

**“Perbaikan Strategi Penanganan Risiko dan Peningkatan Keselamatan Kerja
di Area SPPBE PT. Narada Agungnugraha”**

Tugas Akhir

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1 Pada
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Nama : Lia Larasita
No.Mahasiswa : 13 522 246

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2017**

PERNYATAAN KEASLIAN

ii

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang telah saya jelaskan. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, September 2017



Lia Larasita

NIM. 13522246

SURAT KETERANGAN

PT. NARADA AGUNGNUGRAHA
Dusun Palemsari, Bokoharjo, Prambanan, Sleman, Yogyakarta
Telp./Fax. (0274) 496500, 496501

SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa:

Nama : Lia Larasita

NIM : 13522246

Merupakan mahasiswi Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia yang telah menyelesaikan Penelitian Tugas Akhir di PT. Sumber Alam pada:

Tanggal : Mei s/d September 2017

Topik : Penilaian Riiko dengan Pendekatan Integrasi Supply Chain Operation Reference (SCOR), Fault Tree Analysis (FTA), dan Layer Of Protection Analysis (LOPA) (Studi Kasus: SPPBE PT. Narada Agungnugraha)

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 16 September 2017

PT. Narada Agung Nugraha


PT. NARADA AGUNGNUGRAHA
Ardhana

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

iv

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**“Perbaikan Strategi Penanganan Risiko dan Peningkatan Keselamatan Kerja
di Area SPPBE PT. Narada Agungnugraha”**

TUGAS AKHIR**Disusun Oleh:****Nama : Lia Larasita****No. Mahasiswa : 13522246**

**UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA**

Yogyakarta, 15 September 2017**Dosen Pembimbing**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Elisa Kusri', is written over a horizontal line.

Dr. Elisa Kusri, Ir, M.T., CPIM.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PERBAIKAN STRATEGI PENANGANAN RISIKO DAN PENINGKATAN KESELAMATAN KERJA DI AREA SPPBE PT. NARADA AGUNGNUGRAHA

TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama : Lia Larasita
No. Mahasiswa : 13 522 246
Fak/Jurusan : FTI/Teknik Industri

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 12 Oktober 2017

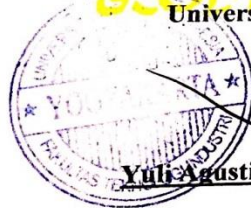
Tim Penguji

Elisa Kusrini, Dr., M.T., Ir., CPIM., CSCP
Ketua

Winda Nur Cahyo, S.T., M.T., Ph.D
Anggota I

Harwati, S.T., M.T.
Anggota II

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri
Universitas Islam Indonesia



Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillahirabbi' alamin, kupersembahkan karya ini untuk

Keluarga tercinta,

Papa, mama, dan kak wisi

Sahabat dan teman-teman Teknik Industri UII



UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA

HALAMAN MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

Karena sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan,
sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan (QS: Al-Insyirah 5-6)



**UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA**

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirabbil'alamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Serta tidak lupa shalawat dan salam semoga tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta para keluarga, sahabat dan pengikutnya, yang telah menyampaikan syafaat-Nya kepada kita semua.

Dalam penyelesaian penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, dan bimbingan serta perhatian dari berbagai pihak. Sehingga baik secara langsung maupun tidak langsung turut membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada

1. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng. Sc selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Yuli Agusti Rochman, S.T., M. Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Dr. Elisa Kusrini, Ir, M.T., CPIM, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah berkenan meluangkan waktunya untuk membimbing dengan memberikan petunjuk, saran, dan informasinya selama pembuatan Tugas Akhir ini.
4. Bapak H. Ardhana, Ibu Ayu, dan seluruh karyawan SPPBE PT. Narada Agungnugraha yang telah memberikan waktu, pengetahuan, dan membimbing penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Keluarga tercinta, yakni Orang Tua dan Kakak yang selalu memberikan doa, perhatian, kasih sayang, semangat, materi, dan nasehat-nasehat yang sangat berharga bagi penulis.
6. Seluruh sahabat dan teman-teman seperjuangan serta semua pihak yang telah menjadi motivasi penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini banyak ditemui kekurangan, sehingga dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Harapan terakhir, semoga Tugas Akhir ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya. Amiin Yaa Robbal 'Aalamin. Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Yogyakarta, September 2017

Lia Larasita

ABSTRAK

Stasiun Pengangkutan dan Pengisian Bulk Elpiji merupakan salah satu perusahaan yang memiliki risiko tingkat tinggi oleh karena itu diperlukan manajemen risiko untuk mencegah hal yang tidak diinginkan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan penilaian risiko yang terdiri dari identifikasi, analisis, dan evaluasi risiko. Identifikasi dilakukan berdasarkan model SCOR perusahaan dan dengan menggunakan tools risk register dan dari hasil identifikasi diketahui terdapat 32 risk event dengan 6 risiko berada diluar batas toleransi. Metode FTA digunakan untuk mengetahui probabilitas kejadian keenam risiko tersebut dapat terjadi dan metode LOPA digunakan sebagai alat untuk evaluasi risiko dengan melakukan langkah-langkah mitigasi agar dapat menurunkan probabilitas risiko dapat terjadi. Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa probabilitas keenam risiko dapat berkurang dengan langkah mitigasi menggunakan lapisan proteksi LOPA.

Kata Kunci: FTA, LOPA, manajemen risiko, risk register, SCOR



UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
SURAT KETERANGAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR GAMBAR.....	Error! Bookmark not defined.
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kajian Deduktif	7
2.1.1 Risiko	7
2.1.2 Manajemen risiko	8
2.1.3 <i>Supply Chain Operation Reference (SCOR)</i>	11
2.1.4 Risk Register.....	12
2.1.5 <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	13
2.1.6 <i>Layer of Protection Analysis (LOPA)</i>	18

2.2	Kajian Induktif	20
BAB III METODE PENELITIAN		26
3.1	Tempat Penelitian.....	26
3.2	Obyek Penelitian	26
3.3	Sumber Data.....	26
3.4	Metode Pengumpulan Data	27
3.5	Alur Penelitian	28
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGELOLAHAN DATA		31
4.1	Pengumpulan Data	31
4.1.1	Deskripsi Perusahaan	31
4.1.2	Pemetaan Aktivitas <i>Supply Chain</i>	34
4.1.3	Pemetaan Aktivitas berdasarkan SCOR	35
4.1.4	Identifikasi Risiko.....	44
4.2	Pengolahan Data.....	54
4.2.1	<i>Fault Tree Analysis</i>	54
4.2.2	<i>Fault Tree Analysis</i> area filling.....	55
4.2.3	<i>Fault Tree Analysis</i> area penimbunan	62
4.2.4	<i>Layer of Protection Analysis (LOPA)</i>	68
BAB V PEMBAHASAN		76
5.1	<i>Risk register</i>	76
5.2	<i>Fault tree analysis</i>	76
5.2.1	<i>Fault tree analysis</i> area filling	76
5.2.2	<i>Fault tree analysis</i> area penimbunan	81
5.2.3	<i>Layer of Protection Analysis (LOPA)</i>	87
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		90
6.1	Kesimpulan	90
6.2	Saran.....	90

DAFTAR PUSTAKA.....	91
LAMPIRAN	95



**UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA**

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hukum aljabar Boolean.....	17
Tabel 2.2 Probabilitas FTA.....	18
Tabel 2.3 Penelitian terdahulu.....	22
Tabel 4.1 Sumber daya manusia perusahaan.....	33
Tabel 4.2 Kriteria <i>likelihood</i>	45
Tabel 4.3 Kriteria <i>impact</i>	46
Tabel 4.4 <i>Risk register</i>	47
Tabel 4.5 Probabilitas risiko.....	68
Tabel 4.6 LOPA.....	71
Tabel 4.7 <i>Risk reduction</i>	73



UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka kerja ISO 31000:2009	9
Gambar 2.2 Proses manajemen dalam SCOR	11
Gambar 2.3 <i>Basic event</i>	14
Gambar 2.4 <i>Undeveloped event</i>	14
Gambar 2.5 <i>External event</i>	14
Gambar 2.6 <i>Intermediate event</i>	15
Gambar 2.7 Gerbang OR.....	15
Gambar 2.8 Gerbang AND.....	15
Gambar 2.9 Gerbang INHIBIT	16
Gambar 2.10 Gerbang EXCLUSIVE OR	16
Gambar 2.11 Gerbang PRIORITY AND	16
Gambar 2.12 Triangle in	16
Gambar 2.13 Triangle out.....	17
Gambar 2.14 <i>Layer of Protection Analysis</i>	19
Gambar 3.1 <i>Flowchart Penelitian</i>	28
Gambar 4.1 Struktur Organisasi Perusahaan.....	33
Gambar 4.2 Aktivitas Supply Chain Perusahaan.....	34
Gambar 4.3 Proses <i>Plan</i>	36
Gambar 4.4 Proses <i>source</i>	38
Gambar 4.5 Proses <i>make</i>	40
Gambar 4.6 Proses <i>deliver</i>	42
Gambar 4.7 Proses <i>return</i>	44
Gambar 4.8 <i>risk map</i>	53
Gambar 4.9 <i>Fault tree</i> Ledakan area <i>filling</i>	56
Gambar 4.10 <i>Fault tree</i> area <i>filling</i> dengan simbol	59
Gambar 4.11 <i>Fault tree</i> Ledakan area penimbunan	63
Gambar 4.12 <i>Fault tree</i> area penimbunan dengan simbol	65
Gambar 4.13 MMR <i>risk matrix</i>	69
Gambar 4.14 MMR <i>risk matrix</i> awal	69
Gambar 4.15 MMR <i>risk matrix</i> mitigasi	75
Gambar 5.1 Proses <i>filling</i> pada perusahaan	77
Gambar 5.3 <i>Fault tree</i> 2.....	78
Gambar 5.4 pemompaan area <i>filling</i>	78
Gambar 5.5 <i>Fault tree</i> 3.....	79
Gambar 5.6 <i>Fault tree</i> 4.....	79
Gambar 5.7 <i>Fault tree</i> 5.....	80
Gambar 5.8 <i>Fault tree</i> 6.....	81
Gambar 5.9 <i>Fault tree</i> 7	81
Gambar 5.10 <i>Fault tree</i> 8.....	82
Gambar 5.11 Pipa liquid dan vapor area penimbunan	82
Gambar 5.12 Valve vapor dan liquid	83
Gambar 5.13 <i>Fault tree</i> 9	83
Gambar 5.14 <i>Fault tree</i> 10.....	83

Gambar 5.15 <i>Fault tree</i> 11	84
Gambar 5.16 <i>Fault tree</i> 12	84
Gambar 5.17 sistem <i>grounding</i> area penimbunan	85
Gambar 5.18 sistem <i>bonding</i> area penimbunan	85
Gambar 5.19 <i>Fault tree</i> 13	86
Gambar 5.20 sistem <i>drain</i> area penimbunan	86
Gambar 5.21 <i>Fault tree</i> 15	87
Gambar 5.22 <i>filling plant</i>	88



UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Dalam perusahaan industri, berbagai macam risiko dapat terjadi di sepanjang aliran rantai pasok perusahaan dimulai dari supplier, produsen, distributor, hingga produk dapat sampai ketangan konsumen. Menurut Peck, et al. (2003) risiko dalam aliran *supply chain* merupakan risiko yang terjadi pada aliran produk, informasi, bahan baku sampai pengiriman produk akhir. Hadavale dan Alexander (2009) menyatakan bahwa risiko dalam *supply chain* dapat diawali dengan ketidakpastian yang melekat pada *supply chain* yang terdiri dari ketidakpastian permintaan, ketidakpastian kapasitas, ketidakpastian waktu pengiriman, perubahan teknologi, perubahan kondisi pasar, persaingan, isu politik, dan peraturan pemerintah. Biasanya satu kejadian risiko dapat merangsang terjadinya risiko lainnya.

Stasiun Pengangkutan dan Pengisian Bulk Elpiji (SPPBE) merupakan *filling plant* milik pihak ketiga yang bertugas untuk mengangkut, mengisikan dan meneyerahkan LPG baik dalam bentuk tabung ataupun curah kepada agen yang ditunjuk oleh Pertamina. LPG dapat diambil dari LPG FP Pertamina, kilang, dan lapangan gas. Stok LPG di SPPBE merupakan milik Pertamina (sistem konsinyasi). SPPBE swasta yang telah beroperasi sebelum program konversi sebanyak 49 unit dan akan dibangun ditahun 2009 sebanyak 163 unit.

Stasiun Pengangkutan dan Pengisian Bulk Elpiji (SPPBE) merupakan salah satu perusahaan yang memiliki risiko sangat besar (Maharani dan Djunaidi, 2013). Produk yang diproses merupakan produk mudah terbakar dan berpotensi untuk membahayakan lingkungan sekitar sehingga diperlukan perhatian khusus dalam pengelolaan risiko. PT. Narada Agungnugraha merupakan salah satu perusahaan SPPBE yang terletak di dusun Palemsari, Prambanan, Sleman. SPPBE terletak pada pusat keramaian dimana terdapat sekolah dasar, dan berada tepat disebelah pasar tradisional.

Sebagai perusahaan dengan kategori risiko tingkat tinggi, untuk tetap menjaga perusahaan dan lingkungan sekitar terjaga keamanannya perlu adanya tindakan manajemen risiko. Manajemen risiko adalah aplikasi dari penilaian risiko dengan maksud untuk menginformasikan keputusan membuat proses dengan langkah-langkah pengurangan risiko yang sesuai dengan kemungkinan pelaksanaannya (Satria dan Manfaat, 2012). Berdasarkan kerangka kerja ISO:31000 dalam melakukan penilaian risiko terdapat tiga tahapan pengerjaan yaitu identifikasi risiko, analisa risiko, serta evaluasi risiko.

Tingginya tingkat urgensi penerapan manajemen risiko di lingkungan SPPBE juga didukung oleh *record* data mengenai kecelakaan di SPPBE yang tergolong sebagai kejadian *catastrophic*, meskipun memiliki frekuensi kejadian jarang tetapi menyebabkan dampak fatal apabila terjadi. Kejadian kecelakaan di SPPBE terjadi diluar negeri maupun dalam negeri.

Seperti yang pernah terjadi pada 19 April 1998 terdapat kejadian ledakan dan kebakaran tangki penyimpanan 18000 galon LPG di Iowa, Amerika Serikat. Kejadian bermula dari kebocoran tanki, kebakaran, dan ledakan hebat sehingga mengakibatkan 2 orang petugas pemadam kebakaran meninggal dan 7 orang lainnya luka parah serta kerugian material yang besar (U.S Chemical Safety Hazard and Investigation Board, 1988). Selain itu pada 23 April 2012, terjadi ledakan di SPPBE Palembang. Ledakan terjadi karena adanya arus pendek listrik pada genset. Api yang berkobar melelehkan selang yang menghubungkan tangka ke genset sehingga kejadian ini dapat terjadi (Antaraneews, 2012). Kecelakaan di sppbe tidak hanya terjadi pada area perusahaan, tetapi dapat terjadi disepanjang rantai pasok seperti pada tanggal 30 Maret 2017 sebuah tanki elpiji mengalami kecelakaan didaerah kulonprogo dengan kapasitas tanki 15 MT (Metrictron) (Harian jogja, 2017).

Pada tahap identifikasi risiko dalam manajemen risiko perlu diketahui seluruh potensi risiko yang dapat terjadi pada perusahaan sehingga risiko dengan dampak tingkat yang tinggi dapat teridentifikasi dari seluruh aspek. SCOR merupakan suatu model acuan dari *supply chain* yang dibuat berdasarkan proses (Supply chain council, 2005). Sehingga dengan melakukan identifikasi risiko berdasarkan proses SCOR yang ada diperusahaan dapat dilakukan identifikasi risiko secara menyeluruh. Analisa risiko adalah kegiatan menganalisis kemungkinan dan dampak dari risiko yang telah

diidentifikasi. Salah satu metode dalam analisa risiko adalah *Fault Tree Analysis* (FTA). FTA adalah metode analisis manajemen risiko yang bersifat deduktif yang dimulai dengan menetapkan kejadian puncak (*top event*) (USNRC, 1981). Akibat dari *top event* tersebut kemudian diidentifikasi dalam bentuk pohon logika ke arah bawah menggunakan simbol logika tertentu (Ramli, 2010). Sedangkan salah satu metode dalam evaluasi risiko adalah LOPA. LOPA merupakan *tools* yang digunakan untuk mereduksi risiko dengan penggunaan lapisan proteksi dapat disesuaikan dan dilakukan penambahan lapisan untuk mencapai target perusahaan (Flaus, 2013).

Berdasarkan hal yang telah dipaparkan diatas penelitian ini bertujuan untuk melakukan penilaian risiko agar risiko yang ada pada perusahaan dapat direduksi sehingga mengurangi dampak kerugian baik seperti korban jiwa maupun material khususnya pada perusahaan SPPBE PT. Narada Agungnugraha dan lingkungan sekitarnya. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan intergrasi antara SCOR, FTA, dan LOPA.



1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan yang ada dalam peneltian ini adalah belum adanya formalisasi penilaian risiko yang dilakukan sehingga diperlukan aplikasi manajemen risiko dengan tujuan mengetahui evaluasi startegi penanganan risiko yang ada dan perbaikan yang perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya risiko *undesired event* dan meningkatkan keselamatan kerja. Dalam melakukan penilaian risiko langkah yang dilakukan terdiri dari identifikasi, analisa, dan evaluasi risiko. identifikasi risiko dilakukan dengan berdasarkan model SCOR, analisa risiko dilakukan dengan menggunakan *fault tree analysis*. Dan dalam evaluasi risiko dilakukan dengan menggunakan *layer of protection analysis*.

1.3 Batasan Masalah

Untuk membatasi ruang lingkup dalam penelitian ini maka batasan masalah yang diberikan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini tidak mempertimbangkan aliran keuangan
2. Identifikasi risiko dilakukan pada elemen SCOR *plan, source, make, delivery, return*.
3. Penelitian ini sebatas untuk melakukan penilaian risiko (identifikasi, analisis, evaluasi).
4. *Fault tree Analysis* tidak memperhatikan pengaruh eksternal perusahaan

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah dapat menerapkan manajemen risiko dengan melakukan penilaian risiko yang terdiri dari identifikasi, analisa, dan evaluasi risiko pada SPPBE PT. Narada Agungnugraha sehingga dapat menghasilkan strategi penanganan risiko yang sesuai dan dapat diterapkan perusahaan untuk meningkatkan tingkat keselamatan kerja.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini, antara lain:

1. Bagi Perusahaan

Dapat digunakan sebagai masukan atau rekomendasi dalam pengelolaan kebijakan perusahaan untuk manajemen risiko agar dapat meminimalisir kemungkinan risiko yang dapat terjadi.

2. Bagi Penulis

Diharapkan dapat menambah pengetahuan penulis mengenai konsep manajemen risiko. Selain itu juga dapat memberikan pengalaman kepada penulis dalam mengumpulkan, mengolah, menganalisis data, serta menarik kesimpulan dengan mengimplementasikan teori-teori konsep mengenai manajemen risiko yang telah diperoleh sebelumnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini dituangkan dalam suatu karya tulis ilmiah agar lebih sistematis dan dimengerti oleh pembaca. Sistematika penulisan karya tulis ilmiah adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini akan menguraikan secara singkat mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang kajian deduktif dan induktif yang menjadi landasan dalam penelitian. Pada bab ini juga menjelaskan mengenai konsep dan prinsip dasar yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini mengandung uraian tentang kerangka dan bagan alir penelitian, teknik yang di lakukan, model yang di pakai, pembangunan dan pengembangan model, bahan atau materi, alat, tata cara penelitian dan data yang akan di kaji serta cara analisis yang akan di pakai.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini berisi tentang data yang di peroleh selama penelitian dan bagaimana mengelolah data tersebut sesuai dengan metode yang telah ditetapkan untuk mencapai tujuan. Hasil pengolahan data di tampilkan baik dalam bentuk tabel maupun grafik.

BAB V PEMBAHASAN

Pada bab ini memamparkan tentang hasil yang diperoleh dalam penelitian dan kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga dapat menghasilkan sebuah rekomendasi.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab terakhir disajikan kesimpulan terhadap analisis yang dibuat dan rekomendasi atau saran-saran atas hasil yang di capai dan juga saran yang diajukan peneliti untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka berisikan tentang sumber-sumber yang digunakan dalam penelitian ini, baik itu berupa jurnal, buku, kutipan-kutipan dari internet ataupun dari sumber-sumber yang lainnya.

LAMPIRAN

Lampiran berisikan kelengkapan alat dan hal lain yang perlu dilampirkan atau ditunjukkan untuk memperjelas uraian dalam penelitian.



**UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA**

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Deduktif

2.1.1 Risiko

Menurut Frosdick (1997) menyatakan bahwa risiko adalah probabilitas suatu kejadian yang mengakibatkan kerugian selama periode tertentu. Kerugian dapat berupa kehilangan, bahaya, dan konsekuensi lainnya. Risiko selalu dihubungkan dengan ketidakpastian bahwa probabilitas kenyataan tidak sesuai dengan harapan (Waters, 2007). Sedangkan menurut Hilson (2001) menyatakan bahwa risiko dapat memiliki makna positif jika berpeluang sebagai kesempatan dan bermakna negative jika risiko berpeluang sebagai ancaman atau *threat*.

Risiko dapat dibagi berdasarkan sifat dan perubahan waktu. Menurut Hanafi (2012) risiko berdasarkan sifatnya terbagi menjadi dua tipe yaitu:

1. Risiko murni

Risiko murni (*pure risks*) adalah risiko dimana kerugian ada tetapi kemungkinan keuntungan tidak ada. Terdapat tiga risiko untuk risiko murni seperti: risiko asset fisik, risiko karyawan, dan risiko legal.

2. Risiko Spekulatif

Risiko spekulatif adalah risiko dimana terdapat harapan terjadinya keuntungan dan juga kerugian. Terdapat empat tipe risiko spekulatif, yaitu: risiko pasar, risiko kredit, risiko likuiditas, dan risiko operasional.

Risiko berdasarkan perubahan waktu dapat dibagi menjadi dua yaitu:

1. Risiko Statis

Risiko statis adalah risiko yang asalnya dari masyarakat yang tidak berubah yang berada dalam keseimbangan stabil. Risiko statis dapat bersifat murni atau spekulatif.

2. Risiko Dinamis

Risiko dinamis adalah risiko yang timbul karena terjadi perubahan dalam masyarakat. Risiko dinamis dapat bersifat murni maupun spekulatif.

2.1.2 Manajemen risiko

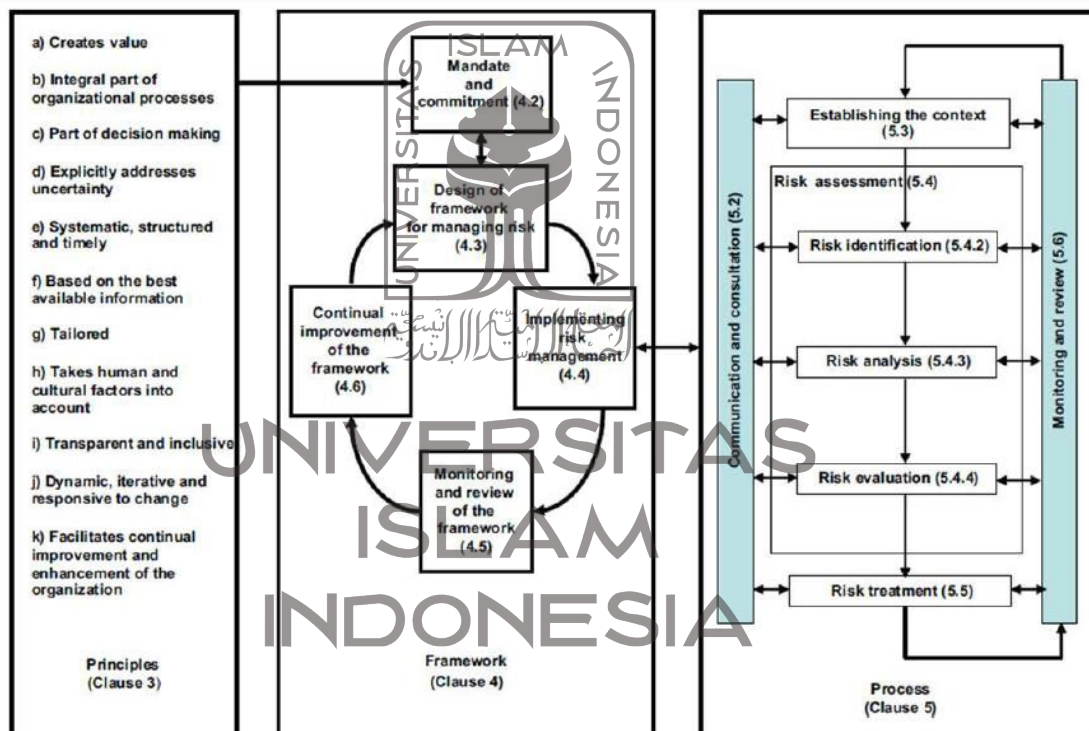
Konsep manajemen risiko mulai diperkenalkan di bidang keselamatan dan kesehatan kerja pada era tahun 1980-an setelah berkembangnya teori *accident model* dari ILCI dan juga semakin maraknya isu lingkungan dan kesehatan. Tujuan dari manajemen risiko adalah minimisasi kerugian dan meningkatkan kesempatan ataupun peluang. Bila dilihat terjadinya kerugian dengan teori *accident model* dari ILCI, maka manajemen risiko dapat memotong mata rantai kejadian kerugian tersebut, sehingga efek dominonya tidak akan terjadi. Pada dasarnya manajemen risiko bersifat pencegahan terhadap terjadinya kerugian maupun '*accident*'.

Menurut ISO 31000:2009, manajemen risiko suatu organisasi harus mengikuti 11 prinsip dasar agar dapat dilaksanakan secara efektif. Berikut penjabaran prinsip-prinsip tersebut:

1. Manajemen risiko menciptakan nilai tambah (*creates value*).
2. Manajemen risiko adalah bagian integral proses dalam organisasi (*an integral part of organizational processes*).
3. Manajemen risiko adalah bagian dari pengambilan keputusan (*part of decision making*).
4. Manajemen risiko secara eksplisit menangani ketidakpastian (*explicitly addresses uncertainty*).
5. Manajemen risiko bersifat sistematis, terstruktur, dan tepat waktu (*systematic, structured and timely*).
6. Manajemen risiko berdasarkan informasi terbaik yang tersedia (*based on the best available information*).
7. Manajemen risiko dibuat sesuai kebutuhan (*tailored*).
8. Manajemen risiko memperhitungkan faktor manusia dan budaya (*takes human and cultural factors into account*).
9. Manajemen risiko bersifat transparan dan inklusif (*transparent and inclusive*).

10. Manajemen risiko bersifat dinamis, iteratif, dan responsif terhadap perubahan (*dynamic, iterative and responsive to change*).
11. Manajemen risiko memfasilitasi perbaikan dan pengembangan berkelanjutan organisasi (*facilitates continual improvement and enhancement of the organization*).

Pemahaman mengenai pendekatan yang disajikan dalam ISO 31000 terhadap pengelolaan risiko di dalam sebuah organisasi melalui gambaran relasi antara prinsip, kerangka kerja, dan proses pengelolaan risiko. Kerangka kerja ISO 31000 dapat dilihat pada gambar 2.1



Relationships between the risk management principles, framework and process based on ISO 31000:2009

Sumber: ISO 31000: 2009 Risk Management – Principles and Guidelines

Gambar 2.1 Kerangka kerja ISO 31000:2009

Menurut ISO 31000, *assessment* risiko merupakan bagian yang paling penting dan fundamental dalam proses pengelolaan risiko. Oleh karena itu, organisasi perlu melakukan asesmen risiko yang benar agar memperoleh laporan profil risiko yang tepat sehingga organisasi dapat secara cermat mengelola risikonya. Proses manajemen risiko merupakan kegiatan kritikal dalam manajemen risiko, karena merupakan penerapan dari

pada prinsip dan kerangka kerja yang telah dibangun. Proses manajemen risiko terdiri dari tiga proses besar, yaitu:

1. Penetapan konteks (*establishing the context*)

Penetapan konteks bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengungkapkan sasaran organisasi, lingkungan dimana sasaran hendak dicapai, stakeholders yang berkepentingan, dan keberagaman kriteria risiko, dimana hal-hal ini akan membantu mengungkapkan dan menilai sifat dan kompleksitas dari risiko. Terdapat empat konteks yang perlu ditentukan dalam penetapan konteks, yaitu konteks internal, konteks eksternal, konteks manajemen risiko, dan kriteria risiko.

2. Penilaian risiko (*risk assessment*)

Penilaian risiko terdiri dari:

Identifikasi risiko :mengidentifikasi risiko apa saja yang dapat mempengaruhi pencapaian sasaran organisasi.

Analisis risiko :menganalisis kemungkinan dan dampak dari risiko yang telah diidentifikasi.

Evaluasi risiko :membandingkan hasil analisis risiko dengan kriteria risiko untuk menentukan bagaimana penanganan risiko yang akan diterapkan.

3. Penanganan risiko (*risk treatment*)

Dalam menghadapi risiko terdapat empat penanganan yang dapat dilakukan oleh organisasi:

1. Menghindari risiko (*risk avoidance*)

memutuskan untuk tidak melakukan aktivitas yang mengandung risiko sama sekali. Dalam memutuskan untuk melakukannya harus dipertimbangkan potensial keuntungan dan kerugian yang dihasilkan oleh suatu aktivitas.

2. Mitigasi risiko (*risk reduction*)

Risk reduction atau disebut juga *risk mitigation* yaitu mengurangi kemungkinan terjadinya suatu risiko ataupun mengurangi dampak kerusakan yang dihasilkan oleh suatu risiko.

3. Transfer risiko kepada pihak ketiga (*risk transfer*)

Memindahkan risiko kepada pihak lain, umumnya melalui suatu kontrak (asuransi) maupun hedging.

4. Menerima risiko (*risk acceptance*).

Walaupun risiko tertentu dapat dihilangkan dengan cara mengurangi maupun mentransfernya, namun beberapa risiko harus tetap diterima sebagai bagian penting dari aktivitas.

2.1.3 Supply Chain Operation Reference (SCOR)

SCOR merupakan suatu model acuan dari *supply chain* yang dibuat berdasarkan proses. Model ini mengintegrasikan tiga elemen utama dalam manajemen yaitu *business process reengineering*, *benchmarking*, dan *process measurement* kedalam kerangka *supply chain*. Penggunaan metode SCOR dilakukan karena metode ini dapat digunakan untuk mengukur kinerja rantai pasok secara obyektif berdasarkan data-data yang ada serta bisa mengidentifikasi dimana perbaikan perlu dilakukan (Ulfah et al, 2016).

Supply chain council (2005) membagi proses-proses *supply chain* dalam SCOR menjadi 5 proses manajemen inti yaitu *plan*, *source*, *make*, *deliver*, dan *return* seperti yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini dan dijelaskan sebagai berikut:



Sumber: *supply chain council*

Gambar 2.2 Proses manajemen dalam SCOR

1. Plan mencakup proses menaksir kebutuhan distribusi, perencanaan dan pengendalian persediaan, perencanaan produksi, perencanaan material, perencanaan

kapasitas, dan melakukan penyesuaian (*alignment*) *supply chain plan* dengan *financial plan*.

2. Source yaitu proses pengadaan barang maupun jasa untuk memenuhi permintaan. Proses yang dicakup termasuk penjadwalan pengiriman dari *supplier*, menerima, mengecek, dan memberikan otorisasi pembayaran untuk barang yang dikirim *supplier*, memilih *supplier*, mengevaluasi kinerja *supplier*.
3. Make yaitu proses untuk menstarnsformasi bahan baku atau komponen menjadi produk yang diinginkan pelanggan. Proses yang terlibat disini antara lain adalah penjadwalan produksi, melakukan kegiatan produksi dan melakukan pengetesan kualitas, mengelola barang setengah jadi (*work in process*), dan memelihara fasilitas produksi.
4. Deliver adalah proses untuk memenuhi permintaan terhadap barang maupun jasa. Proses *deliver* meliputi penanganan pesanan dari pelanggan, memilih perusahaan jasa pengiriman, menangani kegiatan pergudangan produk jadi, dan mengirim tagihan ke pelanggan.
5. Return yaitu proses pengembalian atau menerima pengembalian produk karena berbagai alasan, proses yang terlibat antara lain identifikasi kondisi produk, meminta otorisasi pengembalian cacat, penjadwalan pengembalian, dan melakukan pengembalian.

Model *Supply Chain Operation Reference* (SCOR) mempermudah dalam mengidentifikasi risiko dan dapat mengidentifikasi dimana perbaikan perlu dilakukan.

2.1.4 Risk Register

Risk register adalah *tools* atau alat yang digunakan oleh manajemen (departemen atau direksi) untuk mencatat risiko yang teridentifikasi, menilai risiko, mengidentifikasi control yang sudah ada dan yang masih perlu dilakukan.

Risk register terdiri dari proses-proses yang harus dilakukan secara berkesinambungan. Dimulai dari identifikasi potensi kejadian-kejadian risiko yang berpengaruh terhadap target bisnis dan akar penyebabnya (*root cause*) dengan disertai dokumentasi terhadap karakteristik dari risiko-risiko tersebut. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan skala prioritas terhadap risiko-risiko untuk dianalisis lebih lanjut

dengan memperkirakan dan menggabungkan probabilitas dan dampak untuk menghasilkan status risiko (seberapa berbahayanya suatu kejadian risiko bagi organisasi). Selain itu dilakukan perencanaan tindakan respon risiko dengan mengembangkan alternatif tindakan-tindakan yang akan dilakukan untuk mengurangi ancaman (*threats*) terhadap target-target organisasi. Selanjutnya harus ditentukan pihak internal yang bertanggung jawab terhadap potensi kejadian risiko tersebut dan bertanggung jawab untuk melakukan pemantauan dan pengendalian.

2.1.5 *Fault Tree Analysis (FTA)*

Menurut Vesely et al (1981) *Fault Tree Analysis (FTA)* merupakan metode analisa dimana terdapat suatu kejadian yang tidak diinginkan yang disebut *undesired event* terjadi pada sistem, dan sistem tersebut kemudian dianalisa dengan kondisi lingkungan dan operasional yang ada untuk menemukan semua cara yang mungkin terjadi yang mengarah pada terjadinya *undesired event* tersebut. Dengan penggunaan metode FTA akan dapat diketahui kegagalan-kegagalan yang menjadi penyebab terjadinya *undesired event*, dan probabilitas terjadinya *undesired event*. Penyebab terjadinya *undesired event* dilakukan secara kualitatif sedangkan dalam mencari probabilitas dilakukan analisa secara kuantitatif.

Dengan melakukan analisa kualitatif dapat diketahui bagian mana dari sistem yang gagal dan perlu dilakukan tindakan perbaikan dan pencegahan berdasarkan kegagalan yang ada agar kejadian yang sama tidak terulang. Sedangkan analisa kuantitatif dilakukan untuk mengetahui berapa probabilitas terjadinya *undesired event*. Jika angka mendekati 1 maka sistem perlu diperbaiki atau dilakukan perawatan pada bagian-bagian yang gagal dari hasil analisa kualitatif (Wulandari, 2011)

Menurut Priyanta (2000) terdapat 5 tahapan untuk melakukan analisa dengan Fault Tree Analysis (FTA) yaitu mendefinisikan masalah yang ditinjau, penggambaran model grafis *fault tree*, mencari minimal *cut set* dari analisa *fault tree*, melakukan analisa kualitatif dari *fault tree* dan yang terakhir melakukan analisa kuantitatif dari *fault tree* yang dijelaskan lebih lanjut sebagai berikut:

1. Mendefinisikan masalah dan kondisi batas dari suatu sistem yang ditinjau

Langkah ini bertujuan untuk mencari *top event* yang merupakan definisi kegagalan suatu sistem, ditentukan terlebih dahulu sebelum menentukan model grafis FTA.

2. Penggambaran model grafis *Fault Tree*

Penggambaran model grafis FTA memuat beberapa simbol yaitu simbol kejadian, simbol gerbang, dan simbol transfer. berikut adalah simbol dan istilah dalam Fault Tree (Wulandari, 2011):

Simbol Event

a. *Basic event*



Gambar 2.3 *Basic event*

Gambar 2.3 yang berbentuk simbol lingkaran ini digunakan untuk menyatakan *basic event* atau *primary event* atau keandalan mendasar yang tidak perlu dicari penyebabnya.

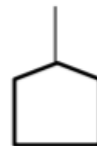
b. *Undeveloped event*



Gambar 2.4 *Undeveloped event*

Simbol wajik atau diamond pada gambar 2.4 ini untuk menyatakan *undeveloped event* atau kejadian tidak berkembang, yaitu suatu kejadian kegagalan tertentu yang tidak dicari penyebabnya baik karena kejadiannya tidak cukup berhubungan atau karena tidak tersedia informasi yang terkait dengannya.

c. *External event*



Gambar 2.5 *External event*

Gambar 2.5 menyatakan external event yaitu kejadian yang diharapkan muncul secara normal dan tidak termasuk dalam kejadian gagal.

d. *Intermediate event*



Gambar 2.6 *Intermediate event*

Gambar 2.6 berbentuk simbol persegi panjang ini digunakan untuk kejadian yang muncul dari kombinasi kejadian-kejadian input gagal yang masuk ke gerbang.

Simbol Gate

a. Gerbang OR



Gambar 2.6 Gerbang OR

Gerbang OR pada gambar 2.6 digunakan untuk menunjukkan kejadian yang akan muncul jika satu atau lebih kejadian gagal yang merupakan inputnya terjadi. Kejadian A terjadi jika basic event B terjadi, basic event C tidak terjadi. Kejadian A juga terjadi jika basic event C terjadi, basic event B tidak terjadi. Kejadian A terjadi jika kedua basic event terjadi.

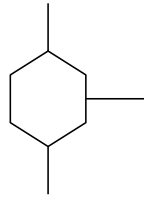
b. Gerbang AND



Gambar 2.7 Gerbang AND

Gambar 2.7 menggambarkan gerbang AND yang digunakan untuk menunjukkan kejadian output muncul hanya jika semua input terjadi. Kejadian A terjadi jika kejadian B terjadi, kejadian C juga terjadi pada satu waktu.

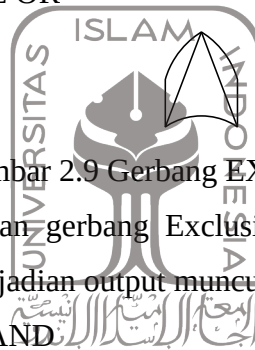
c. Gerbang INHIBIT



Gambar 2.8 Gerbang INHIBIT

Gerbang INHIBIT seperti yang terlihat pada gambar 2.8 dilambangkan dengan segi enam, merupakan kasus khusus dari gerbang AND. Output disebabkan oleh satu input, tetapi juga harus memenuhi kondisi tertentu sebelum input dapat menghasilkan output.

d. Gerbang EXCLUSIVE OR



Gambar 2.9 Gerbang EXCLUSIVE OR

Gambar 2.9 merupakan gerbang Exclusive OR adalah gerbang OR dengan kasus tertentu, yaitu kejadian output muncul jika tepat satu kejadian ikut muncul

e. Gerbang PRIORITY AND

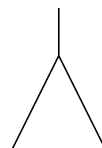


Gambar 2.10 Gerbang PRIORITY AND

Gerbang PRIORITY AND pada gambar 2.10 adalah gerbang AND dengan syarat dimana kejadian output muncul hanya jika semua kejadian input muncul dengan urutan tertentu

Simbol Transfer

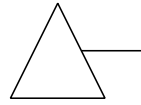
a. *Triangle in*



Gambar 2.11 Triangle in

Triangle in atau *transfers in* seperti pada gambar 2.11 merupakan titik dimana *sub-fault tree* bisa dimulai sebagai kelanjutan pada *transfer out*

b. Triangle out



Gambar 2.12 Triangle out

Gambar 2.12 merupakan *Triangle out* atau *transfers out* merupakan titik dimana *fault tree* dipecah menjadi *sub-fault tree*.

3. Mencari minimal cut set dari analisa *Fault Tree*

Menurut Vesely et al (1981) *Cut set* merupakan himpunan dari *basic event* dimana jika semua *basic event* tersebut muncul, akan terjadi *top event*. *Minimal cut set* adalah himpunan kombinasi terkecil dari *basic event* dimana jika *basic event* tersebut terjadi akan menyebabkan *top event* terjadi. mencari *minimal cut set* dilakukan dengan menggunakan aljabar Boolean.

Aljabar Boolean merupakan aljabar yang dapat digunakan untuk melakukan penyederhanaan atau menguraikan rangkaian logika yang kompleks menjadi rangkaian logika yang lebih sederhana (Widjanarka dalam Mustika et al, 2014). Hukum Aljabar Boolean yang digunakan dalam menentukan *minimal cut set* dalam *fault tree analysis* terdapat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Hukum aljabar boolean

Jenis	Formula
Hukum Komutatif	$AB = BA$
	$A+B = B+A$
Hukum Asosiatif	$A(BC) = (AB)C$
	$A+(B+C) = (A+B)+C$
	$A(B+C) = AB+AC$
Hukum distributif	$A+BC = (A+B)(A+C)$

4. Melakukan analisa kualitatif dari *Fault Tree*.

Analisa kualitatif adalah untuk mendapatkan kombinasi kegagalan yang menyebabkan *top event* pada suatu sistem atau *minimal cut set* itu sendiri. Dari *minimal cut set* dapat diketahui berapa banyak kejadian yang dapat langsung menyebabkan *top event* terjadi. Jika terdapat satu *basic event* yang dapat langsung menyebabkan *top event* terjadi maka *basic event* tersebut lebih dahulu diperhatikan dalam perbaikan sistem dibandingkan dengan yang disebabkan dua *basic event*, karena jika terdapat dua *basic event* dalam *minimal cut set*, berarti kedua *basic event* tersebut harus terjadi baru kemudian *top event* terjadi (Priyanta, 2000)

5. Melakukan analisa kuantitatif dari *Fault Tree*

Analisa kuantitatif dilakukan untuk menaksir kemungkinan atau probabilitas dari kejadian yang akan diselidiki. Analisa ini sangat penting dilakukan dalam hal-hal yang mengandung risiko besar (wulandari, 2011). Menurut Pandey (2005) angka probabilitas setiap komponen *basic event* akan dinilai 0.01, *conditioning event* dinilai dengan angka 0.50, dan *undeveloped event* dinilai dengan angka 0.001 sehingga secara matematis nilai probabilitas dari risiko *top event* dapat dihitung.

Tabel probabilitas FTA dapat dilihat pada tabel 2.2

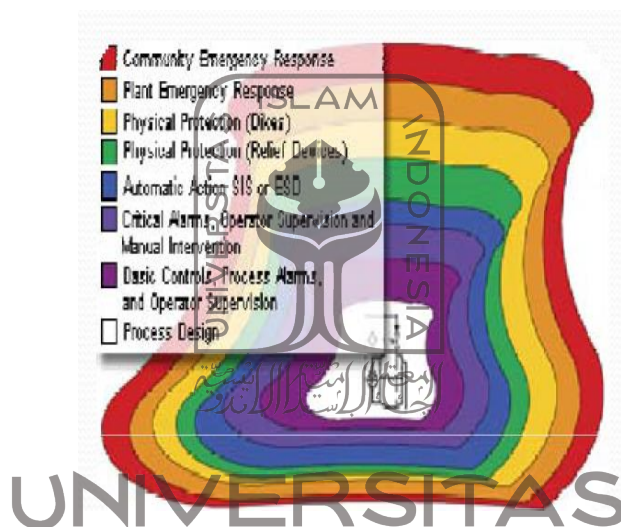
Tabel 2.2 Probabilitas FTA

Event	Probabilitas
<i>Basic event</i>	0.01
<i>Conditional event</i>	0.50
<i>Undeveloped event</i>	0.001

2.1.6 *Layer of Protection Analysis (LOPA)*

Layer of Protection analysis (LOPA) adalah metodologi untuk mengevaluasi bahaya pada penilaian risiko (*risk assessment*). Penggunaan LOPA dapat membantu analis dalam pembuatan keputusan secara konsisten dengan menggunakan lapisan perlindungan terhadap risiko kecelakaan. Pengambilan keputusan dilakukan dengan mencocokkan kriteria risiko di perusahaan seperti yang telah didapatkan dari *risk matrix* dengan langkah mitigasi yang akan dilakukan. LOPA adalah teknik yang diakui untuk memilih keputusan sesuai dengan *safety integrity level (SIL)* dari *safety instrumented*

system (SIS) dengan menggunakan persyaratan nilai standard seperti ANSI/IS, dan NFPA (Pratama et al, 2010) .Secara sederhana, LOPA digunakan sebagai langka mitigasi dari setiap hasil *risk assessment* yang tidak memenuhi syarat keamanan yang telah disebutkan. Oleh karena itu LOPA akan menjadi alat terakhir dalam proses evaluasi penilaian risiko. Didalam LOPA terdapat beberapa lapisan proteksi yang disebut *Independent Protection Layer* (IPL) dari proses desain, proses control, *alarm and human intervention*, *safety instrumented system* (SIS), *physical safety system*, *plant emergency response*, *community emergency response*. Pada gambar 2.13 merupakan contoh dari lapisan proteksi LOPA.



Gambar 2.13 Layer of Protection Analysis

Penggunaan lapisan proteksi dapat disesuaikan dan dilakukan penambahan lapisan untuk mencapai target perusahaan (Flaus, 2013).

Independent Protection Layer (IPL) adalah sebuah alat, sistem, atau tindakan yang dapat mencegah risiko terjadi dan menimbulkan konsekuensi yang tidak diinginkan. Karakteristik lapisan perlindungan dan bagaimana seharusnya dikelompokkan sebagai IPL dalam metode LOPA dibahas pada penjelasan dibawah ini (CCPS, 2001)

1. *Process design*

Pada beberapa perusahaan suatu kejadian dapat terjadi disebabkan karena proses desain yang tidak aman

2. *Basic Process Control System (BPCS)*

BPCS meliputi pengendalian yang dilakukan secara manual. BPCS dibuat untuk menjaga proses agar tetap berada di area aman. BPCS mengevaluasi tindak

pengawasan dan sistem keamanan untuk meminimalisir kesalahan yang dilakukan manusia.

3. *Critical alarms and Human Intervention*

Sistem ini termasuk perlindungan kedua dan harus diaktifkan dari kegiatan BPCS (tindakan operator) seperti alarm dan observasi.

4. *Physical Protection*

Kegiatan ini dilakukan setelah ukuran dan desain proses sesuai, kriteria ini diperlukan apabila aktivitas inspeksi dan perawatan masih minim.

5. *Plant emergency respons*

Kriteria ini dapat tidak dimasukan kedalam IPL karena diaktifkan apabila risiko telah terjadi dan terlalu banyak variabel eksternal yang mempengaruhi seperti pemadaman kebakaran, fasilitas evakuasi, sistem pemadaman manual.

6. *Community emergency respons*

Kriteria ini meliputi evakuasi komunitas disekitar lingkungan perusahaan (tidak termasuk personil yang ada di plant) dan dapat tidak dimasukan kedalam IPL disebabkan terlalu banyak variabel eksternal yang mempengaruhi.

2.2 Kajian Induktif

Kajian induktif atau biasa dikenal dengan kajian penelitian terdahulu. Kajian ini guna untuk mencari kajian dari peneliti terdahulu, sehingga dapat diketahui arah penelitian dan kajian-kajian yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu.

Penelitian mengenai manajemen risiko sudah banyak dilakukan diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Andriyani dan Adi (2016) mengaplikasikan kombinasi metode *risk assessment* yaitu VaR dan FMEA dalam perumusan strategi mitigasi risiko pada sistem distribusi PT.Semen Padang. Penelitian ini dilakukan berdasarkan kerangka kerja ISO 31000. Rosih, et al. (2015) menerapkan metode FMEA sebagai alat dalam menganalisis risiko operasional yang berada pada departemen logistik PT. XYZ Malang permasalahan seperti keterlambatan bahan baku, kecacatan material, dan pekerjaan yang tidak sesuai dengan Standard Operasional Prosedur yang ada dicari akar penyebab masalah dan bagaimana pemecahan masalahnya dengan menggunakan metode ini. Silva, et al. (2014) dalam penelitiannya melakukan identifikasi risiko pada sebuah organisasi untuk mencegah kegagalan pada sistem teknologi informasi. Penelitian ini

dilakukan dengan metode fuzzy FMEA dan menggunakan kerangka kerja sesuai dengan standard ISO. Soputan dan Mandagi (2014) menggunakan standard AS/NZ 4360:2004 dalam melakukan manajemen risiko untuk kesehatan dan keselamatan kerja (k3) dalam kegiatan pembangunan proyek infrastruktur gedung. Risiko-risiko yang ada akan digolongkan kedalam *risk matrix* untuk mengetahui tingkatan risiko.

Sedangkan penelitian mengenai manajemen risiko berdasarkan *supply chain* juga sudah beberapa kali dilakuakn seperti Utama dan Pujawan (2009). Penelitian ini menggunakan metode FMEA dan HOR. Penelitian ini dilakukan untuk melakukan manajemen risiko pada *supply chain* dan menggunakan kerangka kerja risiko AS/NZ. Anggrahini, et al. (2015) melakukan penelitian dalam mengendalaikan kualitas risiko pada *supply chain* produksi udang beku. Dalam penelitian ini menggunakan model SCOR dan dengan metode ARP dan HOR. Mangla, et al (2015) menggunakan metode Fuzzy AHP dalam melakukan *risk assessment*. Penelitian ini dilakukan untuk mencegah hal-hal yang dapat menyebabkan kegagalan dalam penerapan *Green Supply chain* didalam sebuah perusahaan. Hasil dari penelitian ini adalah penentuan ranking prioritas risiko tertinggi yang akan menjadi perhatian dalam melakukan mitigasi risiko. Selain itu Widiasih, et al (2015) melakukan penelitian untuk melakukan manajemen risiko pada sebuah pabrik manufaktur di Indonesia dengan menggunakan metode integrasi antara Delphi Method, HOR, ISM, dan ANP. Dalam pelaksanaan prosedur penelitian dilakukan berdasarkan standard ISO 31000.

Penelitian mengenai manajemen risiko dengan pendekatan *fault tree analysis* sudah cukup sering dilakukan sehingga banyak referensi dalam penelitian menggunakan metode FTA diantaranya Mayangsari, et al. (2015) mengadopsi metode integrasi FMEA dan FTA dalam melakukan pengendalian kualitas produk yaitu dengan melakukan mitigasi risiko pada departemen produksi pabrik isolator agar jumlah produk cacat yang ada berkurang.

Dalam penulisan tugas akhir ini digunakan kombinasi metode antara SCOR dan FTA. Dalam penelitian sebelumnya sudah pernah dilakukan penelitian manajemen risiko dengan menggunakan model SCOR dan FTA seperti Athikulrat, et al. (2015) menggunakan metode FTA untuk menganalisis kegagalan dan mengukur performansi *supply chain* berdasarkan model SCOR. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis keandalan dan performansi berdasarkan nilai kegagalan yang didapat dari FTA.

Index kegagalan ini akan dikonversi ke index keandalan. Berdasarkan hasil penelitian ini nilai yang memiliki index kegagalan SCOR tertinggi adalah atribut *agility*. Disisi lain dalam kajian penelitian sebelumnya, Faizal dan Palaniappan (2014) melakukan pengkajian mengenai *risk assessment* pada *supply chain* dengan tujuan agar risiko yang ada didalam rantai pasok perusahaan dapat efektif dalam manajemen pengendalian risiko. Dalam penelitian tersebut digunakan SCOR untuk membagi proses bisnis *supply chain* perusahaan dan dalam melakukan *risk assessment* dapat menggunakan FTA untuk diagnosa risiko dan menginvestigasi scenario yang terjadi yang membawa kepada kejadian puncak (*top event*). Ziegenbein dan Baumgart (2006) melakukann penelitian mengenai penilaian risiko dalam *supply chain* dengan menggunakan pendekatan kuantitatif dengan melakukan pengukuran nilai probabilitas menggunakan FTA dan model SCOR dalam pemetaan proses rantai pasok untuk meminimasi kerugian biaya atas dampak kegagalan pada *supply chain* perusahaan.

Dibawah ini merupakan rangkuman dari penjelesan penelitian yang pernah dilakuakan:

Tabel 2.3 Penelitian terdahulu

Peneliti	Objek	Metode	Standar Risiko
Yuris Permana	Supply Chain	Menggunakan	AS/NZ 1999
Yoga Utama, I	PT. Industri	pendekatan FMEA	
Nyoman Pujawan	Kereta Api	dan HOR	
(2009)			
Dewanti	Model SCOR	Menggunakan	-
Anggrahini, Putu	produsen	metode ARP dan	
Dana Karningsih,	udang beku	HOR	
Martian			
Sulistiyono			
(2015)			
Mita Andriyani,	Sistem	Menggunakan	ISO 31000
Alexie	distribusi PT.	metode FMEA dan	
Herryandie	Semen	VaR	
Bronto Adi	Padang		

Peneliti	Objek	Metode	Standar Risiko
(2016)			
Maisa Mendonca Silva, Ana Paula Henriques de Gusmao, Thiago Poletto, Lucio Camara e Silva	Teknologi Sistem Informasi dalam Organisasi	Metode Fuzzy FMEA	ISO 31000
(2014)			
Sachin Kumar Mangla, Pradeep Kumar, Mukesh Kumar Barua	Green Supply Chain dalam perusahaan	Fuzzy AHP	European Union Standard
(2015)			
Wiwini Widiastih, Putu Dana Karningsih, Udisubakti Ciptomulyono	Safety, Quality, Costs, Delivery, People (SQCDP) dalam perusahaan manufaktur	Integrasi Delphi Method, HOR, ISM, dan ANP	ISO 31000
(2015)			

Peneliti	Objek	Metode	Standar Risiko
Maryam Gallab, Hafida Bouloiz, Emmanuel Garbolino, Mohamed Tkouat, Mohamed Ali Elkalani, Nicolas Bureau (2017)	Kegiatan Maintenance pada Perusahaan LPG	Metode Simulasi	ISO 31000
Gabby E. M. Soputan, Bonny F. Sompie, Robert J.M. Mandagi (2014)	Kesehatan dan keselamatan Kerja (K3) pada proyek pembangunan infrastruktur gedung.	Risk Matrix	AS/NZ 4360:2004
Diana Fitria Mayangsari, Hari Adianto, Yoanita Yuniati (2015)	Departemen Produksi Isolator	Metode FMEA dan FTA	-
Akhmad Raunaq Rosih, Mochamad Choiri, Rahmi Yuniarti (2015)	Departemen Logistik PT.XYZ	FMEA	-
Kittichai Athikulrat, Viechai	Perusahaan minyak kelapa sawit,	AHP, FTA	-

Peneliti	Objek	Metode	Standar Risiko
Rungreanganum, Sompoap Talabgaew	Thailand		

Selain itu juga didapatkan cukup banyak penelitian yang mengkaji teoritis pada bidang manajemen risiko rantai pasok industri menggunakan FTA. Akan tetapi masih sedikit dan jarang penelitian yang dilakukan dalam penilaian risiko dengan menggunakan *Layer of Protection Analysis* (LOPA). Penelitian yang membahas manajemen risiko dengan pendekatan model SCOR dan menggunakan FTA dan LOPA dalam melakukan analisis dan tindak mitigasi risiko untuk *risk assessment* dalam sebuah studi kasus masih jarang dilakukan. Berdasarkan hal tersebut, penulis melakukan penelitian mengenai manajemen risiko dengan pendekatan integrasi SCOR, FTA, dan LOPA pada Stasiun Pengisian dan Pengangkutan Bulk Elpiji (SPPBE) di PT. Narada Agungnugraha. Didalam melakukan penelitian, penulis menggunakan standar risiko ISO 31000 untuk melakukan penilaian risiko yang terdiri dari identifikasi, analisa, dan evaluasi risiko.

UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Lokasi Penelitian bertempat di Stasiun Pengisian dan Pengangkutan Bulk Elpiji (SPPBE) PT. Narada Agungnugraha Dsn. Palemsari, Bokoharjo, Prambanan, Sleman, Yogyakarta.

3.2 Obyek Penelitian

Obyek penelitian merupakan himpunan elemen yang dapat berupa orang, organisasi atau barang yang akan diteliti. Obyek penelitian adalah pokok persoalan yang hendak diteliti untuk mendapatkan data secara lebih terarah. Adapun obyek penelitian ini adalah risiko-risiko yang dapat terjadi pada *supply chain* PT. Narada Agungnugraha (*risk event*) berdasarkan elemen SCOR (*plan, source, make, delivery, return*)

3.3 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data primer

Data primer merupakan data yang langsung didapat dari sumbernya. Data ini didapat melalui *expert* yang dijadikan sebagai sarana untuk mendapatkan informasi. Penelitian ini menggunakan data primer untuk mendapatkan informasi mengenai risiko yang ada beserta sumber kejadian didalam rantai pasok SPPBE PT. Narada Agungnugraha melalui wawancara dan kuisisioner dengan manajer, sekretaris dan orang yang terjun langsung dalam kegiatan yang ada didalam SPPBE PT. Narada Agungnugraha seperti dari dept. transportasi, administrasi umum , maintenance, logistik, dan operasional.

2. Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang tidak secara langsung diperoleh dan data diperoleh melalui sumber lain seperti dokumentasi perusahaan berupa foto perusahaan dan jurnal. Data sekunder ini bersifat mendukung keperluan data primer.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini, antara lain :

1. Observasi

Observasi dilakukan adalah pengumpulan data dengan cara melakukan peninjauan langsung terhadap proses bisnis yang ada pada SPPBE PT. Narada Agungnugraha.

2. Wawancara

Wawancara dilakukan kepada beberapa karyawan dan *expert* dari SPPBE PT. Narada Agungnugraha mengenai proses bisnis dan untuk mengidentifikasi risiko apa saja yang terdapat di dalam aktivitas rantai pasok perusahaan, dilakukan dalam pembangunan model FTA dan dilakukan untuk mendiskusikan langkah mitigasi yang digunakan. Wawancara diantaranya dilakukan dengan manager, sekretaris, dan beberapa karyawan yang menjalankan kegiatan secara langsung.

3. Kuisioner

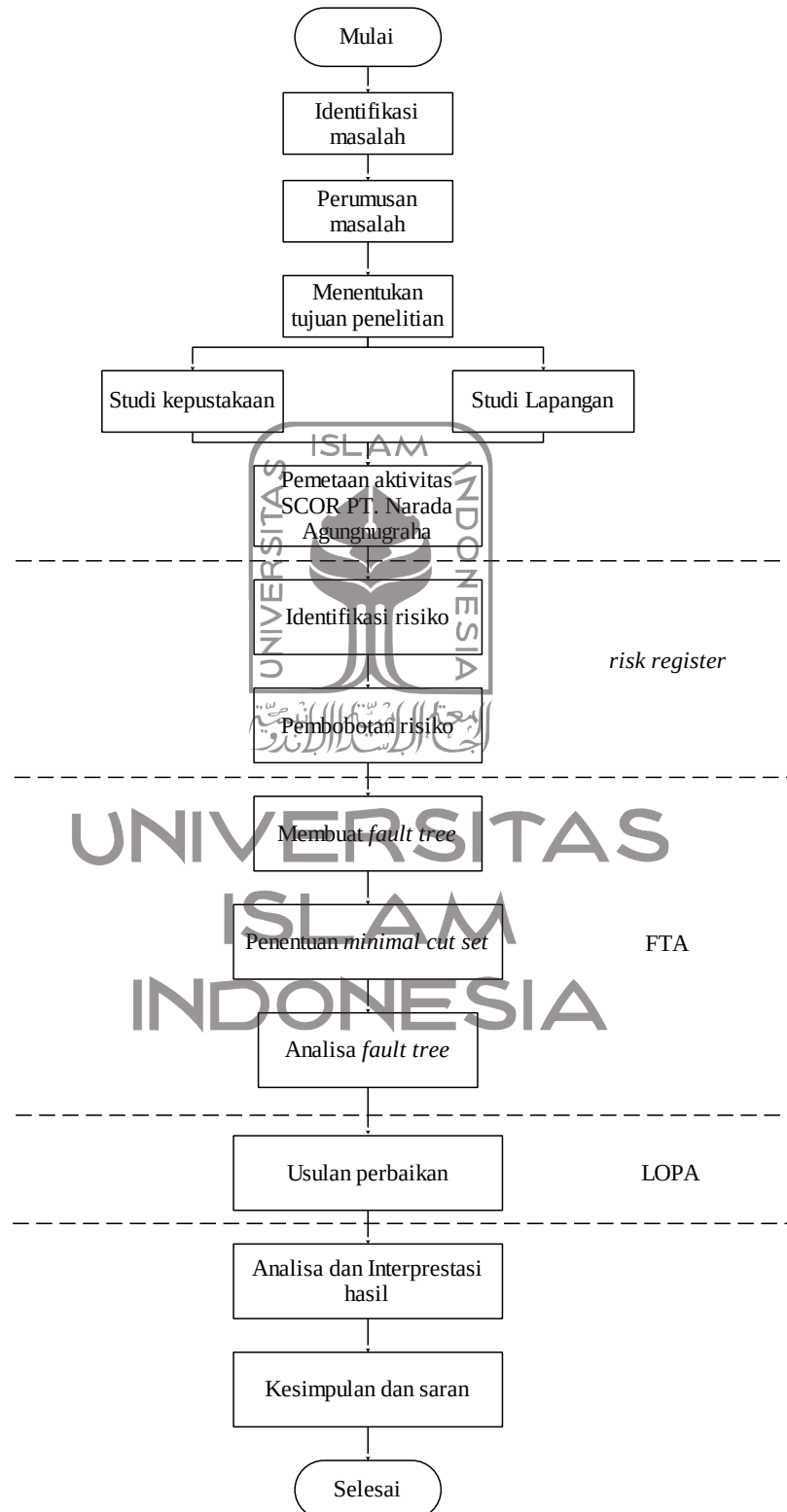
Kuisioner diberikan untuk mengetahui bobot risiko didalam *risk register* yang telah diidentifikasi menggunakan observasi dan wawancara sebelumnya. Nilai pembobotan ini dilakukan untuk mengetahui prioritas risiko yang menjadi *top event* didalam FTA dan diketahui penyebab terjadinya risiko

4. Kajian literatur

Kajian literatur adalah metode pengumpulan data dengan cara menggunakan buku, jurnal, paper, prosiding, atau referensi lainnya yang berkaitan dengan topik yang sedang dibahas. Metode ini dilakukan oleh penulis dengan cara memaca literatur yang terkait dengan manajemen risiko, SCOR, dan FTA.

3.5 Alur Penelitian

Dari gambar 3.1 dapat dilihat prosedur penelitian yang dilakukan sebagai berikut



Gambar 3.2 Flowchart Penelitian

Berdasarkan gambar 3.1 dapat dilihat alur penelitian yang dilakukan. Tahap penelitian akan dijelaskan sebagai berikut

1. Identifikasi masalah

Pada tahap ini dilakukan observasi langsung dan mempelajari proses yang ada pada perusahaan SPPBE PT. Narada Agungnugraha untuk melakukan identifikasi permasalahan yang ada.

2. Perumusan masalah

Setelah masalah teridentifikasi dibuat perumusan masalah yang akan menjadi tujuan penelitian. permasalahan yang diteliti merupakan masalah yang mampu dipecahkan dengan keilmuan teknik industri.

3. Studi kepustakaan dan studi lapangan

Tahap selanjutnya adalah melakukan studi literatur yang berhubungan dengan permasalahan yang ada sesuai dengan tujuan penelitian seperti penentuan kesesuaian metode yang digunakan. Adapun studi literature yang dibutuhkan adalah kajian deduktif dan induktif. Studi lapangan dilakukan untuk mencocokkan kesesuaian kajian teoritis dengan keadaan sebenarnya.

4. Pemetaan aktivitas SCOR perusahaan

Pada tahap ini dilakukan pemetaan aktivitas rantai pasok pada SPPBE PT. Narada Agungnugraha berdasarkan lima elemen SCOR (*plan, source, make, delivery, return*)

5. Identifikasi risiko

Dari pemetaan aktivitas lima elemen SCOR, diidentifikasi *risk event* yang dapat mempengaruhi rantai pasok perusahaan. Pada tahap ini digunakan kuisisioner untuk diisi oleh *expert* perusahaan sesuai bidang.

6. Pembobotan risiko

Setelah dilakukan identifikasi dilakukan pembobotan risiko dengan menggunakan perhitungan antara *likelihood* dan *impact* kemudian dilihat prioritas risiko yang akan diselesaikan dengan menggunakan *risk map*. Tahap ini juga menggunakan kuisisioner agar lebih mudah dalam menentukan *risk level*. Kuisisioner ini diisi oleh *expert*.

7. Membuat *fault tree*

Dari hasil *risk map*, risiko yang diprioritaskan dan berada pada luar batas garis toleransi dilakukan analisis lebih lanjut dengan membangun pohon kesalahan untuk diketahui penyebab dasar. Dalam membuat *fault tree* dimulai dengan menentukan kejadian puncak terlebih dahulu.

8. Menentukan *minimal cut set*

Minimal cut set ditentukan untuk mengetahui kombinasi himpunan yang dapat menimbulkan kejadian puncak secara langsung. Penentuan *minimal cutset* dilakukan dengan perhitungan berdasarkan prinsip aljabar Boolean.

9. Analisa *fault tree*

Analisa *fault tree* dilakukan dengan melakukan perhitungan probabilitas dari bawah untuk menentukan probabilitas yang ada pada kejadian puncak.

10. Usulan perbaikan

Usulan perbaikan dilakukan dengan metode LOPA dengan tujuan dapat mengurangi probabilitas terjadinya risiko yang tidak diinginkan.

11. Analisa dan interpretasi hasil

Setelah ditentukan penanganan risiko dilakukan interpretasi hasil penelitian

12. Kesimpulan dan saran

Tahap akhir ini berisi jawaban singkat hasil dari penelitian terhadap permasalahan yang ada dan pemberian saran bagi perusahaan maupun penelitian selanjutnya.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGELOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Deskripsi Perusahaan

SPPBE PT. Narada Agungnugraha didirikan pada tanggal 7 Juni 2010 sesuai dengan akte pendirian no.45 tahun 2010 yang dibuat oleh notaris Rio Kustianto Wironegoro, S.H. M.Hum dan telah disahkan oleh Menteri Hukum dan Hak Azasi manusia Republik Indonesia dengan nomor AHU-35212.AH.01.01 tahun 2010 tanggal 14 Juli 2010. Beralamat di dusun Palemsari, Bokoharjo, Prambanan, Sleman. SPPBE PT. Narada Agungnugraha menempati lahan seluas 6000 m² yang disewa beserta sarana dan fasilitas yang terdapat diatasnya dari PT. Bakti Bunga Ananda seperti yang tercantum dalam akte no. 01 tertanggal 1 Desember 2010 oleh Notaris Rio Kustianto Wironegoro, S.H. M.Hum.

Didalam akte pendirian tersebut, susunan pengurus hingga saat ini adalah sebagai berikut:

Direktur : Andreasworo Dono Suryoadilaksmono
 Komisaris utama : Ise Yanetha
 Komisaris : Diana Ekayanti Wijaya
 Ratu Nur Alya Roza
 Doddy Cahyo Nugroho

Dokumen perizinan perusahaan:

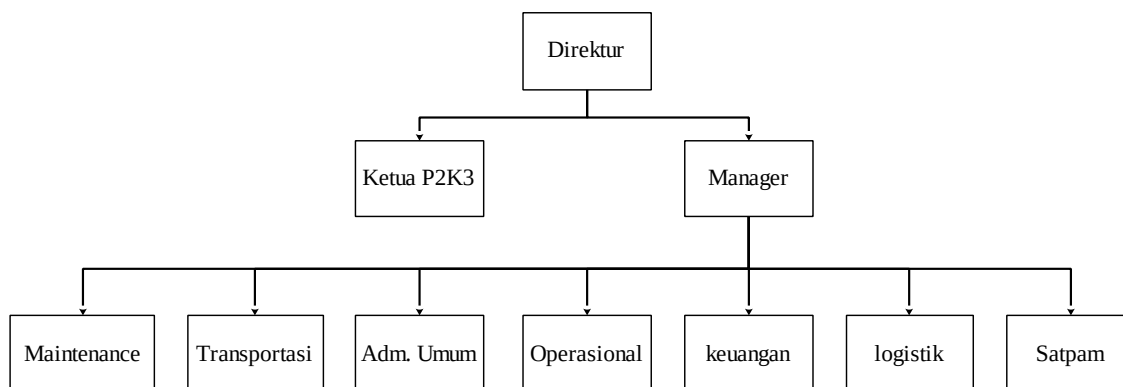
1. Surat Perjanjian Pengusahaan dan Penggunaan Stasiun Pengisian dan Pengangkutan Bulk Elpiji (SPPBE) Nomor: 1071/ F10000/2010-S3 tertanggal: 27 Desember 2010 dengan masa berlaku 10 tahunan: 27 Desember 2010 sampai dengan 22 Desember 2020 (kontrak kerja)
2. Surat keterangan terdaftar di PT. Pertamina (Persero) No. Vendor : 141603
3. NPWP No. 31.203.257.6-542.000

4. Izin gangguan / HO No. 503/004035.68.15/305/IG/2015 berlaku 5 tahun sampai dengan 19 Juni 2020
5. SIUP No. 503/00207/PM/II/2013 berlaku sampai dengan 12 Februari 2018
6. TDP No. 120211901449 berlaku sampai dengan 26 Juli 2020
7. Surat Izin Usaha Pengangkutan dari Ditjen Migas berlaku sampai 7 November 2017

Dengan adanya konversi minyak tanah ke elpiji maka SPPBE PT. Bakti Bunga Ananda ditunjuk dan diberi kepercayaan oleh Pertamina sebagai SPPBE pertama yang melakukan pengisian tabung elpiji 3 kg. setelah diterbitkannya izin prinsip pemisahan SPPBE untuk pengisian tabung 3 kg, maka pada tanggal 1 Februari 2011 sesuai surat persetujuan kelayakan operasi SPPBE PT. Narada Agungnugraha mulai melayani pengisian LPG 3 kg. pada awal produksi SPPBE PT. Narada Agungnugraha melayani pengisian rata-rata 23 ton/ hari untuk 11 agen. Namun saat ini rata-rata produksi sebanyak 45 ton untuk 12 agen wilayah kabupaten Sleman, yaitu:

1. KSU Lansia
2. KSU Kopana
3. PT. Akas Waras Indonesia
4. PT. Arza Putra Mandiri
5. PT. Dutagas Sinar Abadi
6. PT. Mita Jaya Pratama
7. PT. Patra Dewi
8. PT. Rama Shinta Abadi Mulia
9. PT. Rariza Putra
10. PT. Shinta Rachmawati
11. PT. Suhadi Jaya Abadi
12. PT. Wini Bunad Utama

Struktur organisasi pada PT. Narada Agungnugraha terdiri dari direktur, ketua P2K3, manager, maintenance, transportasi, administrasi umum, operasional, keuangan, logistik, dan satpam dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Struktur Organisasi Perusahaan

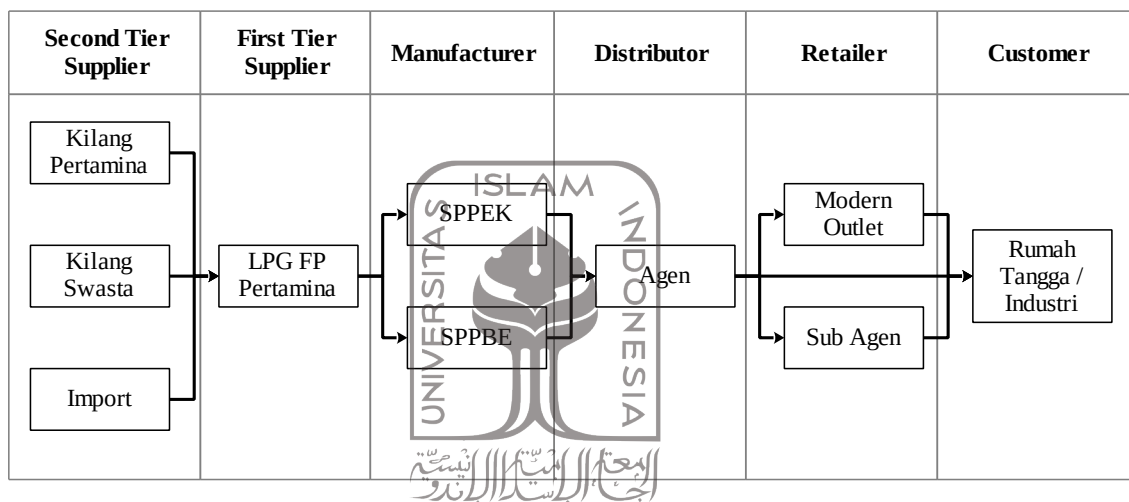
Sumber daya manusia pada SPPBE PT. Narada Agungnugraha memiliki berjumlah sebanyak 57 orang dengan rincian pada tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Sumber Daya Manusia Perusahaan

No.	Jabatan	Jumlah
1	Direktur	1
2	Komisaris	4
3	Operasional	
	- Administrasi	6
	- Keuangan	2
	- Produksi	24
	- transportasi	10
4	Teknik	4
5	Keamanan	6
	Total	57

4.1.2 Pemetaan Aktivitas Supply Chain

Aktivitas *supply chain* adalah aktivitas dimana terjadi kegiatan penyaluran barang produksi dan jasanya kepada padara pelanggan. Rantai pasok juga merupakan hubungan mengenai bagaimana bahan baku diperoleh, kemudian diproses, hingga menjadi sebuah produk yang siap didistribusikan konsumen. Pada aktivitas rantai SPPBE PT. Narada Agungnugraha, beberapa pemain utama yang terlibat terdiri dari *second tier supplier*, *first tier supplier*, *manufacturer*, *distributor*, *retailer*, dan *customer*.



Gambar 4.2 Aktivitas Supply Chain Perusahaan

Dari gambar 4.2 dapat dilihat proses *supply chain* pada SPPBE PT. Narada Agungnugraha dari hulu ke hilir dimulai dari kilang pertamina, swasta, maupun impor yang diteruskan pada LPG FP Pertamina, LPG FP Pertamina juga menjadi supplier utama dari SPPEK (Stasiun Pengisian dan Pengangkutan Elpiji Khusus) yang dikhususkan menangani produk elpiji non-subsidi seperti tabung 10 kg, 50 kg, Bright gas, dan SPPBE (Stasiun Pengisian dan Pengangkutan Bulk Elpiji) untuk menangani produk elpiji subsidi atau elpiji tabung 3 kg. Agen / distributor akan mengambil produk ke SPPBE / SPPEK untuk diteruskan kepada retailer seperti modern outlet ataupun pedagang eceran sehingga konsumen akhir dapat membeli elpiji pada retailer.

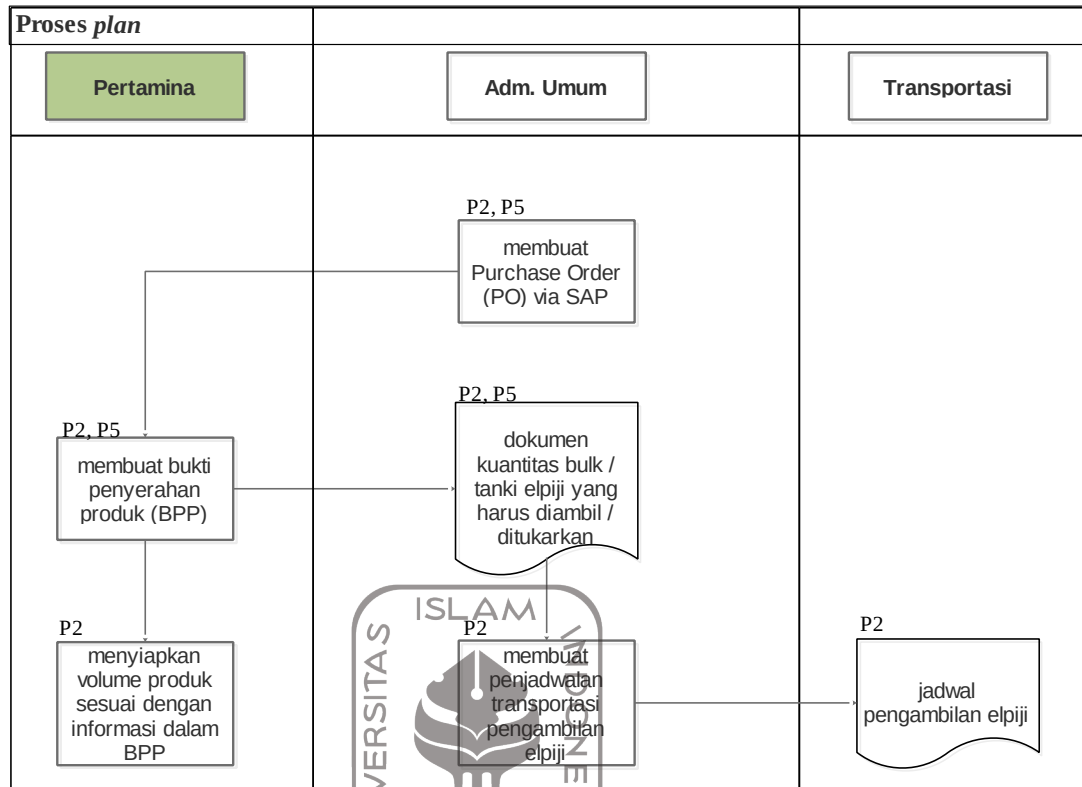
4.1.3 Pemetaan Aktivitas berdasarkan SCOR

Pemetaan aktivitas perusahaan berdasarkan model SCOR dalam melakukan manajemen risiko bertujuan untuk memudahkan dalam mengidentifikasi risiko yang ada didalam supply chain perusahaan. Digunakan pendekatan SCOR dikarenakan SCOR merupakan suatu model acuan dari operasi *supply chain* (Pujawan dan Mahendrawati, 2010). Berikut ini merupakan pemetaan aktivitas SPPBE PT. Narada Agungnugraha dengan menggunakan pendekatan SCOR:

1. *Plan*

Dalam penerapan model *supply chain operation reference* (SCOR) terdapat lima jenis tipe *plan* level 2 yang dapat digunakan yaitu *plan supply chain* (P1), *plan source* (P2), *plan make* (P3), *plan deliver* (P4), dan *plan return* (P5). Pada studi kasus ini tipe perencanaan yang digunakan adalah *plan source* (P2) dan *plan return* (P5).

Plan source (P2) adalah proses membandingkan persyaratan total material dengan peramalan P1 yang dibuat dan membangun sebuah perencanaan sumber daya persyaratan material dan tujuan persediaan menurut tipe komoditas. Pada elemen ini juga penjadwalan agar dapat mengetahui berapa banyak produk yang harus dibeli, persediaan, dan persyaratan kedepan. *Plan return* (P5) adalah proses pengembalian barang yang telah direncanakan untuk memenuhi pelayanan, biaya, dan *inventory goal*. Didalam perencanaan ini juga dapat menginformasikan tipe, volume, dan jadwal pengembalian terencana maupun pengembalian yang tidak direncanakan akan tetapi telah diketahui tim pabrikasi, perawatan, dan logistik. dibawah ini merupakan aliran perencanaan pada perusahaan:



Gambar 4.3 Proses Plan

Proses *plan* atau perencanaan pada SPPBE PT. Narada Agungnugraha memiliki prosedur yang sama untuk perencanaan pengadaan bulk elpiji dan pergantian tabung elpiji secara berkala. Kegiatan rantai pasok yang ada pada perusahaan Pertamina sudah menggunakan sistem SAP hingga tingkat agen atau distributor sehingga seluruh kegiatan termasuk dalam kegiatan perencanaan berdasarkan sistem SAP dari Pertamina.

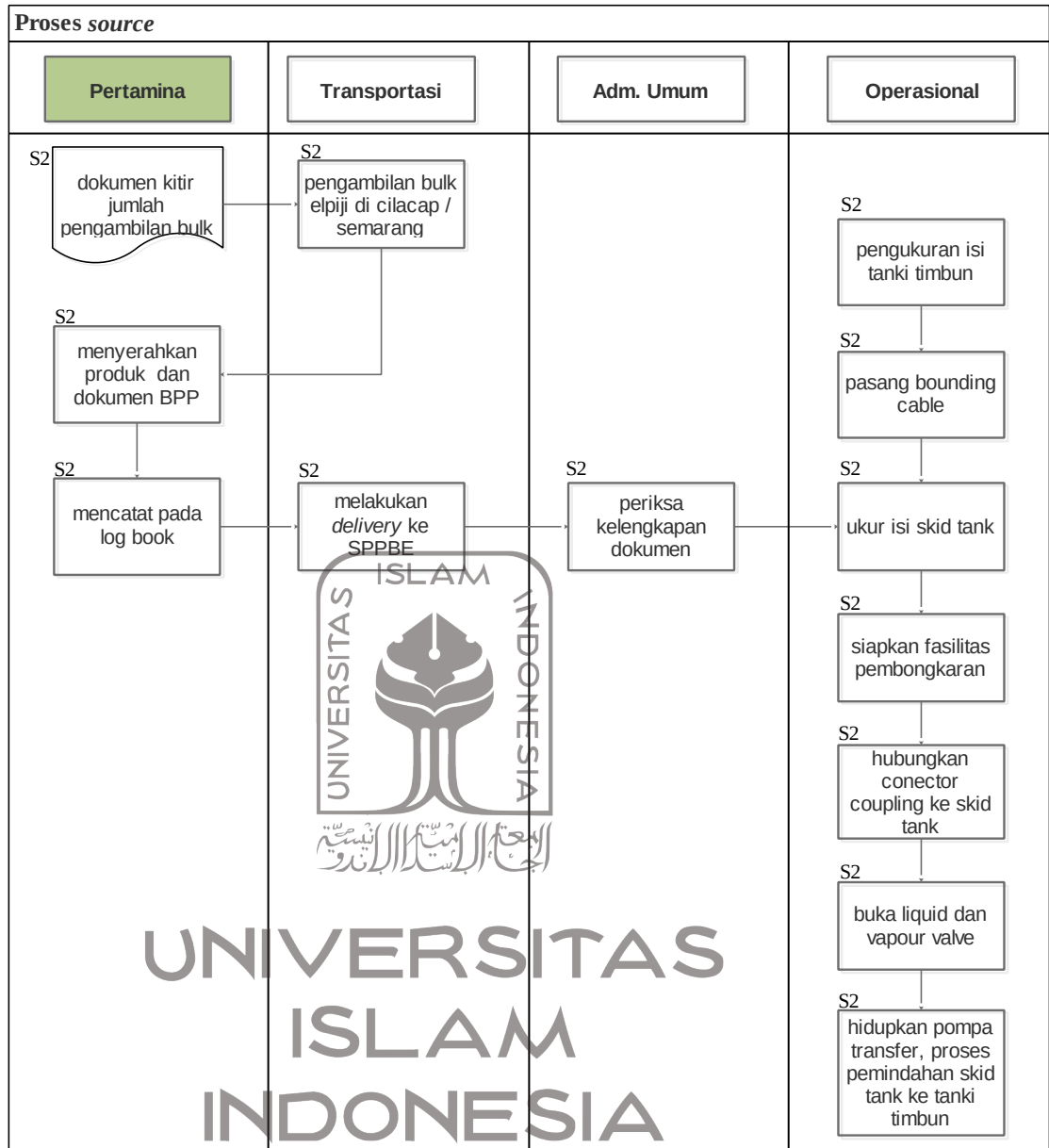
Pada elemen *plan* hal pertama adalah melakukan *purchase order* melalui sistem SAP pada FP Pertamina terdekat. Dari pihak Pertamina akan membuat bukti penyerahan produk menjadi empat rangkap melalui SAP berdasarkan PO. Didalam BPP terdapat kapasitas angkut skid tank SPPBE ataupun kuantitas tabung yang akan ditukarkan terdekat. FP Pertamina atau pihak *supplier* tabung akan menyiapkan volume / kuantitas produk sesuai dengan informasi yang ada didalam BPP sementara pihak SPPBE akan membuat penjadwalan untuk transportasi pengambilan elpiji sementara tabung akan diambil oleh pihak *supplier* tabung.

2. *Source*

Dalam model *supply chain operation reference* (SCOR) tipe *source* pada level 2 terdiri dari *source stocked product* (S1), *source make-to-order product* (S2), dan *source engineer-to-order* (S3). Elemen ini mencirikan suatu perusahaan dalam membeli bahan baku dan barang jadi. Faktor utama dalam menentukan *source* dapat memicu kejadian pada elemen *plan*, *make*, dan *deliver* dan keadaan barang di pemasok ketika pemesanan dilakukan. Pada studi kasus kali ini menggunakan tipe *make to order product* (S2) karena dalam merespon suatu kebutuhan bahan baku ditentukan berdasarkan persyaratan pesanan yang spesifik dari dokumen kitir pertama yang telah dibuat sebelumnya. Gambar 4.4 merupakan *flowmap* proses bisnis elemen *source* pada SPPBE PT. Narada Agungnugraha



UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA



Gambar 4.4 Proses source

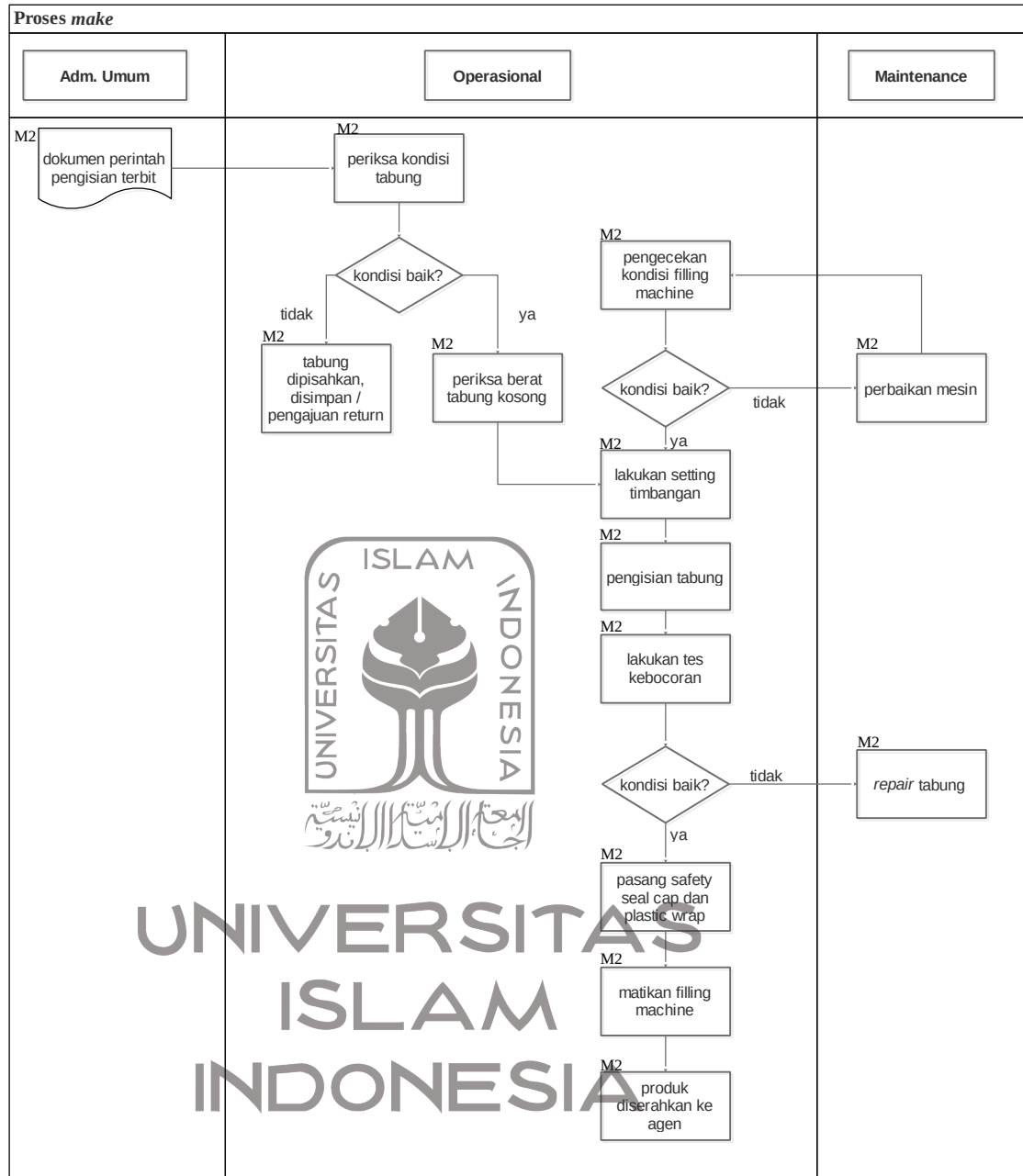
Proses kedatangan bahan baku dimulai dari dokumen yang dikirim dari Pertamina mengenai jumlah kuantitas bulk elpiji yang harus disediakan setiap harinya. Dokumen atau kitir yang diterima oleh SPPBE PT. Narada Agungnugraha selanjutnya akan disesuaikan oleh departemen transportasi untuk melakukan penjadwalan pengambilan bulk pada *filling plant* di daerah Semarang ataupun Cilacap. Departemen transportasi akan mengambil bulk elpiji / tabung sesuai dengan tempat yang telah ditentukan dan setelah dilakukan penyerahan produk dilakukan penyerahan dokumen BPP lembar ke-1 dan ke-2 untuk pihak SPPBE, lembar ke-3 untuk analisis rendal, dan lembar ke-4 disimpan sebagai dokumentasi

file. Selanjutnya pihak Pertamina akan mencatat volume produk yang dikirim pada buku catatan mutasi produk (*log book*) dan tabung atau elpiji yang diambil dapat dikirimkan ke SPPBE. Bulk elpiji diambil dan dibawa kembali pada SPPBE menggunakan *skid tank*, sebelum bulk elpiji dapat disimpan, dilakukan pengecekan dokumen terlebih dahulu oleh departemen administrasi umum seperti kesesuaian kuantitas produk yang dapat diambil, surat jalan, dan struk timbangan. Setelah dokumen dinyatakan lengkap dan sesuai, dilaksanakan prosedur penimbunan bulk elpiji oleh departemen operasional.

Pada departemen operasional bertugas untuk mentransfer bulk elpiji dari *skid tank* pada tanki timbun. Saat *skid tank* telah datang dilakukan pengukuran kembali isi dengan menggunakan timbangan atau roto gauge dan pasang *bounding cable*. Data *skid tank* beserta isinya dicatat dalam buku log sheet. Selanjutnya mengukur isi tanki timbun dan menyiapkan fasilitas pembongkaran. *Connector coupling* yang terdiri dari liquid dan vapour dihubungkan ke skid tank, buka kedua *valve*, dan nyalakan pompa transfer sehingga bulk elpiji dapat disimpan pada tanki timbun.

3. *Make*

Elemen *make* mencirikan suatu perusahaan dalam mengubah status bahan mentah menjadi barang setengah jadi dan kemudian menjadi barang jadi. Pada SPPBE PT. Narada Agungnugraha produk yang diubah merupakan bulk elpiji yang dikemas dalam tabung 3 kilo hingga produk layak dipasarkan. Tipe dalam proses *make* level 2 terdiri dari *make to stock* (M1), *make to order* (M2) dan *engineer to order* (M3). Dalam penelitian ini level 2 dari elemen *make* masuk ke dalam tipe M2 hal ini dikarenakan proses *make* dipicu oleh persyaratan pesanan tertentu dari Pertamina. Pengubahan penentuan bahan mentah ataupun bahan setengah jadi dilakukan sebagai reaksi atas jumlah yang telah dilakukan setiap harinya. *flowmap* dari proses *make* dapat dilihat dari gambar 4.5 berikut

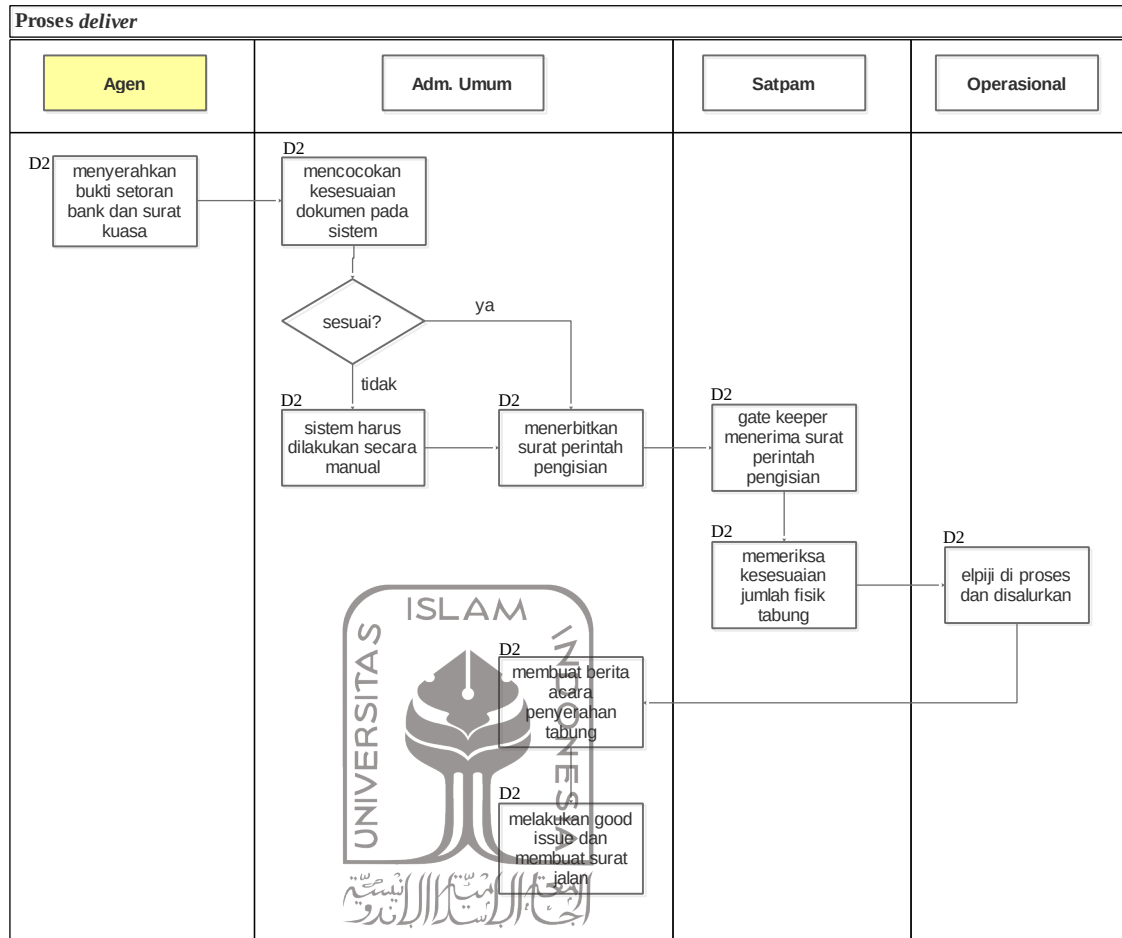
Gambar 4.5 Proses *make*

Proses *make* pada SPPBE PT. Narada Agungnugraha dilakukan apabila departemen administrasi umum telah menerbitkan dokumen pemerintah pengisian sehingga agen akan mengantarkan tabung pada *filling plant*. Setelah diantarkan, departemen operasional akan memeriksa kondisi tabung secara visualisasi / sample, apabila kondisi tidak baik tabung akan diajukan *return* disimpan pada tempat penyimpanan tabung. Apabila kondisi baik akan dilakukan pemeriksaan berat tabung kosong.

Sebelum memulai proses pengisian akan dilakukan pengecekan kondisi *filling machine* apabila terdapat kerusakan akan dilakukan perbaikan mesin oleh departemen maintenance, selanjutnya melakukan setting timbangan pada berat yang dikehendaki sehingga proses pengisian akan berhenti apabila isi tabung sudah cukup. Setelah tabung diisi dilakukan tes kebocoran (*leakage test*) dengan direndam kedalam air, jika terdapat kebocoran akan dipisahkan dan dikosongkan dengan menggunakan *evacuation pump* kemudian dipindahkan kelokasi tabung *repair*. Tabung yang dipastikan tidak bocor diberikan *safety seal cap* dan *plastic wrap* sebagai jaminan isi dan mutu LPG. Apabila kegiatan pengisian telah selesai, matikan seluruh *filling machine*.

4. *Deliver*

Proses *deliver* mencirikan bagaimana suatu perusahaan memproses barang jadi dalam merespon pesanan pelanggan. Tipe proses *deliver* level 2 terdiri dari *deliver stocked product* (D1), *deliver make to order* (D2), dan *deliver engineer to order* (D3). Tipe proses *deliver* level 2 pada perusahaan termasuk kedalam tipe D2 yaitu *deliver make to order*. Hal ini dikarenakan D2 dipicu oleh suatu persyaratan pesanan tertentu pada barang jadi yang direncanakan untuk diubah, dikumpulkan, atau dibentuk setelah penerimaan pesanan. *flowmap* proses *deliver* perusahaan dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut.

Gambar 4.6 Proses *deliver*

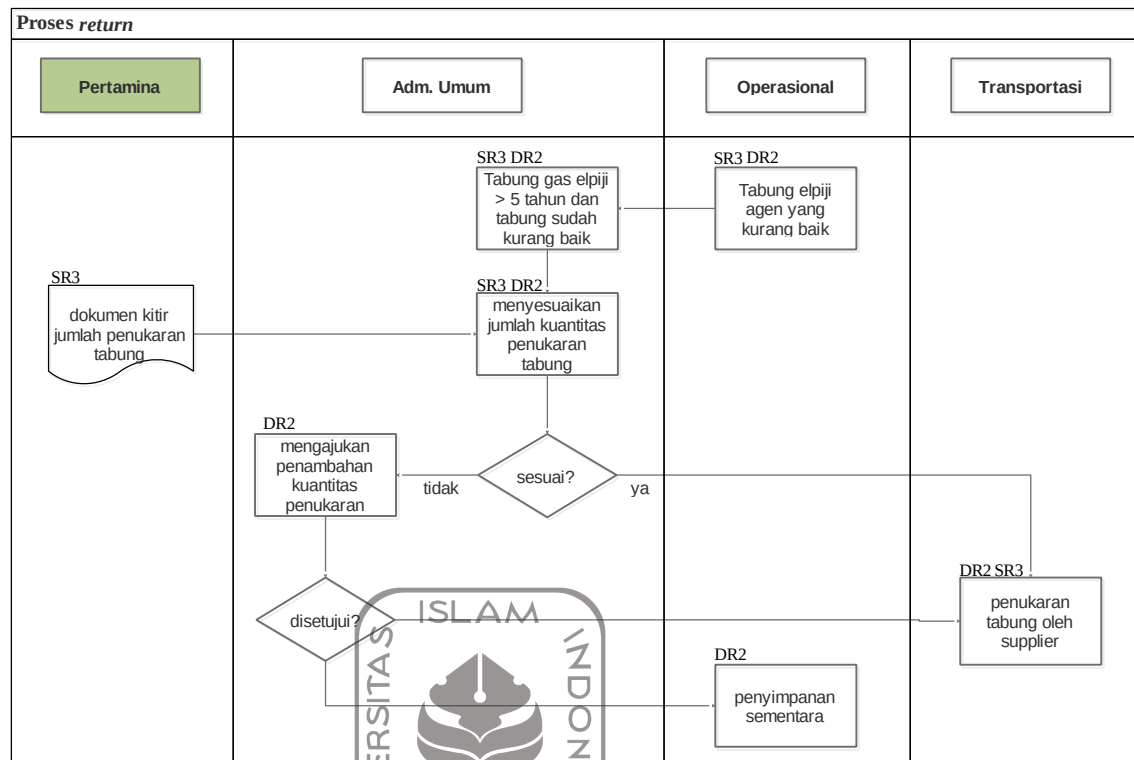
Proses *deliver* tabung LPG dilakukan oleh agen yang datang ke SPPBE PT. Narada Agungnugraha. Perpindahan kuantitas LPG yang harus ditukarkan ditentukan oleh pihak Pertamina. Agen akan membayar sesuai dengan jumlah kuantitas yang telah ditentukan. Setelah dilakukan pembayaran, agen akan mengambil tabung LPG dilokasi SPPBE yang telah ditentukan oleh Pertamina. Saat proses pengambilan, agen akan menyerahkan surat kuasa pengambilan LPG dan struk pembayaran. Departemen administrasi umum akan mencocokkan kesesuaian nomor SO yang tertera pada struk pembayaran oleh agen dengan nomor LO yang terdapat pada sistem SAP atau sistem Pertamina yang digunakan dan menerbitkan surat perintah pengisian. Apabila terdapat ketidaksesuaian, nomor LO akan disesuaikan dengan diganti secara manual sebelum surat perintah pengisian diterbitkan. Surat akan diteruskan kepada departemen operasional yang diteruskan oleh *gate keeper* dan memeriksa kesesuaian jumlah fisik tabung. Tabung LPG agen yang akan diisi akan dibawa ke *filling plant* untuk dilakukan proses pengisian oleh

departemen operasional. Setelah proses pengisian selesai, agen akan mendapat berita acara penyerahan tabung sebagai pernyataan bahwa tabung yang diterima baik secara kualitas dan kuantitas. Selain itu bagian administrasi akan melakukan *good issue* dan membuat surat jalan kepada agen yang digunakan sebagai tanda bukti pembelian LPG dari Pertamina. Saat penyerahan, surat jalan harus dilengkapi stempel dan tanda tangan agen (direktur atau yang diberi surat kuasa) selaku penerima.

5. **Return**

Pada proses *return level 2* terdiri dari *return defective product* (R1), *return maintenance repair and overhaul* (MRO) *product* (R2) dan *deliver return excess product* (R3). Didalam elemen *return* terdapat dua perspektif yaitu *return from customer* (DRx) dan *return to suppliers* (SRx). dalam menentukan tipe *return level 2* terdapat beberapa faktor utama yang berbeda. R1 terjadi apabila terdapat *warranty claim* oleh pelanggan dalam skala kecil ataupun *product recall* oleh sumber daya internal yang memiliki skala besar. Dalam hal ini pelanggan dan sumber daya internal akan melaksanakan langkah proses dalam *plan return*. R2 terjadi pada kejadian pemeliharaan yang tidak direncanakan oleh *engineering, maintenance*, atau *technical resources* lain. R3 adalah pengembalian persediaan yang direncanakan berdasarkan perjanjian kontrak dengan pelanggan khusus atau pengembalian persediaan yang tidak direncanakan.

Pada SPPBE PT. Narada Agungnugraha terdapat dua tipe proses *return* yaitu DR2 (*return defective product*) pengembalian tabung dari agen karena tabung perlu diganti baik disebabkan dari hasil *retest* yang kurang baik maupun secara visualisasi dan SR3 (*return excess product*) yaitu pengembalian tabung yang sudah direncanakan dan ditentukan secara spesifik oleh pihak Pertamina untuk jumlah penukaran dan lokasi penukaran. Produk tabung yang dikembalikan dan diganti merupakan tabung yang telah berusia ≥ 5 tahun secara berkala.



Gambar 4.7 Proses return

Proses *return* pada SPPBE PT. Narada Agungnugraha dilakukan berdasarkan dokumen yang telah ditentukan oleh pihak Pertamina maupun tabung agen yang kurang baik diutamakan tabung gas elpiji yang berusia lebih dari 5 tahun. Apabila kuantitas tabung sama dengan jumlah penukaran tabung yang telah dijadwalkan pemerintah, departemen transportasi dapat langsung menukarkan tabung pada pihak supplier yang telah ditentukan. Akan tetapi apabila jumlah tabung yang perlu ditukar lebih banyak dari yang sudah ditentukan, pihak SPPBE dapat mengajukan penambahan kuantitas jika disetujui tabung dapat ditukar sesuai kebutuhan akan tetapi jika tidak disetujui tabung disimpan pada tempat penyimpanan sementara.

4.1.4 Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko dilakukan dengan menggunakan kuisioner dan tabel *risk register* untuk menentukan nilai. Dengan menggunakan tabel *risk register* dapat diketahui *risk event* yaitu peristiwa risiko dan *risk cause* penyebab risiko tersebut dapat terjadi. Selain itu juga dapat diketahui tempat atau sumber risiko tersebut terjadi. Di dalam *risk*

register juga terdapat *severity* yaitu dampak yang ditimbulkan secara kualitatif. Dari hasil identifikasi risiko berdasarkan aktivitas yang ada pada rantai pasok perusahaan, didapat sebanyak 32 *risk event*.

Dari risiko yang ada tersebut dicari nilai *inherent risk* dengan menentukan bobot *likelihood* dan *impact* terlebih dahulu. *Likelihood* adalah tingkat keseringan risiko terjadi dan *impact* adalah besarnya dampak yang ditimbulkan apabila risiko tersebut terjadi. Pembobotan dilakukan oleh *expert* perusahaan. Bobot pada kriteria *likelihood* terdapat pada tabel 4.2 berikut

Tabel 4.2 Kriteria *likelihood*

Rating	Deskripsi	Probability of Risk Occurance	non rutin
Rare (1)	Hampir tidak pernah terjadi	< 20%	maksimum terjadi 1 kali dalam setahun
Unlikely (2)	Bisa / mungkin terjadi	20% - < 50%	maksimum terjadi 5 kali dalam setahun
Moderate (3)	Jarang terjadi	50% - < 70%	maksimum terjadi 10 kali dalam setahun
Likely (4)	Sering terjadi	70% - < 90%	maksimum terjadi 15 kali dalam setahun
Almost Certain (5)	Hampir pasti selalu terjadi	90% - < 100%	terjadi lebih dari 20 kali dalam setahun

Sumber : Lembaga sertifikasi profesi manajemen risiko (LSPMR)

Dari hasil identifikasi risiko juga diketahui bahwa risiko yang ada memiliki kategori risiko yang berbeda-beda seperti risiko kecelakaan kerja, keluhan pelanggan, ataupun yang berkaitan dengan reputasi perusahaan. Sehingga dalam penentuan bobot *impact* disesuaikan dengan kriteria seperti pada tabel 4.3

Tabel 4.3 Kriteria *Impact*

kriteria penilaian	Indikator	insignificant	minor	moderate	major	Catastrophic
		sangat rendah (1)	rendah (2)	sedang (3)	tinggi (4)	sangat tinggi (5)
HSSE	kecelakaan kerja	tidak ada cedera	memerlukan perawatan medis P3K dan langsung dapat ditangani	memerlukan perawatan medis P3K dan dapat ditangani dengan bantuan pihak luar	cidera yang mengakibatkan cacat / hilang fungsi tubuh secara total	menyebabkan kematian
keluhan pelanggan	ketidakpuasan pelanggan	adanya keluhan yang disampaikan secara lisan	adanya keluhan yang disampaikan secara tertulis	adanya pengajuan klaim yang disampaikan secara tertulis	adanya pengajuan gugatan terhadap perusahaan	pelanggan pindah
Reputasi	brand image	tidak berdampak pada reputasi	brand image buruk bagi pelanggan langsung (supir yang mengambil produk)	brand image buruk bagi agen local	brand image buruk bagi existing principal secara nasional	resistensi dan market secara keseluruhan

Sumber : Lembaga sertifikasi profesi manajemen risiko (LSPMR)

Setelah didapat nilai pada *likelihood* dan *impact* dapat dicari nilai *risk level* dengan dilakukan perkalian antara bobot *likelihood* dengan bobot yang terdapat pada *impact*. sehingga didapat *risk register* pada tabel 4.4

Tabel 4.4 *risk register*

No.	Risk Category		Kode Risiko	Risk Event	Risk Cause	Tempat / Sumber Risiko	severity / akibat / potensi kerugian	Score / nilai inherent risk		
	Level 1	Level 2					kualitatif	likelihood	impact	risk level
1	Plan	P2 (<i>plan source</i>)	1.1	jumlah yang diinginkan dan direncanakan tidak sesuai (nilai berbeda)	kesalahan dari sistem pertamina	Adm. Umum	kegiatan produksi terganggu	2	1	2
		P5 (<i>plan return</i>)	1.2	kesalahan jumlah informasi barang diproduksi dan barang return	kesalahan dalam input data		kegiatan produksi terganggu	3	1	3
2	Source	S2 (<i>source mto product</i>)	2.1	mobil mogok / rusak dalam perjalanan	baut patah, roda rusak, kampas rem, kopling rusak	Transportasi	bulk elpiji datang terlambat	2	1	2
			2.2	keterlambatan kedatangan bulk elpiji	gangguan dalam proses transportasi		kegiatan produksi terganggu	1	2	2
			2.3	kecelakaan kendaraan saat pengambilan bulk elpiji	tabrakan	Operasional (area penimbunan)	kerusakan aset perusahaan, skid tank dapat terjadi kebocoran	1	3	3
			2.4	tidak dapat melacak tekanan dan suhu dalam tanki	pressure dan thermometer gauge tidak berfungsi		dapat menimbulkan ledakan sewaktu-waktu	1	1	1

No.	Risk Category		Kode Risiko	Risk Event	Risk Cause	Tempat / Sumber Risiko	severity / akibat / potensi kerugian	Score / nilai inherent risk		
	Level 1	Level 2					kualitatif	likelihood	impact	risk level
			2.5	percikan api / loncatan bunga api	aliran listrik statis ke atas permukaan tanah grounding dan bounding tidak berfungsi dengan baik		dapat menimbulkan ledakan sewaktu-waktu	1	3	3
			2.6	aliran listrik statis	kebocoran pipa liquid atau vapor, tanki bocor, sambungan pipa (valve) liquid atau vapor bocor		percikan api	1	3	3
			2.7	kebocoran gas	suhu udara panas, fasilitas drain tidak berfungsi		dapat menimbulkan ledakan sewaktu-waktu apabila terdapat panas	1	4	4
			2.8	temperatur tanki tinggi	kebocoran gas, kebakaran		dapat menimbulkan ledakan sewaktu-waktu	1	3	3
			2.9	Ledakan area penimbunan	korosi, tekanan didalam tanki tinggi		korban jiwa	1	5	5
			2.10	kebocoran tanki			kebocoran gas	1	3	3

No.	Risk Category		Kode Risiko	Risk Event	Risk Cause	Tempat / Sumber Risiko	severity / akibat / potensi kerugian	Score / nilai inherent risk		
	Level 1	Level 2					kualitatif	likelihood	impact	risk level
3	Make	M2 (make to order)	2.11	kebakaran	suhu udara terlalu panas, penggunaan alat berfrekuensi, LED (hp / kamera) loncatan elektron (karena listrik statis) jumlah	Logistik	dapat menimbulkan ledakan seaktu-waktu apabila gas tersebar di udara	1	4	4
			3.1	suku cadang kurang	pemesanan tidak rutin		maintenance tertunda	2	1	2
			3.2	tertimpa alat untuk memperbaiki	human error	Maintenance	luka	2	1	2
			3.3	hydran tidak jalan	usia alat, jarak antar maintenance terlalu lama		tidak dapat memadamkan sumber api	1	3	3
			3.4	genset tidak dapat dihidupkan	jarak antar maintenance terlalu lama		tidak dapat menyalakan sumber listrik cadangan	1	1	1
			3.5	percikan api saat maintenance	gesekan antar 2 alat, kensleting aki, gerinda, las		dapat menimbulkan kebakaran	1	3	3

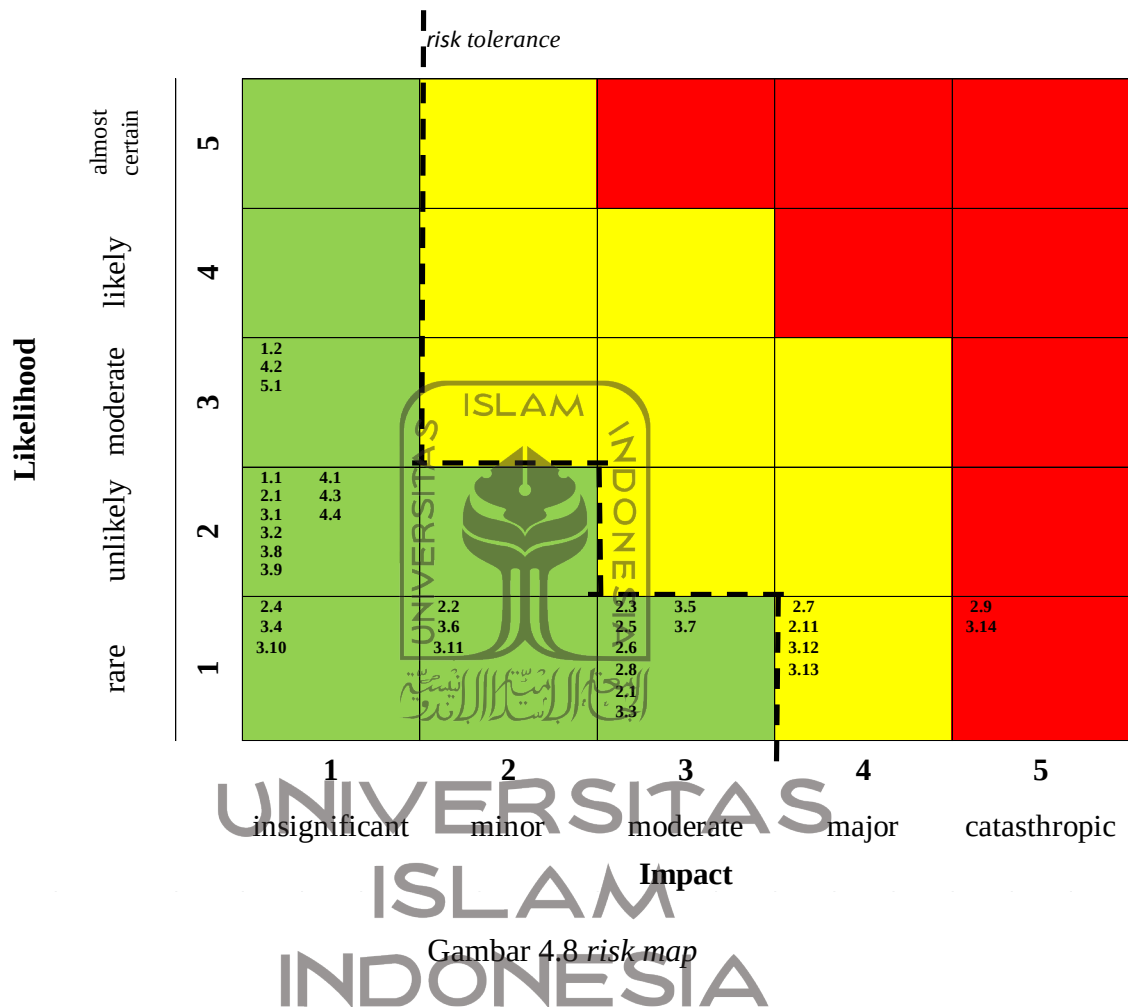
No.	Risk Category		Kode Risiko	Risk Event	Risk Cause	Tempat / Sumber Risiko	severity / akibat / potensi kerugian	Score / nilai inherent risk		
	Level 1	Level 2					kualitatif	likelihood	impact	risk level
			3.6	mesin conveyor rusak	rantai conveyor rusak, mesin tua		aliran produksi terganggu, mesin motor dapat terbakar	1	2	2
			3.7	motor terbakar	temperatur mesin terlalu tinggi, grounding kurang baik		kebakaran	1	3	3
			3.8	percikan api	proses maintenance, mesin rusak, kebocoran gas dan temperatur tinggi	Operasional (filling hall)	dapat menimbulkan ledakan sewaktu-waktu	2	1	2
			3.9	elpiji dan udara tidak keluar dari selang	valve macet		tidak bisa produksi	2	1	2
			3.10	strainer (saringan) bocor	strainer sudah terlalu lama digunakan		mesin cepat rusak, aliran tersendat	1	1	1
			3.11	selang angin dan liquid tidak dalam kondisi kurang baik	usia peralatan		kebocoran gas	1	2	2

No.	Risk Category		Kode Risiko	Risk Event	Risk Cause	Tempat / Sumber Risiko	severity / akibat / potensi kerugian	Score / nilai inherent risk		
	Level 1	Level 2					kualitatif	likelihood	impact	risk level
4	Deliver	D2 (deliver mto)	3.12	kebocoran gas	pipa, selang, filling head bocor (vapor ataupun liquid)	Adm. Umum	apabila terdapat sumber panas/ percikan api dapat menimbulkan ledakan	1	4	4
			3.13	kebakaran	motor terbakar, arus pendek listrik		dapat menimbulkan ledakan seaktu-waktu apabila gas tersebar di udara	1	4	4
			3.14	ledakan area filling	terjadi kebocoran gas dan kebakaran		korban jiwa	1	5	5
			4.1	agen tidak dapat melakukan pengisian ke filling hall	kitir dari Pertamina dan agen tidak sesuai		tidak dapat mengambil produk	2	1	2
			4.2	tidak melihat kesesuaian LO	sistem Pertamina error, internet provider error		tidak dapat mengambil produk, membuat surat manual	3	1	3
			4.3	surat jalan tidak keluar	nomor LO yang dituliskan tidak sesuai salah pada penulisan bon		tidak dapat mengambil produk	2	1	2

No.	Risk Category		Kode Risiko	Risk Event	Risk Cause	Tempat / Sumber Risiko	severity / akibat / potensi kerugian	Score / nilai inherent risk		
	Level 1	Level 2					kualitatif	likelihood	impact	risk level
5	Return	DR2 (<i>return defective product</i>)	4.4	complain dari agen	agen salah menebus biaya	Adm. Umum	barang yang diambil tidak sesuai kitir	2	1	2
			5.1	retester tidak dapat dilakukan	jumlah batas tabung yang di retest tidak sesuai (terlalu banyak)		agen mendapat tabung kualitas rendah	3	1	3

UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA

Dari hasil *risk register* diatas risiko dipetakan pada *risk map* seperti pada gambar 4.8 berdasarkan nilai *likelihood* dan *impact* yang telah ditentukan sebelumnya.



Keterangan:

- Hijau : risiko ringan
- Kuning : risiko sedang
- Merah : risiko kritis

Dari hasil pemetaan risiko pada Gambar 4.8 apabila risiko berada pada area hijau menunjukkan bahwa risiko rendah hanya perlu pemantauan singkat, pengendalian normal dan masih dalam batas toleransi. Risiko yang berada pada area kuning menunjukkan risiko perlu dikelola secara rutin, diperlukan pengendalian yang efektif dan pemantauan serta strategi harus dilaksanakan. Risiko pada area merah bersifat urgen perlu dilakukan langkah pencegahan dan pemantauan secara langsung.

Dari hasil *risk map* diketahui terdapat enam risiko yang berada diluar batas toleransi keenam risiko tersebut adalah:

1. Kebocoran gas area penimbunan (2.7)
2. Ledakan area penimbunan (2.9)
3. Kebakaran area penimbunan (2.11)
4. Kebocoran gas area *filling* (3.12)
5. Kebakaran area *filling* (3.13)
6. Ledakan area *filling* (3.14)

Keenam risiko yang berada diluar batas toleransi akan dilakukan analisis dengan menggunakan metode *fault tree analysis*.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Fault Tree Analysis

Berdasarkan hasil *risk register*, risiko yang tergolong risiko *major* adalah ledakan pada area penimbunan dan ledakan pada area *filling* sehingga dibuat dua pohon kesalahan untuk mengetahui probabilitas terjadinya ledakan.

Langkah pertama dalam membangun *fault tree* adalah menentukan tujuan yang akan dicapai oleh FTA. Tujuan FTA adalah untuk mengetahui penyebab-penyebab potensi terjadinya ledakan di SPPBE PT. Narada Agungnugraha beserta probabilitasnya. Pemilihan risiko ini didasarkan melalui identifikasi risiko menggunakan *risk register* didalam rantai pasok perusahaan dan diambil nilai tertinggi sebagai kejadian puncak. Setelah *top event* didefinisikan akan dibuat struktur dari *fault tree*. Pada studi kasus ini, terdapat dua *top event* yang akan dibangun model kesalahan untuk diketahui probabilitas terjadinya potensi bahaya.

Setelah ditentukan *top event* yang akan dikembangkan, langkah selanjutnya yaitu memberikan batasan, seperti tujuan, batasan fisik, dan batasan analitis.

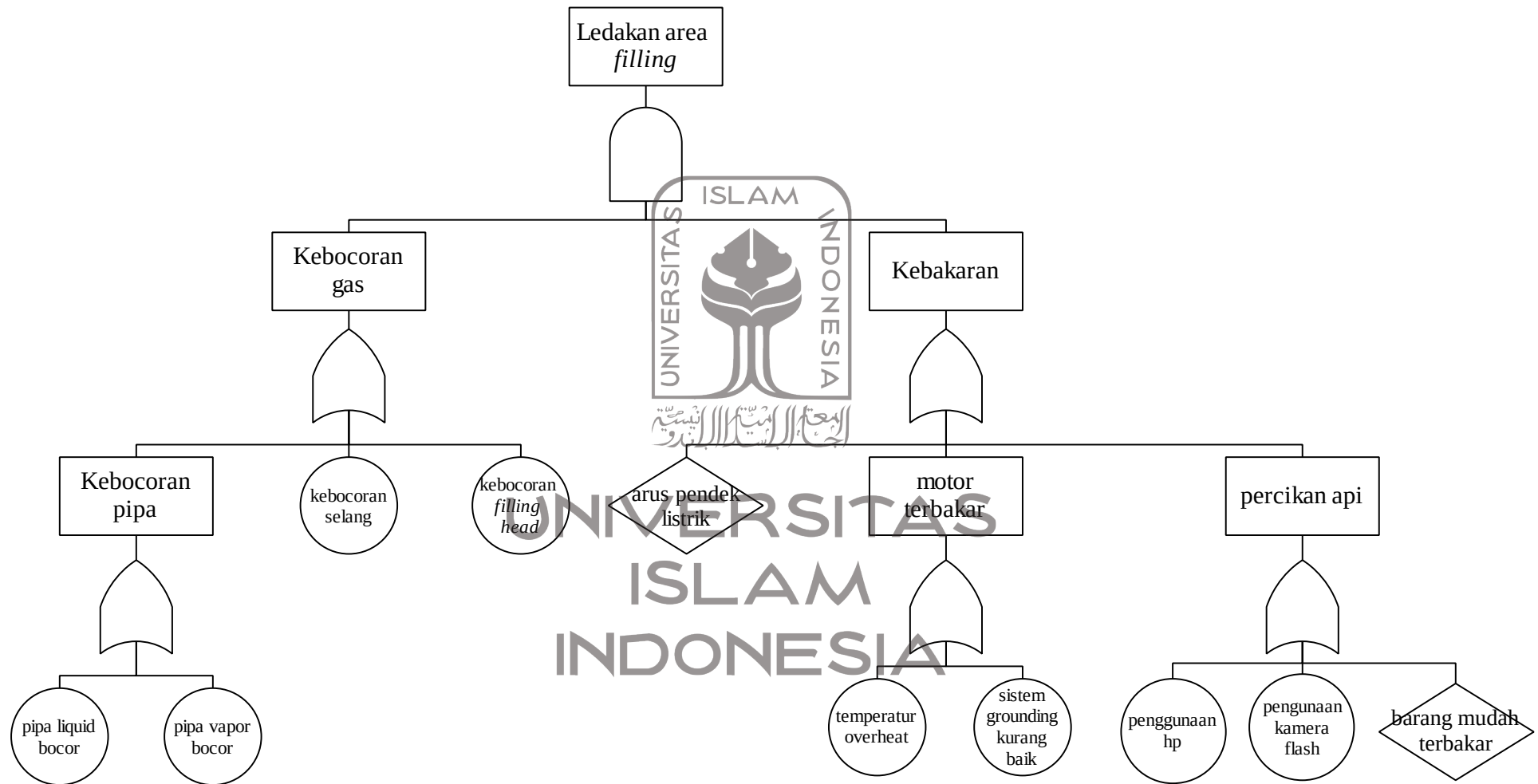
1. Tujuan dari *fault tree* agar dapat mengetahui penyebab dan probabilitas terjadinya ledakan di area penimbunan dan area *filling* SPPBE.
2. Batasan fisik. Ledakan area SPPBE dibatasi pada penyebab kebocoran gas dan terjadi kebakaran disaat bersamaan.

3. Batasan analitis. Batasan ini mencakup pada kemungkinan atau kontribusi yang dapat menimbulkan ledakan. Didasari oleh *risk register* dan wawancara *expert*.

Langkah selanjutnya yaitu mulai membangun *fault tree* dari *top event*. Disini akan diselidiki kejadian apa saja yang bisa mengakibatkan *top event* terjadi. Setelah rancangan *fault tree* selesai dapat dilakukan perhitungan *minimal cut set* untuk mengetahui kombinasi himpunan risiko yang dapat menyebabkan risiko langsung pada *top event*. Langkah terakhir pada pembuatan *fault tree analysis* adalah analisa secara kuantitatif dengan melakukan perhitungan probabilitas terjadinya kejadian puncak. Hasil probabilitas akan berada pada rentang nilai 0 – 1.

4.2.2 Fault Tree Analysis area *filling*

Dari penentuan kejadian puncak ledakan area *filling* ditentukan penyebab terjadinya potensi bahaya tersebut, dari batasan yang telah ditentukan sebelumnya, ledakan yang terjadi dapat disebabkan oleh kebocoran gas dan kebakaran apabila terjadi secara bersamaan. Berdasarkan prinsip segitiga api, Api dapat timbul dari reaksi kimia yang terjadi dari bahan bakar (*fuel*), panas (*heat*), dan oksigen (*oxygen*). Pada lokasi *filling* SPPBE partikel dari epiji dapat tersebar diudara dan apabila gas elpiji tersebar diudara partikel gas dapat mengembang hingga 600 kali lebih besar sehingga munculnya api atau kejadian kebakaran pada saat partikel gas elpiji tersebar diudara dapat menimbulkan ledakan besar. Pembuatan *fault tree* dilakukan dengan menentukan *top event* dan *sub-event* terlebih dahulu. Setelah kegagalan *sub-event* pada ledakan area SPPBE dijabarkan maka didapatkan hasil akhir dari *fault tree* yang dapat dilihat pada gambar 4.9 berikut.



Gambar 4.9 Fault tree Ledakan area filling

Setelah pohon kesalahan terbentuk dapat dilakukan analisa secara kualitatif dan kuantitatif dari *fault tree* yang telah didapatkan. Akan dicari terlebih dahulu nilai *minimal cut set* setelah didapatkan himpunan *cut set* dapat dilakukan analisa kuantitatif dengan menggunakan probabilitas sehingga akan didapat probabilitas yang mengarah langsung pada terjadinya kejadian puncak. *Cut set* adalah himpunan dari *basic event* dimana jika semua *basic event* tersebut muncul maka akan terjadi *top event*. *Minimal cut set* adalah himpunan kombinasi terkecil dari *basic event* dimana jika *basic event* tersebut terjadi akan menyebabkan *top event* terjadi (Vesely et al, 1981).

Pada model *fault tree* di area *filling* gerbang yang dipakai terdiri dari gerbang OR, AND, dan INHIBIT. Gerbang OR adalah gerbang yang menyatakan gabungan dari kejadian yang ada dan bersesuaian dengan operasi penjumlahan dalam aljabar Boolean, sedangkan gerbang AND dan INHIBIT adalah gerbang yang menyatakan irisan dari kejadian (gerbang INHIBIT termasuk kondisi khusus yang harus dipenuhi) yang ada dan bersesuaian dengan operasi perkalian dalam aljabar Boolean.

Dari *fault tree* area *filling* diberikan simbol sebagai berikut:

T adalah *top event*

P adalah *primary event (basic event)*

G adalah *intermediate event*

S adalah *undeveloped event*

C adalah *conditional event*

Sehingga

T = ledakan area *filling* (*top event*)

G1 = kebocoran gas

G2 = kebakaran

G3 = kebocoran pipa

G4 = motor terbakar

G5 = percikan api

P1 = pipa liquid bocor

P2 = pipa vapor bocor

P3 = kebocoran selang

P4 = kebocoran *filling head*

P5 = temperatur *overheat*

P6 = *grounding* tidak bekerja

P7 = penggunaan *handphone*

P8 = penggunaan kamera *flash*

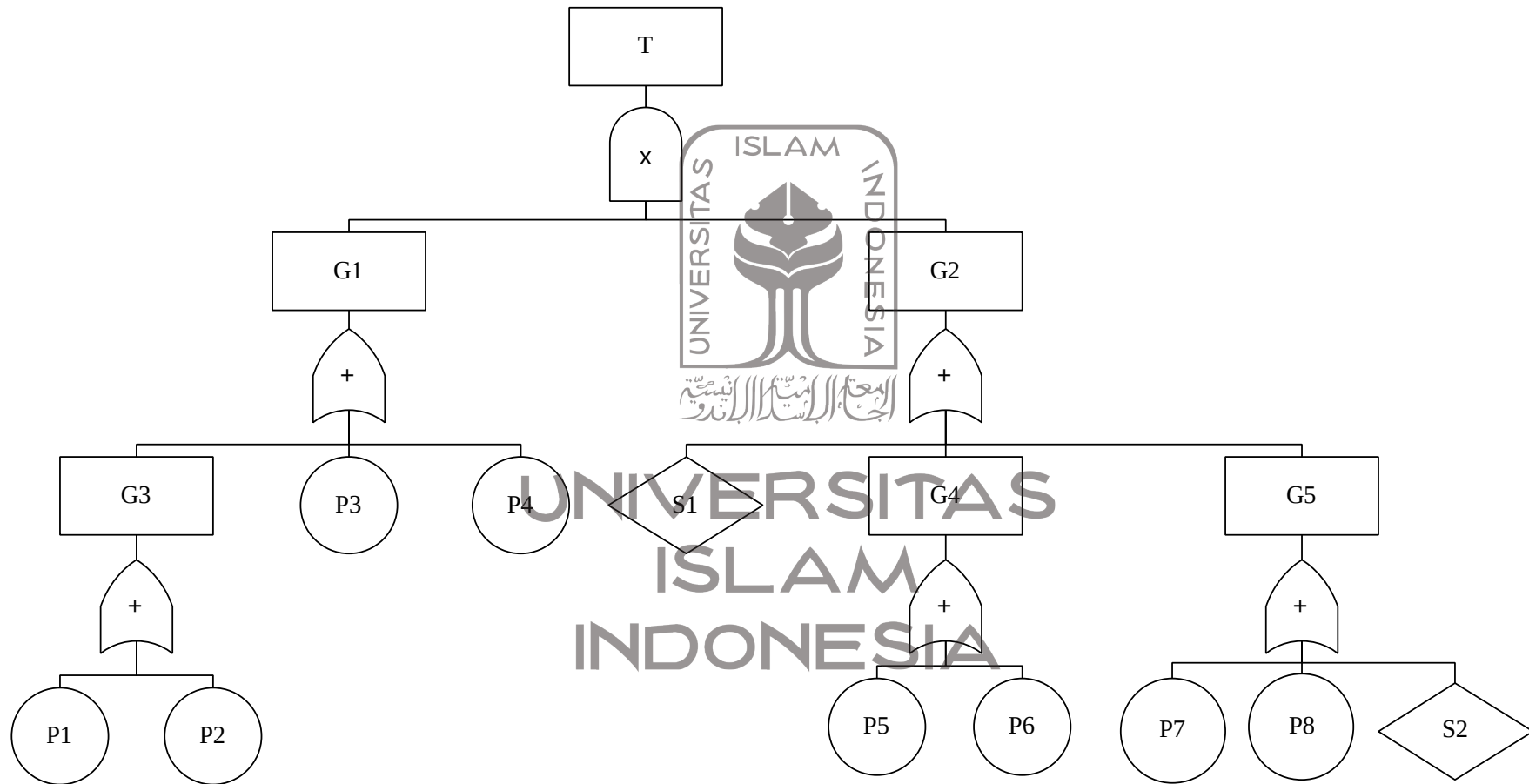
S1 = arus pendek listrik

S2 = barang mudah terbakar

Model *fault tree* di area *filling* dengan pemisalan simbol dapat dilihat pada gambar 4.10. tanda (x) menunjukkan operasi perkalian dan tanda (+) menunjukkan operasi penjumlahan.



UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA



Gambar 4.10 Fault tree area filling dengan simbol

Berdasarkan permisalan pada gambar 4.10 bisa didapat nilai persamaan Boolean sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 T &= G1.G2 \\
 G1 &= G3 + P3 + P4 \\
 G2 &= S1 + G4 + G5 \\
 G3 &= P1 + P2 \\
 G4 &= P5 + P6 \\
 G5 &= P7 + P8 + S2
 \end{aligned}$$

Didalam perhitungan *fault tree analysis* menggunakan pendekatan dari atas kebawah sehingga didapatkan:

$$\begin{aligned}
 T &= G1.G2 \\
 &= (G3 + P3 + P4).(S1 + G4 + G5) \\
 &= (P1 + P2 + P3 + P4).(S1 + P5 + P6 + P7 + P8 + S2) \\
 &= (P1 . S1) + (P1 . P5) + (P1 . P6) + (P1 . P7) + (P1 . P8) + (P1 . S2) + \\
 &\quad (P2 . S1) + (P2 . P5) + (P2 . P6) + (P2 . P7) + (P2 . P8) + (P2 . S2) + \\
 &\quad (P3 . S1) + (P3 . P5) + (P3 . P6) + (P3 . P7) + (P3 . P8) + (P3 . S2) + \\
 &\quad (P4 . S1) + (P4 . P5) + (P4 . P6) + (P4 . P7) + (P4 . P8) + (P4 . S2)
 \end{aligned}$$

Maka *minimal cut set* yang terbentuk dari model *fault tree* ledakan di area *filling* terdapat sebanyak 24 variabel himpunan yaitu {P1,S1}, {P1,P5}, {P1, P6}, {P1, P7}, {P1,P8}, {P1,S2}, {P2,S1}, {P2,P5}, {P2, P6}, {P2, P7}, {P2,P8}, {P2,S2}, {P3,S1}, {P3,P5}, {P3, P6}, {P3, P7}, {P3,P8}, {P3,S2}, {P4,S1}, {P4,P5}, {P4, P6}, {P4, P7}, {P4,P8}, {P4,S2}.

Setelah didapatkan himpunan *minimal cut set* maka dapat diketahui kombinasi kegagalan yang menyebabkan *top event* pada suatu sistem atau *minimal cutset* itu sendiri. Dari *minimal cut set* dapat diketahui berapa banyak kejadian yang dapat langsung menyebabkan *top event* terjadi. Dari hasil *minimal cut set* untuk kejadian ledakan pada area *filling* diketahui seluruh *minimal cut set* memiliki dua *basic event* sehingga setidaknya kedua *basic event* dalam satu *minimal cut set* harus terjadi terlebih dahulu baru kemudian *top event* dapat terjadi (Priyanta, 2000). Analisa kuantitatif dilakukan untuk menaksi kemungkinan atau probabilitas dari kejadian yang akan diselidiki. Analisa ini sangat penting dilakukan dalam hal-hal yang mengandung risiko

besar (Wulandari, 2011). Dalam menaksir peobabilitas risiko banyak hal yang harus dipertimbangkan seperti gangguan dari luar sistem, tingkat keseringan perawatan dilakukan. Namun didalam studi kasus ini hal tersebut tidak dilakukan pembahasan lebih lanjut. Dalam penelitian ini disebabkan kurangnya data *record* perusahaan mengenai risiko yang pernah terjadi, probabilitas dari *event* yang ada telah ditentukan untuk komponen *basic event* akan dinilai 0.01, *conditional event* dinilai dngan angka 0.50, dan *undeveloped event* dinilai dengan angka 0.001 (Pandey, 2005).

Berdasarkan model *fault tree* ledakan di area *filling* didapatkan probabilitas sebagai berikut:

P1 = pipa liquid bocor = 0.01

P2 = pipa vapor bocor = 0.01

P3 = kebocoran selang = 0.01

P4 = kebocoran filling head = 0.01

P5 = temperatur *overheat* = 0.01

P6 = *grounding* tidak bekerja = 0.01

P7 = penggunaan *handphone* = 0.01

P8 = penggunaan kamera *flash* = 0.01

S1 = arus pendek listrik = 0.001

S2 = barang mudah terbakar = 0.001

Berdasarkan *risk map* yang telah didapatkan, diketahui risiko yang berada diluar garis toleransi diantaranya adalah risiko ledakan di area *filling*, kebocoran gas area *filling*, dan kebakaran di area *filling*. Sehingga dalam perhitungan kuantitatif akan dicari probabilitas dari ketiga risiko tersebut. Dari probabilitas *basic event* diatas, maka didapat probabilitas *top event* yang terjadi (T) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 T &= G1 \cdot G2 \\
 &= (G3 + P3 + P4) \cdot (S1 + G4 + G5) \\
 &= (P1 + P2 + P3 + P4) \cdot (S1 + P5 + P6 + P7 + P8 + S2) \\
 &= (P1 \cdot S1) + (P1 \cdot P5) + (P1 \cdot P6) + (P1 \cdot P7) + (P1 \cdot P8) + (P1 \cdot S2) + \\
 &\quad (P2 \cdot S1) + (P2 \cdot P5) + (P2 \cdot P6) + (P2 \cdot P7) + (P2 \cdot P8) + (P2 \cdot S2) + \\
 &\quad (P3 \cdot S1) + (P3 \cdot P5) + (P3 \cdot P6) + (P3 \cdot P7) + (P3 \cdot P8) + (P3 \cdot S2) + \\
 &\quad (P4 \cdot S1) + (P4 \cdot P5) + (P4 \cdot P6) + (P4 \cdot P7) + (P4 \cdot P8) + (P4 \cdot S2)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= (((0.01 \times 0.001) (2)) + ((0.01) (0.01) (4)) (4)) \\
&= (0.00002 + 0.0004) (4) \\
&= (0.00042) (4) \\
&= 0.00168 \\
&= 1.68 \times 10^{-3}
\end{aligned}$$

Untuk probabilitas terjadinya kebocoran gas pada area *filling* didapatkan probabilitas sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
G1 &= P1 + P2 + P3 + P4 \\
&= (0.01) (4) \\
&= 0.04
\end{aligned}$$

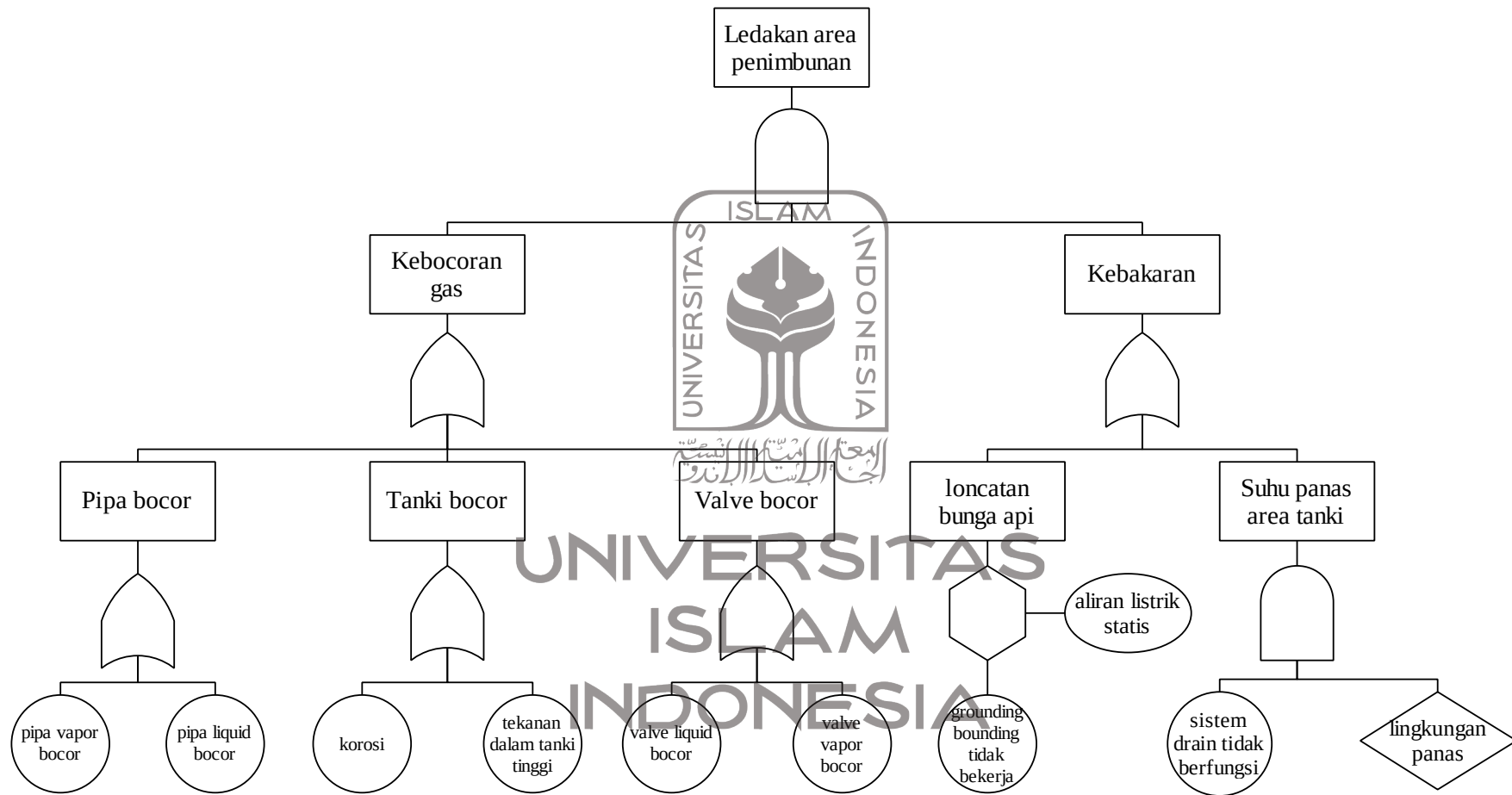
Sedangkan pada risiko kejadian kebakaran di area *filling* didapatkan probabilitas sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
G2 &= S1 + P5 + P6 + P7 + P8 + S2 \\
&= (0.01) (4) + (0.001) (2) \\
&= 0.04 + 0.002 \\
&= 0.042
\end{aligned}$$

Maka dapat diketahui probabilitas munculnya kejadian ledakan di area *filling* sebesar 1.68×10^{-3} , untuk kejadian kebocoran gas memiliki probabilitas 0.04 dan untuk kejadian kebakaran memiliki nilai probabilitas sebesar 0.042.

4.2.3 Fault Tree Analysis area penimbunan

Area penimbunan di wilayah SPPBE PT. Narada Agungnugraha memiliki dua buah tanki penimbun elpiji berkapasitas 200 ton. Apabila gas tercampur ke udara partikel gas dapat mengembang hingga 600 kali lebih besar dan dapat menyebabkan ledakan yang sangat besar. Langkah awal dalam membangun pohon kesalahan adalah dengan menentukan *top event* terlebih dahulu dan membuat *sub-event* yang ada pada model pohon kesalahan. Berdasarkan nilai *risk level* yang terdapat pada *risk register* sebelumnya memiliki nilai 5 yaitu sangat tinggi sehingga dalam pembuatan *fault tree analysis* ledakan di area penimbunan menjadi *top event*. Secara keseluruhan, *fault tree* ledakan di area penimbunan pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 *Fault tree* Ledakan area penimbunan

Setelah model *fault tree* selesai, langkah yang dilakukan selanjutnya adalah menentukan *minimal cut set* dari risiko yang ada. Setelah didapat *minimal cut set* ditentukan nilai probabilitas kejadian. Seperti pada analisa di area *filling* sebelumnya, *event – event* yang ada digambarkan dengan simbol sebagai berikut:

T adalah *top event*

P adalah *primary event (basic event)*

G adalah *intermediate event*

S adalah *undeveloped event*

C adalah *conditional event*

Sehingga

T = ledakan area penimbunan (*top event*)

G1 = kebocoran gas

G2 = kebakaran

G3 = kebocoran pipa

G4 = kebocoran tanki

G5 = valve bocor

G6 = loncatan bunga api

G7 = Suhu panas area tanki

P1 = pipa vapor bocor

P2 = pipa liqui bocor

P3 = korosi

P4 = tekanan dalam tanki tinggi

P5 = valve liquid bocor

P6 = valve vapor bocor

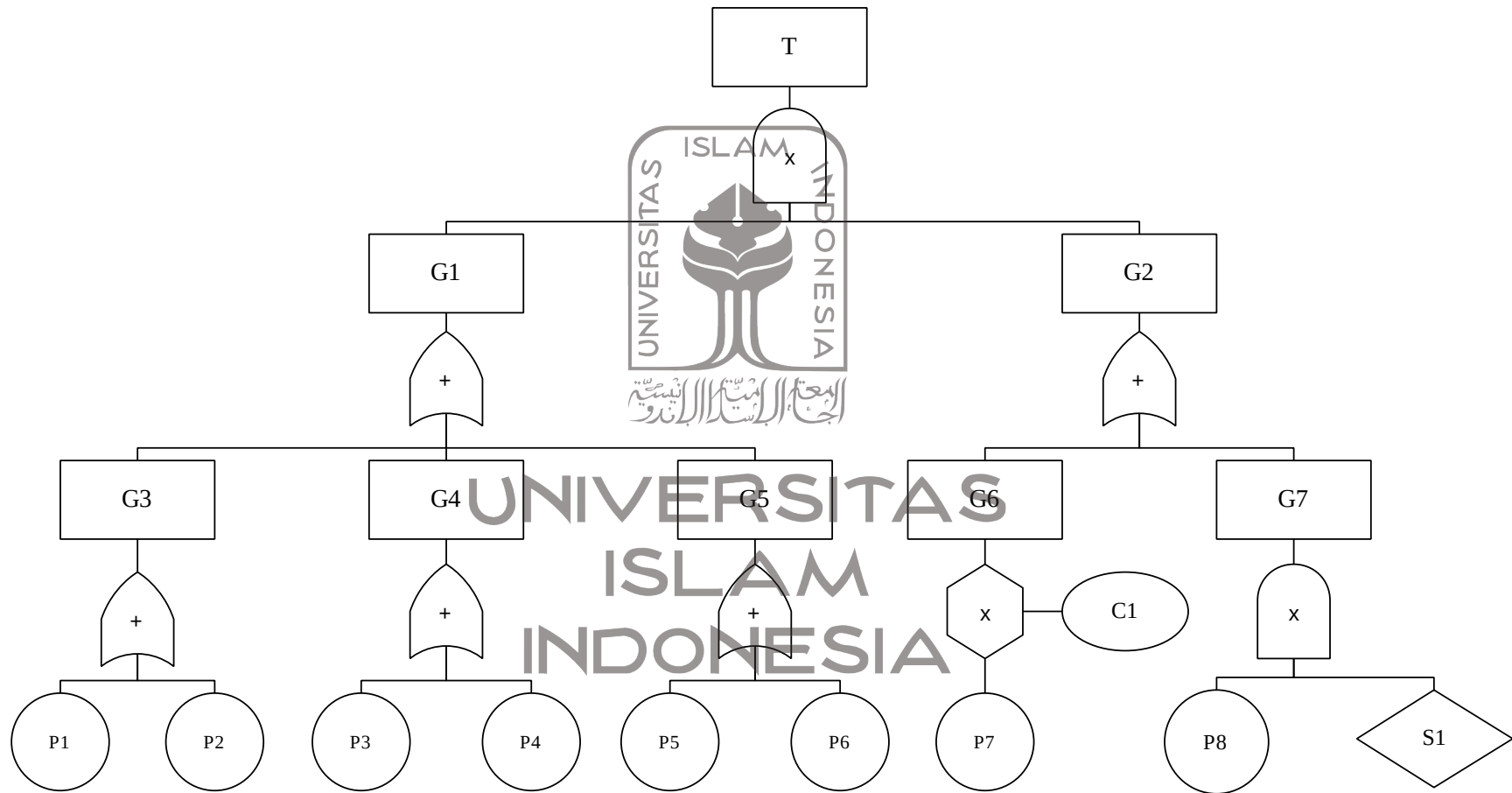
P7 = *grounding* dan *bonding* tidak bekerja

P8 = sistem drain tidak berfungsi

C1 = aliran listrik statis

S1 = lingkungan panas

Model *fault tree* di area penimbunan dengan pemisalan simbol dapat dilihat pada gambar 4.12. tanda (x) menunjukkan operasi perkalian dan tanda (+) menunjukkan operasi penjumlahan.



Gambar 4.12 *Fault tree* area penimbunan dengan simbol

Berdasarkan permisalan pada gambar 4.12 diatas didapat nilai persamaan Boolean sebagai berikut:

$$\begin{aligned}T &= G1 \cdot G2 \\G1 &= G3 + G4 + G5 \\G2 &= G6 + G7 \\G3 &= P1 + P2 \\G4 &= P3 + P4 \\G5 &= P5 + P6 \\G6 &= P7 \cdot C1 \\G7 &= P8 \cdot S1\end{aligned}$$

Dengan perhitungan dari atas kebawah maka didapatkan nilai *minimal cutset* seperti berikut:

$$\begin{aligned}T &= G1 \cdot G2 \\&= (G3 + G4 + G5) \cdot (G6 \cdot G7) \\&= (P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6) \cdot ((P7 \cdot C1) + (P8 \cdot S1)) \\&= (P1 \cdot P7 \cdot C1) + (P2 \cdot P7 \cdot C1) + (P3 \cdot P7 \cdot C1) + (P4 \cdot P7 \cdot C1) + (P5 \cdot P7 \cdot C1) + (P6 \cdot P7 \cdot C1) + (P1 \cdot P8 \cdot S1) + (P2 \cdot P8 \cdot S1) + (P3 \cdot P8 \cdot S1) \\&\quad + (P4 \cdot P8 \cdot S1) + (P5 \cdot P8 \cdot S1) + (P6 \cdot P8 \cdot S1)\end{aligned}$$

Maka *minimal cut set* yang terbentuk dari model *fault tree* ledakan di area penimbunan terdapat sebanyak 12 variabel himpunan yaitu {P1 ,P7, C1}, {P2 ,P7, C1}, {P3 ,P7, C1}, {P4 ,P7, C1}, {P5 ,P7, C1}, {P6 ,P7, C1}, {P1 ,P8, S1}, {P2 ,P8, S1}, {P3 ,P8, S1}, {P4 ,P8, S1}, {P5 ,P8, S1}, {P6 ,P8, S1}

Dalam penelitian ini disebabkan kurangnya data *record* perusahaan mengenai risiko yang pernah terjadi, probabilitas dari *event* yang ada telah ditentukan untuk komponen *basic event* akan dinilai 0.01, *conditional event* dinilai dngan angka 0.50, dan *undeveloped event* dinilai dengan angka 0.001 (Pandey, 2005).

Berdasarkan model *fault tree* ledakan di area penimbunan didapatkan probabilitas sebagai berikut:

$$\begin{aligned}P1 &= \text{pipa vapor bocor} &= 0.01 \\P2 &= \text{pipa liquid bocor} &= 0.01\end{aligned}$$

P3 = korosi	= 0.01
P4 = tekanan dalam tanki tinggi	= 0.01
P5 = <i>valve</i> liquid bocor	= 0.01
P6 = <i>valve</i> vapor bocor	= 0.01
P7 = <i>grounding</i> dan <i>bonding</i> tidak bekerja	= 0.01
P8 = sistem drain tidak berfungsi	= 0.01
C1 = aliran listrik statis	= 0.5
S1 = lingkungan panas	= 0.001

Berdasarkan *risk map* yang telah didapatkan, diketahui risiko yang berada diluar garis toleransi diantaranya adalah risiko ledakan di area penimbunan, kebocoran gas area penimbunan, dan kebakaran di area penimbunan. Sehingga dalam perhitungan kuantitatif akan dicari probabilitas dari ketiga risiko tersebut. Dari probabilitas *basic event* diatas, maka didapat probabilitas *top event* yang terjadi (T) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 T &= G1 \cdot G2 \\
 &= (G3 + G4 + G5) \cdot (G6 \cdot G7) \\
 &= (P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6) \cdot ((P7 \cdot C1) + (P8 \cdot S1)) \\
 &= (P1 \cdot P7 \cdot C1) + (P2 \cdot P7 \cdot C1) + (P3 \cdot P7 \cdot C1) + (P4 \cdot P7 \cdot C1) + (P5 \cdot P7 \cdot C1) + (P6 \cdot P7 \cdot C1) + (P1 \cdot P8 \cdot S1) + (P2 \cdot P8 \cdot S1) + (P3 \cdot P8 \cdot S1) \\
 &\quad + (P4 \cdot P8 \cdot S1) + (P5 \cdot P8 \cdot S1) + (P6 \cdot P8 \cdot S1) \\
 &= (0.0005)(6) + (0.0000001)(6) \\
 &= 0.003 + 0.0000006 \\
 &= 0.0030006 \\
 &= 3.0006 \times 10^{-4}
 \end{aligned}$$

Untuk probabilitas terjadinya kebocoran gas pada area penimbunan didapatkan probabilitas sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 G1 &= P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 \\
 &= (0.01) (6) \\
 &= 0.06
 \end{aligned}$$

Sedangkan pada risiko kejadian kebakaran di area penimbunan didapatkan probabilitas sebagai berikut:

$$G2 = (P7 \cdot C1) + (P8 \cdot S1)$$

$$= 0.005 + 0.00001$$

$$= 0.00501$$

$$= 5 \times 10^{-3}$$

Maka dapat diketahui probabilitas munculnya kejadian ledakan di area penimbunan sebesar 3.0006×10^{-4} , untuk kejadian kebocoran gas memiliki probabilitas 0.06 dan untuk kejadian kebakaran memiliki nilai probabilitas sebesar 5×10^{-3} .

4.2.4 Layer of Protection Analysis (LOPA)

Layer of protection analysis (LOPA) digunakan sebagai metode penilaian risiko dengan menggunakan tingkatan kategori sebagai pendekatan parameter. Pendekatan dilakukan untuk mengevaluasi risiko yang diperoleh dan diidentifikasi sebagai potensi bahaya. Tujuan utama dari penggunaan LOPA adalah memastikan bahwa telah ada lapisan perlindungan yang sesuai untuk mengurangi skenario terjadinya kecelakaan dan menghitung tingkat keamanan dari tiap lapisan tersebut.

Berdasarkan hasil perhitungan *fault tree analysis* sebelumnya, diketahui nilai probabilitas dari masing-masing risiko pada tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 probabilitas risiko

No.	Kode	Kejadian	Probabilitas
1	R1	Ledakan area <i>filling</i>	1.68×10^{-3}
2	R2	Kebocoran gas area <i>filling</i>	4×10^{-2}
3	R3	Kebakaran area <i>filling</i>	4.2×10^{-2}
4	R4	Ledakan area penimbunan	3.0006×10^{-4}
5	R5	Kebocoran gas area penimbunan	6×10^{-2}
6	R6	Kebakaran area penimbunan	5×10^{-3}

Nilai probabilitas ini dibandingkan dengan *risk matrix* yang mengacu pada MMR matrix (Natrice de Mesure de Maitrise des Risques) yang diterbitkan pada laporan *International comparison risk assessment approaches, National institute for public health and the environment* mengenai LPG plant. Nilai probabilitas merupakan kejadian probabilitas pertahun seperti digambarkan pada gambar 4.13.

	Probability				
Impact	$0 - 10^{-5}$	$10^{-5} - 10^{-4}$	$10^{-4} - 10^{-3}$	$10^{-3} - 10^{-2}$	$10^{-2} - 1$
5	ALARP / NA	NA	NA	NA	NA
4	ALARP	ALARP	NA	NA	NA
3	ALARP	ALARP	ALARP	NA	NA
2	A	A	ALARP	ALARP	NA
1	A	A	A	A	ALARP

Gambar 4.13 MMR risk matrix

Keterangan:

NA = *unacceptable*

Risiko tidak dapat diterima kecuali dalam kondisi sangat khusus

ALARP = *As low as reasonably practicable*

Risiko dapat diterima hanya jika pengurangan risiko lebih lanjut tidak memungkinkan

A = *Acceptable*

Secara umum dapat diterima, pengurangan risiko tidak diperlukan lebih lanjut atau karena sumber daya yang dikeluarkan tidak sebanding dengan penurunan risiko

Sehingga didapat pemetaan keenam risiko pada gambar 4.14 berikut

	Probability				
Impact	$0 - 10^{-5}$	$10^{-5} - 10^{-4}$	$10^{-4} - 10^{-3}$	$10^{-3} - 10^{-2}$	$10^{-2} - 1$
5			R4	R1	
4				R6	R2,R3, R5
3					
2					
1					

Gambar 4.14 MMR risk matrix awal

Dari gambar 4.14 dapat dilihat bahwa ke enam risiko berada pada area *unacceptable* yaitu risiko dengan kejadian yang tidak dapat diterima dan diperlukan

langkah mitigasi risiko yang ada. Langkah mitigasi risiko dapat digunakan untuk memperkecil probabilitas risiko terjadi ataupun memperkecil dampak dari risiko apabila terjadi. Pada studi kasus ini, mitigasi dilakukan dengan menggunakan lapisan proteksi LOPA untuk meminimalisir probabilitas risiko terjadi yang disebut *Independent Protection Layer* (IPL). IPL bertujuan untuk mencegah risiko terjadi dan menimbulkan dampak yang tidak diinginkan. Tabel 4.6 berikut ini mennggabarkan langkah mitigasi risiko yang dilakukan dengan LOPA



UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA

Tabel 4.6 LOPA

Kode risiko	Consequences		Initiating event		IPL		Consequences		
	Description	Level of severity	Initiating event	Frequency / year	Process design	BPCS	Alarm Intervention	Physical safety system	Mitigated frequency
1	korban jiwa	5	ledakan area <i>filling</i>	1.68 X 10 ⁻³	-	-	alarm apabila terjadi kebocoran gas dan kebakaran	memberikan tembok pembatas	1.68 X 10 ⁻⁵
2	dapat menimbulkan ledakan sewaktu-waktu apabila terdapat panas dapat menimbulkan ledakan sewaktu-waktu apabila gas tersebar diudara	4	kebocoran gas area <i>filling</i>	4 X 10 ⁻²	-	maintenance rutin komponen alat yang rentan kebocoran (seperti sambungan)	menghentikan kegiatan kerja, membuyarkan uap menggunakan air (apabila tidak ada api)	<i>safety valve</i> (pada pipa)	4 X 10 ⁻⁴
3	ledakan sewaktu-waktu apabila gas tersebar diudara	4	kebakaran area <i>filling</i>	4.2 X 10 ⁻²	-	pemeriksaan barang bawaan pengunjung, pengecekan <i>grounding system</i> secara berkala	alarm kebakaran, menghidupkan <i>evacuation pump</i> , mematikan seluruh aliran listrik	<i>Water sprinkler</i>	4.2 X 10 ⁻⁵

Kode risiko	Consequences		Initiating event		IPL		Consequences		
	Description	Level of severity	Initiating event	Frequency / year	Process design	BPCS	Alarm Intervention	Physical safety system	Mitigated frequency
4	korban jiwa	5	ledakan area penimbunan	3.0006×10^{-4}	-	-	alarm apabila terjadi kebocoran gas dan kebakaran	memberikan tembok pembatas	3.0006×10^{-6}
5	dapat menimbulkan ledakan sewaktu-waktu apabila terdapat panas	4	kebocoran gas area penimbunan	6×10^{-2}	-	<p><i>maintenance</i> rutin, pembersihan tanki dilakukan secara berkala, memeriksa <i>pressure gauge</i> pada tanki</p>	menghentikan kegiatan kerja, membuyarkan uap menggunakan air (apabila tidak ada api)	<i>safety valve</i> (pada pipa)	6×10^{-4}
6	dapat menimbulkan ledakan sewaktu-waktu apabila gas tersebar diudara	4	kebakaran area penimbunan	5×10^{-3}	-	<p>pengecekan <i>gauge</i> dan <i>grounding bonding</i> secara berkala, pengecekan kendaraan skid tank yang keluar masuk</p>	alarm kebakaran menghidupkan <i>evacuation pump</i> , mematikan seluruh aliran listrik	sistem <i>drain</i>	5×10^{-5}

Dari hasil pencegahan kejadian risiko diharapkan dapat mengurangi probabilitas yang ada dan didapat pemetaan probabilitas risiko setelah dilakukan tindakan mitigasi. Pembobotan reduksi risiko dilakukan dengan *expert* berdasarkan pertimbangan dan diskusi. Pada tabel 4.7 dapat dilihat bobot risiko ataupun dampak yang dikurangi

Tabel 4.7 *risk reduction*

kode risiko	kejadian	mitigasi	mengurangi probabilitas	mengurangi <i>impact</i>
R1	Ledakan area <i>filling</i>	alarm apabila terjadi kebocoran gas dan kebakaran	10^{-2}	-
		memberikan tembok pembatas	-	√
		maintenance rutin komponen alat yang rentan kebocoran (seperti sambungan)	10^{-1}	-
R2	Kebocoran gas area <i>filling</i>	menghentikan kegiatan kerja, membuyarkan uap menggunakan air (apabila tidak ada api)	-	√
		<i>safety valve</i> (pada pipa)	10^{-1}	-
		pemeriksaan barang bawaan pengunjung, pengecekan <i>grounding system</i> secara berkala	10^{-1}	-
R3	kebakaran area <i>filling</i>	alarm kebakaran, menghidupkan <i>evacuation pump</i> , mematikan seluruh aliran listrik	10^{-1}	√
		<i>Water sprinkler</i>	10^{-1}	-
R4	ledakan area penimbunan	alarm apabila terjadi kebocoran gas dan	10^{-2}	-

kode risiko	kejadian	mitigasi	mengurangi probabilitas	mengurangi <i>impact</i>
		kebakaran		
		memberikan tembok pembatas	-	√
		<i>maintenancerutin</i> , pembersihan tanki dilakukan secara berkala,	10^{-1}	-
R5	kebocoran gas area penimbunan	memeriksa <i>pressure gauge</i> pada tanki menghentikan kegiatan kerja, membuyarkan uap menggunakan air (apabila tidak ada api) <i>safety valve</i> (pada pipa) pengecekan <i>gauge</i> dan <i>grounding bonding</i> secara berkala, pengecekan	- 10^{-1} 10^{-1}	√ - -
R6	kebakaran area penimbunan	kendaraan skid tank yang keluar masuk alarm kebakaran menghidupkan <i>evacuation</i> <i>pump</i> , mematikan seluruh aliran listrik sistem <i>drain</i>	- - 10^{-1}	√ - -

Dari tabel 4.6 dari 16 mitigasi risiko untuk 6 risiko yang ada dapat mengurangi baik probabilitas kejadian maupun dampak yang ditimbulkan. Nilai *mitigated frequency* didapat dari probabilitas *initiating frequency* dikalikan dengan nilai probabilitas IPL yang ada sehingga didapat perkiraan reduksi risiko pada gambar 4.15

Impact	Pobability				
	$0 - 10^{-5}$	$10^{-5} - 10^{-4}$	$10^{-4} - 10^{-3}$	$10^{-3} - 10^{-2}$	$10^{-2} - 1$
5			R4	R1	
4	R4	R1		R6	R2,R3, R5
3	R3	R6	R2, R5		
2					
1					

Gambar 4.15 MMR *risk matrix* mitigasi

Grafik diatas menunjukkan perpindahan risiko dari sebelum dan sesudah dilakukannya mitigasi risiko. Dari hasil mitigasi dengan menggunakan LOPA diketahui bahwa posisi risiko dapat berkurang dengan mengurangi probabilitas terjadinya risiko sehingga R1,R2, R3, R4, R5, dan R6 berada pada posisi ALARP. Wilayah ALARP (*as low as reasonably practicable*) berarti risiko termasuk pada wilayah yang dapat diterima apabila tidak terdapat tindak mitigasi yang dapat diterapkan. Dalam penelitian ini, langkah mitigasi yang diterapkan berdasarkan penyebab risiko itu terjadi yang terdapat padah *fault tree*.

UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 *Risk register*

Risk register dalam penelitian ini digunakan sebagai alat pengidentifikasi risiko-risiko yang ada ada perusahaan. Risiko dibuat berdasarkan kegiatan rantai pasok perusahaan yang dikelompokkan menggunakan model SCOR. Setelah mengetahui proses bisnis perusahaan, dilakukan identifikasi risiko dengan melakukan wawancara kepada pekerja (operator) dan didapatkan sebanyak 32 *risk event* yang ada pada rantai pasok perusahaan dengan jumlah risiko yang ada pada elemen *plan* sebanyak 2, elemen *source* sebanyak 11, elemen *make* 14, elemen *deliver* 4, dan elemen *return* sebanyak 1.

Dari nilai tersebut, dilakukan pembobotan berdasarkan *likelihood* dan *impact* sehingga diketahui tingkat *risk level*. Dari hasil tersebut risiko dipetakan kedalam *risk map* dan dapat dilihat terdapat enam risiko yang melewati batas garis toleransi akan dianalisis lebih lanjut menggunakan *fault tree analysis* risiko yang ada tersebut terdapat pada proses *source* yaitu ledakan di area penimbunan, kebocoran gas, dan kebakaran pada area tersebut dan pada proses *make* yaitu ledakan, kebocoran gas, dan kebakaran pada area *filling*.

5.2 *Fault tree analysis*

5.2.1 *Fault tree analysis area filling*

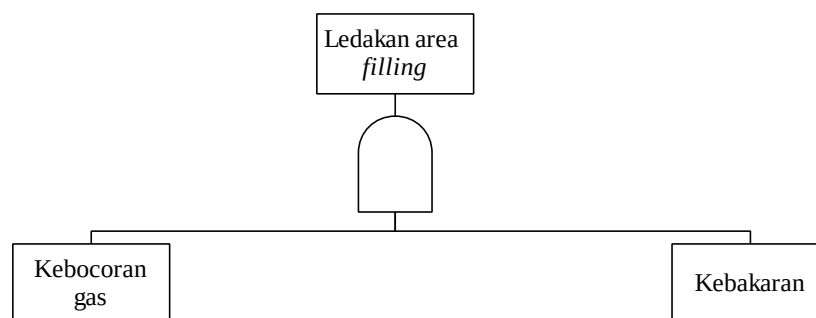
Dari keenam risiko yang melewati batas toleransi di analisis lebih lanjut menggunakan *fault tree analysis*. Kejadian puncak ditetapkan pada ledakan di area penimbunan dan ledakan di area *filling*. Kebocoran gas dan kejadian kebakaran tidak ditetapkan sebagai kejadian puncak karena merupakan *sub – event* dari kedua kejadian tersebut. Berikut rincian pembahasan mengenai risiko yang ada pada *fault tree*.

Penyebab ledakan dari teori segitiga api adalah adanya 3 unsur pokok yaitu bahan yang dapat terbakar, oksigen, dan panas yang cukup (Depnakertrans, 2008). Pada area *filling*, seperti dapat dilihat pada gambar 5.1, proses *filling* dilakukan pada area terbuka sehingga *vapor* tersebar ke udara, apabila terjadi kebocoran gas dapat membuat udara sangat jenuh dan adanya sumber panas dalam jumlah yang besar (kebakaran) dapat membuat api cepat merambat dan menyebabkan ledakan besar.



Gambar 5.1 Proses *filling* pada perusahaan

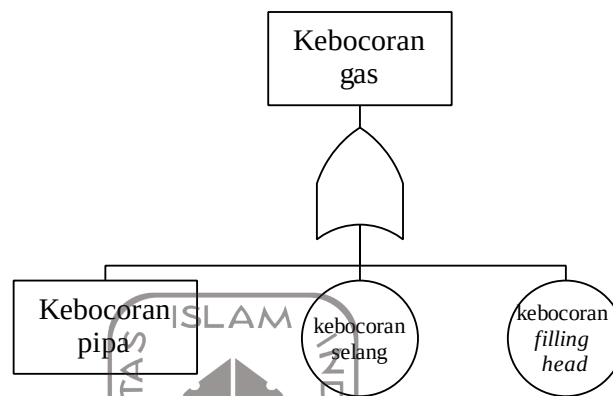
Oksigen tidak dimasukkan kedalam skema *fault tree* disebabkan oksigen sulit untuk dikendalikan dan tidak dapat dihilangkan sehingga menjadi batasan bagi penulis. Gerbang yang digunakan pada *event* adalah gerbang AND karena kedua *event* harus terjadi untuk menimbulkan kejadian ledakan seperti dapat dilihat pada gambar 5.2



Gambar 5.2 *Fault tree* 1

Pada *intermediate event*, kebocoran gas di area *filling* dapat terjadi apabila terjadi kebocoran pada pipa, selang, dan *filling head* yang merupakan komponen peralatan dalam melakukan proses pengisian elpiji kedalam tabung gas yang dapat

dilihat pada gambar 5.1. kebocoran pipa digambarkan sebagai *intermediate event* dan *filling head* digambarkan sebagai *basic event* karena tidak dapat dijabarkan lebih lanjut. Gerbang yang digunakan adalah gerbang OR karena kebocoran gas dapat bersumber dari pipa di area *filling* yang masuk dari area penimbunan, selang yang terdapat pada alat pengisian, maupun *filling head* yang bocor.



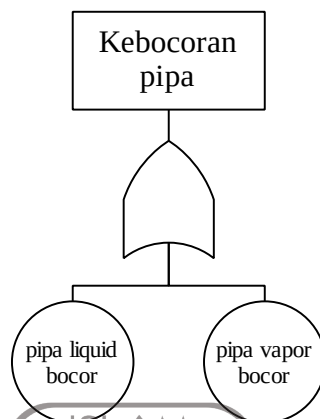
Gambar 5.3 Fault tree 2

Kebocoran pipa pada area *filling* terdapat pada sistem perpompaan yang terletak disebelah area *filling hall* terdapat dua jenis pipa yang ada pada alat pemompaan yaitu pipa *liquid* untuk menyalurkan elpiji pada ke area *filling* dan pipa vapor untuk mengirim balik vapor pada ke area penimbunan sistem pemompaan dapat dilihat pada gambar 5.4



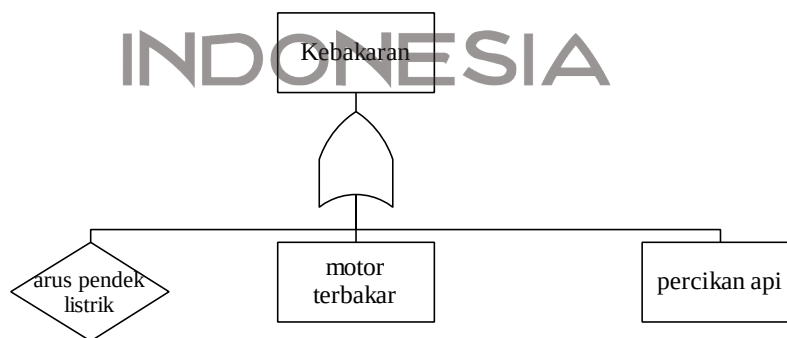
Gambar 5.4 pemompaan area *filling*

Didalam *fault tree*, *event* kebocoran pipa digambarkan dengan menggunakan gerbang OR disebabkan dapat ditimbulkan akibat dari pipa liquid maupun pipa vapor seperti pada gambar 5.5



Gambar 5.5 *Fault tree 3*

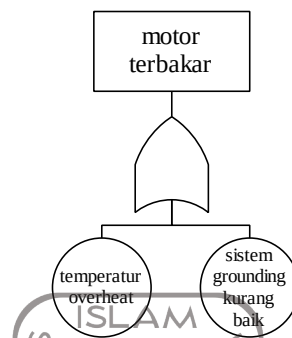
Pada *intermediate event* kebakaran dapat disebabkan oleh arus pendek listrik, motor terbakar ataupun percikan api. Arus pendek listrik digambarkan dengan simbol wajik atau *undeveloped event* dikarenakan kurangnya data dan pengetahuan penulis maupun perusahaan. Arus pendek listrik juga dipengaruhi oleh eksternal perusahaan sehingga *event* tidak dikembangkan lebih lanjut. Dapat dilihat pada gambar 5.6 gerbang digambarkan dengan simbol OR karena kebakaran dapat terjadi apabila salah satu dari kejadian tersebut terjadi dapat menimbulkan kejadian



Gambar 5.6 *Fault tree 4*

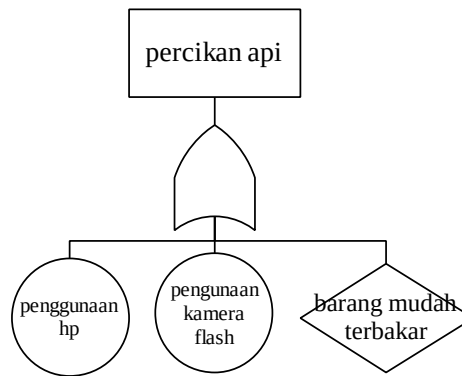
Kejadian motor terbakar dapat disebabkan oleh mesin yang terlalu panas sehingga menyebabkan *overheat* ataupun sistem grounding yang kurang baik. Sistem *grounding* pada area filling berfungsi untuk menyediakan jalan resistensi yang rendah ke bumi sehingga apabila terjadi gangguan ataupun tegangan yang melonjak tiba-tiba

tidak dapat menyebabkan kebakaran pada peralatan elektronik ataupun bahan bakar. Sistem *grounding* pada area *filling* dapat dilihat pada gambar 5.4 terletak dibawah sistem pemompaan. Menurut Ponadi (2014) adanya sistem *grounding* dapat membantu dari pencegahan Kedua *event* tersebut adalah *basic event* dan dihubungkan dengan gerbang OR.



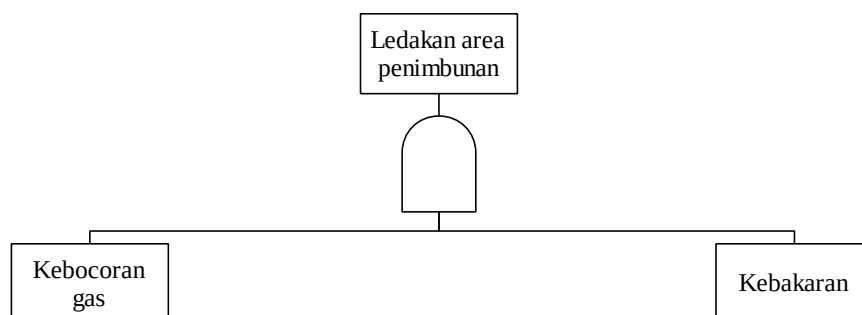
Gambar 5.7 *Fault tree 5*

Percikan api pada area *filling* tidak harus terlihat secara visual, akan tetapi seperti penggunaan *mobile phone* maupun kamera digital yang terutama memiliki *flash* bisa mengeluarkan frekuensi tinggi dan juga mengeluarkan bunga api meskipun berukuran sangat kecil yaitu satu micron. LED pada *mobile phone* juga menimbulkan pijar dan percikan api. Percikan api dan LED tersebut sebenarnya tidak cukup untuk menyulut terjadinya ledakan. Akan tetapi jika udara cukup jenuh maka uap bahan bakar yang ada dapat terbakar. Selain kedua *event* tersebut percikan api juga dapat timbul oleh barang mudah terbakar seperti alat pemantik api, rokok ataupun proses pembakaran di sekitar lingkungan SPPBE. Barang mudah terbakar digambarkan dengan *undeveloped event* disebabkan lebih dipengaruhi oleh lingkungan eksternal. Penggunaan hp dan kamera digambarkan sebagai *basic event*. *Event* ini digambarkan dengan menggunakan gerbang kejadian OR.

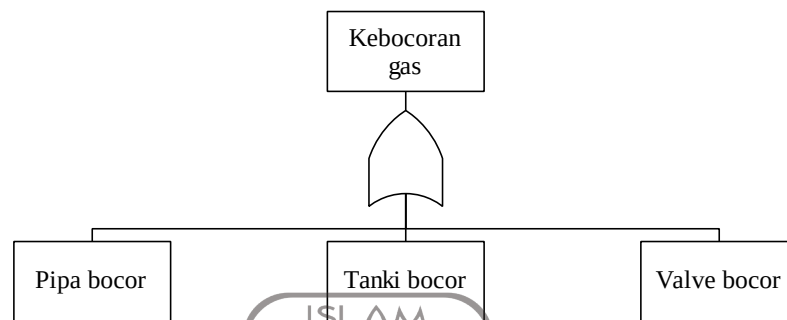
Gambar 5.8 *Fault tree 6*

5.2.2 *Fault tree analysis area penimbunan*

Tempat penampungan atau penyimpanan bahan yang mudah terbakar merupakan tempat yang mempunyai risiko besar terjadinya disperse toksik, kebakaran, dan ledakan (Utami dan Lestari, 2012). Terdapat beberapa kasus ledakan pada tanki timbun di Indonesia maupun diluar negri diantaranya peristiwa ledakan yang terjadi di pertamina Plumpang dan Cilacap (kompas, 2011). Sama seperti *fault tree* di area *filling*, penyebab ledakan dari teori segitiga api adalah adanya 3 unsur pokok yaitu bahan yang dapat terbakar, oksigen, dan panas yang cukup (Depnakertrans, 2008). Oksigen tidak dimasukan kedalam model *fault tree* karena dianggap sebagai pengaruh eksternal dan sulit dikendalikan sedangkan panas yang cukup dapat berasal dari kebakaran dan gas yang timbul sehingga *sub-event* dari kejadian ledakan diarea penimbunan adalah kebocoran gas dan kebakaran yang terjadi secara bersamaan. Gerbang yang digunakan pada *event* ini adalah gerbang AND. Gambar 5.7 merupakan *sub-event* dari kejadian ledakan di area penimbunan.

Gambar 5.9 *Fault tree 7*

Dari *intermediate event* kebocoran gas dapat diidentifikasi lebih lanjut penyebab kebocoran gas yang ada di area penimbunan adalah berdasarkan dari pipa, valve yang terdapat didalam pipa dan tanki bocor. Pada gambar 5.10 gerbang yang digunakan pada *event* ini adalah gerbang OR yaitu kejadian kebocoran gas dapat terjadi apabila salah satu *event* terjadi ataupun semua *event* terjadi



Gambar 5.10 Fault tree 8

Pada kejadian pipa bocor dan *valve* rusak terdapat dua jenis pipa dan *valve* yaitu pipa dan *valve* untuk menyalurkan liquid dan vapor. Apabila terjadi kebocoran di bagian liquid akan berdampak langsung dengan kebocoran gas yang ada dan apabila terjadi kebocoran pada pipa atau *valve*. Pipa liquid dan vapor dapat dilihat pada gambar 5.11. *valve* vapor dan liquid dapat dilihat pada gambar 5.12

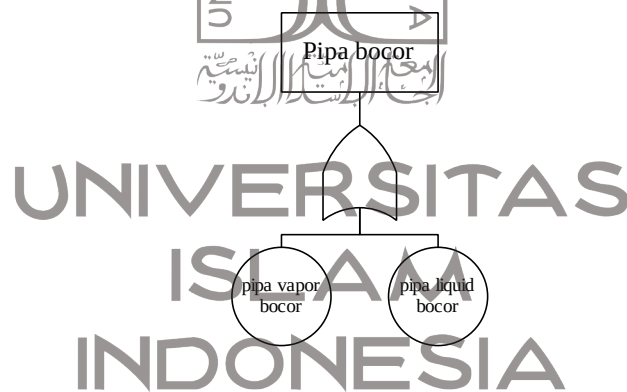


Gambar 5.11 Pipa liquid dan vapor area penimbunan

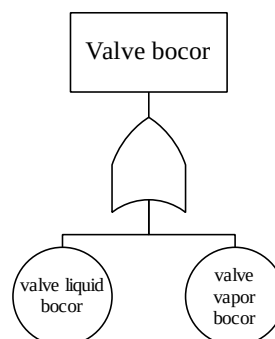


Gambar 5.12 Valve vapor dan liquid

Pada *event* pipa bocor dan valve bocor dapat terjadi apabila salah satu *basic event* terjadi, sehingga pada *event* ini digunakan gerbang OR seperti yang dapat dilihat pada gambar 5.12 dan gambar 5.13.

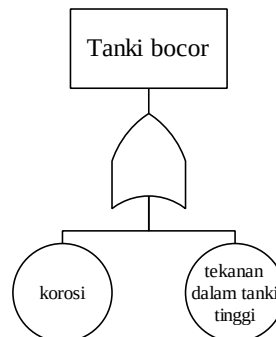


Gambar 5.13 Fault tree 9



Gambar 5.14 Fault tree 10

Pada tanki yang bocor dapat terjadi karena usia tanki yang sudah terlalu lama sehingga menyebabkan korosi dan tekanan didalam tanki tinggi yang terlalu besar ataupun kecil. *Fault tree* digambarkan dengan gerbang OR seperti pada gambar 5.15



Gambar 5.15 *Fault tree* 11

Untuk penyebab kebakaran yang terjadi pada area penimbunan dapat disebabkan oleh terjadinya loncatan bunga api ataupun suhu panas disekitar area tanki digambarkan pada gambar 5.16 dengan gerbang OR yaitu salah satu kejadian ataupun kedua kejadian tersebut terjadi secara bersamaan dapat menyebabkan kebakaran.



Gambar 5.16 *Fault tree* 12

Loncatan bunga api yang terjadi di area penimbunan dapat terjadi apabila sistem *grounding* dan *bounding* di area tersebut tidak bekerja, apabila terdapat aliran listrik statis diatas permukaan tanah dapat menimbulkan elektron bermuatan yang biasa disebut loncatan bunga api. *Grounding* dan *bounding* mempunyai fungsi yang sama akan tetapi *grounding* pada area penimbunan terletak dibawah area tanki sedangkan *bounding* terletak pada pipa atau sambungan pipa. Gambar 5.17 dan gambar 5.18 berikut memperlihatkan sistem *grounding* dan *bounding* pada SPPBE PT. Narada Agungnugraha.

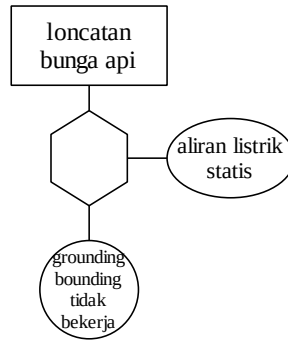


Gambar 5.17 sistem *grounding* area penimbunan



Gambar 5.18 sistem *bonding* area penimbunan

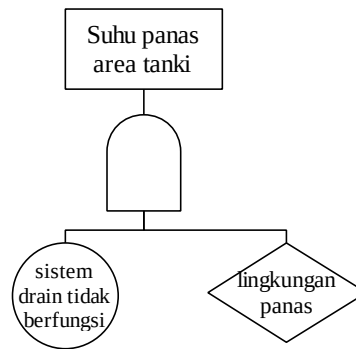
Kejadian ini digambarkan dengan gerbang INHIBIT karena kejadian loncatan bunga api dapat terjadi karena sistem *grounding* dan *bonding* tidak bekerja dan terjadi kondisi tertentu dimana terdapat aliran listrik statis dengan tegangan tinggi seperti petir sehingga aliran listrik statis digambarkan sebagai *conditional event* seperti gambar 5.19.

Gambar 5.19 *Fault tree 13*

Suhu panas pada area tanki dapat terjadi karena sistem drain yang tidak berfungsi dan lingkungan panas. Apabila lingkungan terlalu panas dan sistem pendingin atau drain tidak bekerja maka dapat menimbulkan ketidakstabilan tekanan didalam tanki dan dapat menimbulkan kebakaran. Sistem *drain* berperan penting untuk menjaga suhu di sekitat area tanki. Pada gambar 5.20 dapat dilihat sistem *drain* pada area tanki penimbunan.

Gambar 5.20 sistem *drain* area penimbunan

Dapat dilihat pada gambar 5.21 kejadian ini digambarkan dengan gerbang AND karena kedua kejadian tersebut harus terjadi bersamaan. lingkungan panas digambarkan dengan *undeveloped event* dikarenakan kemampuan penulis dan perusahaan untuk mengidentifikasi penyebab dan sebagian besar lingkungan yang panas disebabkan oleh pengaruh eksternal dari luar perusahaan.



Gambar 5.21 Fault tree 15

5.2.3 Layer of Protection Analysis (LOPA)

Lapisan proteksi yang digunakan pada LOPA adalah *process design*, BPCS, *Alarm and human intervention*, *physical safety system*, untuk kriteria *plan emergency respons* dan *community emergency respons* tidak dimasukkan sebagai IPL dikarenakan variabel yang terlalu banyak dan lebih banyak pengaruh dari eksternal perusahaan. Langkah mitigasi yang dilakukan didapatkan dari hasil diskusi kepada pegawai SPPBE PT. Narada Agungnugraha. Pada lapisan perlindungan, *process design* tidak diberikan langkah mitigasi disebabkan design dari peralatan dan fasilitas yang dianggap sudah cukup baik dan cukup aman. Dibawah ini merupakan rincian mengenai mitigasi dan lapisan proteksi yang digunakan dari setiap risiko

1. Ledakan area *filling*

Pada kejadian ledakan area *filling* memiliki *initiating event* sebesar 1.68×10^{-3} berdasarkan hasil pemetaan risiko diketahui bahwa risiko berada di wilayah *unacceptable* sehingga diperlukan adanya reduksi risiko. Dengan menggunakan lapisan proteksi ditentukan langkah yang mereduksi risiko ledakan. Tidak ada langkah mitigasi ledakan diarea BPCS disebabkan apabila ledakan terjadi tidak ada langkah tindakan manual yang dapat dilakukan didalam area *plant*. Pada lapisan *alarm* dan *human intervention* yaitu terdapat *alarm* apabila terjadi kebocoran gas berlebih dan saat terdapat api secara bersamaan sehingga seluruh personil perusahaan dan sekitar area perusahaan dapat melakukan evakuasi.

Lapisan proteksi kedua yang digunakan adalah memberikan tembok pembatas di sekitar area *filling* dengan kantor. Berdasarkan prosedur dari

pertamina untuk memiliki tembok pembatas atau jarak aman. Pada lingkungan sekitar SPPBE dapat dilihat bahwa lingkungan sekitar *plant* memiliki tembok pembatas akan tetapi antara *filling hall*, area penimbunan dan lingkungan kantor tidak memiliki batas tembok seperti dapat dilihat pada gambar 5.22



Gambar 5.22 *filling plant*

Dengan dilakukannya tindakan pemberian tembok batas antar area terutama untuk area kantor diharapkan dapat mengurangi dampak yang ditimbulkan apabila terjadi ledakan seperti korban jiwa.

2. Kebocoran gas area *filling*

Lapisan proteksi dalam mencegah kebocoran area *filling* dilakukan dengan memberikan tindakan pada IPL BPCS yaitu dengan melakukan perawatan dan pergantian mesin secara rutin terutama pada alat yang rentan kebocoran seperti sambungan antar pipa, selang, *filling head*. Apabila terjadi kebocoran gas *human intervention* yang dilakukan adalah menghentikan kegiatan kerja terlebih dahulu, dan membuyarkan uap dengan menyemprotkan air apabila tidak ada api. Berdasarkan SOP pertamina apabila kebocoran gas disertai dengan api terjadi memadamkan api dengan air akan membuat partikel gas lebih menyebar dan memperparah kerusakan. Lapisan ketiga yang diberikan adalah pencegahan kebocoran gas dengan *safety valve* untuk kebocoran pada pipa sehingga apabila terjadi kebocoran dapat mencegah tersebar ke udara.

3. Kebakaran area *filling*

Dari pohon kesalahan dapat diketahui bahwa beberapa penyebab terjadinya kebakaran di area *filling* adalah penggunaan hp, kamera, dan *grounding system* yang kurang baik sehingga tindakan pada lapisan proteksi pertama di BPCS adalah dengan melakukan pemeriksaan barang bawaan pengunjung dan pegawai yang masuk ke area SPPBE dan melakukan pengecekan *grounding system* secara berkala. *Alarm intervention* dilakukan dengan pemberitahuan oleh alarm tanda kebakaran, menghidupkan *evacuation pump* dan mematikan seluruh aliran listrik. Pada lapisan *physical safety system* adalah dengan menggunakan *water sprinkler* secara otomatis ketika terjadi kebakaran

4. Ledakan area penimbunan

Reduksi risiko ledakan area penimbunan dengan area *filling* dilakukan dengan langkah mitigasi yang sama yaitu pada *alarm intervention* terdapat alarm apabila terjadi kebocoran gas dan kebakaran serta memberikan tembok pembatas.

5. Kebocoran gas area penimbunan

Untuk pipa dan *valve* dapat dikendalikan dengan cara melakukan perawatan secara berkala, dan melakukan pembersihan tanki rutin, serta memeriksa *pressure gauge* pada tanki agar tekanan didalam tanki dapat selalu terpantau. Pada IPL *human intervention* dan *physical safety system* sama dengan area *filling* yaitu dengan melakukan pembuyaran uap apabila tidak ada api dan penggunaan *safety valve* untuk kebocoran yang berasal dari pipa

6. Kebakaran area penimbunan

Untuk mencegah kebakaran di area penimbunan dilakukan tidanakan mitigasi BPCS dengan pengecekan *gauge* dan *grounding bonding* secara berkala, pengecekan kendaraan skid *tank* yang keluar masuk seperti barang bawaan, mesin, dan rem. IPL *alarm intervention* dan *physical safety system* sama dengan area *filling* yaitu alarm kebakaran, menghidupkan *evacuation pump*, mematikan seluruh aliran listrik dan *physical safety system* menggunakan sistem drain.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada SPPBE PT. Narada Agungnugraha, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat 16 perbaikan strategi penangan risiko yang dapat dilakukan untuk meminimasi kemungkinan terjadinya *undesired event* dan meningkatkan keselamatan kerja yang terbagi kedalam dua area yaitu penimbunan dan area *filling* diantaranya dengan menggunakan alarm apabila terjadi kebocoran gas dan kebakaran, memberikan tembok pembatas tahan api, maintenance rutin komponen alat yang rentan kebocoran (seperti sambungan), *safety valve* (pada pipa), pemeriksaan barang bawaan pengunjung, pengecekan *grounding system* secara berkala, *Water sprinkler*, pengecekan *gauge* dan *grounding bonding* secara berkala, pengecekan kendaraan skid tank yang keluar masuk. Setelah strategi penanganan risiko dilakukan dapat diketahui bahwa probabilitas dan *impact* risiko yang ada dapat berkurang.

6.2 Saran

saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah

1. Bagi perusahaan

Untuk perusahaan agar dapat mengetahui identifikasi dan prioritas risiko yang ada pada rantai pasok dan dapat menerapkan langkah perbaikan strategi dalam penanganan risiko untuk dapat meminimalisir probabilitas kejadian risiko utama.

2. Bagi penelitian selanjutnya

Dapat menambahkan aspek keuangan sebagai bahan pertimbangan, memperluas cakupan dalam membangun model FTA.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyani, M., Adi, A. H. (2016). *Risk Assessment dan Perumusan Strategi Mitigasi Risiko Pada Sistem Distribusi PT. Semen Padang*. Universitas Andalas.
- Anggrahini, D., Karningsih, P. D., Sulistiyono, M. (2015). Managing Quality Risk in A frozen Shrimp Supply Chain: A Case Study. *Industrial Engineering and Service Science*, 4, 152-260.
- Antaranews. (2013). Dua Kritis Akibat Ledakan Gudang LPG.
- Athikulrat, K., Rungreanganun, V., Talabgaew, S. (2015). Reliability Assessment on Member of Supply Chain Based on SCOR Performance and Fault Tree Analysis. *International Journal of Computer Science and Electronics Engineering (IJCSSE)*, 3(2).
- Center for Chemical Process Safety (CCPS). (2001). Layer of Protection Analysis: Simplified Process Risk Assessment. Wiley.
- Christina, D. (2012). Assessmen Manajemen Risiko berbasis ISO 31000:2009
- Depnakertrans. (2008). Pengawasan K3 Penanggulangan kebakaran.
- Faizal, K., Palaniappan, PL. K. (2014). Risk Assessment and Management in Supply Chain. *Global Journal of Researches in Engineering (G): Industrial Engineering*, 14(2), 18-30.
- Frosdick, M. (1997). The Techniques of Risk Management are Insufficient in Themselves. *Disaster Prevention and Management*, 6(3), 165-177.
- Gabby, S. E., Mandagi, R. J., Sompie, B. F. (2014). Manajemen Risiko Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) (Studi Kasus Pada pembangunan Gedung SMA Eben Haezar). *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 4(4), 229-238.
- Gallab, M., Bouloiz, H., Garbolino, E., Tkiouat, M., Elkilani, M. A., Bureau, N. (2017). Risk Analysis of Maintenance Activities in a LPG Supply Chain With a Multi-Agent Approach. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 47, 41-56.

- Hadavale, R. S., Alexander, S. M. (2009). Supply Chain Risk Management. *Proceeding of the industrial engineering research conference*. 1363 – 1369.
- Hanafi, M. M. (2012). Manajemen Risiko. UPP STIM YKPN. Yogyakarta.
- Hilson, D. (2001). Extending The Risk Process to Manage Opportunities. *Proceeding of The Fourth European Project Management Conference*, London.
- Flaus, J. M. (2013). Risk Analysis Socio-technical and Industrial systems. ISTE ltd. London
- Kompas. (2011). Analisa Terbakarnya Kilang Minyak Cilap: 4 Kali dalam 3 Tahun.
- Maharani, F. T., Djunaidi, Z. (2013). Analisis Konsekuensi Dispersi Gas, Kebakaran, dan Ledakan pada Tanki Penyimpanan LPG SPPBE PT. Aroma Jaya Sejati Sragen dengan Menggunakan Perangkat Lunak ALOHA. FKM UI. Depok.
- Mangla, S. K., Kumar, P., Barua, M. K. (2015). Risk Analysis in Green Supply Chain Using Fuzzy AHP Approach: A Case Study. *Resource, Conservation, and Recycling*, 104, 375-390.
- Mayangsari, D. F., Adianto, H., Yuniati, Y. (2015). Usulan Pengendalian Kualitas Produk Isolator dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA). *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 2(3), 81-91.
- Mustika, A. F., Hasyim, M. H., Unas, S. E. (2014). Analisa Keterlambatan Proyek Menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) Studi Kasus pada Proyek Pembangunan Gedung Program Studi Teknik Industri Tahap II Universitas Brawijaya. Malang.
- Pandey, M. (2005). *Engineering and Sustainable Development Fault Tree Anaysis*. University of Waterloo, Waterloo.
- Peck, H., Christopher, M., Kingdom, U. (2003). Supply Chain Risk Management: Outlining an Agenda for Future Research. *International Journal of Logistics: Research & Application*. Vol. 6, No.4, 197-210.
- Pujawan, I. N., Mahendrawati. (2010). *Supply Chain Management*. Guna Widya.

- Pratama, R. H., Artana, K. B., Baliwangi, L. (2010). Risk Assessment tanker LNG dalam Studi Kasus Suplai LNG dari Ladang Tangguh ke Teluk Benoa Bali. Institut Teknologi Surabaya. Surabaya.
- Priyanta, D. (2000). Keandalan dan Perawatan. Institut Teknologi Surabaya. Surabaya.
- Ramli, S. (2010). Pedoman Praktis Manajemen Risiko dalam Perspektif K3. *Dian Rakyat*. Jakarta.
- Rosih, A. R., Choiri, M., Yuniarti, R. (2015). Analisis Risiko Operasional Pada Departemen Logistik dengan Menggunakan Metode FMEA. *Jurnal Rekayasa Manajemen dan Sistem Industri*, 3(3), 580-591.
- Satria, B., Manfaat, D. (2012). Aplikasi Formal Safety Assessment untuk Penilaian Risiko Kecelakaan pada Helipad FSO: Studi Kasus FSO Kakap Natuna. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), 321 – 326.
- Silva, M. M., Gusmao, A. P., Poletto, T., Silva, L. C. (2014). A Multi Dimensional Approach to Information Security Risk Management Using Fmea and Fuzzy Theory. *International Journal of Information Management*, 34(6), 733-740.
- Supply Chain Council. (2005). *Supply-chain Operations Reference-model overview version 7.0*.
- Ulfah, M., Maarif, M.S., Sukardi, Raharja, S. (2016). Analisis dan Perbaikan Manajemen Rantai Pasok Gula Rafinasi dengan Pendekatan HOR. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 87-103.
- USNRC. (1981). The Fault Tree Handbook. *Office of Nuclear Regulatory Research Commission*. Washington DC.
- Utama, Y. P., Pujawan, I. (2009). Manajemen Risiko di PT. Industri Kereta Api (Persero) Untuk Menghadapi Ketidakpastian Supply Chain. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi IX*
- Utami, L., Lestari, F. (2012). Analisis Konsekuensi Dispersi Gas, Kebakaran, dan Ledakan Akibat Kebocoran Tanki Timbun Premium 5000 Kiloliter di PT. Pertamina (Persero) Terminal BBM Panjang, Lampung dengan Menggunakan Breeze. FKM UI. Depok.

- Vesely, W. E., Goldberg, F. F., Roberts, N.H., Haasl, D.F. (1981). *Fault Tree Handbook. System and Reliability Research Office of Nuclear Regulatory Research U.S Regulatory Comission*. Washington, D.C.
- Waters, D. (2007). *Supply Chain Risk Management: Vulnerability and Resilence in Logistics*. Kogan Page, London.
- Widiasih, W., Karningsih, P. D., Ciptomulyono, U. (2015). Development of Integrated Model for Managing Risk in Lean Manufacturing Implementation: A Case Study in an Indonesian Manufacturing Company. *Industrial Engineering and Service Science*, 4, 282-290.
- Wulandari, T. (2011). *Analisa kegagalan sistem dengan fault tree*. FMIPA UI. Depok.
- Ziegenbein, A., Baumgart, J. (2006). Supply Chain Risk Assessment – A Quantitative Approach. *International Conference on Information System, Logistics and Supply Chain*.



UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA

LAMPIRAN

Lampiran 1. Draft identifikasi risiko

	<p align="center">Penilaian Risiko dengan Pendekatan Integrasi SCOR, FTA, dan LOPA</p> <p align="center">Oleh : Lia Larasita (NIM:13522246) JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA</p>	<p align="center">RAHASIA</p>
---	---	--------------------------------------

Assalamualaikum Wr. Wb.

Bapak/Ibu yang saya hormati.

Saya mahasiswi jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Dalam hal ini saya sedang melakukan penelitian Tugas Akhir mengenai Penilaian risiko dengan pendekatan integrasi *Supply Chain Operation Reference* (SCOR), *Fault Tree Analysis* (FTA), dan *Layer of Protection Analysis* (LOPA) di SPPBE PT. Narada Agungnugraha. Hasil kuesioner ini hanya untuk kepentingan penelitian semata.

Atas bantuan, kesediaan waktu, dan kerjasamanya saya ucapkan terima kasih.

Petunjuk pengisian:

1. mengisi *risk event* (peristiwa risiko dari masing-masing elemen)
2. menentukan *risk cause* (penyebab terjadinya risiko)
3. tempat / source merupakan lokasi risiko tersebut dapat terjadi atau tempat departemen dimana risiko dapat terjadi
4. likelihood adalah perkiraan tingkat keseringan terjadi. Kriteria dapat dilihat pada tabel 1.
5. *impact* adalah dampak atau konsekuensi yang ditimbulkan apabila risiko terjadi. Kriteria dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel kriteria

Tabel 1. Kriteria *likelihood*

Rating	Deskripsi	Probability of Risk Occurance	non rutin
Rare (1)	Hampir tidak pernah terjadi	< 20%	maksimum terjadi 1 kali dalam setahun
Unlikely (2)	Bisa / mungkin terjadi	20% - < 50%	maksimum terjadi 5 kali dalam setahun
Moderate (3)	Jarang terjadi	50% - < 70%	maksimum terjadi 10 kali dalam setahun
Likely (4)	Sering terjadi	70% - < 90%	maksimum terjadi 15 kali dalam setahun
Almost Certain (5)	Hampir pasti selalu terjadi	90% - < 100%	terjadi lebih dari 20 kali dalam setahun

Tabel 2. Kriteria *impact*

kriteria penilaian	Indikator	insignificant	minor	moderate	major	Catastrophic
		sangat rendah (1)	rendah (2)	sedang (3)	tinggi (4)	sangat tinggi (5)
HSSE	kecelakaan kerja	tidak ada cedera	memerlukan perawatan medis P3K dan langsung dapat ditangani	memerlukan perawatan medis P3K dan dapat ditangani dengan bantuan pihak luar	cidera yang mengakibatkan cacat / hilang fungsi tubuh secara total	menyebabkan kematian
keluhan pelanggan	ketidakpuasan pelanggan	adanya keluhan yang disampaikan secara lisan	adanya keluhan yang disampaikan secara tertulis	adanya pengajuan klaim yang disampaikan secara tertulis	adanya pengajuan gugatan terhadap perusahaan	pelanggan pindah
Reputasi	brand image	tidak berdampak pada reputasi	brand image buruk bagi pelanggan langsung (supir yang mengambil produk)	brand image buruk bagi agen local	brand image buruk bagi existing principal secara nasional	resistensi dan market secara keseluruhan

2. Elemen Source

IDENTITAS RESPONDEN	
Nama	:
Jabatan/ usia kerja	:

No.	Risk Event	Risk Cause	Tempat / source	Akibat	likelihood	Impact
 <p>UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA</p>						

3. Elemen make

IDENTITAS RESPONDEN	
Nama	:
Jabatan/ usia kerja	:

No.	Risk Event	Risk Cause	Tempat / source	Akibat	likelihood	Impact
 <p>UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA</p>						

4. Elemen deliver

IDENTITAS RESPONDEN	
Nama	:
Jabatan/ usia kerja	:

No.	Risk Event	Risk Cause	Tempat / source	Akibat	likelihood	Impact
 <p>UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA</p>						

5. Elemen return

IDENTITAS RESPONDEN	
Nama	:
Jabatan/ usia kerja	:

No.	Risk Event	Risk Cause	Tempat / source	Akibat	likelihood	Impact
 <p>UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA</p>						

Lampiran 2. Dokumentasi

