasa penunjang atau kegiatan yang tidak berhubungan langsung dengan proses produksi. Alasan perusahaan melakukan *outsourcing* adalah untuk menghemat biaya dan juga karena perusahaan penerima pemborongan pekerjaan dapat melakukan dengan baik aktivitas tersebut dibandingkan jika dilakukan sendiri oleh perusahaan pemberi pekerjaan (Downey, 1995). Dalam pelaksanaan sistem *outsourcing*, minimal terdapat dua belah pihak yang terlibat, yaitu:

- a. perusahaan pemberi pekerjaan, adalah perusahaan yang menyerahkan sebagian pelaksanaan pekerjaannya kepada perusahaan penerima pemborongan atau perusahaan penyedia jasa pekerja/buruh,
- b. perusahaan penerima pemborongan adalah perusahaan yang berbentuk badan hukum yang memenuhi syarat untuk menerima pelaksanaan sebagian pekerjaan dari perusahaan pemberi pekerjaan,

kedua belah pihak yang saling bekerja sama ini diikat dalam sebuah kontrak perjanjian pemborongan pekerjaan yang memuat hak dan kewajiban kedua belah pihak. Berdasarkan Permen No. 19 Tahun 2012 pasal 9 ayat 2, selain memuat

mengenai hak dan kewajiban kedua belah pihak, Perjanjian Pemborongan Pekerjaan juga harus menjamin terpenuhinya perlindungan kerja dan syarat-syarat kerja bagi pekerja/buruh sesuai peraturan perundang-undangan dan tenaga kerja yang disediakan mempunyai kompetensi di bidangnya.

## **2.2 Industri Tenaga Listrik**

Adalah perusahaan listrik yang bertugas untuk menghasilkan tenaga listrik dan mendistribusikannya ke masyarakat umum untuk dikomersialkan, baik untuk rumah tangga maupun untuk industri. Berdasarkan Proses Bisnis PT PLN (Persero) aktivitas kelistrikan yang ditangani oleh perusahaan listrik, adalah

1. Penyaluran tenaga listrik, termasuk layanan penyambungan ke sistem penyaluran;
2. Perencanaan Sistem Tenaga Listrik yang terdiri dari indikasi kebutuhan pembangkitan dan pengembangan sistem penyaluran;
3. Operasi Sistem Tenaga Listrik yang meliputi manajemen energi dan pengendalian operasi;
4. Transaksi tenaga listrik yang meliputi penyediaan informasi sistem tenaga listrik dan pengelolaan transaksi tenaga listrik; serta
5. Setelmen transaksi tenaga listrik, yaitu perhitungan dan pengelolaan tagihan *transmission charges*, *system service charges* dan transaksi tenaga listrik, termasuk pengelolaan sistem metering.

Selain bertugas untuk menghasilkan tenaga listrik industri tenaga listrik juga dapat melakukan aktivitas jasa operasi dan pemeliharaan instalasi listrik, pelaksana pengujian dan komisioning instalasi dan peralatan listrik, konstruksi/instalasi gardu induk dan transmisi, enjiniring instalasi, pelaksana operasi sistem tenaga listrik, konsultasi dan pelatihan, serta penyewaan peralatan dan properti, untuk melengkapi usaha pokok perusahaan (Proses Bisnis PT PLN (Persero)).

Berdasarkan Laporan Pra Asesmen (2013) PT PLN (Persero) Distribusi Bali mempekerjakan tenaga *outsourcing* hampir dua kali jumlah pegawai tetap. Tenaga *outsourcing* ini berasal dari perusahaan lain dimana pengawasan dan pembinaan tenaga kerja dilakukan oleh perusahaan tersebut, sedangkan PLN Bali hanya mengawasi kualitas kerja pekerjaan pemborongan yang diukur melalui *Service*

*Level Agreement (SLA)*. Tenaga *outsourcing* memiliki beberapa perbedaan dengan pegawai tetap, diantaranya adalah:

1. status kerja tenaga *outsourcing* bukanlah pegawai dari PT PLN (Persero), melainkan pegawai dari perusahaan yang memenangkan tender pemborongan pekerjaan pelayanan teknik, sehingga tanggung jawab mengenai tenaga kerja ini seluruhnya berada di tangan perusahaan *outsource*,
2. tenaga Yantek dipekerjakan untuk jangka waktu tertentu (maksimal lima tahun), sedangkan pegawai tetap dipekerjakan dalam jangka waktu yang lebih lama,
3. aktivitas/tugas yang dilakukan oleh tenaga Yantek adalah pekerjaan lapangan, dan merupakan petugas yang langsung berhubungan dengan pelanggan. Aktivitas tenaga Yantek dapat dilihat pada Bab 4.

### **2.3 Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)**

K3 adalah suatu jaminan perlindungan kesehatan pekerja, baik jaminan dalam hal fisik, mental, maupun sosial. Penerapan K3 bertujuan untuk mengurangi angka kecelakaan kerja agar tercipta lingkungan kerja yang aman dan sehat, sehingga pekerja akan merasa nyaman selama berada di tempat kerja dan pekerja dapat melakukan tugasnya secara efektif dan efisien. Kecelakaan kerja terjadi disebabkan oleh dua faktor, yaitu:

- *unsafe action*/tindakan berbahaya, seperti:
  - bekerja tidak sesuai dengan prosedur yang ada,
  - tidak menggunakan alat perlindungan diri (APD) pada saat melakukan atau berada di tempat yang berbahaya,
  - postur tubuh saat bekerja tidak benar;
- *unsafe condition*/kondisi berbahaya, seperti:
  - tidak memadainya rambu/peringatan keselamatan kerja,
  - alat kerja dan APD yang digunakan rusak.

Terjadinya kecelakaan kerja akan memberikan dampak negatif bagi perusahaan, seperti besarnya kerugian yang harus ditanggung oleh perusahaan karena aktivitas produksi yang harus terhenti dan perusahaan harus mengeluarkan biaya yang tidak sedikit untuk memberikan kompensasi kepada pekerja yang mengalami kecelakaan,

sehingga keselamatan dalam bekerja harus diterapkan dengan baik agar tidak ada lagi pekerja yang meninggal, menderita cacat akibat mengalami kecelakaan pada saat bekerja. Syarat-syarat keselamatan kerja menurut Sari (2013) adalah:

- Mencegah/mengurangi terjadinya kecelakaan,
- Terdapat jalur evakuasi untuk menyelamatkan diri jika keadaan bahaya terjadi,
- Memberikan pertolongan pada kecelakaan,
- Disediaknya APD agar digunakan oleh pekerja saat melakukan aktivitas yang memiliki potensi bahaya.

APD harus disediakan perusahaan dengan menyesuaikan jenis aktivitas yang dilakukan, APD dapat berupa: sarung tangan, masker, kacamata, sepatu keselamatan, helm pengaman, dan lainnya. Pada saat menggunakan APD pekerja harus mengetahui kapan, bagaimana, dan APD yang mana yang harus digunakan, sehingga penggunaan APD akan sesuai dengan fungsinya.

Berdasarkan Permenaker No. 05 (1996), setiap perusahaan yang mempekerjakan tenaga kerja sebanyak seratus orang atau lebih dan memiliki potensi bahaya yang dapat mengakibatkan kecelakaan kerja seperti ledakan, kebakaran, pencemaran dan penyakit wajib menerapkan Sistem Manajemen K3 (SMK3), dan harus dilaksanakan oleh seluruh pihak yang terlibat langsung dengan aktivitas perusahaan. Dalam penerapan SMK3 perusahaan wajib melakukan ketentuan berikut ini:

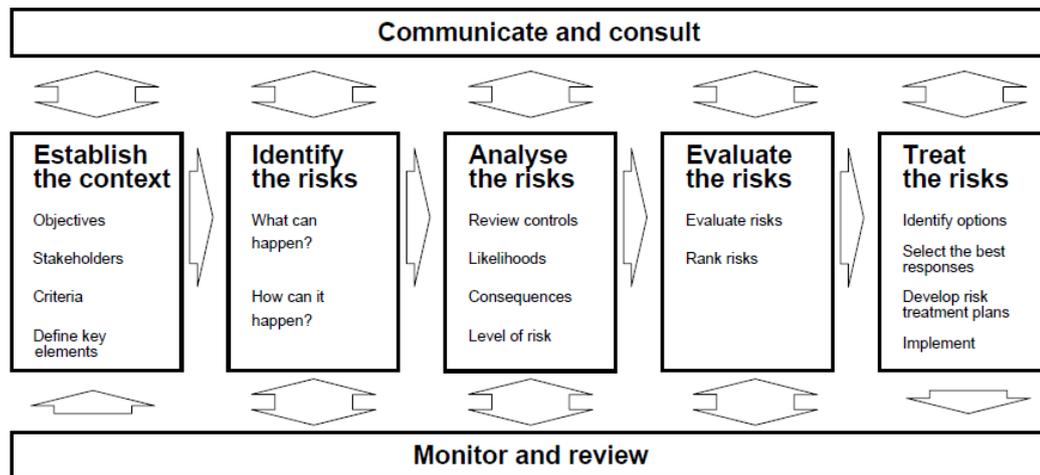
- Menetapkan kebijakan K3 dan menjamin komitmen terhadap penerapan SMK3;
- Merencanakan pemenuhan kebijakan, tujuan, dan sasaran penerapan K3;
- Menerapkan kebijakan K3 secara efektif dengan mengembangkan kemampuan dan mekanisme pendukung yang diperlukan untuk mencapai kebijakan, tujuan, dan sasaran K3;
- Mengukur, memantau, dan mengevaluasi kinerja K3 serta melakukan tindakan perbaikan dan pencegahan;
- Meninjau dan meningkatkan pelaksanaan SMK3 secara berkesinambungan sehingga kinerja K3 akan meningkat.

Rasa aman dalam bekerja juga menjadi salah satu elemen penentu kepuasan pekerja, PT PLN (Persero) menjamin kesehatan dan keselamatan pekerjanya berdasarkan tugas yang mereka kerjakan (Laporan Pra Asesmen PT PLN (Persero) Distribusi Bali, 2013), yaitu:

- Pegawai yang kesehariannya melakukan tugas-tugas yang berisiko seperti yang bekerja di instalasi (teknik; operatif), persyaratan penting jaminan kesehatan dan keselamatan adalah *zero accident*;
- Pegawai yang bekerja diluar instalasi, persyaratan kesehatan dan keselamatan bersifat *universal* yang berkaitan dengan peningkatan produktifitas pegawai.

#### 2.4 Risk Assessment - Fault Tree Analysis (FTA)

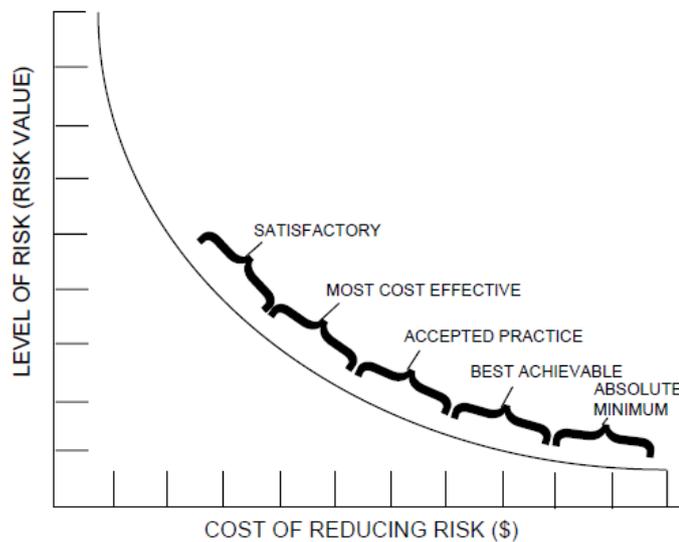
Risiko merupakan kombinasi antara dua komponen, yaitu kemungkinan terjadinya suatu kejadian yang tidak diinginkan (*undesired event*) dan konsekuensi yang harus ditanggung apabila kejadian tersebut terjadi (Dawotola, *et al.*, 2009). Kaplan dan Garrick (1981) dalam Dawotola, *et al.* (2009) mengatakan bahwa analisis risiko terdiri dari jawaban dari tiga pertanyaan, yaitu apa yang akan terjadi, bagaimana hal itu dapat terjadi, dan apa konsekuensi yang harus ditanggung.



Gambar 2.1. Proses Manajemen Risiko (Sumber: AS/NZS 4360 (2004))

Proses manajemen risiko dapat dilakukan dengan mengikuti standar manajemen risiko yang dimiliki oleh negara Australia dan Selandia Baru (AS/NZS 4360, 2004), dapat dilihat pada Gambar 2.1, yaitu:

1. *Communicate and consult*; melakukan komunikasi dan berkonsultasi dengan internal dan eksternal perusahaan di setiap tahap dengan memperhatikan proses secara keseluruhan.
2. *Establish the context*; menentukan konteks eksternal, internal, dan risiko, sehingga dapat hasil akhir yang diinginkan dapat ditetapkan. Kriteria risiko yang akan dievaluasi ditetapkan dan struktur analisis didefinisikan.
3. *Identify risks*; mengidentifikasi dimana, kapan, mengapa, dan bagaimana kecelakaan dapat dicegah, dikurangi, atau ditunda.
4. *Analyze risks*; mengidentifikasi dan mengevaluasi kontrol yang ada saat ini. Menentukan konsekuensi dan kemungkinan tingkat risiko. Analisis harus mempertimbangkan rentang potensi terjadinya kecelakaan dan konsekuensinya.
5. *Evaluate risks*; membandingkan antara level risiko dan kriteria yang sudah ditetapkan, dan mempertimbangkan keseimbangan antara potensi keuntungan dan kerugian yang akan diterima. Sehingga keputusan mengenai penanganan risiko berdasarkan tingkat kepentingan dapat dibuat.
6. *Treat risks*; mengembangkan dan mengimplementasikan strategi *cost-effective*, sehingga keuntungan akan meningkat sedangkan biaya akan menurun. Hubungan antara risiko dan biaya dapat dilihat pada Gambar 2.2. Kriteria-kriteria pada hubungan antara risiko dan biaya dapat dijadikan sebagai dasar pengambilan keputusan, karena semua kriteria dapat diterima bergantung pada keadaan dan risiko yang dihadapi. Kriteria tersebut adalah:
  - a. *Satisfactory solution*; puas tapi tidak optimal dimana risiko masih tinggi,
  - b. *Most cost-effective solution*; level risiko dan biaya berada di titik yang sama,
  - c. *Accepted practice*; baik diterapkan di dunia bisnis dan industri,
  - d. *Best achievable*; mengurangi risiko dengan menggunakan teknologi,
  - e. *Absolute minimum*; risiko berkurang drastis dengan mengeluarkan uang lebih banyak dibandingkan dengan kriteria lain.



Gambar 2.2. Hubungan antara Level Risiko dan Biaya Pengurangan Risiko (Sumber: AS/NZS 4360 (2004))

Di saat risiko mencapai level yang tidak diharapkan, maka risiko harus dikurangi dengan menambah biaya pengurangan risiko yang dapat berakibat pada berkurangnya keuntungan yang diharapkan. Begitu juga sebaliknya, jika risiko berada pada level yang dapat diabaikan, maka keuntungan yang diperoleh dapat melebihi biaya pengurangan risiko.

7. *Monitor and review*; mengawasi jalannya proses manajemen risiko, sehingga jika ada yang berubah tidak mempengaruhi prioritas.

Aliran listrik dapat memberikan dampak yang buruk terhadap tubuh manusia saat terjadi kontak langsung, seperti dapat mempengaruhi sistem saraf, otot, jantung, dan paru-paru (Albert & Hallowell, 2013). Untuk mengurangi terjadinya kecelakaan kerja akibat aliran listrik dapat dilakukan dengan melakukan pengukuran risiko/*risk assessment*. *Risk assessment* adalah metode sistematis untuk menentukan tingkat risiko yang dapat muncul. Untuk melakukan pengukuran risiko dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya adalah *fault tree analysis (FTA)*. Perbandingan metode FTA dan metode lainnya dapat dilihat pada Tabel 2.1, dimana salah satu kelebihan FTA adalah memperhatikan faktor manusia dalam proses pengukuran risiko.

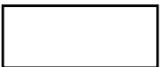
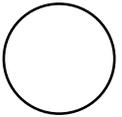
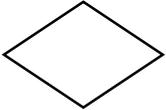
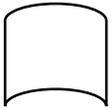
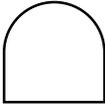
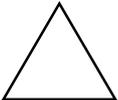
Tabel 2.1. Perbandingan Metode *Risk Assessment* (Arslan & Er, 2008)

Kriteria	HAZOP	What-If	FMEA	FTA	ETA
Tepat digunakan untuk <i>multiple events</i>		v			
Tepat digunakan untuk <i>single event</i>	v	v	v	v	V
Memperhatikan faktor internal	v	v	v	v	V
Dapat diaplikasikan di kehidupan nyata	v	v	v	v	v
Dibutuhkan <i>brainstorming</i>	v	v	v		
Dibutuhkan kontribusi <i>expert</i>	v	v	v	v	v
Ketersediaan manajemen operasi	v	v	v	v	v
Analisis kuantitatif				v	v
Analisis kualitatif	v	v	v	v	v
Mempertimbangkan <i>event</i> sebelumnya				v	
Mempertimbangkan <i>event</i> yang diharapkan	v	v	v		v
Kesesuaian <i>checklist</i> untuk pengguna akhir	v	v	v	v	v
Memberikan rekomendasi mitigasi risiko dan menghasilkan strateginya	v	v	v	v	v
Memasukkan faktor manusia				v	

FTA merupakan salah satu metode sistematis yang digunakan untuk memecahkan masalah keselamatan yang kompleks (Gharahasanlou, *et al.*, 2014). FTA adalah metode *top-down* yang digunakan untuk memodelkan *failure*/kegagalan yang terjadi pada sistem, sehingga akan mempermudah dalam menganalisis akar penyebab kegagalan tersebut dan menyediakan suatu mekanisme untuk mengevaluasi tingkat risiko suatu sistem secara efektif. FTA dimulai dengan

menentukan *top event* yang ditampilkan dalam kotak, kemudian *event* yang berhubungan dengan *top event* ditulis dibawahnya, sehingga terlihat seperti cabang pohon yang terbalik. Analisis dilakukan secara terus menerus hingga ditemukannya *basic event*, yang ditampilkan dalam bentuk lingkaran. Simbol yang digunakan saat merancang *fault tree* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

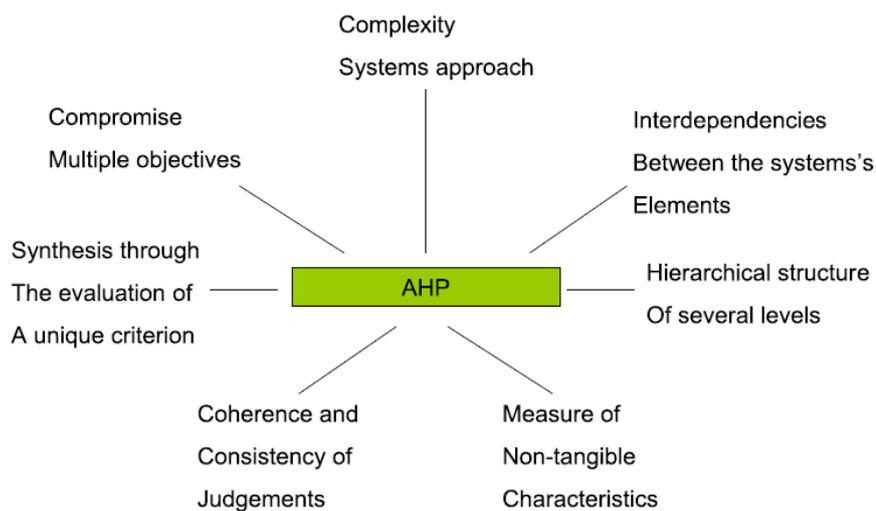
Tabel 2.2. Simbol dalam *Fault Tree Analysis (FTA)* (Stamatelatos, et al., 2002)

Simbol	Keterangan
	<p><b><i>Top event/ intermediate event</i></b></p> <p><i>Top event</i> berada paling atas dan ditentukan berdasarkan tingkat kritisnya</p> <p><i>Intermediate event</i> ditentukan berdasarkan alasan terjadinya <i>failure</i> dan dibagi ke dalam beberapa cabang</p>
	<p><b><i>Basic event</i></b></p> <p>Cabang dari <i>failure</i> yang tidak perlu dikembangkan lagi</p>
	<p><b><i>Undeveloped event</i></b></p> <p>Jika data <i>failure</i> tidak tersedia</p>
	<p><b><i>OR gate</i></b></p> <p><i>Event</i> yang berada di level atas terjadi jika salah satu input <i>event</i> yang berada di level bawah terjadi</p>
	<p><b><i>AND gate</i></b></p> <p><i>Event</i> terjadi jika semua input <i>event</i> yang berada di level bawah terjadi</p>
	<p><b><i>TRANSFER gate</i></b></p> <p>Transfer dari/ke bagian lain <i>fault tree</i></p>

## 2.5 Analytical Hierarchy Analysis (AHP)

AHP merupakan metode yang efektif digunakan untuk memecahkan masalah *Multi Criteria Decision Method (MCDM)* yang kompleks (De Felice & Petrillo, 2010). Metode yang dikembangkan oleh Thomas Saaty pada tahun 1980 ini telah

banyak digunakan dalam pengambilan keputusan berbagai masalah, seperti ekonomi, perencanaan, kebijakan energi, pemesanan material, dan pemilihan proyek (Fang, *et al.*, 2003). Selain dapat digunakan untuk segala keperluan (fleksibilitas) (Fang, *et al.*, 2003), AHP juga memiliki kelebihan lainnya yaitu dapat menangani penilaian dari para ahli dengan membuat perbandingan berpasangan beserta skala rasionya (De Felice & Petrillo, 2010). Bhushan & Rai (2004) mengatakan bahwa pada dasarnya AHP membantu dalam menata kompleksitas, mengukur, dan merangkingkan. Vidal, *et al.* (2011) AHP dapat digunakan untuk mengintegrasikan antara aspek kualitatif dan kuantitatif, sehingga masalah yang kompleks dapat dilakukan secara efisien dan efektif, permasalahan yang dapat diselesaikan dengan AHP dapat dilihat pada Gambar 2.3.



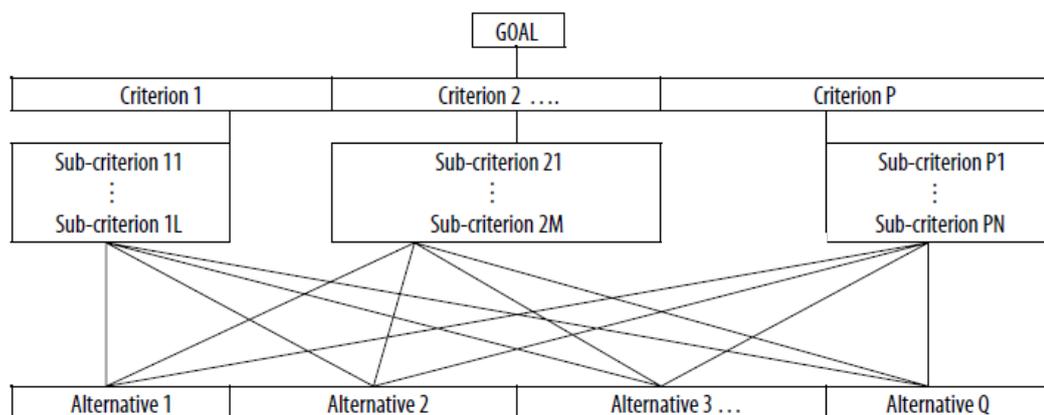
Gambar 2.3. Masalah Kompleks Menggunakan AHP (Vidal, *et al.*, 2011)

Penggunaan AHP dapat dimulai dari menyusun hirarki, kemudian memberikan nilai prioritas, dan memverifikasi konsistensi. Sesuai namanya, metode ini menjabarkan permasalahan dalam bentuk struktur hirarki yang terdiri dari beberapa tingkat, tingkatan tersebut berupa tujuan, kriteria, sub-kriteria, dan alternatif, seperti yang ditampilkan pada. Saaty (1990) menyatakan bahwa saat membuat hirarki pengambil keputusan harus menyertakan rincian yang cukup relevan dengan:

- Mendeskripsikan permasalahan sedetail mungkin, tapi jangan terlalu detail agar sensitivitas terhadap perubahan elemen tidak hilang;
- Mempertimbangkan keadaan di sekitar masalah;
- Mengidentifikasi isu atau atribut yang berkontribusi pada solusi;
- Menentukan partisipan yang berhubungan atau memahami tentang permasalahan.

Langkah-langkah pengambilan keputusan dengan menggunakan AHP adalah sebagai berikut (Bhushan & Rai, 2004):

Tahap 1: Permasalahan diuraikan menjadi suatu hirarki, yang berisi tujuan, kriteria, sub-kriteria, dan alternatif (contohnya seperti pada Gambar 2.4). Hirarki mengidentifikasikan hubungan antar elemen di salah satu level dengan elemen yang berada di level tepat di bawahnya. Saat melakukan perbandingan antar elemen di setiap level hanya perlu membandingkan elemen yang berada di bawah dan di atasnya.



Gambar 2.4. Struktur Hirarki (Bhushan & Rai, 2004)

Tahap 2: Data yang telah dikumpulkan dari para koresponden diintegrasikan ke dalam struktur hirarki dalam bentuk perbandingan berpasangan alternatif berdasarkan skala kualitatif yang ada pada

Tabel 2.3. Triantaphyllou & Mann (1995) mengatakan tahap yang paling penting dalam metode pengambilan keputusan adalah memperkirakan keterkaitan data secara tepat. Keterkaitan data diperoleh dengan melakukan perbandingan berpasangan. Matriks perbandingan berpasangan digunakan untuk menentukan

tingkat kepentingan dari masing-masing alternatif pada setiap kriteria dan ditampilkan dalam bentuk skala, mengikuti skala yang telah dibuat oleh Saaty dapat dilihat pada

Tahap 3: Tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.3. Skala Kepentingan

Tingkat Kepentingan	Definisi
1	Sama-sama penting
3	Cukup penting
5	Penting atau tingkat kepentingan yang kuat
7	Sangat kuat atau menunjukkan kepentingan
9	Sangat penting (ekstrim)
2,4,6,8	Nilai tengah

Tahap 4: Perbandingan berpasangan dari berbagai kriteria yang telah dibuat pada tahap 2 kemudian diubah kedalam bentuk matriks persegi. Elemen yang berada pada bagian diagonal matriks bernilai 1 (satu), kriteria yang berada pada baris ke-i lebih baik dibandingkan dengan kriteria yang ada pada kolom ke-j jika nilai dari elemen (i, j) lebih dari 1 (satu), jika sebaliknya maka kriteria pada kolom ke-j lebih baik dibandingkan baris ke-i. Elemen (i, j) pada matriks adalah kebalikan dari elemen (j, i).

Tahap 5: Normalisasi *eigenvector* dari matriks perbandingan memberikan tingkat kepentingan relatif pada kriteria yang dibandingkan. Elemen dari *eigenvector* yang dinormalisasikan adalah bobot dari kriteria atau sub-kriteria dan *rating*/peringkat setiap alternatif.

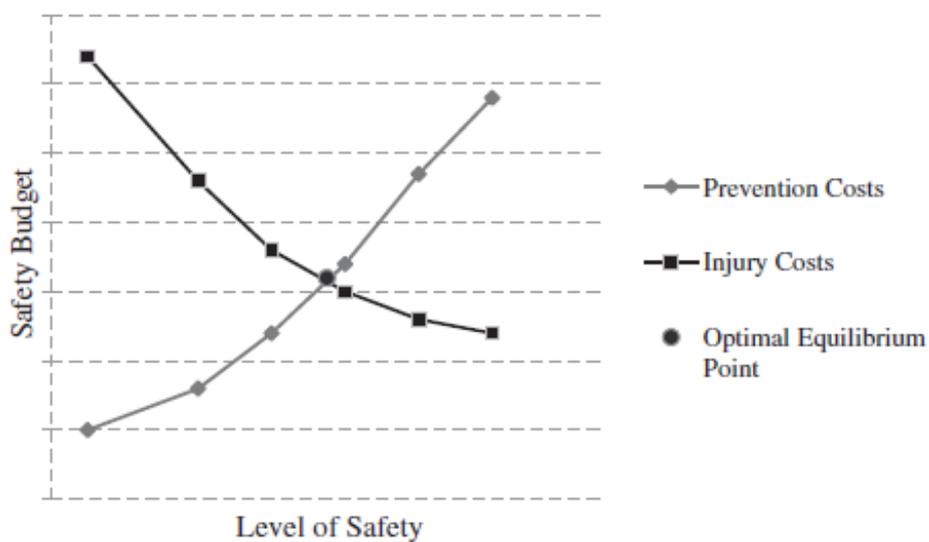
Tahap 6: Mengevaluasi konsistensi matriks. Jika konsistensi belum tercapai maka matriks perbandingan harus diperiksa ulang. *Consistency index (CI)* dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2.1), dimana  $\lambda_{\max}$  adalah eigenvalue matriks keputusan. Nilai CI dapat dibandingkan dengan *random matrix*, RI, yang akan menghasilkan nilai *consistency ratio (CR)* dan nilai CR harus kurang dari 0,1.

$$CI = (\lambda_{max} - n)/(n - 1) \dots\dots\dots(2.1)$$

Tahap 7: Peringkat dari masing-masing alternatif dikalikan dengan bobot dari sub-kriteria dan dijumlahkan untuk mendapatkan peringkat lokal dari masing-masing kriteria. Kemudian peringkat lokal ini dikalikan dengan bobot kriteria dan dijumlahkan sehingga akan didapatkan peringkat global.

**2.6 Cost Benefit Analysis (CBA)**

CBA digunakan dalam pengambilan keputusan pada saat akan melakukan investasi, agar mendapatkan alternatif terbaik dengan biaya yang minimum. Wei, *et al.* (2014) mengatakan bahwa CBA adalah suatu analisis ekonomi jangka panjang untuk mengevaluasi titik impas antara keselamatan dan investasi pencegahan kecelakaan. Investasi untuk mencegah terjadinya kecelakaan dapat memberikan dampak positif dalam mengurangi biaya suatu proyek (Aminbakhsh, *et al.*, 2013), karena kecelakaan kerja tidak hanya mempengaruhi keselamatan kesehatan pekerja, tetapi juga memberikan dampak negatif pada perekonomian karena biaya paling banyak digunakan untuk memberikan kompensasi karena terjadinya kecelakaan.



Gambar 2.5. Model *Cost of Safety* (Aminbakhsh, *et al.*, 2013)

Model *cost of safety (COS)* pertama kali diperkenalkan oleh Peter Chalos (1992) untuk memberikan gambaran mengenai hubungan antara CBA dan pencegahan kecelakaan (Aminbakhsh, *et al.*, 2013), yang diilustrasikan pada Gambar 2.5. Terlihat pada Gambar 2.5, jika investasi berada pada titik ekuilibrium menunjukkan bahwa investasi telah optimum, dimana total biaya pencegahan sama dengan total biaya kecelakaan. COS juga dapat digunakan untuk mempertimbangkan risiko keselamatan mana yang harus didahulukan agar keuangan perusahaan tetap stabil. Prosedur penggunaan CBA dapat melalui lima tahap, yaitu dimulai dengan menentukan masalah yang akan dicari alternatif mitigasinya, menentukan biaya langsung dan tidak langsung dari alternatif, menentukan manfaat alternatif, hitung nilai *Benefit Cost Ratio (BCR)*, dan terakhir pilih alternatif dengan nilai BCR yang paling tinggi. Pada dasarnya BCR membandingkan antara nilai manfaat, kesuksesan dalam mencegah terjadinya kerugian di masa mendatang, dan biaya yang dikeluarkan untuk mengaplikasikan pencegahan kecelakaan kerja. Secara matematis *benefit cost ratio* dapat ditulis sebagai berikut:

$$BCR = \frac{\text{benefit}}{\text{cost}} = \frac{\text{ekspektasi manfaat yang akan didapatkan}}{\text{biaya yang harus dikeluarkan}} \dots\dots\dots (2.2)$$

Pada masalah pencegahan kecelakaan ini, *Net Present Value (NPV)* juga digunakan untuk menentukan apakah pencegahan kecelakaan yang dipilih sudah optimal atau belum, agar didapatkan hasil yang paling optimal. NPV adalah nilai sekarang dari manfaat suatu proyek atau dengan kata lain NPV digunakan untuk menghitung seberapa banyak uang yang akan didapatkan dari investasi yang dilakukan pada suatu proyek, yang secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$NPV = NP_{Benefit} - NP_{Cost} \dots\dots\dots (2.3)$$

Jika dari hasil perhitungan didapatkan nilai NPV lebih dari 0 (nol) maka proyek tersebut layak untuk dilakukan.

Karena cara perhitungan *benefit*/manfaat dan *cost*/biaya yang berbeda ini, maka ada kemungkinan suatu investasi memiliki nilai BCR tinggi namun nilai NPV rendah, sehingga jika dalam pengambilan keputusan menggunakan BCR maka NPV juga harus dipertimbangkan untuk mendapatkan jumlah investasi dari net biaya atau manfaat yang akan didapatkan.

Evaluasi nilai ekonomi dilakukan berdasarkan perhitungan yang dilakukan oleh Albert & Hallowell (2013), yang akan dijelaskan melalui beberapa tahap di bawah ini:

1. Tahap pertama dilakukan dengan melakukan perhitungan *base level risk* (keadaan dimana tidak dilakukannya proses pencegahan kecelakaan). Untuk menghitung nilai ini, aktivitas yang dilakukan harus didefinisikan terlebih dahulu, begitu juga dengan tingkat keseringan (frekuensi) terjadinya kecelakaan. Dalam penentuan frekuensi terjadinya kecelakaan dari setiap aktivitas yang dilakukan oleh tenaga *outsourcing*, dibagi ke dalam empat tingkat keparahan, yaitu pertolongan pertama, pengobatan, waktu kerja hilang, dan fatal. Nilai frekuensi kecelakaan diambil dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Albert & Hallowell (2013) adalah untuk 200.000 jam kerja, yang dapat dilihat pada Tabel 2.4. Nilai frekuensi ini kemudian dikalikan dengan nilai biaya untuk setiap tingkat keparahan kecelakaan untuk setiap aktivitas, dengan mengikuti persamaan berikut ini:

$$UR = f \times c \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana *UR* adalah unit risiko, *f* adalah frekuensi, dan *c* adalah biaya untuk setiap kecelakaan. Pada penelitian ini biaya untuk setiap kecelakaan pada setiap aktivitas diasumsikan sama untuk setiap tingkat keparahan.

Tabel 2.4. Frekuensi Kecelakaan (Albert &amp; Hallowell, 2013)

Aktivitas	Tingkat Keparahan			
	Pertolo- ngan Pertama	Pengo- batan	Waktu Kerja Hilang	Fatal
Mengoperasikan peralatan di dekat jaringan bertegangan	1,00	1,00	0,200	0,0003
Pelayanan jaringan bertegangan	0,40	0,20	0,189	0,0002
Penggalian dan pemasangan pondasi fasilitas listrik yang digunakan untuk menyalurkan listrik ke pelanggan	0,50	0,10	0,100	0,0002
Memanjat tiang/tempat yang tinggi	1,00	0,10	0,100	0,0003
Memasang <i>grounding</i> /melepaskan <i>grounding</i>	0,09	0,05	0,100	0,0001
Pemasangan struktur sementara dan permanen/merakit material yang akan digunakan dalam proses pemeliharaan listrik	0,10	0,09	0,094	0,0002
Inspeksi/menyelesaikan masalah jaringan listrik/peralatannya	0,10	0,10	0,100	0,0001
Menyambung, memperbaiki, dan memasang konduktor dan kawat	0,50	0,14	0,142	0,0002
Memangkas pohon dan semak-semak	0,10	0,10	0,047	0,0003
Memindahkan konduktor bertegangan	0,10	0,05	0,047	0,0001
Merakit/memperbaiki peralatan	0,04	0,03	0,047	0,0001
Pengendalian lampu di jalan umum	0,02	0,10	0,003	0,0002
Menggantungkan dan memasang <i>transformer</i> dan <i>vaults</i>	0,10	0,10	0,002	0,0002

Tabel 2.4. Frekuensi Kecelakaan (Lanjutan)

Aktivitas	Tingkat Keparahan			
	Pertolongan Pertama	Pengobatan	Waktu Kerja Hilang	Fatal
Memasang dan menghubungkan <i>busses, switch, circuit breakers, dan regulators</i>	0,40	0,14	0,005	0,0001
Memasang saluran atau kabel	0,55	0,09	0,001	0,0001
Memasang isolator	0,02	0,10	0,001	0,0002
Pemasangan gardu	0,10	0,10	0,002	0,0001
Melepas/mengganti saluran yang ada	0,05	0,02	0,002	0,0002
Memasang penyalur petir	0,02	0,02	0,002	0,0002
Melonggarkan untuk menjaga jarak antar kabel	0,01	0,01	0,002	0,0002
Memasang/mengganti isolator	0,02	0,01	0,010	0,0001
Mengganti kawat perisai	0,05	0,03	0,002	0,0001
Memasang/melepaskan <i>dampers</i> untuk mengontrol getaran pada kabel yang mungkin disebabkan oleh angin	0,02	0,02	0,002	0,0001
Memasang/melepaskan <i>spacers</i> untuk menghindari kontak listrik	0,02	0,02	0,002	0,0001
Mengukur kinerja fasilitas listrik	0,01	0,01	0,002	0,0001

- Setelah nilai UR pada masing-masing aktivitas untuk setiap tingkat keparahan diketahui, selanjutnya seluruh nilai UR dijumlahkan, sehingga akan didapatkan nilai kumulatif risiko (TR), yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini, TR adalah total risiko dalam satuan Rupiah:

$$TR = \sum_i^n UR_i \dots\dots\dots (2.5)$$

3. Menghitung biaya manfaat dari penerapan strategi pencegahan kecelakaan kerja. Untuk menghitung nilai ini *risk reduction (RR)*/pengurangan risiko harus dihitung. Perhitungan pengurangan risiko ini dapat dilakukan dengan cara mengalikan nilai risiko (total risiko/*base level risk*) dengan rasio pengurangan risiko untuk teknik pencegahan *j*. Nilai risiko sebelumnya akan dikurangi dengan nilai pengurangan risiko yang telah didapatkan, hasil dari pengurangan ini akan dilakukan untuk menghitung nilai pengurangan risiko teknik *j* selanjutnya. Perhitungan ini dapat mengikuti persamaan (2.6).

$$RR_j = (TR_{j-1} - RR_{j-1}) \times \%RR_j \dots\dots\dots (2.6)$$

Setelah nilai pengurangan risiko untuk setiap teknik pencegahan kecelakaan didapatkan, maka selanjutnya pengurangan risiko ini ditambahkan dengan manfaat dari pencegahan kecelakaan kerja/*prevention benefit (PB)* untuk kemudian dibagi dengan kumulatif biaya mitigasi dari masing-masing teknik pencegahan, sehingga akan didapatkan rasio biaya manfaat pencegahan kecelakaan.

$$BCR_j = \frac{\sum_1^j (RR_j + PB_{j-1})}{\sum_1^j MC_j} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$NPV_j = \sum_1^j (RR_j + PB_{j-1}) - \sum_1^j MC_j \dots\dots\dots (2.8)$$

Perhitungan rasio biaya manfaat dapat dilakukan dengan mengikuti persamaan (2.7) di atas, dimana MC adalah biaya mitigasi. Sedangkan untuk perhitungan NPV dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.8).

Dari nilai NPV dan BCR ini maka dapat diketahui kelayakan dari penerapan strategi pencegahan kecelakaan kerja dari segi ekonomi.

## 2.7 Posisi Penelitian

Pengaruh penggunaan tenaga *outsourcing* terhadap kesehatan dan keselamatan kerja sebelumnya sudah pernah diteliti oleh Mayhew, *et al.* (1997). Berdasarkan hasil studi yang dilakukan oleh Mayhew, *et al.* (1997) didapatkan bahwa yang mempengaruhi kesehatan dan keselamatan kerja tenaga kerja *outsourcing* adalah faktor penghargaan dan ekonomi, disorganisasi, kurangnya pengawasan jalannya peraturan, dan kemampuan pekerja dalam melindungi diri mereka sendiri saat bekerja. Penelitian yang dilakukan oleh Mayhew, *et al.* (1997) ini masih terlalu luas, karena penelitian dilakukan pada empat industri yang berbeda (tempat penitipan anak, rumah sakit, transportasi, dan bangunan), penelitian ini juga masih terbatas pada hasil survei belum sampai pada tahap identifikasi bahaya, sehingga pencegahan kecelakaan pun belum dapat diidentifikasi.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan sebelumnya didapatkan bahwa tingkat kecelakaan akibat sengatan listrik termasuk salah satu penyebab kecelakaan fatal di seluruh dunia (Albert & Hallowell, 2013; Cawley & Homce, 2003; Chi, *et al.*, 2009; Koustellis, *et al.*, 2013). Albert & Hallowell (2013) meneliti mengenai manajemen risiko keselamatan kerja tenaga kerja yang menangani pemasangan dan pemeliharaan lintasan transmisi dan distribusi listrik, yang bertujuan untuk mengevaluasi risiko yang berhubungan dengan aktivitas yang biasa dilakukan dalam konstruksi transmisi dan distribusi listrik dan efektivitas dari teknik pencegahan kecelakaan tertentu. Penelitian yang dilakukan oleh Albert & Hallowell (2013) mencoba untuk mengurangi jumlah kecelakaan kerja dengan mengeluarkan biaya yang sebanding dengan manfaat yang akan didapatkan, namun dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan bahwa banyak strategi yang dapat secara efektif mengurangi tingkat kecelakaan transmisi dan distribusi listrik membutuhkan investasi yang tidak sedikit.

Tabel 2.5. Posisi Penelitian

Nama (Tahun)	Penyebab Kecelakaan	Identifikasi Pencegahan	Pengukuran Pencegahan	Evaluasi Investasi	Objek Penelitian
Albert & Hallowell (2013)		v		v	Listrik
Aminbakhsh, <i>et al.</i> (2013)	v			v	Konstruksi
Arslan & Er (2008)	v				Tangki kimia
Bas (2013)	v		v	v	Konstruksi
Fang, <i>et al.</i> (2003)			v	v	<i>Scaffolding</i>
Gharahasanlou, <i>et al.</i> (2014)	v				Semen
Gierczak (2014)	v				Pengeboran
Guimaraes, <i>et al.</i> (2012)				v	Perusahaan sepatu
Hendrick (2003)				v	
Liu & Tsai (2012)	v				Konstruksi
Mohamadian, <i>et al.</i> (2011)			v	v	Jalan raya
Purba (2014)	v				Nuklir
Shi, <i>et al.</i> (2014)	v				Tangki minyak
Wang, <i>et al.</i> (2013)	v				Minyak
Wenbi, <i>et al.</i> (2012)	v				Tambang
Lustyana (2015)	v	v	v	v	Listrik

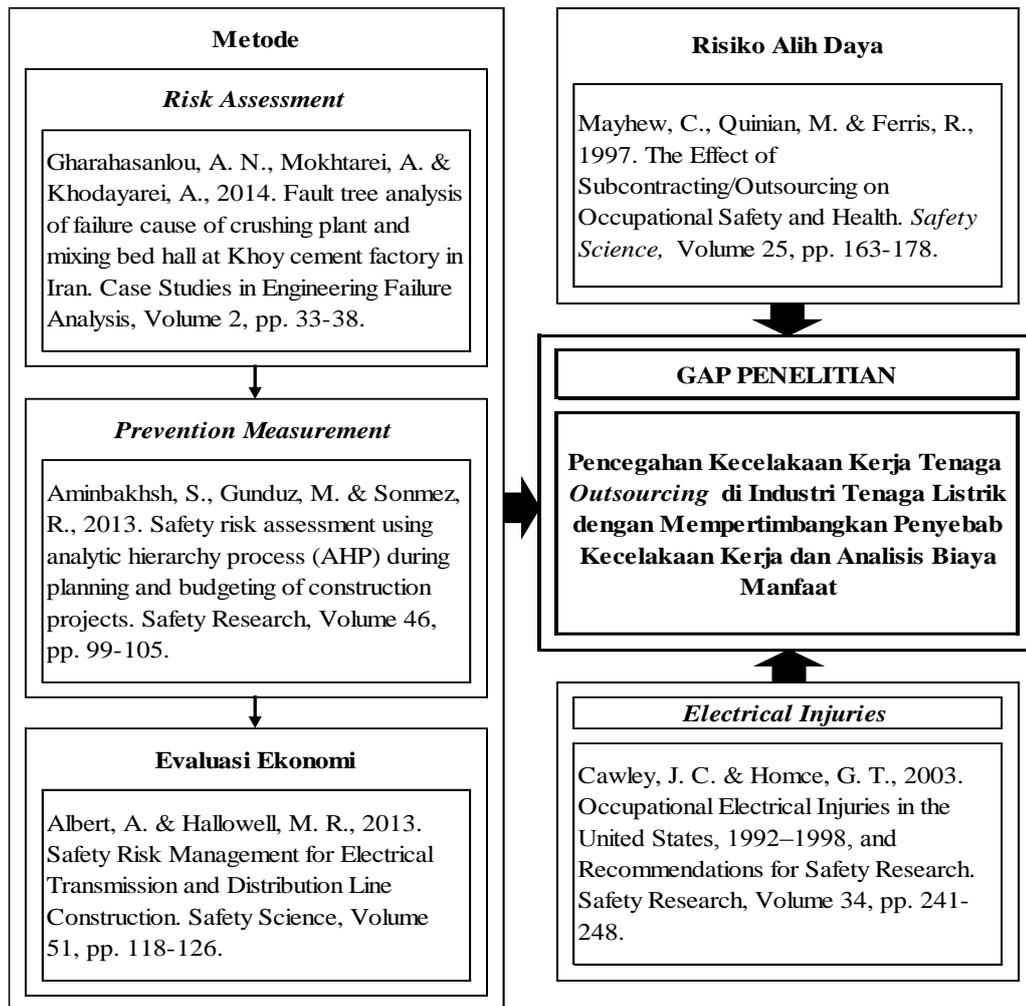
Untuk melengkapi penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya, dapat dilihat pada Tabel 2.5, maka peneliti mengambil topik mengenai kesehatan dan keselamatan kerja di industri tenaga listrik dengan tenaga kerja *outsourcing* dijadikan sebagai objek penelitian. Proses identifikasi bahaya dilakukan dengan menggunakan analisis *fault tree*, seperti yang dilakukan oleh Wenbi, *et al.* (2012). Wenbi, *et al.* (2012) menggunakan analisis *fault tree* untuk mengidentifikasi sumber bahaya yang menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja terjatuh dari ketinggian, analisis *fault tree* juga dapat digunakan dalam pengembangan strategi manajemen risiko untuk mengurangi tingkat risiko (Gierczak, 2014). Banyak penelitian sebelumnya yang bertujuan untuk memberikan solusi pencegahan kecelakaan kerja, namun alternatif pencegahan yang diberikan hanya diidentifikasi berdasarkan masing-masing aktivitas yang dilakukan dan belum diidentifikasi berdasarkan kelebihan dan kelemahan alternatif tersebut.

Pemilihan alternatif pencegahan dilakukan berdasarkan nilai prioritas tertinggi yang didapatkan dari hasil perhitungan bobot dengan menggunakan AHP. Banyak peneliti yang mengkombinasikan AHP dengan metode lain, seperti yang dilakukan oleh Shi, *et al.* (2014) yang menggabungkan FTA dengan AHP untuk mendapatkan metode pengukuran bahaya yang efektif sehingga dapat menilai keamanan dan keandalan dari suatu sistem. Arslan & Er (2008) juga menggunakan AHP dalam perencanaan strategi untuk mengidentifikasi alat manajemen yang sesuai untuk meningkatkan tingkat keselamatan pada saat mengisi muatan cairan kimia ke dalam tangki dan pada saat berlayar. Pengukuran pencegahan pada penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan AHP dan mengkombinasikannya dengan FTA untuk mendapatkan penyebab terjadinya kecelakaan dan dijadikan sebagai kriteria dan CBA dijadikan subkriteria untuk mengetahui biaya manfaat dari setiap penyebab kecelakaan.

Agar didapatkan teknik pencegahan terbaik yang memperhatikan faktor investasi, maka dari pembobotan hasil pengukuran pencegahan dengan menggunakan AHP dilanjutkan dengan perhitungan biaya manfaat dari masing-masing alternatif pencegahan. Aminbakhsh, *et al.* (2013) dan Bas (2013) membuat alat pengambilan keputusan untuk menentukan investasi yang dibutuhkan dalam pencegahan kecelakaan kerja, namun pada penelitian yang mereka lakukan tidak

terlihat perhitungan biaya manfaat yang akan didapatkan karena analisis investasi langsung digabungkan dengan metode yang lain, seperti mengintegrasikan AHP dan *cost of safety* menjadi satu agar didapatkan pengukuran risiko keselamatan dan penentuan investasi pencegahan kecelakaan kerja berdasarkan tingkat kepentingan/prioritas dari masing-masing alternatif pencegahan dengan mempertimbangkan anggaran yang dimiliki (Aminbakhsh, *et al.*, 2013). Albert & Hallowell (2013) juga melakukan evaluasi investasi pencegahan kecelakaan kerja dengan menghitung biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk setiap alternatif pencegahan yang dilakukan. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Mohamadian, *et al.* (2011), yang bertujuan untuk membuat model agar dapat digunakan dalam pemilihan proyek keselamatan jalan raya untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas dengan menghitung nilai biaya manfaat dengan menggunakan CBA berdasarkan tingkatan/bobot dari alternatif yang didapatkan dengan menggunakan metode AHP. Pada penelitian ini metode CBA digunakan sebagai tahap akhir untuk mengevaluasi kelayakan teknik pencegahan kecelakaan kerja, dengan menganalisis nilai investasi pencegahan kecelakaan kerja, dan pengambilan keputusan layak atau tidaknya teknik pencegahan ditentukan berdasarkan hasil perhitungan nilai *benefit cost ratio* yang memiliki nilai lebih dari satu.

Gambaran mengenai posisi penelitian yang telah dijelaskan ini dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut ini.



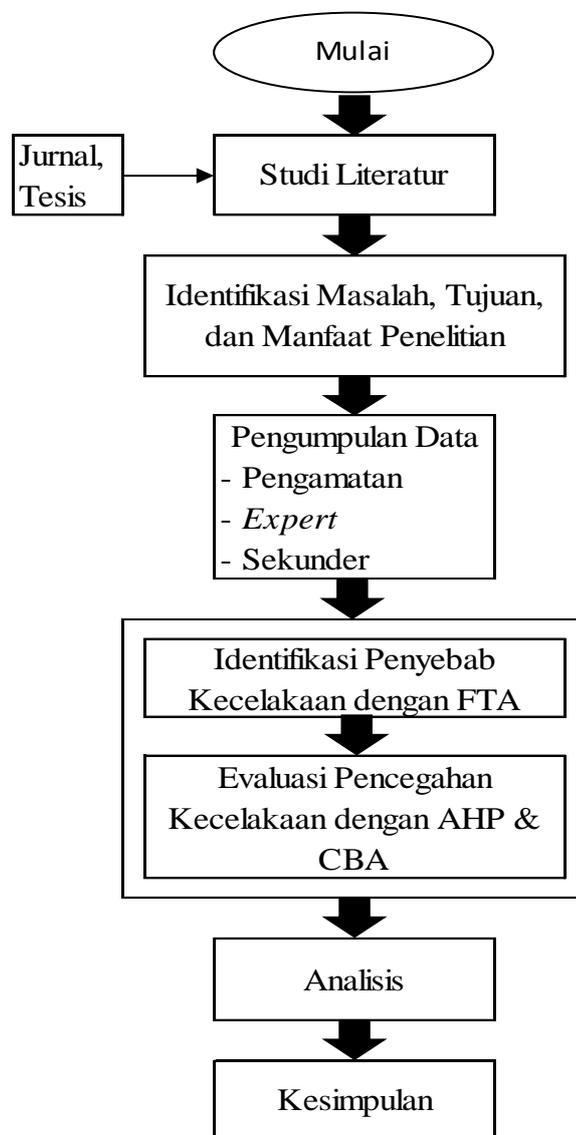
Gambar 2.6. Posisi Penelitian

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

### BAB 3

## METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian digunakan sebagai acuan sehingga penelitian dapat berjalan secara sistematis sesuai dengan *framework* penelitian. Pada bab ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah yang akan dilakukan dilakukan selama proses penelitian dan ditampilkan pada Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1. Metodologi Penelitian

### 3.1 Studi Literatur

Penelitian ini dimulai dengan melakukan studi literatur, sehingga dapat diketahui arah penelitian yang akan dilakukan dan menambah pemahaman mengenai metode yang akan digunakan dalam menyelesaikan permasalahan yang akan diteliti. Penelitian ini akan membahas mengenai permasalahan keselamatan kerja tenaga *outsourcing/outsourcing*, yang sebelumnya pernah diteliti oleh Mayhew, *et al.* (1997). Mayhew, *et al.* (1997) ingin melihat konsekuensi penggunaan tenaga *outsourcing* terhadap kesehatan dan keselamatan kerja, dan berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa bahaya dan risiko pada pekerjaan adalah faktor utama penentu pola dari kecelakaan dan penyakit di tempat kerja, faktor kedua adalah status pekerja (pegawai tetap atau kontrak). Untuk dapat melihat lebih jelas risiko kerja yang dialami oleh tenaga *outsourcing*, maka penelitian ini fokus pada tenaga *outsourcing* yang bekerja di industri tenaga listrik, pemelihan objek penelitian ini berdasarkan penelitian Albert & Hallowell (2013), mereka mengatakan bahwa pekerja yang terlibat pada aktivitas konstruksi dan pemeliharaan transmisi dan distribusi listrik memiliki risiko kecelakaan kerja yang tinggi.

Penelitian ini dilakukan berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Aminbakhsh, *et al.* (2013), yang bertujuan untuk membuat perencanaan anggaran kesehatan dan keselamatan kerja suatu proyek. Pengukuran risiko keselamatan kerja sangatlah penting untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan mengevaluasi risiko yang berhubungan dengan bahaya, sehingga akan didapatkan prioritas (menggunakan *Analytical Hierarchy Process (AHP)*) terhadap risiko keselamatan kerja yang dapat digunakan untuk proses perencanaan, mengatur anggaran proyek, dan untuk mengendalikan risiko keselamatan kerja (Aminbakhsh, *et al.*, 2013). Dalam pengukuran risiko keselamatan kerja tenaga *outsourcing* peneliti menggunakan *Fault Tree Analysis (FTA)*, seperti Wenbi, *et al.* (2012) yang menggunakan FTA untuk mengidentifikasi bahaya sebagai salah satu cara untuk mencegah terjadinya kecelakaan. Untuk menentukan nilai prioritas maka peneliti menggunakan *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dengan mempertimbangkan analisis biaya-manfaat.

### **3.2 Identifikasi Masalah, Tujuan, dan Manfaat Penelitian**

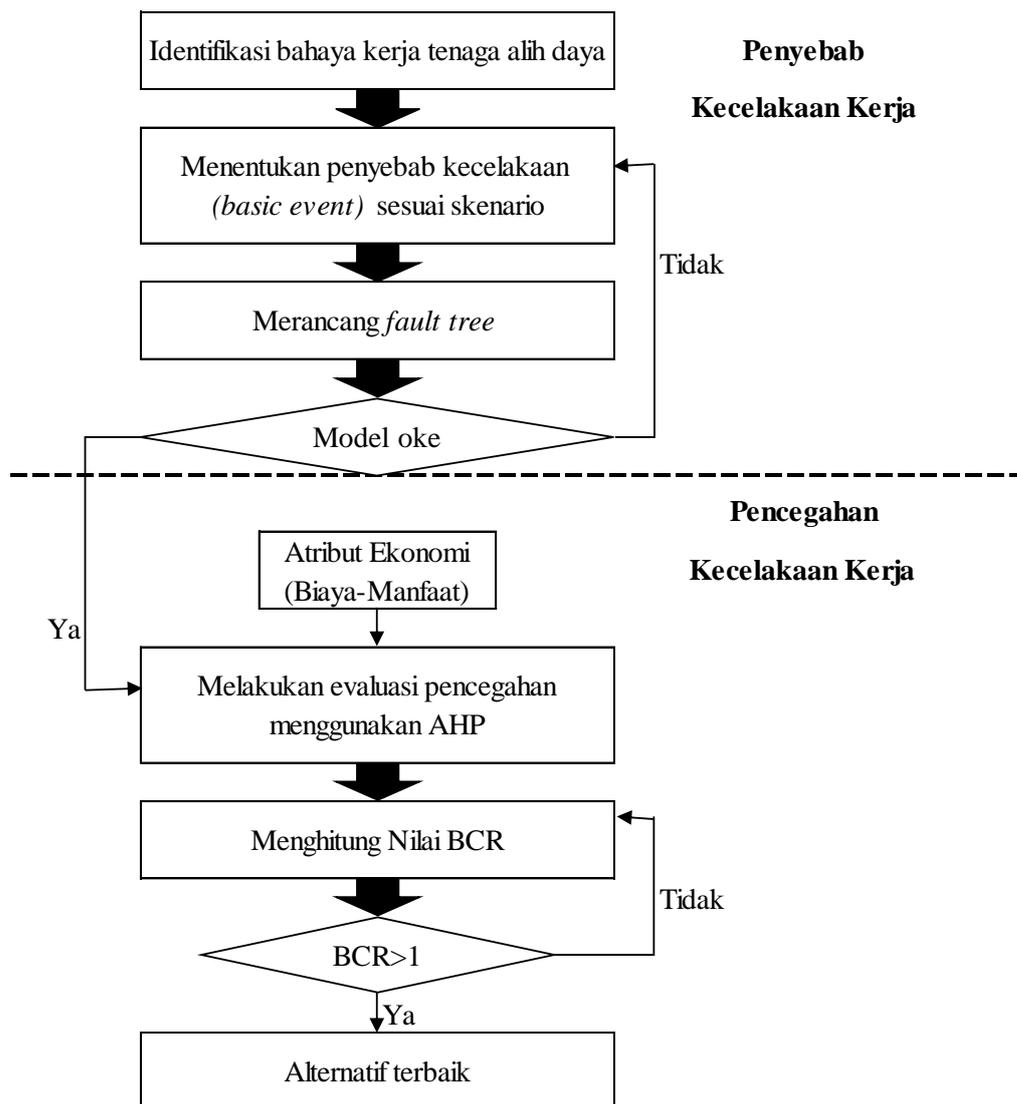
Setelah melakukan studi literatur dan mengetahui arah penelitian yang akan dilakukan, maka selanjutnya dilakukan pengidentifikasian masalah yang akan diteliti, penetapan tujuan dilakukannya penelitian, dan menentukan manfaat apa saja yang akan dihasilkan oleh penelitian ini, seperti yang telah dijelaskan pada BAB 1. Sesuai dengan yang dijelaskan pada BAB 1, maka maksud dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk merancang teknik pencegahan kecelakaan kerja dengan mempertimbangkan penyebab kecelakaan dan analisis biaya-manfaat.

### **3.3 Pengumpulan Data**

Data yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab kecelakaan kerja agar dapat dilakukan pencegahan, berasal dari dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data sekunder didapatkan dari hasil studi literatur, seperti jurnal dan tesis, sedangkan untuk data primer didapatkan dari hasil pengamatan langsung pada objek penelitian, data-data tersebut dapat berupa data kualitatif maupun kuantitatif. Data selanjutnya akan diolah hingga tercapai tujuan dari penelitian ini. Pengolahan data dilakukan melalui tahapan yang ditunjukkan pada Gambar 3.2.

### **3.4 Menyusun Teknik Pencegahan Kecelakaan Kerja**

Setelah data berhasil dikumpulkan, teknik pencegahan dapat mulai dikembangkan. Pengembangan model dilakukan melalui dua tahapan utama, yaitu dimulai dengan menentukan penyebab kecelakaan kerja kemudian dapat dilanjutkan dengan membuat upaya pencegahan kecelakaan kerja, untuk lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Langkah Pencegahan Kecelakaan Kerja

### 3.4.1 Identifikasi penyebab kecelakaan kerja

Pengembangan model dimulai dengan menentukan penyebab terjadinya kecelakaan kerja yang dialami oleh tenaga *outsourcing*. Agar memudahkan dalam menentukan penyebab kecelakaan, maka proses identifikasi dilakukan dengan menggunakan *fault tree analysis (FTA)*. Langkah-langkah pembuatan *framework* kecelakaan kerja akan dijelaskan di bawah ini.

1. Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan bahaya apa saja yang ada dalam setiap aktivitas yang dilakukan oleh tenaga *outsourcing*, sehingga dapat ditentukan *top event*/bahaya keselamatan tenaga *outsourcing*.

2. Selanjutnya menentukan penyebab terjadinya kecelakaan kerja. Proses identifikasi penyebab kecelakaan dilakukan berdasarkan bahaya yang bersumber dari keadaan yang tidak aman/*unsafe condition* dan tindakan tenaga kerja *outsourcing* yang tidak aman/*unsafe action*.
3. Setelah penyebab kecelakaan teridentifikasi (*basic event*), maka *fault tree* dapat dirancang dengan menggunakan simbol-simbol yang telah ditetapkan, seperti yang ada pada Tabel 2.2. Jika model sudah benar maka dapat dilakukan tahap selanjutnya.

#### **3.4.2 Merancang upaya pencegahan kecelakaan kerja**

Langkah selanjutnya adalah penentuan upaya pencegahan kecelakaan kerja, yang dilakukan melalui beberapa tahap di bawah ini.

1. Setelah penyebab kecelakaan berhasil diidentifikasi pada tahap sebelumnya, maka langkah selanjutnya adalah menentukan alternatif pencegahan apa saja yang dapat dijadikan sebagai opsi dalam pengambilan keputusan.
2. Selanjutnya dilakukan evaluasi terhadap penyebab kecelakaan kerja dan alternatif pencegahan yang telah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan AHP. Tujuan pengerjaan AHP adalah untuk mendapatkan teknik pencegahan terbaik, dengan menggunakan penyebab kecelakaan, hasil identifikasi *basic event* pada FTA dan atribut ekonomi (analisis biaya manfaat) dari pencegahan kecelakaan kerja, sebagai kriteria. Kemudian hirarki dibangun berdasarkan tujuan, kriteria, dan alternatif yang sudah ditetapkan, sehingga pengukuran bobot dapat dilakukan dan akan memberikan hasil akhir berupa tingkat kepentingan/ prioritas pada setiap alternatif.
3. Setelah didapatkan bobot pada setiap alternatif, maka langkah selanjutnya adalah menghitung nilai BCR dan NPV untuk setiap alternatif. Alternatif yang memiliki nilai  $BCR > 1$  dan  $NPV > 0$ , maka alternatif tersebut menjadi alternatif pilihan dalam pencegahan kecelakaan kerja, dengan alternatif yang memiliki nilai BCR dan NPV yang paling tinggi dijadikan sebagai teknik pencegahan terbaik.

### **3.5 Analisis dan Interpretasi Data**

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap model FTA yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab kecelakaan dan juga analisis terhadap hasil pengukuran alternatif pencegahan dengan menggunakan AHP dan BCR dan NPV, hingga didapatkan teknik/cara untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja pada tenaga *outsourcing*.

### **3.6 Kesimpulan dan Saran**

Tahap akhir dari penelitian ini berisi hasil analisis dan dimaksudkan untuk menjawab tujuan yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya dan juga memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

## **BAB 4**

### **PENGOLAHAN DATA**

Pada bab ini data yang berhasil dikumpulkan akan diolah untuk mengetahui akar masalah terjadinya kecelakaan kerja, sehingga dapat dibuat perencanaan pencegahan kecelakaan di tempat kerja dengan menggunakan *fault tree analysis*, *analytical hierarchy process*, dan *cost benefit analysis*.

#### **4.1 Aktivitas Pelayanan Teknik**

Petugas pelayanan teknik adalah perorangan atau sekelompok individu yang dibayar oleh pelaksana pekerjaan untuk melaksanakan tugas pelayanan teknik. Kegiatan pelayanan teknik meliputi penanganan gangguan, inspeksi jaringan, pemeliharaan jaringan. Berdasarkan Perjanjian Pemborongan Pekerjaan PT PLN (Persero) (2011) lingkup pekerjaan pelayanan teknik adalah:

(1) Penanganan Gangguan dan Lokalisir Daerah Padam; adalah kegiatan penanganan gangguan dan pelaksanaan lokalisir daerah padam akibat gangguan dan pemeliharaan pada jaringan distribusi sampai tuntas sesuai SOP. Lingkup pekerjaan ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu:

1. Penanganan Gangguan Jaringan Tegangan Menengah (JTM)
  - a. Menerima dan melaksanakan perintah pengusutan gangguan JTM dari PLN,
  - b. Memasukkan data gangguan JTM pada Aplikasi *Call Center*,
  - c. Menyampaikan ke petugas lapangan,
  - d. Melakukan pengamatan *Fault Indicator overhead lines (FIOL)*, *cut out*, dan Indikator pada *Recloser* dalam rangka pengusutan gangguan JTM,
  - e. Melakukan manuver jaringan distribusi/membuka dan menutup *Load Break Switch (LBS)* atau *Recloser* baik manuver karena gangguan dan pemadaman terencana atas perintah PLN,
  - f. Melakukan pengisolasian (lokalisir) gangguan dan menyalakan gardu – gardu yang tidak terganggu,
  - g. Melakukan pengamatan dan pengujian di jaringan tegangan menengah untuk memastikan titik gangguan,

- h. Melakukan pergantian/perbaikan peralatan JTM meliputi *cut out*, *arrester*, *isolator*, *travers*, *Joint Sleeves*, *jumper* dan penyambungan kembali kawat putus dalam proses penanganan gangguan sesuai keperluan dan kewenangan sampai listrik menyala kembali. Apabila di luar kewenangan, atas ijin PLN pekerjaan akan diserahkan ke vendor lain apabila mendapat rekomendasi dari PLN,
  - i. Melaporkan pekerjaan penanganan gangguan selesai dilaksanakan,
  - j. Membuat laporan kegiatan dan pemakaian material,
  - k. Melaksanakan sesuai dengan SOP dan ISO yang ditetapkan oleh PLN.
2. Penanganan Gangguan di Gardu Distribusi (di luar Yandu)
- a. Menerima dan melaksanakan perintah pengusutan gangguan di gardu distribusi,
  - b. Memasukkan data gangguan Gardu Distribusi pada Aplikasi *Call Center*,
  - c. Menyampaikan ke petugas lapangan,
  - d. Melaksanakan pengusutan, pengukuran, dan pengujian peralatan untuk memastikan titik gangguan di gardu (kubikel, trafo, *fuse cut-out*, Rak TR),
  - e. Melakukan penggantian peralatan di gardu distribusi dalam proses penanganan gangguan sesuai keperluan dan kewenangan, misalnya ganti *fuse take*, ganti *fuse TR*, ganti *fuselink*, *cut out* dan *arrester*, apabila di luar kewenangan dilaksanakan atas izin PLN,
  - f. Memasang Gardu *Mobile* sebagai tindakan pertama untuk mengatasi gangguan trafo sesuai dengan perintah PLN,
  - g. Melaporkan pekerjaan penanganan gangguan selesai dilaksanakan,
  - h. Membuat laporan kegiatan dan pemakaian material,
  - i. Melaksanakan sesuai dengan SOP dan Iso yang ditetapkan oleh PLN.
3. Penanganan Gangguan SR-APP (Sambungan Rumah – Alat Penukur dan Pembatas) dan JTR (Jaringan Tegangan Rendah)
- a. Menerima pengaduan pelanggan melalui aplikasi *call center*,
  - b. Memasukkan data gangguan pada aplikasi *call center*,
  - c. Menyampaikan ke petugas lapangan,

- d. Melakukan pengecekan, dan langkah – langkah perbaikan gangguan SR-APP dan TR sesuai kewenangannya dan apabila diluar kewenangan atas izin PLN.
  - e. Melakukan manuver jaringan tegangan rendah atas perintah PLN.
  - f. Melakukan penggantian peralatan/material dalam proses penanganan gangguan maupun proses tindak lanjut gangguan sesuai keperluan dan kewenangan dan apabila diluar kewenangan atas izin PLN,
  - g. Melakukan penyalaan kembali pada pelanggan yang telah menyelesaikan administrasi PPTL (Penertiban Pemakaian Tenaga Listrik),
  - h. Melaporkan pekerjaan penanganan gangguan selesai dilaksanakan,
  - i. Membuat laporan kegiatan dan pemakaian material,
  - j. Melakukan sesuai dengan SOP dan ISO yang ditetapkan oleh PLN.
- (2) Seleksi Jaringan Distribusi; adalah kegiatan yang dilaksanakan secara periodik untuk menginspeksi JTM dan pengukuran kerja jaringan distribusi sesuai SOP, meliputi:
- a. Melakukan inspeksi visual kondisi jaringan TM,
  - b. Melakukan inspeksi ROW (*Rights of Ways*) Jaringan,
  - c. Menggunakan Data Spasial Penyulang dari Data Induk Jaringan (DIJ) PLN sebagai data dasar pelaksanaan kegiatan,
  - d. Melaksanakan pencatatan tentang kondisi tidak normal komponen dan peralatan distribusi yang terpasang di JTM termasuk kondisi tiang dilengkapi dengan dokumentasi digital,
  - e. Melaporkan kondisi tidak normal lingkungan di sekitar zona aman jaringan distribusi dan dilengkapi dengan dokumentasi,
  - f. Membuat/memperbaharui data peta pohon per penyulang dan melaporkan kepada pengawas PLN setiap semester,
  - g. Segera melaksanakan tindak lanjut hasil inspeksi yang bersifat insidental khususnya perabasan pohon dan yang masuk dalam ruang lingkupnya,
  - h. Membuat laporan hasil pekerjaan harian ke Supervisor Distribusi Rayon,
  - i. Melaksanakan sesuai dengan SOP dan ISO yang diterapkan oleh PLN.
- (3) Pemeliharaan Jaringan; adalah kegiatan melaksanakan pemeliharaan preventif jaringan distribusi secara maksimal untuk melayani konsumen.

- a. Melakukan pemangkasan pohon di ROW JTM sesuai Peta Pohon,
  - b. Membuat laporan hasil pekerjaan harian ke Supervisor Distribusi Rayon,
  - c. Melaksanakan sesuai dengan SOP dan ISO yang diterapkan oleh PLN.
- (4) Pencocokan Data; adalah kegiatan untuk melakukan *cross check* dan melaporkan ketidakcocokan data lapangan dengan data induk jaringan. Tugas pelayanan teknik dibatasi pada evaluasi atas kebenaran data hasil pengecekan jaringan distribusi di lapangan. Hasil *cross check* dilaporkan setiap hari ke Supervisor Dsistribusi Rayon.
- (5) Melaksanakan tugas berbasis pada data induk jaringan yang menjadi tanggung jawabnya.

Berikut contoh aktivitas yang dilakukan oleh tenaga *outsourcing* dalam pelaksanaan tugas pelayanan teknik, yaitu:

1. Melakukan pemangkasan pohon yang dekat dengan jaringan SUTM (Saluran Udara Tegangan Menengah). Pemangkasan pohon adalah salah satu bentuk pelaksanaan tugas pemeliharaan jaringan agar tetap bersih dari segala penyebab gangguan minimal tiga meter dari Jaringan Tegangan Menengah (JTM).
2. Memperbaiki pisisi tiang listrik yang miring agar dapat berdiri tegak kembali.
3. Memasang Tekep Isolator jaringan SUTM. Ini adalah salah satu cara untuk menghindari terjadinya gangguan, yg bertujuan untuk melindungi isolator dari konduktor.

Aktivitas yantek lainnya direkap dalam Tabel 4.1. Dari setiap aktivitas yang dilakukan oleh petugas Yantek ini memiliki bahaya yang dapat mengancam nyawa mereka. Bahaya yang dihadapi oleh petugas Yantek sama dengan bahaya yang dihadapi oleh karyawan tetap, karena mereka sama – sama bekerja dalam lingkungan listrik bertegangan tinggi. Bahaya tersebut dapat berupa kejutan, kematian, pingsan, dan terbakar.

Tabel 4.1. Aktivitas Tenaga Pelayanan Teknik

<b>Aktivitas Tenaga Yantek</b>
melakukan pengusutan gangguan
melakukan pemadaman
menyalakan gardu yang tidak terganggu
membuka/menutup <i>load break switch</i> (LBS)
melakukan penggantian/perbaikan peralatan/material
melakukan pengukuran dan pengujian peralatan
memasang gardu <i>mobile</i>
melakukan inspeksi jaringan
perabasan pohon
mengecek kondisi komponen dan peralatan termasuk tiang
menggali untuk tiang listrik
membuat dan memperbaharui data peta pohon

## 4.2 Studi Kasus

Listrik memiliki bahaya yang tidak nampak, tidak berbau, tidak berbentuk, dan tidak bersuara. Kecelakaan dapat terjadi akibat sentuhan langsung maupun tidak langsung. Sentuhan langsung terjadi karena adanya kontak/sentuhan langsung pada bagian aktif perlengkapan atau instalasi listrik. Bagian aktif di sini maksudnya adalah bagian konduktif yang merupakan bagian dari sirkuit listriknya, yang dalam pelayanan normal umumnya bertegangan atau dialiri listrik. Sedangkan sentuhan tidak langsung terjadi karena adanya persentuhan antara manusia dengan bagian konduktif terbuka yang bertegangan jika terjadi gangguan atau adanya persentuhan pada bagian konduktif terbuka perlengkapan atau instalasi listrik yang menjadi bertegangan akibat kegagalan isolasi.

### 4.2.1 Identifikasi Bahaya Kerja

Di setiap aktivitas yang dilakukan oleh tenaga Yantek terdapat berbagai macam bahaya yang dapat mengancam nyawa mereka. Bahaya yang mereka hadapi dapat melebihi bahaya yang dihadapi oleh pegawai tetap, karena aktivitas yang dilakukan oleh tenaga Yantek adalah pekerjaan lapangan yang langsung berhadapan dengan listrik bertegangan tinggi. Berdasarkan hasil pengamatan di

lapangan dan studi literatur yang telah dilakukan, didapatkan bahwa tenaga Yantek memiliki peluang untuk mengalami kecelakaan di bawah ini:

1. kejut listrik (*electrical shock*);

Listrik biasanya mengalir melalui konduktor, tetapi kadang badan manusia dianggap sebagai sirkuit listrik, kejadian ini dapat menyebabkan terjadinya kejut listrik. Saat seseorang mengalami kejutan, listrik mengalir melalui tubuh menuju ke bumi. Kejutan listrik dapat memberikan efek pada tubuh, dari yang hanya memberikan sensasi geli sampai dengan serangan jantung yang dapat menyebabkan kematian. Berdasarkan pada OSHA (2002) tingkat keparahan bergantung pada:

- jumlah listrik yang mengalir pada tubuh,
- jalur aliran listrik yang mengalir dalam tubuh,
- berapa lama tubuh dialiri listrik,
- frekuensi aliran listrik.

Untuk mengetahui hubungan antara jumlah aliran listrik yang diterima dan reaksi tubuh pada saat listrik mengalir dari tangan ke kaki, walaupun hanya dalam satu detik saja, Kouwenhoven (1968) dalam OSHA (2002) mengelompokkan reaksi manusia terhadap listrik yang mengalir dalam tubuh berdasarkan jumlah aliran listrik, yang dapat dilihat pada Tabel 4.2.

2. luka bakar (*electrical burn*);

Luka bakar adalah luka yang paling sering terjadi jika mengalami kontak dengan listrik. Luka bakar ini adalah luka yang sangat serius, sehingga perlu diobati secepat mungkin/pada saat itu juga. Kecelakaan ini terjadi saat listrik mengalir melalui jaringan/tulang dan menghasilkan panas yang dapat merusak jaringan dalam tubuh.

3. terjatuh;

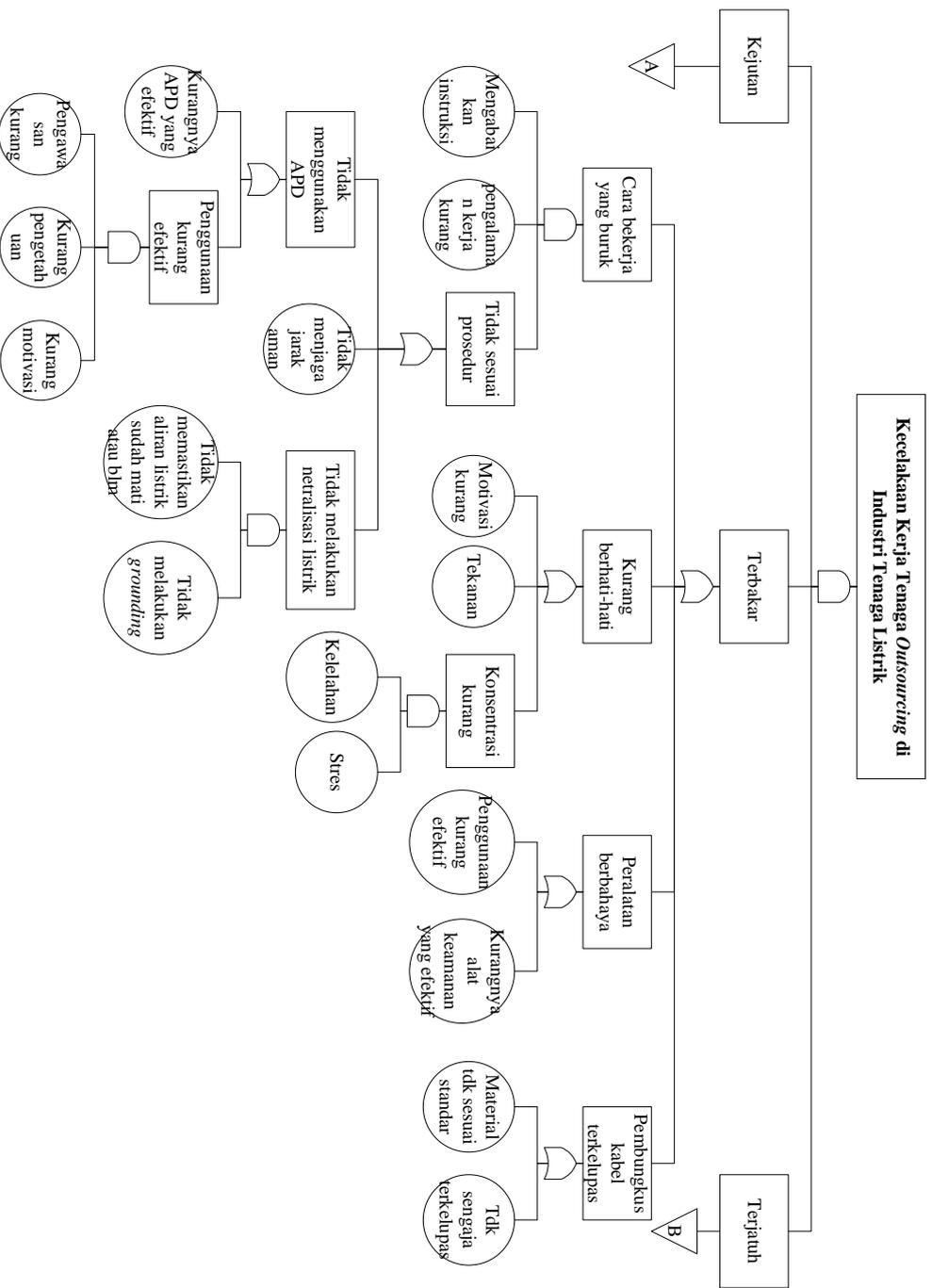
Meskipun kecelakaan ini biasanya terjadi bukan akibat aliran listrik, namun pekerja ketenagalistrikan memiliki peluang untuk mengalami kecelakaan ini karena mereka sering melakukan perbaikan/perawatan listrik di tempat yang tinggi.

Tabel 4.2. Pengaruh Listrik dalam Tubuh Manusia

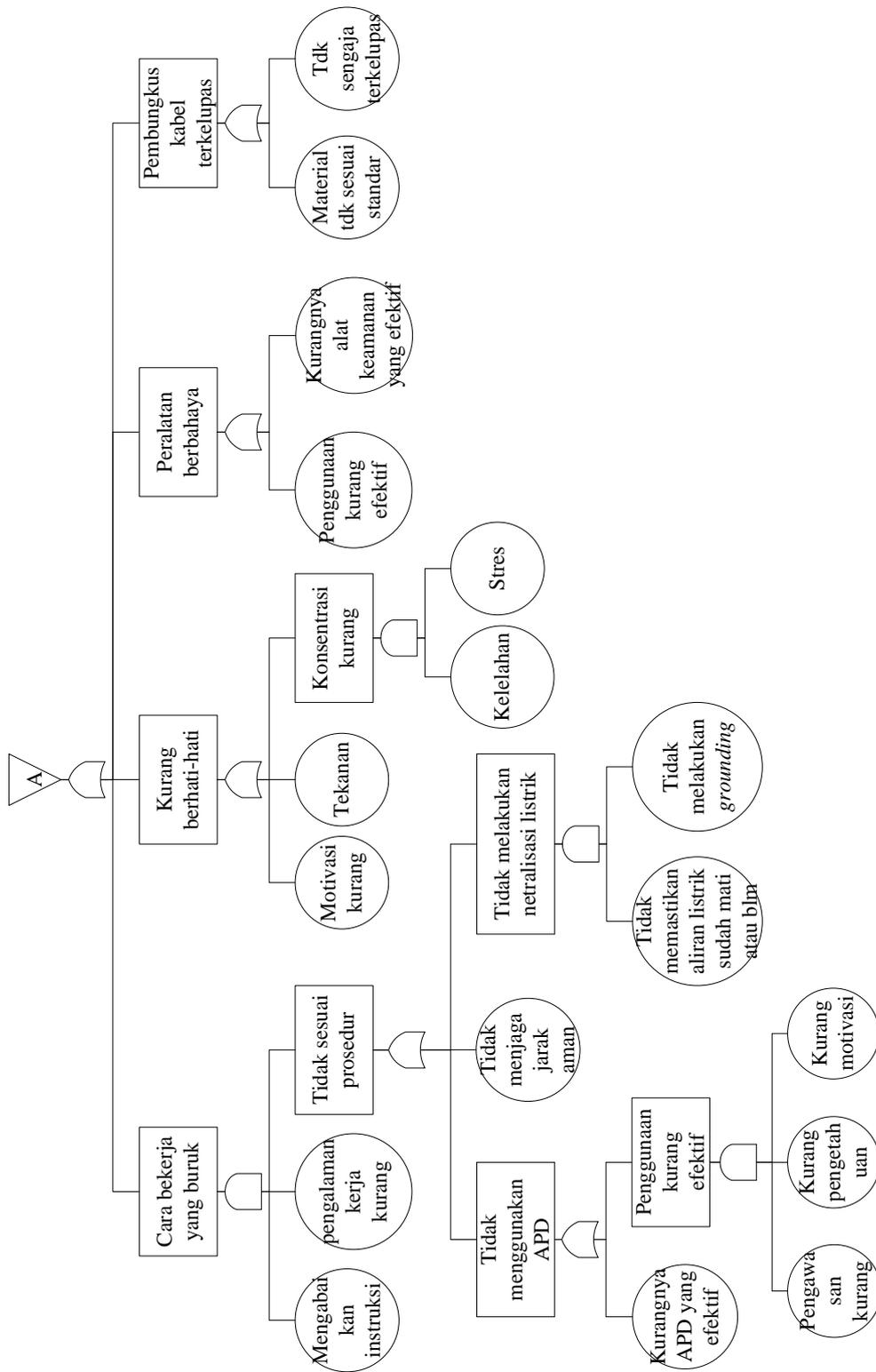
<b>Aliran Listrik</b>	<b>Reaksi</b>
< 1 mA	Secara umum tidak terlihat
1 mA	Seperti digelitik
5 mA	Kejutan terasa; tidak terasa sakit tetapi mengganggu.
6 – 25 mA (wanita)	Kejut yang menyakitkan, kendali otot hilang.
9 – 30 mA (pria)	Tubuh dapat terlempar jika otot terstimulasi.
50 – 150 mA	Sakit luar biasa, tidak dapat bernafas, kontraksi otot yang parah. Kematian dapat terjadi.
1.000 – 4.300 mA	Jantung berhenti berdetak. Konstraksi otot dan kerusakan saraf terjadi; dapat menyebabkan kematian.
10.000 mA	Gagal jantung, luka bakar parah, kemungkinan meninggal dunia.

Sumber: OSHA (2002)

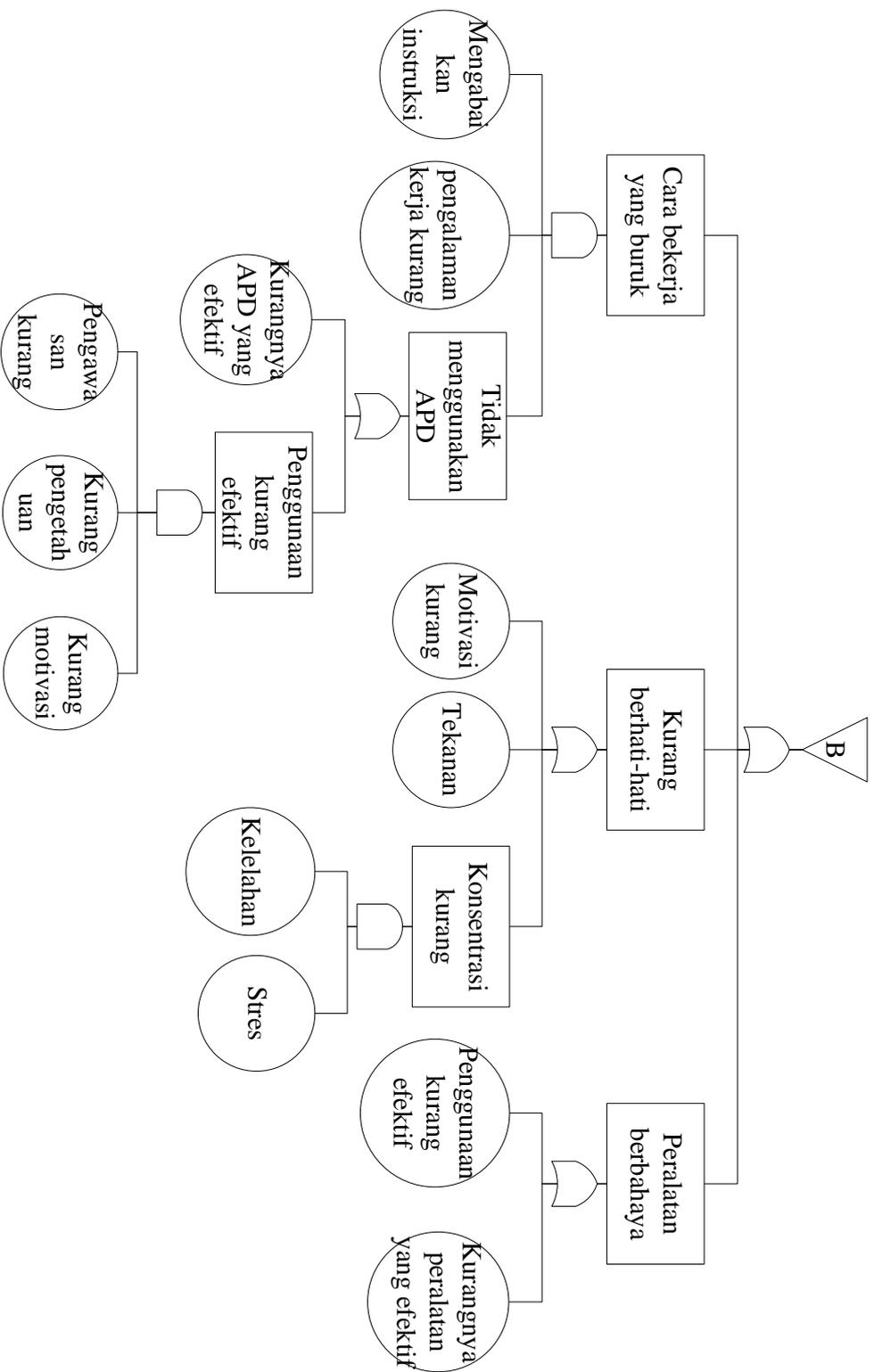
Dari kecelakaan yang dapat terjadi pada tenaga Yantek, selanjutnya dilakukan identifikasi bahaya apa saja yang menjadi penyebab terjadinya kecelakaan tersebut. Hasil identifikasi dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. *Fault Tree* Kecelakaan Kerja di Industri Tenaga Listrik



Gambar 4.1. Fault Tree Kecelakaan Kerja di Industri Ketenagalistrikan (Lanjutan)



Gambar 4.1. *Fault Tree* Kecelakaan Kerja di Industri Ketenagalistrikan (Lanjutan)

Dari proses identifikasi bahaya kerja petugas Yantek yang telah dilakukan dengan menggunakan analisis *fault tree*, didapatkan hasil berupa sumber bahaya yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja, sumber bahaya berdasarkan jenis kecelakaan kerja dapat dilihat pada Tabel 4.3 yang kemudian direkap dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.3. Sumber Bahaya Berdasarkan Jenis Kecelakaan

<b>Kejut Listrik/Tersetrum</b>	<b>Luka Bakar</b>	<b>Terjatuh</b>
tidak memastikan aliran listrik sudah mati atau belum	tidak memastikan aliran listrik sudah mati atau belum	mengabaikan instruksi
kegagalan grounding	kegagalan grounding	pengalaman kerja kurang
material tidak sesuai standar	material tidak sesuai standar	motivasi kerja kurang
kabel tidak sengaja terkelupas	kabel tidak sengaja terkelupas	tekanan pekerjaan
mengabaikan instruksi	mengabaikan instruksi	kelelahan
pengalaman kerja kurang	pengalaman kerja kurang	stres
motivasi kerja kurang	motivasi kerja kurang	penggunaan alat kurang efektif
tekanan pekerjaan	tekanan pekerjaan	kurangnya alat yang efektif
kelelahan	kelelahan	pengawasan kurang
stres	stres	kurang pengetahuan pentingnya APD
penggunaan alat kurang efektif	penggunaan alat kurang efektif	kurang motivasi menggunakan APD
kurangnya alat yang efektif	kurangnya alat yang efektif	APD yang efektif kurang

Tabel 4.3. Sumber Bahaya Berdasarkan Jenis Kecelakaan (Lanjutan)

<b>Kejut Listrik/Tersetrum</b>	<b>Luka Bakar</b>	<b>Terjatuh</b>
tidak menjaga jarak aman	tidak menjaga jarak aman	-
pengawasan kurang	pengawasan kurang	
kurang pengetahuan pentingnya APD	kurang pengetahuan pentingnya APD	
kurang motivasi menggunakan APD	kurang motivasi menggunakan APD	
APD yang efektif kurang	APD yang efektif kurang	

Tabel 4.4. Bahaya Kerja Petugas Yantek

<b>Notasi</b>	<b>Bahaya Kerja</b>
B1	tidak memastikan aliran listrik sudah mati atau belum
B2	kegagalan grounding
B3	material tidak sesuai standar
B4	kabel tidak sengaja terkelupas
B5	mengabaikan instruksi
B6	pengalaman kerja kurang
B7	motivasi kerja kurang
B8	tekanan pekerjaan dan stress
B9	kelelahan
B10	penggunaan alat kurang efektif
B11	tidak menjaga jarak aman
B12	pengawasan kurang
B13	kurang pengetahuan pentingnya APD
B14	kurang motivasi menggunakan APD
B15	kurangnya alat keamanan yang efektif

#### 4.2.2 Penentuan Nilai Ekonomi

Pada saat perencanaan kesehatan dan keselamatan kerja para tenaga kerja, perusahaan dapat mempertimbangkan berapa biaya yang harus dikeluarkan secara bersamaan agar manfaat yang didapatkan sebanding dengan biaya yang akan dikeluarkan. Untuk kasus pada penelitian ini identifikasi biaya – manfaat ditentukan berdasarkan biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan penyedia tenaga kerja untuk memenuhi persyaratan dalam mengikuti tender pemborongan pekerjaan di PT PLN (Persero). Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan, beberapa persyaratan yang harus dipenuhi oleh perusahaan *outsourcing* adalah:

1. Perusahaan *outsourcing* harus menyediakan tenaga kerja yang berkompeten, berpengalaman, berkualitas, cakap, dan terampil;
2. Menyediakan peralatan kegiatan kerja yang akan digunakan saat melakukan aktivitas Yantek, berupa kotak P3K, helm kerja, sarung tangan karet, sabuk pengaman standar, rompi *scotlight*, sepatu pengaman, jas hujan, dan lampu standar;
3. Menyediakan peralatan kerja petugas Yantek, yaitu *tang ampere, megger, wire cutter*, tangga fiber, stick 20 kV, gergaji besi tangan, kamera, lampu senter, *socley lamp, cutter, power pull*, tali tambang 2 cm, teropong, *ground stick* 20 kV;
4. Menyediakan fasilitas pendukung yang akan digunakan oleh petugas Yantek demi kelancaran pelaksanaan tugas Yantek. Fasilitas pendukung tersebut berupa; personal komputer, printer, ATK (Alat Tulis Kantor), meja dan kursi, almari arsip, kendaraan roda dua dan roda empat, seragam dan identitas resmi perusahaan *outsourcing*,
5. Menyediakan material sesuai standar yang ditetapkan oleh PT PLN (Persero);
6. Mengikutkan semua tenaga Yantek ke dalam program Jaminan Sosial Tenaga Kerja/ Jamsostek atau yang sekarang dikenal dengan istilah BPJS (Badan Penyelenggara Jaminan Sosial) Ketenagakerjaan.

Tabel 4.5. Nilai Ekonomi Pencegahan Kecelakaan Kerja

Notasi	Nilai Ekonomi
E1	dipercaya untuk tender yantek selanjutnya
E2	biaya pengobatan dan kompensasi berkurang
E3	biaya diklat dan sertifikasi
E4	biaya pengadaan fasilitas dan peralatan kerja
E5	citra/nama baik perusahaan terjaga
E6	tercapainya target kerja
E7	biaya rekrutasi berkurang
E8	waktu investigasi tidak ada

Berdasarkan persyaratan yang harus dipenuhi ini maka biaya yang perlu dikeluarkan oleh perusahaan *outsourcing* adalah:

1. Agar didapatkan tenaga kerja yang berkualitas, maka perusahaan *outsource* harus secara aktif meningkatkan kompetensi tenaga kerja mereka dengan cara melakukan pelatihan dan pendidikan untuk meningkatkan pengetahuan tenaga kerja mengenai tenaga listrik dan menambah kecakapan tenaga kerja saat melakukan aktivitas Yantek, sehingga segala aktivitas dapat dilakukan secara baik dan benar sesuai dengan SOP yang ada.
2. Untuk menjamin keselamatan tenaga kerja, maka perusahaan wajib menyediakan Alat Perlindungan Diri (APD) yang dapat digunakan oleh petugas Yantek untuk melindungi diri mereka dari bahaya di setiap aktivitas yang mereka lakukan.
3. Demi tercapainya target kerja tenaga Yantek, sesuai dengan *service level agreement (SLA)*, maka perusahaan harus menyediakan peralatan – peralatan kerja dan fasilitas pendukung lainnya yang akan digunakan untuk keperluan aktivitas Yantek.
4. Agar tenaga Yantek memberikan hasil kerja yang baik, maka perusahaan *outsourcing* harus menggunakan material yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, sehingga gangguan listrik dapat berkurang.

Berdasarkan hasil *brainstorming* dengan pihak perusahaan, jika pencegahan kecelakaan ini dilakukan dengan benar maka banyak manfaat yang akan didapatkan oleh perusahaan, seperti:

1. Perusahaan dapat menghemat biaya yang keluar, seperti pengeluaran terhadap biaya pengobatan dan kompensasi akan berkurang karena tingkat kecelakaan yang berkurang akibat dari penerapan pencegahan kecelakaan kerja.
2. Perusahaan juga tidak perlu mengeluarkan uang untuk melakukan rekrutasi tenaga kerja baru. Aktivitas rekrutasi ini disebabkan karena adanya tenaga kerja yang mengalami kecelakaan atau adanya tenaga kerja yang mengundurkan diri karena berbagai alasan, salah satunya dapat disebabkan oleh tidak puas terhadap manajemen perusahaan. Sehingga dengan diterapkannya pencegahan kecelakaan kerja dapat menurunkan *turn-over* tenaga kerja perusahaan, juga dapat meningkatkan motivasi dan kepuasan tenaga kerja dalam bekerja (Bräunig & Kohstall, 2011).
3. Memiliki peluang yang lebih besar untuk terpilih dalam pemborongan pekerjaan untuk kurun waktu selanjutnya, karena citra perusahaan telah dikenal berhasil menjamin keselamatan dan kesehatan pekerjanya dan target kerja yang dicapai sesuai dengan SLA.
4. Kedua belah pihak tidak akan dirugikan dengan adanya investigasi terhadap penyebab kecelakaan saat terjadi kecelakaan kerja, sehingga waktu kerja yang hilang akibat kecelakaan kerja dapat berkurang.

Untuk lebih jelas mengenai biaya manfaat pencegahan kecelakaan kerja tenaga Yantek dapat dilihat pada Tabel 4.5

#### **4.2.3 Penentuan Alternatif**

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, listrik adalah salah satu sumber bahaya yang mematikan, sehingga diperlukan suatu cara untuk mencegah terjadinya kecelakaan akibat sumber bahaya ini. Berdasarkan OSHA (2002) beberapa cara untuk mencegah terjadinya kecelakaan dapat dengan menggunakan penyekatan/isolasi, penjagaan, pembumian/*grounding*, menggunakan peralatan pelindung bahaya listrik, bekerja dengan cara yang aman.

1. Isolator seperti gelas, mika, karet, atau plastik digunakan untuk menutupi bahan metal dan konduktor lainnya, sehingga dapat membantu menghentikan atau mengurangi aliran arus listrik. Agar dapat bekerja secara efektif, isolator harus sesuai dengan tegangan yang digunakan dan keadaan lingkungan sekitar, seperti suhu, embun, minyak, besin, uap yang menyebabkan berkarat, atau zat lain yang dapat menyebabkan isolator gagal bekerja dengan baik.
2. Penjagaan/*guarding* adalah menempatkan peralatan listrik di suatu tempat, untuk memastikan seseorang tidak secara sengaja masuk dan mengalami kontak dengan bagian yang mengalirkan listrik. Efektif penjagaan/*guarding* adalah suatu tempat yang hanya dapat diakses oleh pihak berwenang. Tanda peringatan harus dipasang di depan pintu masuk untuk memberikan peringatan kepada orang-orang mengenai bahaya dari aliran listrik dan untuk melarang orang yang tidak berwenang masuk ke dalam.
3. Pembumihan/*grounding* adalah satu alat atau sistem kelistrikan yang dimaksudkan untuk membuat suatu jalur pertahanan yang terhubung ke bumi. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya penumpukan tegangan yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan. Pencegahan dengan cara ini tidak menjamin seseorang tidak mengalami kejutan listrik/kesetrum yang dapat menyebabkan luka atau bahkan meninggal dunia, namun cara ini dapat secara efektif mengurangi risiko, khususnya jika dikombinasikan dengan teknik pencegahan lainnya.
4. Alat keamanan sirkuit membatasi atau menghentikan aliran arus listrik secara otomatis akibat terjadinya kelebihan beban atau terjadi hubungan pendek listrik. Beberapa contoh alat yang dapat digunakan adalah *fuses* dan *circuit breakers* yang secara otomatis membuka dan memutus sirkuit jika arus listrik terlalu banyak mengalir di dalamnya; *ground-fault circuit interrupters* yang digunakan pada tempat yang basah, lokasi konstruksi, dan tempat lain yang memiliki risiko yang tinggi; dan *arc-fault devices* yang berfungsi untuk mematikan sirkuit disaat gangguan terdeteksi.
5. Kecelakaan kelistrikan dapat dicegah melalui cara kerja yang aman, seperti dengan cara mematikan aliran listrik sebelum melakukan inspeksi atau perbaikan, merawat peralatan kelistrikan dengan baik, harus berhati-hati saat

bekerja di lingkungan bertegangan tinggi, dan menggunakan peralatan keamanan yang sesuai. Seluruh pekerja harus dilatih agar paham dan menjadi akrab dengan prosedur keselamatan untuk setiap pekerjaan yang mereka kerjakan.

6. Alat pelindungan diri (APD) wajib dikenakan oleh pegawai yang bekerja secara langsung menangani listrik. Peralatan dapat ini berupa sarung tangan karet, helm yang dirancang khusus untuk mengurangi risiko bahaya listrik. Penting untuk dapat merawat APD dengan baik, karena perawatan tersebut dapat mencegah penyusutan kualitas APD dan menjadi bahaya jika digunakan.

Pada prinsipnya proteksi bahaya listrik adalah mencegah mengalirnya arus listrik melalui tubuh manusia, membatasi nilai arus listrik di bawah arus kejutan listrik, dan memutuskan suplai secara otomatis pada saat terjadi gangguan. Berdasarkan Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (SNI 04-0225-2000) untuk mencegah terjadinya bahaya akibat sentuhan langsung dapat dilakukan dengan cara:

- mengisolasi bagian aktif dengan isolator; bagian aktif harus seluruhnya tertutup dengan isolasi yang hanya dapat dilepas dengan merusaknya. Isolasi harus sesuai dengan standar yang relevan untuk perlengkapan listrik tersebut. Untuk perlengkapan lainnya, proteksi harus dilengkapi dengan isolasi yang mampu menahan stres yang mungkin mengendainya dalam pelayanan, seperti pengaruh mekanik, kimia, listrik dan termal.
- memberikan penghalang/selungkup; proteksi yang diberikan oleh selungkup terhadap sentuh langsung ke bagian berbahaya adalah proteksi manusia terhadap:
  - a. sentuh dengan bagian aktif tegangan rendah yang berbahaya,
  - b. sentuh dengan bagian mekanik yang berbahaya,
  - c. mendekati bagian aktif tegangan tinggi yang berbahaya di bawah jarak bebas yang memadai di dalam selungkup.

Proteksi dapat diberikan oleh selungkup itu sendiri atau oleh penghalang sebagai bagian dari selungkup atau oleh jarak di dalam selungkup.

- memasang rintangan/barikade; rintangan dimaksudkan untuk mencegah sentuh tidak sengaja dengan bagian aktif, tetapi tidak mencegah sentuh disengaja dengan cara menghindari rintangan secara sengaja. Rintangan harus mencegah:

- mendekatnya badan dengan tidak sengaja ke bagian aktif, atau
- sentuh tidak sengaja dengan bagian aktif selama operasi dari perlengkapan aktif dalam pelayanan normal.

Rintangan dapat dilepas tanpa menggunakan kunci atau perkakas, tetapi harus aman sehingga tercegah lepasnya rintangan secara tidak disengaja.

- memberi jarak aman atau penempatan di luar jangkauan; ini dimaksudkan untuk mencegah sentuh yang tidak sengaja dengan bagian aktif. Bagian berbeda potensial yang dapat terjangkau secara simultan harus berada di luar jangkauan tangan. Dua bagian dianggap dapat terjangkau secara simultan jika berjarak tidak lebih dari 2,50 m terhadap lainnya (lihat Tabel 4.6)

Tabel 4.6. Jarak Aman Minimum

<b>Tegangan U kV</b>	<b>Jarak aman minimum (cm)</b>
1	50
12	60
20	75
36	100

- gawai proteksi arus sisa; dimaksudkan untuk menambah tindakan proteksi lain terhadap kejut listrik dalam pelayanan normal. Penggunaan gawai proteksi arus sisa, dengan arus operasi sisa pengenal tidak lebih dari 30 mA, dikenal sebagai proteksi tambahan dari kejut listrik dalam pelayanan normal, dalam hal kegagalan tindakan proteksi lainnya atau karena kecerobohan pemakai.
- isolasi lantai kerja dan dinding,
- pembumian pengaman,
- hantaran pengaman,
- pembumian netral pengaman (PNP),
- pengamanan terhadap bahaya kebakaran (efek termal),
- pengamanan efek busur listrik.

Dari teknik pencegahan yang telah disebutkan diatas, maka didapatkan bahwa teknik pencegahan kecelakaan kerja di industri tenaga listrik dapat dilakukan seperti cara pada Tabel 4.7. Pemberian penghargaan dan hukuman ini dimaksudkan

agar dapat memotivasi seluruh pekerja agar dapat bekerja secara efektif dan efisien, sehingga dapat tercapai target kerja perusahaan.

Tabel 4.7. Teknik Pencegahan Kecelakaan Kerja

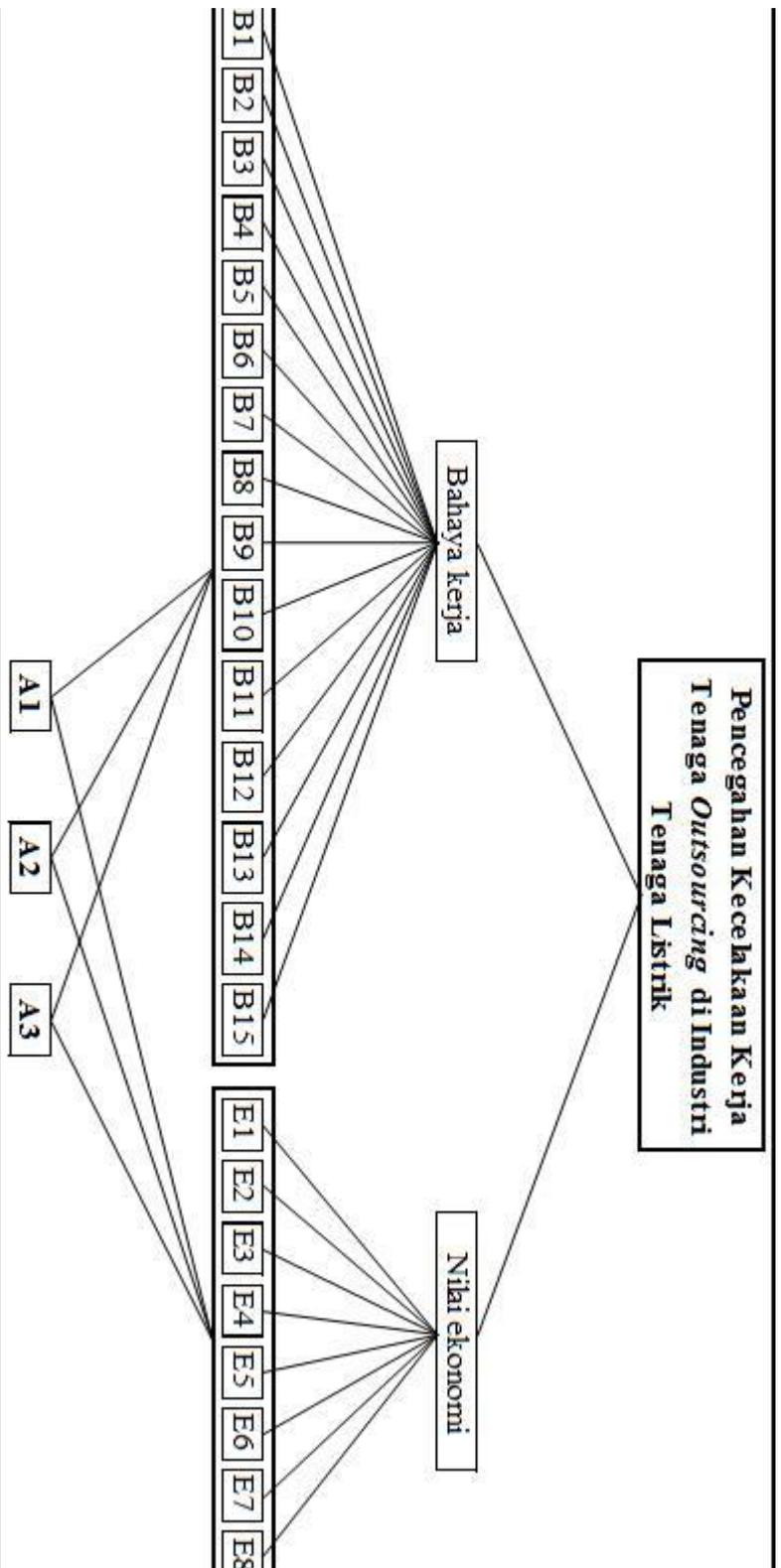
<b>Notasi</b>	<b>Alternatif</b>
A1	memberikan penghargaan dan hukuman
A2	mengadakan pendidikan dan pelatihan kerja dan sertifikasi
A3	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

### **4.3 Pembobotan**

Setelah seluruh kriteria berhasil diidentifikasi, selanjutnya dilakukan perhitungan untuk menentukan bobot dari setiap kriteria dan alternatif. Pada perhitungan ini melibatkan salah satu pegawai PT PLN (Persero) yang telah memiliki sertifikat ahli K3 dan sering mengawasi aktivitas yang dilakukan oleh tenaga yantek.

#### **4.3.1 Pembentukan Hirarki**

Proses ini dimulai dengan membuat hirarki keputusan, dapat dilihat pada Gambar 4.2. Dimana level 0 adalah tujuan dalam pengambilan keputusan teknik pencegahan kecelakaan mana yang harus diprioritaskan terlebih dahulu. Level 1 adalah kriteria dalam pengambilan keputusan, sedangkan level 2 adalah subkriteria dari level 1 yang telah berhasil diidentifikasi pada tahap sebelumnya, dan pada level 3 adalah alternatif pengambilan keputusan.



Gambar 4.2. Hirarki Pencegahan Kecelakaan Kerja

Keterangan: Kriteria bahaya kerja dapat dilihat pada Tabel 4.4 hal. 51  
 Kriteria nilai ekonomi dapat dilihat pada Tabel 4.5 hal. 54  
 Pilihan alternatif dapat dilihat pada Tabel 4.7 hal 59

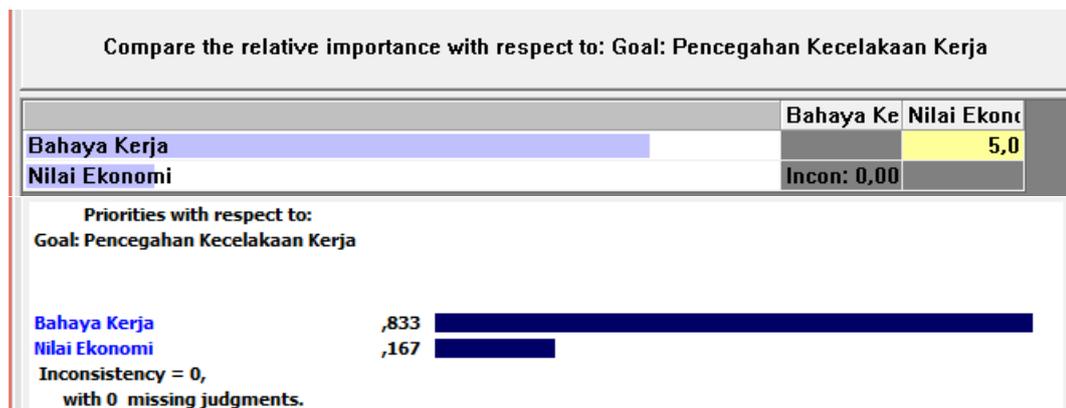
### 4.3.2 Hasil Perhitungan

Perhitungan bobot didapatkan dari pengolahan data kuesioner yang diisi oleh salah satu ahli K3 PT PLN (Persero), dimana kuesioner dibuat berdasarkan kriteria pada AHP yang telah ditentukan sebelumnya. Untuk pertanyaan pertama, *expert* harus membandingkan tingkat kepentingan antar dua kriteria yang berhubungan dengan pencegahan kecelakaan kerja, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.3 di bawah ini. Dimana menurut *expert* bahaya kerja memiliki tingkat kepentingan yang kuat dibandingkan nilai ekonomi.

Kriteria	Tingkat Kepentingan															Kriteria		
Bahaya kerja	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Nilai ekonomi

Gambar 4.3. Perbandingan Kriteria

Dengan menggunakan *software* Expert Choice, maka didapatkan nilai inkonsistensi matriks perbandingan berpasangan pada Gambar 4.3 di atas adalah 0 dan bobot untuk bahaya kerja sebesar 0,833 dan bobot untuk nilai ekonomi sebesar 0,167.



Gambar 4.4. Hasil Perhitungan Kriteria

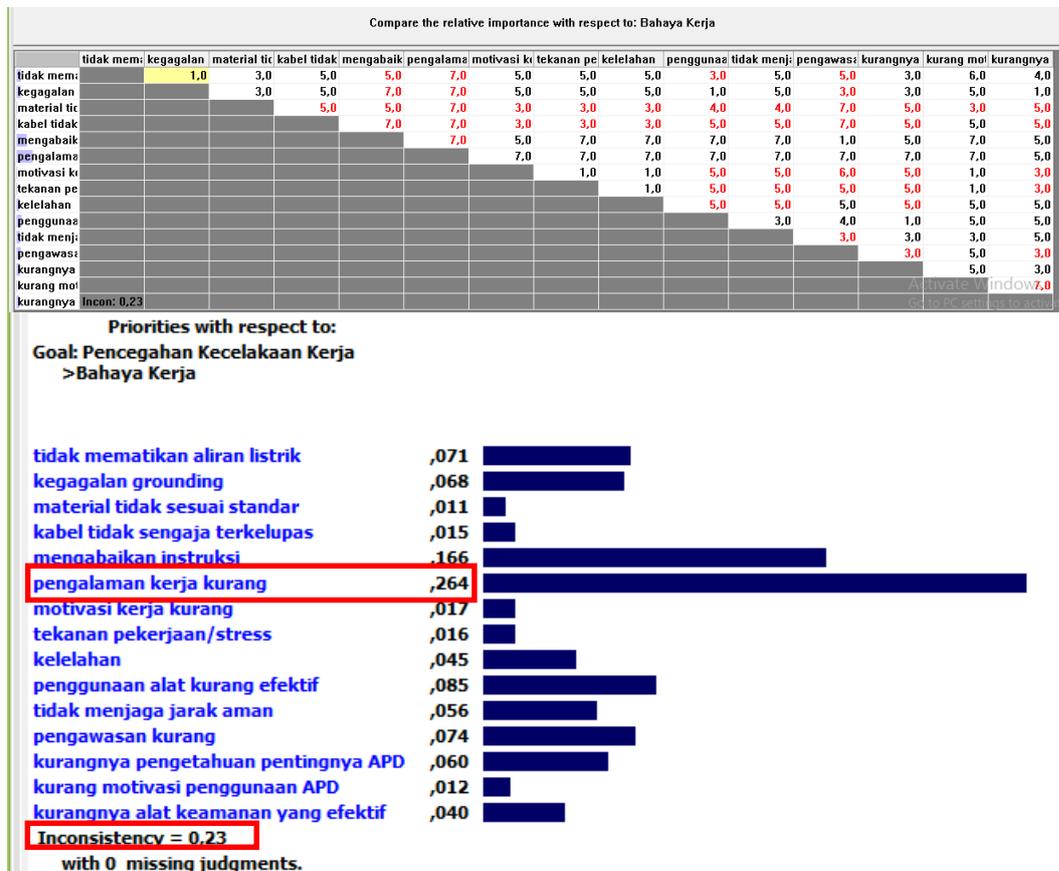
Untuk kriteria bahaya kerja terdapat lima belas subkriteria yang akan di bandingkan, salah satu contoh perbandingan dapat dilihat pada Gambar 4.5. Gambar 4.5 menunjukkan bahwa kurangnya alat keamanan yang dapat digunakan memiliki tingkat kepentingan sangat penting dibandingkan kurangnya motivasi

penggunaan APD, ini berarti kurangnya alat keamanan yang efektif memiliki tingkat bahaya yang tinggi sehingga harus didahulukan untuk dikurangkan/dihilangkan.

Kriteria	Tingkat Kepentingan															Kriteria		
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7		8	9
motivasi menggunakan APD kurang																		alat yang efektif kurang

Gambar 4.5. Contoh Perbandingan Subkriteria Bahaya Kerja

Dari matriks perbandingan berpasangan kriteria bahaya kerja didapatkan nilai inkonsistensi sebesar 0,23, dapat dilihat pada Gambar 4.6 di bawah ini. Nilai inkonsistensi ini memiliki nilai melebihi batas inkonsistensi yang diperbolehkan, yaitu 0,1, ini dapat terjadi karena banyaknya subkriteria yang harus dibandingkan oleh *expert*, sehingga *expert* bisa melupakan pernyataannya sebelumnya.



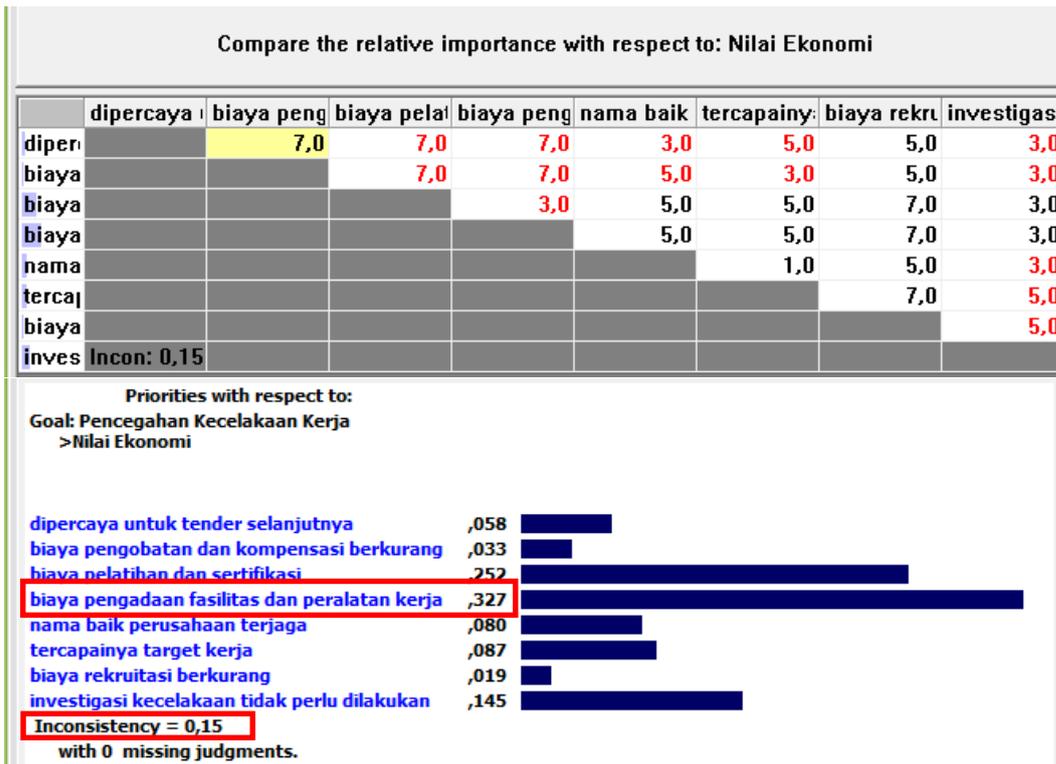
Gambar 4.6. Hasil Perhitungan Subkriteria Bahaya Kerja

Gambar 4.6 juga memperlihatkan bobot untuk setiap subkriteria, dan didapatkan bahwa kurangnya pengalaman kerja harus ditangani terlebih dahulu dibandingkan bahaya kerja lainnya, karena subkriteria ini memiliki bobot tertinggi, yaitu 0,264. Sedangkan untuk kriteria nilai ekonomi terdapat delapan subkriteria. *Expert* juga diminta untuk membandingkan delapan subkriteria pada kriteria nilai ekonomi ini. Salah satu contoh subkriteria yang dibandingkan dapat dilihat pada Gambar 4.7, dimana dipercaya untuk tender selanjutnya memiliki tingkat kepentingan yang kuat jika dibandingkan dengan berkurangnya biaya pengobatan dan kompensasi.

Kriteria	Tingkat Kepentingan																Kriteria	
dipercaya untuk tender yantek selanjutnya	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	biaya pengobatan dan kompensasi berkurang

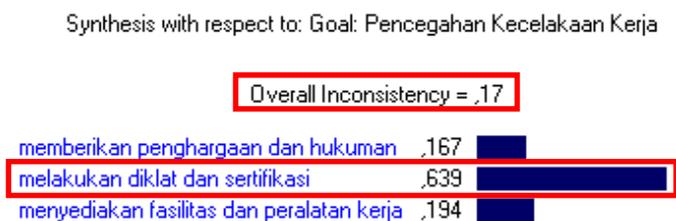
Gambar 4.7. Contoh Perbandingan Subkriteria Nilai Ekonomi

Dengan menggunakan *Expert Choice* didapatkan nilai inkonsistensi untuk kriteria nilai ekonomi adalah 0,15, dapat dilihat pada Gambar 4.8. Nilai konsistensi kriteria ini juga lebih dari 0,1, yang dapat diartikan bahwa jawaban dari *expert* tidaklah konsisten. Ketidakkonsistenan ini tidak berarti hasil yang diberikan tidak optimal, namun sebaliknya ketidakkonsistenan ini dapat memberikan gambaran keadaan sebenarnya di lapangan. Gambar 4.8 juga memperlihatkan bobot untuk seluruh subkriteria pada kriteria nilai ekonomi, dan alokasi biaya pengadaan fasilitas dan peralatan kerja mendapatkan bobot tertinggi, ini menunjukkan bahwa pengadaan fasilitas dan peralatan kerja harus didahulukan dalam proses pencegahan kecelakaan kerja.



Gambar 4.8. Hasil Perhitungan Subkriteria Nilai Ekonomi

Selanjutnya dilakukan perhitungan matriks perbandingan berpasangan antar alternatif untuk setiap subkriteria pada kriteria bahaya kerja dan nilai ekonomi. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan *Expert Choice* akan didapatkan alternatif terbaik yang dapat dilihat pada Gambar 4.9 di bawah ini. Gambar 4.9 menunjukkan bahwa melakukan pendidikan dan pelatihan kerja merupakan alternatif terbaik dalam proses pencegahan kerja, karena memiliki bobot tertinggi sebesar 0,639. Alternatif ini, melakukan pendidikan dan pelatihan kerja, dapat dilakukan pertama kali sebelum melakukan alternatif lainnya, menyediakan fasilitas dan peralatan kerja dan memberikan penghargaan dan hukuman, pada proses pencegahan kecelakaan kerja.



Gambar 4.9. Bobot Alternatif

Gambar 4.9 juga memperlihatkan nilai inkonsistensi secara keseluruhan, yaitu sebesar 0,17, dimana nilai ini melebihi batas nilai inkonsistensi yang diperbolehkan. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, nilai yang tidak konsisten tidak berarti hasil yang diperoleh tidak optimal, akan tetapi hasil ini dapat menunjukkan keadaan yang sebenarnya.

#### **4.4 Pengukuran Kelayakan Ekonomi**

Setelah nilai kepentingan dari alternatif pencegahan kecelakaan kerja didapatkan, selanjutnya dilakukan evaluasi nilai ekonomi terhadap penerapan alternatif pencegahan tersebut. Dimana melaksanakan pendidikan dan pelatihan kerja menjadi alternatif yang paling penting untuk dilakukan terlebih dahulu dibandingkan alternatif lainnya dalam usaha untuk mengurangi risiko kecelakaan di tempat kerja. Dan memberikan *reward and punishment* dapat dilakukan setelah alternatif pencegahan yang lain dilakukan, karena alternatif ini memiliki nilai kepentingan yang paling kecil dibandingkan alternatif yang lain.

Untuk menentukan kelayakan secara ekonomi penerapan alternatif pencegahan kecelakaan, maka dilakukan perbandingan terhadap nilai manfaat yang akan didapatkan terhadap nilai biaya yang harus dikeluarkan untuk menerapkan alternatif – alternatif tersebut. Sebelumnya, dilakukan pengukuran terhadap nilai jika tidak dilakukannya pencegahan kecelakaan kerja di setiap aktivitas yang dilakukan oleh pekerja. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.10, dimana nilai frekuensi terjadinya kecelakaan untuk setiap tingkat keparahan kecelakaan kerja di masing – masing aktivitas yang dilakukan menggunakan frekuensi dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Albert & Hallowell (2013), dan biaya yang harus ditanggung untuk setiap kecelakaan yang terjadi didapatkan dari hasil wawancara dengan pihak perusahaan *outsourcing*. Karena kontrak kerja dilakukan untuk waktu 5 (lima) tahun atau 1.826 hari, maka setelah didapatkan total untuk semua nilai risiko kemudian dinormalisasikan untuk periode 43.824 jam kerja. Untuk biaya mitigasi dapat dilihat pada Tabel 4.8, yang didapatkan dari hasil wawancara, biaya dihitung per satu tenaga kerja selama periode perjanjian kerja, yaitu lima tahun. Setelah semua variabel didapatkan nilainya, selanjutnya dilakukan perhitungan rasio manfaat terhadap biaya untuk setiap penerapan alternatif. Tabel

4.11 memperlihatkan perhitungan *benefit cost ratio*, dimana hasil pembobotan untuk setiap alternatif diasumsikan sebagai tingkat menurunnya risiko jika alternatif tersebut diterapkan. Setelah dilakukan perhitungan didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa pencegahan kecelakaan kerja ini layak dilakukan secara ekonomi karena memiliki nilai  $BCR > 1$  dan  $NPV > 0$ .

Tabel 4.8. Biaya Pencegahan Kecelakaan Kerja

Metode Pencegahan	Bobot	Biaya (Rp)/tahun	Biaya/pekerja	Biaya 5 tahun
Memberikan penghargaan dan hukuman	0,167	86.500.000	1.922.222	9.611.111
Mengadakan pendidikan dan pelatihan kerja	0,639	50.000.000	1.111.111	5.555.556
Menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan	0,194	32.000.000	711.111	3.555.556

Penentuan nilai manfaat yang akan diperoleh dari aktivitas pencegahan kecelakaan kerja dapat dilihat pada Tabel 4.1, dimana nilai tercapainya target kerja dihitung dari sanksi yang akan dikenakan ke perusahaan *outsourcing* jika terjadi sesuatu yang tidak diinginkan seperti yang ada dalam Perjanjian Pemborongan Pekerjaan PT PLN (Persero) (2011) dan sisanya, seperti biaya nama baik perusahaan dan biaya rekrutasi, diperoleh dari estimasi biaya yang diberikan oleh perusahaan.

Tabel 4.9. Nilai Manfaat Pencegahan Kecelakaan Kerja

Sub-kriteria	Nilai Uang (Rp)	Manfaat/pekerja untuk 5 tahun (Rp)
Tercapainya target kerja	7.797.129/bulan	10.396.172
Citra/nama baik perusahaan terjaga	12.000.000/tahun	1.333.333
Biaya rekrutasi berkurang	5.000.000/tahun	555.556
<b>Total</b>		<b>12.285.060</b>

Jika target yang telah ditentukan tidak tercapai maka perusahaan *outsourcing* akan dikenai denda sebesar 5% dari nilai perjanjian bulanan. Begitu juga dengan tenaga kerja, jika komposisi tenaga kerja bersertifikat/berpengalaman kurang dari 90% maka perusahaan akan dikenai denda sebesar 5%. Jika terjadi kecelakaan kerja, maka perusahaan *outsourcing* harus membayar denda sebesar 20% dari nilai perjanjian. Nilai-nilai ini digunakan sebagai manfaat yang akan diperoleh karena jika perusahaan melakukan upaya pencegahan kecelakaan kerja dengan benar, maka upaya pencegahan ini dapat membantu tenaga *outsourcing* mencapai target yang telah ditentukan, perusahaan tidak perlu melakukan rekrutasi karena komposisi tenaga kerja yang dibutuhkan telah sesuai dengan yang diminta, dan nama baik perusahaan pun akan terjamin karena menurunnya/tidak terjadinya kecelakaan kerja, dan perusahaan pun tidak perlu mengeluarkan uang untuk membayar denda.



Tabel 4.11. Evaluasi Ekonomi Pencegahan Kecelakaan Kerja

Metode Pencegahan Kecelakaan Kerja	% Pencapaian	Risk Reduction Rp.	Cumulative risk mitigated Rp.	Prevention Benefit Rp.	Cum. Prevention Benefit Rp.	Mitigation Cost Rp.	Cum. Mitigation Cost Rp.
<i>Base level risk</i>	-	7.795.194	-	12.285.060	-	-	-
Mengadakan pendidikan dan pelatihan kerja	0,639	4.981.129	4.981.129	7.850.154	12.831.283	5.555.556	5.555.556
Menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan	0,194	1.512.268	6.493.397	2.383.302	16.726.852	3.555.556	9.111.111
Memberikan penghargaan dan hukuman	0,167	1.301.797	7.795.194	2.051.605	20.080.254	2.500.000	11.611.111

Dari nilai *base level risk* yang telah didapatkan pada Tabel 4.10, kemudian nilai ini dikalikan dengan % pencapaian, sehingga akan didapatkan nilai risiko yang berkurang, yang dapat dilihat pada Tabel 4.11. Begitu juga dengan nilai manfaat yang akan didapatkan untuk masing-masing alternatif dihitung dengan cara mengalikan manfaat yang akan didapatkan, Tabel 4.9, dan %pencapaian. Kemudian nilai-nilai ini dijumlahkan, sehingga akan didapatkan nilai total manfaat yang akan didapatkan untuk masing-masing alternatif. Selanjutnya manfaat dari masing-masing alternatif dijumlahkan sesuai urutan prioritas alternatif pencegahan, biaya pencegahan juga ditambahkan sesuai urutan prioritas alternatif pencegahan, sehingga akan didapatkan kumulatif nilai manfaat dan biaya.

Tabel 4.12. Nilai BCR dan NPV Pencegahan Kecelakaan

<b>Metode Pencegahan Kecelakaan Kerja</b>	<b><i>Cum. Prevention Benefit</i></b> Rp.	<b><i>Cum. Mitigation Cost</i></b> Rp.	<b><i>Benefit to Cost Ratio</i></b>	<b><i>Net Present Value</i></b> Rp.
Mengadakan pendidikan dan pelatihan kerja	12.831.283	5.555.556	2,310	7.275.727
Menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan	16.726.852	9.111.111	1,836	7.615.741
Memberikan penghargaan dan hukuman	20.080.254	11.611.111	1,729	8.469.143

Tabel 4.12 di atas memperlihatkan nilai BCR dan NPV dari masing-masing alternatif pencegahan dan menunjukkan bahwa alternatif pencegahan ini layak dilakukan karena BCR memiliki nilai lebih dari satu dan NPV memiliki nilai positif. Untuk alternatif mengadakan pendidikan dan pelatihan kerja mendapatkan nilai BCR dengan nilai NPV terkecil, sedangkan memberikan penghargaan dan hukuman memiliki nilai BCR NPV terkecil dengan nilai NPV terbesar.

## BAB 5

### ANALISIS DATA

Pada bab ini akan dilakukan analisis terhadap hasil perhitungan bobot kriteria, sub-kriteria, dan alternatif, analisis sensitivitas pembobotan, dan analisis kelayakan ekonomi penerapan alternatif – alternatif pencegahan kecelakaan kerja.

#### 5.1 Analisis Bobot Kriteria

Berdasarkan perhitungan bobot yang telah dilakukan pada Bab 4 didapatkan prioritas untuk masing-masing kriteria. Pada Tabel 5.1 menunjukkan bobot untuk setiap kriteria, dimana bahaya kerja mendapat bobot lebih besar dibandingkan dengan evaluasi nilai ekonomi. Dengan bobot bahaya kerja sebesar 83,3%, ini memperlihatkan bahwa bahaya kerja memiliki tingkat kepentingan untuk didahulukan dalam proses pencegahan kecelakaan kerja, sehingga risiko kecelakaan dapat dihilangkan atau dikurangi.

Tabel 5.1. Tingkat Kepentingan Kriteria

Kriteria	Bahaya kerja	Nilai ekonomi
<b>Bobot</b>	0,833	0,167

Tabel 5.2. Tingkat Kepentingan Sub-kriteria Bahaya Kerja

Sub-kriteria Bahaya Kerja	Bobot
Pengalaman kerja kurang	0,264
Mengabaikan instruksi	0,166
Penggunaan alat kurang efektif	0,085
Pengawasan kurang	0,074
Tidak mematikan aliran listrik	0,071
Kegagalan <i>grounding</i>	0,068
kurang pengetahuan pentingnya APD	0,060
Tidak menjaga jarak aman	0,056

Tabel 5.2. Tingkat Kepentingan Sub-kriteria Bahaya Kerja (Lanjutan)

<b>Sub-kriteria Bahaya Kerja</b>	<b>Bobot</b>
Kelelahan	0,045
Kurangnya alat keamanan yang efektif	0,040
Motivasi kerja kurang	0,017
Tekanan pekerja/stress	0,016
Kabel tidak sengaja terkelupas	0,015
Kurang motivasi penggunaan APD	0,012
Material tidak sesuai standar	0,011

Pada Tabel 5.2 terlihat bahwa kurangnya pengalaman kerja tenaga yantek mendapatkan bobot tertinggi, sebesar 0,264, ini menunjukkan bahwa kurangnya pengalaman kerja harus segera diatasi agar kecelakaan kerja dapat dihindari, sedangkan material tidak sesuai standar mendapatkan bobot paling kecil sehingga bahaya kerja ini dapat ditangani setelah bahaya-bahaya kerja yang lain telah teratasi. Untuk nilai bobot pada sub-kriteria nilai ekonomi (Tabel 5.3), didapatkan hasil biaya pengadaan fasilitas dan peralatan kerja memiliki nilai bobot tertinggi, sebesar 0.327, yang dapat diartikan sebagai biaya ini diperlukan dalam pencapaian tujuan dilakukannya pencegahan kecelakaan kerja.

Tabel 5.3. Tingkat Kepentingan Sub-kriteria Nilai Ekonomi

<b>Sub-kriteria Evaluasi Nilai</b>	<b>Bobot</b>
Biaya pengadaan fasilitas dan peralatan kerja	0,327
Biaya diklat dan sertifikasi	0,252
Waktu investigasi tidak ada	0,145
Tercapainya taret kerja	0,087
Nama baik perusahaan terjaga	0,080
Dipercaya utnuk tender selanjutnya	0,058
Biaya pengobatan dan kompensasi berkurang	0,033
Biaya rekrutasi berkurang	0,019

## 5.2 Analisis Bobot Alternatif

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan *Expert Choice* didapatkan bobot alternatif pencegahan kecelakaan kerja yang dapat dilihat pada Tabel 5.4. Melakukan pendidikan dan latihan kerja mendapatkan nilai bobot paling tinggi, sehingga dijadikan sebagai alternatif yang paling penting untuk tercapainya tujuan dari dilakukannya pencegahan kecelakaan kerja.

Tabel 5.4. Tingkat Kepentingan Alternatif

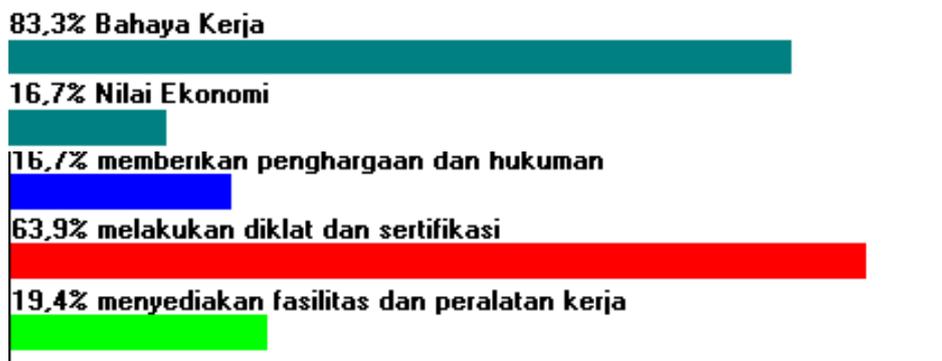
Alternatif	Bobot
melakukan pendidikan dan latihan kerja dan sertifikasi	0,639
menyediakan fasilitas dan peralatan kerja	0,194
memberikan penghargaan dan hukuman	0,167

Dari Tabel 5.4 dapat diartikan bahwa hal pertama kali yang dapat dilakukan oleh perusahaan dalam upaya mencegah terjadinya kecelakaan adalah melakukan pendidikan dan pelatihan kerja kepada tenaga kerja, selanjutnya perusahaan dapat menyediakan fasilitas dan peralatan kerja yang kemudian dilanjutkan dengan memberikan penghargaan dan hukuman. Pendidikan dan pelatihan (diklat) kerja dilakukan untuk mengenalkan pekerjaan yang akan dilakukan oleh tenaga kerja dan cara mengerjakan tugas tersebut secara benar dan aman. Pelaksanaan diklat ini biasanya digunakan untuk pengenalan SOP perusahaan pemberi kerja. Perusahaan selanjutnya dapat menyiapkan peralatan kerja yang dibutuhkan untuk membantu tenaga kerja agar tetap selamat dalam melaksanakan tugas mereka, contohnya adalah sarung tangan karet dan sabuk pengaman. Pemberian penghargaan dan hukuman ini dimaksudkan untuk mengapresiasi/menghargai yang telah dilakukan oleh tenaga kerja.

## 5.3 Analisis Sensitivitas

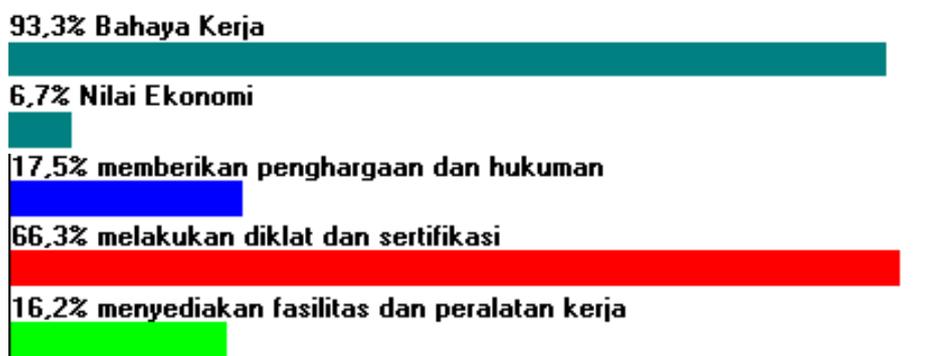
Analisis ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kepekaan solusi yang dihasilkan jika nilai parameter diubah. Tahap ini dilakukan dengan cara menaikkan

dan menurunkan bobot pada bobot masing – masing kriteria sebesar 10%. Untuk keadaan awal sebelum dilakukan uji sensitivitas dapat dilihat pada Gambar 5.1.

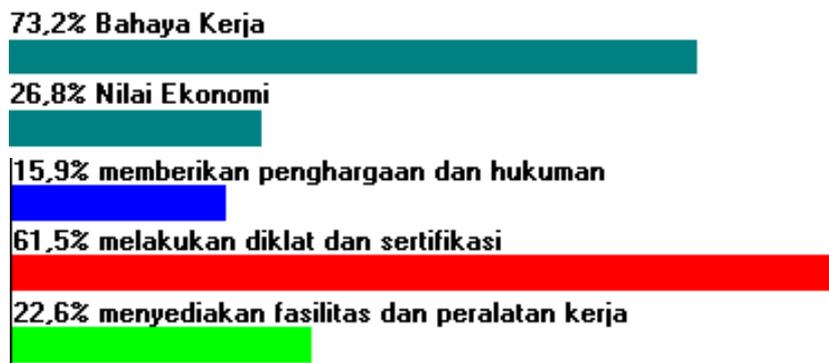


Gambar 5.1. Grafik Sensitivitas Awal

Untuk mengetahui kepekaan alternatif terhadap kriteria, maka bobot pada kriteria bahaya kerja dinaikkan 10% yang menyebabkan bobot pada kriteria evaluasi nilai ekonomi menurun 10%, grafik kenaikan dan penurunan dapat dilihat Gambar 5.2. Pada Gambar 5.2 memperlihatkan bahwa terjadinya perubahan besarnya bobot pada alternatif, seperti pada alternatif memberikan penghargaan dan hukuman bobot bertambah yang awalnya sebesar 16,7% menjadi 17,5%, untuk alternatif melakukan pendidikan dan pelatihan terjadi penambahan bobot sebesar 2,4%, sedangkan untuk alternatif pengadaan fasilitas dan peralatan kerja yang aman mengalami penurunan sebesar 3,2%.

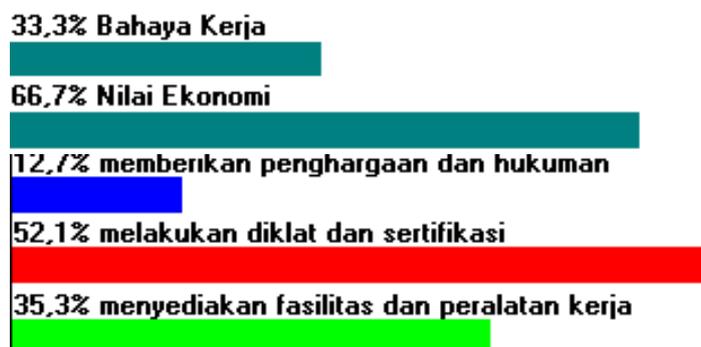


Gambar 5.2. Bobot Bahaya Kerja +10%



Gambar 5.3. Bobot Bahaya Kerja -10%

Uji sensitivitas selanjutnya dilakukan dengan menurunkan bobot bahaya kerja sebesar 10%, sehingga akan menaikkan bobot evaluasi nilai ekonomi sebesar 10%. Pada Gambar 5.3 memperlihatkan pengaruh dari perubahan bobot kriteria terhadap bobot alternatif, dimana pada alternatif memberikan penghargaan dan hukuman terjadi penurunan bobot sebesar 0,8%, dari bobot awal sebesar 16,7% menjadi 15,9%; alternatif melakukan pendidikan dan pelatihan kerja juga mengalami penurunan sebesar 2,4%; sedangkan alternatif pengadaan fasilitas dan peralatan kerja terjadi peningkatan sebesar 3,4%, yang awalnya hanya sebesar 19,4% menjadi 22,6%.



Gambar 5.4. Bobot Bahaya Kerja -50%

Pengujian selanjutnya dilakukan dengan mengurangi bobot bahaya kerja sebesar 50%, yang akan menaikkan bobot nilai ekonomi sebesar 50%. Pengaruh penurunan bobot bahaya kerja dapat dilihat pada Gambar 5.4, gambar ini menunjukkan bahwa jika bobot pada kriteria bahaya kerja terus mengalami

penurunan maka bobot untuk alternatif memberikan penghargaan dan hukuman terhadap kinerja karyawan dan pelaksanaan pendidikan dan pelatihan kerja untuk meningkatkan kinerja karyawan juga akan menurun, dan ini berbanding terbalik terhadap pengaruh untuk bobot alternatif pengadaan fasilitas dan peralatan kerja yang aman bagi karyawan, dimana bobot pada alternatif ini mengalami kenaikan di setiap penurunan bobot kriteria bahaya kerja/kenaikan bobot nilai ekonomi. Terlihat pada Gambar 5.4, alternatif pengadaan fasilitas dan peralatan kerja yang aman mengalami kenaikan yang signifikan sebesar 15,9%, sedangkan untuk alternatif memberikan penghargaan dan hukuman dan melakukan pendidikan dan pelatihan kerja bagi karyawan mengalami penurunan masing – masing sebesar 4% dan 11,8%.

#### 5.4 Analisis Kelayakan Ekonomi

Proses ini yang dilakukan dengan mengukur nilai ekonomi dari implementasi alternatif-alternatif pencegahan kecelakaan yang telah ditetapkan sebelumnya. Dari perhitungan yang telah dilakukan didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa alternatif-alternatif tersebut layak diterapkan secara ekonomi, karena BCR memiliki nilai lebih dari 1 dan NPV bernilai positif, dimana ini menunjukkan bahwa manfaat yang didapatkan akan melebihi biaya yang dikeluarkan, hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5. Nilai BCR dan NPV Jika Semua Pencegahan Dilakukan

<b>Metode Pencegahan Kecelakaan Kerja</b>	<b><i>Benefit to Cost Ratio</i></b>	<b><i>Net Present Value</i></b> Rp.
Mengadakan pendidikan dan pelatihan kerja	2,310	7.275.727
Menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan	1,836	7.615.741
Memberikan penghargaan dan hukuman	1,729	8.469.143

Skenario pada perhitungan nilai ekonomi ini dimulai dengan menghitung *base level risk* atau biaya yang harus dikeluarkan jika perusahaan tidak membuat suatu program untuk melindungi karyawan dari bahaya yang ada di tempat kerja. Nilai dari *base level risk* ini kemudian dikalikan dengan kemungkinan menurunnya risiko jika diterapkannya alternatif pencegahan kecelakaan. Setelah didapatkan penghematan biaya dari pengurangan terjadinya risiko dan biaya mitigasi diketahui, selanjutnya penghematan biaya dan biaya mitigasi ditambahkan dengan penghematan biaya dan biaya mitigasi untuk alternatif lainnya, ini dimaksudkan untuk mengetahui nilai ekonomi jika alternatif-alternatif dilakukan secara bersamaan. Pengukuran kelayakan alternatif dilanjutkan dengan membandingkan kumulatif dari penghematan biaya risiko dan kumulatif biaya mitigasi. Sehingga didapatkanlah hasil yang ada pada Tabel 5.5.

Selanjutnya skenario awal ini dibandingkan dengan hasil skenario jika perusahaan hanya menerapkan salah satu alternatif, yang dapat dilihat pada Tabel 5.6. Perhitungan skenario ini sama dengan perhitungan pada skenario, perbedaannya hanya terdapat pada nilai manfaat yang didapatkan dan biaya yang harus dikeluarkan, pada skenario ini tidak dilakukan penjumlahan manfaat dan biaya antar alternatif. Dari perhitungan didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa alternatif-alternatif ini layak dilakukan, karena semua alternatif memiliki nilai  $BCR > 1$  dan NPV bernilai positif.

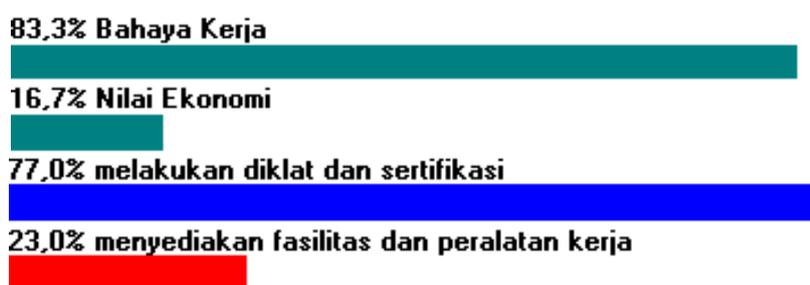
Jika hasil pada Tabel 5.5 dan Tabel 5.6 dibandingkan, maka Tabel 5.5 memberikan hasil yang lebih menguntungkan. Dimana dengan melakukan seluruh alternatif secara berurutan maka akan didapatkan keuntungan yang lebih besar dibandingkan dengan hanya melakukan salah satu alternatif pencegahan saja. Risiko kecelakaan yang berhasil dihilangkan juga akan semakin besar, karena risiko bahaya kerja yang tidak dapat dihilangkan oleh salah satu alternatif pencegahan dapat dihilangkan dengan menerapkan alternatif pencegahan lainnya, sehingga minimasi risiko dapat terjadi untuk seluruh risiko/bahaya kerja di setiap aktivitas yang dilakukan oleh tenaga *outsourcing*.

Tabel 5.6. Nilai BCR dan NPV Jika Hanya Satu Pencegahan Dilakukan

<b>Metode Pencegahan Kecelakaan Kerja</b>	<b>% Pencapaian</b>	<b>Risk Reduction</b> Rp.	<b>Prevention Benefit</b> Rp.	<b>Cum. Prevention Benefit</b> Rp.	<b>Mitigation Cost</b> Rp.	<b>Benefit to Cost Ratio</b>	<b>Net Present Value</b> Rp.
<i>Base level risk</i>	-	7.795.194	12.285.060	-	-	-	-
Mengadakan pendidikan dan pelatihan kerja	0,639	4.981.129	7.850.154	12.831.283	5.555.556	2,310	7.275.727
Menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan	0,194	1.512.268	2.383.302	3.895.569	3.555.556	1,096	340.014
Memberikan penghargaan dan hukuman	0,167	1.301.797	2.051.605	3.353.402	2.500.000	1,341	853.402

## 5.5 Perbandingan Keadaan Saat Ini

Hasil perhitungan penelitian ini berbeda dengan yang dilakukan oleh perusahaan *outsourcing*. Dimana setelah memenangkan tender Pemborongan Pekerjaan hal pertama kali yang dilakukan oleh perusahaan *outsourcing* adalah menyiapkan peralatan dan fasilitas yang diperlukan untuk mendukung jalannya pekerjaan, kemudian dilanjutkan dengan mempersiapkan tenaga kerja dengan melakukan pendidikan dan pelatihan kerja untuk mempersiapkan tenaga kerja yang akan ditugaskan pada PT PLN (Persero). Sedangkan pemberian penghargaan dan hukuman belum diterapkan langsung dari perusahaan *outsourcer*. Sehingga jika metode pencegahan perusahaan diterapkan pada perhitungan, dimana pertama kali yang dilakukan adalah pengadaan fasilitas dan peralatan kerja, setelah itu dilanjutkan dengan mengadakan pendidikan dan pelatihan kerja, dan dengan meniadakan pemberian penghargaan dan hukuman, maka akan merubah nilai prioritas alternatif. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.5, dengan menghilangkan pemberian penghargaan dan hukuman menaikkan bobot alternatif lainnya alternatif.



Gambar 5.5. Bobot Alternatif

Untuk menyesuaikan dengan pengambilan keputusan yang ada saat ini, maka bobot alternatif pengadaan fasilitas dan peralatan keamanan dinaikkan hingga melebihi bobot alternatif pengadaan pendidikan dan pelatihan kerja, sehingga bobot pada kriteria pun akan berubah. Pada Gambar 5.6 menunjukkan bahwa dengan menaikkan bobot pengadaan fasilitas dan peralatan kerja, hingga memberikan selisih 2% dari alternatif melakukan pendidikan dan pelatihan kerja, maka akan merubah prioritas pada kriteria secara signifikan, dimana bobot pada nilai ekonomi

bertambah sebesar 80%, sehingga bobot untuk kriteria bahaya kerja pun akan menurun menjadi 3,3%.



Gambar 5.6. Perubahan Bobot Alternatif

Dan jika selisih kedua alternatif ini diperbesar, maka bobot untuk bahaya kerja akan sama dengan 0 (nol), dimana nilai untuk prioritas pengadaan fasilitas dan peralatan kerja dan melakukan pendidikan dan pelatihan kerja akan sama dengan 52,2% dan 47,8%. Ini dapat diartikan sebagai, kurang perhatiannya perusahaan terhadap bahaya yang akan dihadapi oleh pekerjanya di lingkungan kerja mereka. Sehingga, dari grafik pada Gambar 5.6 dapat disimpulkan bahwa perusahaan lebih mendahulukan manfaat/keuntungan yang akan didapatkan dibandingkan mengurangi risiko kerja yang ada di tempat kerja dalam usaha menjamin keselamatan karyawan mereka yang ditugaskan pada perusahaan pemberi kerja.

Jika dilakukan perhitungan kelayakan ekonomi terhadap alternatif pencegahan yang ada saat ini, maka hasil perhitungan pada Tabel 5.7 didapatkan nilai BCR yang lebih besar dibandingkan dengan usulan, namun nilai NPV lebih kecil jika dibandingkan dengan usulan. Sedangkan untuk pengurangan risiko terdapat risiko yang tidak berhasil dihilangkan/diminimalkan, karena alternatif pencegahan yang dapat digunakan untuk meminimalkan risiko tersebut tidak diterapkan oleh perusahaan, sehingga tidak semua risiko berhasil dihilangkan/diminimalkan.

Tabel 5.7. Nilai BCR Eksisting

Metode Pencegahan Kecelakaan Kerja	<i>Cum. Prevention Benefit</i> Rp.	<i>Cum. Mitigation Cost</i> Rp.	<i>Benefit to Cost Ratio</i>	<i>Net Present Value</i> Rp.
Mengadakan pendidikan dan pelatihan kerja	12.831.283	5.555.556	2,310	7.275.727
Menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan	16.726.852	9.111.111	1,836	7.615.741

Dari penjelasan yang telah dijabarkan dapat disimpulkan bahwa dengan melakukan proses mitigasi banyak manfaat yang akan dirasakan oleh perusahaan, seperti berkurangnya tingkat kecelakaan kerja, meningkatnya kinerja karyawan, nama baik perusahaan pun akan terjaga. Dari penjelasan tersebut maka diharapkan perusahaan dapat memberikan penghargaan dan hukuman kepada karyawan yang berprestasi dan melanggar peraturan, dengan adanya sistem ini dapat memacu karyawan untuk bekerja lebih baik lagi karena karyawan akan merasa dihargai disetiap aktifitas yang mereka lakukan.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisi kesimpulan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan di awal, dan berisi saran-saran untuk perusahaan dan untuk penelitian selanjutnya.

#### **6.1 Kesimpulan**

Dari penelitian yang telah dilakukan terhadap tenaga *outsourcing* mengenai pencegahan kecelakaan kerja di industri tenaga listrik ini, didapatkan beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Berdasarkan hasil perhitungan terhadap sumber bahaya kerja didapatkan urutan bahaya yang harus diatasi terlebih dahulu. Tiga diantaranya adalah kurangnya pengalaman kerja, sumber bahaya ini mendapatkan prioritas tertinggi, yaitu sebesar 26,4%, sehingga harus secepatnya diatasi. Dua bahaya lainnya yang harus segera diatasi adalah mengabaikan instruksi, sebesar 16,6%, dan penggunaan alat kurang efektif, sebesar 8,5%.
2. Untuk hasil perhitungan pada nilai ekonomi tiga kriteria yang paling berpengaruh dalam aktivitas pencegahan kecelakaan kerja adalah biaya pengadaan fasilitas dan peralatan kerja, yang mendapatkan bobot tertinggi sebesar 32,7%, biaya pendidikan dan pelatihan kerja menempati urutan kedua sebesar 25,2%, dan pada urutan ketiga adalah tidak perlu dilakukannya investigasi kecelakaan sebesar 14,5%.
3. Evaluasi yang dilakukan pada tiga alternatif pencegahan memberikan hasil bahwa melakukan pendidikan dan pelatihan kerja merupakan alternatif terbaik dalam pencegahan kecelakaan karena alternatif ini mendapatkan bobot terbesar yaitu 63,9%, sedangkan untuk pengadaan fasilitas dan peralatan kerja dan pemberian penghargaan dan hukuman masing-masing mendapatkan bobot sebesar 19,4% dan 16,7%. Evaluasi ekonomi juga dilakukan terhadap tiga alternatif ini, dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa teknik pencegahan kecelakaan kerja layak diaplikasikan karena nilai  $BCR > 1$  (1,729) dan NPV bernilai positif (Rp8.469.143).

## **6.2 Saran**

Saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah menghilangkan/mengurangi risiko pada aktivitas lainnya dengan menggunakan teknik pencegahan kecelakaan yang lebih terperinci. Manfaat sosial yang didapatkan melalui teknik pencegahan kecelakaan kerja juga perlu diteliti lebih jauh dalam merancang teknik keselamatan kerja.

## DAFTAR PUSTAKA

- Albert, A. & Hallowell, M. R., 2013. Safety Risk Management for Electrical Transmission and Distribution Line Construction. *Safety Science*, Volume 51, pp. 118-126.
- Aminbakhsh, S., Gunduz, M. & Sonmez, R., 2013. Safety risk assessment using analytic hierarchy process (AHP) during planning and budgeting of construction projects. *Safety Research*, Volume 46, pp. 99-105.
- Arslan, O. & Er, I. D., 2008. SWOT analysis for safer carriage of bulk liquid chemicals in tankers. *Journal of Hazardous Materials*, Issue 154, pp. 901-913.
- Australian Standards/New Zealand Standards 4360. 2004. Risk Management Guidelines.
- Badri , A., Nadeau, S. & Gbodossou, A., 2012. Proposal of a Risk-Factor-Based Analytical Approach for Integrating Occupational Health and Safety into Project Risk Evaluation. *Accident Analysis Prevention*, Volume 48, pp. 223-234.
- Bas, E., 2013. An integrated quality function deployment and capital budgeting methodology for occupational safety and health as a systems thinking approach: The case of the construction industry. *Accident Analysis and Prevention*.
- Bhushan , N. & Rai, K., 2004. Strategic Decision Making Applying the Analytical Hierarchy Process. Volume IX, p. 172.
- Cawley, J. C. & Homce, G. T., 2003. Occupational Electrical Injuries in the United States, 1992–1998, and Recommendations for Safety Research. *Safety Research*, Volume 34, pp. 241-248.
- Chi, C. F. & Wu, M. L., 1997. Fatal Occupational Injuries in Taiwan, Relationship between Fatality Rate and Age. *Safety Science*, Volume 27, pp. 1-17.
- Chi, C. F., Yang, C. C. & Chen, Z. L., 2009. In-depth Accident Analysis of Electrical Fatalities in Construction Industry. *Industrial Ergonomics*, Volume 39, pp. 635-644.

- Curcuro, G., Galante, G. M. & La Fata, C. M., 2012. Epistemic Uncertainty in Fault Tree Analysis Approached by the Evidence Theory. *Loss Prevention in the Process Industries*, Volume 25, pp. 667-676.
- Dawotola, A. W., Vrijling, J. & Van Gelder, P., 2009. *Risk Assessment of Potroleum Pipelines using a Combined Analytical Hierarchy Process - Fault Tree Analysis (AHP-FTA)*. Delft, s.n.
- De Felice, F. & Petrillo, A., 2010. A Multiple Choice Decision Analysis: An Integrated QFD-AHP Model for the Assessment of Customer Needs. *Engineering, Science, and Technology*, 2(9), pp. 25-38.
- Downey, J. M., 1995. Risk of Outsourcing - Applying Risk Management Techniques to Staffing Methods. *Facilities*, Volume 13, pp. 38-44.
- Fang, D., Shen, Q. & Liu, G., 2003. A comprehensive framework for assessing and selecting appropriate scaffolding based on analytical hierarchy process. *Safety Research*, Volume 34, pp. 589-596.
- Fordyc, *et al.*, 2007. Thermal Burn and Electrical Injuries among Electric Utility Workers, 1995-2004. *Burns*, Volume 33, pp. 209-220.
- Gharahasanlou, A. N., Mokhtarei, A. & Khodayarei, A., 2014. Fault tree analysis of failure cause of crushing plant and mixing bed hall at Khoy cement factory in Iran. *Case Studies in Engineering Failure Analysis*, Volume 2, pp. 33-38.
- Gierczak, M., 2014. The quantitative risk assessment of MINI, MIDI, and MAZI Horizontal Directional Drilling Projects applying Fuzzy Fault Tree Analysis. *Tunneling and Underground Space Technology*, Issue 43, pp. 67-77.
- Guimaraes, L. M., Riberio, J. & Renner, J., 2012. Cost-benefit analysis of a socio-technical intervention in a Brazilian footwear company. *Applied Ergonomics*, Volume 43, pp. 948-957.
- Hendrick, H. W., 2003. Determining the cost-benefit of ergonomics projects and factors that lead to their success. *Applied Ergonomics*, Volume 34, pp. 419-427.
- Hinze, J., Pedersen, C. & Ferdley, J., 1998. Identifying Root Causes of Construction Injuries. *Construction and Management*, Volume 124, pp. 6-71.

- Johnstone, R., Mayhew, C. & Quinlan, M., 2001. Outsourcing Risk? The Regulation of Occupational Health and Safety where Subcontractors are Employed. *Comp. Labor Law & Pol'y Journal*, Volume 22, p. 351.
- Koustellis, J., Halevidis, C., Polykrati, A. & Bourkas, P., 2013. Analysis of a fatal electrical injury due to improper switch operation. *Safety Science*, Volume 53, pp. 226-232.
- Mayhew, C., Quinian, M. & Ferris, R., 1997. The Effect of Subcontracting/Outsourcing on Occupational Safety and Health. *Safety Science*, Volume 25, pp. 163-178.
- Mohamadian, M., Noori, S. & Hossein, S. M. S., 2011. An integrated framework for cost-benefit analysis in road safety projects using AHP method. *Management Science Letters*, Volume 1, pp. 551-558.
- Nenonen, S., 2011. Fatal workplace accidents in outsourced operations in the manufacturing industry. *Safety Science*, Volume 49, p. 1394–1403.
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor 19, 2012. Syarat-Syarat Penyerahan Sebagian Pelaksanaan Pekerjaan kepada Perusahaan Lain.
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 05, 1996. Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja.
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA), 2002. Controlling Electrical Hazards.
- PT PLN (Persero), 2011. Laporan Tahunan.
- PT PLN (Persero), 2012. Laporan Tahunan.
- PT PLN (Persero), 2013. Laporan Tahunan.
- PT PLN (Persero), 2011. Perjanjian Pemborongan Pekerjaan Pelayanan Teknik.
- PT PLN (Persero) Distribusi Bali. 2013. Laporan Hasil Pra Asesmen.
- Purba, J. H., 2014. A Fuzzy-based Reliability Approach to Evaluate Basic Event of Fault Tree Analysis for Nuclear Power Plant Probabilistic Safety Assessment. *Nuclear Energy*, Volume 70, pp. 21-29.
- Saaty, T. L., 1990. How to make a decision: The Analytical Hierarchy Process. *Operational Research*, Volume 48, pp. 9-26.

- Sari, V. N., 2013. Implementasi Permen Nomor: PER.05/MEN/1996 tentang Sistem Manajemen Keselamatan. *Administrasi Negara*, 1(2), pp. 294-308.
- Sevкли, M. *et al.*, 2012. Development of a fuzzy ANP based SWOT analysis for the airline industry in Turkey. *Expert Systems with Applications*, Issue 39, pp. 14-24.
- Shi, L., Shuai, J. & Xu, K., 2014. Fuzzy fault tree assessment based on improved AHP for fire and explosion accidents for steel oil storage tanks. *Hazardous Materials*, Volume 278, pp. 529-538.
- Stamatelatos, M. *et al.*, 2002. NASA. [Online] Available at: [www.hq.nasa.gov/](http://www.hq.nasa.gov/) [Diakses 11 March 2015].
- Standar Nasional Indonesia 04-0225-2000. Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000. 2000.
- Standards Australia/Standards New Zeland 4360. 2004. Risk Management Guidelines.
- Triantaphyllou, E. & Mann, S. . H., 1995. Using the analytic hierarchy process for decision making in engineering applications: some challenges. *Industrial Engineering*, Volume 2, pp. 35-44.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13. 2003. Ketenagakerjaan.
- Wei, H. H. et al., 2014. Benefit-cost analysis of the seismic risk mitigation for region with moderate seismicity: The case of Tiberias, Israel. *Procedia Engineering*, Volume 85, pp. 536-542.
- Wenbi, J., Fang, Q. & Long, Z., 2012. Quantitative identification and analysis on hazard sources of roof fall accident in coal mine. *Procedia Engineering*, Issue 45, pp. 83-88.
- Williamson, A. & Feyer, A. M., 1998. The Causes of Electrical Fatalities at Work. *Safety Research*, Volume 29, pp. 187-196.

## LAMPIRAN A KUISIONER PEMBOBOTAN KRITERIA



### Data Responden

Nama : .....

Jabatan : .....

Bapak/Ibu diminta untuk memberikan persepsi atau pertimbangan berdasarkan pengalaman, pengetahuan yang dimiliki untuk menentukan bobot kepentingan terhadap beberapa factor yang berhubungan dengan keselamatan ketenagalistrikan. Bapak/Ibu diminta untuk melingkari pada nilai bobot perbandingan berpasangan kriteria dan sub kriteria sesuai dengan perbandingan tingkat kepentingannya.

### Petunjuk pengisian :

Berilah lingkaran pada nilai kuisisioner. Nilai tersebut memiliki arti sebagai berikut:

Nilai	Tingkat Kepentingan
1	Tingkat kepentingan sama
3	Sedikit lebih penting
5	Lebih penting
7	Sangat lebih penting
9	Mutlak lebih penting
2,4,6,8	Nilai menengah

Contoh pengisian:

Kriteria	Kuisisioner																	Kriteria
Kriteria kualitatif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriteria kuantitatif

Apabila kriteria kuantitatif memiliki bobot kepentingan lebih penting namun sedang-sedang saja dari pada kriteria kualitatif 2, maka pilih nomer 3.

Mohon Bapak/Ibu memperhatikan konsistensi jawaban anda karena akan sangat menentukan validitas jawaban anda. Jika kriteria A lebih penting daripada kriteria B, dan kriteria B lebih penting dari kriteria C, maka kriteria A sangat lebih penting daripada kriteria C.

**Manakah yang lebih penting dalam pencegahan kecelakaan kerja?**

<b>Kriteria</b>	<b>Tingkat Kepentingan</b>																	<b>Kriteria</b>
bahaya kerja	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	nilai ekonomi

**Bahaya apa yang perlu didahulukan untuk dihilangkan/dikurangi?**

<b>Kriteria</b>	<b>Tingkat Kepentingan</b>																	<b>Kriteria</b>
tidak memastikan aliran listrik sudah mati atau belum	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kegagalan <i>grounding</i>
tidak memastikan aliran listrik sudah mati atau belum	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	material tidak sesuai standar
tidak memastikan aliran listrik sudah mati atau belum	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ketidaksengajaan
tidak memastikan aliran listrik sudah mati atau belum	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengabaikan instruksi
tidak memastikan aliran listrik sudah mati atau belum	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	pengalaman kerja kurang
tidak memastikan aliran listrik sudah mati atau belum	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	motivasi kerja kurang
tidak memastikan aliran listrik sudah mati atau belum	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	tekanan pekerjaan dan stress
tidak memastikan aliran listrik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kelelahan

tidak memastikan aliran listrik sudah mati atau belum	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	penggunaan alat kurang efektif
tidak memastikan aliran listrik sudah mati atau belum	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	tidak menjaga jarak aman
tidak memastikan aliran listrik sudah mati atau belum	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	pengawasan kurang;
tidak memastikan aliran listrik sudah mati atau belum	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kurang; pengetahuan penggunaan API
tidak memastikan aliran listrik sudah mati atau belum	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	motivasi menggunakan APD kurang;
tidak memastikan aliran listrik sudah mati atau belum	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	alat yang efektif kurang;
kegagalan grounding	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	material tidak sesuai standar
kegagalan grounding	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ketidaksengajaan
kegagalan grounding	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengabaikan instruksi
kegagalan grounding	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	pengalaman kerja kurang;

kegagalan grounding	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	motivasi kerja kurang;
kegagalan grounding	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	tekanan pekerjaan dan stres
kegagalan grounding	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kelelahan
kegagalan grounding	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	penggunaan alat kurang efektif
kegagalan grounding	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	tidak menjaga jarak aman
kegagalan grounding	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	pengawasan kurang;
kegagalan grounding	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kurang pengetahuan penggunaan API
kegagalan grounding	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	motivasi menggunakan APD kurang;
kegagalan grounding	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	alat yang efektif kurang;
material tidak sesuai standar	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ketidaksengajaan
material tidak sesuai standar	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengabaikan instruksi
material tidak sesuai standar	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	pengalaman kerja kurang;
material tidak sesuai standar	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	motivasi kerja kurang;
material tidak sesuai standar	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	tekanan pekerjaan dan stres

material tidak sesuai standar	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kelelahan
material tidak sesuai standar	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	penggunaan alat kurang efektif
material tidak sesuai standar	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	tidak menjaga jarak aman
material tidak sesuai standar	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	pengawasan kurang;
material tidak sesuai standar	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kurang; pengetahuan penggunaan API
material tidak sesuai standar	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	motivasi menggunakan APD kurang;
material tidak sesuai standar	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	alat yang efektif kurang;
ketidaksengajaan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengabaikan instruksi
ketidaksengajaan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	pengalaman kerja kurang;
ketidaksengajaan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	motivasi kerja kurang;
ketidaksengajaan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	tekanan pekerjaan dan stres
ketidaksengajaan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kelelahan
ketidaksengajaan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	penggunaan alat kurang efektif
ketidaksengajaan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	tidak menjaga jarak aman
ketidaksengajaan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	pengawasan kurang;
ketidaksengajaan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kurang; pengetahuan penggunaan API
ketidaksengajaan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	motivasi menggunakan APD kurang;
ketidaksengajaan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	alat yang efektif kurang;

mengabaikan instruksi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	pengalaman kerja kurang;
mengabaikan instruksi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	motivasi kerja kurang;
mengabaikan instruksi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	tekanan pekerjaan dan stres
mengabaikan instruksi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kelelahan
mengabaikan instruksi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	penggunaan alat kurang efektif
mengabaikan instruksi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	tidak menjaga jarak aman
mengabaikan instruksi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	pengawasan kurang;
mengabaikan instruksi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kurang pengetahuan penggunaan API
mengabaikan instruksi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	motivasi menggunakan APD kurang;
mengabaikan instruksi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	alat yang efektif kurang;
pengalaman kerja kurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	motivasi kerja kurang;
pengalaman kerja kurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	tekanan pekerjaan dan stres
pengalaman kerja kurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kelelahan
pengalaman kerja kurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	penggunaan alat kurang efektif
pengalaman kerja kurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	tidak menjaga jarak aman
pengalaman kerja kurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	pengawasan kurang;
pengalaman kerja kurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kurang pengetahuan penggunaan API

pengalaman kerja kurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	motivasi menggunakan APD kurang;
pengalaman kerja kurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	alat yang efektif kurang;
motivasi kerja kurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	tekanan pekerjaan dan stres
motivasi kerja kurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kelelahan
motivasi kerja kurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	penggunaan alat kurang efektif
motivasi kerja kurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	tidak menjaga jarak aman
motivasi kerja kurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	pengawasan kurang;
motivasi kerja kurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kurang; pengetahuan penggunaan API
motivasi kerja kurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	motivasi menggunakan APD kurang;
motivasi kerja kurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	alat yang efektif kurang;
tekanan pekerjaan dan stress	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kelelahan
tekanan pekerjaan dan stress	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	penggunaan alat kurang efektif
tekanan pekerjaan dan stress	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	tidak menjaga jarak aman
tekanan pekerjaan dan stress	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	pengawasan kurang;
tekanan pekerjaan dan stress	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kurang; pengetahuan penggunaan API

tekanan pekerjaan dan stress	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	motivasi menggunakan APD kurang
tekanan pekerjaan dan stress	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	alat yang efektif kurang
kelelahan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	penggunaan alat kurang efektif
kelelahan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	tidak menjaga jarak aman
kelelahan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	pengawasan kurang
kelelahan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kurang pengetahuan penggunaan API
kelelahan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	motivasi menggunakan APD kurang
kelelahan	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	alat yang efektif kurang
penggunaan alat kurang efektif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	tidak menjaga jarak aman
penggunaan alat kurang efektif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	pengawasan kurang
penggunaan alat kurang efektif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kurang pengetahuan penggunaan API
penggunaan alat kurang efektif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	motivasi menggunakan APD kurang
penggunaan alat kurang efektif	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	alat yang efektif kurang
tidak menjaga jarak aman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	pengawasan kurang
tidak menjaga jarak aman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kurang pengetahuan penggunaan API

tidak menjaga jarak aman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	motivasi menggunakan APD kurang;
tidak menjaga jarak aman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	alat yang efektif kurang;
pengawasan kurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kurang pengetahuan pengguna API
pengawasan kurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	motivasi menggunakan APD kurang;
pengawasan kurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	alat yang efektif kurang;
kurang pengetahuan penggunaan APD	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	motivasi menggunakan APD kurang;
kurang pengetahuan penggunaan APD	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	alat yang efektif kurang;
motivasi menggunakan APD kurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	alat yang efektif kurang;

**Nilai ekonomi yang harus didahulukan agar tingkat kecelakaan berkurang?**

<b>Kriteria</b>	<b>Tingkat Kepentingan</b>																	<b>Kriteria</b>
dipercaya untuk tender yantek selanjutnya	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	biaya pengobatan dan kompensasi berkurang
dipercaya untuk tender selanjutnya	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	biaya diklat dan sertifikasi
dipercaya untuk tender selanjutnya	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	biaya pengadaan fasilitas dan peralatan kerja

dipercaya untuk tender selanjutnya	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	citra/nama baik perusahaan terjaga
dipercaya untuk tender selanjutnya	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	tercapainya target kerja
dipercaya untuk tender selanjutnya	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	biaya rekrutasi berkurang
dipercaya untuk tender selanjutnya	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	waktu investigasi tidak ada
biaya pengobatan dan kompensasi berkurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	biaya diklat dan sertifikasi
biaya pengobatan dan kompensasi berkurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	biaya pengadaan peralatan kerja
biaya pengobatan dan kompensasi berkurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	citra/nama baik perusahaan terjaga
biaya pengobatan dan kompensasi berkurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	tercapainya target kerja
biaya pengobatan dan kompensasi berkurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	biaya rekrutasi berkurang

biaya pengobatan dan kompensasi berkurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	waktu investigasi tidak ada
biaya diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	biaya pengadaan peralatan kerja
biaya diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	citra/nama baik perusahaan terjaga
biaya diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	tercapainya target kerja
biaya diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	biaya rekrutasi berkurang
biaya diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	waktu investigasi tidak ada
biaya pengadaan peralatan kerja	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	citra/nama baik perusahaan terjaga
biaya pengadaan peralatan kerja	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	tercapainya target kerja
biaya pengadaan peralatan kerja	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	biaya rekrutasi berkurang
biaya pengadaan peralatan kerja	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	waktu investigasi tidak ada
citra/nama baik perusahaan terjaga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	tercapainya target kerja

citra/nama baik perusahaan terjaga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	biaya rekrutasi berkurang
citra/nama baik perusahaan terjaga	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	waktu investigasi tidak ada
tercapainya target kerja	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	biaya rekrutasi berkurang
tercapainya target kerja	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	waktu investigasi tidak ada
biaya rekrutasi berkurang	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	waktu investigasi tidak ada

**Membandingkan preferensi relatif terhadap tidak mematikan aliran listrik**

Kriteria	Tingkat Kepentingan																	Kriteria
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

**Membandingkan preferensi relatif terhadap kegagalan grounding**

Kriteria	Tingkat Kepentingan																	Kriteria
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
-----------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--

**Membandingkan preferensi relatif terhadap material tidak sesuai standar**

<b>Kriteria</b>	<b>Tingkat Kepentingan</b>																<b>Kriteria</b>	
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

**Membandingkan preferensi relatif terhadap kabel tidak sengaja terkelupas**

<b>Kriteria</b>	<b>Tingkat Kepentingan</b>																<b>Kriteria</b>	
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

**Membandingkan preferensi relatif terhadap mengabaikan instruksi**

<b>Kriteria</b>	<b>Tingkat Kepentingan</b>																<b>Kriteria</b>	
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi

memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

**Membandingkan preferensi relatif terhadap pengalaman kerja kurang**

<b>Kriteria</b>	<b>Tingkat Kepentingan</b>																	<b>Kriteria</b>
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

**Membandingkan preferensi relatif terhadap motivasi kerja kurang**

<b>Kriteria</b>	<b>Tingkat Kepentingan</b>																	<b>Kriteria</b>
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

**Membandingkan preferensi relatif terhadap tekanan pekerjaan dan stress**

<b>Kriteria</b>	<b>Tingkat Kepentingan</b>																<b>Kriteria</b>	
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

**Membandingkan preferensi relatif terhadap kelelahan**

<b>Kriteria</b>	<b>Tingkat Kepentingan</b>																<b>Kriteria</b>	
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

**Membandingkan preferensi relatif terhadap penggunaan alat kurang efektif**

<b>Kriteria</b>	<b>Tingkat Kepentingan</b>																<b>Kriteria</b>	
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
-----------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--

**Membandingkan preferensi relatif terhadap tidak menjaga jarak aman**

<b>Kriteria</b>	<b>Tingkat Kepentingan</b>																	<b>Kriteria</b>
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

**Membandingkan preferensi relatif terhadap kurangnya pengawasan**

<b>Kriteria</b>	<b>Tingkat Kepentingan</b>																	<b>Kriteria</b>
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

**Membandingkan preferensi relatif terhadap pengetahuan mengenai APD kurang**

<b>Kriteria</b>	<b>Tingkat Kepentingan</b>																	<b>Kriteria</b>
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi

memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

**Membandingkan preferensi relatif terhadap motivasi penggunaan APD kurang**

Kriteria	Tingkat Kepentingan																	Kriteria
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

**Membandingkan preferensi relatif terhadap kurangnya peralatan yang efektif**

Kriteria	Tingkat Kepentingan																	Kriteria
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

**Membandingkan preferensi relatif terhadap dipercaya untuk tender selanjutnya**

<b>Kriteria</b>	<b>Tingkat Kepentingan</b>																	<b>Kriteria</b>
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

**Membandingkan preferensi relatif terhadap biaya kompensasi dan pengobatan berkurang**

<b>Kriteria</b>	<b>Tingkat Kepentingan</b>																	<b>Kriteria</b>
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

**Membandingkan preferensi relatif terhadap biaya diklat dan sertifikasi**

<b>Kriteria</b>	<b>Tingkat Kepentingan</b>																	<b>Kriteria</b>
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
-----------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--

**Membandingkan preferensi relatif terhadap biaya pengadaan fasilitas dan peralatan kerja**

Kriteria	Tingkat Kepentingan																	Kriteria
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

**Membandingkan preferensi relatif terhadap nama baik perusahaan terjaga**

Kriteria	Tingkat Kepentingan																	Kriteria
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

**Membandingkan preferensi relatif terhadap tercapainya target kerja**

Kriteria	Tingkat Kepentingan																	Kriteria
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi

memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

**Membandingkan preferensi relatif terhadap biaya rekrutasi berkurang**

<b>Kriteria</b>	<b>Tingkat Kepentingan</b>																	<b>Kriteria</b>
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

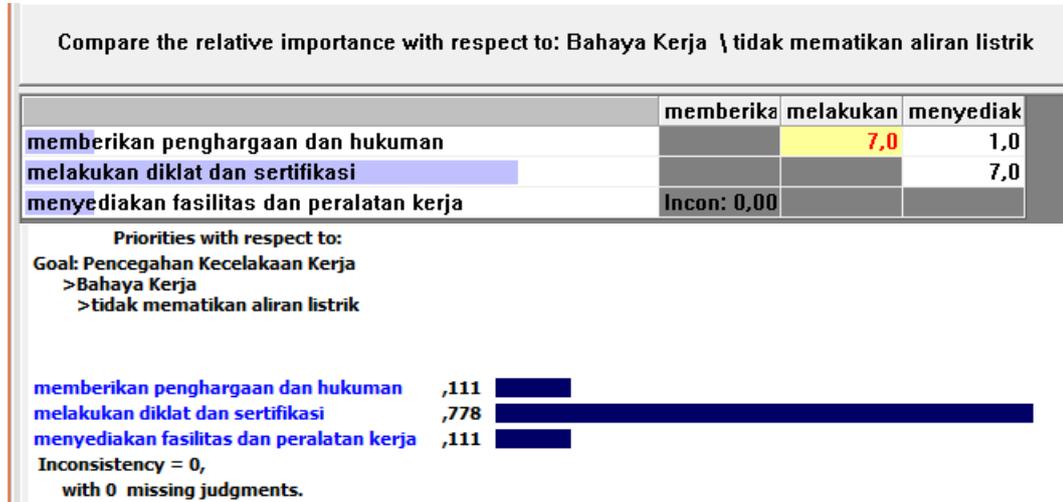
**Membandingkan preferensi relatif terhadap kerugian waktu investigasi tidak ada**

<b>Kriteria</b>	<b>Tingkat Kepentingan</b>																	<b>Kriteria</b>
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mengadakan diklat dan sertifikasi
memberikan penghargaan dan hukuman	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan
mengadakan diklat dan sertifikasi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	menyediakan fasilitas dan peralatan keamanan

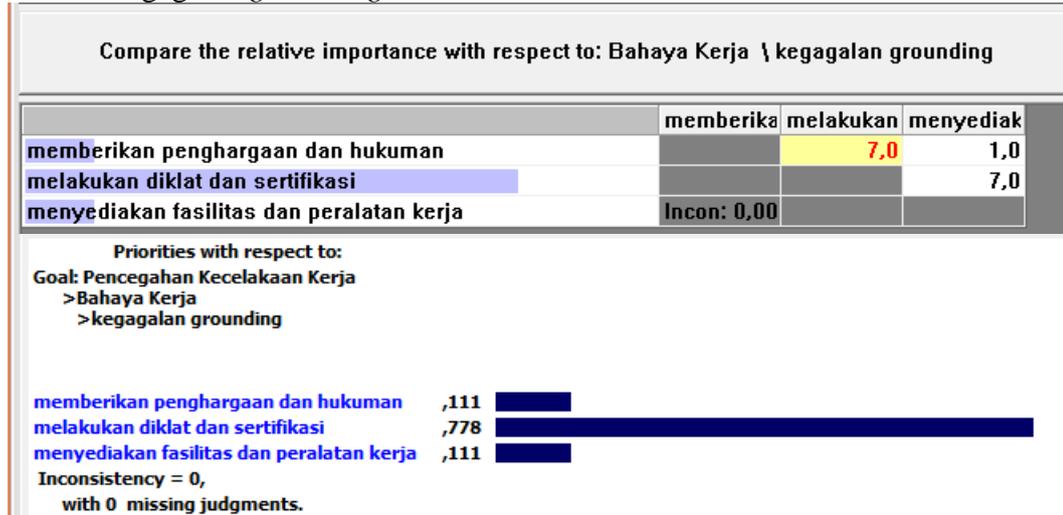
## LAMPIRAN B HASIL PERHITUNGAN *EXPERT CHOICE*

### Bahaya Kerja

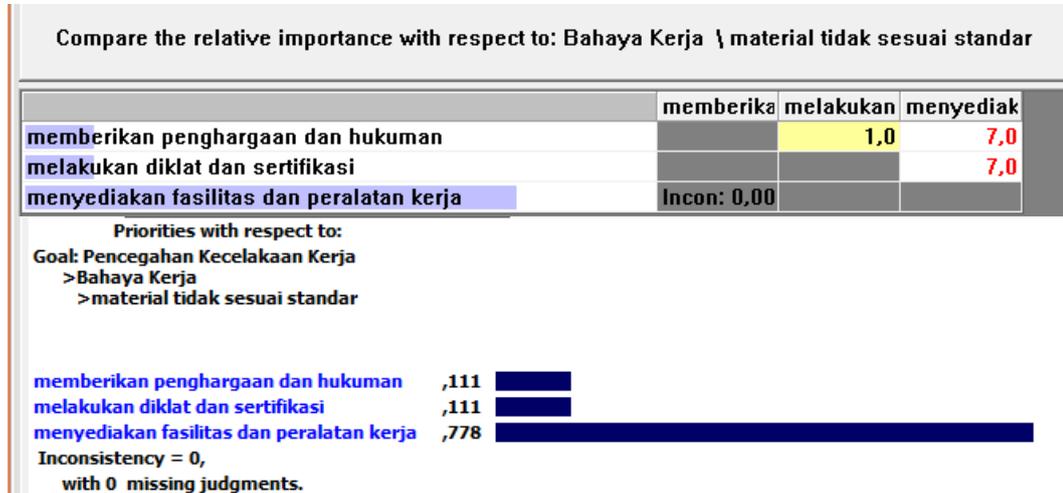
- Tidak memastikan aliran listrik



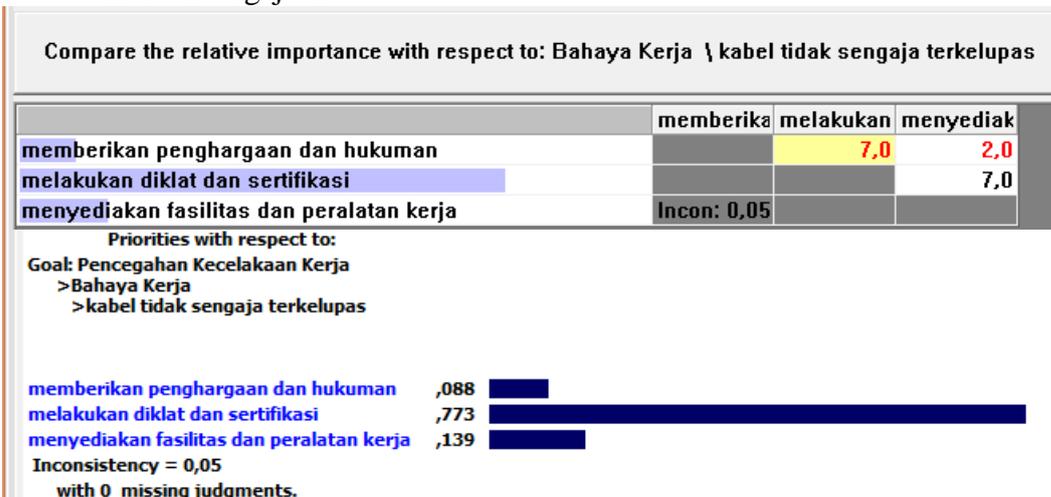
- Kegagalan *grounding*



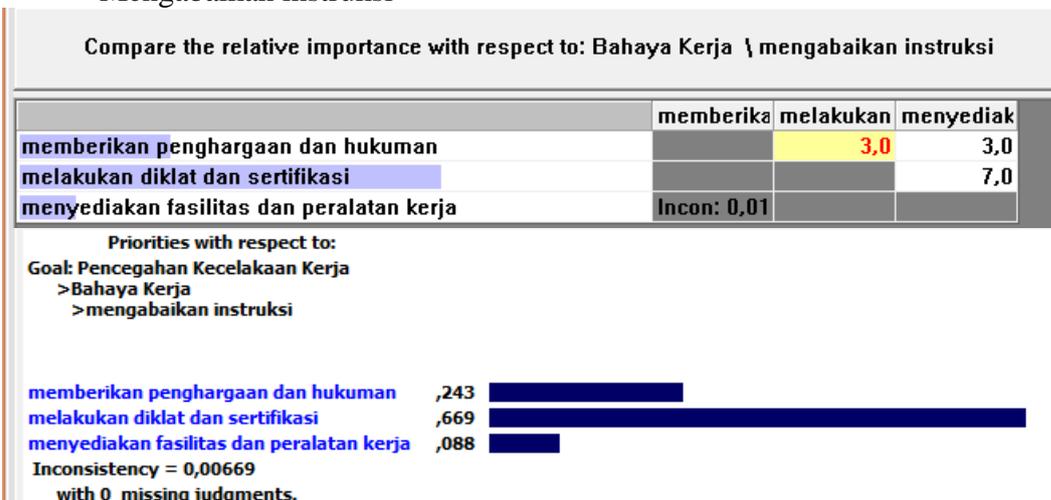
- Material tidak sesuai standar



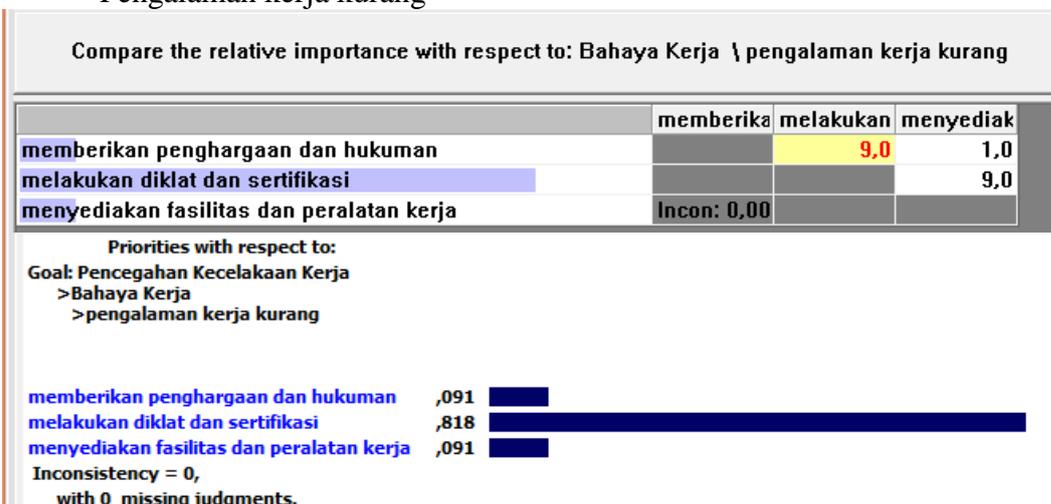
- Ketidaksengajaan



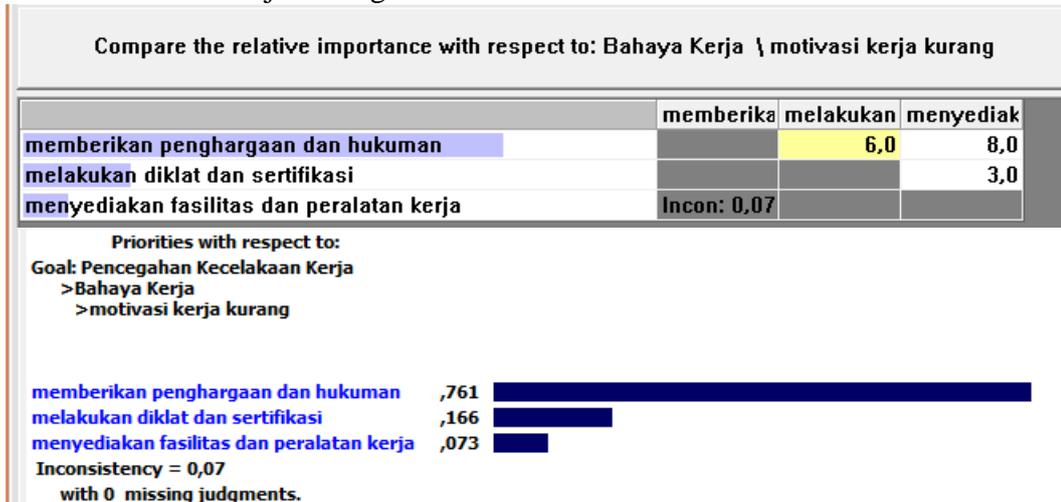
- Mengabaikan instruksi



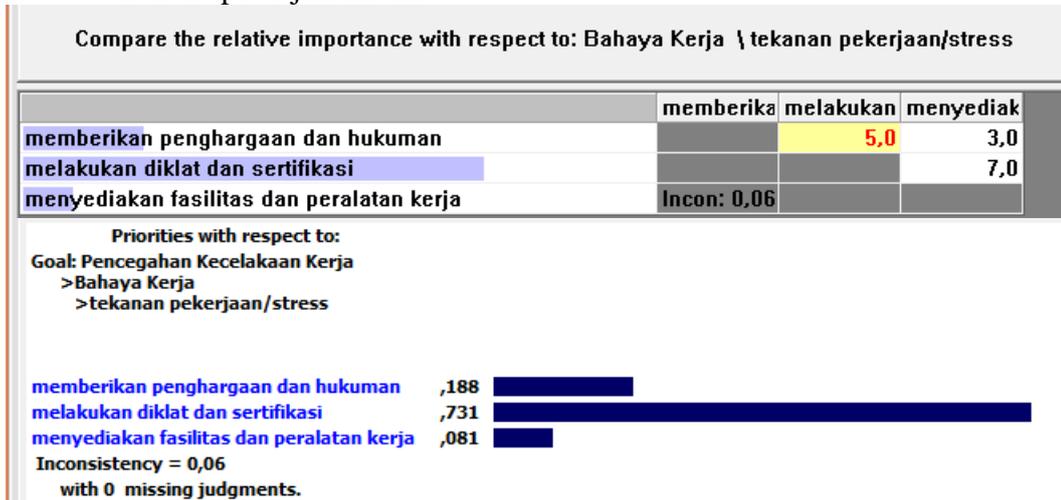
- Pengalaman kerja kurang



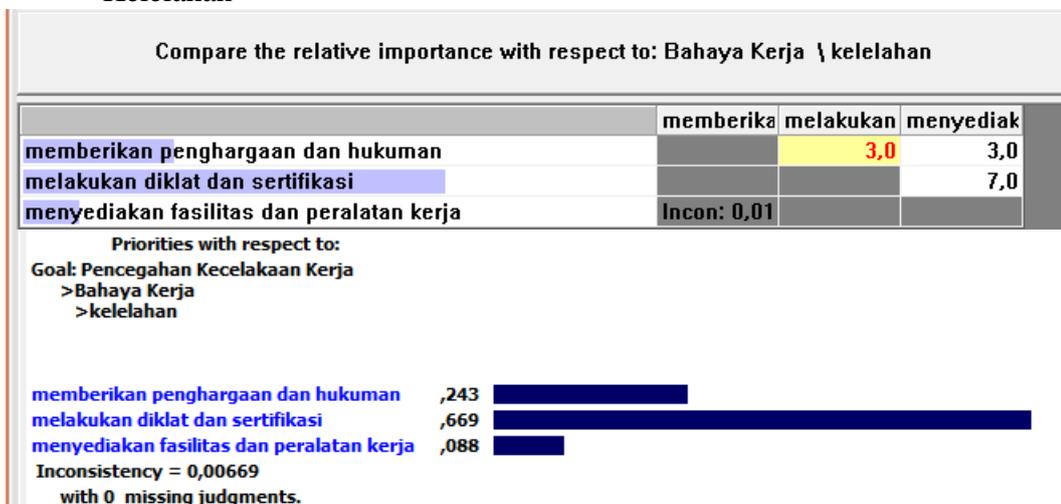
- Motivasi kerja kurang



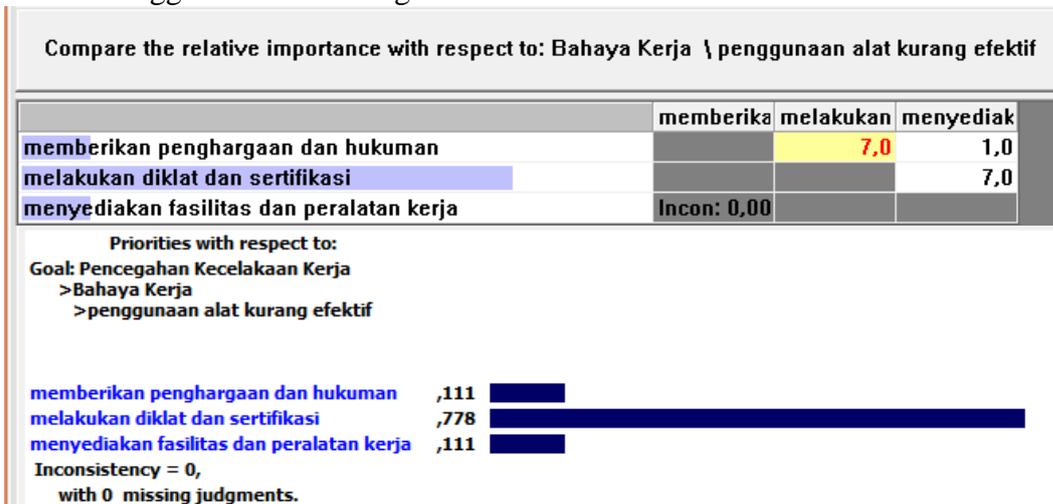
- Tekanan pekerjaan/stress



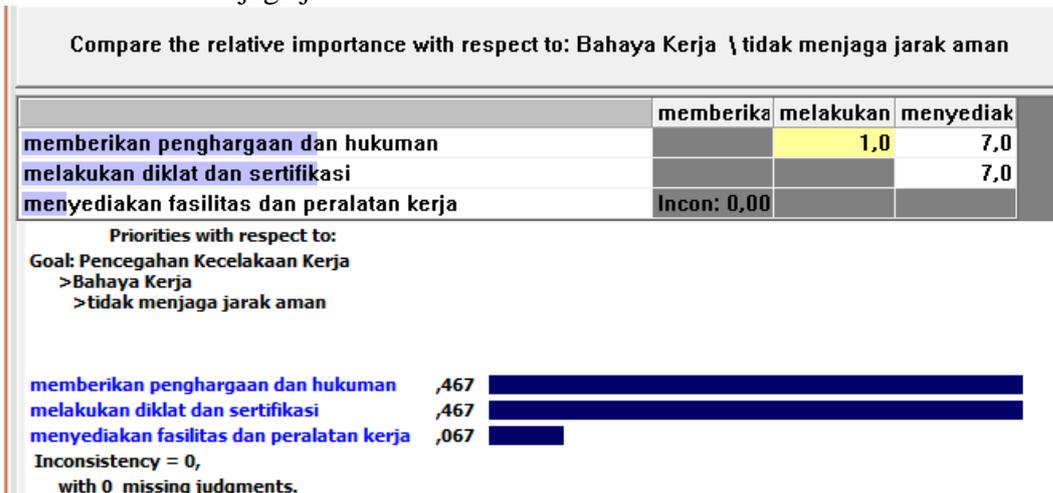
- Kelelahan



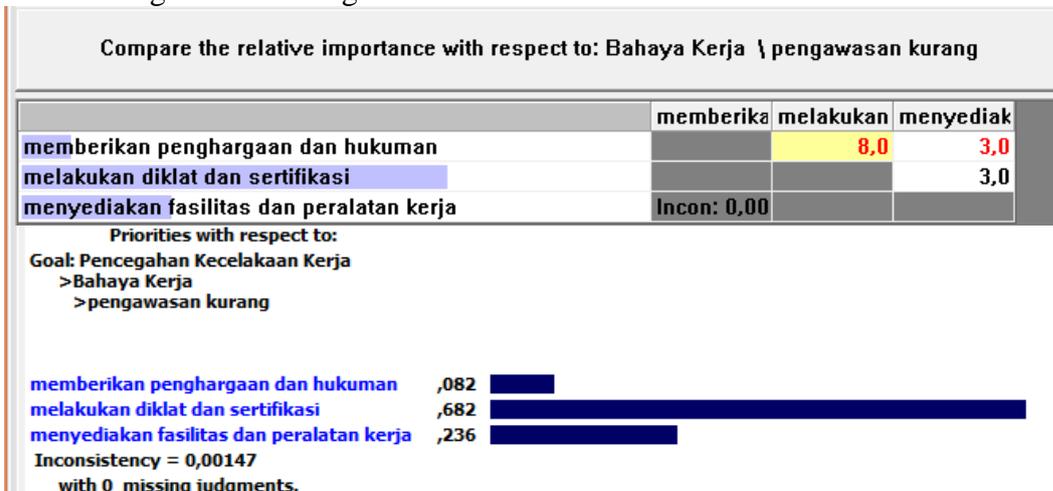
- Penggunaan alat kurang efektif



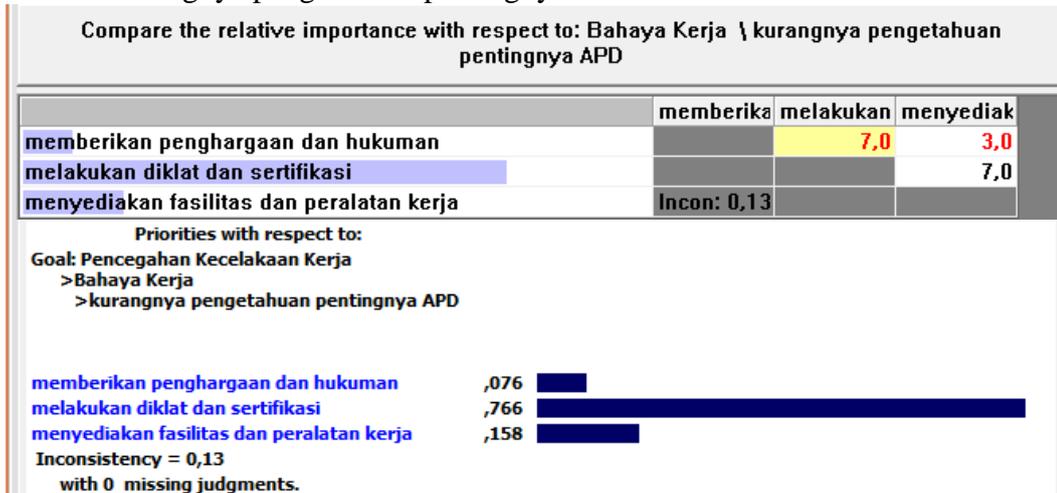
- Tidak menjaga jarak aman



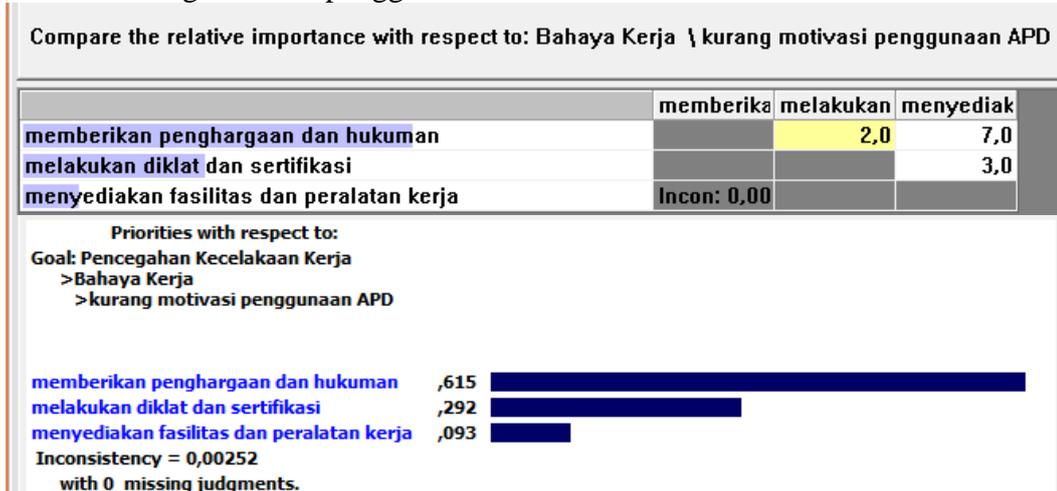
- Pengawasan kurang



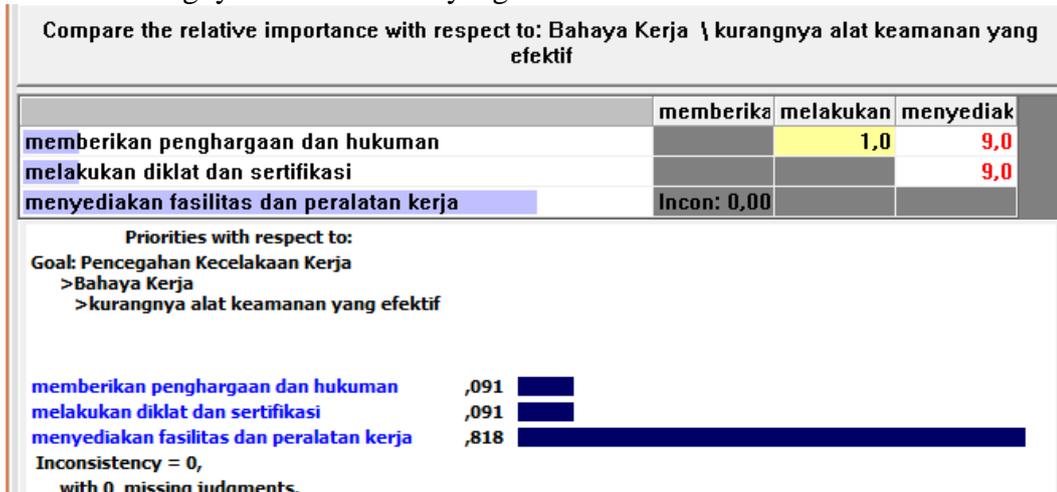
- Kurangnya pengetahuan pentingnya APD



- Kurang motivasi penggunaan APD

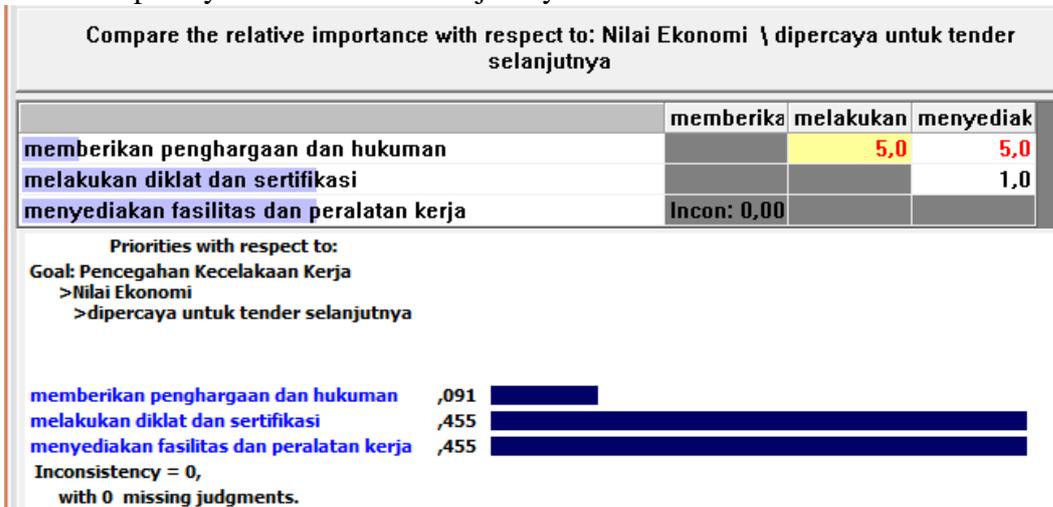


- Kurangnya alat keamanan yang efektif

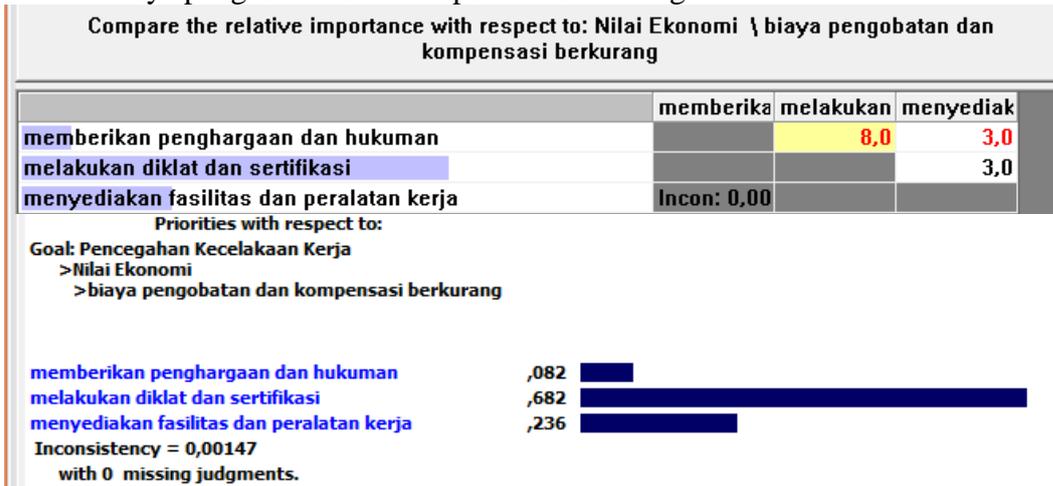


### Nilai Ekonomi

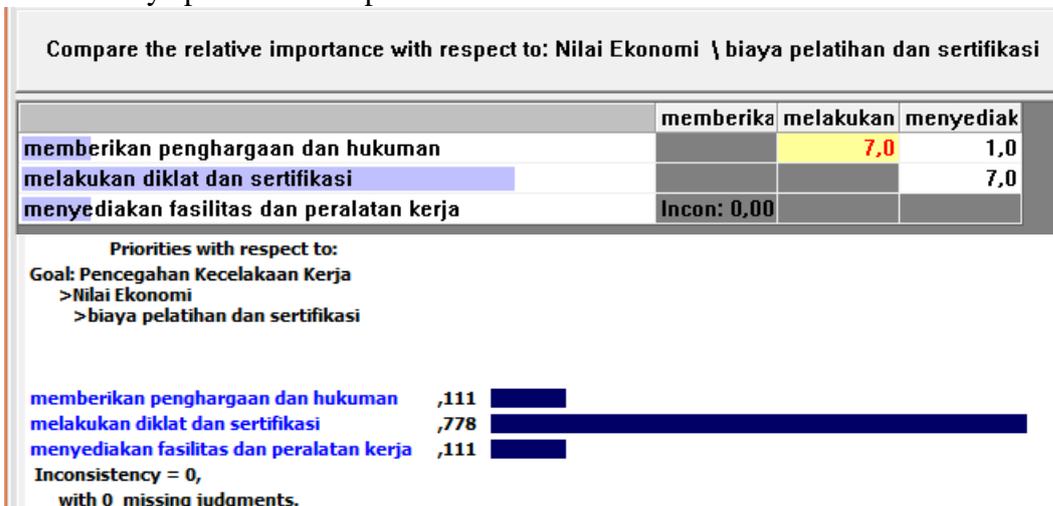
- Dipercaya untuk tender selanjutnya



- Biaya pengobatan dan kompensasi berkurang



- Biaya pelatihan dan pendidikan



- Biaya pengadaan fasilitas dan peralatan kerja

Compare the relative importance with respect to: Nilai Ekonomi \ biaya pengadaan fasilitas dan peralatan kerja

	memberika	melakukan	menyediak
memberikan penghargaan dan hukuman		1,0	7,0
melakukan diklat dan sertifikasi			7,0
menyediakan fasilitas dan peralatan kerja	Incon: 0,00		

Priorities with respect to:  
 Goal: Pencegahan Kecelakaan Kerja  
 >Nilai Ekonomi  
 >biaya pengadaan fasilitas dan peralatan kerja

memberikan penghargaan dan hukuman ,111

melakukan diklat dan sertifikasi ,111

menyediakan fasilitas dan peralatan kerja ,778

Inconsistency = 0,  
 with 0 missing judgments.

- Nama baik perusahaan

Compare the relative importance with respect to: Nilai Ekonomi \ nama baik perusahaan terjaga

	memberika	melakukan	menyediak
memberikan penghargaan dan hukuman		5,0	5,0
melakukan diklat dan sertifikasi			1,0
menyediakan fasilitas dan peralatan kerja	Incon: 0,00		

Priorities with respect to:  
 Goal: Pencegahan Kecelakaan Kerja  
 >Nilai Ekonomi  
 >nama baik perusahaan terjaga

memberikan penghargaan dan hukuman ,091

melakukan diklat dan sertifikasi ,455

menyediakan fasilitas dan peralatan kerja ,455

Inconsistency = 0,  
 with 0 missing judgments.

- Tercapainya target kerja

Compare the relative importance with respect to: Nilai Ekonomi \ tercapainya target kerja

	memberika	melakukan	menyediak
memberikan penghargaan dan hukuman		5,0	5,0
melakukan diklat dan sertifikasi			1,0
menyediakan fasilitas dan peralatan kerja	Incon: 0,00		

Priorities with respect to:  
 Goal: Pencegahan Kecelakaan Kerja  
 >Nilai Ekonomi  
 >tercapainya target kerja

memberikan penghargaan dan hukuman ,091

melakukan diklat dan sertifikasi ,455

menyediakan fasilitas dan peralatan kerja ,455

Inconsistency = 0,  
 with 0 missing judgments.

- Biaya rekrutasi berkurang

Compare the relative importance with respect to: Nilai Ekonomi \ biaya rekrutasi berkurang

	memberika	melakukan	menyediak
memberikan penghargaan dan hukuman		1,0	5,0
melakukan diklat dan sertifikasi			5,0
menyediakan fasilitas dan peralatan kerja	Incon: 0,00		

Priorities with respect to:  
 Goal: Pencegahan Kecelakaan Kerja  
 >Nilai Ekonomi  
 >biaya rekrutasi berkurang

memberikan penghargaan dan hukuman	,455	
melakukan diklat dan sertifikasi	,455	
menyediakan fasilitas dan peralatan kerja	,091	

Inconsistency = 0,  
 with 0 missing judgments.

- Investifasi kecelakaan tidak perlu dilakukan

Compare the relative importance with respect to: Nilai Ekonomi \ investigasi kecelakaan tidak perlu dilakukan

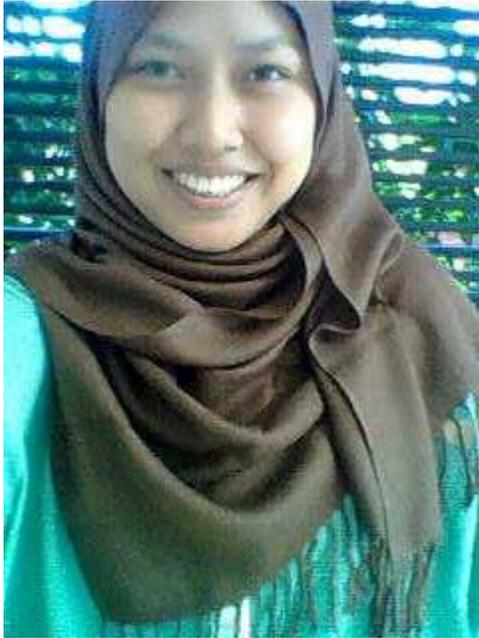
	memberika	melakukan	menyediak
memberikan penghargaan dan hukuman		7,0	5,0
melakukan diklat dan sertifikasi			3,0
menyediakan fasilitas dan peralatan kerja	Incon: 0,06		

Priorities with respect to:  
 Goal: Pencegahan Kecelakaan Kerja  
 >Nilai Ekonomi  
 >investigasi kecelakaan tidak perlu dilakukan

memberikan penghargaan dan hukuman	,072	
melakukan diklat dan sertifikasi	,649	
menyediakan fasilitas dan peralatan kerja	,279	

Inconsistency = 0,06  
 with 0 missing judgments.

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Astuteryanti Tri Lustyana, lahir pada tanggal 22 Maret 1990 di Kota Denpasar, Bali. Penulis memulai pendidikan formal di SD Negeri 6 Jimbaran tahun 1995-2001, SMP Negeri 1 Kuta tahun 2001-2004, SMA Negeri 2 Denpasar tahun 2004-2007. Setelah menyelesaikan pendidikan SMA, pada tahun 2007 penulis menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Telkom Bandung dan lulus Sarjana Strata 1 Teknik Industri IT Telkom Bandung pada tahun 2012. Setelah lulus Sarjana, penulis meneruskan pendidikan S2 dan memilih bidang konsentrasi Ergonomi dan Keselamatan Industri di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penulis menempuh studi S2 Teknik Industri ITS melalui jalur beasiswa DIKTI dalam waktu dua tahun. Penulis menyelesaikan studi pada program magister dengan tesis yang berjudul Pencegahan Kecelakaan Kerja Tenaga *Outsourcing* di Industri Tenaga Listrik dengan Mempertimbangkan Penyebab Kecelakaan Kerja dan Analisis Biaya-Manfaat.