



UNIVERSITAS INDONESIA

**Analisis Risiko Kebakaran dan Ledakan dengan Metode *Dow's
Fire and Explosion Index* pada Tangki *Crude Oil*
di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia
Tahun 2011**

SKRIPSI

**TRI KUMALA DEWI
0706274193**

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
DEPOK
JUNI, 2011**



UNIVERSITAS INDONESIA

**Analisis Risiko Kebakaran dan Ledakan dengan Metode *Dow's
Fire and Explosion Index* pada Tangki *Crude Oil*
di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia
Tahun 2011**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana

**TRI KUMALA DEWI
0706274193**

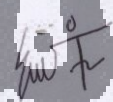
**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
DEPOK
JUNI, 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Tri Kumala Dewi

NPM : 0706274193

Tanda Tangan : 

Tanggal : 22 Juni 2011

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, Saya:

Nama : Tri Kumala Dewi

NPM : 0706274193

Mahasiswa Program : S1 Reguler

Tahun Akademik : 2007

Menyatakan bahwa Saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi Saya yang berjudul:

“ANALISIS RISIKO KEBAKARAN DAN LEDAKAN DENGAN METODE DOW'S FIRE AND EXPLOSION INDEX PADA TANGKI CRUDE OIL DI STASIUN KAJI RIMAU ASSET PT MEDCO E&P INDONESIA TAHUN 2011”

Apabila suatu saat nanti terbukti Saya melakukan plagiat maka Saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat ini Saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 22 Juni 2011



Tri Kumala Dewi

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini telah diajukan oleh:

Nama : Tri Kumala Dewi

NPM : 0706274193

Program Studi : S1 Reguler

Judul Skripsi : Analisis Risiko Kebakaran dan Ledakan Dengan Metode *Dow's Fire And Explosion Index* Pada Tangki *Crude Oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat pada Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. dr. L. Meily Kurniawidjaja M.Sc., Sp.Ok(.....)

Penguji : dra. Fatma Lestari M.Si., Ph.D (.....)

Penguji : Ir. Haris W. Ranuamihardjo (.....)

Ditetapkan di : Depok, Jawa Barat

Tanggal : 22 Juni 2011

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat Jurusan Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- a. Kedua orang tuaku tersayang yang senantiasa mendukung sepenuhnya dengan kasih sayang dan doa mereka;
- b. Dr. dr. L. Meily Kurniawidjaja M.Sc., Sp.Ok selaku pembimbing akademis yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan dalam pembuatan skripsi ini;
- c. dra. Fatma Lestari M.Si., Ph.D selaku dosen penguji; terima kasih telah meluangkan waktu untuk menjadi penguji dalam sidang skripsi ini;
- d. pembimbing lapangan Ray Junian Rusli Putra, ST dan Doni G Wibisono, ST yang juga telah mengizinkan waktu kerjanya diganggu dan memberikan masukan dalam pengerjaan skripsi ini;
- e. Penguji dari pihak PT Medco E&P Indonesia, Ir. Haris W. Ranuamihardjo yang telah menyempatkan waktu untuk menguji;
- f. pihak PT Medco E&P pusat pak taufik, mbak early, pak doni, pak tris, pak imam, dan pihak lain terima kasih telah membantu pengerjaan skripsi ini;
- g. pihak PT Medco Rimau Asset pak sudarman, mas sandy, mas agung, mba nia, k kemas, mba tika, mas aldes, mas harimurti, mas yaser, mas adam, dan pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Namun tidak mengurangi rasa terima kasih penulis karena tanpa bantuan mereka pengumpulan data skripsi ini tidak akan terwujud;
- h. Sahabat seperjuangan saya yang setia Ovvayasa Wayka Putri yang telah menyemangati, membantu, serta menemani pengerjaan skripsi ini;

- i. Sahabat Nsc tersayang ovvy, tika, yc, uc, de2, gumi, nadia yang telah memberikan semangat dan bantuan;
- j. teman-teman sesama bimbingan satu PA saya, Antie, leidy, gita, dan pewe;
- k. teman K3 2007, yc, tika, mega, apri, dea, cesie, suci, avi, depi, bule, topan, dani, dan lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, terima kasih untuk semuanya;
- l. Pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih untuk bantuannya.

Akhir kata, penulis berharap semoga Allah, SWT berkenan memberikan balasan kepada semua pihak yang telah membantu. Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk menjadi masukan yang berarti bagi perbaikan skripsi ini. Besar harapan penulis skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Jakarta, Juni 2011

Penulis,

Tri Kumala Dewi

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

Sebagai civitas akademik Universitas Indonesia, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tri Kumala Dewi

NPM : 0706274193

Program Studi : S1 Reguler

Departemen : Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Fakultas : Kesehatan Masyarakat

Jenis Karya : Skripsi

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

“ANALISIS RISIKO KEBAKARAN DAN LEDAKAN DENGAN METODE DOW’S FIRE AND EXPLOSION INDEX PADA TANGKI CRUDE OIL DI STASIUN KAJI RIMAU ASSET PT MEDCO E&P INDONESIA TAHUN 2011”

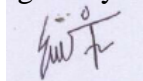
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir Saya selama tetap mencantumkan nama Saya sebagai penulis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

Demikian pernyataan ini Saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Tanggal : 22 Juni 2011

Yang Menyatakan



(Tri Kumala Dewi)

ABSTRAK

Nama : Tri Kumala Dewi
Program Studi : Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Judul : Analisis Risiko Kebakaran dan Ledakan dengan Metode *Dow's Fire and Explosion Index* pada Tangki *Crude Oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011

PT MEDCO E&P Indonesia merupakan sebuah industri eksplorasi dan pengolahan minyak bumi. Dimana salah satu risiko kebakaran dan ledakan berada pada tangki penyimpanan *crude oil* karena menyimpan material *flammable* dalam jumlah besar. Untuk itu sebagai dasar upaya pengendalian diperlukan suatu penilaian risiko kebakaran dan ledakan pada tangki penyimpanan ini. Penilaian risiko ini dilakukan pada tangki penyimpanan minyak *crude oil* di stasiun kaji Rimau Asset. Penelitian ini bertujuan untuk menilai risiko kebakaran dan ledakan pada tangki penyimpanan *crude oil* dengan menggunakan salah satu metode penilaian risiko yakni *Dow's Fire and Explosion Index*. Hasil penelitian menunjukkan besar potensi kebakaran dan ledakan masuk dalam klasifikasi tingkat *intermediate* dengan nilai F&EI 121, 6 untuk tangki 10.000 bbls dan 115,05 untuk tangki 5.000 bbls. Area pajanan jika terjadi kebakaran dan ledakan adalah 39, 37 m dengan luas area pajanan 4867 m² untuk tangki 10.000 bbls dan 35, 24 m dengan luas area pajanan 3899, 43 m² untuk tangki 5.000 bbls. Nilai daerah pajanan untuk masing-masing tangki adalah sebesar Rp. 1. 501.583.700 untuk tangki ABJ-407 dan ABJ-408, serta Rp. 906.937.990 untuk ABJ-406. Faktor Kerusakan untuk tangki 10.000 bbls adalah 66 % sedangkan untuk tangki 5.000 bbls 64 %. Hal ini menyebabkan nilai kerugian dasar untuk tangki ABJ-407 dan ABJ-408 sebesar Rp. 991.045.242, serta ABJ-406 sebesar Rp. 580.440.314. Faktor pengurang kerugian untuk semua tangki *crude oil* adalah 0,48, untuk itu didapat nilai kerugian yang sebenarnya sebesar Rp.475.701. 716, 2 untuk tangki ABJ-407 serta ABJ-408 dan Rp 278.611.350, 7 untuk ABJ-406. Untuk perkiraan hari kerja yang hilang maka didapatkan sebanyak 6 hari untuk tangki ABJ-407 dan ABJ-408, sedangkan untuk ABJ-406 adalah 5 hari . Besar interupsi bisnis jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki *crude oil* adalah Rp. 26.963.318.320 untuk tangki 10.000 bbls dan Rp. 11.234.715.970 untuk tangki 5.000 bbls. Dengan melakukan pengoptimalan pengendalian risiko maka nilai potensi kebakaran dan ledakan menjadi klasifikasi tingkat *light*.

Kata Kunci : *Dow's Fire and Explosion index*, Kebakaran dan Ledakan,

ABSTRACT

Name : Tri Kumala Dewi
Study Program : Occupational Safety and Health
Title : Fire and Explosion risk analysis with Dow's Fire and Explosion index Method on Crude oil Tanks at Kaji Station Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia Year 2011

PT Medco E & P Indonesia is an industry of petroleum exploration and processing. Where one of the risk of fires and explosions are on crude oil storage tank for storing flammable materials in large quantities. So that, as the basis to control efforts, required an assessment of risk of fire and explosion in this storage tank. Risk assessment conducted on crude oil storage tanks at the station studied Rimau Asset. This study aims to assess the risk of fire and explosion on a crude oil storage tank by using one of the methods of risk assessment that is Dow's Fire and Explosion Index. The results of this assesment show the potential of fire and explosion classified at intermediate level with a value of F & EI 121, 6 for tank 10,000 bbls and 115.05 for the tank of 5000 bbls. The radius of exposure if there's an incident of fire and explosion are 39, 37 with the Area exposure 4867 m² for 10.000 bbls tank and 35, 24 m with the area of exposure 3899,43 m² for 5.000 bbls crude oil tank. The exposure value for each tank was Rp. 1. 501.583.700 for the tank and ABJ ABJ-407-408, and Rp. 906.937.990 for the ABJ-406. Damage factor for 10,000 bbls tank is 66% while for the tank 5000 bbls of 64%. This causes the the base maximum probable property damage for ABJ-407-408 are Rp. 991.045.242, and ABI-406 is Rp. 580.440.314. Loss control credit factor for all the crude oil tanks are 0,48, so the Actual Maximum Probable Property Damage are Rp.475.701. 716, 2 for ABJ ABJ-407-408 and Rp 278.611.350, 7 for ABJ-406. For estimates of working days lost then gained as much as 6 days for ABJ ABJ-407 and 408 tank, whereas for the ABJ-406 is 5 days. Large business interruption in case of fire and explosion in crude oil tank is Rp. 26,963,318,320 for 10,000 bbls tank and Rp. 11.234.715.970 for 5000 bbls tank. By doing optimalization of risk control, so the value of potential fire and explosion index become light classification.

Key Words : fire and explosion index, fire and explosion

IDENTITAS DIRI

Nama : Tri Kumala Dewi
NPM : 0706274193
Fakultas : Kesehatan Masyarakat
Jurusan : S1 Reguler Keselamatan dan Kesehatan Kerja
TTL : Jakarta, 01 Maret 1990
Alamat Rumah : Komp IKPN Blok E/20, Bintaro, Pesanggrahan, Jak-Sel
HP : 085813764707
E-mail : tri.kumala@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

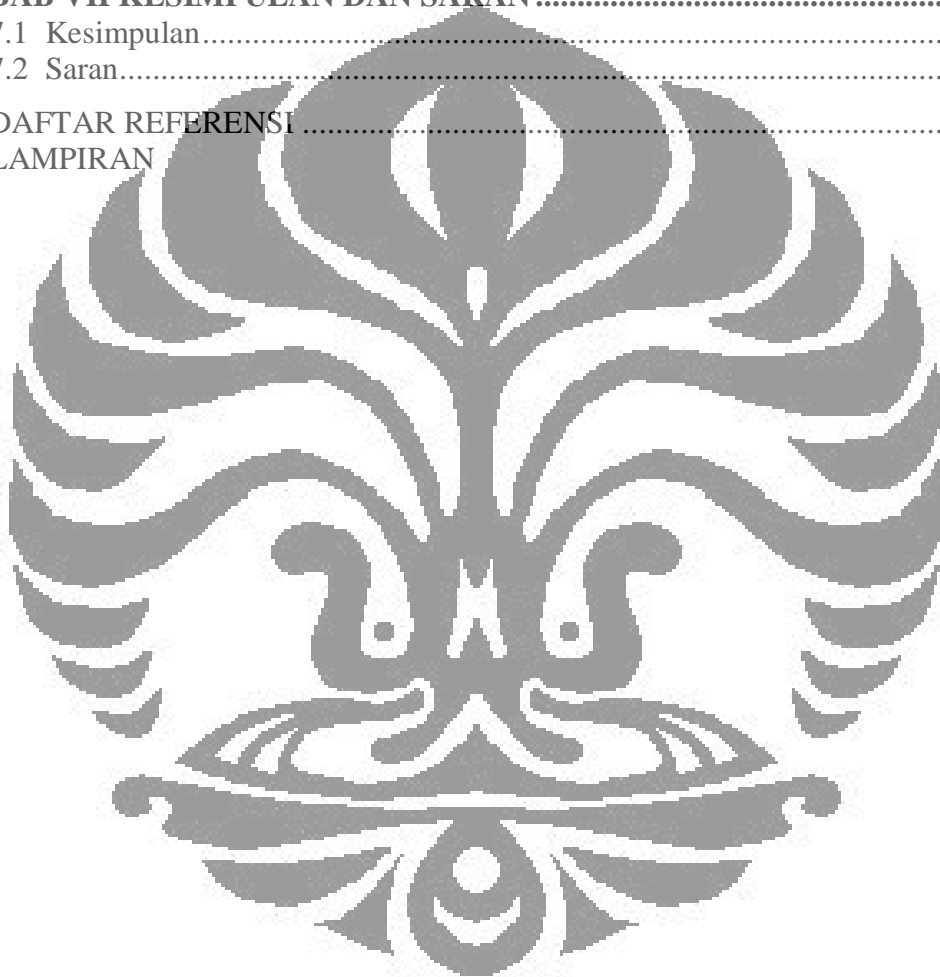
1. SDN 05 Pagi Bintaro, Jakarta Selatan 1995-2001
2. SLTP Negeri 161 Jakarta 2001-2004
3. SMU Negeri 90 Jakarta 2004-2007
4. FKM UI K3 Depok, Jawa Barat Angkatan 2007

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH.....	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
IDENTITAS DIRI	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GRAFIK.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.4.1 Tujuan Umum	6
1.4.2 Tujuan khusus	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Ruang Lingkup Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN TEORI	9
2.1 Kebakaran.....	9
2.1.1 Definisi Kebakaran.....	9
2.1.2 Teori Api.....	9
2.1.3 Jenis-Jenis Kebakaran.....	11
2.1.4 <i>Flash point</i>	13
2.1.5 <i>Flammability limit</i>	13
2.1.6 <i>Autoignition</i>	14
2.1.7 Sistem Proteksi Kebakaran	15
2.2 Ledakan	16
2.2.1 Definisi Ledakan	16
2.2.2 Jenis-Jenis Ledakan.....	16
2.3 Tangki Penyimpanan (<i>Storage Tank</i>)	18
2.3.1 Tangki Penyimpanan <i>flammable</i> dan <i>combustible material</i>	18
2.3.2 Jenis-Jenis Tangki Penyimpanan	19
2.4 Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan.....	20
2.4.1 Definisi Bahaya dan Risiko	20
2.4.2 Definisi Penilaian Risiko	20
2.5 <i>Dow's Fire and Explosion Index (DFEI)</i>	20
2.5.1 Menentukan Unit Proses.....	23
2.5.2 Menentukan <i>Material Factor</i>	23

2.5.3	Menentukan <i>General Process Hazard Factor</i> (F1)	26
2.5.4	Menentukan <i>Special Process Hazard Factor</i> (F2).....	30
2.5.5	Menentukan <i>Process Unit Hazard Factor</i> (F3)	38
2.5.6	<i>Process Unit Analysis Summary</i>	38
2.5.7	Menentukan <i>Fire and Explosion Index</i> (F&EI)	39
2.5.8	Menentukan Radius Paparan (<i>the radius of exposure</i>)	39
2.5.9	Menentukan Area Paparan (<i>the area of exposure</i>)	40
2.5.10	Menentukan Nilai Daerah Terpapar	40
2.5.11	Menentukan Faktor Kerusakan (<i>Damage Factor</i>)	41
2.5.12	Menentukan Nilai Kerugian Dasar	43
2.5.13	Menentukan Faktor Pengendali Nilai Kerugian.....	43
2.5.14	Menentukan Nilai Kerugian Sebenarnya	50
2.5.15	Menentukan Hari Kerja yang Hilang	50
2.5.16	Menentukan Nilai Kerugian Akibat Terhentinya Bisnis.....	51
2.5.17	Kelebihan dan Kelemahan <i>Dow's Fire and Explosion Index</i>	52
BAB III KERANGKA KONSEP, DAN DEFINISI OPERASIONAL		53
3.1	Kerangka Konsep.....	53
3.2	Definisi Operasional	54
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....		58
4.1	Desain Penelitian	58
4.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	58
4.3	Objek Penelitian.....	58
4.4	Pengumpulan Data	58
4.5	Instrumen Pengumpulan Data	59
4.6	Manajemen Data	59
4.7	Analisis Data.....	59
BAB V HASIL PENELITIAN.....		60
5.1	<i>Fire and Explosion Index</i>	60
5.2	<i>Loss control credit factor</i>	62
6.2.1	<i>Process Control Credit Factor</i> (C_1)	62
6.2.2	<i>Material Isolation Credit Factor</i> (C_2)	62
6.2.3	<i>Fire Protection Credit Factor</i> (C_3)	63
5.3	<i>Process Unit Risk Analysis Summary</i>	64
BAB VI ANALISIS DAN PEMBAHASAN		65
6.1	Gambaran Umum <i>Storage Tank</i> di Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia	65
6.2	Pemilihan Unit Proses (<i>Storage Tank</i>).....	65
6.3	Penentuan <i>Material Factor</i>	67
6.4	Penilaian <i>General Process Hazard Unit Factor</i> (F1)	68
6.5	Penilaian <i>Special Process Hazard Unit Factor</i> (F2)	69
6.6	Penilaian <i>Process Unit Hazard Facotor</i> (F3).....	73
6.7	Penilaian <i>Fire and Explosion Index</i> (F&EI).....	74
6.8	Penilaian Radius Paparan (<i>The Radius of Exposure</i>)	75
6.9	Penilaian Luas Daerah Paparan (<i>The Area of Exposure</i>)	76
6.10	Penentuan Nilai Daerah Terpapar (<i>The Value of Area Exposure</i>)	77
6.11	Penilaian Faktor Kerusakan (<i>Damage factor</i>).....	79

6.12 Penentuan Nilai Kerugian Dasar Maksimum (<i>Base Maximum Probable Property Damage</i>)	80
6.13 Penentuan <i>Loss Control Credit Factor</i>	80
6.14 Penentuan Nilai Kerugian yang Sebenarnya (<i>Actual Maximum Probable Property Damage</i>)	90
6.15 Penilaian Maksimum Hari Kerja yang Hilang (<i>Maximum Probable Day Outage</i>)	90
6.16 Penilaian Interupsi Bisnis (<i>Business Interruption</i>).....	92
6.17 Pengendalian Risiko.....	94
6.18 Keterbatasan Penelitian	96
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	97
7.1 Kesimpulan.....	97
7.2 Saran.....	99
DAFTAR REFERENSI	101
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

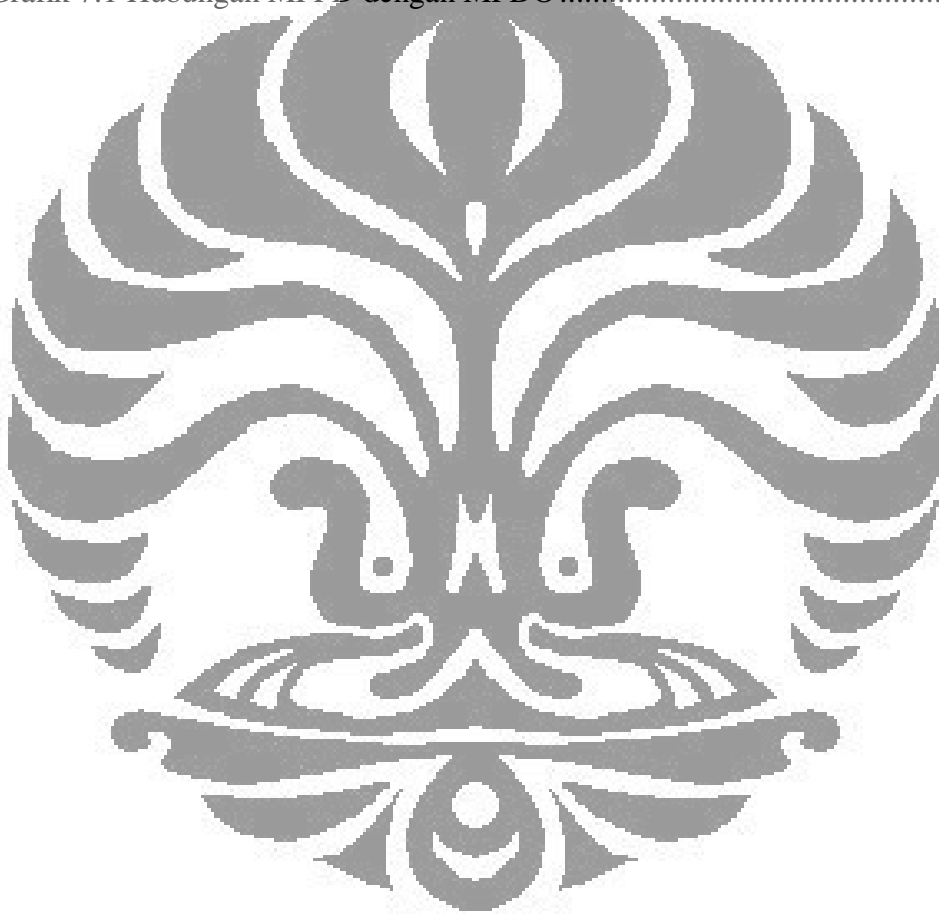
Tabel 2.1 Auto Ignition Temperatur Untuk Beberapa Senyawa Hidrokarbon...	15
Tabel 2.2 Panduan Penentuan <i>Material Factor</i>	24
Tabel 2.3 Penalti <i>Dust Explosion</i>	32
Tabel 2.4 Penentuan Penalti Untuk <i>Relief Pressure</i>	32
Tabel 2.5 Penentuan Penalti Untuk <i>Hot Oil Heat Exchange System</i>	37
Tabel 2.6 Klasifikasi Tingkat Bahaya Berdasarkan FEI.....	39
Tabel 2.7 Nilai CEPCI dari Tahun 1999 Hingga 2011	40
Tabel 2.8 Kredit Faktor Untuk <i>Wet/Dry Sprinkler</i>	48
Tabel 5.1 Fire & Explosion Index (F&EI) tangki 10.000 bbls.....	60
Tabel 5.2 Fire & Explosion Index (F&EI) tangki 5.000 bbls	61
Tabel 5.3 Process Control Credit Factor.....	62
Tabel 5.4 Material Isolation Credit Factor.....	62
Tabel 5.5 <i>Fire Protection Credit Factor</i>	63
Tabel 5.6 <i>Process Unit Risk Analysis Summary</i>	64
Tabel 6.1 Spesifikasi Tangki <i>crude oil</i>	66
Tabel 6.2 Penentuan <i>Material Factor (MF)</i>	67
Tabel 6.3 Hubungan F&EI dengan tingkat bahaya	74
Tabel 6.4 Hubungan Fire Load, Tingkat Risiko, dan Lamanya Kebakaran	76
Tabel 6.5 Nilai CEPCI dari tahun 1999 hingga 2011	78
Tabel 6.6 pengendalian Risiko	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Segitiga Api.....	10
Gambar 2.2 <i>Tetrahedron Fire</i>	10
Gambar 2.3 Life Cycle of Fire	11
Gambar 2.4 Batas Nyala Atas dan Bawah Konsentrasi Metana di Udara	14
Gambar 2.5 Jenis-Jenis Ledakan	16
Gambar 2.6 Skema Perhitungan F&EI	22
Gambar 6.1 Tangki Penyimpanan minyak mentah 10.000 dan 5.000 bbls.....	66
Gambar 6.2 Kondisi Lingkungan yang Terbuka	68
Gambar 6.3 Tanggul dan saluran pengumpul pengendali tumpahan	69
Gambar 6.4 Area Paparan Kebakaran dan Ledakan	77
Gambar 6.5 Tangki air untuk Proteksi Kebakaran	83
Gambar 6.6 Sistem Komputerisasi SCADA	84
Gambar 6.7 Tempat penampungan tumpahan minyak	86
Gambar 6.8 Saluran pengumpul tumpahan	86
Gambar 6.9 <i>Fixed Monitor</i>	88
Gambar 6.10 Percobaan fixed monitor	88
Gambar 6.11 Deluge Foam System	89
Gambar 6.12 Alat Pemadam api Ringan.....	89
Gambar 6.13 Proteksi Kabel	90

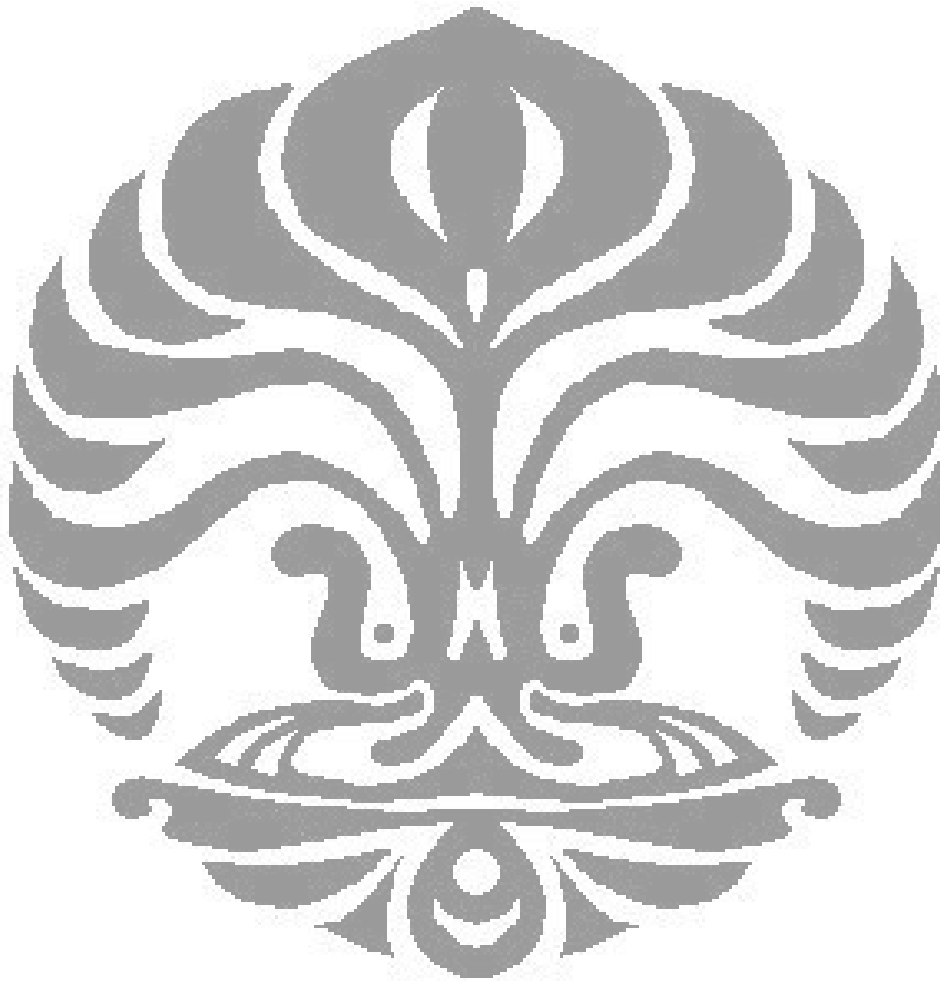
DAFTAR GRAFIK

Grafik 2.1 Grafik Penalti <i>Relief Pressure</i>	33
Grafik 2.2 Grafik Penalti Untuk Cairan atau Gas Dalam Proses	34
Grafik 2.3 Grafik Penalti Untuk Cairan atau Gas Dalam <i>Storage</i>	35
Grafik 2.4 Grafik Penalti Untuk <i>Combustible Solid/Debu</i> dalam Proses	35
Grafik 2.5 Grafik Penentuan Nilai Penalti Untuk <i>Fired Equipment</i>	37
Grafik 2.6 Grafik Menentukan Nilai Faktor Kerusakan	42
Grafik 2.8 Grafik Menentukan Hari Kerja Yang Hilang	51
Grafik 7.1 Hubungan MPPD dengan MPDO	91



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Gambaran Umum Perusahaan
- Lampiran 2 Lembar Pengumpulan Data Tangki 10.000 bbls
- Lampiran 3 Lembar Pengumpulan Data Tangki 5.000 bbls
- Lampiran 4 Safety Data Sheet *Crude Oil*
- Lampiran 5 Drawing tangki



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan berkembangnya dunia industri, dunia kerja selalu dihadapkan pada tantangan baru. Dengan semakin berkembangnya suatu industri maka semakin memungkinkan terjadinya risiko keselamatan. Pada industri pengolahan bahan bakar misalnya, salah satu risiko yang harus ditangani terdapat pada tangki timbun yang menyimpan material bersifat *flammable* atau mudah terbakar. Jika tidak ditangani dengan baik melalui pengendalian yang tepat, maka tangki penyimpanan tersebut sewaktu-waktu dapat mengalami kebakaran dan ledakan. Kebakaran dan ledakan pada industri proses, walaupun jarang terjadi, dapat menimbulkan kerugian kehidupan, kerusakan lingkungan, kerugian akibat kerusakan peralatan atau inventaris perusahaan, terhentinya bisnis, dan hilangnya kepercayaan publik (Crowl, 2003).

Center of Fire Statistics of CTIF, asosiasi internasional kebakaran dan pelayanan keselamatan, mencatat bahwa sejak awal abad ke 21, dari total populasi manusia di dunia sekitar 6.300.000.000 jiwa, dilaporkan setiap tahun terjadi 7.000.000-8.000.000 kasus kebakaran dengan 70.000-80.000 orang meninggal dan 500.000-800.000 orang cidera. Di benua Eropa, total populasi penduduk sekitar 700.000.000 jiwa, setiap tahun dilaporkan terjadi 2.000.000-2.500.000 kasus kebakaran dengan 20.000-25.000 orang meninggal dan 250.000-500.000 orang cidera (*Center of Fire Statistics of CTIF*, 2006). Selain itu dalam *Loss Prevention Journal* mengenai *a Study of Storage Tank Accident* didapatkan statistik bahwa sebanyak 74 % dari 242 kasus kebakaran dan ledakan selama 40 tahun terakhir terjadi di unit penyimpanan minyak (*Loss Prevention Journal in Process Industry*, 2006)

Di Amerika selama tahun 2009 diperkirakan telah terjadi 1.348.500 kasus kebakaran yang mengakibatkan 3.010 warga sipil tewas (terjadi peningkatan sebesar 9,3% dari tahun sebelumnya) dan 17.050 orang cidera (meningkat 2,1% dari tahun sebelumnya). Kasus kebakaran di Amerika diperkirakan telah

mengakibatkan kerugian yang sangat besar yaitu sekitar US\$ 12.531.000.000. Dari hasil perhitungan yang dilakukan oleh *National Fire Protection Association, Fire Analysis and Research Division*, selama tahun 2009 tercatat bahwa satu orang warga sipil meninggal diakibatkan kasus kebakaran dalam setiap 175 menit dan satu orang warga sipil cidera akibat kasus kebakaran dalam setiap 31 menit. Salah satu faktor yang berkontribusi terhadap tingginya angka kasus kebakaran tersebut adalah kasus kebakaran di tempat kerja, yaitu sekitar 48%. Setiap 49 menit dilaporkan terjadi satu kasus kebakaran di tempat kerja (*National Fire Protection Association, 2010*).

Di Jakarta, mulai awal tahun 2009 hingga tanggal 17 Juni 2011 telah terjadi 203 kali kasus kebakaran dengan kerugian diperkirakan mencapai Rp.33.344.330.000,00. Setiap tahun angka kebakaran di DKI Jakarta mencapai rata-rata 800 kali atau 2-3 kali kebakaran setiap harinya. Data ini belum mencakup kebakaran di daerah-daerah lainnya di Indonesia (*Dinas Pemadam Kebakaran dan Penanggulangan Bencana DKI, 2011*).

Beberapa contoh kasus kebakaran dan ledakan pada industri, yakni pada tanggal 4 April 2010 kasus kebakaran terjadi di kilang minyak milik Tesoro Corporation di Washington. Kejadian ini menyebabkan tiga orang tewas dan empat lainnya mengalami cedera berat (*Chemical Safety and Hazard Investigation Board, 2009*). Selain itu kasus kebakaran dan ledakan di daerah ASIA terjadi di Kilang minyak Petrochina yang berlokasi di Propinsi Liaoning, China. Kejadian ini terjadi pada tanggal 19 Januari 2011 pukul 9.25 waktu setempat pada *heavy-oil catalytic cracking unit* yang digunakan untuk memecah minyak mentah menjadi gasoline. Kasus ini menyebabkan 30 orang mengalami cedera (*bloombergnews, 2011*).

Di Indonesia, kasus kebakaran dan ledakan serupa juga beberapa kali terjadi, salah satunya adalah kebakaran dan ledakan di salah satu tangki timbun no. 24 Depo Pertamina Plumpang yang berkapasitas 10 juta liter atau 10.000 KL. Kejadian ini terjadi pada tanggal 18 Januari 2009 dan menyebabkan kerugian materi yang cukup besar mencapai milyaran rupiah, korban jiwa, luka-luka, serta rusaknya bangunan rumah penduduk yang ada disekitar Depot Pertamina

Plumpang. Mengenai kronologis kebakaran menurut Kepala Badan Reserse Mabes Polri tangki nomor 24 sedang menerima aliran BBM dari kapal tanker "*Raising Star*" yang bersandar di Pelabuhan Tanjung Priok pukul 18.00 WIB lewat jalur pipa lima kilometer. Sebelum diisi, di dalam tangki masih ada BBM sekitar 1,4 juta liter dari kapasitas 10 juta liter dengan ketinggian tangki 1,4 meter. Dengan demikian, ada ruang kosong dalam tangki setinggi 8,6 meter. Dalam keadaan normal, ruang kosong itu berisi uap pekat dan oksigen. Saat diisi BBM, ruang kosong dalam tangki menjadi mengecil sehingga muncul tekanan uap. Saat itulah diduga muncul percikan api yang kemudian menyambar BBM di dalam tangki. Akibatnya, terjadi ledakan hingga membuat tutup tangki terpeleat. (Kompasotomotif, 2009).

Selain itu kasus kebakaran tangki penyimpanan minyak yang baru terjadi adalah Kebakaran yang terjadi di kilang minyak Pertamina Cilacap pada hari Sabtu tanggal 2 April tahun 2011 pukul 04.55 WIB. Kebakaran dan ledakan terjadi pada tangki T 31.02 yang berkapasitas 10.487 KL dan berisikan minyak ringan HOMO (*High Octane Mogas Component*). Tangki tersebut berisi campuran untuk meningkatkan oktan premium. Dari hasil pemeriksaan, dugaan sementara mengenai peristiwa kebakaran kilang minyak itu disebabkan oleh percikan listrik dari pompa kilang, sehingga kilang minyak meledak. Kebakaran ini menyebabkan tiga tangki dari empat tangki di kilang 31 terbakar (tempointeraktif, 2011).

PT Medco E&P Indonesia juga pernah mengalami kebakaran dan ledakan pada tangki penyimpanan *crude oil* di di Uki, Kabupaten Pelalawan, Riau pada tanggal 22 Januari 2011. Kejadian ini diduga akibat kelalaian kerja saat melakukan proses pengelasan pipa. Kebakaran ini menyebabkan kerusakan tangki dan terganggunya produksi minyak, namun tidak mengakibatkan korban jiwa dan pencemaran lingkungan (kompasonline, 2011).

Menurut Undang – undang No. 1 Tahun 1970 pasal 3 tentang Keselamatan Kerja menyatakan bahwa salah satu syarat keselamatan kerja adalah mencegah, mengurangi dan memadamkan kebakaran, serta mencegah dan mengurangi bahaya peledakan. Peraturan tersebut menjadi salah satu dasar diwajibkannya upaya

pengendalian risiko terhadap bahaya kebakaran dan ledakan. Selain itu, dari contoh beberapa kasus kebakaran tersebut maka sebagai dasar pengendalian terhadap risiko kebakaran dan ledakan diperlukan suatu penilaian risiko terhadap bahaya kebakaran dan ledakan agar dapat mengetahui potensi dan kerugian yang mungkin terjadi sehingga dapat dilakukan pengendalian yang tepat.

Dow's Fire and Explosion Index (DFEI) pertama kali diperkenalkan oleh *DOW Company* pada tahun 1967 dan secara cepat diadaptasi oleh berbagai industri karena keefektivan dan kesederhanaannya dalam menilai risiko. DFEI adalah suatu cara yang digunakan untuk menilai untuk menentukan potensi dari bahaya kebakaran dan ledakan dari suatu perlengkapan proses dan digunakan sebagai pedoman dalam menentukan metode pencegahan kebakaran (Darmawan dan Ronggo, 2007).

Menurut Suardin, DFEI telah digunakan secara luas dan telah membantu para *engineer* untuk memperhatikan bahaya di setiap unit proses ketika membuat keputusan penting dalam mengurangi keparahan dan kemungkinan potensi insiden. FEI dapat diaplikasikan dalam tahap awal disain karena dapat dilaksanakan secara cepat, menyediakan skor, penalti, atau kredit yang mudah diinterpretasikan dan dapat dibandingkan diantara beberapa pilihan disain (Suardin, 2005).

1.2 Perumusan Masalah

Kebakaran dan ledakan merupakan suatu bahaya yang dapat menimbulkan kerugian yang sangat besar, baik kerugian material, *property damage*, lingkungan, interupsi bisnis, dan bahkan dapat menimbulkan korban jiwa. Tangki penyimpanan memiliki risiko bahaya kebakaran dan ledakan yang besar karena menyimpan material yang bersifat *highly flammable* dalam jumlah yang besar selain itu sejauh ini, kuantitas terbesar zat kimia ditemukan di fasilitas penyimpanan yang berada pada pabrik kimia atau terminal penyimpanan lain. Pencegahan kerugian di fasilitas penyimpanan merupakan hal yang sangat penting (Less, 1996). Pada tahun 2011 terdapat beberapa tangki penyimpanan minyak mentah di PT Medco E&P Indonesia dengan kapasitas yang cukup besar dan

belum dilakukan penilaian risiko bahaya dengan metode *Dow's Fire and Explosion Index*. Untuk itu sebagai dasar upaya pengendalian risiko terhadap bahaya kebakaran dan ledakan, diperlukan penilaian risiko bahaya kebakaran dan ledakan di tangki penyimpanan *crude oil* pada salah satu stasiun pengumpul minyak utama yakni Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia.

1.3 Pertanyaan Penelitian

1. Seberapa besar potensi bahaya kebakaran dan ledakan pada tangki *crude oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011?
2. Berapa radius pajanan jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki *crude oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011?
3. Berapa luas daerah pajanan jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki *crude oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011?
4. Berapa besar nilai daerah yang terpajan jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki *crude oil* Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011?
5. Berapa besar faktor kerusakan yang dapat menyebabkan kerugian jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki *crude oil* Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011?
6. Berapa nilai kerugian dasar jika terjadi kebakaran jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki *crude oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011?
7. Berapa besar faktor pengurang nilai kerugian pada tangki *crude oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011?
8. Berapa besar kerugian sebenarnya yang diderita jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki *crude oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011?
9. Berapa lama waktu kerja yang hilang jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki *crude oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011?

10. Berapa besar kerugian yang diderita akibat terhentinya bisnis untuk sementara jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki *crude oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011?
11. Berapa nilai potensi kebakaran dan ledakan jika dilakukan pengendalian risiko pada tangki *crude oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011?

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan umum

Mengetahui risiko kebakaran dan ledakan dan pengendalian risiko pada tangki *crude oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011 dengan menggunakan model *Dow's Fire and Explosive Index*.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui seberapa besar potensi bahaya ledakan dan kebakaran pada tangki *crude oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011.
2. Mengetahui berapa radius pajanan jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki *crude oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011.
3. Mengetahui berapa luas daerah pajanan jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki *crude oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011.
4. Mengetahui berapa besar nilai daerah yang terpajan jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki *crude oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011.
5. Mengetahui berapa besar faktor kerusakan yang dapat menyebabkan kerugian jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki *crude oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011.

- 6 Mengetahui nilai kerugian dasar jika terjadi kebakaran jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki *crude oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011.
- 7 Mengetahui besar faktor pengurang nilai kerugian pada tangki *crude oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011.
- 8 Mengetahui berapa besar kerugian sebenarnya yang diderita jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki *crude oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011.
- 9 Mengetahui berapa lama waktu kerja yang hilang jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki *crude oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011.
- 10 Mengetahui berapa besar kerugian yang diderita akibat terhentinya bisnis untuk sementara jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki *crude oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011.
- 11 Berapa nilai potensi kebakaran dan ledakan jika dilakukan pengendalian risiko pada tangki *crude oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia tahun 2011?

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat Aplikatif dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Penulis
Menambah Pengetahuan, wawasan, dan pengalaman dalam mengaplikasikan teori yang berhubungan dengan manajemen kebakaran dan ledakan.
2. Bagi Perusahaan
Pihak perusahaan akan memperoleh gambaran risiko bahaya kebakaran dan ledakan dari tangki yang akan dinilai. Dari gambaran tersebut pihak perusahaan dapat melakukan tindakan pengendalian sejak dini agar risiko terjadinya kebakaran dan ledakan dapat diminimalisasi.
3. Bagi Kalangan Akademik
Sebagai bahan referensi sekaligus masukan untuk peningkatan ilmu pengetahuan dan proses belajar mengajar di lingkungan kampus.

1.6 Ruang Lingkup

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui risiko dan pengendalian kebakaran dan ledakan pada tangki *crude oil* di Stasiun Kaji Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia . Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April- Mei 2011. Faktor yang akan dinilai adalah besar potensi bahaya kebakaran dan ledakan, radius pajanan, luas daerah pajanan, besar nilai daerah yang terpajan, besar faktor kerusakan yang dapat menyebabkan kerugian, besar kerugian dasar, besar faktor pengurang nilai kerugian, besar kerugian sebenarnya, kerugian yang diderita akibat terhentinya bisnis untuk sementara jika terjadi kebakaran dan ledakan. Penilaian risiko ini dilakukan pada tangki penyimpanan *crude oil* yang diperkirakan memiliki potensi bahaya kebakaran dan ledakan. Penelitian ini dilakukan karena tangki penyimpanan minyak mentah memiliki risiko kebakaran dan ledakan yang besar karena materialnya yang bersifat *highly flammable*. Penilaian risiko bahaya kebakaran dan ledakan dalam penelitian ini menggunakan metode *Dow's Fire and Explosion Index* (DFEI).

BAB II

TINJAUAN TEORI

2.1 Kebakaran

2.1.1. Definisi Kebakaran

Kebakaran adalah suatu kejadian yang tidak diinginkan dan kadang kala tidak dapat dikendalikan, sebagai hasil pembakaran tidak sempurna suatu bahan dalam udara dan mengeluarkan energi panas dan nyala (Nevded, 1991a). Api (kebakaran) adalah reaksi kimia yang melibatkan terjadinya reaksi oksidasi bahan bakar secara cepat dan bersifat eksotermis (*Center for Chemical Process Safety*, 2003). Kebakaran merupakan suatu peristiwa atau reaksi kimia yang terjadi secara cepat dan berantai antara bahan bakar dan zat asam (udara) dalam perbandingan yang tepat dan disertai adanya panas. Api dapat terbentuk dengan sangat cepat karena mampu melakukan proses oksidasi yang bersifat eksotermis dengan sendirinya tanpa adanya bantuan dari zat lain. Proses oksidasi ini diikuti dengan perubahan variasi kekuatan panas dan nyala (Furness & Mucket, 2007).

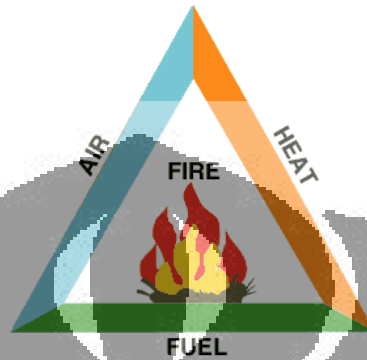
2.1.2. Teori Api

Terdapat tiga teori dasar yang digunakan untuk menjealskan reaksi kebakaran. Teori-teori tersebut adalah *Fire Triangle*, *Tetrahedron of Fire*, dan *Life Cycle of Fire*. Dari ketiga teori tersebut, *fire triangle* merupakan teori yang pertama dan paling dikenal. Sedangkan teori kedua yaitu *Tetrahedron of Fire* memberikan penjelasan secara terperinci mengenai konsep kimia dari kebakaran. Teori *Life Cycle of Fire* memberikan penjelasan yang terperinci dari *Fire Triangle* (Davlestshina and Cheremisinoff, 1998).

1. *Fire Triangle Theory* (Teori Segitiga Api)

Tiga kondisi dasar yang diperlukan untuk terjadinya kebakaran adalah bahan bakar (*fuel*), oksigen, dan panas. Tiga komponen tersebut diibaratkan seperti tiga sisi dari sebuah segitiga, setiap sisi harus saling menyentuh satu sama lain untuk membentuk segitiga. Jika salah satu sisi tidak menyentuh sisi lainnya, maka kebakaran akan terjadi. Begitu pula jika tidak ada oksigen atau panas yang cukup maka kebakaran tidak akan terjadi. Hal lain yang menjadi

pertimbangan adalah jumlah dan tingkatan ketiga komponen tersebut. Api hanya kan terbentuk jika ketiga komponen tersebut menyatu dalam tingkatan dan jumlah tertentu. Untuk mencegah terbentuknya api dapat dilakukan dengan menghilangkan atau mengurangi salah satu komponen tersebut (Crowl & Louvar, 2007).

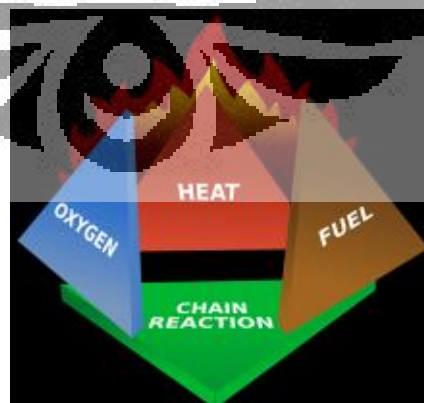


Gambar 2.1 Segitiga api

Sumber: Schroll, 2002

2. *Tetrahedron Fire*

Teori ini mencakup tiga komponen yang ada pada *fire triangle* namun ditambahkan sisi keempat yaitu rantai reaksi kimia pembakaran. Dalam *tetrahedron fire theory* disebutkan bahwa api tidak akan terbentuk jika tidak ada reaksi kimia yang menghubungkan ketiga komponen dasar tersebut. Sehingga teori ini menyebutkan bahwa setiap pembakaran pasti terdapat reaksi kimia di dalamnya (Schroll, 2002).

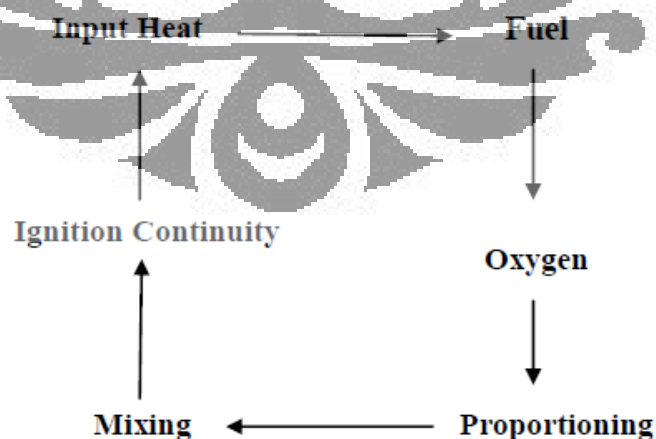


Gambar 2.2 *Tetrahedron Fire*

Sumber: Schroll, 2002

3. *Life Cycle of Fire*

Teori ini menyatakan bahwa proses pembakaran terjadi dalam enam tahap. Tahap pertama adalah masuknya panas (*input heat*), yaitu banyaknya panas yang diperlukan untuk menghasilkan uap dari padatan atau cairan, serta sebagai sumber penyalan (*ignition source*). Panas yang masuk harus sesuai dengan temperatur penyalan bahan bakar. Tahap kedua adalah bahan bakar (*fuel*) harus pada susunan yang sesuai untuk terbakar, dimana bahan bakar sudah menguap atau jika pada logam hampir seluruh potongan telah mencapai temperatur yang sesuai untuk memulai pembakaran. Tahap ketiga adalah adanya oksigen yang sesuai untuk terjadinya pembakaran. Tahap keempat adalah *proportioning* atau peristiwa benturan antara oksigen dan molekul bahan bakar. Tahap kelima adalah *mixing*, dimana rasio bahan bakar terhadap oksigen benar sebelum penyalan terjadi dan pencampuran sesuai setelah panas terjadi pada bahan bakar akan menghasilkan uap yang dibutuhkan untuk pembakaran. Tahap terakhir adalah *ignition continuity* yang merupakan langkah pertama untuk siklus kebakaran selanjutnya (Davlestshina and Chermisinoff, 1998).



Gambar 2.3 *Life Cycle of Fire*

2.1.3. Jenis-Jenis Kebakaran

Klasifikasi kebakaran menurut Kepmenaker No. PE-04/MEN/1980 Tentang Syarat-syarat Pemasangan dan Pemeliharaan Alat Pemadam Api Ringan (APAR), kebakaran di klasifikasikan ke dalam empat kelompok, yaitu:

- Kebakaran Kelas A: Kebakaran pada bahan padat bukan logam, contohnya kebakaran kayu, plastik, kertas, dll.
- Kebakaran Kelas B: Kebakaran bahan cair atau gas mudah terbakar, contohnya kerosine, solar, premium, LPG, dll
- Kebakaran Kelas C: Kebakaran instalasi listrik bertegangan, contohnya breaker listrik serta alat rumah tangga lainnya.
- Kebakaran Kelas D: Kebakaran Logam, contohnya magnesium, aluminium, kaliun, dll.

Sedangkan NFPA mengklasifikasikan kebakaran ke dalam lima kelas, yaitu:

- Kebakaran Kelas A: Kebakaran bahan padat mudah terbakar yang dapat menimbulkan abu (*Ash*), seperti kertas, kayu, dll
- Kebakaran Kelas B: Kebakaran bahan-bahan cair mudah terbakar, seperti minyak, bahan kimia cair lainnya.
- Kebakaran Kelas C: Kebakaran listrik
- Kebakaran Kelas D: Kebakaran bahan logam
- Kebakaran Kelas K: Kebakaran pada minyak goreng (*Cooking oils*)

Tipe-tipe kebaran berdasarkan bentuk dan penyebab terjadinya dikelompokkan ke dalam lima kelompok (Center for Chemical Process Safety, 2003), yaitu:

- *Jet fire*
Jet fire terjadi dalam proses industri sebagai akibat dari lepasnya gas baik secara sengaja maupun tidak sengaja, atau akibat pembakaran gas pada *flares*.
- *Flash fire*
Flash fire terjadi ketika *vapor cloud* dari *flammable material* terbakar. Ciri khas *flash fire* adalah kebakaran dimulai dari ujung *vapor cloud*

menuju sumber lepasnya gas. Kebakaran jenis ini berlangsung dalam hitungan waktu yang sangat cepat.

- *Pool fire*

Pool fire terjadi ketika tumpahan *flammable liquid* di atas tanah terbakar. Kebakaran yang terjadi di dalam tangki timbun merupakan *pool fire*. *Pool fire* juga dapat terjadi pada permukaan *flammable liquid* yang tumpah di atas air.

- *Running liquid fire*

Running liquid fire adalah jenis *pool fire* yang *running* atau bergerak.

- *Fire ball*

Fire ball adalah kebakaran berbentuk bola yang hebat akibat dari terbakarnya cairan atau gas bertekanan yang lepas secara tiba-tiba. Penyebab dari *fire ball* yang paling sering adalah *Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion (BLEVE)*. Durasi *fire ball* ini terjadi sekitar 5-20 detik.

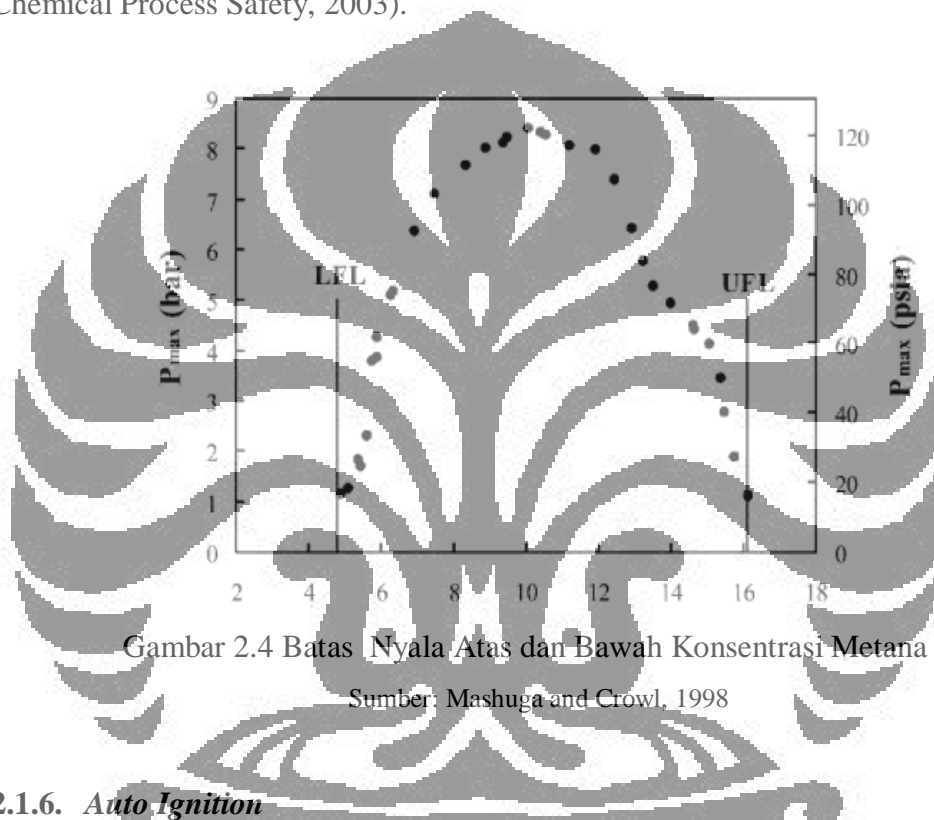
2.1.4. *Flash Point*

Menurut *National Fire Protection Association, 2008*, *Flash point* atau titik nyala adalah temperatur minimum yang dibutuhkan oleh cairan untuk membentuk uap dalam udara yang cukup dan jika terignisi akan menyala. Semakin rendah titik nyala, maka bahan tersebut semakin mudah terbakar atau menyala. Berdasarkan NFPA terdapat beberapa klasifikasi untuk *liquid* berkaitan dengan *flash point* yaitu *flammable liquid* dan *combustible liquid*. *Flammable liquid* adalah cairan yang memiliki *flash point* dibawan 100°F (37,8°C), sedangkan *combustible liquid* adalah cairan yang memiliki *flash point* sama atau diatas 100°F (37,8°F).

2.1.5. *Flammability Limit*

Flammable limit atau batas nyala, atau biasa juga disebut batas ledak (*explosive range*) adalah konsentrasi atau campuran uap bahan bakar dengan oksigen dari udara yang dapat nyala atau meledak jika terdapat sumber panas. Semakin tinggi kadar bahan bakar di udara semakin sulit nyala, dan sebaliknya

jika kadar bahan bakar terlalu sedikit juga sulit untuk menyala. *Flammable range* dibagi menjadi dua parameter, yaitu *Lower Flammability Limit (LFL)* atau bisa disebut *Lower explosive limit (LEL)* dan *Upper Flammability Limit (UFL)* atau bisa disebut *Upper Explosive Limit (UEL)*. *Lower Flammability limit* adalah jumlah minimum bahan bakar diudara yang dapat mendukung terjadinya pembakaran. Sedangkan *Upper flammability limit* adalah konsentrasi maksimum bahan bakar di udara yang dapat mendukung terjadinya pembakaran (Center for Chemical Process Safety, 2003).



Gambar 2.4 Batas Nyala Atas dan Bawah Konsentrasi Metana di Udara

Sumber: Mashuga and Crowl, 1998

2.1.6. *Auto Ignition*

Pada temperatur tertentu bahan bakar atau bahan kimia bisa terbakar dengan sendirinya tanpa adanya sumber api (*source of ignition*). Sebagai contoh, jika bahan kimia tumpah mengenai permukaan panas seperti bagian mesin atau knalpot maka dapat menyala dengan sendirinya tanpa adanya sumber api. Contoh lainnya di restoran *sea food*, tukang masak sedang menggoreng dengan api yang sangat panas. Tiba-tiba terjadi nyala api di penggorengan. Hal ini terjadi karena minyak mendidih dan mencapai *auto ignition*, sehingga tiba-tiba terjadi nyala api. Bahan bakar dengan *auto ignition* yang sangat rendah akan mudah menyala dengan sendirinya, sehingga dibutuhkan penanganan yang lebih hati-hati. (Soehatman, 2010). Dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Auto Ignition Temperatur Untuk Beberapa Senyawa Hidrokarbon

Hidrokarbon	Auto Ignition Temperature (°C)
CH ₄	536
C ₂ H ₆	514
C ₃ H ₆	466
C ₄ H ₁₀	406
C ₅ H ₁₂	309
C ₆ H ₁₄	234
C ₇ H ₁₆	223
C ₈ H ₁₈	220
C ₉ H ₂₀	206

Sumber: Soehatman, 2010

2.1.7. Sistem Proteksi Kebakaran

Menurut Permen PU No 26 tahun 2008 mengenai prasyarat teknis sistem proteksi kebakaran pada bangunan dan lingkungan. Sistem proteksi kebakaran pada bangunan gedung dan lingkungan adalah sistem yang terdiri atas peralatan, kelengkapan dan sarana, baik yang terpasang maupun terbangun pada bangunan yang digunakan baik untuk tujuan sistem proteksi aktif, sistem proteksi pasif maupun cara-cara pengelolaan dalam rangka melindungi bangunan dan lingkungannya terhadap bahaya kebakaran.

1. Sistem Proteksi Aktif

Sistem proteksi kebakaran aktif adalah sistem proteksi kebakaran yang secara lengkap terdiri atas sistem pendeteksian kebakaran baik manual ataupun otomatis, sistem pemadam kebakaran berbasis air seperti springkler, pipa tegak dan selang kebakaran, serta sistem pemadam kebakaran berbasis bahan kimia, seperti APAR dan pemadam khusus.

2. Sistem Proteksi Pasif

Sistem proteksi kebakaran pasif adalah sistem proteksi kebakaran yang terbentuk atau terbangun melalui pengaturan penggunaan bahan dan komponen struktur bangunan, kompartemenisasi atau pemisahan bangunan berdasarkan tingkat ketahanan terhadap api, serta perlindungan terhadap bukaan.

2.2 Ledakan

2.2.1 Definisi Ledakan

Ledakan adalah pemuaian gas yang beralngsung dengan cepat dan menghasilkan perubahan tekanan yang begitu cepat atau terjadinya sebuah guncangan (Crowl and Louvar, 2002). *Center for Chemical Process Safety* mendefinisikan ledakan adalah sebuah pelepasan energi yang mengakibatkan terjadinya letusan. Setelah itu mereka mendefinisikan letusan tersebut sebagai sebuah perubahan yang terjadi di dalam berat jenis gas, tekanan, dan kecepatan aliran udara yang melampaui titik ledakan. Ledakan biasanya disertai dengan menjalarnya api atau kebakaran (Nevded, 1991)

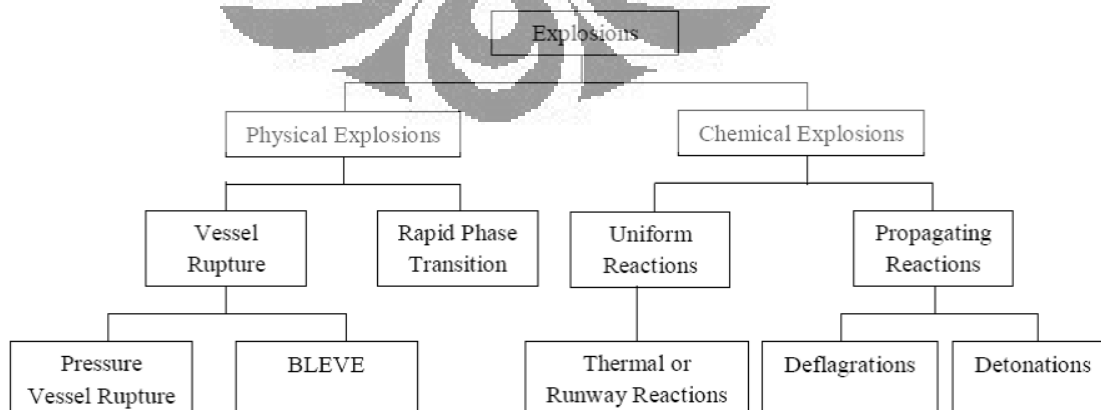
2.2.2 Jenis-Jenis Ledakan

Ada beberapa faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya ledakan dari suatu material, diantaranya:

- Bentuk fisik material (padatan, cairan, atau gas; powder atau mist)
- Sifat fisik (density, heat capacity, tekanan uap, panas pembakaran, dll)
- Reaktifitas

Selain itu, menurut Crowl (2003), tipe ledakan yang dihasilkan tergantung pada sejumlah faktor, seperti

- kondisi penggunaan dan penyimpanan material,
- cara pelepasan material,
- bagaimana material bercampur dengan udara,
- waktu dan cara material terbakar.



Gambar 2.5 Jenis-Jenis Ledakan

Sumber: Crowl, 2003

1. *Physical explosion*

Terjadi akibat pelapasan energi mekanis secara tiba-tiba, seperti lepasnya gas bertekanan dan tidak melibatkan reaksi kimia. *Physical explosions* terdiri dari *vessel ruptures*, *Boiling Liquid Expanding Vapour Explosions* (BLEVE) dan *rapid phase transition explosions* (Crowl, 2003).

- *Vessel rupture*

Ledakan *vessel rupture* terjadi ketika proses dalam *vessel* yang mengandung material bertekanan mengalami kegagalan secara tiba-tiba. Kegagalan tersebut dapat disebabkan oleh sejumlah hal, seperti kegagalan mekanis, korosi, pajanan panas, *cyclical failure*, dan lain-lain. Contohnya kegagalan mekanis dari *vessel* yang mengandung gas bertekanan tinggi, tekanan berlebih pada *vessel* yang berisi gas, dan kegagalan *relief device* selama terjadi kelebihan tekanan.

- *Boiling Liquid Expanding Vapour Explosions* (BLEVE)

Boiling liquid expanding vapour explosions (BLEVE) terjadi ketika *vessel* yang mengandung *liquified gas* yang disimpan di atas titik didih normalnya mengalami kegagalan dan menimbulkan bencana besar. Kegagalan pada *vessel* mengakibatkan terbakarnya cairan dalam bentuk uap secara tiba-tiba sehingga timbul kerusakan yang disebabkan oleh menyebarnya uap secara cepat, semburan cairan, dan isi *vessel*, serta dampak dari pecahan *vessel*. Selain itu *vessel* juga dapat menimbulkan *fire ball*.

- *Rapid phase transition explosions*

Rapid phase transition explosion terjadi ketika material terpajan dengan sumber panas menyebabkan perubahan fase secara cepat dan menghasilkan perubahan dalam volume material. Contoh *rapid phase transition explosion* adalah minyak panas yang dipompakan ke dalam *vessel* yang mengandung air, dan katub pipa yang terbuka memajukan air ke minyak panas.

2. *Chemical explosion*

Terjadi karena reaksi kimia yang berlangsung dengan sangat cepat. Reaksi kimia tersebut berasal dari reaksi pembakaran, reaksi dekomposisi, atau beberapa reaksi eksotermis lainnya. *Chemical explosion* terdiri atas *uniform reaction* dan *propagating reaction*. Ledakan pada *vessel* cenderung menjadi *uniform reaction* dan, sedangkan ledakan pada pipa panjang cenderung menjadi *propagating reaction* (Crowl, 2003, Less, 1996)

- *Uniform reaction*

Uniform reaction adalah reaksi yang terjadi secara serempak dari rangkaian reaksi, seperti reaksi yang terjadi dalam *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR). *Uniform reaction* disebabkan oleh *runway reaction* atau *thermal runaway*. *Runway reaction* terjadi ketika panas yang dilepaskan oleh reaksi melebihi panas yang hilang sehingga temperatur dan tekanan meningkat secara cukup untuk merusak proses penyimpanan.

- *Propagating reaction*

Propagating reaction adalah reaksi yang menyebar melalui reaksi massa, seperti pembakaran dari *flammable vapour* dalam pipa, *vapour cloud explosion*, atau dekomposisi dari padatan yang tidak stabil. *Propagating reaction* diklasifikasikan menjadi *detonation* atau *deflagration*, tergantung pada kecepatan bidang reaksi menyebar melalui massa yang tidak bereaksi. Pada *detonation*, bidang reaksi berpindah setara atau lebih cepat dari kecepatan suara dalam medium yang tidak bereaksi. Sedangkan pada *deflagration* bidang reaksi berpindah lebih lambat dari kecepatan suara. *Chemical explosion* dapat terjadi baik pada fase uap, cair, atau padat.

2.3 Tangki Penyimpanan (*Storage tank*)

2.3.1 Tangki Penyimpanan *Flammable* dan *Combustible Material*

Dalam menentukan potensi kerugian kebakaran dapat ditentukan dengan menilai kerugian jika terjadi kebakaran pada satu tangki timbun *flammable* dan *combustible* material, hal ini terkait dengan besarnya jumlah dan nilai material yang terkandung dalam tangki tersebut (Less, 1996). Tangki timbun *flammable*

dan *Combustible materials* biasanya menggambarkan tempat penyimpanan terbesar dari seluruh material dalam fasilitas proses. Tangki timbun merupakan tempat penyimpanan bahan kimia dalam jumlah yang cukup besar. (Center for Chemical Process Safety, 2003).

2.3.2 Jenis- Jenis Tangki Penyimpanan

Terdapat beberapa tipe tangki timbun yang umum digunakan, diantaranya *atmosferic storage tank*, *pressurized storage vessel*, dan *refrigerated storage tank* (Center for Chemical Process Safety, 2003):

1. *Atmosferic storage tank*

Atmosferic storage tank adalah tangki yang dioperasikan pada atau sedikit di atas tekanan atmosfer. Tangki ini umum digunakan untuk menyimpan *flammable* dan *combustible liquid*. Secara umum, *atmosferic storage tank* dibatasi pada tekanan operasi maksimum 0,5 psig (3,5 kPa).

2. *Pressurized storage vessel*

Pressurized storage vessels dapat digunakan baik dalam bentuk *refrigerated tanks* (tekanan rendah) atau *horizontal vessels* dan *spheres* untuk menyimpan material yang lebih ringan dalam bentuk cairan dengan menurunkan cara tekanan. Batas tekanan untuk *pressurized storage vessels* adalah 15 psig. *Pressurized storage vessels* baik digunakan untuk menyimpan *liquefied gas* (gas yang dicairkan) seperti LPG dan amonia.

3. *Refrigerated storage tank*

Refrigerated storage tank memiliki tekanan dibawah 1psig dan dalam temperatur rendah dan memiliki sisi luar yang terisolasi untuk mempertahankan temperatur dalam *storage*. Perubahan panas akan meningkatkan penguapan produk di dalam *vessel* sehingga akan meningkatkan tekanan dalam *vessel* dan meningkatkan pelepasan gas ke atmosfer. Pada permukaan luar *refrigerated storage vessel* terdapat penyekat panas untuk membantu menjaga temperatur penyimpanan yang diinginkan. Pajanan api pada *refrigerated vessel* dapat meningkatkan temperatur produk dan tekanan *vessel* yang kemungkinan melebihi kapasitas *relief valve* atau *relief vent collection system*, sehingga dapat mengakibatkan retaknya *vessel*

dan berpotensi menyebabkan kebakaran dan ledakan yang besar. Oleh karena itu, mengacu pada *CCPS Guidelines for Facility Siting and Layout* (CCPS, 2003 dari Center for Chemical Process Safety, 2003) maka pemberian jarak adalah upaya perlindungan kebakaran utama untuk jenis tangki ini.

2.4 Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan

2.4.1 Definisi Bahaya dan Risiko

Hazard adalah sumber bahaya potensial yang dapat menyebabkan kerusakan (*harm*). *Hazard* dapat berupa bahan-bahan kimia, bagian-bagian mesin, bentuk energi, metode kerja atau situasi kerja. *Hazard* biasa juga disebut sebagai sesuatu yang berpotensi menyebabkan kerugian atau kelukaan (Ridley, 2004).

Risiko adalah ukuran kemungkinan kerugian yang akan timbul dari sumber bahaya (*hazard*) tertentu yang terjadi (Ismed, 2010). Menurut Ridley (2004) risiko adalah perpaduan antara probabilitas dan tingkat keparahan kerusakan atau kerugian. Dari penilaian risiko akan diperoleh gambaran tingkat risiko yaitu ukuran jumlah orang yang mungkin terkena pengaruh dan tingkat keparahan kerusakan atau kerugian, yaitu konsekuensi (Ridley, 2004).

2.4.2 Definisi Penilaian Risiko

Penilaian risiko adalah pelaksanaan metode-metode untuk menganalisa tingkat risiko, mempertimbangkan risiko tersebut dalam tingkat bahaya (*danger*) dan mengevaluasi apakah sumber bahaya itu dapat dikendalikan secara memadai, serta mengambil langkah-langkah yang tepat. Sedangkan penilaian risiko kebakaran adalah suatu upaya untuk mengetahui besarnya kemungkinan terjadinya kebakaran serta konsekuensinya jika terjadi (Soehatman, 2010).

2.5 Dow's Fire and Explosion Index (DFEI)

Dow's Fire and Explosion Index (DFEI) pertama kali diperkenalkan oleh DOW Company pada tahun 1967 dan secara cepat diadaptasi oleh berbagai industri karena keefektivan dan kesederhanaanya dalam menilai risiko. DFEI adalah suatu cara yang digunakan untuk menilai untuk menentukan potensi dari bahaya kebakaran dan ledakan dari suatu perlengkapan proses dan digunakan

sebagai pedoman dalam menentukan metode pencegahan kebakaran. Metode ini telah mengalami revisi sebanyak enam kali dan revisi terakhir dipublikasikan pada tahun 1994 (Darmawan dan Ronggo, 2007).

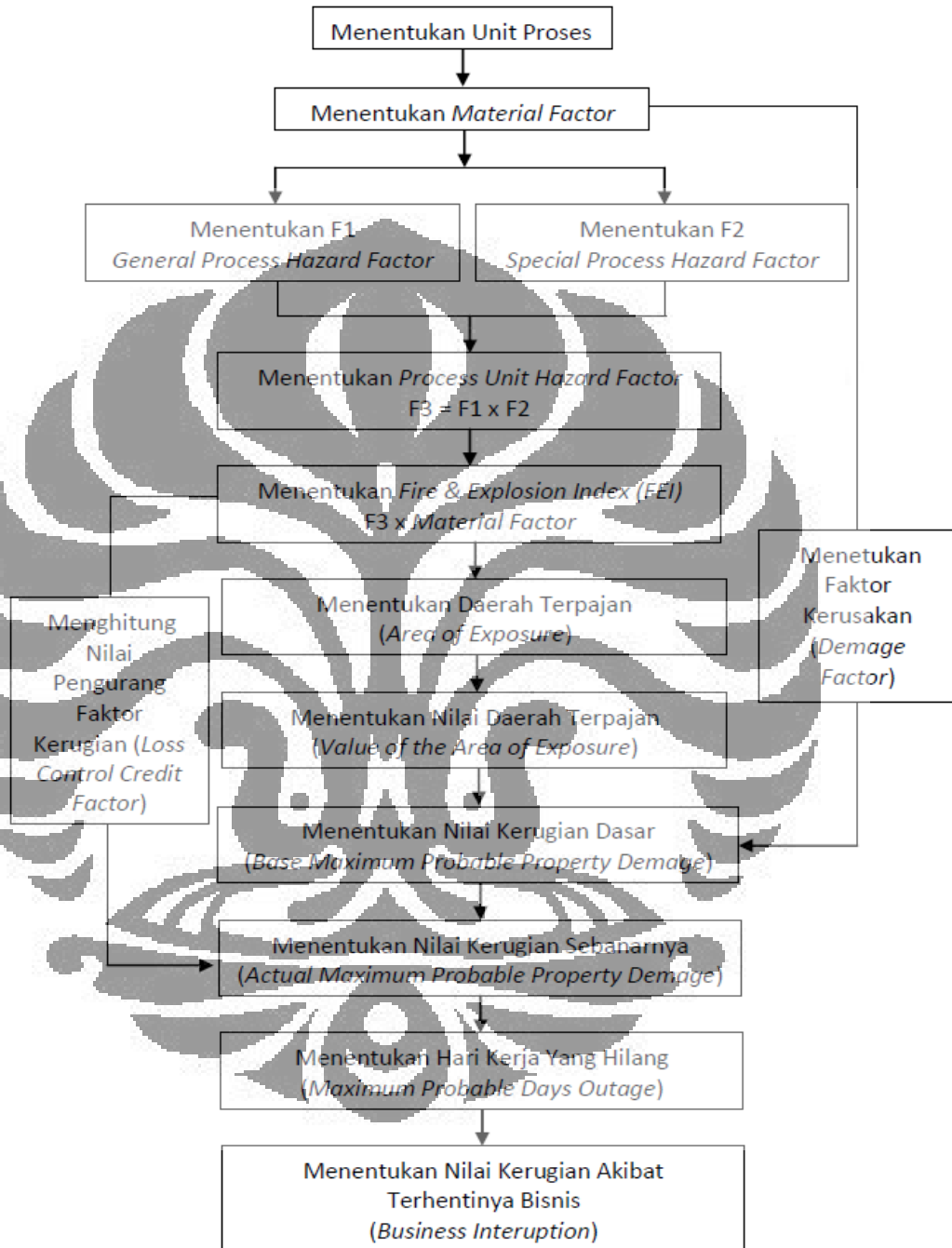
Dow's Fire and Explosion Index (DFEI) merupakan salah satu instrumen *process hazard analysis* yang bertujuan untuk mengevaluasi besarnya risiko bahaya kebakaran, ledakan, dan reaktifitas dari peralatan proses beserta isinya, secara objektif dan realistis pada suatu unit proses. Evaluasi objektif tersebut dilakukan secara bertahap hingga diperoleh besarnya tingkat risiko. Tujuan FEI adalah untuk mengkuantifikasi tingkat kerusakan akibat kebakaran dan ledakan, mengidentifikasi peralatan yang kemungkinannya memberikan kontribusi risiko, mengkomunikasikan risiko kebakaran dan ledakan ke pihak manajemen (American Institute of Chemical Engineers, 1994).

FEI merupakan suatu cara pendekatan yang konsisten untuk mengenal dan mengevaluasi potensi bahaya. Index tersebut diturunkan dan diperoleh dari studi banyak kecelakaan. Selain itu, dalam pelaksanaannya tidak memerlukan banyak tenaga (Nedved, 1991b).

Menurut Suardin, FEI telah digunakan secara luas dan telah membantu para *engineer* untuk memperhatikan bahaya di setiap unit proses ketika membuat keputusan penting dalam mengurangi keparahan dan kemungkinan potensi insiden. FEI dapat diaplikasikan karena dapat dilaksanakan secara cepat; menyediakan skor, penalti, atau kredit yang mudah diinterpretasikan dan dapat dibandingkan diantara beberapa pilihan desain; serta tidak mensyaratkan data yang detail dan keahlian khusus (Suardin, 2005).

Pengaplikasian FEI dapat dilakukan pada proses penyimpanan, penanganan, atau pengolahan *material flammable, combustible, dan material reaktif*. FEI juga dapat digunakan untuk menganalisis potensi kerugian terhadap *sewage treating facilities*, sistem distribusi, jalur pipa, tempat penyulingan, *transformers, boilers*, dan elemen tertentu dari *power plants*. Pada *pilot plant*, penggunaan FEI sangat direkomendasikan karena FEI dapat digunakan dalam evaluasi risiko dari proses yang sangat terbatas dengan jumlah material berbahaya yang sedikit (American Institute of Chemical Engineers, 1994)

Berdasarkan Pedoman Dow's Fire and Explosion Index, secara umum skema tahapan-tahapan yang dilakukan dalam perhitungan FEI adalah sebagai berikut:



Gambar 2.6 Skema Perhitungan F&EI
Sumber: American Institute Of Chemical Engineers, 1994

2.5.1 Menentukan Unit Proses

Dalam penentuan unit proses, salah satu pertimbangan utama adalah tingkat bahaya dari unit proses yang akan diteliti. Unit proses yang akan dipilih merupakan unit proses yang memiliki potensi bahaya paling besar dan dapat mengakibatkan kerugian yang besar jika terjadi kebakaran dan ledakan. Pertimbangan lainnya adalah kapasitas dari unit proses tersebut. Dalam Pedoman *Dow's Fire and Explosion Index (DFEI)*, unit proses yang dipilih minimal menangani 5.000 pounds atau sekitar 600 galon *flammable, combustible*, atau *reactive material*. Untuk *pilot plant* dapat dilakukan jika *pilot plant* tersebut menangani setidaknya 1.000 pounds atau 120 galon *flammable, combustible*, atau *reactive material*.

Pertimbangan-pertimbangan penting lainnya yang harus diperhatikan dalam pemilihan proses unit adalah:

1. Potensi energi kimia (*material factor*).
2. Jumlah material berbahaya di dalam unit proses.
3. Densitas modal (*dollars per square foot*).
4. Tekanan dan temperatur proses.
5. Pertimbangan kasus masa lalu yang berhubungan dengan kejadian kebakaran dan ledakan.

Ketika suatu peralatan disusun dalam rangkaian yang tidak secara efektif terpisah satu dengan yang lainnya, maka pertimbangan yang matang menjadi dibutuhkan. Begitu pula terhadap tahapan operasi. Secara normal, tahapan yang biasa dilakukan seperti *start up, steady state operation, shut down*, pengisian, pengosongan, penambahan zat katalis, dan lain-lain. Tahapan tersebut sering menimbulkan kondisi yang tidak normal dan berdampak pada FEI.

2.5.2 Menentukan *Material Factor*

Material Factor (MF) merupakan nilai yang menggambarkan potensi energi yang dibebaskan saat terjadi kebakaran dan ledakan, yang dihasilkan dari pembakaran atau reaksi kimia lainnya. *Material Factor* dapat diketahui jika N_f dan N_r diketahui terlebih dahulu. Nilai N_f dan N_r diketahui berdasarkan NFPA yang masing-masing menggambarkan nilai *flammability* dan *reactivity*.

Untuk beberapa bahan kimia, nilai MF dapat diperoleh dari data *material factor and properties* yang terdapat dalam Pedoman *Dow's Fire and Explosion Index*. Namun jika tidak terdapat dalam pedoman tersebut, maka nilai MF dapat dihitung dengan menggunakan Nf dan Nr sesuai NFPA 325M atau NFPA 49. Setelah Nf dan Nr diketahui maka MF dapat dihitung dengan menggunakan tabel dibawah ini:

Tabel 2.2 Panduan Penentuan *Material Factor*

Liquid & Gases Flammability or Combustibility ¹	NFPA 325 M or 49	Reactivity or Instability				
		N _R = 0	N _R = 1	N _R = 2	N _R = 3	N _R = 4
Non-combustible ²	Nf = 0	1	14	24	29	40
F.P. > 200°F (> 93.3°C)	Nf = 1	4	14	24	29	40
F.P. > 100°F (> 37.8°C)	Nf = 2	10	14	24	29	40
≤ 200°F (≤ 93.3°C)						
F.P. ≥ 73°F (≥ 22.8°C) < 100°F (< 37.8°C) or F.P. < 73°F (< 22.8°C) & B.P. ≥ 100°F (≥ 37.8°C)	Nf = 3	16	16	24	29	40
F.P. < 73°F (< 22.8°C) & B.P. < 100°F (< 37.8°C)	Nf = 4	21	21	24	29	40
Combustible Dust or Mist ³						
St-1 (K _{St} ≤ 200 bar m/sec)		16	16	24	29	40
St-2 (K _{St} = 201-300 bar m/sec)		21	21	24	29	40
St-3 (K _{St} > 300 bar m/sec)		24	24	24	29	40
Combustible Solids						
Dense > 40 mm thick ⁴	Nf = 1	4	14	24	29	40
Open < 40 mm thick ⁵	Nf = 2	10	14	24	29	40
Foam, fiber, powder, etc ⁶	Nf = 3	16	16	24	29	40

F.P. = *Flash Point*B.P. = *Boiling Point at STP*

Catatan:

¹Termasuk *Volatile solids*.

²Tidak akan terbakar di udara ketika terpajan pada temperatur 1500°F (816°C) selama 15 menit.

³Nilai K_{St} untuk 16 liter atau lebih pada *vessel* tertutup dengan sumber *strong ignition*. Lihat NFPA 68, *Guide for Venting of Deflagrations*.

⁴Termasuk *wood 2 inchi nominal thickness, magnesium ingots, tight stack of solid*, dan *tight rolls of paper or plastic film*.

⁵Termasuk *coarse granural material* seperti *plastic pellets, rack storage, wood pallets*, dan *non-dusting ground material* seperti *polystyrene*.

⁶Termasuk *rubber goods*, seperti *tires dan boots; styrofoam; methocel*

Sumber: American Institute of Chemical Engineers, 1994

Nilai N_f dan N_r dapat diperoleh berdasarkan NFPA 325M atau NFPA 49 sesuai dengan bahan kimia yang digunakan. Namun untuk menentukan nilai N_r yang lebih objektif dapat menggunakan temperatur puncak dari lowest DTA (Differential Thermal Analysis) atau DSC (Differential Scanning Calorimeter) exotherm value dengan ketentuan sebagai berikut:

$N_r = 0$ Material secara normal stabil walaupun dalam kondisi terbakar.

- Tidak bereaksi dengan air
- Bersifat eksotermis pada temperatur $>300^{\circ}\text{C}$ (572°F) tetapi $\leq 500^{\circ}\text{F}$ (932°C) ketika ditest oleh DSC (Differential Scanning Calorimeter)

$N_r = 1$ Material secara normal stabil, namun jika temperatur dan tekanan dinaikkan dapat berubah menjadi tidak stabil.

- Dapat mengurai jika terpajan udara, sinar, atau kelembaban
- Material bersifat eksotermis pada temperatur di antara 150°C dan 300°C

$N_r = 2$ Material dengan sifat kimia yang dapat berubah dengan cepat jika temperatur dan tekanan dinaikkan.

- Material yang dapat dengan cepat bereaksi dengan air atau membentuk campuran senyawa yang mudah meledak
- Bersifat eksotermis pada temperatur kurang dari 150°C

Nr = 3 Material yang memiliki kemampuan untuk meledak jika sumber pencahayaan dan sumber penyalaan cukup.

- Sensitif terhadap kenaikan suhu dan temperatur
- Material bisa meledak jika bereaksi dengan air tanpa ada penambahan panas

Nr = 4 Material yang siap meledak pada temperatur dan tekanan yang normal.

2.5.3 Menentukan *General Process Hazard Factor* (F1)

General Process Hazard Factor (F1) adalah faktor yang paling berperan dalam menentukan besarnya kerugian dari insiden. *General process Hazard Factor* meliputi enam *item* yang berkontribusi menimbulkan bahaya pada keseluruhan situasi proses dan memegang peranan yang besar dalam kejadian kebakaran dan ledakan yakni:

1. Exothermic Chemical Reactions

Penalti ini hanya diberikan jika unit proses nya adalah reaktor.

- Eksotermis ringan, penalti yang diberikan 0,30

Contoh reaksi yang termasuk reaksi eksotermis ringan adalah:

- *Hydrogenation* (Reaksi penambahan oksigen).
- *Hydrolysis* (Reaksi dengan air).
- *Isomerization* (Reaksi yang mengubah rantai polimer dari rantai lurus menjadi rantai cabang).
- *Sulfonation* (Reaksi dengan H₂SO₄).
- *Neutralization* (Reaksi dengan golongan asam dan golongan basa).

- Eksotermis menengah, penalti yang diberikan 0,50

Contoh reaksi yang termasuk reaksi eksotermis menengah adalah:

- *Alkylation* (Reaksi penambahan golongan alkil pada senyawa organik).

- *Esterification* (Reaksi antara asam organik dengan alkohol).
- *Addition reaction* (Reaksi antara asam logam dengan hidrokarbon tidak jenuh, bila asam kuat yang ditambahkan maka nilai penalti menjadi 0,75).
- *Oxidation* (Reaksi antara oksigen dengan bahan kimia, bila melibatkan zat pengoksidasi, seperti: chlorate, asam nitrat, dll, maka nilai penalti menjadi 1,00).
- *Polymerization* (Reaksi antar molekul yang membentuk rantai panjang).
- *Condensation* (Reaksi penggabungan antara dua atau lebih senyawa organik dengan lepasnya H_2O).

c. Eksotermis kritis, penalti yang diberikan 1,00

Contoh reaksi yang termasuk reaksi eksotermis kritis adalah:

- *Halogenation* (Reaksi antara golongan halogen dengan senyawa organik)

d. Eksotermis sensitif, penalti yang diberikan 1,25

Contoh reaksi yang termasuk reaksi eksotermis sensitif adalah:

- *Nitration* (Reaksi antara atom nitrogen dalam senyawa group nitro)

2. *Endothermic Processes*

Sama seperti reaksi eksotermis, penalti pada reaksi endotermis juga hanya diberikan jika unit proses nya adalah reaktor.

Nilai penalti untuk item ini adalah 0,20. Bila terdapat masukan energi untuk proses endotermis ini maka penalti yang diberikan akan menjadi 0,40. Namun penalti tersebut dapat berubah tergantung dari jenis penambahan energi yang terjadi, contohnya:

- *Calcination* (Penaltinya 0,40)
- *Electrolysis* (Penaltinya 0,20)
- *Pyrolysis* atau *Cracking* (Penaltinya 0,20 untuk *electrical* atau *hot gas*, dan 0,40 untuk *direct fired heat*)

3. *Material Handling and Transfer*

- a. Bongkar muat *flammable material* kelas 1 atau tipe LPG dengan pipa salur mendapatkan penalti 0,50
- b. Menuang *flammability and reactivity material* secara manual pada peralatan berputar (*centrifuge, reactor, mixer*) mendapatkan penalti 0,50
- c. Penyimpanan bahan yang mudah terbakar di tempat penyimpanan:
 - Bahan cair/gas yang mudah terbakar ($N_f = 3$ atau 4), nilai penalti 0,85
 - Padatan mudah terbakar dengan $N_f = 3$, nilai penalti 0,65
 - Padatan mudah terbakar dengan $N_f = 2$, nilai penalti 0,40
 - Cairan mudah terbakar ($100^\circ\text{F} < \text{F.P.} < 140^\circ\text{F}$), nilai penalti 0,25

Jika rak penyimpanan tanpa springkler, nilai penalti ditambahkan sebesar 0,20.

4. *Enclosed or Indoor Process*

Area tertutup yang dimaksudkan adalah jika area tersebut memiliki atap dengan tiga sisi dinding atau lebih, atau tidak memiliki atap namun semua sisi dinding tertutup. Untuk pemberian penalti, pertimbangan-pertimbangan yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut:

- a. Terdapat filter/pengumpul di dalam ruangan tersebut, nilai penalti 0,50
- b. Terdapat cairan mudah terbakar yang dipergunakan pada suhu di atas flash pointnya, nilai penalti 0,30. Jika jumlah materialnya lebih dari 1.000 lb, maka nilai penaltinya 0,45
- c. Terdapat cairan mudah terbakar yang dipergunakan pada suhu di atas titik didih, nilai penalti 0,60. Jika jumlah materialnya lebih dari 1.000 lb, maka nilai penaltinya 0,90
- d. Bila terdapat ventilasi mekanis dan dapat berfungsi dengan baik maka nilai penaltinya dikurangi 50%.

5. Access

Untuk proses operasi pemadaman membutuhkan jalur akses menuju unit proses minimal 2 buah.

- a. Jika luas area proses lebih dari 925 m² dan akses kurang dari 2 buah (tanpa minimal akses), nilai penalti 0,35
- b. Jika luas area penyimpanan (*warehouse*) lebih dari 2.312 m², nilai penalti yang diberikan 0,35

Jika luas area kurang dari yang disebutkan di atas, maka nilai penalti yang diberikan adalah 0,20.

6. Drainage and spill Control

Dalam *item* ini penalti diberikan jika titik nyala kurang dari 140°F, atau material yang diproses dengan titik nyala di atas titik nyalanya.

- a. Volume drainase dan tumpahan dihitung dari penjumlahan tangki timbun terbesar, 10% volume tangki timbun nomor dua terbesar dan persediaan air untuk operasi pemadaman minimal mampu mencapai selama 30 menit.
- b. Pertimbangan-pertimbangan dalam memberikan nilai penalti:
 - Bila terdapat tanggul di sekeliling area proses untuk mengantisipasi tumpahan penalti yang diberikan 0,50
 - Bila disekitar unit proses tanah datar sehingga tumpahan dapat menyebar maka penalti yang diberikan 0,50
 - Jika tanggul yang mengelilingi unit proses di desain dengan menutup tiga sisi dan satu sisi lainnya dibuka agar dapat mengalirkan tumpahan ke arah drainase, tidak mendapatkan penalti, bila:
 - ✓ Kemiringan permukaan area minimal 2% untuk permukaan tanah biasa dan 1% untuk permukaan tanah yang diperkeras.
 - ✓ Jarak peralatan ke saluran drainase minimal 50 ft (15 m)

- ✓ Kolam penampung berkapasitas minimal 10% dari volume tangki nomor dua terbesar.

Bila dari ketiga *point* di atas hanya sebagian yang terpenuhi maka nilai penalti yang diberikan 0,25

- Bila jarak kolam penampung dengan jalur perpipaan tidak memenuhi standar maka nilai penalti yang diberikan 0,50.

2.5.4 Menentukan *Special Process Hazard Factor* (F2)

Special process hazard merupakan faktor yang memberikan kontribusi dasar terhadap probabilitas sebuah kerugian dari insiden dan merupakan kondisi proses spesifik yang menjadi penyebab utama insiden kebakaran dan ledakan. *Special process hazard* mencakup 12 *item*, yaitu:

1. *ToxicMaterial*

Toxic material dapat menghalangi tim *emergency respons* dalam melaksanakan tugasnya untuk mengurangi dampak dan besarnya insiden yang terjadi. Penentuan penalti pada item ini sangat tergantung pada nilai *health factor* (Nh) dari material yang ditangani. Jika material merupakan campuran, maka Nh yang digunakan adalah Nh terbesar. Penalti dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Penalti} = 0,20 \times \text{Nh}$$

Nilai Nh dapat diperoleh dari NFPA 704 atau NFPA 325 M. Untuk ringkasan definisi nilai Nh berdasarkan NFPA 704 sebagai berikut:

- Nh = 0 Jika material terbakar dalam waktu yang singkat, material tidak akan menimbulkan bahaya
- Nh = 1 Dapat menyebabkan iritasi ringan jika terpajan terhadap material dalam waktu yang singkat
- Nh = 2 Menyebabkan ketidakmampuan sementara, ada kemungkinan dapat menyebabkan cedera. Jika harus terpajan dalam waktu yang singkat maupun intens sangat direkomendasikan menggunakan peralatan pelindungan pernafasan dengan menggunakan *independent air supply*.

Nh = 3 Membutuhkan *full body protection* karena dapat menyebabkan cacat sementara jika terpajan dalam waktu yang singkat

Nh = 4 Menyebabkan kematian atau cacat yang cukup parah jika terpajan dalam waktu yang sangat singkat dengan material.

2. *Sub- Atmospheric Pressure*

Item ini ditujukan untuk proses unit yang beroperasi pada kondisi vakum, seperti kompresor, kolom stripping, dan lain-lain. Bila tekanan operasinya dibawah 500 mmHg/10 in Hg, nilai penalti 0,50. Bila penalti dalam item ini sudah ditentukan maka pada bagian *Operation In or Near Flammable Range* dan bagian *relief pressure* tidak perlu diisi lagi.

3. *Operation In or Near Flammable Range*

- a. *Storage tank* yang menyimpan cairan mudah terbakar (dengan Nf = 3 atau 4) dimana udara dapat masuk akibat pemompaan/pendinginan mendadak (termasuk bila terdapat *open vent/cairan combustible* di atas *flash point* tanpa sistem *inert*), nilai penalti 0,50.
- b. Bila cairan yang disimpan berada pada/mendekati LEL dimana ada kemungkinan terjadinya *failure* pada sistem instrumentasi proteksinya/sistem proteksinya tergantung sekali pada *setting purging*, maka nilai penalti yang diberikan 0,30.
- c. Bila proses yang berlangsung selalu berada pada *range* LEL akan tetapi tidak dilengkapi dengan *purging line* pada peralatan dimana proses tersebut berlangsung diberikan nilai penalti 0,80.

4. *Dust Explosion*

Item ini digunakan jika proses unitnya berhubungan dengan padatan yang mudah terbakar. Aktifitas yang dianalisis dalam hal ini adalah *transferring, blending, grinding, barging*, dsb. Ledakan debu tergantung pada ukuran butiran debu yang diukur dengan *Tyler Mesh Size*, dimana makin kecil ukuran debu maka semakin besar bahaya yang ditimbulkan. Bila terdapat

penambahan *gas inert*, maka penalti seperti pada tabel dibawah ini terkoreksi 0,5 x nilai penalti. Besarnya pinalti untuk berbagai ukuran partikel debu dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 2.3 Penalti *Dust Explosion*

DUST EXPLOSION PENALTY		
Particel Size (Microns)	Tyler Mesh Size	Penalty (Use ½ if in an inert gas)
175+	60 to 80	0,25
150 to 175	80 to 100	0,50
100 to 150	100 to 150	0,75
75 to 100	150 to 200	1,25
<75	>200	2,00

Sumber: American Institute of Chemical Engineers, 1994

5. *Relief Pressure*

Tekanan operasi yang terlalu tinggi yang berada di atas tekanan atmosfer dapat menyebabkan lepasnya *flammable material* ketika terjadi kebocoran. Jika tekanan operasi semakin tinggi, maka kadar material yang lepas akan semakin tinggi pula. Penalti ini menilai kemungkinan lepasnya *flammable material* ketika terjadi kerusakan pada beberapa komponen di unit proses. Penentuan nilai penalti dapat dilakukan dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Untuk unit proses yang menyimpan cairan dengan *flash point* dengan *flash point* di bawah 140°F. Penalti ditentukan dengan persamaan:

$$\text{Penalti} = 0,16109 + 1,61503P/1000 - 1,42879(P/1000)^2 + 0,5172(P/1000)^3$$

Dimana P adalah tekanan operasi.

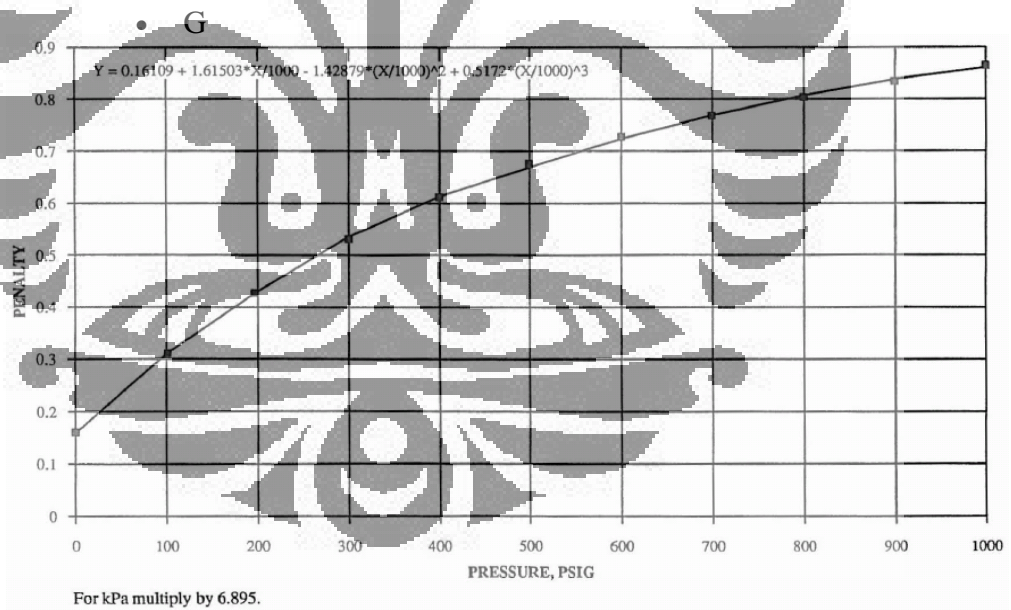
Tabel 2.4 Penentuan Penalti Untuk *Relief Pressure*

Tekanan (psig)	Tekanan(kPa gauge)	Penalti
1.000	6.895	0,86
1.500	10.343	0,92
2.000	13.790	0,96
2.500	17.238	0,98
3.000-10.000	20.685-68.950	1,00
>10.000	>68.950	1,50

Sumber: American Institute of Chemical Engineers, 1994

- Bila materialnya sangat kental, seperti *tars*, *bitumen*, *heavy lubricating oil*, aspal, dll. Nilai penalti akhir dikalikan 0,70
- Bila gas bertekanan (*alone*) atau cairan mudah terbakar (*flammable*) ditekan hingga di atas 15 psig (103 kPa), nilai penalti akhir dikalikan 1,2
- Bila LPG/semua cairan mudah terbakar (*liquid flammable*) yang disimpan diatas nilai titik didihnya, nilai penalti akhir dikalikan 1,3
- Nilai penalti adalah fungsi dari tekanan operasi dan tekanan *relief system*, sehingga untuk menentukan nilai penalti akhir harus dilibatkan *corrected factor*
- *Corrected factor* merupakan nilai penalti tekanan operasi/nilai penalti tekanan *relief system*.

Nilai penalti juga bisa diketahui dengan menggunakan grafik sebagai berikut:



Grafik 2.1 Grafik Penalti *Relief Pressure*

Sumber: American Institute of Chemical Engineers, 1994

6. *Low Temperature*

Hanya berlaku jika suhu operasi pada unit proses di bawah 50°F. Kemudian pertimbangan lainnya adalah dari bahan pembuat unit proses. Bila bahan unit proses nya adalah carbon steel, maka nilai penaltinya adalah 0,30.

Jika bahan yang digunakan selain carbon steel, nilai penalti 0,20. Jika bahannya memiliki suhu brittle di bawah 50°F, nilai penalti tidak diberikan.

7. *Quantity of Flammable and Unstable Material*

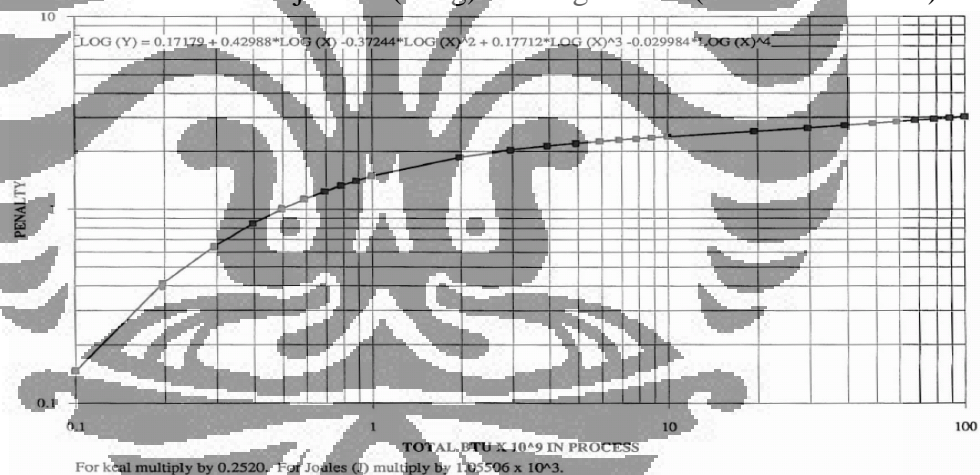
Dalam menentukan penalti, material dikelompokkan ke dalam tiga kategori dan akan digunakan salah satu di antaranya untuk mendapatkan nilai penalti. Nilai penalti dapat diketahui dengan menggunakan grafik ataupun persamaan yang tertera pada grafik seperti berikut ini:

a. Cairan atau gas dalam proses

Penalti ini diaplikasikan hanya untuk material:

- *Flammable dan combustible liquid* dengan titik nyala <140°F
- *Flammable gases dan liquified flammable gases*
- *Combustible liquids* dengan titik nyala >140°F
- *Reactive chemicals* (Nr = 2, 3, atau 4)

Total BTU = Total jumlah (lb/kg) cairan/gas x Hc (Heat Combustion)



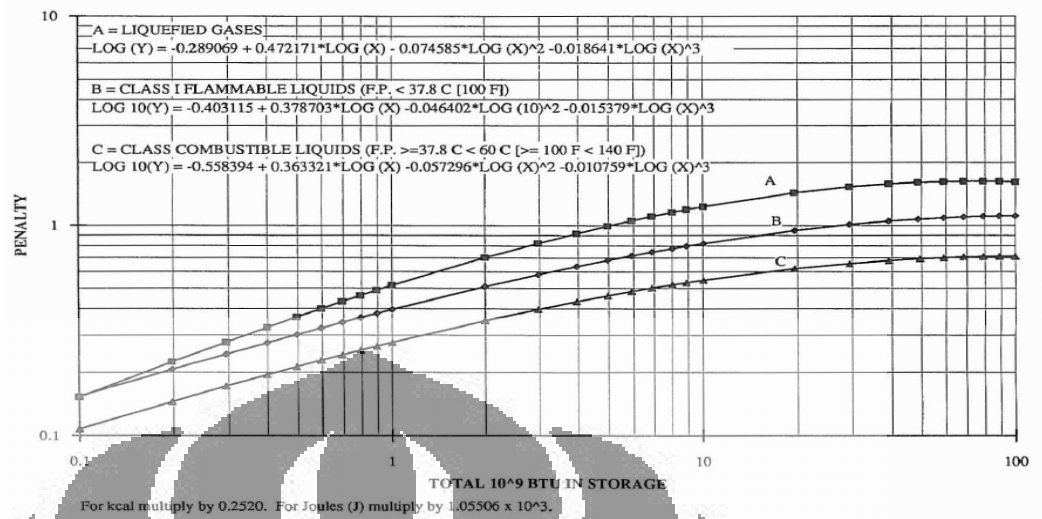
Grafik 2.2 Grafik Penalti Untuk Cairan atau Gas Dalam Proses

Sumber: American Institute of Chemical Engineers, 1994

b. Cairan atau gas dalam tempat penimbunan (di luar area proses)

Penalti ini mempertimbangkan *flammable* atau *combustible liquids* dalam tempat penimbunan (contohnya *drum, tanki, tank farm, portable container, container*, dll) yang ada di luar area proses. Penalti ditentukan berdasarkan tiga kategori yang tergantung pada jumlah material, tipe cairan atau gas, dan panas pembakaran (Hc)

Total BTU = Total jumlah (lb/kg) cairan/gas x Hc (Heat Combustion)

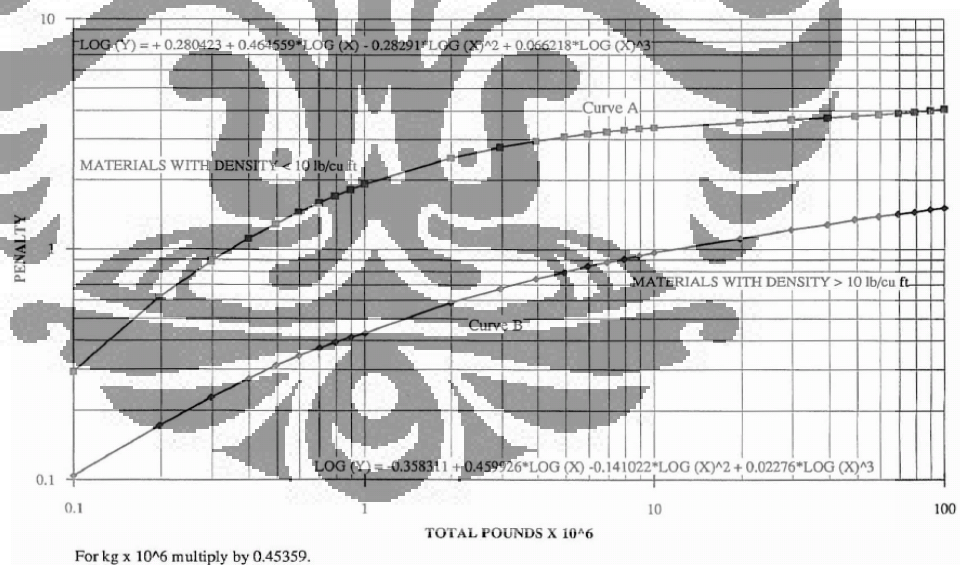


Grafik 2.3 Grafik Penalti Untuk Cairan atau Gas Dalam Storage

Sumber: American Institute of Chemical Engineers, 1994

c. *Combustible solid* dalam penimbunan/debu dalam proses

$$\text{Total POUND} = \text{Bulk Density} \times \text{Volume Padatan}$$



Grafik 2.4 Grafik Penalti Untuk *Combustible Solid*/Debu dalam Proses

Sumber: American Institute of Chemical Engineers, 1994

8. *Corrosion and Erosion*

Walaupun unit proses telah memiliki disain yang baik untuk mencegah masalah korosi dan erosi, namun masalah ini akan tetep terjadi pada proses

tertentu. Penalti ditentukan berdasarkan laju korosi dengan ketentuan sebagai berikut:

- Bila laju korosi $<0,127$ mm/tahun (*pitting corrosion*), nilai penalti sebesar 0,10
- Bila laju korosi $>0,127$ mm/tahun, tetapi $<0,254$ mm/tahun, nilai penalti sebesar 0,20
- Bila laju korosi $>0,254$ mm/tahun, nilai penalti 0,50
- Bila terjadi *Stress-Corrosion Cracking* (SCC), nilai penalti 0,75
- Bila diberi lining/lapisan, nilai penalti 0,20

9. *Leakage Joints and Package*

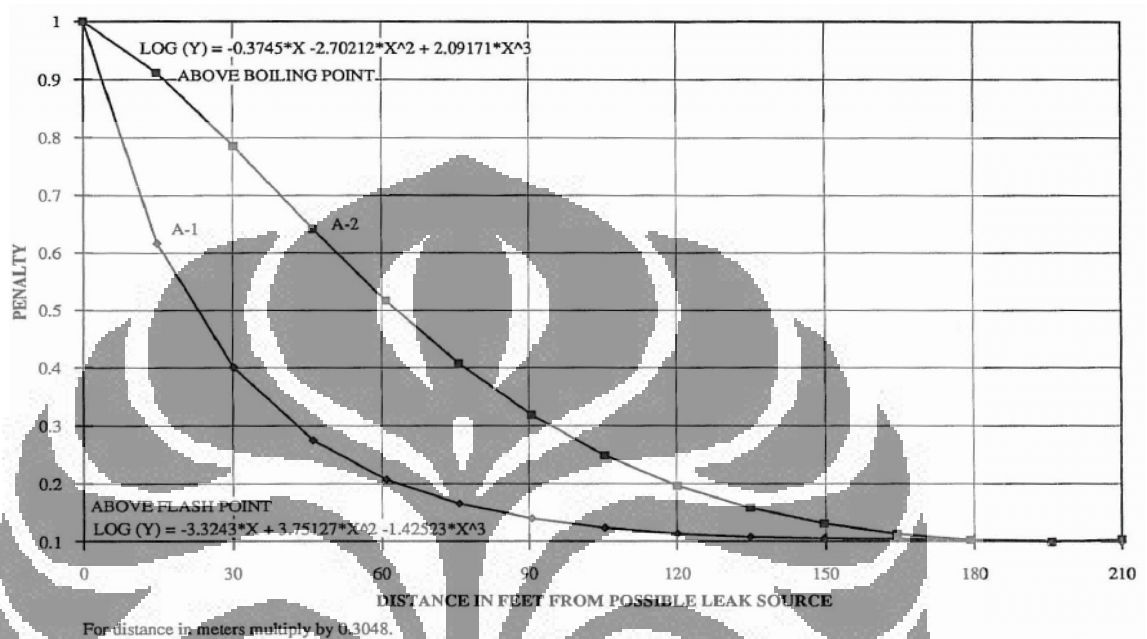
Item ini berfungsi untuk menilai risiko kebocoran dari *flammable* atau *combustible fluids* yang biasanya ditemukan pada *gaskets, seals of joints, shafts* atau *packings*, khususnya di tempat terjadinya *thermal and pressure cycling*. Pertimbangan yang harus diperhatikan dalam menentukan nilai penalti adalah sebagai berikut:

- Jika kemungkinan terjadinya kebocoran minim pada *gland packing* pompa, nilai penalti 0,10
- Kemungkinan terjadinya kebocoran reguler pada pompa, *compressor*, dan sambungan *flange*, nilai penalti 0,30
- Jika terjadi siklus panas dan tekanan, nilai penalti 0,30
- Bila bahan yang diproses memberikan sifat *abrasive* pada *seal/packing*, nilai penalti 0,40
- Bila terdapat kaca indikator dalam proses unit, nilai penalti 1,50

10. *Use of Fired Equipment*

Keberadaan dari peralatan pembakar disekitar unit proses menambah kemungkinan dari ignisi ketika terjadi pelepasan cairan, gas, atau debu *combustible*. Pada item ini mempertibangkan bahaya yang diperparah akibat terdapatnya peralatan pembakar di sekitar unit proses. Penalti ditentukan berdasarkan jarak dari titik kebocoran pada unit proses hingga ke peralatan pembakar. Penentuan penalti dilakukan sebagai berikut:

- Jika unit proses adalah *fired equipment*, nilai penalti 1,00
- Bila unit proses berada pada jarak tertentu, maka nilai penalti ditentukan dengan menggunakan grafik dan persamaan sebagai berikut:



Grafik 2.5 Grafik Penentuan Nilai Penalti Untuk *Fired Equipment*

Sumber: American Institute of Chemical Engineers, 1994

11. *Hot Oil Heat Exchange System*

Penalti hanya diberikan jika unit proses memerlukan sistem pemanasan dengan memakai *hot oil*. Penentuan penalti dapat dilakukan dengan menggunakan tabel berikut ini:

Tabel 2.5 Penentuan Penalti Untuk *Hot Oil Heat Exchange System*

HOT OIL HEAT EXCHANGE SYSTEM PENALTY		
Quantity Gallons (m ³)	Above Flash Point Penalty	At or Above Boiling Point Penalty
<5.000 (<18,9)	0,15	0,25
5.000 to 10.000 (18,9 to 37,9)	0,30	0,45
10.000 to 25.000 (37,9 to 94,6)	0,50	0,75
>25.000 (94,6)	0,75	1,15

Sumber: American Institute of Chemical Engineers, 1994

12. Rotating Equipment

Peralatan berputar seperti pompa, *compressor*, *agitators*, pompa sirkulasi, dan *centrifugal* sangat diperhatikan dalam hal ini karena peralatan berputar dalam ukuran tertentu kemungkinan dapat berkontribusi terhadap potensi terjadinya insiden. Nilai penalti yang diberikan 0,50 jika unit proses menggunakan:

- Kompresor dengan kapasitas lebih dari 600 Hp
- Pompa dengan kapasitas lebih dari 75 Hp
- Agitator dan pompa sirkulasi untuk reaksi yang eksotermis

2.5.5 Menentukan *Process Unit Hazard Factor* (F3)

Process unit hazard factor (F3) merupakan gabungan dari keseluruhan faktor yang memiliki kemungkinan berkontribusi terhadap terjadinya insiden kebakaran dan ledakan. F3 merupakan perkalian antara *general process hazard factor* (F1) dan *special process hazard factor* (F2). Dengan kata lain, $F3 = F1 \times F2$. Secara normal, rentang nilai F3 antara 1-8. Jika dalam perhitungannya ditemukan nilai F3 lebih dari 8, maka nilai yang digunakan adalah nilai maksimum, yaitu 8 (American Institute of Chemical Engineers, 1994).

2.5.6 *Process Unit Risk Analysis Summary*

Process unit risk analysis summary adalah ringkasan dari keseluruhan informasi penting untuk menganalisa risiko dan dijadikan bahan pertimbangan dalam membuat keputusan sebagai upaya manajemen risiko kebakaran dan ledakan. *Process unit risk analysis summary* mencakup:

1. *Fire and Explosion Index* (FEI)
2. Radius Pajanan (*The radius of exposure*)
3. Luas Daerah Pajanan (*The area of exposure*)
4. Nilai Daerah Pajanan (*Value of the area of exposure*)
5. Faktor Kerusakan (*Damage factor*)
6. Nilai Kerugian Dasar (*Base maximum probable property damage*)
7. Faktor Pengurang Nilai Kerugian (*Loss control credit factor*)
8. Nilai Kerugian Sebenarnya (*Actual maximum probable property damage*)

9. Hari Kerja Yang Hilang (*Maximum probable days outage*)
10. Nilai Kerugian Akibat Terhentinya Bisnis (*Business interruption*)

2.5.7 Menentukan *Fire and Explosion Index (FEI)*

Nilai *fire and explosion index (FEI)* menggambarkan potensi bahaya terjadinya kebakaran dan ledakan pada unit proses. Nilai FEI ditentukan oleh persamaan sebagai berikut:

$$FEI = MF \times F3$$

Dimana MF adalah *material factor* sedangkan F3 adalah *process unit hazard factor* yang merupakan perkalian dari F1 dan F2. Berdasarkan pedoman FEI, klasifikasi potensi bahaya kebakaran dibedakan dalam beberapa kategori sebagai berikut:

Tabel 2.6 Klasifikasi Tingkat Bahaya Berdasarkan FEI

Range nilai FEI	Tingkat Bahaya
1-60	Ringan
61-96	Moderate
97-127	Intermediate
128-158	Berat
159 ke atas	Parah

Sumber: American Institute of Chemical Engineers, 1994

2.5.8 Menentukan Radius Pajanan (*The Radius of Exposure*)

Radius pajanan menurut American Institute of Chemical Engineers, 1994, merupakan radius dimana semua peralatan yang berada pada jarak tersebut terkena dampak dari kejadian kebakaran dan ledakan. Dalam menentukan radius pajanan pada unit proses yang kecil, radius dihitung dari titik pusat unit proses, sedangkan untuk unit proses dengan ukuran besar, radius pajanan dihitung dari tepi terluar unit proses. Untuk menentukan radius pajanan dapat dikonversi dari nilai *fire and explosion index (FEI)* dengan persamaan berikut ini:

$$\text{Radius Pajanan (ft)} = 0,84 \times FEI$$

2.5.9 Menentukan Luas Area Terpajanan (*The Area of Exposure*)

Luas area terpajanan merupakan total luas area yang akan terkena dampak jika terjadi kebakaran dan ledakan. Ruas daerah terpajanan dapat dihitung dari

radius pajanan dengan menggunakan rumus luas lingkaran, dimana radius pajanan sebagai jari-jari lingkaran. Rumus menghitung luas area terpajan sebagai berikut:

$$\text{Luas area terpajan (ft}^2\text{)} = \pi R^2 \quad R \rightarrow \text{adalah radius pajanan (jari-jari)}$$

Dalam menentukan luas area pajanan, perlu diperhatikan pertimbangan berikut ini:

- Bila unit proses berada dalam sebuah bangunan, maka yang menjadi luas area terpajan adalah seluruh area bangunan tersebut.
- Bila dinding terbuat dari bahan tahan api, maka dinding tersebut berlaku sebagai batas area terpajan untuk bahaya kebakaran, namun tidak berlaku untuk batas bahaya ledakan.
- Bila dinding unit proses terbuat dari bahan tahan ledakan, maka dinding tersebut berlaku untuk batas bahaya kebakaran dan ledakan.

2.5.10 Menentukan Nilai Daerah Terpajan (*Value of the Area of Exposure*)

Nilai daerah terpajan merupakan konversi dari seluruh peralatan yang serta isinya yang rusak karena kejadian kebakaran dan ledakan ke dalam satuan mata uang. Nilai daerah terpajan ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Nilai Pergantian} = \text{Biaya Asli} \times 0,82 \times \text{Faktor Eskalasi}$$

Faktor eskalasi merupakan tingkat perubahan nilai mata uang setiap tahunnya. Faktor eskalasi ini biasa disebut nilai chemical engineering plant cost index (CEPCI) yang berubah setiap tahunnya. Nilai CEPCI dapat diperoleh di beberapa *chemical engineering journal* atau website. Berikut adalah nilai CEPCI dari tahun 1999- 2011.

Tabel 2.7 Nilai CEPCI dari Tahun 1999 Hingga 2011

Tahun	Nilai CEPCI
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,4
2004	444,2
2005	468,2
2006	499,6
2007	525,4
2008	575,4
2009	521,9
2010	555,2
2011	564,8

Sumber: Chemical Engineering Magazine, April 2011

Faktor 0,82 diberikan dengan maksud untuk mewakili fasilitas atau peralatan yang tidak termasuk dalam perhitungan seperti persiapan lahan, pembuatan jalan, pondasi, jalur pipa dalam tanah, perkayasaan dan lain-lain. Sementara faktor 0,82 tersebut dapat berubah jika faktor yang lebih akurat tersedia.

2.5.11 Menentukan Faktor Kerusakan (*Damage Factor*)

Faktor kerusakan merupakan ukuran tingkat kerusakan atau kerugian yang dialami jika kebakaran dan ledakan terjadi pada unit proses.. Faktor kerusakan ditentukan berdasarkan *process unit hazard factors* (F3) dan *material factors* (MF). Faktor kerusakan ditentukan dengan persamaan, yang berbeda sesuai dengan nilai *material factor* masing-masing:

- Material Faktor = 1

$$Y = 0,003907 + (0,002957 \times X) + (0,004031 \times (X)^2) - (0,00029 \times (X)^3)$$

- Material Faktor = 4

$$Y = 0,025817 + (0,019071 \times X) + (0,00081 \times (X)^2) - (0,00029 \times (X)^3)$$

- Material Faktor = 10

$$Y = 0,098582 + (0,017596 \times X) + (0,000809 \times (X)^2) - (0,000031 \times (X)^3)$$

- Material Faktor = 14

$$Y = 0,20592 + (0,017596 \times X) + (0,007628 \times (X)^2) - (0,00057 \times (X)^3)$$

- Material Faktor = 16

$$Y = 0,256741 + (0,019886 \times X) + (0,011055 \times (X)^2) - (0,00088 \times (X)^3)$$

- Material Faktor = 21

$$Y = 0,340314 + (0,076531 \times X) + (0,003912 \times (X)^2) - (0,00073 \times (X)^3)$$

- Material Faktor = 24

$$Y = 0,395755 + (0,096443 \times X) + (0,00135 \times (X)^2) - (0,00038 \times (X)^3)$$

- Material Faktor = 29

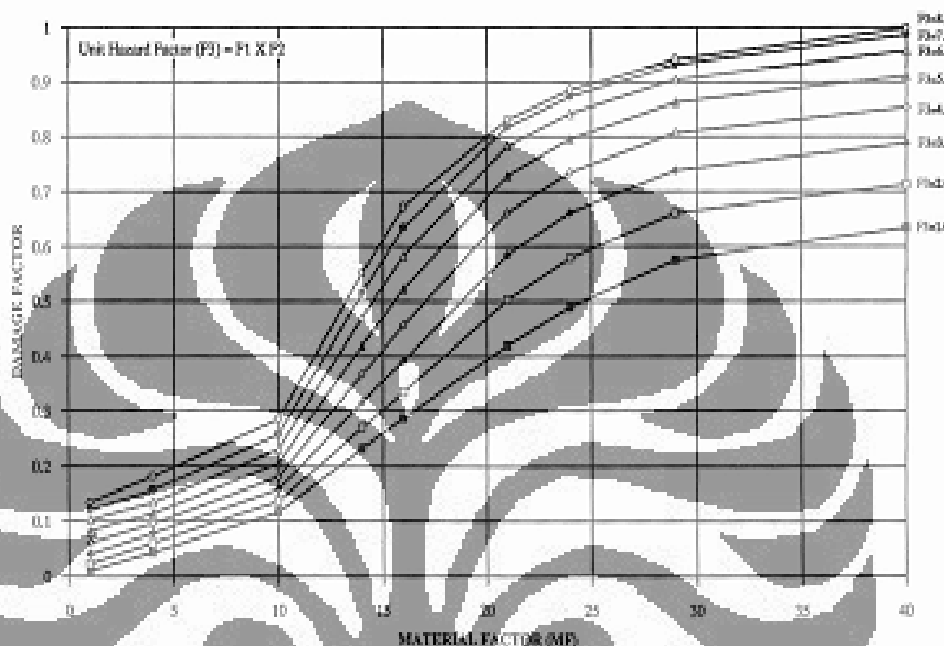
$$Y = 0,484766 + (0,094288 \times X) + (0,00216 \times (X)^2) - (0,00031 \times (X)^3)$$

- Material Faktor = 40

$$Y = 0,554175 + (0,080772 \times X) + (0,000332 \times (X)^2) - (0,00044 \times (X)^3)$$

Dimana Y merupakan faktor kerusakan sedangkan X merupakan *process unit hazard factor* (F3).

Faktor kerusakan juga dapat diketahui dengan melihat hubungan antara *material factor* (MF) dengan nilai *process unit hazard factor* (F3) dalam grafik. Nilai F3 terbesar pada grafik sebesar 0,8 sehingga jika terdapat nilai F3 yang melebihi 0,8 maka nilai F3 yang digunakan tetap sebesar 0,8. Berikut ini grafik yang digunakan untuk menentukan nilai faktor kerusakan (*damage factor*):



Grafik 2.6 Grafik Menentukan Nilai Faktor Kerusakan

Sumber: American Institute of Chemical Engineers, 1994

2.5.12 Menentukan Nilai Kerugian Dasar (*Base Maximum Probable Property Damage*)

Nilai kerugian dasar merupakan nilai kerugian dari seluruh peralatan serta isinya yang terkena dampak dari kejadian kebakaran dan ledakan setelah dikalikan dengan faktor kerusakan. Diperkirakan bahwa tidak semua kerugian dari area terpajan menjadi nilai kerugian dasar, tergantung dari tingkat faktor kerusakan. Nilai kerugian dasar ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Nilai Kerugian Dasar} = \text{Nilai Daerah Terpajan} \times \text{Faktor Kerusakan}$$

2.5.13 Menentukan Faktor Pengendali Nilai Kerugian (*Loss Control Credit Factor*)

Faktor pengendali nilai kerugian (*loss control credit factor*) merupakan nilai dari upaya-upaya yang dapat mencegah atau mengurangi dampak atau kerugian yang mungkin ditimbulkan dari kejadian kebakaran dan ledakan. Jika tidak ada upaya pengendalian, maka penalti yang diberikan adalah 1. Jika terdapat upaya pengendalian penalti yang diberikan bervariasi sesuai pedoman *dow's fire and explosion index*. Nilai *loss control credit factor* adalah perkalian C1, C2, dan C3. Dengan kata lain $LCCF = C1 \times C2 \times C3$. *Loss control credit factor* (LCCF) terdiri atas tiga bagian:

1. *Process Control Credit Factor* (C1)

Process control credit factor merupakan perkalian sembilan item yang terdiri atas:

a. *Emergency Power*

- Bila terdapat sistem *back up power*, kredit faktor 0,98.
- Bila tidak terdapat sistem *back up power*, kredit faktor 1,00.

b. *Cooling*

- Bila sistem pendinginan yang ada mampu melakukan pendinginan hingga 10 menit, kredit faktor 0,99.
- Bila sistem pendinginan kemampuannya lebih dari 150% dari yang dibutuhkan dan berlangsung selama 10 menit, kredit faktor 0,97.

c. *Explosion Control*

- Bila ada sistem *explosion suppression* atau peralatan pengendali uap/peralatan untuk kondisi deflagration, kredit faktor 0,84.
- Bila terdapat peralatan pelepas tekanan berlebih (*rupture/explosion-relieving vent*), kredit faktor 0,98.

d. *Emergency Shutdown*

- Bila terdapat sistem redundansi atau sistem penyanggah yang dapat melakukan penghentian proses, kredit faktor 0,98.
- Untuk peralatan berputar yang kritikal seperti pompa, turbin, dll, dengan alat deteksi getar bila hanya menghidupkan *alarm*, kredit faktor 0,99. Namun jika dapat menghentikan peralatan berputar, kredit faktor 0,96.

e. *Computer Control*

- Bila operasional proses dilakukan secara manual, kredit faktor 0,99.
- Bila operasional proses dikendalikan dengan komputer dan memiliki "*fail-safe*" logic, kredit faktor 0,97.
- Bila terdapat salah satu dari *redundant/abort/back up*, pada sistem komputerisasi, kredit faktor 0,93.

f. *Inert Gas*

- Bila peralatan proses yang berisi uap mudah terbakar dengan terus-menerus diisi gas *inert*, kredit faktor 0,96.
- Bila sistem gas *inert* tersebut dapat beroperasi secara otomatis, kredit faktor 0,94. Bila beroperasi secara manual, kredit faktor 0,96.

g. *Operating Instruction/Procedures*

Kredit faktor ditentukan oleh persamaan: $1,00-X/150$, dimana X adalah penjumlahan kredit faktor dari prosedur kerja untuk kondisi-kondisi berikut ini:

- *Start up*, kredit faktor 0,5.
- *Routine shutdown*, kredit faktor 0,5.
- *Normal operating condition*, kredit faktor 0,5.
- *Turndown operation condition*, kredit faktor 0,5.
- *Standby running condition*, kredit faktor 0,5.

- *Up-rated operating condition*, kredit faktor 1,0.
- *Restarting shortly after a shutdown*, kredit faktor 1,0.
- *Restarting plant from a post maintenance condition*, kredit faktor 1,0.
- *Maintenance procedures*, kredit faktor 1,5.
- *Emergency shutdown*, kredit faktor 1,5.
- *Piping modification and addition*, kredit faktor 2,0.
- *Foreseeable abnormal fault situations*, kredit faktor 3,0.

h. *Reactive Chemical Review*

- Bila setiap proses baru atau yang sudah ada secara rutin dan konsisten dijalankan *program reactive chemical review* dan semuanya terdokumentasi dengan baik, kredit faktor 0,91.
- Bila tidak dilakukan secara konsisten, kredit faktor 0,98.

i. *Other Process Hazard Analysis*

Setiap analisis terhadap potensi akan memberikan nilai kredit faktor pada bagian proses control. Pemberian kredit faktor berdasarkan analisis bahaya yang dilakukan pihak perusahaan. Berikut ini merupakan metode analisis yang memberikan kredit faktor:

- *Quantitative risk assessment (QRA)*, kredit faktor 0,91.
- *Detailed consequence analysis*, kredit faktor 0,93.
- *Fault tree analysis*, kredit faktor 0,93.
- *Hazard and operability studies (HAZOPs)*, kredit faktor 0,94.
- *Failures modes and effects analysis (FMEA)*, kredit faktor 0,94
- *Environmental, health, safety, and loss prevention review*, kredit faktor 0,96.
- *“What if” studies*, kredit faktor 0,96.
- *Check list evaluation*, kredit faktor 0,98.
- *Management of change review*, kredit faktor 0,98.

Jika perusahaan menerapkan lebih dari satu *hazard analysis*, maka nilai kredit faktor yang digunakan adalah nilai terkecil.

2. *Material Isolation Credit Factor (C2)*

Material isolation credit factor merupakan hasil perkalian yang terdiri dari enam *item* sebagai berikut:

a. *Remote Control Valves*

- Bila unit proses dilengkapi dengan katub isolasi secara otomatis, kredit faktor 0,98.
- Bila *valve* tersebut diuji coba setahun sekali, kredit faktor 0,96.

b. *Dump/Blowdown*

- Bila proses yang ada dilengkapi dengan tangki penampung *emergency* dan letaknya dekat dari lokasi proses, kredit faktor 0,98. Namun jika letak tangki *emergency* jauh dari lokasi proses, kredit faktor 0,96.
- Bila *normal venting* berhubungan dengan *flare system*, kredit faktor 0,98.
- Bila *emergency venting* berhubungan dengan *flare system*, kredit faktor 0,96.

c. *Drainage*

- Bila terdapat *drainage* dengan kapasitas 110% dari tangki terbesar di area tersebut, kredit faktor 0,91.
- Bila kapasitas *drainage* 50% tangki terbesar, kredit faktor 0,97.
- Bila terdapat beberapa *drainage*, kredit faktor 0,95.

d. *Interlock*

- Bila proses dilengkapi dengan sistem *interlock* agar laju material ke proses unit dapat dikendalikan, kredit faktor 0,98.
- Jika tidak terdapat sistem *interlock*, kredit faktor 1,0.

3. *Fire Protection Credit Factor (C3)*

Fire protection credit factor merupakan hasil perkalian sembilan *item* dari *fire protection* sebagai berikut:

a. *Leak Detection*

- Bila detektor gas hanya berfungsi untuk membunyikan *alarm*, kredit faktor 0,98.
- Bila detektor gas berhubungan dengan sistem yang mampu mencegah terbentuknya LEL, kredit faktor 0,94.

b. *Structural Steel*

- Bila *fireproofing* diaplikasikan pada semua *load-bearing steel* dengan ketinggian minimum 5 meter, kredit faktor 0,98.
- Bila *fireproofing* diaplikasikan pada semua *load-bearing steel* dengan ketinggian lebih dari 5 meter dan kurang dari 10 meter, kredit faktor 0,97.
- Bila *fireproofing* diaplikasikan pada semua *load-bearing steel* dengan ketinggian lebih dari 10 meter, kredit faktor 0,95.
- Bila tidak dipasang *fireproofing* maupun *sprinkle system* pada unit proses, kredit faktor 1,00.

c. *Fire Water Supply*

Air untuk pemadam kebakaran harus dapat digunakan setidaknya 4 jam.

- Bila tekanan air sama atau lebih dari 100 psig, kredit faktor 0,94
- Bila tekanan air kurang dari 100 psig, kredit faktor 0,97
- Bila pasokan air untuk pemadaman tidak dapat digunakan selama minimal 4 jam kredit faktor 1,00.

d. *Special System*

- Bila terdapat *blast walls*, *CO2*, *smoke and flame detector*, atau halon dalam unit proses yang dianalisis, kredit faktor 0,91

e. *Sprinkler System*

- Bila sistem *deluge* terdapat pada unit proses, kredit faktor 0,97
- Bila sistem terpasang *wet/dry sprinkler* maka kredit faktornya sebagai berikut:

Tabel 2.8 Kredit Faktor Untuk *Wet/Dry Sprinkler*

Occupancy	Design		Credit Factor	
	gpm/ft ²	lpm/m ²	Wet pipe	Dry Pipe
Light	0,15-0,20	6,11-8,15	0,87	0,87
Ordinary	0,21-0,34	8,56-13,8	0,81	0,84
Extra Hazard	≥0,35	≥14,3	0,74	0,81

Sumber: American Institute of Chemical Engineers, 1994

Jika area yang menggunakan sistem tersebut lebih luas dari 929 m², maka kredit faktor yang diperoleh dari tabel diatas dikalikan dengan faktor koreksi sebagai berikut:

- ✓ Area > 10.000 ft² (929 m²) = 1,06
- ✓ Area > 20.000 ft² (1.858 m²) = 1,09
- ✓ Area > 30.000 ft² (2.787 m²) = 1,12

f. *Water Curtains*

- Bila *nozzle* pertama untuk *water curtains* dengan elevasi ketinggian mencapai 5 meter, kredit faktor 0,98.
- Bila *nozzle* kedua untuk *water curtains* dengan elevasi ketinggian 2 meter lebih tinggi dari *nozzle* pertama, kredit faktor 0,97.
- Bila tidak terdapat *water curtain* pada unit proses, maka kredit faktor 1,00.

g. *Foam*

- Bila sistem *deluge* dilengkapi dengan *foam* yang dapat dioperasikan secara manual dari *control station*, kredit faktor 0,94.
- Bila sistem *foam* beroperasi secara otomatis, kredit faktor 0,92.

- Bila unit proses dengan *floating roof* dilengkapi juga dengan sistem *foam*, kredit faktor 0,97. Bila dilengkapi dengan *fire detector*, kredit faktornya 0,94.
- Bila *storage* dengan *cone roof* dan dilengkapi dengan sistem *foam*, kredit faktor 0,95.
- Bila dinding luar tangki dipasang sistem *foam* dengan sistem operasionalnya manual, kredit faktor 0,95. Namun jika dapat dioperasikan secara otomatis, kredit faktor 0,94.
- Bila tidak ada sistem busa pada unit proses, kredit faktor 1,00.

h. *Hand Extinguishers/Monitors*

- Bila tersedia *fire extinguisher* di sekitar unit proses, kredit faktor 0,98.
- Bila terdapat *monitor gun* di sekitar unit proses, kredit faktor 0,97.
- Bila pemasangan *monitor gun* sesuai dan aman, kredit faktor 0,95.
- Bila *monitor gun* terhubung dengan sistem injeksi yang berisi *foam*, kredit faktor 0,93.
- Bila tidak terdapat *Hand Extinguishers/Monitors* di sekitar unit proses, kredit faktor 1,00.

i. *Cable Protection*

- Bila menggunakan bahan logam dengan ukuran 14-16 *gauge* dengan dilengkapi *water spray* di atasnya, kredit faktor 0,98
- Bila menggunakan bahan *fireproofing* dengan dilengkapi *water spray* di atasnya, kredit faktor 0,98
- Bila menggunakan bahan di bawah *grade* yang diharuskan, kredit faktor 0,94
- Bila tidak terdapat proteksi kabel pada unit proses, kredit faktor 1,00.

2.5.14 Menentukan Nilai Kerugian Sebenarnya (*Actual Maximum Probable Property Damage*)

Nilai kerugian yang sebenarnya merupakan nilai kerugian dari peralatan beserta isinya yang diderita perusahaan jika terjadi kebakaran dan ledakan akibat adanya faktor pengendali kerugian. Semakin baik faktor pengendali nilai kerugian maka kerugian yang diderita perusahaan akan semakin kecil, demikian juga sebaliknya. Nilai kerugian dasar dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\text{Nilai Kerugian Dasar} = \text{Base MPPD} \times \text{LCCF}$$

Base MPPD merupakan nilai kerugian dasar sebelum dikalikan faktor pengendali kerugian, sedangkan LCCF merupakan *loss control credit factor* atau faktor pengendali kerugian.

2.5.15 Menentukan Hari Kerja Yang Hilang (*Maximum Probable Days Outage*)

Hari kerja yang hilang merupakan lamanya hari kerja yang terhenti akibat kejadian kebakaran dan ledakan. Lama hari kerja ini tergantung dari tingkat kerusakan dan dampak akibat kebakaran dan ledakan. Selain itu lamanya hari kerja juga dipengaruhi oleh kemampuan pihak manajemen untuk memperbaiki segera setiap kerusakan, agar aktifitas dapat kembali berjalan normal. bisa diketahui dengan menggunakan tiga persamaan berikut ini:

- Untuk peralatan yang sulit diperbaiki (*upper 70% probability*)

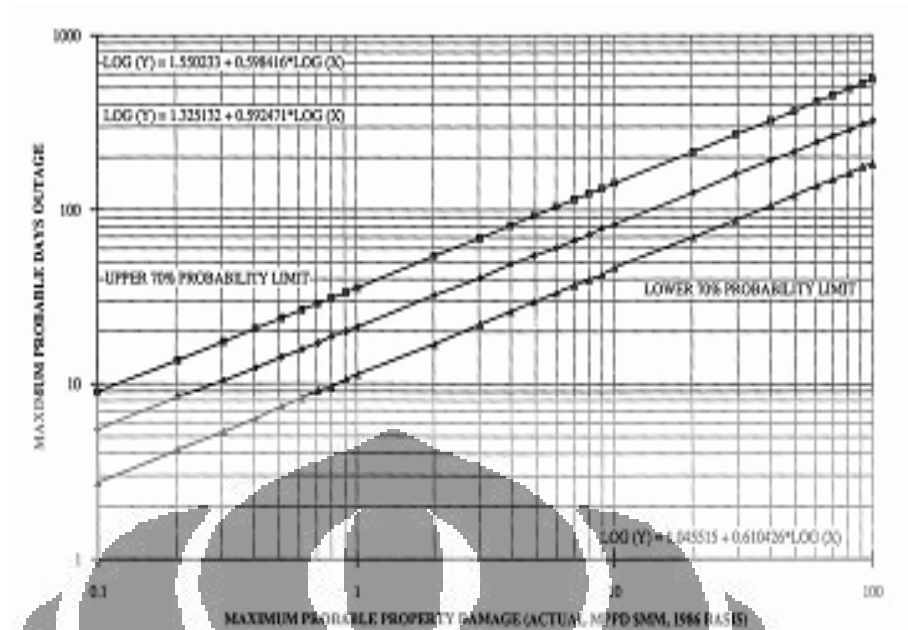
$$\text{Log}(Y) = 1,550233 + 0,598416 \times \text{Log}(X/10^6)$$
- Untuk peralatan yang tidak terlalu sulit diperbaiki (normal)

$$\text{Log}(Y) = 1,325132 + 0,592471 \times \text{Log}(X/10^6)$$
- Untuk peralatan yang mudah diperbaiki (*lower 70% probability*)

$$\text{Log}(Y) = 1,045515 + 0,610426 \times \text{Log}(X/10^6)$$

Y adalah nilai kerugian yang sebenarnya sedangkan X adalah hari kerja yang hilang.

Lamanya hari kerja yang hilang juga dapat ditentukan dengan menggunakan grafik 2.7 sebagai berikut:



Grafik 2.7 Grafik Penentuan Hari Kerja Yang Hilang

Sumber: American Institute of Chemical engineers, 1994

2.5.16 Menentukan Nilai Kerugian Akibat Terhentinya Bisnis (*Business Interruption*)

Nilai kerugian akibat terhentinya bisnis adalah nilai kerugian yang akan diderita perusahaan akibat terhentinya bisnis untuk sementara waktu. Nilai kerugian ini harga (nilai) produksi yang seharusnya diperoleh selama hari kerja hilang akibat kejadian kebakaran dan ledakan. Nilai kerugian akibat terhentinya bisnis dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Nilai Kerugian Akibat Terhentinya Bisnis} = \text{MPDO} \times \text{VPM}/30 \times 0,70$$

Dimana MPDO adalah hari kerja yang hilang, VPM adalah nilai produksi selama satu bulan (value of production of the month), dan 0,70 adalah faktor untuk fixed cost and profit (30% dari nilai total produksi selama satu bulan).

2.5.17 Kelebihan dan Kelemahan *Dow's Fire and Explosion Index*

Menurut Crowl dan Louvar (2002) tidak ada satu metode atau model analisis risiko yang sempurna dan dapat digunakan dalam kondisi seperti apapun. Setaip metode pasti memiliki kelemahan dan kelebihan masing-masing. Demikian pula halnya dengan metode *Dow's fire and explosion index* (DFEI). DFEI tentu memiliki beberapa kelemahan, sehingga untuk melengkapinya bisa dilakukan

analisis risiko dengan menggunakan metode lain seperti *Hazard and Operability Study* (HAZOPs), *Layer of Protection Analysis* (LOPA), tau metode-metode yang lainnya. Berikut ini akan dijelaskan beberapa kelemahan dan kelebihan DFEI.

1. Kelebihan

- Suatu cara pendekatan yang konsisten untuk mengenal dan mengevaluasi potensi bahaya. Index tersebut diturunkan dan diperoleh dari studi banyak kecelakaan. Selain itu, dalam pelaksanaannya tidak memerlukan banyak tenaga (Nedved, 1991b).
- Metode ini telah membantu para *engineer* untuk memperhatikan bahaya di setiap unit proses ketika membuat keputusan penting dalam mengurangi keparahan dan kemungkinan potensi insiden (Suardin, 2005).
- Metode ini mengevaluasi semua aspek dari unit proses yang dapat meningkatkan keparahan dari kebakaran atau ledakan, metode ini relatif mudah untuk dipelajari penggunaannya (Michael Baxter, 2010).

2. Kelemahan

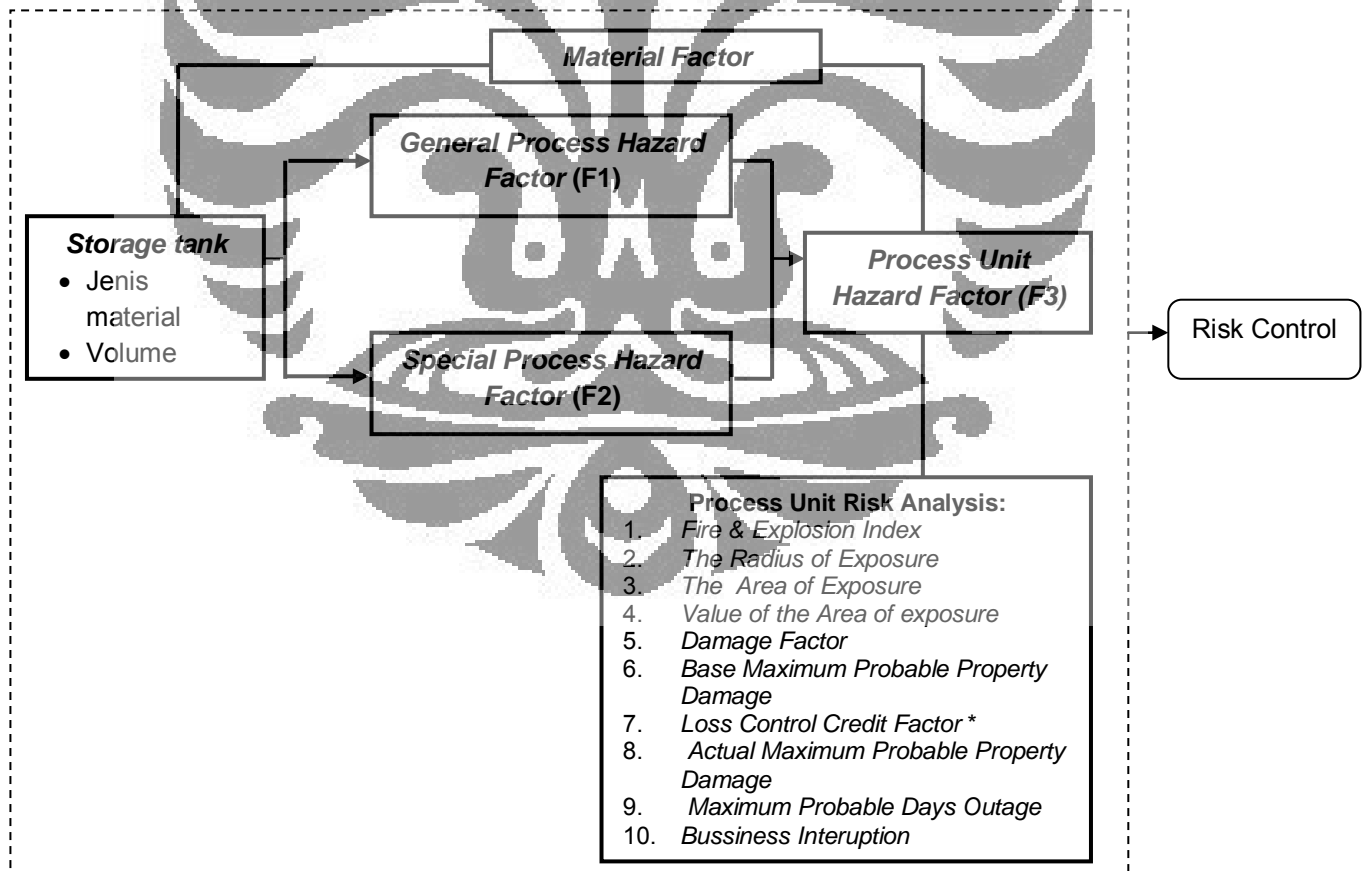
- Metode ini hanya mengidentifikasi dan menilai risiko berdasarkan keberadaan material yang disimpan dalam unit proses yang sedang diukur dan kondisi peralatan serta fasilitas pendukung lainnya yang ada disekitar unit proses. Namun metode ini tidak dapat melakukan identifikasi bahaya akibat penyimpangan kondisi operasi yang tidak normal (Watts, 2002).
- *Loss control factor* tidak merubah *F&E Index*, namun hanya mempengaruhi kerugian yang sebenarnya (Michael Baxter, 2010).

BAB III

KERANGKA KONSEP DAN DEFINISI OPERASIONAL

3.1 Kerangka Konsep

Menurut *American Institute of Chemical Engineers* (1994), *Process unit risk analysis summary* adalah ringkasan dari keseluruhan informasi penting untuk menganalisa risiko dan dijadikan bahan pertimbangan dalam membuat keputusan sebagai upaya manajemen risiko kebakaran dan ledakan. *Process unit risk analysis summary* mencakup potensi bahaya dan ledakan, radius pajanan, luas daerah pajanan, nilai daerah pajanan, faktor kerugian, nilai kerugian dasar, faktor pengurang nilai kerugian, kerugian yang sebenarnya, hari kerja yang hilang, serta nilai kerugian akibat terhentinya bisnis. Hasil tersebut nantinya dapat digunakan untuk bahan pertimbangan perusahaan untuk program pengendalian risiko kebakaran dan ledakan tangki. Berikut adalah kerangka konsep yang digunakan:



3.2 Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
Tangki Timbun/ penyimpanan	Tangki timbun merupakan tempat penyimpanan bahan kimia dalam jumlah yang cukup besar. (Center for Chemical Process Safety, 2003). Volume tangki timbun yang disyaratkan minimal 5.000 pounds atau sekitar 600 galons dengan material <i>flammable</i> , <i>combustible</i> , atau <i>reactive</i> (AIChE, 1994)	Pedoman <i>Fire and Explosion Index</i>	Menyesuaikan tangki timbun dengan faktor-faktor yang diperlukan dalam panduan DFEI.	Volume material Jenis Material	Ordinal
<i>Material Factor</i> (MF)	Nilai yang menggambarkan potensi energi yang dibebaskan saat terjadi kebakaran dan ledakan, yang dihasilkan dari pembakaran atau reaksi kimia lainnya	Pedoman <i>Fire and Explosion Index</i>	Penetapan nilai MF berdasarkan Nilai <i>Nf</i> , <i>Nr</i> , <i>flash point</i> dan <i>boiling point</i> kemudian dilihat di Tabel 2.2 MF halaman 24	1, 4, 10, 14, 16, 21, 24, 29, 40	Ordinal
<i>General Process Hazard Factor</i> (F1)	Faktor yang berperan utama dalam penentuan besarnya kerugian yang berhubungan dengan jenis proses yang terdapat dalam tangki timbun, yang dikuantifikasikan sebagai angka penalti.	Pedoman <i>Fire and Explosion Index</i>	Masing-masing <i>item</i> diberikan penalti kemudian dijumlahkan nilai keseluruhannya untuk mengetahui nilai F1	1,00-5,45	Ordinal
<i>Spesial Process Hazard Factor</i> (F2)	Faktor yang berkontribusi dalam meningkatkan kemungkinan terjadinya kebakaran dan ledakan, yang dikuanifikasikan sebagai angka pinalti.	Pedoman <i>Fire and Explosion Index</i>	Masing-masing <i>item</i> diberikan penalti kemudian dijumlahkan nilai keseluruhannya untuk mengetahui nilai F2	1,00-10,10	Ordinal
<i>Process Unit Hazard Factor</i> (F3)	Faktor bahaya yang ada di tangki timbun LPG, baik yang berhubungan dengan material yang ada di unit proses tersebut maupun yang berhubungan dengan jenis proses	Pedoman <i>Fire and Explosion index</i>	Mengalikan F1 dan F2	1,00-8,00	Ordinal

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
<i>Fire and Explosion Index (F&EI)</i>	potensi bahaya terjadinya kebakaran dan ledakan pada unit proses dengan kriteria <ol style="list-style-type: none"> 1. Ringan jika nilai F&EI 1-60 2. Sedang jika nilai F&EI antara 61-96 3. menengah jika nilai F&EI 91-127 4. Berat jika nilai F&EI 128-158 5. Parah jika nilai F&EI diatas 158 (AIChE, 1994)	Pedoman <i>Fire and Explosion Index</i>	Mengalikan nilai F3 dengan <i>Material Factor</i> (MF)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ringan 2. Sedang 3. Menengah 4. Berat 5. Parah 	Ordinal
Radius Pajanan (<i>The Radius of Exposure</i>)	Jarak yang dijangkau jika terjadi kebakaran dan ledakan di tangki timbun	Pedoman <i>Fire and Explosion Index</i>	Mengalikan nilai F&EI dengan 0,84.	Jarak (meter/ feet)	Rasio
Luas daerah pajanan (<i>The Area of Exposure</i>)	Luas wilayah yang terpajan dan mengalami kerusakan jika terjadi kebakaran dan ledakan di tangki timbun	Pedoman <i>Fire and Explosion Index</i>	Luas area terpajan = πR^2 dimana R adalah <i>Radius of Exposure</i>	Luas (meter persegi/ feet persegi)	Rasio
Nilai Daerah Pajanan (<i>Value of the Area of Exposure</i>)	Nilai kerusakan dan penggantian peralatan serta bangunan jika terjadi kebakaran dan ledakan	Pedoman <i>Fire and Explosion Index</i>	Menghitung dengan rumus (<i>Original Cost</i> x 0,82 x <i>Escalation Factor</i>)	Nilai dalam US \$ (Rp)	Rasio
Faktor Kerusakan (<i>Damage Factor</i>)	Faktor yang mempengaruhi besar kecilnya nilai kerugian yang diderita jika terjadi kebakaran dan ledakan di tangki timbun	Pedoman <i>Fire and Explosion Index</i>	Mengkonversi nilai <i>Material Factor</i> (MF) dan F3 ke dalam grafik <i>Damage Factor</i> atau menghitungnya dengan rumus yang terdapat dalam pedoman <i>Fire and Explosion Index</i> .	0,00-1,00	Ordinal

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
Nilai Kerugian Dasar (<i>Base Maximum Probable Property Damage</i>)	Nilai kerugian yang diderita dan dipengaruhi oleh faktor kerusakan yang didasarkan kepada kerusakan peralatan dan tangki timbun sesuai dengan luas daerah terpajan	Pedoman <i>Fire and Explosion Index</i>	Mengalikan nilai daerah terpajan dengan nilai faktor kerusakan.	Nilai dalam US \$ (Rp)	Rasio
Faktor Pengurang Nilai Kerugian (<i>Loss Control Credit Factor</i>)	Faktor yang mempengaruhi nilai kerugian jika terjadi kebakaran dan ledakan yang didasarkan kepada ada atau tidaknya peralatan pengendali kerugian	Pedoman <i>Fire and Explosion Index</i>	Mengalikan nilai <i>Process Control Credit Factor (C1)</i> , <i>Material Isolation Credit Factor (C2)</i> , dan <i>Fire Protection Credit Factor (C3)</i>	0,18-1,00	Ordinal
Nilai Kerugian Sebenarnya (<i>Maximum Probable Property Damage</i>)	Nilai kerugian yang sebenarnya diderita jika terjadi kebakaran dan ledakan yang besarnya tergantung kepada berfungsi atau tidaknya alat pengendali rugi	Pedoman <i>Fire and Explosion Index</i>	Mengalikan nilai kerugian dasar dengan nilai faktor pengurang nilai kerugian	Nilai dalam US \$ (Rp)	Rasio
Hari Kerja Yang Hilang (<i>Maximum Probable Days Outage</i>)	Total hari kerja yang hilang jika terjadi kebakaran dan ledakan di tangki timbun	Pedoman <i>Fire and Explosion Index</i>	Mengkonversi nilai kerugian sebenarnya ke dalam grafik <i>Maximum Probable Days Outage</i> atau menghitungnya dengan rumus yang tersedia pada pedoman <i>Fire and Explosion Index</i> .	Jumlah dalam satuan hari	Rasio
Nilai Kerugian Akibat Terhentinya	Nilai kerugian yang diderita akibat terhentinya proses produksi untuk sementara jika terjadi kebakaran dan ledakan di tangki timbun	Pedoman <i>Fire and Explosion Index</i>	Menghitung dengan rumus (<i>Maximum Probable Days Outage (MPDO) x Value of</i>	Nilai dalam US \$ (Rp)	Rasio

Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala Ukur
Bisnis (<i>Business Interruption</i>)			<i>Production for the Month (VPM)/30 x 0,70 (konstanta fixed cost dan profits)</i>		
Pengendalian risiko (<i>Risk Control</i>)	<p>Nilai Potensi kebakaran dan ledakan setelah dilakukan pengendalian risiko dengan kriteria dengan kriteria</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ringan jika nilai F&EI 1-60 2. Sedang jika nilai F&EI antara 61-96 3. menengah jika nilai F&EI 91-127 4. Berat jika nilai F&EI 128-158 5. Parah jika nilai F&EI diatas 158 	Pedoman <i>Fire and Explosion Index</i>	Mengalikan nilai FEI sebelum pengendalian dengan nilai loss control credit factor setelah pengendalian	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ringan 2. Sedang 3. Menengah 4. Berat 5. Parah 	ordinal

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui gambaran dari masing-masing variabel dalam *process unit risk analysis*. Gambaran ini diperoleh dari perhitungan kuantitatif faktor-faktor yang mempengaruhi analisis risiko dalam metode *Dows Fire and Explosion index*.

4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di stasiun kaji rimau asset PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011. Pengambilan data dilakukan pada bulan April-Mei 2011.

4.3 Objek Penelitian

Objek penelitian merupakan tangki penyimpanan minyak mentah di stasiun kaji rimau asset PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011. Stasiun ini dipilih karena merupakan stasiun pengumpul minyak utama di Rimau Asset. Selain itu Tangki penyimpanan ini memiliki risiko kebakaran dan ledakan serta dapat menimbulkan kerugian yang besar jika terjadi kebakaran dan ledakan. Tangki penyimpanan dipilih dengan melihat volume material dan jenis material.

4.4 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara observasi langsung ke objek penelitian serta lingkungan disekitarnya, selain itu dilakukan juga *interview* terhadap pihak-pihak terkait. Pengumpulan data sekunder dilakukan melalui dokumen-dokumen terkait, seperti data jenis tangki, *Safety Data Sheet* (SDS) serta data pendukung lainnya.

4.5 Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah formulir yang terdapat dalam pedoman *Dow's Fire and Explosion Index* (AIChE, 1994).

4.6 Manajemen Data

Data primer yang diperoleh melalui observasi dan wawancara sedangkan data sekunder diperoleh melalui data jenis tangki dan data pendukung lainnya dikumpulkan dan dimasukkan ke dalam formulir yang terdapat dalam pedoman *Dow's Fire and Explosion Index*. Setelah itu dilakukan perhitungan secara manual dan menggunakan bantuan perangkat lunak, *microsoft excel*.

4.7 Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan memasukkan data yang sudah dikumpulkan ke dalam formulir pedoman *Dow's Fire and Explosion Index* kemudian dilakukan perhitungan manual dan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak, *microsoft excel*. Dari perhitungan tersebut akan diperoleh gambaran *Fire and Explosion Index* (FEI), radius dan luas daerah pajana (*the radius and area of exposure*), nilai daerah pajanan (*value of the area of exposure*), faktor kerusakan (*demage factor*), nilai kerugian sebenarnya (*actual maximum probable property damage*), hilangnya hari kerja (*maximum probable days outrage*), dan nilai kerugian akibat terhentinya bisnis (*business interruption*) jika terjadi kebakaran dan ledakan pada penyimpanan *crude oil* ini.

BAB V

HASIL PENELITIAN

5.1. Fire & Explosion Index (F&EI)

Tabel 5.1 Fire & Explosion Index (F&EI) tangki 10.000 bbls

FIRE & EXPLOSION INDEX			
AREA/COUNTRY INDONESIA		LOCATION Rimau, Sumatra Selatan	Date April-Mei 2011
SITE Kaji Station Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia	PROCESS UNIT Crude Oil Storage Tank (10.000 bbls) ABJ- 407&408	PREPARED BY: Tri Kumala Dewi	
MATERIAL FACTOR			16
1. General Process Hazards		Penalty Factor Range	Penalty Factor Used⁽¹⁾
Base Factor.....		1.00	1.00
A. Exothermic Chemical Reactions		0.30 to 1.25	0.00
B. Endothermic Processes		0.20 to 0.40	0.00
C. Material Handling and Transfer		0.25 to 1.05	0.85
D. Enclosed or Indoor Process Units		0.25 to 0.90	0.00
E. Access		0.20 to 0.35	0.00
F. Drainage and Spill Control		0.25 to 0.50	0.50
General Process Hazard Factor (F₁).....			2.35
2. Special Process Hazard			
Base Factor.....		1.00	1.00
A. Toxic Material(s)		0.20 to 0.80	0.20
B. Sub-Atmospheric Pressure (<500mmHg)		0.50	0.00
C. Operation in or Near Flammable Range			0.00
1. Tank Farms Storage Flammable Liquids		0.50	0.50
2. Process Upset or Purge Failure		0.30	0.00
3. Always in Flammable Range		0.80	0.00
D. Dust Explosion		0.25 to 2.00	0.00
E. Pressure			0.16
F. Low Temperature		0.20 to 0.30	0.00
G. Quantity of Flammable/Unstable Material			1.07
H. Corrosion and Erosion		0.10 to 0.75	0.20
I. Leakage - Joints and Packing		0.10 to 1.50	0.10
J. Use of Fired Equipment			0.00
K. Hot Oil Heat Exchange System		0.15 to 1.15	0.00
L. Rotating Equipment		0.50	0.00
			3,23
Process Unit Hazard Factor (F₁ X F₂) = F₃.....			7.6
Fire and Explosion Index (F₃ X MF = F&EI).....			121,6

(1) For no penalty use 0.00

Sumber: American Institute of Chemical Engineers, 1994

Tabel 5.2 Fire & Explosion Index (F&EI) tangki 5.000 bbls

FIRE & EXPLOSION INDEX			
AREA/COUNTRY INDONESIA		LOCATION Rimau, Sumatra Selatan	Date April-Mei 2011
SITE Kaji Station Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia	PROCESS UNIT Crude Oil Storage Tank (5.000 bbls) -ABJ 406	PREPARED BY: Tri Kumala Dewi	
MATERIAL FACTOR			16
1. General Process Hazards		Penalty Factor Range	Penalty Factor Used⁽¹⁾
Base Factor.....		1.00	1.00
A. Exothermic Chemical Reactions		0.30 to 1.25	0.00
B. Endothermic Processes		0.20 to 0.40	0.00
C. Material Handling and Transfer		0.25 to 1.05	0.85
D. Enclosed or Indoor Process Units		0.25 to 0.90	0.00
E. Access		0.20 to 0.35	0.00
F. Drainage and Spill Control		0.25 to 0.50	0.50
General Process Hazard Factor (F₁).....			2.35
2. Special Process Hazard			
Base Factor.....		1.00	1.00
A. Toxic Material(s)		0.20 to 0.80	0.20
B. Sub-Atmospheric Pressure (<500mmHg)		0.50	0.00
C. Operation in or Near Flammable Range			0.00
1. Tank Farms Storage Flammable Liquids		0.50	0.50
2. Process Upset or Purge Failure		0.30	0.00
3. Always in Flammable Range		0.80	0.00
D. Dust Explosion		0.25 to 2.00	0.00
E. Pressure			0.16
F. Low Temperature		0.20 to 0.30	0.00
G. Quantity of Flammable/Unstable Material			0.90
H. Corrosion and Erosion		0.10 to 0.75	0.20
I. Leakage - Joints and Packing		0.10 to 1.50	0.10
J. Use of Fired Equipment			0.00
K. Hot Oil Heat Exchange System		0.15 to 1.15	0.00
L. Rotating Equipment		0.50	0.00
Special Process Hazard Factor (F₂).....			3.06
Process Unit Hazard Factor (F₁ X F₂) = F₃.....			7.19
Fire and Explosion Index (F₃ X MF = F&EI).....			115,04

(1) For no penalty use 0.00

Sumber: American Institute of Chemical Engineers, 1994

5.2 Loss Control Credit Factor

5.2.1. Process Control Credit Factor (C_1)

Tabel 5.3 Process Control Credit Factor

Feature	Credit Factor Range	Credit Factor Used ⁽²⁾	Feature	Credit Factor Range	Credit Factor Used ⁽²⁾
a. Emergency Power	0.98	0,98	f. Inert Gas	0.94 to 0.96	1.00
b. Cooling	0.97 to 0.99	0.97	g. Operating Instructions/Procedures	0.91 to 0.99	0.96
c. Explosion Control	0.84 to 0.98	1,00	h. Reactive Chemical Review	0.91 to 0.98	0.91
d. Emergency Shutdown	0.96 to 0.99	0.98	i. Other Process Hazard Analysis	0.91 to 0.98	0.94
e. Computer Control	0.93 to 0.99	0.99			

C_1 Value⁽³⁾ **0,76**

5.2.2. Material Isolation Credit Factor (C_2)

Tabel 5.4 Material Isolation Credit Factor

Feature	Credit Factor Range	Credit Factor Used ⁽²⁾	Feature	Credit Factor Range	Credit Factor Used ⁽²⁾
a. Remote Control Valves	0.96 to 0.98	1,00	c. Drainage	0.91 to 0.97	0,91
b. Dump/Blowdown	0.96 to 0.98	1,00	d. Interlock	0.98	1.00

C_2 Value⁽³⁾ **0.91**

5.2.3. Fire Protection Credit Factor (C_3)

Tabel 5.5 Fire Protection Credit Factor

Feature	Credit Factor Range	Credit Factor Used ⁽²⁾	Feature	Credit Factor Range	Credit Factor Used ⁽²⁾
a. Leak Detection	0.94 to 0.98	1.00	f. Water Curtains	0.97 to 0.98	0.97
b. Struktural Steel	0.95 to 0.98	1.00	g. Foam	0.92 to 0.97	0,94
c. Fire Water Supply	0.94 to 0.97	0.94	h. Hand Extinguishers/Monitors	0.93 to 0.98	0.95
d. Special Systems	0.91	0,91	i. Cable Protection	0.94 to 0.98	0.94
e. Sprinkler System	0.74 to 0.97	1,00			

C_3 Value ⁽³⁾ **0.70**

$$\text{Loss Control Credit Factor} = C_1 \times C_2 \times C_3$$

⁽³⁾ = **0,48**

Sumber: American Institute of Chemical Engineers, 1994

5.3 Process Unit Risk Analysis Summary

Tabel 5.6 Process Unit Risk Analysis Summary

No	Variable	Tangki 10.000 bbis A (ABJ-407)	Tangki 10.000 bbis B (ABJ-408)	Tangki 5.000 bbis (ABJ-406)
1	Fire and Explosion Index (F&EI)	121, 6 (intermediate)	121, 6 (intermediate)	115, 05 (intermediate)
2	Radius Paparan (The Radius of Exposure)	129, 14 ft atau 39, 37 m	129, 14 ft atau 39, 37 m	115, 6 ft atau 35,24 m
3	Luas daerah Paparan (The Area of Exposure)	13.091, 55 ft ² atau 4867 m ²	13.091, 55 ft ² atau 4867 m ²	10.490. 24 ft ² atau 3899, 43 m ²
4	Nilai Daerah Paparan (Value of area of exposure)	Rp. 1. 501.583.700 atau \$ 176.325	Rp. 1. 501.583.700 atau \$ 176.325	Rp. 906.937.990 atau \$106.498, 12
5	Faktor Kerusakan (Damage Factor)	0,66	0,66	0,64
6	Nilai Kerugian Dasar (Base Maximum Probable Property Damage (Base MPPD))	Rp. 991.045.242 atau \$ 116.374, 5	Rp. 991.045.242 atau \$ 116.374, 5	Rp. 580.440.314 atau US \$68.158,8
7	Faktor Pengendali Nilai Kerugian (Loss Control Credit Factor (LCCF))	0,48	0,48	0,48
8	Nilai Kerugian Sebenarnya (Actual Maximum Probable Property Damage (Actual MPPD))	Rp.475.701. 716, 2 atau \$ 55.859, 76	Rp.475.701. 716, 2 atau \$ 55.859, 76	Rp 278.611.350, 7 atau \$ 32.716,22
9	Hari Kerja yang Hilang (Maximum Probable Days Outage (MPDO))	6 hari	6 hari	5 hari
10	Interupsi Bisnis (Business Interruption (BI))	Rp. 26.963.318.320 Atau \$ 3.166.195,2	Rp. 26.963.318.320 Atau \$ 3.166.195,2	Rp. 11.234.715.970 atau \$1.319.248

BAB VI

PEMBAHASAN

6.1 Gambaran Umum Storage Tank di Rimau Asset PT Medco E&P Indonesia

Wilayah kerja PT Medco E&P Indonesia Rimau asset terletak di desa Lai-Babat (kaji), kecamatan Lais, kabupaten Musi Banyuasin sebelah barat dari kota Palembang. Terdapat beberapa stasiun pengumpul minyak di wilayah rimau asset yakni kaji, kaji satelite, semoga, langkap, kerang, dan tabuan. Penilaian potensi kebakaran dan ledakan ini dilakukan pada stasiun kaji karena merupakan stasiun utama dan stasiun pengumpul dari beberapa stasiun-stasiun lainnya. Pada stasiun ini terdapat proses pemisahan gas minyak dan air sebelum *crude oil* dimasukkan kedalam tangki penyimpanan.

6.2 Pemilihan Unit Proses (*Storage Tank*)

Dalam penentuan unit proses, salah satu pertimbangan utama adalah tingkat bahaya dari unit proses yang akan diteliti. Berdasarkan pedoman *Dow's Fire and Explosion Index*, unit proses yang akan diteliti minimal menyimpan 5.000 pounds atau 600 gallons (13, 63 barels; 1 barel= 44 galoons) material yang bersifat *flammable, combustible, atau reactive material*. Tangki- tangki di stasiun kaji memiliki kapasitas penyimpanan sebesar 5000 dan 10.000 barel sehingga semua unit proses memenuhi kriteria untuk dilakukan penilaian potensi bahaya kebakaran dan ledakan. Selain itu Unit proses yang akan diteliti merupakan unit proses yang diperkirakan memiliki potensi bahaya yang besar dan menimbulkan kerugian yang besar jika terjadi bahaya kebakaran dan ledakan.

Terdapat beberapa jenis tangki pada stasiun kaji ini yakni *skimming tank, wash tank, water tank, dan crude oil tank*. *Skimming tank* berisi air yang berasal dari pemisahan minyak dan air pada *wash tank* dan FWKO yang kemudian air ini akan dialirkan kedalam *water tank*. *Wash tank* mengandung campuran air dan minyak yang berasal dari *heater* pada tangki ini terjadi lagi pemisahan minyak

dan kemungkinan adanya air, sedangkan *crude oil storage tank* berisi minyak mentah yang berasal dari *wash tank* dari tangki penyimpanan minyak mentah ini kemudian akan dialirkan melalui *pipeline*.

Dari berbagai jenis tangki ini dapat diambil kesimpulan bahwa menurut jenis materialnya, tangki yang paling berisiko adalah *crude oil storage tank* karena mengandung minyak tanpa campuran yang lebih bersifat *flammable*. Terdapat tiga buah tangki penyimpanan *crude oil* pada stasiun ini. Berikut adalah gambaran umum tangki penyimpanan *crude oil*:



Gambar 6.1 Tangki Penyimpanan minyak mentah 10.000 dan 5.000 bbls

Berikut adalah data tangki penyimpanan *crude oil* di kaji station.

Tabel 6.1 Spesifikasi Tangki *crude oil*

	Tangki 10.000 BBLS	Tangki 5000 BBLS
Jenis	Bolted Tank Fixed roof	Bolted Tank Fixed Roof
Jumlah	2 Buah	1 Buah
Nomor Tangki	ABJ-407 ABJ- 408	ABJ-406
Diameter	54 feet	38 feet
Tinggi	24 feet	24 feet
Tekanan Operasi	1 atm	1 atm
Temperatur Operasi	120°F	120°F
Tahun Pembuatan	2000	1999
Harga Pembuatan	\$. 117.706	\$ 57.770

6.3 Penentuan *Material Factor*

Berdasarkan pedoman *Dow's Fire and Explosion Index*, nilai *material factor* ditentukan dari tingkat *flammability* (Nf) dan tingkat *reactivity* (Nr). Dalam hal ini crude oil atau petroleum memiliki tingkat *flammability* (Nf)=3, *reactivity* (Nr)=0, dan *health* (Nh)=1 (AIChE, 1994). Menurut *safety data sheet crude oil* memiliki titik nyala 16°F-90°F dengan titik didih 500°F. Material ini tergolong stabil dan tidak reaktif terhadap air. Dari data-data tersebut, dengan menggunakan tabel pada Pedoman *Dow's Fire and Explosion Index*, maka dapat diketahui nilai *material factor* (MF) sebesar 16.

Tabel 6.2 Penentuan *Material Factor* (MF)

<i>Liquid & Gases Flammability or Combustibility</i> ¹	NFPA 325 M or 49	<i>Reactivity or Instability</i>				
		N _R = 0	N _R = 1	N _R = 2	N _R = 3	N _R = 4
<i>Non-combustible</i> ²	Nf = 0	1	14	24	29	40
F.P. > 200°F (> 93.3°C)	Nf = 1	4	14	24	29	40
F.P. > 100°F (> 37.8°C) < 200°F (< 93.3°C)	Nf = 2	10	14	24	29	40
F.P. ≥ 73°F (≥ 22.8°C) < 100°F (< 37.8°C) or F.P. < 73°F (< 22.8°C) & B.P. ≥ 100°F (≥ 37.8°C)	Nf = 3	16	16	24	29	40
F.P. < 73°F (< 22.8°C) & B.P. < 100°F (< 37.8°C)	Nf = 4	21	21	24	29	40
<i>Combustible Dust or Mist</i> ³						
St-1 (K _{St} ≤ 200 bar m/se c)		16	16	24	29	40
St-2 (K _{St} = 201-300 bar m/sec)		21	21	24	29	40
St-3 (K _{St} > 300 bar m/sec)		24	24	24	29	40
<i>Combustible Solids</i>						
Dense > 40 mm thick ⁴	Nf = 1	4	14	24	29	40
Open < 40 mm thick ⁵	Nf = 2	10	14	24	29	40
Foam, fiber, powder, etc ⁶	Nf = 3	16	16	24	29	40

F.P. = *Flash Point*

B.P. = *Boiling Point an STP*

Sumber: *American Institute of Chemical Engineers*, 1994

6.4 Penilaian *General Process Hazard Unit Factor (F1)*

Merupakan Faktor utama yang berperan penting dalam penilaian potensi bahaya kebakaran dan ledakan. Nilai F1 untuk kedua jenis kapasitas tangki, baik tangki 10.000 bbls maupun 5.000 bbls mendapatkan penalti yang sama yakni sebesar 2,35. Nilai ini diperoleh dari penjumlahan seluruh nilai penalti dari setiap *item* yang ada pada *general process hazards* dan penalti dari faktor dasar (1,00). Pada *general process hazards factor* terdapat enam item yang Terdiri dari:

1. Reaksi Eksotermis

Unit Proses bukan reaktor dan merupakan tangki penyimpanan sementara sehingga tidak terdapat reaksi eksotermis pada tangki penyimpanan minyak mentah ini. Dengan demikian penalti yang diberikan 0,00

2. Reaksi Endotermis

Nilai penalti 0,00 karena tidak terdapat proses *endothermic* dalam tangki timbun ini karena tangki hanya digunakan sebagai tempat penyimpanan.

3. Penanganan Material

Mendapat penalti 0,85 karena unit proses merupakan tangki timbun atau tempat penyimpanan berbentuk silinder dengan tipe *bolted tank* yang berisi *crude oil* dan tergolong sebagai *flammable liquid* dengan $N_f=3$.

4. Unit Proses Tertutup

Nilai penalti 0,00 karena proses unit terletak di daerah terbuka tanpa ditutupi atap maupun dinding.



Gambar 6.2 Kondisi Lingkungan yang Terbuka

5. Akses

Tangki Penyimpanan *crude oil* 10.000 bbls maupun 5.000 bbls terdapat di area terbuka sehingga memiliki lebih dari dua akses yang dapat digunakan sebagai jalur pemadaman kebakaran, selain itu untuk menuju tangki terdapat dua buah tanggul yang dapat digunakan untuk menuju tangki dari tanggul *bundwall* maka penalti yang diberikan 0,00.

6. Sistem Drainase dan Pengendalian Tumpah

Sistem drainase dan pengendalian tumpahan yang digunakan adalah dengan pemasangan tanggul di sekeliling tangki dengan kapasitas 110% dari kapasitas tangki dan memiliki *dike* (saluran pengumpul). Dengan penggunaan tanggul ini maka diberikan penalti sebesar 0,50. Selain itu tanggul dibuat sedikit lebar permukaan atasnya sehingga dapat menjadi akses jalan yang dapat dilewati oleh orang dan dapat berperan dalam menunjang akses pemadaman kebakaran.



Gambar 6.3 Tanggul dan saluran pengumpul pengendali tumpahan

6.5 Penilaian *Special Process Hazard Unit Factor* (F2)

Special process unit factor (F2) merupakan jumlah keseluruhan nilai penalti dari masing-masing item yang dinilai ditambah dengan nilai *base factor* (1,00). Untuk Tangki 10.000 bbls mendapatkan penalti sebesar 3,23. Sedangkan untuk tangki 5.000 bbls mendapatkan penalti sebesar 3,06. F2 adalah faktor yang

dapat meningkatkan probabilitas potensi insiden dan merupakan kondisi proses yang spesifik. Setiap *item* yang ada dalam *special process hazards* adalah sama besar, kecuali untuk *item* jumlah material. Hal inilah yang menyebabkan perbedaan nilai F2 pada kedua jenis kuantitas tangki.

Jumlah material yang berbeda menyebabkan nilai F2 yang berbeda. Hal tersebut sesuai apa yang disampaikan oleh Nedved, bahwa dalam menentukan faktor bahaya unit proses maka hal yang perlu diperhatikan adalah jumlah bahan yang ada dalam unit proses tersebut. Hal tersebut disebabkan karena nilai faktor bahaya proses didasarkan pada panas reaksi/ pembakaran dengan satuan kalori per satuan massa (Nedved, 1991b). Hal senada diungkapkan oleh Ordile yang menyatakan bahwa tingkat keparahan dari bahaya tangki penyimpanan tergantung pada kuantitas material yang disimpan (Ordile, 2003). Berikut ini item-item yang termasuk dalam *Special Process Hazard Unit Factor (F2)*:

1. Material Beracun

Mendapat penalti 0,20 karena dalam menghitung penalti untuk material beracun diperlukan nilai N_h atau efek kesehatan yang ditentukan dengan persamaan $N_h \times 0,20$. Maka, sesuai karakteristik material *crude oil* memiliki $N_h = 1$ (NFPA 49) yang berarti dapat menimbulkan efek iritasi ringan jika terjadi kontak dalam waktu singkat. Sehingga nilai penalti menjadi 0,20. Hasil ini diperoleh dari perkalian $0,20 \times 1$.

2. Tekanan Bawah atmosfer

Tekanan operasi pada tangki *crude oil* baik kapasitas 5.000 bbls maupun 10.000 bbls adalah tekanan udara *atmosferic* normal yakni 1 atm atau sebesar 0 psig sehingga tidak diberikan penalti pada *item* ini.

3. Temperatur Operasi

Tangki Penyimpanan yang diteliti menyimpan material *crude oil* yang memiliki nilai *flammability* sebesar 3. Selain itu terdapat proses gravitasi settling yang berfungsi untuk memisahkan sisa air yang terbawa berdasarkan waktu tinggal dan proses penyaluran hasil minyak dengan menggunakan sistem perpipaan pada saat pengisian *crude oil* kedalam tangki, material yang masuk tersebut akan mendorong uap di atasnya yang menyebabkan

semakin tinggi cairan maka ruang uap semakin sedikit, sebagian uap akan keluar melalui lubang *vent*. Sedangkan pada saat *crude oil* keluar dari tangki, cairan akan menurun sehingga ruang uap bertambah besar yang memungkinkan udara/ oksigen masuk kedalam tangki. Sehingga berdasarkan hal tersebut mendapat penalti sebesar 0,50

4. Ledakan Debu

Proses unit merupakan tangki penyimpanan yang berisi *flammable material* sehingga tidak berhubungan dengan padatan yang mudah terbakar dan tidak terdapat aktivitas *transferring, blending, grinding, barging* pada tangki penyimpanan yang dapat menghasilkan debu sehingga tidak diberikan penalti untuk kedua jenis kapasitas tangki.

5. Tekanan Operasi

Tekanan operasi tangki merupakan tekanan udara *atmosferic* yakni sebesar 1 atm (0 psig). Jenis material yang disimpan adalah *crude oil* yang tergolong dalam *flammable material* dengan dengan *flash point* di bawah 140°F. Penalti untuk tekanan operasi ditentukan dengan persamaan

$$\begin{aligned} \text{Penalti} &= 0,16109 + 1,61503P/1000 - 1,42879(P/1000)^2 + 0,5172(P/1000)^3 \\ &= 0,16109 + 1,61504(0/1000) - 1,42879(0/1000)^2 + 0,5172(0/1000)^3 \\ &= 0,16109 \end{aligned}$$

6. Temperatur Rendah

Penalti yang diberikan 0,00 karena suhu operasi berada di atas 50°F atau lebih tepatnya 120°F

7. Jumlah Material

Untuk mengetahui penalti jumlah material, harus diketahui terlebih beberapa data penting perhitungan untuk tangki 10.000 bbls adalah:

Volume bersih: 10.000 barel = 1.600.000 liter

Massa Jenis *Crude Oil* = 0,87 KG/ Liter

Massa = Massa Jenis x Volume bersih = 1.600.000 x 0,87 = 1.392.000 kg
= 3.068.803,2 lb

Crude Oil memiliki energi (Hc) = 21,3 x 10³

Total energi dalam Tangki = $3.068.803,2 \times 21,3 \times 10^3 = 65.365.508,16 \times 10^3$
 $= 65,36 \times 10^9 \rightarrow \text{BTU} = 65,36$

Karena *storage tank* berada diluar area proses dan berisi *flammable material* class I maka rumus yang digunakan adalah

$$\text{Log } Y = -0,403115 + 0,378703 (\text{Log } X) - 0,046402 (\text{Log } (X)^2) - 0,015379 (\text{Log } (X)^3)$$

$$= -0,403115 + 0,378703 (\text{Log } 65,36) - 0,046402 (\text{Log } (65,36)^2) - 0,015379 (\text{Log } (65,36)^3) = 0,032$$

Y = 1,07

Sedangkan untuk perhitungan tangki dengan kapasitas 5.000 bbls adalah:

Volume bersih: 5000 barel = 800.000 liter

Massa Jenis *Crude Oil* = 0,87 KG/ Liter

Massa : Massa Jenis x Volume bersih = $800.000 \times 0,87 = 696.000 \text{ kg}$ (1 kg = 2,2046 lb) = 1.534.401,6 lb

Crude Oil memiliki energi (Hc) = $21,3 \times 10^3$

Total energi dalam Tangki = $1.534.401,6 \times 21,3 \times 10^3 = 32.682.754,08 \times 10^3$
 $= 32,68 \times 10^9 \rightarrow \text{BTU} = 32,68$

$$\text{Log } Y = -0,403115 + 0,378703 (\text{Log } X) - 0,046402 (\text{Log } (X)^2) - 0,015379 (\text{Log } (X)^3)$$

$$= -0,403115 + 0,378703 (\text{Log } 32,68) - 0,046402 (\text{Log } (32,68)^2) - 0,015379 (\text{Log } (32,68)^3) = -0,04$$

Y = 0,9

8. Korosi

Penanganan untuk mencegah korosi pada tangki 5.000 dan 10.000 bbls adalah dengan melakukan pelapisan plat dalam dan plat luar dari tangki. Sehingga untuk kedua jenis tangki ini mendapat penalti sebesar 0,20.

9. Kebocoran

Diberikan penalti sebesar 0,10 Karena sebelum digunakan diadakan *hydrotest* untuk mengecek adanya kebocoran pada unit proses selain itu

pengoperasian unit proses juga dapat dipantau dari ruang operator sehingga kemungkinan terjadinya kebocoran sangatlah minim.

10. Penggunaan Alat Pembakar

Tidak diberikan penalti pada *item* ini karena tangki hanya merupakan tempat penyimpanan *crude oil* jadi tidak digunakan peralatan pembakar pada unit proses.

11. Pertukaran Minyak Panas

Item ini diberikan untuk material yang bersifat *combustible*. *Crude oil* bukan merupakan *combustible liquid* melainkan *flammable liquid* karena titik nyalanya di bawah 100 °F. Berdasarkan hal tersebut, maka pada *item* ini tidak terdapat penalti (0,00)

12. Peralatan Berputar

Tidak ada penalti (0,00) karena tidak terdapat peralatan berputar seperti kompresor, pompa, *agitators (mixers)*, dan pompa sirkulasi pada tangki penyimpanan *crude oil*.

6.6 Penilaian *Process Unit Hazard Factor* (F3)

Penilaian faktor proses bahaya unit proses ditentukan dengan perkalian antara *General Unit Hazard Factor* (F1) dengan *Special Unit Hazard Factor* (F2) seperti persamaan berikut: $F3 = F1 \times F2$. Untuk itu perhitungan nilai F3 untuk masing-masing tangki adalah:

- Untuk tangki dengan kapasitas 10.000 bbls

$$F3 = 2,35 \times 3,23$$

$$= 7,6$$
- sedangkan tangki 5.000 bbls

$$2,35 \times 3,06$$

$$= 7,19.$$

Process unit hazard factor (F3) merupakan faktor bahaya yang ada di tangki penyimpanan *crude oil*, baik yang berhubungan dengan material yang ada di unit proses tersebut maupun yang berhubungan dengan jenis proses serta operasi proses.

6.7 Penilaian *Fire and Explosion Index* (F&EI)

Untuk memperoleh nilai *fire and explosion index* dilakukan perkalian antara F3 dan *material factor* (MF). Perkalian tersebut dilakukan dengan persamaan berikut ini:

- F&EI untuk 10.000 bbls
= F3 x MF= 7,6 x 16 = 121,6
- F&EI untuk 5.000 bbls
= 7,19 X 16 =115, 05

F&EI merupakan ukuran besarnya potensi bahaya kebakaran dan ledakan serta potensi reaktifitas dari peralatan proses beserta isinya secara objektif dan realistis. Berdasarkan pedoman *fire and explosion index*, nilai F&EI sebesar 121,6 dan 115, 06 menggambarkan tingkat potensi bahaya kebakaran dan ledakan di tangki penyimpanan minyak mentah baik kapasitas 5.000 bbls maupun 10.000 bbls tergolong *intermediate* atau menengah. Berikut ini merupakan tabel yang menunjukkan tingkat bahaya berdasarkan nilai F&EI.

Tabel 6.3 Hubungan F&EI dengan tingkat bahaya

DEGREE OF HAZARD FOR F&EI	
F&EI INDEX RANGE	DEGRE OF HAZARD
1-60	Light
61-96	Moderate
97-127	Intermediate
128-158	Heavy
159-up	Severe

Sumber: American Institute of Chemical Engineers, 1994

Menurut Nedved, apabila kategori tingkat bahaya berdasarkan nilai F&EI adalah *moderate* atau lebih buruk, maka unit proses tersebut memerlukan perhatian keamanan lebih khusus (Nedved, 1991). Oleh karena karena nilai F&EI pada kedua jenis kapasitas tangki tergolong dalam kategori *intermediate* , maka tangki penyimpanan *crude oil* ini juga memerlukan perhatian kemanan dan keselamatan secara khusus.

6.8 Penilaian Radius Pajanan (*The Radius of Exposure*)

Radius pajanan adalah jarak yang mungkin dijangkau jika terjadi kebakaran dan ledakan di tangki *crude oil*, dimana merupakan jarak yang dapat memajan peralatan dan bangunan di sekeliling tangki tersebut. Radius pajanan didapat dengan mengalikan F&EI dengan 0,84. Perhitungan radius pajanan dilakukan sebagai berikut:

Radius Pajanan tangki 10.000 bbls

$$= 0,84 \times 121,6 = 102,14 \text{ feet}$$

Radius Pajanan tangki 5.000 bbls

$$= 0,84 \times 115,06 = 96,65 \text{ feet}$$

Dari perhitungan di atas diperoleh nilai radius pajanan sebesar 102,14 feet dan 96,65 feet. Akan tetapi, karena tangki penyimpanan memiliki ukuran yang cukup besar, maka perhitungan radius pajanan yang sesungguhnya dilakukan mulai dari titik tengah tangki. Untuk mengetahui nilai pajanan sesungguhnya dilakukan penjumlahan radius pajanan dengan jari-jari tangki. Untuk 10.000 bbls memiliki jari-jari sebesar 27 feet dan 19 feet untuk 5.000 bbls. Maka hasil penjumlahan radius pajanan yang sesungguhnya sebagai berikut:

Radius Pajanan Sesungguhnya = Radius Pajanan + Jari-jari

- Untuk 10.000 bbls

$$102,14 \text{ ft} + 27 \text{ ft} \\ = 129,14 \text{ ft} = 39,37 \text{ m}$$

- Untuk 5.000 bbls

$$96,65 \text{ ft} + 19 \text{ ft} \\ = 115,6 \text{ ft} = 35,24 \text{ m}$$

Menurut Nedved, untuk memberikan petunjuk dalam mengantisipasi lamanya kebakaran perlu diketahui nilai *fire load*. *Fire Load* didasarkan pada energi persatuan luas (BTU/ft²). Biasanya, tidak semua bahan akan habis terbakar. Oleh karena itu, hanya 10 % dari total jumlah bahan yang dipakai untuk perhitungan atau prediksi lamanya kebakaran yang mungkin terjadi. *Fire load*, kategori dan perkiraan lamanya waktu kebakaran dapat dilihat pada tabel 7.4.

Untuk tangki 10.000 bbls Volume 10 % tangki: 1.000 brls = 160.000 L. *Crude oil* memiliki massa jenis sebesar 0,87 kg/ l, sehingga massa *crude oil* yang terbakar adalah sebesar 139.200 kg atau setara dengan 306.880,32 lb. *Crude oil*

memiliki energi (H_c) sebesar $21,3 \times 10^3$ BTU/ lb (AIChE, 1994). Oleh karena itu total energi yang terbakar adalah sebesar 6.536.550.816 ($306.880,32 \times 21.300$). tangki 10.000 bbls memiliki luas permukaan tangki 2289, 06 ft², sehingga fire load jika tangki 10.000 bbls terisi penuh adalah sebesar 2857,06 x 1000 BTU/ft². Jika dilihat dari tabel maka *fire load* masuk dalam kategori intensif dengan lama kebakaran sekitar 10-20 jam.

Untuk tangki 5.000 bbls volume 10 % tangki 500 bbls = 80.000 L. Crude oil memiliki massa jenis sebesar 0,87 kg/l, sehingga massa yang terbakar adalah sebesar 69.600 kg atau setara dengan 153.440,16 lb. Oleh karena itu total energi yang terbakar adalah 3.268.275.408 ($153.440, 16 \times 21.300$). Tangki 5.000 bbls memiliki luas permukaan tangki 1133,54 ft², sehingga *fireload* untuk tangki 5.000 bbls adalah 2833, 25 x 1000 BTU/ ft² Jika dilihat dari tabel maka *fire load* masuk dalam kategori intensif dengan lama kebakaran sekitar 10-20 jam.

Tabel 6.4 Hubungan *Fire Load*, Tingkat Risiko, dan Lamanya Kebakaran

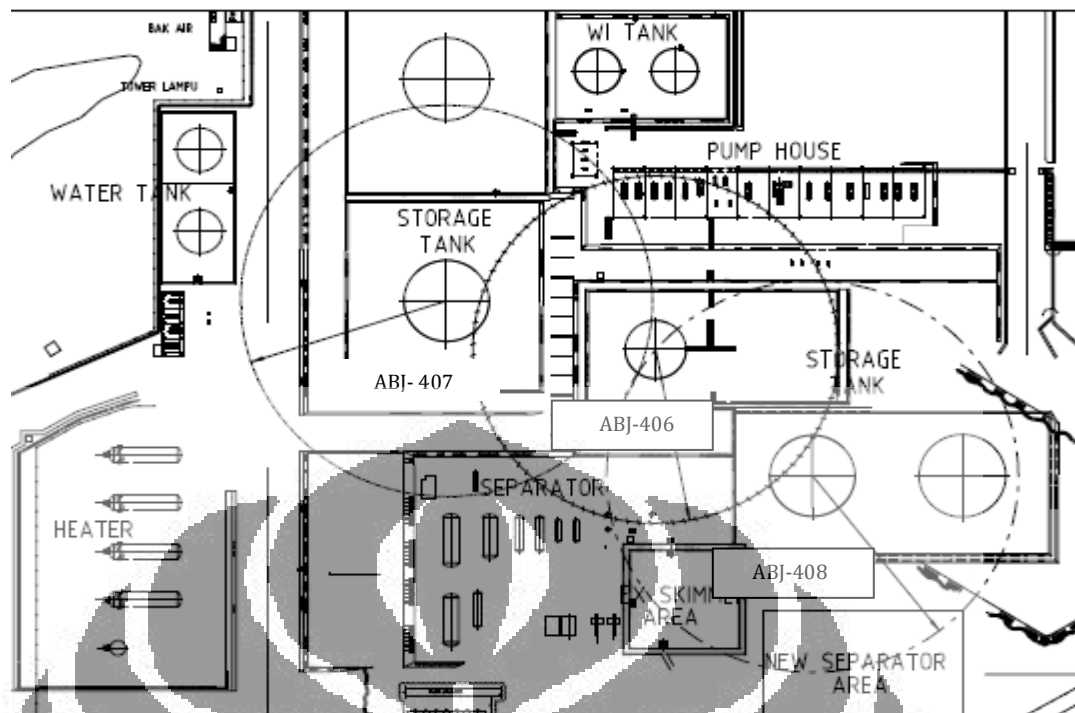
Fire Load (BTU/ft ² x 1000)	Tingkat Risiko	Lamanya Kebakaran
0-50	Ringan	1/4-1/2
50-100	Rendah	1/2-1
100-200	Sedang	1-2
200-400	Tinggi	2-4
400-1.000	Sangat Tinggi	4-10
1.000-5.000	Intensif	10-50
5.000-10.000	Sangat Intensif	50-100

Sumber: Nevded, 1991c

6.9 Penilaian Luas Daerah Pajanan (*The Area of Exposure*)

Dari perhitungan *radius of exposure* dapat ditentukan *area of exposure* yang merupakan luas daerah yang terpajan dan mengalami kerusakan jika terjadi kebakaran dan ledakan di tangki *crude oil*. Nilai tersebut diperoleh dengan menggunakan rumus luas lingkaran yaitu, $Area = \pi R^2$, dimana R sebagai jari-jari lingkaran dalam hal ini adalah *radius of exposure*.

Dengan menggunakan rumus tersebut diperoleh bahwa Area pajanan tangki 10.000 bbls= $3,14 \times 39,7^2 = 4867$ m². Untuk tangki 5.000 bbls area pajanan bila terjadi kebakaran dan ledakan adalah 3899, 43 m² ($3,14 \times 35, 24^2$).



Gambar 6.4 Area Pajanan Kebakaran dan Ledakan

Menurut gambar diatas, jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki 10.000 bbls A, yakni tangki nomor ABI-407 maka peralatan yang berada pada area bahaya adalah tangki penyimpanan minyak mentah 5.000 bbls (ABI-406). Sedangkan jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki 10.000 bbls B atau tangki yang bernomor ABI-408 maka area yang berbahaya adalah tangki 5.000 bbls dan tangki skimmer. Untuk kebakaran dan ledakan pada tangki 5.000 bbls, yakni tangki bernomor ABI-406 peralatan yang berada pada area bahaya adalah dua buah tangki 10.000 bbls dan area *pump house*. Namun untuk mengurangi daerah terpapar agar kebakaran tidak meluas ke unit proses lainnya maka pihak PT Medco telah melakukan berbagai upaya perlindungan, yakni pembuatan bundwall, adanya sistem cooling, dan sistem *block valve*. Sehingga daerah pajanan didefinisikan pada satu unit tangki yang diartikan bahwa sistem kehandalan tangki *crude oil* stasiun Kaji telah mengantisipasi kemungkinan bahaya kebakaran dengan upaya mitigasinya.

6.10 Penentuan Nilai Daerah Terpajan

Menurut pedoman F&EI nilai daerah pajanan merupakan nilai kerusakan dan penggantian dari semua peralatan serta isinya jika terjadi kebakaran dan ledakan. Nilai tersebut dapat diperoleh dari hasil perkalian antara biaya asli (original cost) dengan 0,82 dan dengan faktor eskalasi. Nilai 0,82 merupakan faktor yang ditetapkan dengan menganggap bahwa nilai daerah pajanan tidak termasuk biaya persiapan lahan, pembuatan jalan, pondasi, jalur pipa dalam tanah, perekayasaan, dan lain-lain. Sehingga dalam menentukan nilai daerah pajanan harga dari bahan-bahan di atas tidak termasuk dalam perhitungan. Sedangkan faktor eskalasi merupakan perbandingan nilai *Chemical Engineering Plant Cost Index* (CEPCI) pada setiap tahun sesuai tahun pembuatan proses unit dengan nilai pada tahun sekarang.

Tabel 6.5 Nilai CEPCI dari tahun 1999 hingga 2011

Tahun	Nilai CEPCI
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,4
2002	395,6
2003	402,0
2004	444,2
2005	468,2
2006	499,6
2007	525,4
2008	575,4
2009	521,9
2010	555,2
2011	564,8

Sumber: Chemical Engineering Magazine, April 2011 (www.che.com)

Berdasarkan upaya perlindungan terhadap bahaya kebakaran dan ledakan yang ada, maka nilai daerah pajanan merupakan nilai penggantian dari masing-masing unit proses karena perusahaan akan mengupayakan agar kebakaran tidak meluas ke unit proses lainnya selain itu untuk tangki skimmer yang masuk ke dalam area pajanan tangki ABJ-408 adalah tangki yang berisi lebih banyak air sehingga kemungkinan yang lebih besar adalah jika terjadi *incident* hanya tangki yang terbakar yang mengalami kerusakan.

Tangki 5.000 bbls dibuat pada tahun 1999 dengan harga pembuatan US \$ 57.770, sedangkan tangki 10.000 bbls di stasiun kaji dibuat pada tahun 2000 dengan harga US \$ 117.706. nilai CEPCI pada tahun 1999 sebesar 390,6 dan nilai pada tahun 2000 adalah 394,1. Untuk nilai CEPCI yang terakhir dikeluarkan pada tahun 2011 sebesar 564,8. Sehingga nilai penggantian untuk tangki *crude oil* adalah

- Tangki 10.000 bbls (ABJ-407 dan ABJ-408)

$$= \$ 117.706 \times 0,82 \times (564,8/394,1)$$

$$= \$ 138.325 = \text{Rp. } 1.177.975.700$$

- Tangki 5.000 bbls

$$= \$ 57.770 \times 0,82 \times (564,8/390,6)$$

$$= \$ 68.498,12 = \text{Rp. } 583.329.990$$

Selain itu biaya pergantian untuk kerusakan tangki termasuk juga biaya untuk mengganti kemungkinan rusaknya peralatan-peralatan pendukung tangki seperti valve, safety device, dan level meter yang terintegrasi pada tangki. Berdasarkan wawancara dengan pihak manajemen harga seluruh safety device adalah \$30.000; harga valve adalah \$5.000, dan harga level meter adalah \$3.000. Untuk itu biaya pergantiannya adalah:

- Tangki 10.000 bbls

$$= \text{Biaya tangki} + \text{biaya safety device} + \text{biaya level meter} + \text{biaya Valve}$$

$$= \$138.325 + \$ 30.000 + \$ 3000 + \$ 5.000$$

$$= \$ 176.325 = \text{Rp. } 1.501.583.700$$

- Tangki 5.000 bbls

$$= \text{Biaya tangki} + \text{biaya safety device} + \text{biaya level meter} + \text{biaya Valve}$$

$$= \$ 68.498,12 + \$ 30.000 + \$ 3000 + \$ 5.000$$

$$= \$106.498,12 = \text{Rp. } 906.937.990$$

Dengan nilai tukar rupiah terhadap dolar pada bulan Juni 2011 adalah sebesar Rp. Rp. 8.516,00 (bea cukai, Juni 2011).

6.11 Penilaian Faktor Kerusakan (*Damage Factor*)

Faktor Kerusakan dapat ditentukan berdasarkan faktor bahaya unit proses (F3) dan faktor material (MF). Berdasarkan hasil perhitungan nilai F3 untuk tangki penyimpanan minyak mentah 10.000 bbls adalah 7,6 dan untuk 5.000 bbls sebesar 7,19. Untuk Faktor material kedua jenis kapasitas adalah 16 berdasarkan jenis material yang disimpan. sehingga rumus yang digunakan adalah:

Faktor Material = 16

$$Y = 0,256741 + (0,019886 \times X) + (0,011055 \times (X)^2) - (0,00088 \times (X)^3)$$

Dimana Y adalah faktor kerusakan dan X adalah nilai F3

Sehingga perhitungan untuk faktor kerusakan adalah sebagai berikut:

Faktor kerusakan 10.000 bbls

$$Y = 0,256741 + (0,019886 \times 7,6) + (0,011055 \times (7,6)^2) - (0,00088 \times (7,6)^3)$$

$$= 0,66 \rightarrow 66\%$$

Faktor Kerusakan 5.000 bbls

$$Y = 0,256741 + (0,019886 \times 7,19) + (0,011055 \times (7,19)^2) - (0,00088 \times (7,19)^3)$$

$$= 0,64 \rightarrow 64\%$$

Maka dapat disimpulkan bahwa nilai *damage factor* sebesar 0,66 untuk tangki 10.000 bbls dan 0,64 untuk tangki 5.000 bbls. Hal ini dapat diinterpretasikan jika terjadi insiden pada tangki penyimpanan minyak mentah 10.000 bbls akan mengakibatkan tingkat kerusakan sebesar 66 %. Sedangkan untuk tangki dengan kapasitas 5.000 bbls akan mengakibatkan kerusakan sebesar 64 % jika terjadi kebakaran dan ledakan.

6.12 Nilai Kerugian Dasar Maksimum (*Base Maximum Probable Property Damage*)

Nilai kerugian dasar merupakan nilai kerugian yang diderita dan dipengaruhi oleh faktor kerusakan yang didasarkan kepada kerusakan peralatan dan tangki *crude oil* sesuai dengan daerah pajanan kebakaran dan ledakan. Nilai kerugian dasar ini merupakan nilai pergantian dan faktor kerusakan, karena tidak semua nilai daerah terpajan yang termasuk dalam nilai kerugian dasar, tergantung pada seberapa besar nilai faktor kerusakan. Dari perhitungan sebelumnya,

diperoleh bahwa nilai faktor kerusakan yakni 66 % untuk tangki 10.000 bbls dan 64% untuk tangki 5.000 bbls. Berikut perhitungan nilai kerugian dasar untuk masing-masing kapasitas tangki

- Nilai Kerugian Dasar 10.000 bbls A (ABJ-407 dan ABJ-408)
 - = Rp. 1.501.583.700 x 0,66
 - = Rp. 991.045.242 = \$ 116.374,5
- Nilai Kerugian Dasar 5.000 bbls (ABJ-406)
 - = Rp. 906.937.990 x 0,64
 - = Rp. 580.440.314 = \$ 68.158,8

6.13 Penentuan *Loss Control Credit Factor*

Faktor pengendali nilai kerugian merupakan faktor pengendali yang dapat mencegah atau membatasi kerugian jika terjadi kebakaran dan ledakan. Berdasarkan pedoman F&EI faktor pengendali nilai kerugian didapatkan dengan mengalikan *process control* (C1) dengan *material control* (C2) dan *fire protection* (C3). Dari perhitungan didapat nilai faktor pengendali nilai kerugian adalah 0,48. Dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} LCCF &= C1 \times C2 \times C3 \\ &= 0,76 \times 0,91 \times 0,70 \\ &= 0,48 \end{aligned}$$

Nilai terbaik untuk faktor pengendali nilai kerugian adalah sebesar 0,18 sehingga untuk nilai ini masih dapat ditingkatkan.

1. *Proses Control* (C1)

C1 pada tangki adalah sebesar 0,76. Nilai terbaik untuk C1 adalah sebesar 0,50. Oleh karena itu upaya pengendalian terhadap proses operasi dapat ditingkatkan. Nilai C1 merupakan hasil perkalian dari semua *item-item* berikut:

A. *Emergency Power*

Kebutuhan listrik untuk daerah stasiun disuplai dari *power plant* yang ada di wilayah stasiun. Pada area stasiun terdapat dua buah powerplant yang dapat

membantu satu sama lain jika terjadi kondisi darurat atau terjadi kerusakan pada satu generatornya. Untuk itu diberikan penalti sebesar 0,98.

B. Cooling

Pada stasiun kaji terdapat tangki yang digunakan untuk fasilitas pemadaman kebakaran seperti pada gambar 6.5 yakni sebesar dua buah dengan masing-masing kapasitas 2.000 bbbs sehingga total kapasitas air adalah 4.000 bbbs atau setara dengan 640.000 Liter (1 barel= 160 Liter). Water Spray minimum untuk proses pendinginan adalah sebesar 2 Liter/ menit/m² (NFPA 15 par 4-4.3.1). Sehingga didapat perhitungan:

- Untuk tangki 10000 bbbs

$$\text{Luas permukaan dinding} = (\pi \times D \times t) = 3,14 \times 54 \times 24 = 4.069,44 \text{ ft}^2 = 1.240,7 \text{ m}^2$$

$$\text{Kapasitas air untuk cooling} = (\text{Luas permukaan dinding} \times \text{Water Spray Minimum Rate})$$

$$= 1240,7 \times 2 = 2481,4 \text{ L/menit}$$

$$\text{Kapasitas air untuk cooling selama 10 menit} = 10 \times 2481,4 = 24.814. \text{ Kemampuan untuk cooling} = \text{lebih dari } 150\%$$

- Sedangkan kebutuhan air untuk tangki 5000 bbbs

$$\text{Luas Permukaan dinding} = ((\pi \times D \times t) = 3,14 \times 38 \times 24 = 2.863,68 \text{ ft}^2 = 873,07 \text{ m}^2$$

$$\text{Kapasitas air untuk cooling} = (\text{Luas permukaan dinding} \times \text{Water Spray Minimum Rate})$$

$$= 873,07 \times 2 = 1746,15 \text{ L/menit}$$

$$\text{Kapasitas air untuk cooling 10 menit} = 10 \times 1746,15 = 17.461,5 \text{ L.}$$

Berdasarkan perhitungan maka dapat dikatakan kebutuhan air untuk pendinginan tangki selama minimal 10 menit dikatakan cukup selain itu kebutuhan air untuk fasilitas proteksi kebakaran juga disuplai dari sungai setempat yakni sungai batanghari leko sehingga menurut pertimbangan diatas maka diberikan penalti sebesar 0,97.



Gambar 6.5 Tangki air untuk Proteksi Kebakaran

C. *Explosion control* (Pengendali Ledakan)

Tidak terdapat pengendali tekanan berlebihan yang bisa mengontrol adanya ledakan pada tangki crude oil. Pengontrol tekanan hanya dipasang pada saat proses di manifold berupa *pressure safety valve* dan *rupture disk* yang berfungsi untuk mempertahankan tekanan dan apabila terjadi kelebihan tekanan. Untuk itu mendapatkan penalti sebesar 1,00.

D. *Emergency Shutdown* (Pengahenti Darurat)

Pada item ini mendapatkan kredit 0,98 karena tangki sistem pengendali untuk melakukan penghentian proses pada saat *emergency*. Bila terjadi kondisi darurat pada unit proses terdapat *block valve* yang dapat dioperasikan secara manual untuk menutup valve yang menuju dan keluar dari unit proses sebagai upaya pengendalian agar kebakaran tidak meluas ke tangki dan fasilitas lainnya di area stasiun.

E. Computer Control

Kredit yang diberikan sebesar 0,99 karena operasional proses dikendalikan secara manual. Pada ruangan operator terdapat sistem SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) adalah suatu sistem pengendalian alat secara jarak jauh, dengan kemampuan memantau data-data dari alat yang dikendalikan. Namun sistem ini hanya bisa digunakan untuk memantau kapasitas dan tekanan pada setiap unit proses tanpa bisa mengendalikan laju material unit proses.



Gambar 6.6 Sistem komputerasasi SCADA

F. Inert Gas

Tidak ada pemberian penalti karena tidak terdapat pemberian gas inert pada tangki *crude oil*.

G. Operating Instruction Procedur (Prosedur atau instruksi operasi)

Standard operating Procedure yang ada terkait operasi tangki penyimpanan minyak mentah ini adalah :

- *Start up dan normal operating condition* (Penalti 0,5 dan 0,5)

Prosedur pengoperasian tank 10.000 bbls Nomor:RMU/PRD-KJI/ SOP 0008

Prosedur pengoperasian tank 5.000 bbls Nomor:RMU/PRD-MT/ SOP 0008

- *Maintanance procedures* (Penalti 1,5)
Prosedur pengoperasian *gauging* dan sampling Nomor:RMU/PRD-KJI/ SOP 0015
- *Foreseeable abnormal fault situation* (Penalti 3,0)
Prosedur keadaan darurat Nomor RMU-ASST/KJI-0001
SOP tata cara berkomunikasi melalui radio RMU/ICT/SOP-0004

Jumlah penalti dari SOP yang ada adalah 5,5. Kredit faktor ditentukan oleh persamaan: $1,00 - X/150$, dimana X adalah penjumlahan penalti dari prosedur kerja sehingga didapatkan penalti sebesar $1,00 - (5,5 / 150) = 0,96$

H. *Reactive Chemical Review* (Tinjauan terhadap bahan kimia reaktif)

Mendapatkan kredit 0,91 karena dilakukan *review* pada setiap bahan kimia yang digunakan. Setiap bahan kimia yang digunakan tersedia *safety data sheet* sehingga diberikan penalti 0,91.

I. *Other Process Hazard Analysis* (Analisis Bahaya Proses yang lain)

Mendapat penalti sebesar 0,94 karena PT Medco E&P Indonesian juga telah melakukan analisis risiko dengan metode lainnya berupa HAZOBs

2. *Material Control* (C2)

Nilai C2 untuk tangki penyimpanan minyak mentah ini adalah sebesar 0,91. Nilai C2 terbaik adalah sebesar 0,82. Oleh karena itu upaya pengendalian terhadap maeterial dapat ditingkatkan. Nilai C2 ini merupakan hasil perkalian dari beberapa *item* sebagai berikut:

A. *Remote Control Valve*

Terdapat katub isolasi namun tidak dapat dikendalikan secara otomatis dan perlu operator untuk menjalankan katub isolasi pada keadaan darurat tertentu, sehingga diberikan penalti sebesar 1,00.

B. *Dump/ Blowdown*

Tidak terdapat tangki penampungan darurat pada sekitar unit proses. Tumpahan minyak ditampung ke dalam *container control* dan kemudian dipompakan kedalam wash tank untuk memisahkan kemungkinan adanya campuran air sebelum akhirnya dikembalikan kedalam tangki penyimpanan. Untuk itu diberikan penalti sebesar 1,00



Gambar 6.7 Tempat penampungan tumpahan minyak

C. *Drainage*

Mendapat penalti sebesar 0,91 karena terdapat *bundwall* pada setiap tangki berupa tanggul untuk menanggulangi tumpahan dengan kapasitas 110 % dengan kapasitas tangki. Sistem drainase yang ada berfungsi untuk menampung tumpahan yang juga dapat menampung air hujan. Dapat dilihat pada gambar 6.8.



Gambar 6.8 Saluran pengumpul tumpahan

D. *Interlock*

Tidak terdapat sistem *interlock* sehingga nilai kredit 1,00 Untuk pengendalian laju material ke proses unit dilakukan secara manual.

3. Fire Protection (C3)

C3 pada tangki adalah sebesar 0,70. Nilai C3 terbaik adalah sebesar 0,44. Oleh karena upaya pengendalian untuk perlindungan bahaya kebakaran masih dapat ditingkatkan. Nilai C3 ini merupakan perkalian dari *item-item* sebagai berikut:

A. *Leak Detection*

Tidak terdapat pendeteksi gas disekitar area proses sehingga diberikan penalti 1,00

B. *Structural Steel*

Mendapat penalti 1,00 karena tidak terdapat *fireproofing* pada semua dinding tangki penyimpanan *crude oil*.

C. *Fire Water Supply*

Pada stasiun kaji ini terdapat tangki air untuk menyuplai kebutuhan pemadaman dengan kapasitas 640.000 liter dan tangki ini akan otomatis terisi oleh aliran air dari sungai batanghari leko jika kapasitas air di dalam tangki pemadaman sekitar 3/4nya. Selain itu, *water pump* yang digunakan untuk memompa air tersebut memiliki tekanan 150 psig. Dari pertimbangan diatas maka ditentukan nilai kredit 0,94 karena *supply* air mampu memadamkan api lebih dari tiga jam tekanan air lebih dari 100 psig.

D. *Special System*

Sistem spesial yang digunakan pada tangki *crude oil* adalah alat *flame arrestor* yang terpasang pada ujung tangki dan berfungsi untuk meredam jika ada

percikan bola api seperti saat terjadi petir. Untuk itu diberikan penalti 0,91 pada *item* ini.

E. Sprinkler System

Tidak tersedia sistem sprinkler pada semua tangki sehingga diberikan penalti sebesar 1,00 untuk *item* ini.

F. Water Curtains

Item ini mendapatkan nilai penalti sebesar 0,97 karena disekitar tangki timbun terdapat beberapa *monitor gan*. *Monitor gan* yang terdekat mampu menembakkan air hingga ketinggian melebihi ketinggian tangki. Fungsi dari fixed monitor ini adalah selain untuk membantu proses pemadaman juga dapat digunakan untuk proses pendinginan tangki.



Gambar 6.9 *Fixed Monitor*



Gambar 6.10 Percobaan fixed monitor

G. Foam

Mendapat penalti 0,94 karena terdapat sistem *deluge* yang dapat memasukkan langsung foam kedalam tangki dalam keadaan darurat kebakaran. Foam dioperasikan secara manual pada daerah pengontrol yang dapat mengatur tangki yang mana yang memerlukan aliran foam.



Gambar 6.11 Deluge Foam System

H. Hand Extinguishers/Monitors

Tersedia alat pemadam api ringan maupun alat pemadam api besar di sekitar unit proses yang mampu memadamkan kebakaran kelas A, B, dan C. selain itu dilengkapi juga dengan beberapa *monitor gan*. Untuk itu menurut pertimbangan diberikan penalti sebesar 0,95.



Gambar 6.12 Alat Pemadam api Ringan

I. *Cable Protection*

Sistem perkabelan diletakkan di atas tanah dengan tujuan supaya lebih mudah dalam hal pengecekan kondisi kabel. Kabel sendiri dilindungi oleh bahan logam *fireproofing*. Sehingga menurut keadaan proteksi kabel maka didapatkan penalti sebesar 0,95. Dapat dilihat pada tabel 6.13



Gambar 6.13 Proteksi Kabel

6.14 Nilai Kerugian yang Sebenarnya (*Actual Maximum Probable Property Damage*)

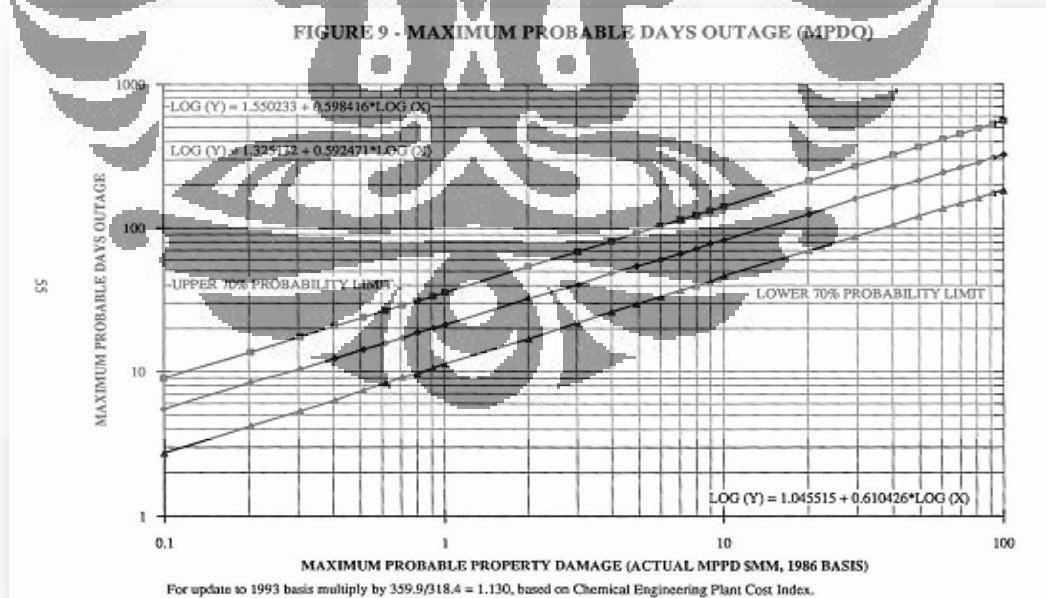
Nilai kerugian yang sebenarnya merupakan nilai kerugian yang sebenarnya diderita jika terjadi kebakaran dan ledakan yang besarnya tergantung kepada berfungsi atau tidaknya alat pengendali rugi. Nilai kerugian yang sebenarnya ini mempertimbangan kondisi sebenarnya di lapangan, bagaimana sistem upaya pengendali kerugian yang telah dilaksanakan pihak perusahaan jika terjadi kebakaran dan ledakan. Pelaksanaan sistem pengendalian ini dapat berupa sistem proteksi dan penanganan pada kondisi *emergency*. Penilaian terhadap sistem pengendali kerugian ini telah dihitung dalam *loss control credit factor* (LCCF).

Maka perhitungan nilai kerugian sebenarnya dilakukan dengan mengalikan nilai kerugian dasar dengan LCCF. Nilai kerugian yang sebenarnya = Base MPPD x LCCF, maka nilai kerugian yang sebenarnya untuk masing-masing tangki adalah:

- Nilai Kerugian sebenarnya 10.000 bbls A (ABJ-407 dan ABJ- 408)
 = Rp. 991.045.242 x 0,48
 = Rp. 475. 701. 716, 2 = \$ 55.859, 76
- Nilai Kerugian Sebenarnya 5.000 bbls (ABJ-406)
 = Rp. 580.440,314 x 0,48
 = Rp 278. 611.350, 7 = \$ 32.716, 22

6.15 Penilaian Maksimum Hari Kerja yang Hilang (*Maximum Probable Day Outage*)

Hari kerja yang hilang yang dimaksudkan dalam penelitian ini adalah total hari kerja yang hilang jika terjadi kebakaran dan ledakan di tangki penyimpanan. Total hari kerja yang hilang dapat dihitung dengan menggunakan grafik atau persamaan seperti berikut ini.



Grafik 6.1 Hubungan MPPD dengan MPDO

Untuk menentukan jumlah hari yang hilang peneliti menggunakan konsep upper 70% probability limit. Dengan menggunakan konsep tersebut diasumsikan keadaan yang terjadi adalah keadaan terburuk.

Nilai kerugian yang sebenarnya untuk masing-masing tangki adalah US \$55.859,76 untuk tangki 10.000 bbls (ABJ-407 dan ABJ-408) dan \$32.716,22 untuk tangki 5.000 bbls (ABJ-406). Kemudian nilai kerugian yang sebenarnya dimasukkan ke dalam grafik di atas atau dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Log (Y)} = 1,550233 + 0,598416 \times \text{Log (X/10}^6\text{)}$$

Dimana Y adalah hari kerja yang hilang dan X adalah nilai kerugian yang sebenarnya.

- Untuk tangki ABJ-407

$$\begin{aligned}\text{Log (Y)} &= 1,550233 + 0,598416 \times \text{Log } (\$55.859,76/10^6) \\ &= 0,80\end{aligned}$$

$$Y = 6,38 \text{ (dibulatkan menjadi 6 hari)}$$

- Untuk tangki ABJ-408

$$\begin{aligned}\text{Log (Y)} &= 1,550233 + 0,598416 \times \text{Log } (\$55.859,76/10^6) \\ &= 0,80\end{aligned}$$

$$Y = 6,38 \text{ (dibulatkan menjadi 6 hari)}$$

- Untuk Tangki ABJ-406

$$\begin{aligned}\text{Log (Y)} &= 1,550233 + 0,598416 \times \text{Log } (\$32.716,22/10^6) \\ &= 0,66\end{aligned}$$

$$Y = 4,57 \text{ (dibulatkan menjadi 5 hari)}$$

Berdasarkan perhitungan di atas telah diketahui lamanya hari kerja yang hilang akibat terjadinya kebakaran dan ledakan di tangki penyimpanan minyak mentah 10.000 bbls A (ABJ-407) dan 10.000 bbls B (ABJ-408) adalah 6 hari, sedangkan jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki penyimpanan minyak mentah 5.000 bbls adalah 5 hari (ABJ-406). Menurut pedoman Dow's Fire and Explosion Index, hari kerja yang hilang ini bukan merupakan angka yang pasti karena hari kerja yang hilang dapat dipengaruhi banyak faktor (*American Institute*

of Chemical Engineers, 1994). Namun untuk kasus di PT Medco E&P Indonesia Rimau Asset, pihak perusahaan akan mengusahakan untuk meminimalkan hari kerja yang hilang dengan tetap melakukan produksi dengan mengalirkan *crude oil* ke tangki yang tidak mengalami gangguan.

6.16 Penilaian Interupsi Bisnis (*Business Interruption*)

Business Interruption merupakan nilai kerugian yang diderita akibat terhentinya proses produksi untuk sementara jika terjadi kebakaran dan ledakan di tangki penyimpanan *crude oil*. Nilai kerugian akibat terhentinya bisnis dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Nilai Kerugian Akibat Terhentinya Bisnis} = \frac{\text{MPDO} \times \text{VPM} \times 0,70}{30}$$

MPDO adalah hari kerja yang hilang, VPM adalah nilai produksi selama satu bulan, dan 0,70 adalah faktor pengali untuk *fixed cost* dan profit (30% dari total produksi selama satu bulan). Diketahui dari departemen produksi bahwa jumlah produksi harian adalah sebesar 16.000 bbls/ hari. Harga jual perbarel untuk *crude oil* di Rimau Asset menurut data dari ESDM adalah sebesar \$117, 79 (ESDM, Mei 2011) , sehingga nilai produksi harian adalah sebesar \$ 1.884.640

Dari nilai produksi harian tersebut maka interupsi bisnis per hari jika terjadi kebakaran dan ledakan dan menyebabkan semua unit proses tidak dapat beroperasi adalah:

$$\begin{aligned} & \$ 1.884.640 \times 0,70 \\ & = \$ 1.319.248 = \text{Rp. } 11.234.715.970/\text{ hari} \end{aligned}$$

Namun perusahaan di asumsikan akan mengusahakan agar produksi tetap bisa berjalan walaupun ada *storage tank* yang rusak untuk itu interupsi bisnis untuk masing-masing *storage tank* adalah:

- Interupsi Bisnis pada tangki 10.000 bbls A (ABJ-407)

Jumlah produksi tangki 10.000 bbls : $10.000/25.000 \times 16.000 \text{ bbls} = 6400 \text{ bbls}$

Nilai Produksi harian \$ 753.856

$$\begin{aligned} & = 6 \times \$ 753.856 \times 0,70 \\ & = \$ 3.166.195,2 = \text{Rp. } 26.963.318.320 \end{aligned}$$

- Interupsi bisnis pada tangki 10.000 bbls B (ABJ-408)

$$= 6 \times \$ 753.856 \times 0,70$$

$$= \$ 3.166.195,2 = \text{Rp. } 26.963.318.320$$

- Interupsi Bisnis pada tangki 5.000 bbls (ABJ-406)

Jumlah produksi tangki 5.000 bbls : $5000 / 25.000 \times 16.000 = 3200$

Nilai Produksi harian : \$ 376.928

$$= 5 \times \$ 376.928 \times 0,70$$

$$= \$ 1.319.248 = \text{Rp. } 11.234.715.970$$

Namun nilai interupsi bisnis disini bukan merupakan angka pasti karena menurut wawancara dengan pihak manajemen di PT Medco E&P Indonesia Rimau Asset, perusahaan akan mengusahakan untuk meminimalkan kerugian interupsi bisnis dengan tetap melakukan produksi dengan mengalirkan *crude oil* ke tangki yang tidak mengalami gangguan.

6.17 Pengendalian Risiko

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat potensi terjadinya kebakaran dan ledakan pada tangki penyimpanan *crude oil* termasuk dalam kategori *intermediate*. Potensi tersebut dapat dikendalikan dengan meningkatkan kehandalan tangki diantaranya adalah:

Tabel 6.6 Pengendalian Risiko

<i>Engineering Control</i>	
Pengendali Proses	<ul style="list-style-type: none"> • pembuatan <i>standard operating procedure</i> mengenai penanggulangan operasi tangki pada kondisi darurat seperti SOP seperti untuk melakukan emergency shutdown valve dan menjelaskan tatacara penanganan tangki dan penutupan aliran menuju tangki jika terjadi kondisi darurat seperti kebakaran dan ledakan selain itu dijelaskan mengenai siapa yang bertanggung jawab terhadap block valve • Melakukan pengujian <i>wall thickness</i> tangki secara

	berkala untuk mengetahui laju korosi dari tangki sehingga dapat dipastikan aman untuk menyimpan kapasitas tangki
Proteksi Kebakaran	<ul style="list-style-type: none"> • pemasangan detektor yang dapat bekerja secara otomatis. Dengan adanya detektor-detektor otomatis tersebut, maka apabila ada kelainan seperti adanya asap atau suhu tinggi, maka detektor tersebut dapat bekerja secara otomatis menghidupkan sistem alarm hal ini merupakan upaya meningkatkan <i>early warning system</i> jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki. Hal ini sesuai dengan ketentuan <i>Medco Engineering Standard</i> (MES) nomor MEP-F-ES-001 mengenai <i>general fire and safety</i> yang mensyaratkan adanya fasilitas ini. • Pemasangan sistem deluge spray yang dapat memancarkan air untuk mendinginkan struktur tangki pada kondisi darurat dimana sistem ini dapat aktif secara otomatis pada suhu tertentu. • Perlu dilakukan pengujian kecukupan air untuk proses pemadaman dan pendinginan tangki. Selama ini pengujian hanya melihat tekanan air pemadaman dan pendinginan
<i>Administratif Control</i>	
	<ul style="list-style-type: none"> • Peningkatan pengawasan mengenai peringatan larangan untuk mengaktifkan/menggunakan handphone di area stasiun. • Peningkatan Inspeksi dan pemeliharaan secara berkala

Dengan meningkatkan pengendalian terhadap tangki, maka dapat juga mengoptimalkan faktor pengurang nilai kerugian menjadi 0,34 yang berarti semakin menurunkan besar nilai kerugian yang ada dan menurunkan nilai potensi kebakaran dan ledakan. Selain itu dengan melakukan pengukuran *wall thickness* dapat menurunkan nilai proses bahaya spesial sebesar 0,10 sehingga dapat

menurunkan potensi kebakaran dan ledakan. Berikut adalah penghitungan keefektivan pengendalian:

Nilai Potensi Kebakaran setelah pengendalian

Untuk 10.000 bbls

$$= 0,34 \times 121,6 = 41,34$$

Untuk 5.000 bbls

$$= 0,34 \times 115,05 = 39,12$$

Maka dengan melakukan peningkatan kehandalan tangki *crude oil*, maka terjadi Penurunan tingkat risiko menjadi level *light*.

6.17 Keterbatasan Penelitian

Pedoman Dow's Fire and explosion Index menyatakan bahwa common sense dan good judgement harus digunakan selama perhitungan dan dalam menginterpretasikan hasil. Selain itu, process hazard yang berkontribusi terhadap besarnya kerugian dikuantifikasikan dengan penalti sebagai faktor dalam perhitungan, tetapi tidak semua penalti dapat digunakan untuk situasi spesifik dan perlu dimodifikasi (AIChE, 1994).

Hal senada diungkapkan Suardin, bahwa F&EI menghubungkan *process hazard* dengan *process information* (seperti kondisi proses, material, tipe peralatan, dan karakteristik lain dari proses) dengan istilah penalti dan faktor kredit. Tidak semua penalti dapat digunakan untuk proses yang sedang dievaluasi (Suardin, 2005). Perhitungan dalam penelitian ini masih manual karena peneliti tidak memiliki program komputer untuk perhitungan F&EI sehingga menurut Suardin menghabiskan banyak waktu.

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan data primer dan data sekunder. Data yang sudah dikumpulkan, diperiksa kembali (*cross check*) untuk menjamin kelengkapan dan konsistensinya demi menjaga validitas dan realibilitas data. Peneliti juga mendiskusikan dan meminta pertimbangan dari pihak perusahaan dan pihak akademisi.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

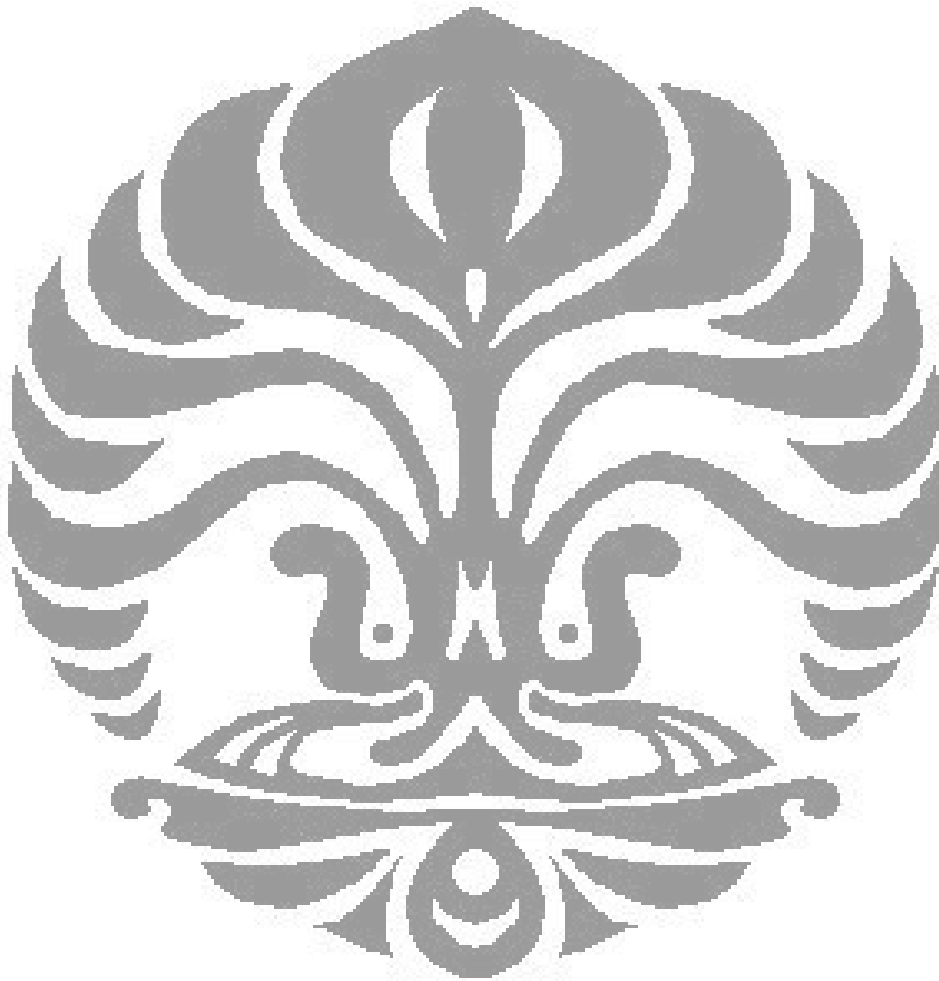
- Nilai F&EI pada masing-masing objek penelitian, yaitu pada tangki 10.000 bbls adalah sebesar 121, 6 sedangkan pada tangki 5.000 bbls adalah sebesar 115, 05 . Oleh karena itu, potensi bahaya kebakaran dan ledakan pada kedua jenis kapasitas tangki masuk kedalam klasifikasi tingkat bahaya menengah (*intermediate*).
- Radius pajanan yang diperoleh jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki penyimpanan minyak mentah di stasiun kaji rimau asset PT Medco E&P Indonesia pada tangki 10.000 bbls adalah sejauh 129, 14 ft atau 39, 37 m. Sedangkan untuk tangki 5.000 bbls radius pajananannya adalah 115, 6 ft atau 35,24 m.
- Luas daerah pajanan yang akan terkena dampak jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki penyimpanan minyak mentah di stasiun kaji rimau asset PT Medco E&P Indonesia untuk tangki 10.000 bbls adalah 13.091, 55 ft² atau 4867 m² dan untuk tangki 5.000 bbls adalah 10.490, 24 ft² atau 3899, 43 m²
- Nilai Penggantian (daerah yang terpajan) jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki penyimpanan minyak mentah di stasiun kaji rimau asset PT Medco E&P Indonesia untuk tangki 10.000 bbls (ABJ-407 dan ABJ-408) adalah Rp. 1. 501.583.700 atau \$ 176.325, sedangkan untuk tangki 5.000 bbls (ABJ-406) adalah sebesar Rp. 906.937.990 atau US \$106.498, 12
- Nilai faktor kerusakan yang diperoleh dari hasil penelitian jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki penyimpanan minyak mentah di stasiun kaji rimau asset PT Medco E&P Indonesia adalah 0,66 untuk tangki 10.000 bbls dan 0,64 untuk tangki 5.000 bbls.

- Nilai kerugian dasar yang diderita jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki penyimpanan minyak mentah di stasiun kaji rimau asset PT Medco E&P Indonesia untuk tangki 10.000 bbls A (ABJ-407 dan ABJ-408) adalah Rp. 991.045.242 atau US \$ 116.374, 5, sedangkan untuk tangki 5.000 bbls (ABJ-406) adalah sebesar Rp. 580.440.314 atau US \$68.158,8.
- Faktor pengendali kerugian yang dapat mencegah atau membatasi kerugian jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki penyimpanan minyak mentah di stasiun kaji rimau asset PT Medco E&P Indonesia untuk semua tangki adalah 0,48.
- Nilai kerugian yang sebenarnya jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki penyimpanan minyak mentah di stasiun kaji rimau asset PT Medco E&P Indonesia yakni nilai kerugian setelah adanya faktor pengendali adalah untuk tangki 10.000 bbls (ABJ-407 dan ABJ-408) sebesar Rp.475.701. 716, 2 (US \$ 55.859, 76), sedangkan untuk tangki 5.000 bbls(ABJ-406) sebesar Rp 278.611.350, 7 (US \$ 32.716,22).
- Perkiraan jumlah hari kerja yang hilang jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki penyimpanan minyak mentah di stasiun kaji rimau asset PT Medco E&P Indonesia adalah sebanyak 6 hari untuk tangki 10.000 bbls (ABJ-407 dan ABJ-408), serta 5 hari untuk tangki 5.000 bbls (ABJ-406). Namun perusahaan akan mengusahakan agar produksi tidak terhenti dengan menggunakan tangki yang tidak mengalami kerusakan.
- Jumlah interupsi bisnis jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki tangki penyimpanan minyak mentah di stasiun kaji rimau asset PT Medco E&P Indonesia adalah Rp. 10.757.920.990/ hari jika unit proses tidak dapat beroperasi sedangkan untuk masing-masing tangki adalah sebesar Rp. 26.963.318.320 atau US \$ 3.166.195,2 untuk tangki 10.000 bbls (ABJ-407 &ABJ-408) dan sebesar Rp. 11.234.715.970 atau US \$1.319.248 untuk tangki 5.000 bbls (ABJ-406).
- Nilai Potensi kebakaran dan ledakan jika meningkatkan kehandalan tangki akan turun menjadi level *light*.

7.2 Saran

- Pengendalian Proses yang dapat ditingkatkan dengan:
 - pengadaan *standard operating procedure* mengenai penanggulangan operasi tangki pada kondisi darurat seperti SOP seperti untuk melakukan *emergency shutdown valve* dan menjelaskan tatacara penanganan tangki dan penutupan aliran menuju tangki jika terjadi kondisi darurat seperti kebakaran dan ledakan selain itu dijelaskan mengenai siapa yang bertanggung jawab terhadap *block valve*.
 - Perlu dilakukan pengujian *wall thickness* tangki untuk mengetahui laju korosi dari tangki sehingga dapat dipastikan aman untuk menyimpan kapasitas tangki
- Pengendalian Proteksi Kebakaran:
 - Perlu adanya detektor yang dapat bekerja secara otomatis. Dengan adanya detektor-detektor otomatis tersebut, maka apabila ada kelainan seperti adanya asap atau suhu tinggi, maka detektor tersebut dapat bekerja secara otomatis menghidupkan sistem alarm hal ini merupakan upaya meningkatkan *early warning system* jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki. Hal ini sesuai dengan ketentuan Medco Engineering Standard (MES) nomor MEP-F-ES-001 mengenai *general fire and safety* yang mensyaratkan adanya fasilitas ini.
 - Diadakan sistem *deluge spray* yang dapat memancarkan air untuk mendinginkan struktur tangki pada kondisi darurat dimana sistem ini dapat aktif secara otomatis pada suhu tertentu.
 - Perlu dilakukan pengujian kecukupan air untuk proses pemadaman dan pendinginan tangki. Selama ini pengujian hanya melihat tekanan air pemadaman dan pendinginan
- Pengendalian administratif yang dapat ditingkatkan adalah peningkatan pengawasan mengenai larangan untuk mengaktifkan/menggunakan handphone di area stasiun dan pengoptimalan inspeksi dan pemeliharaan tangki.

- Untuk mengendalikan interupsi bisnis dan hari kerja yang hilang maka upaya yang dapat dilakukan adalah mencegah agar kebakaran unit proses tidak menyebar ke unit lain melalui:
 - Pembuatan Fire Wall
 - Memastikan kapasitas *cooling* cukup untuk tangki lain yang ada dalam area pajanan agar tidak berada pada temperatur yang memungkinkan penyalaan.



DAFTAR REFERENSI

American Institute Of Chemical Engineers. (1994). *Dow's Fire and Explosion Index Hazards Classification Guide*. New York, USA.

BeaCukai. (Juni 2011). Keputusan Menteri Keuangan RI No.: 369/KM.1/2011. *Informasi Kurs Terbaru*, dalam <http://www.beacukai.go.id/rates/exchRateID.php> (diunduh pada 16 Juni 2011)

Center For Chemical Process Safety. (2003). *Guidelines for Fire Protection in Chemical, Petrochemical, and Hydrocarbon Processing Facilities*, New York, Center for Chemical Process Safety of American Institute of Chemical Engineers

Crowl, Daniel. A & Louvar, Joseph. F. (2002). *The Second Edition Chemical Process Safety Fundamentals With Applications*. New Jersey: Prentice Hall PTR

Crowl, D. A. (2003). *Understanding Explosion*, New York, Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers.

Darmawan A.M., Ronggo A.W., (2007). *On the Ability of Fire and Explosion Index (F&EI) as a First Screening Method in the Quantitative Risk Assessment Study*. Journal of the Indonesian Oil and Gas Community

Davletshima, T.A & Cheremisinoff, N.P. (1998). *Fire and Explosion Hazards Handbook of Industrial Chemicals*, New Jersey, Noyes Publication

Dinas Pemadam Kebakaran. (2011, Juni). *Statistik Kebakaran di DKI Jakarta*. <http://simkar.jakarta.go.id/simkar/statistik.aspxi> (diunduh pada 18 Juni 2011)

Direktorat Pengawasan Norma Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Direktorat Jenderal Pembinaan Pengawasan Ketenagakerjaan Departemen Tenaga Kerja dan Transmigrasi R.I. (2009) . Himpunan Peraturan, Perundang-undangan Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Jakarta.

Energi dan Sumber Daya Mineral. (2011). *Monthly Report Indonesia Crude Price*. <http://www.esdm.go.id/publikasi/harga-energi/harga-minyak-mentah-indonesia-icp.html> (diunduh pada 30 Mei 2011)

Furness, Andrew & Mucket, Martin. (2007). *Introduction to Fire Safety Management*. United Kingdom: Elsevier

Geneva Assosiation Information Newsletter. (2009). World Fire Statistic, No. 25/October 2009, dalam <http://www.genevaassociation.org/PDF/WFSC/GA2009-FIRE25.pdf> (diunduh pada 15 Maret 2011)

Hurley, M. J.; Bukowski, R. W. (2008). *Fire Protection Handbook, 20th Edition*. US: The National Institute of Standards and Technology (NIST).

James I. Chang., Cheng-Chung Lin., (2006). *A study of storage tank accidents*.
Journal of Loss Prevention in the Process Industries 19 (2006) 51–59

Kompasotomotif. (2009). *Kebakaran Depo Plumpang Diduga akibat Lalai*.
<http://otomotif.kompas.com/read/2009/02/04/18294075/kebakaran.depo.plumpang.diduga.akibat.lalai> (diunduh pada 15 Maret 2011)

Less, F. P. (1996). *Loss Prevention in the Process Industries: Hazard Identification, Assessment and Control*, Oxford: Butterworth-Heinemann.

Lestaru, F., Nurdiansyah W. (2007). *Potensi Bahaya Kebakaran dan Ledakan pada Tangki Timbun Bahan Bakar Minyak (BBM) Jenis Premium di Depot X Tahun 2007*. *Makara, Teknologi*, Vol. 11, No.2, November 2007: 59-64

National Fire Protection Association (NFPA), *Fire Protection Handbook. Nineteenth Edition*. Volume II, Quincy, Massachusetts.

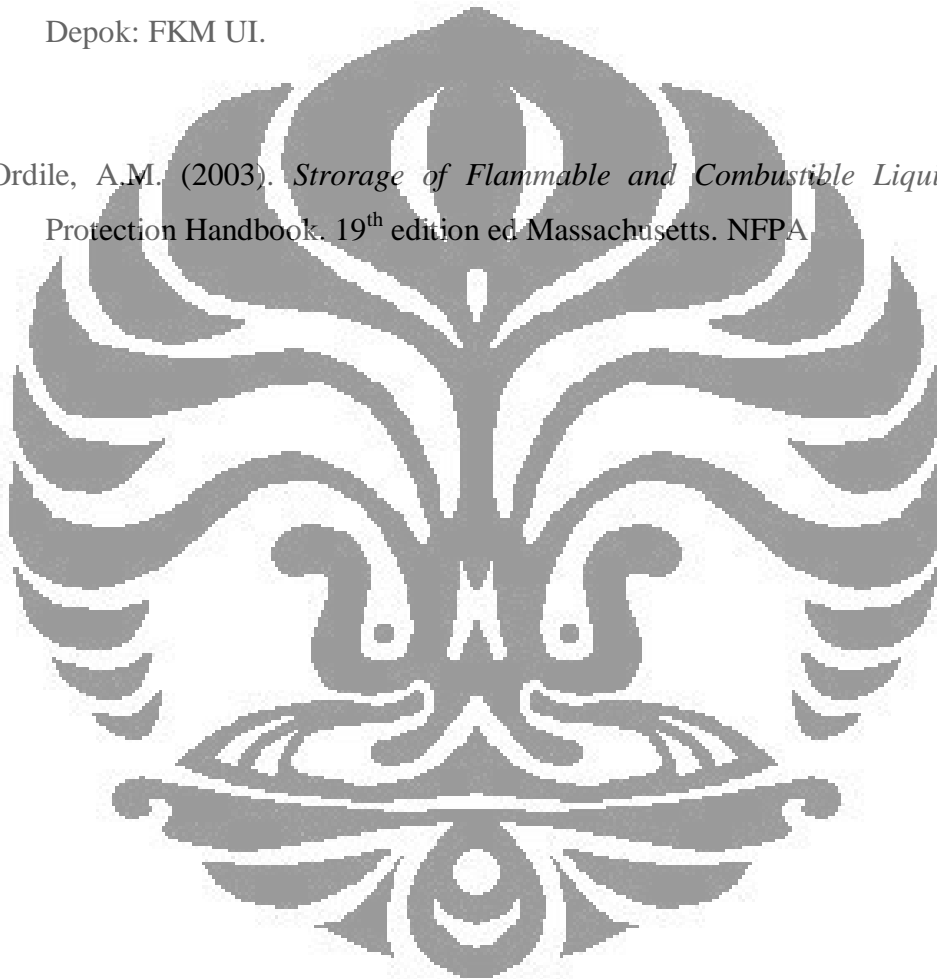
Nedved, M. (1991a). Pencegahan dan Perlindungan Terhadap Kebakaran dan Peledakan. In Nedved, M. & Imamkhasani, S. (Eds.) *Dasar-dasar Keselamatan Kerja Bidang Kimia dan Pengendalian Bahaya Besar*, Jakarta, ILO.

_____. (1991b). Prosedur tehnik “Dow index”. In Nedved, M. & Imamkhasani, S (Eds.). *Dasar-dasar Keselamatan Kerja Bidang Kimia dan Pengendalian Bahaya Kebakaran*. Jakarta. ILO

_____. (1991 c). Teknik ‘Dow Index’ Untuk Penilaian Bahaya Kimia Secara Kuantitatif. In Nedved, M. & ImamKhasani, S (Eds.). Dasar-dasar Keselamatan Kerja Bidang Kimia dan Pengendalian Bahaya Kebakaran. Jakarta. ILO

Nurdiansyah, W. (2007). *Penilaian Risiko Bahaya Kebakaran dan Ledakan Pada Tangki Timbun Pertamina dan Premium di Depot Plumpang tahun 2007*. Depok: FKM UI.

Ordile, A.M. (2003). *Storage of Flammable and Combustible Liquids*. Fire Protection Handbook. 19th edition ed Massachusetts. NFPA





GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

Gambaran PT Medco E&P Indonesia

PT Medco E&P Indonesia merupakan perusahaan swasta nasional yang bergerak di bidang industri Minyak bumi dan Gas Alam. Industri perminyakan merupakan industri yang kompleks, yang terdiri dari berbagai usaha yang saling mendukung satu sama lain, mulai dari proses pencarian (*exploration*), pengeboran (*drilling*), pengambilan minyak dari sumur minyak (*eksplotation*), produksi (*production*) dan penjualan hasil-hasil industri perminyakan.

Sebagai anak perusahaan PT Medco Energi Internasional, Tbk., PT Medco E&P Indonesia merupakan perusahaan nasional yang telah berhasil menempatkan diri sejajar dengan Perusahaan Minyak dan Gas Internasional yang beroperasi di Indonesia. Wilayah kerja Medco E&P meliputi Blok A di Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam, Blok Langsa di Provinsi Sumatera Utara, Blok Merangin-1 di Provinsi Jambi, Blok Kampar di Provinsi Riau, serta Blok Rimau, Blok South Sumatera Extension dan Blok Lematang di Provinsi Sumatera Selatan. Wilayah kerja Medco E&P di Kalimantan Timur mencakup Blok Tarakan, Sembakung dan Bengara. Wilayah kerja Medco E&P di Sulawesi yakni di Blok Senoro-Toili dan di wilayah Papua berada di Blok Yapen.

Struktur Organisasi SHE Department

Departemen *Safety Health Environment* (SHE) merupakan departemen yang bertanggung jawab atas Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Kesehatan Lingkungan PT Medco E&P Rimau Asset. Departemen ini berwenang untuk merumuskan program-program yang menyangkut Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Pemeliharaan Lingkungan. Ada beberapa hal yang menjadi fokus utama di departemen ini yaitu:

1. Pengembangan dan peningkatan performa keselamatan kerja
2. Peningkatan Kesehatan dan Hygiene Industri
3. Tanggap darurat bahaya kebakaran (*Fire Fighting*)
4. Pemeliharaan lingkungan

Secara garis besar tujuan dari departemen SHE dalam penanganan Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Kesehatan Lingkungan telah tertuang didalam kebijakan manajemen perusahaan, untuk mencapai tingkat keselamatan yang setinggi-tingginya pada semua aspek kegiatan operasi yang ada di PT Medco E&P Indonesia Rimau Asset, yaitu “Memberikan jaminan perlindungan terhadap tenaga kerja, keselamatan terhadap seluruh asset perusahaan, komunitas dan lingkungan hidup.”Departemen SHE terdiri dari tiga bagian dengan masing-masing tugas dan fokus utama yaitu bagian *Safety*, bagian *Occupational Health and Industrial Hygiene*, dan bagian *Environment*.

a. *Safety Section*

Merupakan bagian yang bertugas khusus untuk meningkatkan dan menjaga keselamatan kerja melalui inspeksi langsung dilapangan terhadap pekerja dan lingkungan kerja yang berpotensi untuk terjadi *Unsafe Act* dan *Unsafe Condition*. Bagian ini juga bertugas khusus untuk melatih dan memberikan pelatihan berkendaraan yang baik, benar, dan aman melalui *Defensive Driving Training* (DDT).

b. *Occupational Health and Industrial Hygiene (OH-IH)*

Merupakan bagian yang bertugas khusus untuk menjaga dan meningkatkan kesehatan pekerja dan Merupakan bagian yang bertugas khusus untuk menjaga dan meningkatkan kesehatan pekerja dan Hygiene perusahaan. Melakukan inspeksi langsung kelapangan terhadap segala potensi yang dapat berdampak pada kesehatan pekerja.

c. *Environment*

Merupakan bagian yang bertugas khusus untuk menjaga kelestarian lingkungan, pemeliharaan lingkungan, dan minimasi limbah. Bagian ini juga yang bertugas merancang dan menjaga penerapan Sistem Manajemen Lingkungan. Beberapa prestasi nyata bagian ini adalah dengan berhasilnya mendapatkan sertifikasi ISO 14001:2004, dan predikat Proper Hijau untuk PT Medco E&P Rimau Asset.

Departemen SHE dipimpin oleh seorang Head dengan beberapa bagian dibawahnya yaitu *Occupational Health and Industrial Hygiene (OH-IH)*, *Safety*, *Environment*, *Project and Planner*, dan *Administration*.

Kebijakan K3

Merupakan kebijakan Perusahaan untuk selalu melaksanakan kegiatan operasinya secara aman, selamat dan sehat demi melindungi seluruh pekerja (baik pekerja tetap maupun pekerja kontrak), rekanan, masyarakat umum, lingkungan serta pihak lain yang terkait, atas bahaya-bahaya yang diakibatkan oleh kegiatan operasinya, dengan pemahaman bahwa tidak ada satupun kegiatan yang sedemikian penting dan mendesak sehingga dapat mengabaikan pertimbangan akan keselamatan dan kesehatan kerja. Dalam mencapai tujuan tersebut, perusahaan menuntut peran aktif dari setiap pekerja. Sehubungan dengan hal tersebut, Perusahaan berkomitmen untuk :

- Mematuhi dan melaksanakan semua hukum dan peraturan serta standar industri yang mengatur tentang kesehatan dan keselamatan kerja. Dalam hal tidak terdapat hukum, peraturan atau standar industri yang mengatur, maka perusahaan akan menetapkan peraturan atau ketentuan tersendiri guna melaksanakan komitmen Perusahaan terhadap kebijakan ini.
- Melakukan identifikasi risiko guna menghilangkan atau mengelola risiko keselamatan dan kesehatan kerja sehubungan dengan kegiatannya. Membuat rancang bangun fasilitas menurut standar industri serta memastikan bahwa semua fasilitas dioperasikan dengan mematuhi standar tersebut.
- Memberikan pelatihan bagi seluruh pekerja di setiap unit kerja tentang bagaimana cara melaksanakan pekerjaan dengan aman dan selamat serta memberikan pembinaan untuk meningkatkan kesadaran akan hak, kewajiban dan tanggung jawab pekerja terhadap keselamatan dan kesehatan kerja.
- Melakukan pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun serta limbah Bahan Berbahaya dan Beracun sehingga aman bagi pekerja, fasilitas dan lingkungan serta mencegah timbulnya penyakit akibat kerja.
- Melakukan upaya-upaya pencegahan kecelakaan dan melakukan tindakan-tindakan segera dalam penanggulangan kecelakaan atau keadaan darurat yang terjadi pada kegiatan operasinya dengan mengutamakan keselamatan manusia.

- Melaksanakan pengkajian terhadap kegiatan operasinya untuk mengukur dan memastikan kepatuhan terhadap kebijakan ini.
- Mendorong dan bekerjasama dengan pemerintah atau pihak berwenang lainnya dalam mengembangkan hukum dan peraturan yang dibutuhkan.
- Melakukan upaya-upaya perbaikan secara berkesinambungan untuk meningkatkan kinerja di bidang keselamatan dan kesehatan kerja.

Sejalan dengan Visi dan Misi Perusahaan, Manajemen dalam setiap tingkatan beserta setiap pekerja menjunjung tinggi Kebijakan mengenai Keselamatan dan Kesehatan Kerja ini dan berpartisipasi secara aktif guna menjabarkannya ke dalam setiap aspek kegiatan Perusahaan.

Gambaran Proses di Rimau Asset

Proses eksplorasi minyak dimulai dari pemboran sumur-sumur minyak pada sumur (well) minyak atau cluster (gabungan beberapa sumur). Kemudian dari *well head gross oil* dan gas bumi dialirkan ke *manifold rate* (laju alir) minyak yang dialirkan, diatur melalui *choke*. *Manifold* kemudian *gross oil* dan gas dialirkan melalui *flow line/ test line* menuju ke stasiun pengumpul yang terdiri atas lima stasiun untuk kemudian dilakukan proses separasi. Karena tekanan pada sumur-sumur minyak dan gas bumi di Kaji-semoga ini relative berbeda-beda, maka *gross oil* dan gas bumi yang dialirkan menuju stasiun, beragam ada yang secara *natural flow* dan secara *artificial lift*.

Di stasiun *gross oil* dan gas dari beberapa sumur dan *cluster* bergabung di *manifold*. Selanjutnya aliran fluida dari *manifold* ini dialirkan ke separator. Separator yang ada di Kaji-Semoga field stasiun ini ada 2 jenis, separator produksi dan *separator test*. Semua jenis separator yang ada di Kaji-semoga field stasiun ini adalah separator horizontal. Dari *manifold gros oil* dan gas dialirkan ke separator produksi. Apabila ingin melakukan pengujian terhadap suatu sumur, maka aliran minyak dan gas sumur tersebut dari *manifold* dialirkan menuju separator test melalui *test line*.

Di separator produksi, *gross oil* (minyak+ air) akan dipisahkan dari gas. Pemisahan pada separator ini menggunakan prinsip gravitasi dan berat jenis (densitas). *Gross oil* dan gas masuk dari inlet yang berada di tengah-tengah *vessel*,

aliran ini selanjutnya akan membentur diverter yang akan memisahkan secara kasar *gross oil* dan gas (minyak akan jatuh ke dasar *vessel* karena densitas dan gaya gravitasi). Pemisahan kedua akan terjadi di sepanjang *vessel* karena kesetimbangan gas dan *liquid*. *Gross oil* akan keluar dari bagian bawah *vessel*, sedangkan gas akan keluar dari bagian atas *vessel*. Tekanan separator dan tinggi *liquid* di dalam *vessel* diatur melalui PCV (*Pressure Control Valve*) dan LCV (*Level Control Valve*).

Gas keluaran dari separator produksi kemudian dialirkan menuju *scrubber* untuk dihilangkan (diminimalisasi) kandungan minyaknya. Gas masuk dari inlet yang berada di tengah-tengah *vessel* yang berbentuk *vertical*. Karena perbedaan densitas dan gaya gravitasi, maka gas akan mengalir ke atas dan *liquidnya* (*gross oil*) akan jatuh ke bawah.

Gas keluaran dari *scrubber suction* ini akan dialirkan menuju *compressor* untuk dikompres (dinaikkan tekanannya). Tekanan gas ditingkatkan dengan gerakan piston di dalam ruang terbatas. Keluaran gas dari *compressor* ini dialirkan menuju *scrubber discharge* untuk memastikan tidak ada *liquid* dan pengotor lainnya pada aliran gas setelah keluar dari alat ini. Gas keluaran dari *scrubber discharge* ini memiliki tekanan tertentu yang memungkinkannya untuk mengalir melalui pipa menuju sumur-sumur untuk digunakan sebagai gas lift. Gas yang berlebih dari alat-alat seperti *compressor*, *separator*, *scrubber* akan dibuang dengan cara dibakar pada *flare*. Dari stasiun, gas alam ini akan dikirim melalui *pipeline* ke konsumen.

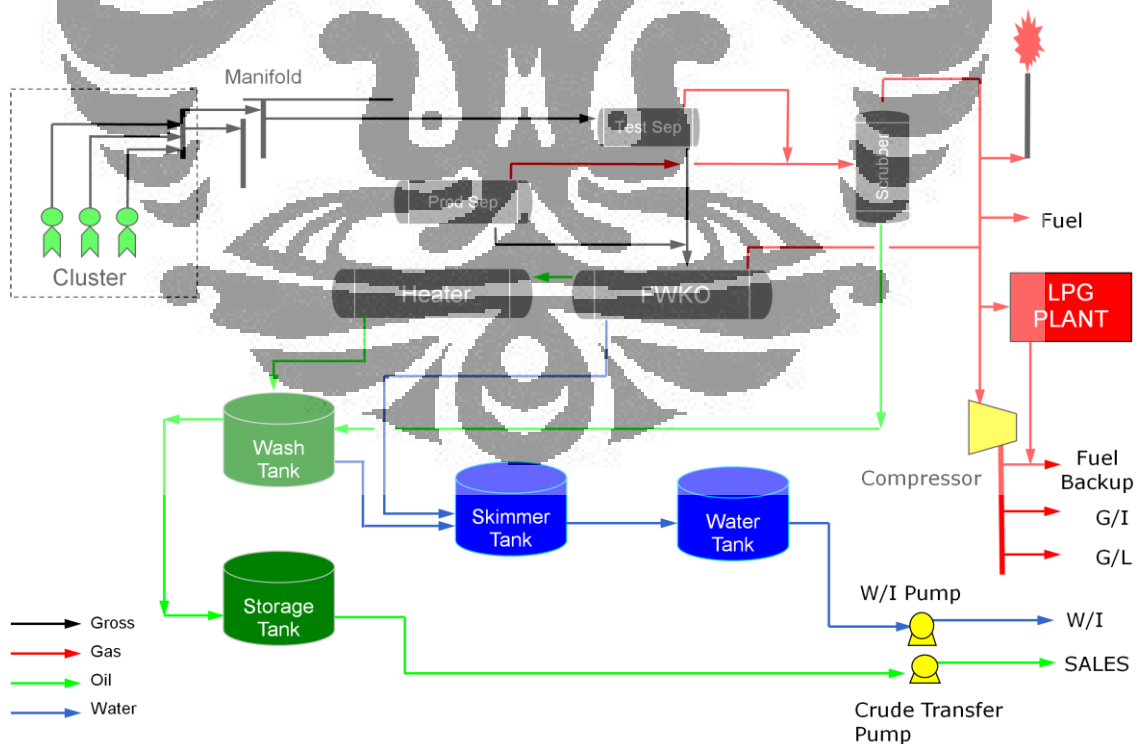
Untuk gas, dari separator dialirkan melalui pipa alir (*flowline*) menuju *scrubber* atau dikenal juga dengan separator tegak (karena bentuknya tegak) untuk proses pengeringan gas, umumnya pipa untuk menyalurkan gas berwarna merah. Di *scrubber*, gas dipisahkan lagi dari kandungan *liquid* (minyak atau air) yang masih tersisa, jika masih ada *liquid* maka *liquid* dipisahkan dan dimasukkan ke *wash tank*. Lalu dari *scrubber*, gas dialirkan dan digunakan untuk *fuel engine*, *lpg plany*, *compressor gas lift*, *gas injection*, dan *flaring*.

Untuk aliran *crude oil*, dari separator produksi, akan dialirkan menuju ke FWKO, begitu juga *crude oil* yang berasal dari *scrubber* (hasil pemurnian gas). Di FWKO, kandungan gas pada *gross oil* akan dihilangkan (diminimalisasi), agar

pada saat memasuki *storage tank*, minyak tidak lagi mengandung gas (hanya sedikit), sebab tekanan dari gas dapat menyebabkan ledakan. Selain itu, pada tangki dilengkapi dengan *vent*, sehingga gas yang masih terkandung pada minyak dapat keluar.

Kemudian *crude oil* masuk ke *heater*, lalu masuk ke dalam *wash tank*, di *wash tank* ada *outlet* berupa air dan minyak. Minyak mengalir ke *storage tank* dan air mengalir ke *skimmer tank*. Dari *storage*, minyak tersebut dialirkan melalui *pipeline* untuk diolah lebih lanjut. Untuk aliran gas dan minyak melalui pipa (*pipeline*), pada beberapa titik pipa-pipa tersebut dilengkapi dengan *valve*, hal ini dimaksudkan untuk memudahkan perbaikan jika terjadi kerusakan pada *pipe line* tersebut.

Sedangkan aliran air dari FWKO langsung menuju *skimmer tank* untuk memisahkan lagi air terhadap kandungan minyak yang mungkin masih ada. Kemudian air yang tidak mengandung kandungan minyak lagi langsung dialirkan melalui *pipeline* dengan bantuan pompa *centrifugal* ke *Water Injection Well* (WIW). Berikut adalah skema proses:





LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>crude oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 10000 bbls(ABJ- 407 & 408)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

MATERIAL FACTOR Nf Crude oil = 3 Nr Crude Oil = 0	16
---	----

General Process Hazard	Range Penalti	Penalti yang digunakan										
*Jika tidak ada penalti yang digunakan maka isi dengan 0,00												
Base Factor	1,00	1,00										
A. Reaksi Eksotermis(Khusus untuk reaksi kimia dalam reaktor)	0,30-1,25	0,00										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Eksotermis ringan, mis:hidrogenasi, hidrolisis, isomerasi, sulfonasi, netralisasi, dll</td> <td>0,30</td> </tr> <tr> <td>Eksotermis menengah, mis: alkalisasi, esterifikasi, oksidasi, polimerasi, kondensasi, dll</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>Eksotermis kritis, mis : Halogenasi</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>Eksotermis sensitif, mis: Nitrasasi</td> <td>1,25</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Penalti	Eksotermis ringan, mis:hidrogenasi, hidrolisis, isomerasi, sulfonasi, netralisasi, dll	0,30	Eksotermis menengah, mis: alkalisasi, esterifikasi, oksidasi, polimerasi, kondensasi, dll	0,50	Eksotermis kritis, mis : Halogenasi	1,00	Eksotermis sensitif, mis: Nitrasasi	1,25		
Kategori	Penalti											
Eksotermis ringan, mis:hidrogenasi, hidrolisis, isomerasi, sulfonasi, netralisasi, dll	0,30											
Eksotermis menengah, mis: alkalisasi, esterifikasi, oksidasi, polimerasi, kondensasi, dll	0,50											
Eksotermis kritis, mis : Halogenasi	1,00											
Eksotermis sensitif, mis: Nitrasasi	1,25											
Justifikasi Penalti: Tidak ada penalti (0,00) karena unit proses merupakan tangki timbun yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara sehingga tidak terdapat reaksi eksotermis di dalam tangki timbun. Yang ada hanyalah reaksi gravitasi settling berdasarkan waktu tinggal yang memisahkan sisa air yang mungkin terbawa												
B. Reaksi Endotermis (khusus untuk reaktor)	0,20-0,40	0,00										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Terjadi proses endotermis</td> <td>0,20</td> </tr> <tr> <td>Input energi berasal dai pembakaran bahan bakar padat, cair, atau gas, mis: kalsinasi</td> <td>0,40</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Penalti	Terjadi proses endotermis	0,20	Input energi berasal dai pembakaran bahan bakar padat, cair, atau gas, mis: kalsinasi	0,40						
Kategori	Penalti											
Terjadi proses endotermis	0,20											
Input energi berasal dai pembakaran bahan bakar padat, cair, atau gas, mis: kalsinasi	0,40											
Justifikasi Penalti: Tidak ada penalti karena unit proses merupakan tangki timbun berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara sehingga tidak terdapat reaksi endotermis												
C. Pemindahan dan Penanganan Material	0,25-1,05	0,85										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bongkar muat <i>flammable material</i> kelas I atau LPG</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>Bila pemasukan udara dalam operasi penuangan material ke dalam centrifuge, reaktor, mixer dapat menimbulkan kebakaran</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>Untuk gudang atau lapangan penyimpanan <ul style="list-style-type: none"> Flammable liquid atau gases dengan Nf= 3 atau 4 yang disimpan dalam drum, silinder, atau kaleng aerosol Combustible solids dengan Nf=3 Combustible Solids dengan Nf= 2 Combustible liquid dengan titik nyala lebih dari 37, 8oC (100oF) dan kurang dari 60oC (140oF) </td> <td>0,85 0,65 0,40 0,25</td> </tr> <tr> <td>Bila material tersebut disimpan pada rak-rak tanpa dilindungi sprinkler, tambahkan 0,20 pada penalti.</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Penalti	Bongkar muat <i>flammable material</i> kelas I atau LPG	0,50	Bila pemasukan udara dalam operasi penuangan material ke dalam centrifuge, reaktor, mixer dapat menimbulkan kebakaran	0,50	Untuk gudang atau lapangan penyimpanan <ul style="list-style-type: none"> Flammable liquid atau gases dengan Nf= 3 atau 4 yang disimpan dalam drum, silinder, atau kaleng aerosol Combustible solids dengan Nf=3 Combustible Solids dengan Nf= 2 Combustible liquid dengan titik nyala lebih dari 37, 8oC (100oF) dan kurang dari 60oC (140oF) 	0,85 0,65 0,40 0,25	Bila material tersebut disimpan pada rak-rak tanpa dilindungi sprinkler, tambahkan 0,20 pada penalti.			
Kategori	Penalti											
Bongkar muat <i>flammable material</i> kelas I atau LPG	0,50											
Bila pemasukan udara dalam operasi penuangan material ke dalam centrifuge, reaktor, mixer dapat menimbulkan kebakaran	0,50											
Untuk gudang atau lapangan penyimpanan <ul style="list-style-type: none"> Flammable liquid atau gases dengan Nf= 3 atau 4 yang disimpan dalam drum, silinder, atau kaleng aerosol Combustible solids dengan Nf=3 Combustible Solids dengan Nf= 2 Combustible liquid dengan titik nyala lebih dari 37, 8oC (100oF) dan kurang dari 60oC (140oF) 	0,85 0,65 0,40 0,25											
Bila material tersebut disimpan pada rak-rak tanpa dilindungi sprinkler, tambahkan 0,20 pada penalti.												

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>crude oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 10000 bbls(ABJ- 407 & 408)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

Justifikasi Penalti: Mendapat penalti 0,85 karena unit proses merupakan tangki timbun atau tempat penyimpanan berbentuk silinder dengan tipe bolted tank yang berisi <i>crude oil</i> yang tergolong sebagai flammable liquid dengan $N_f=3$.																
D. Unit Proses Tertutup Tertutup: area tersebut memiliki atap dengan tiga sisi dinding atau lebih, atau tidak memiliki atap namun semua sisi dinding tertutup.	0,25-0,90	0,00														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila terdapat dust collector dalam ruangan</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>Bila terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik nyalanya dengan volume cairan ≤ 10.000 lb (sekitar 1.000 galon)</td> <td>0,30</td> </tr> <tr> <td>Bila terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik nyalanya dengan volume cairan > 10.000 lb (Sekitar 1000 galon)</td> <td>0,45</td> </tr> <tr> <td>Terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik didihnya dengan volume cairan ≤ 10.000 lb (sekitar 1.000 galon)</td> <td>0,60</td> </tr> <tr> <td>Bila terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik didihnya dengan volume cairan > 10.000 lb (Sekitar 1000 galon)</td> <td>0,90</td> </tr> <tr> <td>Bila terdapat ventilasi mekanis dan dapat berfungsi dengan baik maka nilai penaltinya dikurangi 50%.</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Penalti	Bila terdapat dust collector dalam ruangan	0,50	Bila terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik nyalanya dengan volume cairan ≤ 10.000 lb (sekitar 1.000 galon)	0,30	Bila terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik nyalanya dengan volume cairan > 10.000 lb (Sekitar 1000 galon)	0,45	Terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik didihnya dengan volume cairan ≤ 10.000 lb (sekitar 1.000 galon)	0,60	Bila terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik didihnya dengan volume cairan > 10.000 lb (Sekitar 1000 galon)	0,90	Bila terdapat ventilasi mekanis dan dapat berfungsi dengan baik maka nilai penaltinya dikurangi 50%.			
Kategori	Penalti															
Bila terdapat dust collector dalam ruangan	0,50															
Bila terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik nyalanya dengan volume cairan ≤ 10.000 lb (sekitar 1.000 galon)	0,30															
Bila terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik nyalanya dengan volume cairan > 10.000 lb (Sekitar 1000 galon)	0,45															
Terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik didihnya dengan volume cairan ≤ 10.000 lb (sekitar 1.000 galon)	0,60															
Bila terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik didihnya dengan volume cairan > 10.000 lb (Sekitar 1000 galon)	0,90															
Bila terdapat ventilasi mekanis dan dapat berfungsi dengan baik maka nilai penaltinya dikurangi 50%.																
Justifikasi Penalti: Nilai penalti 0,00 karena proses unit terletak di daerah terbuka tanpa ditutupi atap maupun dinding.																
E. Akses (jalan) Untuk proses operasi pemadaman membutuhkan jalur akses menuju unit proses minimal 2 buah.	0,20-0,35	0,00														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Jika luas area proses lebih dari 925 m^2 (10.000 ft^2) dan akses kurang dari 2 buah (tanpa minimal akses)</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td>Jika luas area penyimpanan (<i>warehouse</i>) lebih dari 2.312 m^2 (25.000 ft^2) dan akses kurang dari 2 buah (tanpa minimal akses)</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td>Jika luas area kurang dari yang disebutkan di atas, maka nilai penalti yang diberikan adalah 0,20</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Penalti	Jika luas area proses lebih dari 925 m^2 (10.000 ft^2) dan akses kurang dari 2 buah (tanpa minimal akses)	0,35	Jika luas area penyimpanan (<i>warehouse</i>) lebih dari 2.312 m^2 (25.000 ft^2) dan akses kurang dari 2 buah (tanpa minimal akses)	0,35	Jika luas area kurang dari yang disebutkan di atas, maka nilai penalti yang diberikan adalah 0,20									
Kategori	Penalti															
Jika luas area proses lebih dari 925 m^2 (10.000 ft^2) dan akses kurang dari 2 buah (tanpa minimal akses)	0,35															
Jika luas area penyimpanan (<i>warehouse</i>) lebih dari 2.312 m^2 (25.000 ft^2) dan akses kurang dari 2 buah (tanpa minimal akses)	0,35															
Jika luas area kurang dari yang disebutkan di atas, maka nilai penalti yang diberikan adalah 0,20																
Justifikasi penalti: Diameter tangki: 54 feet Luas permukaan bawah tangki: $\frac{1}{4} (3,14 \times D^2) = \frac{1}{4} (3,14 \times 54^2)$ $= 2289,06 \text{ ft}^2$ Tidak diberikan penalti pada <i>item</i> ini karena tangki <i>crude oil</i> berada pada lingkungan terbuka dan terdapat lebih dari dua akses menuju tangki selain itu terdapat dua tangga untuk menuju area bundwall tangki.																
F. Sistem drainase dan pengendalian tumpahan Dalam <i>item</i> ini penalti diberikan jika titik nyala kurang dari 140°F, atau material yang diproses di atas titik nyalanya	0,25-0,50	0,50														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila terdapat tanggul di sekeliling area proses untuk</td> <td>0, 50</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Penalti	Bila terdapat tanggul di sekeliling area proses untuk	0, 50												
Kategori	Penalti															
Bila terdapat tanggul di sekeliling area proses untuk	0, 50															

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>crude oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 10000 bbls(ABJ- 407 & 408)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

mengantisipasi tumpahan			
Bila disekitar unit proses tanah datar sehingga tumpahan dapat menyebar	0,50		
Terdapat tanggul yang mengelilingi unit proses di desain dengan menutup tiga sisi dan satu sisi lainnya dibuka agar dapat mengalirkan tumpahan ke arah drainase, dan kriteria sebagai berikut: <ul style="list-style-type: none"> Kemiringan permukaan area minimal 2% untuk permukaan tanah biasa dan 1% untuk permukaan tanah yang diperkeras. Jarak peralatan ke saluran drainase minimal 50 ft (15 m) Kolam penampung berkapasitas minimal 10% dari volume tangki nomor dua terbesar. 	0,00		
Dari ketiga syarat di atas hanya sebagian yang terpenuhi	0,25		
jarak kolam penampung dengan jalur perpipaan tidak memenuhi standar	0,50		
Justifikasi penalti: Terdapat tanggul yang berfungsi untuk mengatasi kemungkinan terjadinya tumpahan pada <i>storage tank</i> sehingga diberikan penalti sebesar 0,50.			
General Process Hazard Factor (F1) (Penjumlahan base factor dan penalti-penalti)			2,35

Special Process Hazard	Range penalti	Penalti yang digunakan
*Jika tidak ada penalti yang digunakan maka isi dengan 0,00		
Base Factor	1,00	1,00
A. Material Beracun Penalti= 0,20 x Nh Material	0,00-0,80	0,20
Justifikasi Penalti: Crude Oil memiliki Nh=1 Penalti untuk daerah beracun = 0,20 x 1 = 0,20		
B. Tekanan Bawah Atmosfir (< 500 mmHg) Bila tekanan proses kurang dari 500 mmHG maka penalti yang diberikan adalah 0,50 (bila penalti ini digunakan maka butir C dan Butir E tidak perlu diisi)	0,50	0,00
Justifikasi Penalti: Tekanan operasi pada <i>storage tank</i> adalah tekanan udara atmosferic normal yakni 1 atm atau sebesar 0 psig sehingga tidak diberikan penalti pada <i>item</i> ini.		
C. Temperatur operasi pada/ dekat flammable range	0,30-0,80	0,50
Kategori	Penalti	
menyimpan flammable liquid (dengan Nf = 3 atau 4) dimana udara dapat masuk akibat pemompaan/pendinginan mendadak (termasuk bila terdapat <i>open vent/cairan combustible</i> di atas <i>flash point</i> tanpa sistem <i>inert</i>)	0,50	
Bila cairan yang disimpan berada pada/mendekati LEL dimana ada kemungkinan terjadinya <i>failure</i>	0,30	

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>crude oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 10000 bbls(ABJ- 407 & 408)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

pada sistem instrumentasi proteksinya/sistem proteksinya			
Bila proses yang berlangsung selalu berada pada <i>range</i> LEL akan tetapi tidak dilengkapi dengan <i>purging line</i>	0,80		

Justifikasi Penalti:

Storage tank menyimpan material *crude oil* yang memiliki $N_f = 3$ dan terdapat proses gravitasi *settling* yang berfungsi untuk memisahkan sisa air yang terbawa berdasarkan waktu tinggal dan proses penyaluran hasil minyak dengan menggunakan sistem perpiaan pada saat pengisian *crude oil* kedalam tangki, material yang masuk tersebut akan mendorong uap diatasnya yang menyebabkan semakin tinggi cairan maka ruang uap semakin sedikit, sebagian uap akan keluar melalui lubang vent. Sedangkan pada saat *crude oil* keluar dari tangki, cairan akan menurun sehingga ruang uap bertambah besar yang memungkinkan udara/ oksigen masuk kedalam tangki. Sehingga berdasarkan hal tersebut, maka mendapat penalti sebesar 0,50

D. Ledakan Debu

Ledakan debu tergantung pada ukuran butiran debu yang diukur dengan *Tyler Mesh Size*.

Ukuran Partikel (mikron)	Tyler Mesh Size	Penalti
175+	60-80	0,25
150-175	80-100	0,50
100-150	100-150	0,75
75-100	150-200	1,25
<75	>200	2,00

*Kurangi 50 % jika terdapat inert gas

0,125-2,00

0,00

Justifikasi Penalti:

proses unit merupakan tangki timbun yang berisi *flammable material* sehingga tidak berhubungan dengan padatan yang mudah terbakar dan tidak terdapat aktivitas *transfering, blending, grinding, barging* pada tangki timbun yang dapat menghasilkan debu sehingga tidak diberikan penalti.

E. Tekanan Pelepasan

Penalti ditentukan dengan cara sebagai berikut:

- Untuk unit proses yang menyimpan cairan dengan *flash point* dengan *flash point* di bawah 140°F. Penalti ditentukan dengan persamaan:

$$\text{Penalti} = 0,16109 + 1,61503P/1000 - 1,42879(P/1000)^2 + 0,5172(P/1000)^3$$
 Dimana P adalah tekanan operasi.
- Bila materialnya sangat kental, seperti *tars, bitumen, heavy lubricating oil*, aspal, dll. Nilai penalti akhir dikalikan 0,70
- Bila gas bertekanan (*alone*) atau cairan mudah terbakar (*flammable*) ditekan hingga di atas 15 psig (103 kPa), nilai penalti akhir dikalikan 1,2
- Bila LPG/semua cairan mudah terbakar (*liquid flammable*) yang disimpan diatas nilai titik didihnya, nilai penalti akhir dikalikan 1,3

0,20-0,35

0,16

Justifikasi Penalti:

Tekanan operasi: 1 atm (14,7 Psia/ 0 Psig)

Jenis material yang disimpan adalah *crude oil* yang tergolong dalam *flammable material* dengan *flash point* dengan *flash point* di bawah 140 F. Penalti ditentukan dengan persamaan:

$$\text{Penalti} = 0,16109 + 1,61503P/1000 - 1,42879(P/1000)^2 + 0,5172(P/1000)^3 \quad \text{Dimana } P = 0 \text{ psig}$$

$$= 0,16109 + 1,61504(0/1000) - 1,42879(0/1000)^2 + 0,5172(0/1000)^3$$

$$= 0,16109$$

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>crude oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 10000 bbls(ABJ- 407 & 408)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

F. Temperatur rendah Hanya berlaku jika suhu operasi pada unit proses di bawah 50°F	0,20-0,30	0,00						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Proses menggunakan konstruksi baja</td> <td>0,30</td> </tr> <tr> <td>Jika bahan yang digunakan selain konstruksi baja</td> <td>0,20</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Penalti	Proses menggunakan konstruksi baja	0,30	Jika bahan yang digunakan selain konstruksi baja	0,20		
Kategori	Penalti							
Proses menggunakan konstruksi baja	0,30							
Jika bahan yang digunakan selain konstruksi baja	0,20							

Justifikasi Penalti:

Temperatur proses pada *storage tank* adalah 120°F sehingga tidak diberikan penalti pada *item* ini.

G. Jumlah material Penalti ditentukan dengan memilih salah satu dari tiga kategori di bawah ini: 1. Cairan atau gas dalam proses Penalti ini diaplakasikan hanya untuk material: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Flammable</i> dan <i>combustible liquid</i> dengan titik nyala <140°F • <i>Flammable gases</i> dan <i>liquifield flammable gases</i> • <i>Combustible liquids</i> dengan titik nyala >140°F • <i>Reactive chemicals</i> (Nr = 2, 3, atau 4) Penalti ditentukan dengan persamaan: $\text{Log } Y = 0,17179 + 0,42988 (\text{Log } X) - 0,37244 (\text{Log } X)^2 + 0,17712 (\text{Log } X)^3 - 0,029984 (\text{Log } X)^4$ 2. Cairan atau gas dalam tempat penimbunan (diluar area proses) Penalti ini ditentukan dengan memilih salah satu dari tiga kategori di bawah ini: <ul style="list-style-type: none"> • Liquefied gas $\text{Log } Y = -0,289069 + 0,472171 (\text{Log } X) - 0,074585 (\text{Log } X)^2 - 0,018641 (\text{Log } X)^3$ • Class I Flammable liquids $\text{Log } Y = -0,403115 + 0,378703 (\text{Log } X) - 0,046402 (\text{Log } X)^2 - 0,015379 (\text{Log } X)^3$ • Class combustible liquids $\text{Log } Y = -0,558394 + 0,363321 (\text{Log } X) - 0,046402 (\text{Log } X)^2 - 0,015379 (\text{Log } X)^3$ 3. Combustible solids dalam penimbunan atau debu dalam proses Penalti ditentukan dengan persamaan: <ul style="list-style-type: none"> • Material dengan densitas kurang dari 10 lb/ft³ (160,2 kg/m³) $\text{Log } Y = 0,280423 + 0,459926 (\text{Log } X) - 0,28291 (\text{Log } X)^2 + 0,066218 (\text{Log } X)^3$ • Material dengan densitas lebih dari 10 lb/ft³ (160,2 kg/m³) $\text{Log } Y = -0,358311 + 0,459926 (\text{Log } X) - 0,141022 (\text{Log } X)^2 + 0,02276 (\text{Log } X)^3$ Dimana Y adalah penalti dan X adalah total energi massa dalam proses (BTU x 10 ⁹)		1,07
---	--	------

Justifikasi Penalti:

Volume bersih: 10.000 barel = 1.600.000 liter

Massa Jenis Crude Oil = 0,87 KG/ Liter

Massa ; Massa Jenis x Volume bersih = 1.600.000 x 0,87

= 1.392.000 kg (1 kg =2,2046 lb)

= 3.068.803,2 lb

Crude Oil memiliki energi (Hc) = 21,3 x 10³

Total energi dalam Tangki = 3.068.803,2 x 21,3 x 10³

= 65.365.508, 16 x 10³ = 65,36 x 10⁹ → BTU= 65,36

Karena *storage tank* berada diluar area proses dan berisi *flammable material* class I maka rumus

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>crude oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 10000 bbbls(ABJ- 407 & 408)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

yang digunakan adalah
 $\text{Log } Y = -0,403115 + 0,378703 (\text{Log } X) - 0,046402 (\text{Log } (X)^2) - 0,015379 (\text{Log } (X)^3)$
 $= -0,403115 + 0,378703 (\text{Log } 65,36) - 0,046402 (\text{Log } (65,36)^2) - 0,015379 (\text{Log } (65,36)^3)$
 $\text{Log } Y = 0,032$
 $Y = 1,07$

H. Korosi dan Erosi		0,10-0,75	0,20
Kategori	Penalti		
Bila laju korosi <0,127 mm/tahun	0,10		
Bila laju korosi >0,127 mm/tahun, tetapi <0,254 mm/tahun	0,20		
Bila laju korosi >0,254 mm/tahun	0,50		
Bila terjadi <i>Stress-Corrosion Cracking</i> (SCC) yakni terdapat risiko retak akibat korosi. Hal ini dapat terjadi pada area proses yang terkontaminasi uap klorin dalam waktu lama	0,75		
Terdapat pemasangan lining (pelapisan) untuk menghindari korosi	0,20		

Justifikasi Penalti:
Dilakukan pelapisan berupa pengecatan pada plat dalam dan luar dari tangki. Pengecatan ini juga berfungsi untuk mengurangi kemungkinan terjadi korosi

I. Kebocoran		0,10-1,50	0,10
Kategori	Penalti		
Jika kemungkinan terjadinya kebocoran minim pada <i>gland packing</i> pompa	0,10		
Kemungkinan terjadinya kebocoran reguler pada pompa, <i>compressor</i> , dan sambungan <i>flange</i> .	0,30		
Jika terjadi siklus panas dan tekanan	0,30		
Bila bahan yang diproses memberikan sifat <i>abrasive</i> pada <i>seal/packing</i>	0,40		
Bila terdapat kaca indikator dalam proses unit	1,50		

Justifikasi Penalti:
Karena unit proses dapat dipantau dari ruang operator sehingga kemungkinan terjadinya kebocoran minim.

J. Penggunaan alat pembakar			0,00
Material yang diproses di atas titik nyalanya dan untuk <i>combustible dust</i> . Penalti ditentukan dengan persamaan: $\text{Log } Y = -3,3243(X/210) + 3,75127 (X/210)^2 - 1,42523 (X/210)^3$ Dimana Y adalah penalti dan X adalah jarak dari titik kebocoran dalam unit proses sampai ke tempat masuknya udara ke peralatan pembakar (ft)			
Material yang diproses di atas titik didihnya. Penalti ditentukan dengan persamaan: $\text{Log } Y = -0,3745 (X/210) - 2,70212 (X/210)^2 + 2,009171 (X/210)^3$ Dimana Y adalah penalti dan X adalah jarak dari			

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>crude oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 10000 bbls(ABJ- 407 & 408)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

titik kebocoran dalam unit proses sampai ke tempat masuknya udara ke peralatan pembakar (ft)			
Pembakar merupakan pemanas <i>flammable</i> atau <i>combustible material</i> (walaupun material tidak dipanaskan sampai titik nyalanya)	1,00		
Bila peralatan pembakar merupakan <i>pressure burner</i> maka penalti di atas dik urangi sebanyak 50 %			

Justifikasi Penalti:

Tidak digunakan perlatan pembakar pada unit proses

K. Sistem Pertukaran minyak panas

Penalti hanya diberikan pada *combustible liquid* atau non *combustible liquid* yang dioperasikan diatas titik nyalanya

Kuantitas galon (m ³)	Penalti	
	Diatas titik nyalanya	Pada atau diatas titik didiknya
<5.000 (<18,9)	0,15	0,25
5.000 to 10.000 (18,9 to 37,9)	0,30	0,45
10.000 to 25.000 (37,9 to 94,6)	0,50	0,75
>25.000 (94,6)	0,75	1,15

0,15-1,15

0,00

Justifikasi Penalti:

Crude oil bukan merupakan *combustible liquid* melainkan *flammable liquid* karena titik nyalanya di bawah 100 °F. Berdasarkan hal tersebut, maka pada item ini tidak terdapat penalti (0,00)

L. Peralatan Berputar

Penalti 0,50 diberikan untuk proses yang memiliki:

- Kompresor dengan kapasitas melebihi 600 hp
- Pompa dengan kapasitas melebihi 75 hp
- Agitators (*mixers*) dan pompa sirkulasi yang dapat menimbulkan reaksi eksotermis ketika mengalami kegagalan operasi
- Peralatan dengan kecepatan berputar yang tinggi dengan riwayat kerusakan yang besar

0,50

0,00

Justifikasi penalti:

Tidak ada penalti (0,00) karena tidak terdapat peralatan berputar seperti kompresor, pompa, *agitators (mixers)* dan pompa sirkulasi pada *storage tank*

SPECIAL PROCESS HAZARD FACTOR (F2) (Jumlah penalti yang digunakan)

3, 23

PROCESS UNIT HAZARD FACTOR (F3) (F3=F2x F1)

7,6

FIRE AND EXPLOSION INDEX (F&EI) (F&EI= F3 x MF)

Kategori:
Menengah
(*Intermediate*)

121,6

RADIUS OF EXPOSURE (Radius Papanan (ft) = 0,84 x F&EI)

39,37 m

*Catatan:

Dalam menentukan radius papanan pada unit proses, radius dihitung mulai dari titik pusat unit proses.

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>crude oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 10000 bbls(ABJ- 407 & 408)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

<p>Justifikasi penentuan radius: Radius pajanan dari pinggir tangki = 0,84 x 121,6 = 102,14 feet Diameter tangki = 58 feet → jari-jari = 27 feet Radius pajanan tangki dari pusat tangki penyimpanan Untuk 10.000 bbls 102,14 ft + 27 ft = 129,14 ft = 39,37 m</p>
--

AREA OF THE AREA OF EXPOSURE (Luas daerah Pajanan (ft²) = πR² (R:radius pajanan)	4867 m²
<p>Catatan:</p> <ul style="list-style-type: none"> Bila unit proses berada dalam sebuah bangunan, maka seluruh volume bangunan adalah volume daerah terpajan. Bila terdapat dinding tahan api, untuk bahaya kebakaran dapat dipakai sebagai batas luas daerah, tetapi tidak berlaku untuk bahaya ledakan <p>Bila Terdapat dinding tahan ledakan maka dapat dianggap sebagai batas luas daerah terpajan untuk kebakaran dan ledakan.</p>	
<p>Justifikasi Penentuan luas daerah pajanan: Luas daerah pajanan adalah: Area pajanan tangki 10.000 bbls= 3,14 x 39,7² = 4867 m²</p>	

VALUE OF THE AREA OF EXPOSURE (Nilai daerah terpajan =Nilai pergantian= Biaya Asli x 0,82 x Faktor Eskalasi)	Rp. 1. 501.583.70
<p>Catatan:</p> <ul style="list-style-type: none"> Faktor 0,82 ditetapkan dengan menganggap bahwa nilai pergantian tidak termasuk biaya persiapan lahan, pembuatan jalan, pondasi, jalur pipa dalam tanah, perkerasan, dll Faktor eskalasi adalah <i>Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI)</i> 	
<p>Justifikasi Penilaian: Biaya Pembuatan tangki 10.000 bbls adalah \$117.706 Tahun Pembuatan: 2000 Nilai CEPCI tahun 2000 = 394,1 Nilai CEPCI tahun 2011 = 564,8 Biaya Tangki 10.000 bbls (ABJ-407 dan ABJ-408) =\$ 117.706 x 0,82 x (564,8/394,1) = \$ 138.325 = Rp. 1.177.975.700 Selain itu biaya pergantian untuk kerusakan tangki termasuk juga biaya untuk mengganti kemungkinan rusaknya peralatan-peralatan pendukung tangki seperti valve, safety device, dan level meter yang terintegrasi pada tangki. Berdasarkan wawancara dengan pihak manajemen perkiraan harga seluruh safety device adalah \$30.000, harga valve adalah \$5.000, dan harga level meter adalah \$ 3.000. Untuk itu biaya pergantiannya adalah: = Biaya tangki + biaya safety device + biaya level meter +biaya Valve = \$138.325 + \$ 30.000 + \$ 3000 + \$ 5.000 = \$ 176.325 = Rp. 1. 501.583.700 Dengan nilai tukar rupiah terhadap dolar pada bulan Juni 2011 adalah sebesar Rp. Rp. 8.516,00 (bea cukai, Juni 2011)</p>	

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>crude oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 10000 bbls(ABJ- 407 & 408)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

DAMAGE FACTOR	0,66
Catatan: Dihitung berdasarkan nilai F3 dan MF dengan persamaan: <ul style="list-style-type: none"> Material Faktor = 1 $Y = 0,003907 + (0,002957 \times X) + (0,004031 \times (X)^2) - (0,00029 \times (X)^3)$ Material Faktor = 4 $Y = 0,025817 + (0,019071 \times X) + (0,00081 \times (X)^2) - (0,00029 \times (X)^3)$ Material Faktor = 10 $Y = 0,098582 + (0,017596 \times X) + (0,000809 \times (X)^2) - (0,000031 \times (X)^3)$ Material Faktor = 14 $Y = 0,20592 + (0,017596 \times X) + (0,007628 \times (X)^2) - (0,00057 \times (X)^3)$ Material Faktor = 16 $Y = 0,256741 + (0,019886 \times X) + (0,011055 \times (X)^2) - (0,00088 \times (X)^3)$ Material Faktor = 21 $Y = 0,340314 + (0,076531 \times X) + (0,003912 \times (X)^2) - (0,00073 \times (X)^3)$ Material Faktor = 24 $Y = 0,395755 + (0,096443 \times X) + (0,00135 \times (X)^2) - (0,00038 \times (X)^3)$ Material Faktor = 29 $Y = 0,484766 + (0,094288 \times X) + (0,00216 \times (X)^2) - (0,00031 \times (X)^3)$ Material Faktor = 40 $Y = 0,554175 + (0,080772 \times X) + (0,000332 \times (X)^2) - (0,00044 \times (X)^3)$ Dimana Y adalah faktor kerusakan dan X adalah <i>process unit hazard factors</i>	
Justifikasi penilaian faktor kerusakan: Process unit hazard factor = 7,6 Crude oil memiliki material factor = 3 sehingga rumus yang digunakan adalah: <ul style="list-style-type: none"> Material Faktor = 16 $Y = 0,256741 + (0,019886 \times X) + (0,011055 \times (X)^2) - (0,00088 \times (X)^3)$ $Y = 0,256741 + (0,019886 \times 7,6) + (0,011055 \times (7,6)^2) - (0,00088 \times (7,6)^3)$ $= 0,66$	

BASE MAXIMUM PROBABLE PROPERTY DAMAGE (Nilai kerugian dasar = Nilai daerah paparan x Faktor kerusakan)	Rp. 991.045.242
Justifikasi penentuan nilai kerugian dasar: Nilai Kerugian Dasar 10.000 bbls A (ABJ-407 dan ABJ-408) = Rp. 1.501.583.700 x 0,66 = Rp. 991.045.242 = \$ 116.374,5	

PROCESS CONTROL CREDIT FACTOR (C1)	Range Faktor Kredit	Faktor Kredit yang digunakan
*Jika tidak ada faktor kredit yang digunakan maka isi sel dengan 1,00		
1. Emergency Power (Pembangkit Listrik Darurat) Bila terdapat pembangkit Listrik darurat, penalti 0,98	0,98	0,98
Justifikasi Penalti: Terdapat dua power plant yang terdiri dari beberapa generator untuk menyuplai kebutuhan listrik di		

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>crude oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 10000 bbls(ABJ- 407 & 408)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

area stasiun											
2. Cooling (Pendingin)		0,97-0,99	0,97								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila sistem pendinginan yang ada mampu melakukan pendinginan hingga 10 menit</td> <td>0,99</td> </tr> <tr> <td>Bila sistem pendinginan kemampuannya lebih dari 150% dari yang dibutuhkan dan berlangsung selama 10 menit</td> <td>0,97</td> </tr> </tbody> </table>		Kategori	Penalti	Bila sistem pendinginan yang ada mampu melakukan pendinginan hingga 10 menit	0,99	Bila sistem pendinginan kemampuannya lebih dari 150% dari yang dibutuhkan dan berlangsung selama 10 menit	0,97				
Kategori	Penalti										
Bila sistem pendinginan yang ada mampu melakukan pendinginan hingga 10 menit	0,99										
Bila sistem pendinginan kemampuannya lebih dari 150% dari yang dibutuhkan dan berlangsung selama 10 menit	0,97										
<p>Justifikasi Penalti: Keterangan :</p> <ul style="list-style-type: none"> Kapasitas tangki air di kaji station = 6000 bbls = 960.000 Liter Water Spray minimum = 2 Liter/ menit/m² (NFPA 15 par 4-4.3.1) <p>Perhitungan: Untuk tangki 10000 bbls Luas permukaan atas = $\frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} (3,14 \times 54^2) = 2289,06 \text{ ft}^2 = 697,9 \text{ m}^2$ Volume = Luas Permukaan x Tinggi = $2289,06 \times 24 = 54937,44 \text{ ft}^3 = 16749,2 \text{ m}^3$ Luas permukaan dinding = $(\pi \times D \times t) = 3,14 \times 54 \times 24 = 4069,44 = 1240,7 \text{ m}^2$ Kapasitas air untuk cooling = (Luas permukaan dinding x Water Spray Minimum Rate) = $1240,7 \times 2 = 2481,4 \text{ L/menit}$ Kapasitas air untuk cooling selama 10 menit = $10 \times 2481,4 = 24.814 \text{ L}$ → untuk 2 tangki 10000 bbls= 49628 L Kemampuan untuk cooling = lebih dari 150 %</p>											
3. Explosion Control (Pengendali ledakan)		0,84-0,98	1,00								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila ada sistem <i>explosion suppression</i> atau peralatan pengendali uap/peralatan untuk kondisi deflagration</td> <td>0,84</td> </tr> <tr> <td>Bila terdapat peralatan pelepas tekanan berlebih (<i>rupture/explosion-relieving vent</i>)</td> <td>0,98</td> </tr> </tbody> </table>		Kategori	Penalti	Bila ada sistem <i>explosion suppression</i> atau peralatan pengendali uap/peralatan untuk kondisi deflagration	0,84	Bila terdapat peralatan pelepas tekanan berlebih (<i>rupture/explosion-relieving vent</i>)	0,98				
Kategori	Penalti										
Bila ada sistem <i>explosion suppression</i> atau peralatan pengendali uap/peralatan untuk kondisi deflagration	0,84										
Bila terdapat peralatan pelepas tekanan berlebih (<i>rupture/explosion-relieving vent</i>)	0,98										
<p>Justifikasi Penalti: Tidak terdapat alat pengontrol tekanan berlebih pada tangki penyimpanan <i>crude oil</i>. Pengontrol tekanan dipasang pada saat proses di manifold berupa pressure safety valve yang berfungsi untuk mempertahankan tekanan dan apabila terjadi kelebihan tekanan maka dari PSV akan dibuang menuju flare.</p>											
4. Emergency Shutdown (Penghentian Darurat)		0,96-0,99	0,98								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila terdapat sistem reduksi atau sistem penyanggah yang dapat melakukan penghentian proses</td> <td>0,98</td> </tr> <tr> <td>Untuk peralatan berputar yang kritikal seperti pompa, turbin, dll, dengan alat deteksi getar bila hanya menghidupkan <i>alarm</i></td> <td>0,99</td> </tr> <tr> <td>Jika dapat menghentikan peralatan berputar</td> <td>0,96</td> </tr> </tbody> </table>		Kategori	Penalti	Bila terdapat sistem reduksi atau sistem penyanggah yang dapat melakukan penghentian proses	0,98	Untuk peralatan berputar yang kritikal seperti pompa, turbin, dll, dengan alat deteksi getar bila hanya menghidupkan <i>alarm</i>	0,99	Jika dapat menghentikan peralatan berputar	0,96		
Kategori	Penalti										
Bila terdapat sistem reduksi atau sistem penyanggah yang dapat melakukan penghentian proses	0,98										
Untuk peralatan berputar yang kritikal seperti pompa, turbin, dll, dengan alat deteksi getar bila hanya menghidupkan <i>alarm</i>	0,99										
Jika dapat menghentikan peralatan berputar	0,96										
<p>Justifikasi Penalti: Bila terjadi kondisi darurat pada unit proses terdapat <i>block valve</i> yang dapat dioperasikan secara manual untuk menutup valve yang menuju unit proses</p>											
5. Computer Control (Pengendali komputer)		0,93-0,98	0,99								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila operasional proses dilakukan secara manual</td> <td>0,99</td> </tr> </tbody> </table>		Kategori	Penalti	Bila operasional proses dilakukan secara manual	0,99						
Kategori	Penalti										
Bila operasional proses dilakukan secara manual	0,99										

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>crude oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 10000 bbls(ABJ- 407 & 408)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

Bila operasional proses dikendalikan dengan komputer dan memiliki "fail-safe" logic	0,97		
Bila terdapat salah satu dari <i>redundant/abort/back up</i> , pada sistem komputerisasi	0,93		

Justifikasi Penalti:

Terdapat sistem Scada pada operation room namun hanya berguna untuk memantau kapasitas dan tekanan pada unit proses tidak bisa melakukan operasional proses

6. Inert Gas

Kategori	Penalti
Bila peralatan proses yang berisi uap mudah terbakar dengan terus-menerus diisi gas <i>inert</i>	0,96
Bila sistem gas <i>inert</i> tersebut dapat beroperasi secara otomatis	0,94
Bila sistem gas <i>inert</i> beroperasi secara manual	0,96

0,94-0,96

1,00

Justifikasi Penalti:

Tidak ada penambahan gas inert pada tangki penyimpanan.

7. Operating Instruction (Procedure) (Prosedur atau instruksi operasi)

Kredit faktor ditentukan oleh persamaan: $1,00-X/150$, dimana X adalah penjumlahan kredit faktor dari prosedur kerja untuk kondisi-kondisi berikut ini:

- *Start up*, kredit faktor 0,5.
- *Routine shutdown*, kredit faktor 0,5.
- *Normal operating condition*, kredit faktor 0,5.
- *Turndown operation condition*, kredit faktor 0,5.
- *Standby running condition*, kredit faktor 0,5.
- *Upated operating condition*, kredit faktor 1,0.
- *Restarting shortly after a shutdown*, kredit faktor 1,0.
- *Restarting plant from a post maintenance condition*, kredit faktor 1,0.
- *Maintenance procedures*, kredit faktor 1,5.
- *Emergency shutdown*, kredit faktor 1,5.
- *Piping modification and addition*, kredit faktor 2,0.
- *Foreseeable abnormal fault situations*, kredit faktor 3,0.

Justifikasi Penalti:

Jenis sop yang ada adalah

Start up dan normal operating condition Prosedur pengoperasian tank 10.000 bbls Nomor:RMU/PRD-KJI/ SOP 0008

Maintenance procedures

Prosedur pengoperasian gauging dan smpling Nomor:RMU/PRD-KJI/ SOP 0015

Foreseeable abnormal fault situation

Prosedur keadaan darurat Nomor RMU-ASST/KJI-0001

SOP tata cara berkomunikasi melalui radio RMU/ICT/SOP-0004

Jumlah penalti

$0,5 + 0,5 + 1,5 + 3,0 = 5,5$

Kredit faktor ditentukan oleh persamaan: $1,00-X/150$, dimana X adalah penjumlahan kredit faktor dari prosedur kerja

$1,00- (5,5 /150) = 0,96$

8. Reactive Chemical Review (Tinjauan terhadap bahan kimia reaktif)

0,91,0,98

0,91

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>crude oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 10000 bbls(ABJ- 407 & 408)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

Kategori	Penalti		
Bila setiap proses baru atau yang sudah ada secara rutin dan konsisten dijalankan <i>program reactive chemical review</i> dan semuanya terdokumentasi dengan baik	0,91		
Bila tidak dilakukan secara konsisten	0,98		

Justifikasi Penalti:

Setiap adanya peralatan dilakukan tinjauan terhadap bahan kimia reaktif untuk menentukan disain yang sesuai

9. Other Process Hazard Analysis (Analisis Bahaya Proses yang lain) Pemberian kredit faktor berdasarkan analisis bahaya yang dilakukan pihak perusahaan	0,91-0,98	0,94																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Quantitative risk assessment (QRA)</i></td> <td>0,91</td> </tr> <tr> <td><i>Detailed consequence analysis</i></td> <td>0,93</td> </tr> <tr> <td><i>Fault tree analysis</i></td> <td>0,93</td> </tr> <tr> <td><i>Hazard and operability studies (HAZOPs)</i></td> <td>0,94</td> </tr> <tr> <td><i>Failures modes and effects analysis (FMEA)</i></td> <td>0,94</td> </tr> <tr> <td><i>Environmental, health, safety, and loss prevention review</i></td> <td>0,96</td> </tr> <tr> <td>"What if" studies</td> <td>0,96</td> </tr> <tr> <td><i>Check list evaluation</i></td> <td>0,98</td> </tr> <tr> <td><i>Management of change review</i></td> <td>0,98</td> </tr> <tr> <td>Jika perusahaan menerapkan lebih dari satu <i>hazard analysis</i>, maka nilai kredit faktor yang digunakan adalah nilai terkecil</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Penalti	<i>Quantitative risk assessment (QRA)</i>	0,91	<i>Detailed consequence analysis</i>	0,93	<i>Fault tree analysis</i>	0,93	<i>Hazard and operability studies (HAZOPs)</i>	0,94	<i>Failures modes and effects analysis (FMEA)</i>	0,94	<i>Environmental, health, safety, and loss prevention review</i>	0,96	"What if" studies	0,96	<i>Check list evaluation</i>	0,98	<i>Management of change review</i>	0,98	Jika perusahaan menerapkan lebih dari satu <i>hazard analysis</i> , maka nilai kredit faktor yang digunakan adalah nilai terkecil			
Kategori	Penalti																							
<i>Quantitative risk assessment (QRA)</i>	0,91																							
<i>Detailed consequence analysis</i>	0,93																							
<i>Fault tree analysis</i>	0,93																							
<i>Hazard and operability studies (HAZOPs)</i>	0,94																							
<i>Failures modes and effects analysis (FMEA)</i>	0,94																							
<i>Environmental, health, safety, and loss prevention review</i>	0,96																							
"What if" studies	0,96																							
<i>Check list evaluation</i>	0,98																							
<i>Management of change review</i>	0,98																							
Jika perusahaan menerapkan lebih dari satu <i>hazard analysis</i> , maka nilai kredit faktor yang digunakan adalah nilai terkecil																								

Justifikasi Penalti:

Perusahaan juga telah melakukan analisis risiko dengan metode lainnya berupa HAZOBs

PROCESS CONTROL CREDIT FACTOR (C1) (hasil perkalian semua faktor kredit yang digunakan)		0,76
---	--	------

MATERIAL ISOLATION CREDIT FACTOR (C2)	Range Faktor Kredit	Faktor Kredit yang digunakan
--	---------------------	------------------------------

*Jika tidak ada faktor kredit yang digunakan maka isi sel dengan 1,00

1. Remote Control Valves	0,96-0,98	1,00						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila unit proses dilengkapi dengan katub isolasi secara otomatis</td> <td>0,98</td> </tr> <tr> <td>Bila <i>valve</i> tersebut diuji coba setahun sekali</td> <td>0,96</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Penalti	Bila unit proses dilengkapi dengan katub isolasi secara otomatis	0,98	Bila <i>valve</i> tersebut diuji coba setahun sekali	0,96		
Kategori	Penalti							
Bila unit proses dilengkapi dengan katub isolasi secara otomatis	0,98							
Bila <i>valve</i> tersebut diuji coba setahun sekali	0,96							

Justifikasi Penalti:

Terdapat katub isolasi namun tidak dapat dikendalikan secara otomatis dan perlu operator untuk menjalankan katub isolasi pada keadaan darurat tertentu

2. Dump/ Blowdown	0,96-0,98	1,00				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila proses yang ada dilengkapi dengan tangki penampung <i>emergency</i> dan letaknya dekat dari</td> <td>0,98</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Penalti	Bila proses yang ada dilengkapi dengan tangki penampung <i>emergency</i> dan letaknya dekat dari	0,98		
Kategori	Penalti					
Bila proses yang ada dilengkapi dengan tangki penampung <i>emergency</i> dan letaknya dekat dari	0,98					

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>crude oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 10000 bbls(ABJ- 407 & 408)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

lokasi proses			
Bila proses yang ada dilengkapi dengan tangki penampung <i>emergency</i> dan letaknya jauh dari lokasi proses	0,96		
Bila <i>normal venting</i> berhubungn dengan <i>flare system</i>	0,98		

Justifikasi Penalti:

sistem *blowdown* yang ada adalah dengan menampung tumpahan minyak dalam bak container yang disebut *pit* dan kemudian akan dipompakan kembali minyak tumpahan ke dalam *wash tank*.

3. Drainage		0,91-0,97	0,91
Kategori	Penalti		
Bila terdapat <i>drainage</i> dengan kapasitas 110% dari tangki terbesar di area tersebut	0,91		
Bila kapasitas <i>drainage</i> 50% tangki terbesar	0,97		
Bila terdapat beberapa <i>drainage</i> dengan kapasitas <i>drainage</i> 50% tangki terbesar	0,95		

Justifikasi Penalti:

Terdapat sistem *blowdown* tangki dengan berupa tanggul untuk menanggulangi tumpahan dengan kapasitas 110 % kapasitas tangki. Hasil tumpahan kemudian akan dipompakan *wash tank*.

4. Interlock		0,98	1,00
Bila proses dilengkapi dengan sistem <i>interlock</i> agar laju material ke proses unit dapat dikendalikan penalti yang diberikan adalah 0,98			

Justifikasi Penalti:

Tidak ada sistem *interlock* yang dapat mengatur laju material. Laju material diatur secara manual

MATERIAL ISOLATION CREDIT FACTOR (C2) (hasil perkalian semua faktor kredit yang digunakan)			0,91
--	--	--	------

FIRE PROTECTION CREDIT FACTOR (C3)	Range Faktor Kredit	Faktor Kredit yang digunakan
*Jika tidak ada faktor kredit yang digunakan maka isi sel dengan 1,00		
1. Leak Detection	0,94-0,98	1,00
Kategori	Penalti	
Bila detektor gas hanya berfungsi untuk membunyikan <i>alarm</i>	0,98	
Bila detektor gas berhubungan dengan sistem yang mampu mencegah terbentuknya LEL	0,94	
Justifikasi Penalti:		
Tidak terdapat pendeteksi gas disekitar area proses sehingga diberikan penalti 1,00		
2. Structural Steel	0,95-0,98	1,00
Kategori	Penalti	
Bila <i>fireproofing</i> diaplikasikan pada semua <i>load-bearing steel</i> dengan ketinggian minimum 5 meter	0,98	
Bila <i>fireproofing</i> diaplikasikan pada semua <i>load-bearing steel</i> dengan ketinggian lebih dari 5 meter dan kurang dari 10 meter, kredit faktor	0,97	

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>crude oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 10000 bbls(ABJ- 407 & 408)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

Bila <i>fireproofing</i> diaplikasikan pada semua <i>load-bearing steel</i> dengan ketinggian lebih dari 10 meter	0,95		
---	------	--	--

Justifikasi Penalti:

Tidak terdapat *fireproofing* pada dinding tangki *crude oil*

3. Fire Water Supply

Kategori	Penalti
Bila tekanan air sama atau lebih dari 100 psig	0,94
Bila tekanan air kurang dari 100 psig	0,97

0,94-0,97

0,94

Justifikasi Penalti:

Tekanan air pompa: 150 psig

4. Special System

Bila terdapat *blast walls*, CO2, *smoke and flame detector*, atau halon dalam unit proses yang dianalisis maka diberikan penalti 0,91

0,91

0,91

Justifikasi Penalti:

Terdapat alat *flame arrestor* yang terpasang pada ujung tangki dan berfungsi untuk meredam jika ada percikan bola api seperti saat terjadi petir.

5. Sprinkler System

Kategori	Penalti			
Bila sistem <i>deluge</i> terdapat pada unit proses	0,97			
Bila sistem terpasang <i>wet/dry sprinkler</i> maka kredit faktornya sebagai berikut:				
Occupancy	Design	Credit Factor		
	gpm/ft ²	lpm/m ²	Wet pipe	Dry Pipe
Light	0,15-	6,11-	0,87	0,87
	0,20	8,15		
Ordinary	0,21-	8,56-	0,81	0,84
	0,34	13,8		
Extra Hazard	≥0,35	≥14,3	0,74	0,81

Jika area yang menggunakan sistem tersebut lebih luas dari 929 m², maka kredit faktor yang diperoleh dari tabel diatas dikalikan dengan faktor koreksi sebagai berikut:

- Area > 10.000 ft² (929 m²) = 1,06
- Area > 20.000 ft² (1.858 m²) = 1,09
- Area > 30.000 ft² (2.787 m²) = 1,12

1,00

Justifikasi Penalti:

Tidak terdapat sistem *sprinkler* pada unit proses

6. Water Curtains

Kategori	Penalti
Bila <i>nozzle</i> pertama untuk <i>water curtains</i> dengan elevasi ketinggian mencapai 5 meter	0,98
Bila <i>nozzle</i> kedua untuk <i>water curtains</i> dengan	0,97

0,97-0,98

0,97

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>crude oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 10000 bbls(ABJ- 407 & 408)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

elevasi ketinggian 2 meter lebih tinggi dari <i>nozzle</i> pertama			
--	--	--	--

Justifikasi Penalti:

Item ini mendapatkan nilai penalti sebesar 0,97 karena disekitar tangki penyimpanan *crude oil* terdapat beberapa *monitor gan*. *Monitor gan* yang terdekat mampu menembakkan air hingga ketinggian melebihi ketinggian tangki timbun.

7. Foam

Kategori	Penalti
Bila sistem <i>deluge</i> dilengkapi dengan <i>foam</i> yang dapat dioperasikan secara manual dari <i>control station</i>	0,94
Bila sistem <i>foam</i> beroperasi secara otomatis	0,92
Bila unit proses dengan <i>floating roof</i> dilengkapi juga dengan sistem <i>foam</i>	0,97
Bila unit proses dengan <i>floating roof</i> dilengkapi juga dengan sistem <i>foam</i> dan ada <i>fire detector</i>	0,94
Bila <i>storage</i> dengan <i>cone roof</i> dan dilengkapi dengan sistem <i>foam</i>	0,95
Bila dinding luar tangki dipasang sistem <i>foam</i> dengan sistem operasionalnya manual	0,95
Bila dinding luar tangki dipasang sistem <i>foam</i> dengan sistem operasionalnya secara otomatis	0,94

0,92-0,97

0,94

Justifikasi Penalti:

Terdapat sistem *deluge* yang dapat memasukkan langsung *foam* kedalam tangki dalam keadaan darurat kebakaran.

8. Hand Extinguishers/Monitors

Kategori	Penalti
Bila tersedia <i>fire extinguisher</i> di sekitar unit proses	0,98
Bila terdapat <i>monitor gun</i> di sekitar unit proses	0,97
Bila pemasangan <i>monitor gun</i> sesuai dan aman	0,95
Bila <i>monitor gun</i> terhubung dengan sistem injeksi yang berisi <i>foam</i>	0,93

0,93-0,98

0,95

Justifikasi Penalti:

Tersedia alat pemadam api ringan maupun alat pemadam api besar di sekitar unit proses selain itu dilengkapi juga dengan beberapa *monitor gan*

9. Cable Protection

Kategori	Penalti
Bila menggunakan bahan logam dengan ukuran 14-16 <i>gauge</i> dengan dilengkapi <i>water spray</i> di atasnya	0,98
Bila menggunakan bahan <i>fireproofing</i> dengan dilengkapi <i>water spray</i> di atasnya	0,98
Bila menggunakan bahan di bawah <i>grade</i> yang diharuskan	0,94

0,94-0,98

0,94

Justifikasi Penalti:

Sistem perkabelan diletakkan di atas tanah dengan dilindungi oleh bahan logam *fireproofing*.

FIRE PROTECTION CREDIT FACTOR (C3)

(hasil perkalian semua faktor kredit yang digunakan)

0,70

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>crude oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 10000 bbls(ABJ- 407 & 408)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

LOSS CONTROL CREDIT FACTOR (LCCF) (LCCF= C1 x C2 X C3)	0,48
--	------

ACTUAL MAXIMUM PROBABLE PROPERTY DAMAGE Nilai kerugian yang sebenarnya = Base MPPD x LCCF)	Rp. 475. 701. 716, 2
Justifikasi penilaian nilai kerugian yang sebenarnya: Nilai kerugian dasar x faktor pengurang nilai kerugian Nilai Kerugian sebenarnya 10.000 bbls A (ABJ-407 dan ABJ- 408) = Rp. 991.045.242 x 0,48 = Rp. 475. 701. 716, 2 = \$ 55.859, 76	

MAXIMUM PROBABLE DAYS OUTAGE (MPDO)	6 hari
Catatan: Hari Kerja yang hilang dihitung dengan ketentuan sebagai berikut; Jika diketahui data mengenai kemampuan perusahaan untuk memperbaiki kerusakan dan memulai operasi normal maka lamanya hari yang hilang. bisa diketahui dengan menggunakan tiga persamaan berikut ini: <ul style="list-style-type: none"> • Untuk peralatan yang sulit diperbaiki (<i>upper 70% probability</i>) $\text{Log}(Y) = 1, 550233 + 0,598416 \times \text{Log}(X/10^6)$ • Untuk peralatan yang tidak terlalu sulit diperbaiki (normal) $\text{Log}(Y) = 1, 325132 + 0,592471 \times \text{Log}(X/10^6)$ • Untuk peralatan yang mudah diperbaiki (<i>lower 70% probability</i>) $\text{Log}(Y) = 1, 045515 + 0,610426 \times \text{Log}(X/10^6)$ Y adalah nilai kerugian yang sebenarnya sedangkan X adalah hari kerja yang hilang.	
Justifikasi penentuan nilai MPDO: Untuk tangki ABJ-407 dan 408 $\text{Log}(Y) = 1,550233 + 0,598416 \times \text{Log}(\$ 43.821, 36 / 10^6)$ = 0,74 $Y = 5, 46$ (dibulatkan menjadi 6 hari)	

BUSINESS INTERUPTION (Nilai kerugian akibat terhentinya bisnis = MPDO x (VPM/30) x 0,70)	Rp. 26.963.318.320
Catatan: <ul style="list-style-type: none"> • VPM adalah nilai produksi selama satu bulan (<i>value of production of the month</i>) 0,70 adalah faktor pengali untuk <i>fixed cost and profit</i> (30% dari nilai total produksi selama satu bulan) 	
Justifikasi penentuan nilai interupsi bisnis: Interupsi bisnis Jumlah Produksi Harian :16.000/barel/ hari Jumlah produksi tangki 10.000 bbls : 10.000/25.000 x 16.000 bbls = 6400 bbls Nilai Produksi harian \$ 753.856 Interupsi Bisnis = 6 x \$ 753.856 x 0,70 = \$ 3.166.195,2 = Rp. 26.963.318.320	



LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>Crude Oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 5000 bbls (ABJ-406)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

MATERIAL FACTOR Nf Crude oil = 3 Nr Crude Oil = 0	16
---	----

GENERAL PROCESS HAZARD	Range Penalti	Penalti yang digunakan										
*Jika tidak ada penalti yang digunakan maka isi dengan 0,00												
Base Factor	1,00	1,00										
A. Reaksi Eksotermis (Khusus untuk reaksi kimia dalam reaktor)	0,30-1,25	0,00										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Eksotermis ringan, mis: hidrogenasi, hidrolisis, isomerasi, sulfonasi, netralisasi, dll</td> <td>0,30</td> </tr> <tr> <td>Eksotermis menengah, mis: alkalisasi, esterifikasi, oksidasi, polimerasi, kondensasi, dll</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>Eksotermis kritis, mis: Halogenasi</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td>Eksotermis sensitif, mis: Nitrasasi</td> <td>1,25</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Penalti	Eksotermis ringan, mis: hidrogenasi, hidrolisis, isomerasi, sulfonasi, netralisasi, dll	0,30	Eksotermis menengah, mis: alkalisasi, esterifikasi, oksidasi, polimerasi, kondensasi, dll	0,50	Eksotermis kritis, mis: Halogenasi	1,00	Eksotermis sensitif, mis: Nitrasasi	1,25		
Kategori	Penalti											
Eksotermis ringan, mis: hidrogenasi, hidrolisis, isomerasi, sulfonasi, netralisasi, dll	0,30											
Eksotermis menengah, mis: alkalisasi, esterifikasi, oksidasi, polimerasi, kondensasi, dll	0,50											
Eksotermis kritis, mis: Halogenasi	1,00											
Eksotermis sensitif, mis: Nitrasasi	1,25											
Justifikasi Penalti: Tidak ada penalti (0,00) karena unit proses merupakan tangki timbun yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara sehingga tidak terdapat reaksi eksotermis di dalam tangki timbun. Yang ada hanyalah reaksi gravitasi settling berdasarkan waktu tinggal yang memisahkan sisa air yang mungkin terbawa												
B. Reaksi Endotermis (khusus untuk reaktor)	0,20-0,40	0,00										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Terjadi proses endotermis</td> <td>0,20</td> </tr> <tr> <td>Input energi berasal dari pembakaran bahan bakar padat, cair, atau gas, mis: kalsinasi</td> <td>0,40</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Penalti	Terjadi proses endotermis	0,20	Input energi berasal dari pembakaran bahan bakar padat, cair, atau gas, mis: kalsinasi	0,40						
Kategori	Penalti											
Terjadi proses endotermis	0,20											
Input energi berasal dari pembakaran bahan bakar padat, cair, atau gas, mis: kalsinasi	0,40											
Justifikasi Penalti: Tidak ada penalti karena unit proses merupakan tangki timbun berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara sehingga tidak terdapat reaksi endotermis												
C. Pemindahan dan Penanganan Material	0,25-1,05	0,85										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bongkar muat <i>flammable material</i> kelas I atau LPG</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>Bila pemasukan udara dalam operasi penuangan material ke dalam centrifuge, reaktor, mixer dapat menimbulkan kebakaran</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>Untuk gudang atau lapangan penyimpanan <ul style="list-style-type: none"> Flammable liquid atau gases dengan Nf= 3 atau 4 yang disimpan dalam drum, silinder, atau kaleng aerosol Combustible solids dengan Nf=3 Combustible Solids dengan Nf= 2 Combustible liquid dengan titik nyala lebih dari 37, 80C (100oF) dan kurang dari 60oC (140oF) Bila material tersebut disimpan pada rak-rak tanpa dilindungi sprinkler, tambahkan 0,20 pada penalti. </td> <td>0,85</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Penalti	Bongkar muat <i>flammable material</i> kelas I atau LPG	0,50	Bila pemasukan udara dalam operasi penuangan material ke dalam centrifuge, reaktor, mixer dapat menimbulkan kebakaran	0,50	Untuk gudang atau lapangan penyimpanan <ul style="list-style-type: none"> Flammable liquid atau gases dengan Nf= 3 atau 4 yang disimpan dalam drum, silinder, atau kaleng aerosol Combustible solids dengan Nf=3 Combustible Solids dengan Nf= 2 Combustible liquid dengan titik nyala lebih dari 37, 80C (100oF) dan kurang dari 60oC (140oF) Bila material tersebut disimpan pada rak-rak tanpa dilindungi sprinkler, tambahkan 0,20 pada penalti.	0,85				
Kategori	Penalti											
Bongkar muat <i>flammable material</i> kelas I atau LPG	0,50											
Bila pemasukan udara dalam operasi penuangan material ke dalam centrifuge, reaktor, mixer dapat menimbulkan kebakaran	0,50											
Untuk gudang atau lapangan penyimpanan <ul style="list-style-type: none"> Flammable liquid atau gases dengan Nf= 3 atau 4 yang disimpan dalam drum, silinder, atau kaleng aerosol Combustible solids dengan Nf=3 Combustible Solids dengan Nf= 2 Combustible liquid dengan titik nyala lebih dari 37, 80C (100oF) dan kurang dari 60oC (140oF) Bila material tersebut disimpan pada rak-rak tanpa dilindungi sprinkler, tambahkan 0,20 pada penalti.	0,85											

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>Crude Oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station storage tank 5000 bbls (ABJ-406)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

Justifikasi Penalti: Mendapat penalti 0,85 karena unit proses merupakan tangki timbun atau tempat penyimpanan berbentuk silinder dengan tipe bolted tank yang berisi <i>crude oil</i> yang tergolong sebagai flammable liquid dengan $N_f=3$.																
D. Unit Proses Tertutup Tertutup: area tersebut memiliki atap dengan tiga sisi dinding atau lebih, atau tidak memiliki atap namun semua sisi dinding tertutup. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila terdapat dust collector dalam ruangan</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>Bila terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik nyalanya dengan volume cairan ≤ 10.000 lb (sekitar 1.000 galon)</td> <td>0,30</td> </tr> <tr> <td>Bila terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik nyalanya dengan volume cairan > 10.000 lb (Sekitar 1000 galon)</td> <td>0,45</td> </tr> <tr> <td>Terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik didihnya dengan volume cairan ≤ 10.000 lb (sekitar 1.000 galon)</td> <td>0,60</td> </tr> <tr> <td>Bila terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik didihnya dengan volume cairan > 10.000 lb (Sekitar 1000 galon)</td> <td>0,90</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Bila terdapat ventilasi mekanis dan dapat berfungsi dengan baik maka nilai penaltinya dikurangi 50%.</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Penalti	Bila terdapat dust collector dalam ruangan	0,50	Bila terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik nyalanya dengan volume cairan ≤ 10.000 lb (sekitar 1.000 galon)	0,30	Bila terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik nyalanya dengan volume cairan > 10.000 lb (Sekitar 1000 galon)	0,45	Terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik didihnya dengan volume cairan ≤ 10.000 lb (sekitar 1.000 galon)	0,60	Bila terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik didihnya dengan volume cairan > 10.000 lb (Sekitar 1000 galon)	0,90	Bila terdapat ventilasi mekanis dan dapat berfungsi dengan baik maka nilai penaltinya dikurangi 50%.		0,25-0,90	0,00
Kategori	Penalti															
Bila terdapat dust collector dalam ruangan	0,50															
Bila terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik nyalanya dengan volume cairan ≤ 10.000 lb (sekitar 1.000 galon)	0,30															
Bila terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik nyalanya dengan volume cairan > 10.000 lb (Sekitar 1000 galon)	0,45															
Terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik didihnya dengan volume cairan ≤ 10.000 lb (sekitar 1.000 galon)	0,60															
Bila terdapat flammable liquid dengan temperatur di atas titik didihnya dengan volume cairan > 10.000 lb (Sekitar 1000 galon)	0,90															
Bila terdapat ventilasi mekanis dan dapat berfungsi dengan baik maka nilai penaltinya dikurangi 50%.																
Justifikasi penalti:																
E. Akses (jalan) Untuk proses operasi pemadaman membutuhkan jalur akses menuju unit proses minimal 2 buah. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Jika luas area proses lebih dari 925 m^2 (10.000 ft^2) dan akses kurang dari 2 buah (tanpa minimal akses)</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td>Jika luas area penyimpanan (<i>warehouse</i>) lebih dari 2.312 m^2 (25.000 ft^2) dan akses kurang dari 2 buah (tanpa minimal akses)</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Jika luas area kurang dari yang disebutkan di atas, maka nilai penalti yang diberikan adalah 0,20</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Penalti	Jika luas area proses lebih dari 925 m^2 (10.000 ft^2) dan akses kurang dari 2 buah (tanpa minimal akses)	0,35	Jika luas area penyimpanan (<i>warehouse</i>) lebih dari 2.312 m^2 (25.000 ft^2) dan akses kurang dari 2 buah (tanpa minimal akses)	0,35	Jika luas area kurang dari yang disebutkan di atas, maka nilai penalti yang diberikan adalah 0,20		0,20-0,35	0,00						
Kategori	Penalti															
Jika luas area proses lebih dari 925 m^2 (10.000 ft^2) dan akses kurang dari 2 buah (tanpa minimal akses)	0,35															
Jika luas area penyimpanan (<i>warehouse</i>) lebih dari 2.312 m^2 (25.000 ft^2) dan akses kurang dari 2 buah (tanpa minimal akses)	0,35															
Jika luas area kurang dari yang disebutkan di atas, maka nilai penalti yang diberikan adalah 0,20																
Justifikasi penalti: Diameter tangki: 38 feet Luas permukaan bawah tangki: $\frac{1}{4} (3,14 \times D^2) = \frac{1}{4} (3,14 \times 38^2)$ $= 1133,54 \text{ ft}^2 = 345,6 \text{ m}^2$ Tidak diberikan penalti pada <i>item</i> ini karena terdapat dua akses menuju tangki																
F. Sistem drainase dan pengendalian tumpahan Dalam <i>item</i> ini penalti diberikan jika titik nyala kurang dari 140°F, atau material yang diproses dengan titik nyala di atas titik nyalanya <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila terdapat tanggul di sekeliling area proses untuk mengantisipasi tumpahan</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>Bila disekitar unit proses tanah datar sehingga</td> <td>0,50</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Penalti	Bila terdapat tanggul di sekeliling area proses untuk mengantisipasi tumpahan	0,50	Bila disekitar unit proses tanah datar sehingga	0,50	0,25-0,50	0,50								
Kategori	Penalti															
Bila terdapat tanggul di sekeliling area proses untuk mengantisipasi tumpahan	0,50															
Bila disekitar unit proses tanah datar sehingga	0,50															

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>Crude Oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 5000 bbls (ABJ-406)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

tumpahan dapat menyebar			
Terdapat tanggul yang mengelilingi unit proses di desain dengan menutup tiga sisi dan satu sisi lainnya dibuka agar dapat mengalirkan tumpahan ke arah drainase, dan kriteria sebagai berikut: <ul style="list-style-type: none"> • Kemiringan permukaan area minimal 2% untuk permukaan tanah biasa dan 1% untuk permukaan tanah yang diperkeras. • Jarak peralatan ke saluran drainase minimal 50 ft (15 m) • Kolam penampung berkapasitas minimal 10% dari volume tangki nomor dua terbesar. 	0,00		
Dari ketiga syarat di atas hanya sebagian yang terpenuhi		0,25	
jarak kolam penampung dengan jalur perpipaan tidak memenuhi standar		0,50	
Justifikasi penalti: Terdapat tanggul yang berfungsi untuk mengatasi kemungkinan terjadinya tumpahan pada <i>storage tank</i> sehingga diberikan penalti sebesar 0,50			
General Process Hazard Factor (F1) (Penjumlahan base factor dan penalti-penalti)			2,35

Special Process Hazard	Range penalti	Penalti yang digunakan
*Jika tidak ada penalti yang digunakan maka isi dengan 0,00		
Base Factor	1,00	1,00
A. Material Beracun Penalti= 0,20 x Nh Material	0,00-0,80	0,20
Justifikasi Penalti: Crude Oil memiliki Nh=1 Penalti untuk daerah beracun = 0,20 x 1 = 0,20		
B. Tekanan Bawah Atmosfir (< 500 mmHg) Bila tekanan proses kurang dari 500 mmHG maka penalti yang diberikan adalah 0,50 (bila penalti ini digunakan maka butir C dan Butir E tidak perlu diisi)	0,50	0,00
Justifikasi Penalti: Tekanan operasi pada <i>storage tank</i> adalah tekanan udara atmosferic normal yakni 1 atm atau sebesar 720 mmHg sehingga tidak diberikan penalti pada <i>item</i> ini.		
C. Temperatur operasi pada/ dekat flammable range	0,30-0,80	0,50
Kategori	Penalti	
menyimpan flammable liquid (dengan Nf = 3 atau 4) dimana udara dapat masuk akibat pemompaan/pendinginan mendadak (termasuk bila terdapat <i>open vent/cairan combustible</i> di atas <i>flash point</i> tanpa sistem <i>inert</i>)	0,50	
Bila cairan yang disimpan berada pada/mendekati LEL dimana ada kemungkinan terjadinya <i>failure</i> pada sistem instrumentasi proteksinya/sistem proteksinya	0,30	

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>Crude Oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 5000 bbls (ABJ-406)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

Bila proses yang berlangsung selalu berada pada <i>range</i> LEL akan tetapi tidak dilengkapi dengan <i>purguing line</i>	0,80		
---	------	--	--

Justifikasi Penalti:
Storage tank menyimpan material crude oil yang memiliki $N_f = 3$ dan terdapat proses gravitasi settling yang berfungsi untuk memisahkan sisa air yang terbawa berdasarkan waktu tinggal dan proses penyaluran hasil minyak dengan menggunakan sistem perpipaan pada saat pengisian crude oil kedalam tangki, material yang masuk tersebut akan mendorong uap diatasnya yang menyebabkan semakin tinggi cairan maka ruang uap semakin sedikit, sebagian uap akan keluar melalui lubang vent. Sedangkan pada saat crude oil keluar dari tangki, cairan akan menurun sehingga ruang uap bertambah besar yang memungkinkan udara/ oksigen masuk kedalam tangki. Sehingga berdasarkan hal tersebut, maka mendapat penalti sebesar 0,50

D. Ledakan Debu Ledakan debu tergantung pada ukuran butiran debu yang diukur dengan <i>Tyler Mesh Size</i> .	0,125-2,00	0,00																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ukuran Partikel (mikron)</th> <th>Tyler Mesh Size</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>175+</td> <td>60-80</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>150-175</td> <td>80-100</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>100-150</td> <td>100-150</td> <td>0,75</td> </tr> <tr> <td>75-100</td> <td>150-200</td> <td>1,25</td> </tr> <tr> <td><75</td> <td>>200</td> <td>2,00</td> </tr> </tbody> </table> <p>*Kurangi 50 % jika terdapat inert gas</p>	Ukuran Partikel (mikron)	Tyler Mesh Size	Penalti	175+	60-80	0,25	150-175	80-100	0,50	100-150	100-150	0,75	75-100	150-200	1,25	<75	>200	2,00		
Ukuran Partikel (mikron)	Tyler Mesh Size	Penalti																		
175+	60-80	0,25																		
150-175	80-100	0,50																		
100-150	100-150	0,75																		
75-100	150-200	1,25																		
<75	>200	2,00																		

Justifikasi Penalti:
 proses unit merupakan tangki timbun yang berisi flammable material sehingga tidak berhubungan dengan padatan yang mudah terbakar dan tidak terdapat aktivitas *transferring, blending, grinding, barging* pada tangki timbun yang dapat menghasilkan debu sehingga tidak diberikan penalti.

E. Tekanan Pelepasan Penalti ditentukan dengan cara sebagai berikut: <ul style="list-style-type: none"> Untuk unit proses yang menyimpan cairan dengan <i>flash point</i> dengan flash point di bawah 140°F. Penalti ditentukan dengan persamaan: $\text{Penalti} = 0,16109 + 1,61503P/1000 - 1,42879(P/1000)^2 + 0,5172(P/1000)^3$ Dimana P adalah tekanan operasi. Bila materialnya sangat kental, seperti <i>tars, bitumen, heavy lubricating oil</i>, aspal, dll. Nilai penalti akhir dikalikan 0,70 Bila gas bertekanan (<i>alone</i>) atau cairan mudah terbakar (<i>flammable</i>) ditekan hingga di atas 15 psig (103 kPa), nilai penalti akhir dikalikan 1,2 Bila LPG/semua cairan mudah terbakar (<i>liquid flammable</i>) yang disimpan diatas nilai titik didihnya, nilai penalti akhir dikalikan 1,3 	0,20-0,35	0,16
---	-----------	------

Justifikasi Penalti:
 Tekanan operasi: 1 atm (14,7 Psia/ 0 Psig)
 Jenis material yang disimpan adalah crude oil yang tergolong dalam *flammable material* dengan *flash point* dengan flash point di bawah 140 F. Penalti ditentukan dengan persamaan:

$$\text{Penalti} = 0,16109 + 1,61503P/1000 - 1,42879(P/1000)^2 + 0,5172(P/1000)^3$$
 Dimana $P = 0$ psig

$$= 0,16109 + 1,61504(0/1000) - 1,42879(0/1000)^2 + 0,5172(0/1000)^3$$

$$= 0,16109$$

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>Crude Oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 5000 bbls (ABJ-406)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

F. Temperatur rendah Hanya berlaku jika suhu operasi pada unit proses di bawah 50°F	0,20-0,30	0,00						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Proses menggunakan konstruksi baja</td> <td>0,30</td> </tr> <tr> <td>Jika bahan yang digunakan selain konstruksi baja</td> <td>0,20</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Penalti	Proses menggunakan konstruksi baja	0,30	Jika bahan yang digunakan selain konstruksi baja	0,20		
Kategori	Penalti							
Proses menggunakan konstruksi baja	0,30							
Jika bahan yang digunakan selain konstruksi baja	0,20							

Justifikasi Penalti:
Temperatur proses pada *storage tank* adalah 120°F sehingga tidak diberikan penalti pada *item* ini.

G. Jumlah material Penalti ditentukan dengan memilih salah satu dari tiga kategori di bawah ini: 1. Cairan atau gas dalam proses Penalti ini diaplakasikan hanya untuk material: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Flammable</i> dan <i>combustible liquid</i> dengan titik nyala <140°F • <i>Flammable gases</i> dan <i>liquifield flammable gases</i> • <i>Combustible liquids</i> dengan titik nyala >140°F • <i>Reactive chemicals</i> (Nr = 2, 3, atau 4) Penalti ditentukan dengan persamaan: $\text{Log } Y = 0,17179 + 0,42988 (\text{Log } X) - 0,37244 (\text{Log } X)^2 + 0,17712 (\text{Log } X)^3 - 0,029984 (\text{Log } X)^4$ 2. Cairan atau gas dalam tempat penimbunan (diluar area proses) Penalti ini ditentukan dengan memilih salah satu dari tiga kategori di bawah ini: <ul style="list-style-type: none"> • Liquefied gas $\text{Log } Y = -0,289069 + 0,472171 (\text{Log } X) - 0,074585 (\text{Log } X)^2 - 0,018641 (\text{Log } X)^3$ • Class I Flammable liquids $\text{Log } Y = -0,403115 + 0,378703 (\text{Log } X) - 0,046402 (\text{Log } X)^2 - 0,015379 (\text{Log } X)^3$ • Class combustible liquids $\text{Log } Y = -0,558394 + 0,363321 (\text{Log } X) - 0,046402 (\text{Log } X)^2 - 0,015379 (\text{Log } X)^3$ 3. Combustible solids dalam penimbunan atau debu dalam proses Penalti ditentukan dengan persamaan: <ul style="list-style-type: none"> • Material dengan densitas kurang dari 10 lb/ft³ (160,2 kg/m³) $\text{Log } Y = 0,280423 + 0,459926 (\text{Log } X) - 0,28291 (\text{Log } X)^2 + 0,066218 (\text{Log } X)^3$ • Material dengan densitas lebih dari 10 lb/ft³ (160,2 kg/m³) $\text{Log } Y = -0,358311 + 0,459926 (\text{Log } X) - 0,141022 (\text{Log } X)^2 + 0,02276 (\text{Log } X)^3$ Dimana Y adalah penalti dan X adalah total energi massa dalam proses (BTU x 10 ⁹)		0,9
---	--	-----

Justifikasi Penalti:

Volume bersih: 5000 barel = 800.000 liter

Massa Jenis *Crude Oil* = 0,87 KG/ Liter

Massa ; Massa Jenis x Volume bersih = 800.000 x 0,87

= 696.000 kg (1 kg =2,2046 lb)

= 1.534.401, 6 lb

Crude Oil memiliki energi (Hc) = 21,3 x 10³

Total energi dalam Tangki = 1.534.401, 6 x 21,3 x 10³

= 32.682.754,08 x 10³ = 32,68 x 10⁹ → BTU= 32, 68

Karena *storage tank* berada diluar area proses dan berisi *flammable material* class I maka rumus

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>Crude Oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 5000 bbls (ABJ-406)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} \text{Log } Y &= -0,403115 + 0,378703 (\text{Log } X) - 0,046402 (\text{Log } X)^2 - 0,015379 (\text{Log } X)^3 \\ &= -0,403115 + 0,378703 (\text{Log } 32,68) - 0,046402 (\text{Log } (32,68)^2) - 0,015379 (\text{Log } (32,68)^3) \\ &= -0,04 \\ Y &= 0,9 \end{aligned}$$

H. Korosi dan Erosi		0,10-0,75	0,20												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila laju korosi <0,127 mm/tahun</td> <td>0,10</td> </tr> <tr> <td>Bila laju korosi >0,127 mm/tahun, tetapi <0,254 mm/tahun</td> <td>0,20</td> </tr> <tr> <td>Bila laju korosi >0,254 mm/tahun</td> <td>0,50</td> </tr> <tr> <td>Bila terjadi <i>Stress-Corrosion Cracking</i> (SCC) yakni terdapat risiko retak akibat korosi. Hal ini dapat terjadi pada area proses yang terkontaminasi uap klorin dalam waktu lama</td> <td>0,75</td> </tr> <tr> <td>Terdapat pemasangan lining (pelapisan) untuk menghindari korosi</td> <td>0,20</td> </tr> </tbody> </table>		Kategori	Penalti	Bila laju korosi <0,127 mm/tahun	0,10	Bila laju korosi >0,127 mm/tahun, tetapi <0,254 mm/tahun	0,20	Bila laju korosi >0,254 mm/tahun	0,50	Bila terjadi <i>Stress-Corrosion Cracking</i> (SCC) yakni terdapat risiko retak akibat korosi. Hal ini dapat terjadi pada area proses yang terkontaminasi uap klorin dalam waktu lama	0,75	Terdapat pemasangan lining (pelapisan) untuk menghindari korosi	0,20		
Kategori	Penalti														
Bila laju korosi <0,127 mm/tahun	0,10														
Bila laju korosi >0,127 mm/tahun, tetapi <0,254 mm/tahun	0,20														
Bila laju korosi >0,254 mm/tahun	0,50														
Bila terjadi <i>Stress-Corrosion Cracking</i> (SCC) yakni terdapat risiko retak akibat korosi. Hal ini dapat terjadi pada area proses yang terkontaminasi uap klorin dalam waktu lama	0,75														
Terdapat pemasangan lining (pelapisan) untuk menghindari korosi	0,20														
Justifikasi Penalti:															
Mendapat penalti 0,20 karena dilakukan pelapisan dengan pengecatan pada plat luar dan dalam tangki.															
I. Kebocoran		0,10-1,50	0,10												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Jika kemungkinan terjadinya kebocoran minim pada <i>gland packing</i> pompa</td> <td>0,10</td> </tr> <tr> <td>Kemungkinan terjadinya kebocoran reguler pada pompa, <i>compressor</i>, dan sambungan <i>flange</i>.</td> <td>0,30</td> </tr> <tr> <td>Jika terjadi siklus panas dan tekanan</td> <td>0,30</td> </tr> <tr> <td>Bila bahan yang diproses memberikan sifat <i>abrasive</i> pada <i>seal/packing</i></td> <td>0,40</td> </tr> <tr> <td>Bila terdapat kaca indikator dalam proses unit</td> <td>1,50</td> </tr> </tbody> </table>		Kategori	Penalti	Jika kemungkinan terjadinya kebocoran minim pada <i>gland packing</i> pompa	0,10	Kemungkinan terjadinya kebocoran reguler pada pompa, <i>compressor</i> , dan sambungan <i>flange</i> .	0,30	Jika terjadi siklus panas dan tekanan	0,30	Bila bahan yang diproses memberikan sifat <i>abrasive</i> pada <i>seal/packing</i>	0,40	Bila terdapat kaca indikator dalam proses unit	1,50		
Kategori	Penalti														
Jika kemungkinan terjadinya kebocoran minim pada <i>gland packing</i> pompa	0,10														
Kemungkinan terjadinya kebocoran reguler pada pompa, <i>compressor</i> , dan sambungan <i>flange</i> .	0,30														
Jika terjadi siklus panas dan tekanan	0,30														
Bila bahan yang diproses memberikan sifat <i>abrasive</i> pada <i>seal/packing</i>	0,40														
Bila terdapat kaca indikator dalam proses unit	1,50														
Justifikasi Penalti:															
Karena unit proses dapat dipantau dari ruang operator sehingga kemungkinan terjadinya kebocoran sangatlah minim.															
J. Penggunaan alat pembakar			0,00												
<p>Material yang diproses di atas titik nyalanya dan untuk combustible dust. Penalti ditentukan dengan persamaan: $\text{Log } Y = -3,3243(X/210) + 3,75127 (X/210)^2 - 1,42523 (X/210)^3$ Dimana Y adalah penalti dan X adalah jarak dari titik kebocoran dalam unit proses sampai ke tempat masuknya udara ke peralatan pembakar (ft)</p> <p>Material yang diproses di atas titik didihnya. Penalti ditentukan dengan persamaan: $\text{Log } Y = -0,3745 (X/210) - 2,70212 (X/210)^2 + 2,009171 (X/210)^3$ Dimana Y adalah penalti dan X adalah jarak dari titik kebocoran dalam unit proses sampai ke</p>															

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>Crude Oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 5000 bbls (ABJ-406)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

tempat masuknya udara ke peralatan pembakar (ft)			
Pembakar merupakan pemanas <i>flammable</i> atau <i>combustible material</i> (walaupun material tidak dipanaskan sampai titik nyalanya)	1,00		
Bila peralatan pembakar merupakan <i>pressure burner</i> maka penalti di atas dik urangi sebanyak 50 %			

Justifikasi Penalti:

Tidak ada peralatan pemabakaran pada unit proses

K. Sistem Pertukaran minyak panas

Penalti hanya diberikan pada *combustible liquid* atau non *combustible liquid* yang dioperasikan diatas titik nyalanya

Kuantitas galon (m ³)	Penalti	
	Diatas titik nyalanya	Pada atau diatas titik didiknya
<5.000 (<13,9)	0,15	0,25
5.000 to 10.000 (18,9 to 37,9)	0,30	0,45
10.000 to 25.000 (37,9 to 94,6)	0,50	0,75
>25.000 (94,6)	0,75	1,15

0,15-1,15

0,00

Justifikasi Penalti:

Crude oil bukan merupakan *combustible liquid* melainkan *flammable liquid* karena titik nyalanya di bawah 100 °F. Berdasarkan hal tersebut, maka pada item ini tidak terdapat penalti (0,00)

L. Peralatan Berputar

Penalti 0,50 diberikan untuk proses yang memiliki:

- Kompresor dengan kapasitas melebihi 600 hp
- Pompa dengan kapasitas melebihi 75 hp
- Agitators (*mixers*) dan pompa sirkulasi yang dapat menimbulkan reaksi eksotermis ketika mengalami kegagalan operasi
- Peralatan dengan kecepatan berputar yang tinggi dengan riwayat kerusakan yang besar

0,50

0,00

Justifikasi penalti:

Tidak ada penalti (0,00) karena tidak terdapat peralatan berputar seperti kompresor, pompa, *agitators (mixers)* dan pompa sirkulasi pada *storage tank*

SPECIAL PROCESS HAZARD FACTOR (F2) (Jumlah penalti yang digunakan)

3, 06

PROCESS UNIT HAZARD FACTOR (F3) (F3=F2x F1)

7,19

FIRE AND EXPLOSION INDEX (F&EI) (F&EI= F3 x MF)

Kategori:
Menengah
(*intermediate*)

115,05

RADIUS OF EXPOSURE (Radius Pajanan (ft) = 0,84 x F&EI)

35, 24 m

*Catatan:

Dalam menentukan radius pajanan pada unit proses, radius dihitung mulai dari titik pusat unit proses.

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>Crude Oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station storage tank 5000 bbls (ABJ-406)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

Justifikasi penentuan radius:

Radius pajanan = $0,84 \times 133,76 = 96,6$ feet

Diameter tangki = 38 feet jari-jari = 19 feet

Radius pajanan dari pusat tangki = $96,6 + 19 = 115,6$ feet = 35,24 m

AREA OF THE AREA OF EXPOSURE (Luas daerah Pajanan (ft ²) = πR^2 (R:radius pajanan)	3899, 43 m ²
Catatan:	
<ul style="list-style-type: none"> • Bila unit proses berada dalam sebuah bangunan, maka seluruh volume bangunan adalah volume daerah terpajan. • Bila terdapat dinding tahan api, untuk bahaya kebakaran dapat dipakai sebagai batas luas daerah, tetapi tidak berlaku untuk bahaya ledakan <p>Bila Terdapat dinding tahan ledakan maka dapat dianggap sebagai batas luas daerah terpajan untuk kebakaran dan ledakan.</p>	
<p>Justifikasi Penentuan luas daerah pajanan: Luas daerah pajanan = $3,14 \times 35,24^2 = 3899, 43$ m (10.490. 24 ft²)</p>	

VALUE OF THE AREA OF EXPOSURE (Nilai daerah terpajan =Nilai pergantian= Biaya Asli x 0,82 x Faktor Eskalasi)	Rp. 906.937.990
Catatan	
<ul style="list-style-type: none"> • Faktor 0,82 ditetapkan dengan menganggap bahwa nilai pergantian tidak termasuk biaya persiapan lahan, pembuatan jalan, pondasi, jalur pipa dalam tanah, perekeyasaan, dll • Faktor eskalasi adalah <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i> (CEPCI) 	
<p>Justifikasi Penentuan nilai daerah terpajan: Tangki 5.000 bbls Biaya Pembuatan: \$ 57.770 Tahun Pembuatan : 1999 Nilai CEPCI tahun 1999 = 390, 6 Nilai CEPCI tahun 2011 = 564, 8 Biaya penggantian Tangki 5.000 bbls = \$ 57.770 x 0,82 x (564,8/ 390,6) = \$ 68.498, 12 = Rp. 583.329.990</p> <p>Selain itu biaya pergantian untuk kerusakan tangki termasuk juga biaya untuk mengganti kemungkinan rusaknya peralatan-peralatan pendukung tangki seperti valve, safety device, dan level meter yang terintegrasi pada tangki. Berdasarkan wawancara dengan pihak manajemen perkiraan harga seluruh safety device adalah \$30.000; harga valve adalah \$5.000, dan harga level meter adalah \$ 3.000. Untuk itu biaya pergantiannya adalah: = Biaya tangki + biaya safety device + biaya level meter +biaya Valve = \$ 68.498, 12 + \$ 30.000 + \$ 3000 + \$ 5.000 = \$106.498, 12 = Rp. 906.937.990</p> <p>Dengan nilai tukar rupiah terhadap dolar pada bulan Juni 2011 adalah sebesar Rp. Rp. 8.516,00 (bea cukai, Juni 2011).</p>	

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>Crude Oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station storage tank 5000 bbls (ABJ-406)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

DAMAGE FACTOR	0,64
Catatan: Dihitung berdasarkan nilai F3 dan MF dengan persamaan: <ul style="list-style-type: none"> • Material Faktor = 1 $Y = 0,003907 + (0,002957 \times X) + (0,004031 \times (X)^2) - (0,00029 \times (X)^3)$ • Material Faktor = 4 $Y = 0,025817 + (0,019071 \times X) + (0,00081 \times (X)^2) - (0,00029 \times (X)^3)$ • Material Faktor = 10 $Y = 0,098582 + (0,017596 \times X) + (0,000809 \times (X)^2) - (0,000031 \times (X)^3)$ • Material Faktor = 14 $Y = 0,20592 + (0,017596 \times X) + (0,007628 \times (X)^2) - (0,00057 \times (X)^3)$ • Material Faktor = 16 $Y = 0,256741 + (0,019886 \times X) + (0,011055 \times (X)^2) - (0,00088 \times (X)^3)$ • Material Faktor = 21 $Y = 0,340314 + (0,076531 \times X) + (0,003912 \times (X)^2) - (0,00073 \times (X)^3)$ • Material Faktor = 24 $Y = 0,395755 + (0,096443 \times X) + (0,00135 \times (X)^2) - (0,00038 \times (X)^3)$ • Material Faktor = 29 $Y = 0,484766 + (0,094288 \times X) + (0,00216 \times (X)^2) - (0,00031 \times (X)^3)$ • Material Faktor = 40 $Y = 0,554175 + (0,080772 \times X) + (0,000332 \times (X)^2) - (0,00044 \times (X)^3)$ Dimana Y adalah faktor kerusakan dan X adalah <i>process unit hazard factors</i>	
Justifikasi penilaian faktor kerusakan: Crude oil memiliki material factor = 3 sehingga rumus yang digunakan adalah: F3 = 7, 19 Material Faktor = 16 Faktor Kerusakan 5.000 bbls $Y = 0,256741 + (0,019886 \times 7,19) + (0,011055 \times (7,19)^2) - (0,00088 \times (7,19)^3)$ $= 0,64 \rightarrow 64 \%$	

BASE MAXIMUM PROBABLE PROPERTY DAMAGE (Nilai kerugian dasar = Nilai daerah pajanan x Faktor kerusakan)	Rp. 580.440.314
Nilai Kerugian Dasar 5.000 bbls (ABJ-406) = Rp. 906.937.990 x 0,64 = Rp. 580.440.314 = \$ 68.158,8	

PROCESS CONTROL CREDIT FACTOR (C1)	Range Faktor Kredit	Faktor Kredit yang digunakan						
*Jika tidak ada faktor kredit yang digunakan maka isi sel dengan 1,00								
1. Emergency Power (Pembangkit Listrik Darurat) Bila terdapat pembangkit Listrik darurat, penalti 0,98	0,98	0,98						
Justifikasi Penalti: Digunakan power plant yang menyuplai kebutuhan listrik pada stasiun.								
2. Cooling (Pendingin)	0,97-0,99	0,97						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila sistem pendinginan yang ada mampu melakukan pendinginan hingga 10 menit</td> <td>0,99</td> </tr> <tr> <td>Bila sistem pendinginan kemampuannya lebih</td> <td>0,97</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Penalti	Bila sistem pendinginan yang ada mampu melakukan pendinginan hingga 10 menit	0,99	Bila sistem pendinginan kemampuannya lebih	0,97		
Kategori	Penalti							
Bila sistem pendinginan yang ada mampu melakukan pendinginan hingga 10 menit	0,99							
Bila sistem pendinginan kemampuannya lebih	0,97							

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>Crude Oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 5000 bbls (ABJ-406)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

	dari 150% dari yang dibutuhkan dan berlangsung selama 10 menit										
<p>Justifikasi Penalti: Keterangan :</p> <ul style="list-style-type: none"> Kapasitas tangki air di kaji station = 6000 bbls = 960.000 Liter Water Spray minimum = 2 Liter/ menit/m² (NFPA 15 par 4-4.3.1) <p>Perhitungan: Untuk tangki 5.000 bbls Luas permukaan atas = $\frac{1}{4} \pi D^2 = \frac{1}{4} (3,14 \times 38^2) = 1133,54 \text{ ft}^2 = 345,6 \text{ m}^2$ Volume = Luas Permukaan x Tinggi = $2289,06 \times 24 = 27.204,96 \text{ ft}^3 = 8294,2 \text{ m}^3$ Luas permukaan dinding = $(\pi \times D \times t) = 3,14 \times 38 \times 24 = 2863,7 = 873 \text{ m}^2$ Kapasitas air untuk cooling = (Luas permukaan dinding x Water Spray Minimum Rate) = $873 \times 2 = 1746 \text{ L/menit}$</p>											
3. Explosion Control (Pengendali ledakan)		0,84-0,98	1,00								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila ada sistem <i>explosion suppression</i> atau peralatan pengendali uap/peralatan untuk kondisi deflagration</td> <td>0,84</td> </tr> <tr> <td>Bila terdapat peralatan pelepas tekanan berlebih (<i>rupture/explosion-relieving vent</i>)</td> <td>0,98</td> </tr> </tbody> </table>		Kategori	Penalti	Bila ada sistem <i>explosion suppression</i> atau peralatan pengendali uap/peralatan untuk kondisi deflagration	0,84	Bila terdapat peralatan pelepas tekanan berlebih (<i>rupture/explosion-relieving vent</i>)	0,98				
Kategori	Penalti										
Bila ada sistem <i>explosion suppression</i> atau peralatan pengendali uap/peralatan untuk kondisi deflagration	0,84										
Bila terdapat peralatan pelepas tekanan berlebih (<i>rupture/explosion-relieving vent</i>)	0,98										
<p>Justifikasi Penalti: Tidak terdapat pengendali tekanan berlebih pada tangki <i>crude oil</i>. Pengontrol tekanan dipasang pada saat proses di manifold berupa <i>pressure safety valve</i> yang berfungsi untuk mempertahankan tekanan dan apabila terjadi kelebihan tekanan maka dari PSV akan dibuang menuju flare.</p>											
4. Emergency Shutdown (Penghenti Darurat)		0,96-0,99	0,98								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila terdapat sistem redudansi atau sistem penyanggah yang dapat melakukan penghentian proses</td> <td>0,98</td> </tr> <tr> <td>Untuk peralatan berputar yang kritical seperti pompa, turbin, dll, dengan alat deteksi getar bila hanya menghidupkan <i>alarm</i></td> <td>0,99</td> </tr> <tr> <td>jika dapat menghentikan peralatan berputar</td> <td>0,96</td> </tr> </tbody> </table>		Kategori	Penalti	Bila terdapat sistem redudansi atau sistem penyanggah yang dapat melakukan penghentian proses	0,98	Untuk peralatan berputar yang kritical seperti pompa, turbin, dll, dengan alat deteksi getar bila hanya menghidupkan <i>alarm</i>	0,99	jika dapat menghentikan peralatan berputar	0,96		
Kategori	Penalti										
Bila terdapat sistem redudansi atau sistem penyanggah yang dapat melakukan penghentian proses	0,98										
Untuk peralatan berputar yang kritical seperti pompa, turbin, dll, dengan alat deteksi getar bila hanya menghidupkan <i>alarm</i>	0,99										
jika dapat menghentikan peralatan berputar	0,96										
<p>Justifikasi Penalti: Bila terjadi kondisi darurat pada unit proses terdapat <i>block valve</i> yang dapat dioperasikan secara manual untuk menutup valve yang menuju unit proses.</p>											
5. Computer Control (Pengendali komputer)		0,93-0,98	0,99								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila operasional proses dilakukan secara manual</td> <td>0,99</td> </tr> <tr> <td>Bila operasional proses dikendalikan dengan komputer dan memiliki "fail-safe" logic</td> <td>0,97</td> </tr> <tr> <td>Bila terdapat salah satu dari <i>redundant/abort/back up</i>, pada sistem komputerisasi</td> <td>0,93</td> </tr> </tbody> </table>		Kategori	Penalti	Bila operasional proses dilakukan secara manual	0,99	Bila operasional proses dikendalikan dengan komputer dan memiliki "fail-safe" logic	0,97	Bila terdapat salah satu dari <i>redundant/abort/back up</i> , pada sistem komputerisasi	0,93		
Kategori	Penalti										
Bila operasional proses dilakukan secara manual	0,99										
Bila operasional proses dikendalikan dengan komputer dan memiliki "fail-safe" logic	0,97										
Bila terdapat salah satu dari <i>redundant/abort/back up</i> , pada sistem komputerisasi	0,93										
<p>Justifikasi Penalti: Terdapat sistem Scada pada operation room namun hanya berguna untuk memantau kapasitas dan tekanan pada unit proses tidak bisa melakukan operasional proses</p>											

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>Crude Oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station storage tank 5000 bbls (ABJ-406)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

6. Inert Gas <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila peralatan proses yang berisi uap mudah terbakar dengan terus-menerus diisi gas <i>inert</i></td> <td>0,96</td> </tr> <tr> <td>Bila sistem gas <i>inert</i> tersebut dapat beroperasi secara otomatis</td> <td>0,94</td> </tr> <tr> <td>Bila sistem gas inert beroperasi secara manual</td> <td>0,96</td> </tr> </tbody> </table>		Kategori	Penalti	Bila peralatan proses yang berisi uap mudah terbakar dengan terus-menerus diisi gas <i>inert</i>	0,96	Bila sistem gas <i>inert</i> tersebut dapat beroperasi secara otomatis	0,94	Bila sistem gas inert beroperasi secara manual	0,96	0,94-0,96	1,00
Kategori	Penalti										
Bila peralatan proses yang berisi uap mudah terbakar dengan terus-menerus diisi gas <i>inert</i>	0,96										
Bila sistem gas <i>inert</i> tersebut dapat beroperasi secara otomatis	0,94										
Bila sistem gas inert beroperasi secara manual	0,96										
Justifikasi Penalti: Tidak ada penambahan gas inert pada tangki penyimpanan.											
7. Operating Instruction (Procedure) (Prosedur atau instruksi operasi) Kredit faktor ditentukan oleh persamaan: $1,00-X/150$, dimana X adalah penjumlahan kredit faktor dari prosedur kerja untuk kondisi-kondisi berikut ini: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Start up</i>, kredit faktor 0,5. • <i>Routine shutdown</i>, kredit faktor 0,5. • <i>Normal operating condition</i>, kredit faktor 0,5. • <i>Turndown operation condition</i>, kredit faktor 0,5. • <i>Standby running condition</i>, kredit faktor 0,5. • <i>Upated operating condition</i>, kredit faktor 1,0. • <i>Restarting shortly after a shutdown</i>, kredit faktor 1,0. • <i>Restarting plant from a post maintainace condition</i>, kredit faktor 1,0. • <i>Maintanance procedures</i>, kredit faktor 1,5. • <i>Emergency shutdown</i>, kredit faktor 1,5. • <i>Piping modification and addition</i>, kredit faktor 2,0. • <i>Foreseeable abnormal fault situations</i>, kredit faktor 3,0. 											
Justifikasi Penalti: Jenis sop yang ada adalah <i>Start up dan normal operating condition</i> Prosedur pengoperasian tank 5.000 bbls Nomor:RMU/PRD-KJI/ SOP-0008 <i>Maintanance procedures</i> Prosedur pengoperasian gauging dan smpling Nomor:RMU/PRD-KJI/ SOP 0015 <i>Emergency shutdown</i> Proseddur keadaan darurat Nomor RMU-ASST/KJI-0001 <i>Foreseeable abnormal fault situation</i> Proseddur keadaan darurat Nomor RMU-ASST/KJI-0001 SOP tata cara berkomunikasi melalui radio RMU/ICT/SOP-0004 Jumlah penalti $0,5 + 0,5 + 1,5 + 3,0 = 5,5$ Kredit faktor ditentukan oleh persamaan: $1,00-X/150$, dimana X adalah penjumlahan kredit faktor dari prosedur kerja $1,00- (6,5/150) = 0,96$											
8. Reactive Chemical Review (Tinjauan terhadap bahan kimia reaktif) <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila setiap proses baru atau yang sudah ada secara rutin dan konsisten dijalankan <i>program</i></td> <td>0,91</td> </tr> </tbody> </table>		Kategori	Penalti	Bila setiap proses baru atau yang sudah ada secara rutin dan konsisten dijalankan <i>program</i>	0,91	0,91,0,98	0,91				
Kategori	Penalti										
Bila setiap proses baru atau yang sudah ada secara rutin dan konsisten dijalankan <i>program</i>	0,91										

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>Crude Oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 5000 bbls (ABJ-406)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

<i>reactive chemical review</i> dan semuanya terdokumentasi dengan baik		
Bila tidak dilakukan secara konsisten	0,98	

Justifikasi Penalti:

Setiap adanya peralatan dilakukan tinjauan terhadap bahan kimia reaktif untuk menentukan disain yang sesuai

9. Other Process Hazard Analysis (Analisis Bahaya Proses yang lain) Pemberian kredit faktor berdasarkan analisis bahaya yang dilakukan pihak perusahaan.	0,91-0,98	0,94																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Quantitative risk assessment</i> (QRA)</td> <td>0,91</td> </tr> <tr> <td><i>Detailed consequence analysis</i></td> <td>0,93</td> </tr> <tr> <td><i>Fault tree analysis</i></td> <td>0,93</td> </tr> <tr> <td><i>Hazard and operability studies</i> (HAZOPs)</td> <td>0,94</td> </tr> <tr> <td><i>Failures modes and effects analysis</i> (FMEA)</td> <td>0,94</td> </tr> <tr> <td><i>Environmental, health, safety, and loss prevention review</i></td> <td>0,96</td> </tr> <tr> <td>"What if" studies</td> <td>0,96</td> </tr> <tr> <td><i>Check list evaluation</i></td> <td>0,98</td> </tr> <tr> <td><i>Management of change review</i></td> <td>0,98</td> </tr> </tbody> </table> <p>Jika perusahaan menerapkan lebih dari satu <i>hazard analysis</i>, maka nilai kredit faktor yang digunakan adalah nilai terkecil</p>	Kategori	Penalti	<i>Quantitative risk assessment</i> (QRA)	0,91	<i>Detailed consequence analysis</i>	0,93	<i>Fault tree analysis</i>	0,93	<i>Hazard and operability studies</i> (HAZOPs)	0,94	<i>Failures modes and effects analysis</i> (FMEA)	0,94	<i>Environmental, health, safety, and loss prevention review</i>	0,96	"What if" studies	0,96	<i>Check list evaluation</i>	0,98	<i>Management of change review</i>	0,98		
Kategori	Penalti																					
<i>Quantitative risk assessment</i> (QRA)	0,91																					
<i>Detailed consequence analysis</i>	0,93																					
<i>Fault tree analysis</i>	0,93																					
<i>Hazard and operability studies</i> (HAZOPs)	0,94																					
<i>Failures modes and effects analysis</i> (FMEA)	0,94																					
<i>Environmental, health, safety, and loss prevention review</i>	0,96																					
"What if" studies	0,96																					
<i>Check list evaluation</i>	0,98																					
<i>Management of change review</i>	0,98																					

Justifikasi Penalti:

Perusahaan juga telah melakukan analisis risiko dengan metode lainnya berupa HAZOPs

PROCESS CONTROL CREDIT FACTOR (C1) (hasil perkalian semua faktor kredit yang digunakan)		0,76
---	--	------

MATERIAL ISOLATION CREDIT FACTOR (C2)	Range Faktor Kredit	Faktor Kredit yang digunakan						
*Jika tidak ada faktor kredit yang digunakan maka isi sel dengan 1,00								
1. Remote Control Valves	0,96-0,98	1,00						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila unit proses dilengkapi dengan katub isolasi secara otomatis</td> <td>0,98</td> </tr> <tr> <td>Bila <i>valve</i> tersebut diuji coba setahun sekali</td> <td>0,96</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Penalti	Bila unit proses dilengkapi dengan katub isolasi secara otomatis	0,98	Bila <i>valve</i> tersebut diuji coba setahun sekali	0,96		
Kategori	Penalti							
Bila unit proses dilengkapi dengan katub isolasi secara otomatis	0,98							
Bila <i>valve</i> tersebut diuji coba setahun sekali	0,96							
Justifikasi Penalti: Terdapat katub isolasi namun tidak dapat dikendalikan secara otomatis dan perlu operator untuk menjalankan katub isolasi pada keadaan darurat tertentu								
2. Dump/ Blowdown	0,96-0,98	1,00						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila proses yang ada dilengkapi dengan tangki penampung <i>emergency</i> dan letaknya dekat dari lokasi proses</td> <td>0,98</td> </tr> <tr> <td>Bila proses yang ada dilengkapi dengan tangki penampung <i>emergency</i> dan letaknya jauh dari lokasi proses</td> <td>0,96</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Penalti	Bila proses yang ada dilengkapi dengan tangki penampung <i>emergency</i> dan letaknya dekat dari lokasi proses	0,98	Bila proses yang ada dilengkapi dengan tangki penampung <i>emergency</i> dan letaknya jauh dari lokasi proses	0,96		
Kategori	Penalti							
Bila proses yang ada dilengkapi dengan tangki penampung <i>emergency</i> dan letaknya dekat dari lokasi proses	0,98							
Bila proses yang ada dilengkapi dengan tangki penampung <i>emergency</i> dan letaknya jauh dari lokasi proses	0,96							

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>Crude Oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 5000 bbls (ABJ-406)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

Bila <i>normal venting</i> berhubungan dengan <i>flare system</i>	0,98		
---	------	--	--

Justifikasi Penalti:

sistem blowdown adalah dengan menampung tumpahan minyak dalam bak container yang disebut pit dan kemudian akan dipompakan kembali minyak tumpahan ke dalam wash tank.

3. Drainage

Kategori	Penalti
Bila terdapat <i>drainage</i> dengan kapasitas 110% dari tangki terbesar di area tersebut	0,91
Bila kapasitas <i>drainage</i> 50% tangki terbesar	0,97
Bila terdapat beberapa <i>drainage</i> dengan kapasitas <i>drainage</i> 50% tangki terbesar	0,95

0,91-0,97

0,91

Justifikasi Penalti:

Terdapat sistem blowdown tangki dengan berupa tanggul untuk menanggulangi tumpahan dengan kapasitas 110 % kapasitas tangki. Hasil tumpahan kemudian akan dipompakan wash tank.

4. Interlock

Bila proses dilengkapi dengan sistem *interlock* agar laju material ke proses unit dapat dikendalikan penalti yang diberikan adalah 0,98

0,98

1,00

Justifikasi Penalti:

Tidak terdapat alat yang dapat mengatur laju material. Laju material diatur secara manual.

MATERIAL ISOLATION CREDIT FACTOR (C2)

(hasil perkalian semua faktor kredit yang digunakan)

0,91

FIRE PROTECTION CREDIT FACTOR (C3)	Range Faktor Kredit	Faktor Kredit yang digunakan
---	---------------------	------------------------------

*Jika tidak ada faktor kredit yang digunakan maka isi sel dengan 1,00

1. Leak Detection

Kategori	Penalti
Bila detektor gas hanya berfungsi untuk membunyikan <i>alarm</i>	0,98
Bila detektor gas berhubungan dengan sistem yang mampu mencegah terbentuknya LEL	0,94

0,94-0,98

1,00

Justifikasi Penalti:

Tidak terdapat pendeteksi gas disekitar area proses sehingga diberikan penalti 1,00

2. Structural Steel

Kategori	Penalti
Bila <i>fireproofing</i> diaplikasikan pada semua <i>load-bearing steel</i> dengan ketinggian minimum 5 meter	0,98
Bila <i>fireproofing</i> diaplikasikan pada semua <i>load-bearing steel</i> dengan ketinggian lebih dari 5 meter dan kurang dari 10 meter, kredit faktor	0,97
Bila <i>fireproofing</i> diaplikasikan pada semua <i>load-bearing steel</i> dengan ketinggian lebih dari 10 meter	0,95

0,95-0,98

1,00

Justifikasi Penalti:

Tidak terdapat baja tahan api pada unit proses

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>Crude Oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 5000 bbls (ABJ-406)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

3. Fire Water Supply		0,94-0,97	0,94						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila tekanan air sama atau lebih dari 100 psig</td> <td>0,94</td> </tr> <tr> <td>Bila tekanan air kurang dari 100 psig</td> <td>0,97</td> </tr> </tbody> </table>		Kategori	Penalti	Bila tekanan air sama atau lebih dari 100 psig	0,94	Bila tekanan air kurang dari 100 psig	0,97		
Kategori	Penalti								
Bila tekanan air sama atau lebih dari 100 psig	0,94								
Bila tekanan air kurang dari 100 psig	0,97								

Justifikasi Penalti:
Tekanan pompa untuk fasilitas pemadaman adalah sebesar 150 gpm

4. Special System		0,91	0,91
Bila terdapat <i>blast walls</i> , <i>CO2</i> , <i>smoke and flame detector</i> , atau halon dalam unit proses yang dianalisis maka diberikan penalti 0,91			

Justifikasi Penalti:
Terdapat alat *flame arrestor* yang terpasang pada ujung tangki dan berfungsi untuk meredam jika ada percikan bola api seperti saat terjadi petir.

5. Sprinkler System			1,00																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila sistem <i>deluge</i> terdapat pada unit proses</td> <td>0,97</td> </tr> <tr> <td>Bila sistem terpasang <i>wet/dry springkler</i> maka kredit faktornya sebagai berikut:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Occupancy</td> <td>Design</td> <td>Credit Factor</td> </tr> <tr> <td></td> <td>gpm/ft²</td> <td>lpm/m²</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Wet pipe</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Dry Pipe</td> </tr> <tr> <td>Light</td> <td>0,15- 0,20</td> <td>6,11- 8,15</td> <td>0,87</td> </tr> <tr> <td>Ordinary</td> <td>0,21- 0,34</td> <td>8,56- 13,8</td> <td>0,81</td> </tr> <tr> <td>Extra Hazard</td> <td>≥0,35</td> <td>≥14,3</td> <td>0,74</td> </tr> </tbody> </table>		Kategori	Penalti	Bila sistem <i>deluge</i> terdapat pada unit proses	0,97	Bila sistem terpasang <i>wet/dry springkler</i> maka kredit faktornya sebagai berikut:		Occupancy	Design	Credit Factor		gpm/ft ²	lpm/m ²			Wet pipe			Dry Pipe	Light	0,15- 0,20	6,11- 8,15	0,87	Ordinary	0,21- 0,34	8,56- 13,8	0,81	Extra Hazard	≥0,35	≥14,3	0,74		
Kategori	Penalti																																
Bila sistem <i>deluge</i> terdapat pada unit proses	0,97																																
Bila sistem terpasang <i>wet/dry springkler</i> maka kredit faktornya sebagai berikut:																																	
Occupancy	Design	Credit Factor																															
	gpm/ft ²	lpm/m ²																															
		Wet pipe																															
		Dry Pipe																															
Light	0,15- 0,20	6,11- 8,15	0,87																														
Ordinary	0,21- 0,34	8,56- 13,8	0,81																														
Extra Hazard	≥0,35	≥14,3	0,74																														
<p>Jika area yang menggunakan sistem tersebut lebih luas dari 929 m², maka kredit faktor yang diperoleh dari tabel diatas dikalikan dengan faktor koreksi sebagai berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> Area > 10.000 ft² (929 m²) = 1,06 Area > 20.000 ft² (1.858 m²) = 1,09 Area > 30.000 ft² (2.787 m²) = 1,12 																																	

Justifikasi Penalti:
Tidak terdapat sistem *sprinkler* pada unit proses

6. Water Curtains		0,97-0,98	0,97						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila <i>nozzle</i> pertama untuk <i>water curtains</i> dengan elevasi ketinggian mencapai 5 meter</td> <td>0,98</td> </tr> <tr> <td>Bila <i>nozzle</i> kedua untuk <i>water curtains</i> dengan elevasi ketinggian 2 meter lebih tinggi dari <i>nozzle</i> pertama</td> <td>0,97</td> </tr> </tbody> </table>		Kategori	Penalti	Bila <i>nozzle</i> pertama untuk <i>water curtains</i> dengan elevasi ketinggian mencapai 5 meter	0,98	Bila <i>nozzle</i> kedua untuk <i>water curtains</i> dengan elevasi ketinggian 2 meter lebih tinggi dari <i>nozzle</i> pertama	0,97		
Kategori	Penalti								
Bila <i>nozzle</i> pertama untuk <i>water curtains</i> dengan elevasi ketinggian mencapai 5 meter	0,98								
Bila <i>nozzle</i> kedua untuk <i>water curtains</i> dengan elevasi ketinggian 2 meter lebih tinggi dari <i>nozzle</i> pertama	0,97								

Justifikasi Penalti:
Item ini mendapatkan nilai penalti sebesar 0,97 karena disekitar tangki timbun terdapat beberapa *monitor gan*. *Monitor gan* yang terdekat mampu menembakkan air hingga ketinggian melebihi ketinggian tangki timbun.

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>Crude Oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 5000 bbls (ABJ-406)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

7. Foam		0,92-0,97	0,94																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila sistem <i>deluge</i> dilengkapi dengan <i>foam</i> yang dapat dioperasikan secara manual dari <i>control station</i></td> <td>0,94</td> </tr> <tr> <td>Bila sistem <i>foam</i> beroperasi secara otomatis</td> <td>0,92</td> </tr> <tr> <td>Bila unit proses dengan <i>floating roof</i> dilengkapi juga dengan sistem <i>foam</i></td> <td>0,97</td> </tr> <tr> <td>Bila unit proses dengan <i>floating roof</i> dilengkapi juga dengan sistem <i>foam</i> dan ada <i>fire detector</i></td> <td>0,94</td> </tr> <tr> <td>Bila <i>storage</i> dengan <i>cone roof</i> dan dilengkapi dengan sistem <i>foam</i></td> <td>0,95</td> </tr> <tr> <td>Bila dinding luar tangki dipasang sistem <i>foam</i> dengan sistem operasionalnya manual</td> <td>0,95</td> </tr> <tr> <td>Bila dinding luar tangki dipasang sistem <i>foam</i> dengan sistem operasionalnya secara otomatis</td> <td>0,94</td> </tr> </tbody> </table>		Kategori	Penalti	Bila sistem <i>deluge</i> dilengkapi dengan <i>foam</i> yang dapat dioperasikan secara manual dari <i>control station</i>	0,94	Bila sistem <i>foam</i> beroperasi secara otomatis	0,92	Bila unit proses dengan <i>floating roof</i> dilengkapi juga dengan sistem <i>foam</i>	0,97	Bila unit proses dengan <i>floating roof</i> dilengkapi juga dengan sistem <i>foam</i> dan ada <i>fire detector</i>	0,94	Bila <i>storage</i> dengan <i>cone roof</i> dan dilengkapi dengan sistem <i>foam</i>	0,95	Bila dinding luar tangki dipasang sistem <i>foam</i> dengan sistem operasionalnya manual	0,95	Bila dinding luar tangki dipasang sistem <i>foam</i> dengan sistem operasionalnya secara otomatis	0,94		
Kategori	Penalti																		
Bila sistem <i>deluge</i> dilengkapi dengan <i>foam</i> yang dapat dioperasikan secara manual dari <i>control station</i>	0,94																		
Bila sistem <i>foam</i> beroperasi secara otomatis	0,92																		
Bila unit proses dengan <i>floating roof</i> dilengkapi juga dengan sistem <i>foam</i>	0,97																		
Bila unit proses dengan <i>floating roof</i> dilengkapi juga dengan sistem <i>foam</i> dan ada <i>fire detector</i>	0,94																		
Bila <i>storage</i> dengan <i>cone roof</i> dan dilengkapi dengan sistem <i>foam</i>	0,95																		
Bila dinding luar tangki dipasang sistem <i>foam</i> dengan sistem operasionalnya manual	0,95																		
Bila dinding luar tangki dipasang sistem <i>foam</i> dengan sistem operasionalnya secara otomatis	0,94																		
Justifikasi Penalti: Terdapat sistem <i>deluge</i> yang dapat memasukkan langsung <i>foam</i> ke dalam tangki dalam keadaan darurat kebakaran																			
8. Hand Extinguishers/Monitors		0,93-0,98	0,95																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila tersedia <i>fire extinguisher</i> di sekitar unit proses</td> <td>0,98</td> </tr> <tr> <td>Bila terdapat <i>monitor gun</i> di sekitar unit proses</td> <td>0,97</td> </tr> <tr> <td>Bila pemasangan <i>monitor gun</i> sesuai dan aman</td> <td>0,95</td> </tr> <tr> <td>Bila <i>monitor gun</i> terhubung dengan sistem injeksi yang berisi <i>foam</i></td> <td>0,93</td> </tr> </tbody> </table>		Kategori	Penalti	Bila tersedia <i>fire extinguisher</i> di sekitar unit proses	0,98	Bila terdapat <i>monitor gun</i> di sekitar unit proses	0,97	Bila pemasangan <i>monitor gun</i> sesuai dan aman	0,95	Bila <i>monitor gun</i> terhubung dengan sistem injeksi yang berisi <i>foam</i>	0,93								
Kategori	Penalti																		
Bila tersedia <i>fire extinguisher</i> di sekitar unit proses	0,98																		
Bila terdapat <i>monitor gun</i> di sekitar unit proses	0,97																		
Bila pemasangan <i>monitor gun</i> sesuai dan aman	0,95																		
Bila <i>monitor gun</i> terhubung dengan sistem injeksi yang berisi <i>foam</i>	0,93																		
Justifikasi Penalti: Tersedia alat pemadam api ringan maupun alat pemadam api besar di sekitar unit proses selain itu dilengkapi juga dengan beberapa <i>monitor gun</i>																			
9. Cable Protection		0,94-0,98	0,94																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Penalti</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bila menggunakan bahan logam dengan ukuran 14-16 <i>gauge</i> dengan dilengkapi <i>water spray</i> di atasnya</td> <td>0,98</td> </tr> <tr> <td>Bila menggunakan bahan <i>fireproofing</i> dengan dilengkapi <i>water spray</i> di atasnya</td> <td>0,98</td> </tr> <tr> <td>Bila menggunakan bahan di bawah <i>grade</i> yang diharuskan</td> <td>0,94</td> </tr> </tbody> </table>		Kategori	Penalti	Bila menggunakan bahan logam dengan ukuran 14-16 <i>gauge</i> dengan dilengkapi <i>water spray</i> di atasnya	0,98	Bila menggunakan bahan <i>fireproofing</i> dengan dilengkapi <i>water spray</i> di atasnya	0,98	Bila menggunakan bahan di bawah <i>grade</i> yang diharuskan	0,94										
Kategori	Penalti																		
Bila menggunakan bahan logam dengan ukuran 14-16 <i>gauge</i> dengan dilengkapi <i>water spray</i> di atasnya	0,98																		
Bila menggunakan bahan <i>fireproofing</i> dengan dilengkapi <i>water spray</i> di atasnya	0,98																		
Bila menggunakan bahan di bawah <i>grade</i> yang diharuskan	0,94																		
Justifikasi Penalti: Sistem perkabelan diletakkan di atas tanah dengan dilindungi oleh bahan logam <i>fireproofing</i> .																			
FIRE PROTECTION CREDIT FACTOR (C3) (hasil perkalian semua faktor kredit yang digunakan)			0,70																
LOSS CONTROL CREDIT FACTOR (LCCF) (LCCF= C1 x C2 X C3)			0,48																

LEMBAR PENGUMPULAN DATA		
"Penilaian Risiko Kebakaran dan Ledakan pada tangki <i>Crude Oil</i> di PT Medco E&P Indonesia Tahun 2011"		Peneliti: Tri Kumala Dewi
		Tanggal: April-Mei 2011
Lokasi: Rimau Asset	Unit Proses: Kaji Station <i>storage tank</i> 5000 bbls (ABJ-406)	Material Dalam Unit Proses: <i>Crude Oil</i>

ACTUAL MAXIMUM PROBABLE PROPERTY DAMAGE Nilai kerugian yang sebenarnya = Base MPPD x LCCF)	Rp 278. 611.350, 7
Justifikasi penilaian nilai kerugian yang sebenarnya: Nilai Kerugian Sebenarnya 5.000 bbls =Rp. 580.440.314 x 0,48 = Rp 278. 611.350, 7 = \$ 32.716, 22	

MAXIMUM PROBABLE DAYS OUTAGE (MPDO)	5 hari
Catatan: Hari Kerja yang hilang dihitung dengan ketentuan sebagai berikut; Jika diketahui data mengenai kemampuan perusahaan untuk memperbaiki kerusakan dan memulai operasi normal maka lamanya hari yang hilang, bisa diketahui dengan menggunakan tiga persamaan berikut ini: <ul style="list-style-type: none"> • Untuk peralatan yang sulit diperbaiki (<i>upper 70% probability</i>) $\text{Log}(Y) = 1,550233 + 0,598416 \times \text{Log}(X/10^6)$ • Untuk peralatan yang tidak terlalu sulit diperbaiki (normal) $\text{Log}(Y) = 1,325132 + 0,592471 \times \text{Log}(X/10^6)$ • Untuk peralatan yang mudah diperbaiki (<i>lower 70% probability</i>) $\text{Log}(Y) = 1,045515 + 0,610426 \times \text{Log}(X/10^6)$ Y adalah nilai kerugian yang sebenarnya sedangkan X adalah hari kerja yang hilang.	
Justifikasi penentuan nilai MPDO: $\text{Log}(Y) = 1,550233 + 0,598416 \times \text{Log}(\$32.716,22 / 10^6)$ $= 0,66$ $Y = 4,57(\text{dibulatkan menjadi } 5 \text{ hari})$	

BUSINESS INTERRUPTION (Nilai kerugian akibat terhentinya bisnis = MPDO x (VPM/30) x 0,70)	Rp. 11.234.715.970
Catatan: <ul style="list-style-type: none"> • VPM adalah nilai produksi selama satu bulan (<i>value of production of the month</i>) 0,70 adalah faktor pengali untuk <i>fixed cost and profit</i> (30% dari nilai total produksi selama satu bulan) 	
Justifikasi penentuan nilai interupsi bisnis: Interupsi Bisnis pada tangki 5.000 bbls (ABJ-406) Jumlah produksi tangki 5.000 bbls : $5000 / 25.000 \times 16.000 = 3200$ Nilai Produksi harian : \$ 376.928 Interupsi Bisnis: $= 5 \times \$ 376.928 \times 0,70$ $= \$ 1.319.248 = \text{Rp. } 11.234.715.970$	





PT. MEDCO E&P INDONESIA
MATERIAL SAFETY DATA SHEET (MSDS)
CRUDE OIL
NOMOR: RMU/SHE/MSDS-C-007

1. IDENTIFIKASI PRODUK DAN PERUSAHAAN

Identifikasi Bahan atau Persiapan

Nama Dagang Produk : CRUDE OIL
Turunan Kimia : -
Nama Kimia : Crude oil
Sinonim : Tidak ada
Pabrik/Pemasok : EXXON CHEMICALS
Nomor Telpn Darurat : (021) 8399-1060
(021) 8399-1029
(021) 8399-1798
(021) 8399-1752

2. KOMPOSISI/INFORMASI KANDUNGAN

3. IDENTIFIKASI BAHAYA

Penjelasan Bahaya : Konsentrasi uap yang tinggi akan menyebabkan iritasi mata dan bidang pernafasan, menyebabkan sakit kepala, pusing yang menyebabkan tidak sadar bahkan kematian. Mungkin bisa juga menyebabkan resiko pada kanker kulit.

4. LANGKAH PERTOLONGAN PERTAMA

Mata : Siram mata dengan air selama 15 menit. Jika iritasi persistis ada, segera hubungi Dokter.
Kulit : Hubungi Dokter segera untuk perawatan kulit yang terbakar. Jika produk mengenai kulit, cuci dengan sabun dan air.
Terhirup : Hubungi Dokter segera, jika nafas sulit, beri oksigen. Bila perlu bantuan pernafasan.
Tertelan : Jika tertelan jangan paksa muntah. Hubungi Dokter segera.

5. LANGKAH PEMADAMAN KEBAKARAN

- Media Pemadam : Dry chemicals, busa, karbon dioksida dan uap cairan jenis yang bisa memadamkan.
- Langkah Khusus Pemadam : Semprotkan air untuk mendinginkan container. Air yang juga bisa untuk membersihkan tumpahan.

6. LANGKAH MENCEGAH TERJADINYA KECELAKAAN

- Menanggulangi Tumpahan : Matikan dan kurangi semua sumber penyalaaan. Jauhkan dari orang-orang. Recover bila mungkin, timbun dengan pasir atau tanah atau absorben lain yang sesuai untuk area tumpahan. Kurangi menghirup uapnya dan kontak dengan kulit. Atur Ventilasi dengan baik. Buka semua jendela dan pintu. Jangan biarkan produk keluar dari selokan air dan anak sungai.

7. PENANGANAN DAN PENYIMPANAN

- Peringatan Saat Penanganan: Jauhkan dari sumber panas, bunga api, arus listrik statis dan nyala api terbuka.
- Informasi Penyimpanan : Jangan biarkan container terbuka, ketika tidak digunakan. Container yang kosong mungkin berbahaya, karena mengandung sisa-sisa produk (uap, cair dan lain-lain).

8. KONTROL PAPARAN / PERLINDUNGAN PRIBADI

- Perlindungan Pernafasan : Respirator khusus jenis NIOSH/MSHA
- Perlindungan Tangan : Sarung tangan anti kimia.
- Perlindungan Mata : Kacamata anti kimia dan pelindung wajah.
- Peralatan Pelindung lainnya: Gunakan Apron atau Pakaian yang sesuai untuk melindungi.

9. SIFAT FISIKA DAN KIMIA

- Wujud Fisik : Cairan
- Warna : Gelap
- Bau : Hidrokarbon kuat
- Titik Didih : Gas sampai 550 °C
- Titik Nyala : < 16 °C sampai > 93 °C (PMCC)
- Spesifik Gravity : > 0.7 @ 15.5 °C
- Kelarutan dalam Air : Dapat diabaikan

10. STABILITAS DAN REAKTIVITAS

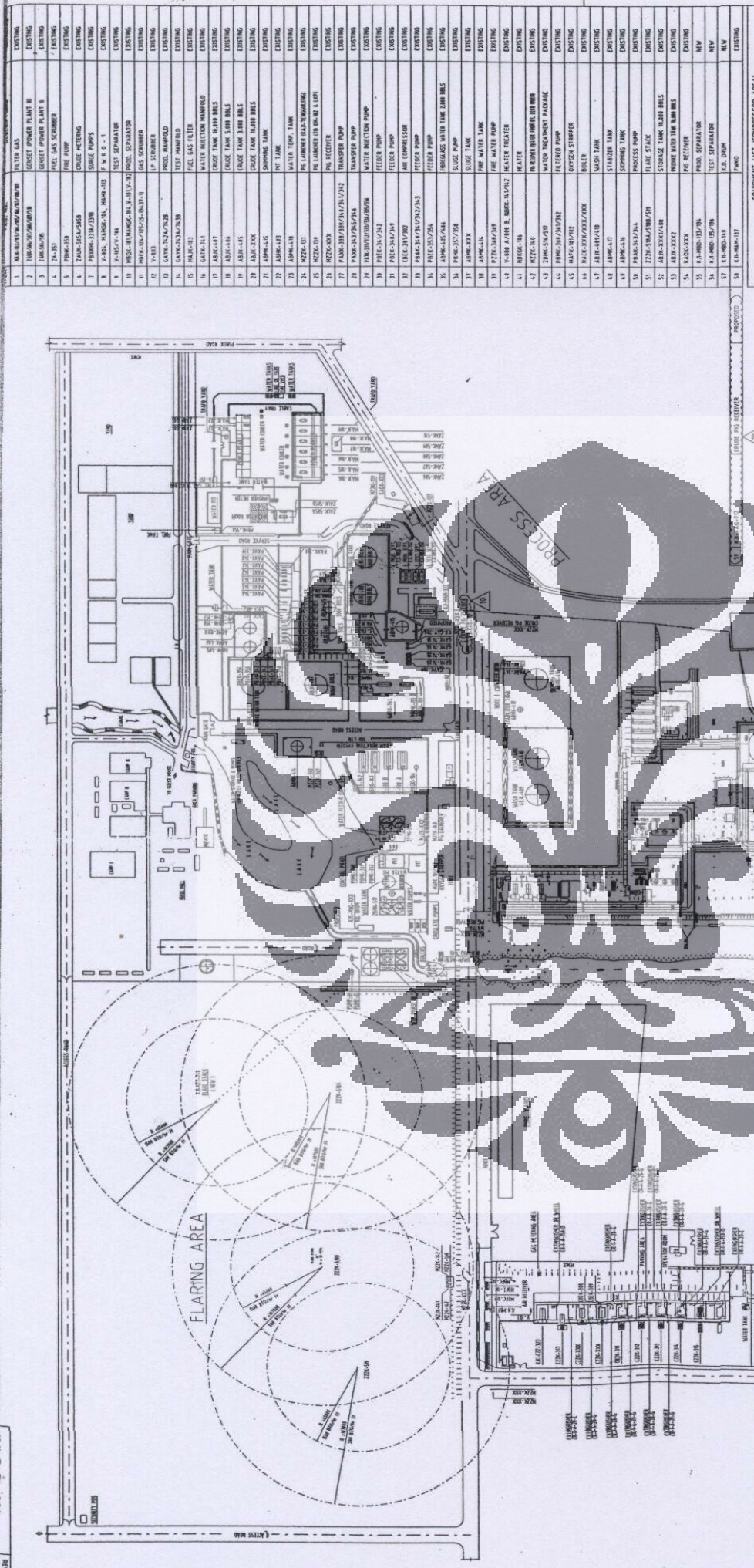
- Stabilitas : Stabil pada kondisi normal
- Bahan yang Harus Dihindari : Bahan oksidasi kuat seperti cairan klorin, concentrated oxygen, sodium atau kalsium hipoklorit.

11. PEMBUANGAN

- Pembuangan Container : Container kosong yang mengandung residu (cair dan atau uap) dapat menyebabkan bahaya. Semua container harus dibuang ke tempat lingkungan yang aman dan sesuai dengan peraturan pemerintah.







ITEM	TAG. No.	DESCRIPTIONS	REMARKS
1	MFPC-01	LP SCRUBBER	EXISTING
2	MFPC-02	LP SCRUBBER	EXISTING
3	MFPC-03	LP SCRUBBER	EXISTING
4	V-103	PRODS. SEPARATOR	EXISTING
5	CC24-010/010/010	COMPRESSOR DRIVER BAND	EXISTING
6	CC24-015	COMPRESSOR ANEL	EXISTING
7	CC24-011	COMPRESSOR GEMH	EXISTING
8	00E-010/010	AP COMPRESSOR	EXISTING
9	MFPC-04	AP BSKN. SCRUBBER	EXISTING
10	CC24-018	APAL COMPRESSOR	EXISTING
11	MF24-01/04	PG RECEIVER	EXISTING
12	MF24-015	PG RECEIVER	EXISTING
13	MF24-016	PG RECEIVER	EXISTING
14	MF24-017	PG RECEIVER	EXISTING
15	MF24-018	PG RECEIVER	EXISTING
16	CC24-019/020	PG LIQUIDER	EXISTING
17	MFPC-005	AP BSKN. SCRUBBER	EXISTING
18	PR006-010/010	SHRGE PUMPS	EXISTING
19	MF24-019	SHRGE PG. RECEIVER	EXISTING

PT MEDCO E&P INDONESIA
 SURFACE FACILITIES ENGINEERING DEPARTMENT
 The Energy Building - 31th-33th floor
 SCBD Lot 11A, J. Jend. Sudirman, Jakarta, 12190, Indonesia
 Telp. +62-21 79950000 (Residential) Fax: 62-21 79954001

KAJI FIELD DEVELOPMENT

REVISION

NO.	DATE	DESCRIPTION	BY	CHKD.
1	13/09/05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	ALI	SD
2	13/09/05	RE-DESIGN TO ADDITIONAL PUMPS	ALI	SD
3	13/09/05	RE-DESIGN TO ADDITIONAL PUMPS	ALI	SD
4	13/09/05	RE-DESIGN TO ADDITIONAL PUMPS	ALI	SD
5	13/09/05	RE-DESIGN TO ADDITIONAL PUMPS	ALI	SD
6	13/09/05	RE-DESIGN TO ADDITIONAL PUMPS	ALI	SD
7	13/09/05	RE-DESIGN TO ADDITIONAL PUMPS	ALI	SD
8	13/09/05	RE-DESIGN TO ADDITIONAL PUMPS	ALI	SD
9	13/09/05	RE-DESIGN TO ADDITIONAL PUMPS	ALI	SD
10	13/09/05	RE-DESIGN TO ADDITIONAL PUMPS	ALI	SD

SCALE: 1:1300

DRAWN BY: KJI-P-PL-001

DATE: 13/09/05

REVISION: 10