

## BAB 6

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 6.1 Gambaran Umum Dumai *Tank Farm*

Dumai *Tank Farm* terletak di kota Dumai, Riau. Fasilitas ini merupakan salah satu fasilitas yang dimiliki oleh PT. Chevron Pacific Indonesia dan bagian yang bertanggung jawab untuk mengelola adalah departemen *Hydrocarbon Transport* (HCT). Departemen *Hydrocarbon Transport* berada langsung dibawah Direktur Eksekutif PT. Chevron Pacific Indonesia yang bertanggung jawab langsung kepada Presiden Direktur PT. Chevron Pacific Indonesia.

Dumai *Tank Farm* dibangun pada tahun 1950an oleh PT. Caltex (sekarang bernama PT. Chevron Pacific Indonesia). Dumai *Tank Farm* beroperasi untuk menampung dan mendistribusikan hasil operasi dari *gathering station* duri, minas, dan bangko. Selain itu Dumai *Tank Farm* juga terhubung dengan fasilitas pengiriman di pelabuhan (*oil wharf*) yang berfungsi untuk mengirimkan hasil produksi *Crude Oil* ke dalam maupun luar negeri.

Dumai *Tank Farm* merupakan fasilitas yang terdiri dari bangunan gedung, tangki timbun *Crude Oil*, *metering*, dan *pumping facilities*. Dumai *Tank Farm* memiliki kegiatan utama yaitu penerimaan (*filling*), penimbunan, dan penyaluran (*loading*) *Crude Oil* baik untuk ekspor atau untuk disalurkan ke kilang-kilang (*refinery*) untuk diolah menjadi minyak matang. Dalam mendukung kegiatannya tersebut, dumai *Tank Farm* terhubung dengan sistem perpipaan untuk penerimaan *Crude Oil* (*oil trunklines*) sepanjang 441 km dan sistem perpipaan untuk penyaluran *Crude Oil* ke pelabuhan (*loading lines*) sepanjang 26 km. *Crude Oil* yang diterima dari sistem perpipa tersebut ditampung dan disimpang dalam tangki timbun yang terletak di area dumai *Tank Farm*. Operasi penimbunan dilakukan dengan ketat dan diawasi oleh kontrol room untuk mencegah adanya *overflowing* atau penerimaan yang melebihi kapasitas tangki timbun yang tersedia. Terdapat sistem deteksi termasuk alarm untuk mencegah terjadinya *overflowing* tersebut.

Sistem proteksi kebakaran yang terdapat di dumai *Tank Farm* khususnya di bangunan gedung seperti *control room* telah dilengkapi oleh *fixed smoke detektor*. Sedangkan untuk area *Tank Farm* belum terdapat sistem deteksi kebakaran. Dumai *Tank Farm* memiliki unit pemadaman kebakaran sendiri yang berada dibawah *Fire and Emergency Response Team*. Dumai *Tank Farm* memiliki fasilitas *water pump* yang dikendalikan melalui *control room* secara manual dengan kapasitas total 17.500 gpm yang berfungsi untuk memompakan air dari kanal dan sungai dengan kapasitas total 60.481.200 gallons sebagai air pemadaman. Air yang dipompakan oleh *water pump* tersebut akan dialirkan melalui sistem *fire line* (lihat lampiran 3) menuju ke *fire monitor, hydrant, maupun manifold*. *Manifold* berperan penting ketika terjadi kebakaran pada tangki timbun, karena akan digunakan untuk *inlet* air pemadaman yang dihubungkan dengan peralatan pemadaman kebakaran yang dimiliki oleh *Fire and Emergency Response Team*. Salah satu peralatan pemadaman yang digunakan jika terjadi kebakaran adalah *terminator*, *terminator* tersebut dapat mencampurkan air dan *foam* yang dibutuhkan untuk upaya pemadaman secara aktif (*fire fighting*), berikut ini adalah gambar *manifold* dan *terminator* (peralatan pemadaman):



**Gambar 6.1. Manifold dan Peralatan Pemadaman (*terminator*)**

## **6.2 Pemilihan Unit Proses (Tangki Timbun)**

Dumai *Tank Farm* memiliki 16 tangki dengan kisaran diameter antara 160 feet (tangki 201,205 dan 206), 180 feet (tangki 202 – 204, 101 – 106), dan 297 feet (tangki 301 – 304). Tipe tangki yang ada pada dumai *Tank Farm* adalah *fixed cone roof tank* tanpa sistem *fixed foam* dan sistem *sprinkler*. Area dumai *Tank*

*Farm* dibagi menjadi 6 area terdiri dari beberapa tangki, yang masing – masing area dipisahkan oleh *dike* (tanggul) setinggi 2 meter dan masing – masing tangki dipisahkan oleh *dike* (tanggul) setinggi 1,5 m, dengan perincian tangki pada tiap area sebagai berikut:

**Tabel 6.1. Area Dumai Tank Farm**

Area	Nomor tangki
A	101 – 103
B	201 – 203
C	104 – 106
D	204 – 206
E	303 – 304
F	301 – 302

Keenambelas tangki tersebut berfungsi untuk menyimpan dua jenis produk minyak mentah, yaitu Duri *Crude Oil* dan Sumatra *Light Crude Oil*. Seperti telah dibahas sebelumnya dikarenakan variasi kualitas *Crude Oil*, *flash point* dari masing – masing *Crude Oil* harus diuji terlebih dahulu. *Material safety data sheet* (MSDS) (lampiran 6) untuk kedua *Crude Oil* yang disimpan di dumai *Tank Farm* menunjukkan angka *flash point* yang berbeda, sumatra *light crude* memiliki *flash point* yang lebih rendah dibandingkan dengan duri *crude* yaitu berkisar  $5^{\circ} - 70^{\circ}$  F sedangkan duri *crude* berkisar  $145^{\circ} - 165^{\circ}$  F. Dari data tersebut bisa disimpulkan bahwa sumatra *light crude* lebih *flammable* dibandingkan duri *crude oil* karena sumatra *light crude* termasuk ke dalam kelas *flammable liquid* dalam standar NFPA.

Berdasarkan pedoman *Dow's Fire and Explosion Index*, unit proses yang akan diteliti merupakan unit proses yang diperkirakan memiliki potensi bahaya yang besar dan dapat menimbulkan kerugian yang besar jika terjadi kebakaran dan ledakan. Selain itu, unit proses minimal menangani 5.000 pounds atau 600 gallons *flammable*, *combustible*, atau *reactive material*. Dari tabel 12 dibawah ini dapat dilihat bahwa kapasitas aman tangki terkecil adalah 165.206 barrels setara dengan 7.269.064 gallons (1 barrel = 44 galons), maka semua tangki di dumai *Tank Farm*

memenuhi syarat untuk diteliti karena mengani lebih dari 600 gallons *flammable*, *combustible*, atau *reactive material*.

Berikut ini adalah tabel data tangki yang ada di Dumai *Tank Farm*:

**Tabel 6.2. Data Tangki Timbun di Dumai *Tank Farm***

Produk minyak mentah	Nomor Tangki	Tahun Pembuatan	Tahun Digunakan	Ukuran (m)		Kapasitas Tangki (bbls)		Kalibrasi
				Tinggi	Diameter	Maks	Safe	
Sumatra Light Crude Oil	101	1957	1958	14,62	54,89	217.500	212.592	2000
	102	1957	1958	14,62	54,89	217.500	211.395	2000
	103	1957	Sep-59	14,64	54,86	217.500	211.501	2001
	106	1957	Des-64	14,64	54,86	217.500	211.278	1997
	201	1958	Agust-66	14,50	48,75	171.000	165.206	2000
	202	1960	Mei-58	14,64	54,95	217.500	211.647	1998
	203	1960	Jan-61	14,63	54,93	217.500	211.527	2001
	301	1969	Apr-72	17,07	90,65	690.000	673.369	1995
	302	1969	Mei-72	17,07	90,65	690.000	673.840	1994
Duri Crude Oil	104	1951	Feb-60	14,64	54,91	217.500	211.934	1998
	105	1957	Feb-60	14,64	54,86	217.500	211.934	2000
	204	1961	Apr-65	14,64	54,85	217.500	211.259	1997
	205	1963	Agust-68	14,61	48,85	171.000	166.848	1998
	206	1963	Agust-68	14,58	48,78	171.000	167.269	1998
	303	1967	Mei-69	17,06	90,64	690.000	673.641	1995
	304	1967	Jul-69	17,06	90,58	690.000	673.845	2000

Sumber : (Chevron, 2008) catatan: telah diolah kembali

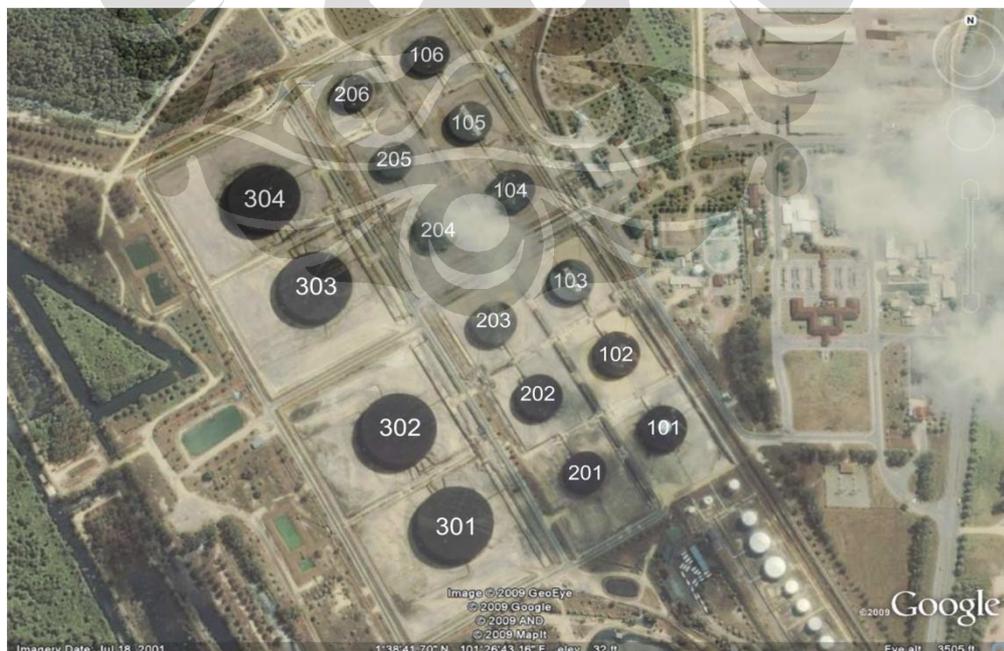
Dalam menentukan unit proses yang akan diteliti perlu diperhatikan faktor – faktor penting seperti yang tercantum dalam pedoman *Dow's Fire and Explosion Index*, sebagai berikut:

1. Energi potensial bahan kimia (*Material Factor*)
2. Jumlah material berbahaya dalam unit proses
3. Densitas modal (*dollar per square foot*)
4. Tekanan dan temperature proses
5. Pengalaman masa lalu berhubungan dengan kejadian kebakaran dan ledakan

Berdasarkan standar NFPA Hazard ID, *Crude Oil* atau *Petroleum* memiliki nilai *Health* = 1, *Flammability* = 3, *Reactivity* = 0. Dengan melihat tabel *material factor* pada pedoman *Dow's Fire and Explosion Index* didapatkan nilai *material factor* untuk *Petroleum* atau *Crude Oil* sebesar 16, karena *Crude Oil* memiliki nilai  $N_h = 1$ ,  $N_f = 3$  dan  $N_r = 0$ .

Sumber yang diperoleh dari *website nymex (new york mercantile exchange)* diperoleh data harga pasar minyak mentah (*Crude Oil*) pada 6 maret 2009 seharga US\$ 40, dikarenakan harga pasar minyak mentah yang fluktuatif maka peneliti menetapkan harga minyak mentah yang dipakai dalam penelitian ini adalah nilai harga minyak mentah pada saat penelitian ini dilakukan yaitu pada bulan maret 2009.

Dari tabel 12 diketahui bahwa tangki terbesar yang terdapat di dumai *Tank Farm* adalah tangki 301 hingga tangki 304 dengan kapasitas maksimum 690.000 bbls. Dari keempat tangki tersebut dua diantaranya, yaitu tangki 301 dan 302 menyimpan *sumatra light crude* sedangkan dua lainnya, yaitu tangki 303 dan 304 menyimpan *duri crude*. Dan berikut ini adalah layout Dumai *Tank Farm* yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 6.2. Layout Dumai Tank Farm**

Sumber: (EuropaTechnologies, 2009)

Seperti telah dibahas sebelumnya bahwa berdasarkan data dari material safety data sheet, diketahui sumatra *light crude oil* memiliki *flash point* yang lebih rendah dibandingkan dari *crude oil*, dan berdasarkan layout (dapat dilihat pada gambar 5.2 diatas dan pada lampiran 2) diketahui bahwa posisi tangki 302 berada ditengah dan berdampingan dengan tangki 301 dan 303 di kedua sisinya dan tangki 202 dan 203 di depannya. Oleh karena itu, peneliti memutuskan tangki 302 menjadi objek penelitian dalam penelitian ini berdasarkan kejadian terburuk yang mungkin terjadi mengingat beberapa hal yang telah disampaikan diatas.



**Gambar 6.3. Tangki 302**

### **6.3 Process Unit Hazard Factor (F3)**

Berikut ini adalah table yang menjelaskan nilai *material factor*, *general Process Hazards Factor* (F1), *special process hazards factors* (F2), dan *process unit hazards factors* (F3) berdasarkan pedoman *Dow's Fire and Explosion Index* (F&EI):

**Tabel 6.3. Material Factor (MF), General Process Hazards Factors (F1), Special Process Hazards (F2), dan Process Unit Hazards Factors (F3)**

VARIABLE	TANGKI 302
<b>MATERIAL FACTOR</b>	<b>16</b>
<b>General Process Hazards</b>	<b>Penalti</b>
<i>Base Factor</i>	1,00
A. Reaksi Eksotermis	0,00
B. Reaksi Endotermis	0,00
C. Pemindahan dan Penanganan Material	0,00
D. Unit Proses Tertutup	0,00
E. Akses (Jalan)	0,00
F. Saluran Pembuangan dan Pengendalian Tumpahan	0,50
<b>GENERAL PROCESS HAZARDS FACTOR (F1) (<math>\sum</math> A-F)</b>	<b>1,50</b>
<b>Special Process Hazards</b>	<b>Penalti</b>
<i>Base Factor</i>	1,00
A. Material Beracun	0,20
B. Tekanan Bawah Atmosfir	0,00
C. Temperatur Operasi Pada/Dekat <i>Flammable range</i>	0,50
D. Ledakan Debu	0,00
E. Tekanan Pelepasan	0,16
F. Temperatur Rendah	0,00
G. Jumlah Material	0,41
H. Korosi dan Erosi	0,20
I. Kebocoran	0,10
J. Penggunaan Alat Pembakar	0,00
K. Sistem Pertukaran Minyak Panas	0,00
L. Peralatan Berputar	0,00
<b>SPECIAL PROCESS HAZARDS FACTOR (F2) (<math>\sum</math> A-L)</b>	<b>2,57</b>
<b>PROCESS UNIT HAZARDS FACTOR (F3) (F1x F2)</b>	<b>3,87</b>

*Proses unit hazard* didapatkan dari hasil perhitungan *general hazards factor* (F1) dan *special process hazards factor* (F2).

### 6.3.1 Menentukan *material factor* (MF)

Berdasarkan pedoman *Dow's Fire and Explosion Index*, *material factor* diperoleh dari nilai  $N_f$  dan  $N_r$  berdasarkan standar NFPA yang masing – masing

menggambarkan nilai flammability dan reactivity (atau instability). Tangki 302 menyimpan *Crude Oil* memiliki nilai Nf (flammability) = 3, Nh (health) = 1, dan Nr (reactivity) = 0, dan dengan menggunakan tabel nilai *material factor* berdasarkan pedoman *Dow's Fire and Explosion Index* maka didapatkan nilai MF (*material factor*) sebesar 16.

### 6.3.2 Menentukan *general process hazards factor* (F1)

*General process hazard* memiliki peranan yang penting dalam menentukan besarnya potensi kecelakaan, dan dapat diterapkan di hampir semua kondisi. *General process hazards factor* ditentukan berdasarkan pemberian penalti terhadap 6 butir yang termasuk *general process hazards factor*, seperti yang akan dijelaskan dibawah ini. Setiap penalti yang diberikan pada keenam butir tersebut akan dijumlahkan dan ditambahkan dengan penalti untuk *base factor* (1,00) maka akan menghasilkan nilai F1. Seperti dapat juga dilihat dalam tabel 13 tangki 302 (unit proses) mendapatkan nilai *general process hazards factor* (F1) sebesar 1,50 dengan penjelasan sebagai berikut:

a. *Exothermic Chemical Reactions* (Reaksi Kimia Eksotermis)

Tidak ada pemberian penalti (0,00) karena unit proses merupakan tangki timbun yang tidak terjadi proses eksotermis didalamnya.

b. *Endothermic Processes* (Proses Endotermis)

Tidak ada pemberian penalti (0,00) karena unit proses merupakan tangki timbun yang tidak terjadi proses endotermis didalamnya.

c. *Material Handling and Transfer* (Pemindahan dan Penanganan Material)

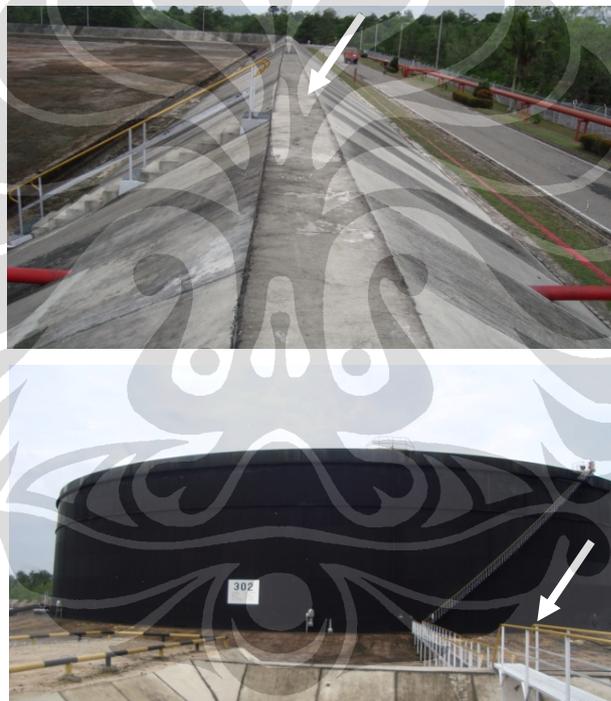
Tidak ada pemberian penalti (0,00) karena unit proses merupakan tangki timbun yang secara khusus disebutkan dalam pedoman F&EI tidak termasuk kedalam kriteria gudang dan lapangan penyimpanan dan tidak dilakukan pemindahan maupun penanganan material didalamnya karena hanya berfungsi sebagai tangki penimbunan.

d. *Enclosed or Indoor Process Units* (Unit Proses Tertutup)

Tidak ada pemberian penalti (0,00) karena unit proses merupakan tangki timbun yang tidak dalam keadaan tertutup. Tangki timbun berada di ruangan terbuka tanpa dinding maupun atap.

e. *Access (Jalan)*

Tidak ada pemberian penalti (0,00) karena terdapat lebih dari 2 akses untuk mendekati tangki. Tangki 302 memiliki diameter 90,65 m dan memiliki luas permukaan tangki sebesar 6450,677 m<sup>2</sup> atau lebih dari 925 m<sup>2</sup>. Terdapat akses langsung menuju tangki di keempat sisi yang mengelilingi tangki, yang mana tiga diantaranya berdampingan langsung dengan jalanan mobil. Dengan demikian walaupun tangki 302 memiliki luas area lebih dari 926 m<sup>2</sup> namun memiliki akses yang cukup untuk usaha pemadaman tangki, yaitu lebih dari 2 akses, maka pada butir ini tangki timbun 302 tidak mendapatkan penalti (0,00). Berikut ini adalah gambar akses untuk mendekati tangki timbun 302.



**Gambar 6.4. Akses Mendekati Tangki 302**

f. *Drainage Spill Control (Saluran Pembuangan dan Pengendalian Tumpahan)*

Mendapatkan penalti 0,50 karena terdapat tanggul disekeliling tangki timbun yang berfungsi untuk melokalisir tumpahan dan juga berfungsi sebagai *second containment* atau tempat penampungan kedua jika terjadi tumpahan yang dapat menampung 110% dari total volume tangki. Tanggul yang mengelilingi area F (tangki 302 dan 301) terbuat dari beton, dan tanggul yang memisahkan

tangki 302 dan tangki 301 terbuat dari tanah yang dipadatkan. Tanggul sengaja dibuat sedikit lebar permukaan atasnya sehingga menjadi jalan yang dapat dilewati oleh orang dan dapat berperan dalam upaya pemadaman.



**Gambar 6.5. Tanggul Tangki 302**

### 6.3.3 Menentukan *special process hazards factor* (F2)

*Special process hazards factor* ditentukan berdasarkan pemberian penalti terhadap 12 butir seperti akan dijelaskan dibawah ini. Setiap penalti yang diberikan pada kedua belas butir tersebut akan dijumlahkan dan ditambahkan dengan penalti untuk *base factor* (1,00) maka akan menghasilkan nilai F2. Seperti dapat juga dilihat dalam tabel 13 tangki 302 (unit proses) mendapatkan nilai *special process hazards factor* (F2) sebesar 2,57. *Special Process Hazard* adalah faktor penting yang dapat meningkatkan probabilitas potensi kecelakaan dan terdiri dari kondisi proses spesifik yang berdasarkan pengalaman memiliki peran sebagai penyebab terbesar dalam kejadian kecelakaan.

#### a. *Toxic Material* (Material Beracun)

Mendapatkan penalti 0,20 karena dalam menghitung penalti untuk material beracun diperlukan data  $N_h$  (*health*), dengan persamaan penalti =  $0,20 \times N_h$  material. *Crude Oil* seperti telah dibahas sebelumnya memiliki  $N_h$  (*health*) = 1

sehingga didapatkan nilai penalti untuk material beracun berdasarkan dari persamaan diatas sebagai berikut:

$$\text{Penalti} = 0,20 \times N_h \text{ material} = 0,20 \times 1 = 0,20$$

b. *Sub-atmospheric Pressure* (Tekanan Bawah Atmosfir)

Tidak ada pemberian penalti (0,00) karena semua tangki pada Dumai *Tank Farm* merupakan *atmospheric tank* dimana tangki dioperasikan pada atau sedikit diatas tekanan atmosfer.

c. *Operation in or Near Flammable Range* (Temperatur Operasi pada Atau Dekat *Flammable Range*)

Mendapatkan penalti 0,50 karena seperti telah dibahas sebelumnya tangki timbun (unit proses) menyimpan produk *Crude Oil* yang berdasarkan standar NFPA memiliki nilai  $N_f = 3$ . Terdapat 8 *breathing valve* di atap tangki yang berfungsi untuk keluar masuknya udara. Pada saat pengisian *Crude Oil* kedalam tangki akan mendorong volume uap diatasnya, sebagian uap itu dapat dikeluarkan melalui *breathing valve*. Pada saat keluarnya *Crude Oil* dari tangki maka volume cairan didalam tangki akan berkurang dan menciptakan ruang vakum sehingga udara dapat masuk melalui *breathing valve*. *Breathing valve* mempunyai fungsi yang sama seperti pernafasan, udara dapat masuk dan keluar pada saluran yang sama.

d. *Dust Explosion* (Ledakan Debu)

Tidak ada pemberian penalti (0,00) karena tangki timbun (unit proses) berisi *flammable liquids* sehingga tidak menghasilkan debu.

e. *Relief Pressure* (Tekanan Pelepasan)

Mendapatkan penalti 0,16 karena tangki timbun (unit proses) merupakan *atmospheric storage tank* yang memiliki tekanan 1 atm (0 psig) dan berisikan sumatra light *Crude Oil* yang merupakan *flammable liquids* karena memiliki titik nyala dibawah 100<sup>0</sup>F. Penalti diatas diperoleh dari hasil perhitungan tekanan tangki dalam persamaan untuk *flammable and combustible liquids* sesuai pedoman *Dow's Fire and Explosion Index* sebagai berikut:

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

$$\begin{aligned}
&= 0,16109 + 1,61503 \left( \frac{1}{1000} \right) - 0,42879 \left( \frac{1}{1000} \right)^2 \\
&\quad + 0,5172 \left( \frac{1}{1000} \right)^3 \\
&= 0,16
\end{aligned}$$

Dimana P adalah tekanan operasi, sehingga diperoleh nilai penalti sebesar 0,16.

f. *Low Temperature* (Temperature Rendah)

Tidak ada pemberian penalti (0,00) karena temperatur tangki timbun (unit proses) tidak berada atau dibawah *ductile/brittle transition temperatures*. Dikarenakan tidak tersedianya data *ductile/brittle transition temperatures*, maka berdasarkan pedoman *Dow's Fire and Explosion Index* diasumsikan sebesar 10<sup>0</sup> C (50<sup>0</sup> F). Sedangkan berdasarkan data HCT tangki timbun dioperasikan pada temperatur antara 35<sup>0</sup> – 42<sup>0</sup> C (96<sup>0</sup> – 100<sup>0</sup> F).

g. *Quantity of Flammable and Unstable Material* (Jumlah Material)

Mendapatkan penalti 0,42 karena material di dalam tangki timbun (unit proses), yaitu *Crude Oil* tergolong ke dalam *flammable liquids* dengan *range flash point* 5<sup>0</sup> – 90<sup>0</sup> F, penalti didapatkan dari persamaan untuk *class I flammable liquid* berdasarkan pedoman F&EI dengan perhitungan sebagai berikut:

- Volume bersih = 673.840 barrel = 107.140.560 liter
- Massa jenis = 0,87 kg/liter
- Massa sumatra *light crude oil* = massa jenis x volume  
 $= 0,87 \text{ kg/liter} \times 107.140.560 \text{ liter}$   
 $= 93.212.287,2 \text{ kg} \text{ ( } 1 \text{ kg} = 2,2046 \text{ lb)}$   
 $= 205.495.808 \text{ lb}$
- Sumatra *light crude oil* yang merupakan *Petroleum - Crude Oil* memiliki energi (Hc) = 21,3 x 10<sup>3</sup> (American Institute of Chemical Engineers, 1994)
- Total energi dalam tangki = 205.495.808 lb x 21,3 x 10<sup>3</sup> = 4377,06 x 10<sup>9</sup> BTU

Setelah itu untuk menghitung nilai penalti, total energi dalam tangki dimasukkan ke dalam persamaan *Class I Flammable liquids* dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \log Y = & -0,403115 + 0,378703(\log X) - 0,046402(\log X)^2 \\ & - 0,015379(\log X)^3 \end{aligned}$$

Dimana Y adalah penalti dan X adalah total energi dalam proses, dan dari persamaan diatas didapatkan nilai penalti sebesar 0,42.

- h. *Corrosion and Erosion* (Korosi dan Erosi)  
Mendapatkan penalti 0,20 karena terdapat cat yang melapisi dinding tangki, dan terdapat pelapisan pada permukaan dasar tangki yang berfungsi sebagai *cathodic protection* untuk mengurangi korosi pada tangki.
- i. *Leakage – Joint and Packing* (Kebocoran)  
Mendapatkan penalti 0,10 karena menurut hasil wawancara dengan operator *maintenance* yang bertugas di dumai *Tank Farm* dalam kurun waktu setahun angka kebocoran yang terjadi sangat kecil (tidak lebih dari 1).
- j. *Used of Fire Equipment* (Penggunaan Peralatan Pembakar)  
Tidak ada pemberian penalti (0,00) karena tangki timbun (unit proses) tidak menggunakan alat pembakar ataupun tidak melibatkan proses pembakaran.
- k. *Hot Oil Heat Exchange System* (Sistem Pertukaran Minyak Panas)  
Tidak ada pemberian penalti (0,00) karena dalam pedoman *Dow's Fire and Explosion Index* dijelaskan bahwa penalti tidak diberikan untuk *non-combustible hot oil* atau *combustible fluid* yang digunakan dibawah titik nyalanya. Tangki timbun (unit proses) berisikan *Sumatra Light Crude (SLC)* memiliki titik nyala antara  $5^0 - 70^0$  F yang merupakan *flammable liquid* dan bukan *combustible liquid*.
- l. *Rotating Equipment* (Peralatan Berputar)  
Tidak ada pemberian penalti (0,00) karena tidak terdapat peralatan berputar, seperti kompresor, pompa, agitator dan pompa sirkulasi pada tangki timbun (unit proses).

#### 6.3.4 Menentukan *process unit hazard factor* (F3)

*Process unit hazard factor* (F3) merupakan tingkat pajanan bahaya dari unit proses ditentukan dengan mengkalikan hasil dari *general process hazards*

*factor* (F1) dengan *special process hazards factor* (F2). Dari tabel 13 diatas didapatkan nilai *general process hazards factor* (F1) sebesar 1,5 sedangkan nilai *special process hazards factor* (F2) sebesar 2,58, sehingga dapat diperoleh nilai F3 dengan memasukkan kedalam persamaan sebagai berikut:

$$F3 = F1 \times F2 = 1,50 \times 2,58 = 3,87$$

*Process unit hazards factor* (F3) memiliki rentang nilai 1 – 8, sehingga bila dari hasil perhitungan diperoleh nilai lebih dari 8 maka digunakan nilai maksimum 8.

#### 6.4 *Process Unit Risk Analysis Summary*

*Process unit risk analysis summary* untuk tangki 302 berdasarkan pedoman F&EI dijelaskan dalam tabel sebagai berikut:

**Tabel 6.4. Proses Unit Risk Analysis Summary**

Variabel	Tangki 302
<i>Fire and Explosion Index</i> (F&EI)	61,92
Radius Pajanan ( <i>The Radius of Exposure</i> )	200,72 ft (61,18 m)
Luas Daerah Terpajan ( <i>The Area of Exposure</i> )	126.499,72 ft <sup>2</sup> (38.557,11 m <sup>2</sup> )
Nilai Daerah Terpajan ( <i>Value of the Area of Exposure</i> )	US\$ 2.740.112,39 (Rp 31.237.281.261,90)
Faktor Kerusakan ( <i>Damage Factor</i> )	0,45
Nilai Kerugian Dasar ( <i>Base Maximum Probable Property Damage</i> )	US\$ 1.233.050,58 (Rp 14.056.776.567,86)
Nilai Kerugian Sebenarnya ( <i>Actual Maximum Probable Property damage</i> )	US\$ 745.163,68 (Rp 8.494.865.919,27)
Hari Kerja yang Hilang ( <i>Maximum Probable Days Outage</i> )	21
Nilai Kerugian Akibat Terhentinya Bisnis ( <i>Business Interruption</i> )	US\$ 23.106.359,47 (Rp 263.412.497.926,91)

Catatan:

US\$ 1 = Rp. 11.400,00 (Kompas, 6 Maret 2009)

1 ft = 0,3048 m ([www.akronbrass.com](http://www.akronbrass.com), 2009)

#### 6.4.1 Menentukan *Fire and Explosion Index (F&EI)*

Berdasarkan pedoman *Fire and Explosion Index*, nilai F&EI didapatkan dari hasil perkalian *material factor* (MF) dengan *process unit hazards factor* (F3). Pada tabel 13 didapatkan nilai *material factor* (MF) adalah 16 dan nilai *process unit hazards factor* (F3) adalah 3,87, sehingga dapat diperoleh nilai F&EI dengan perhitungan sebagai berikut:

$$F\&EI = MF \times F3 = 16 \times 3,87 = 61,92$$

F&EI merupakan gambaran potensi bahaya yang ada dalam unit proses dan dikategorikan berdasarkan tingkat bahaya seperti telah dibahas dalam tinjauan pustaka. Dari nilai F&EI tersebut, berdasarkan tabel 8 pada tinjauan pustaka maka tangki 302 termasuk dalam klasifikasi tingkat bahaya moderat yaitu antara 61 – 96.

#### 6.4.2 Menentukan radius pajanan (*the radius of exposure*)

Nilai F&EI dapat dikonversi menjadi nilai radius pajanan dengan mengalikannya dengan faktor pengali 0,84. Dengan demikian dapat ditentukan radius pajanan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Radius pajanan} = 0,84 \times 61,92 \text{ ft} = 52,01 \text{ ft} = 15,85 \text{ m}$$

Dalam menentukan radius pajanan pada unit proses yang kecil, radius dihitung mulai dari titik pusat unit proses. Sedangkan untuk unit proses yang besar, radius dihitung mulai dari tepi dinding luar unit proses tersebut. Tangki timbun 302 (unit proses) memiliki diameter sepanjang 297,4 ft dan menyimpan lebih dari 600.000 barel *Crude Oil* sehingga dapat digolongkan sebagai unit proses yang besar. Untuk mengetahui nilai radius pajanan sebenarnya harus ditambahkan dengan jari-jari tangki yaitu sebesar 148,7 ft = 45,33 m, sehingga didapatkan nilai radius pajanan sebenarnya sebagai berikut:

$$\text{Radius pajanan sebenarnya} = 52,01 \text{ ft} + 148,7 \text{ ft} = 200,72 \text{ ft} = 61,18 \text{ m}$$

Dari nilai tersebut maka jika terjadi kebakaran atau ledakan pada tangki timbun 302 (unit proses), maka semua peralatan, unit proses, atau bangunan yang berada pada radius 200,72 ft (61,18 m) dari titik tengah tangki akan terkena dampak dari kebakaran dan ledakan tersebut.



**Gambar 6.6. Radius Pajanan Pada Tangki 302**

Dari gambar diatas terlihat tangki 302 berada satu area dengan tangki 301 yang dipisahkan oleh intermediate *dike* yang terbuat dari tanah yang dikeraskan dan kedua tangki berjarak 52,5 m (172,3 ft). Jarak yang cukup jauh ini menepatkan tangki terdekat dari tangki 302 yaitu tangki 301 diluar *radius of exposure*. Sehingga jika terjadi kebakaran pada tangki 302 tidak ada unit proses terdekat lain yang akan langsung terkena dampak.

Untuk mengantisipasi lamanya kebakaran dapat diketahui dari nilai *fire load* dengan menghitung energi persatuan luas (BTU/ft<sup>2</sup>). Dipertimbangkan tidak semua bahan bakar akan habis, ditetapkan hanya 10% dari total bahan bakar yang dipakai untuk prediksi dalam perhitungan lamanya kebakaran yang mungkin terjadi (Nevded, 1991c). *Fire load*, kategori dan perkiraan lamanya waktu kebakaran dapat dilihat pada tabel 5.5 berikut ini.

**Tabel 6.5. Fire Load, Kategori, dan Perkiraan Lamanya Waktu Kebakaran**

Fire Load (BTU/ft <sup>2</sup> x 1000)	Kategori	Lamanya Waktu Kebakaran (Jam)
0 – 50	Ringan	¼ - ½
50 – 100	Rendah	½ - 1
100 – 200	Sedang	1 – 2
200 – 400	Tinggi	2 – 4
400 – 1.000	Amat Tinggi	4 – 10
1.000 – 5.000	Intensif	10 – 50
5.000 – 10.000	Amat Ekstrim	50 - 100

Sumber : (Nevded, 1999c)

Tangki 302 memiliki volume bersih sebesar 107.140.560 liter. Jika diasumsikan kebakaran terjadi saat tangki terisi penuh maka volume *Sumatra Light Crude Oil* yang terbakar adalah sebesar 10.714.056 liter (10% dari seluruh volume bersih). *Sumatra Light Crude Oil* memiliki massa jenis sebesar 0,87 g/ml, sehingga massa *Sumatra Light Crude Oil* yang terbakar adalah sebesar 9.321.228,7 kg atau setara dengan 20.549.581 lb.

*Sumatra Light Crude Oil* merupakan *Petroleum* yang memiliki energi (Hc) sebesar 21300 BTU/lb (American Intitute of Chemical Engineers, 1994). Oleh karena itu, total energi dari *Sumatra Light Crude Oil* yang terbakar adalah sebesar  $4,37706 \times 10^{11}$  BTU ( $20.549.581 \text{ lb} \times 21300 \text{ BTU/lb}$ ). Tangki 302 memiliki luas permukaan sebesar 190.712,61 ft<sup>2</sup>, sehingga *fire load* jika tangki 302 terbakar saat terisi penuh adalah sebesar  $2295,1082 \times 1000 \text{ BTU/ft}^2$  ( $4,37706 \times 10^{11} \text{ BTU} / 190.712,61 \text{ ft}^2$ ).

Dari tabel 5.5 diatas, terlihat bahwa dengan *fire load* sebesar  $2295,1082 \times 1000 \text{ BTU/ft}^2$ , jika tangki 302 terbakar saat terisi penuh maka *fire load* masuk dalam kategori intensif dengan lama kebakaran sekitar 10 – 20 jam. Perhitungan *fire load* lebih jelas dapat dilihat dalam lampiran 4 hasil pengumpulan data (lampiran 7).

#### 6.4.3 Menentukan luas daerah pajanan (*the area of exposure*)

Menurut pedoman F&EI dalam menentukan luas area pajanan menggunakan rumus persamaan luas lingkaran sebagai berikut:

$$\text{Area of exposure} = \pi R^2 \text{ (R = radius pajanan)}$$

Berdasarkan data pada tabel 14 area yang akan terkena pajanan jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki 302 adalah 126.499,72 ft<sup>2</sup> atau 38.577,11 m<sup>2</sup> dari titik pusat tangki dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Area of exposure} &= \pi R^2 \text{ (R = radius pajanan)} \\ &= 3,14 (200,72)^2 \\ &= 126.499,72 \text{ ft}^2 = 38.557,11 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

#### 6.4.4 Menentukan nilai daerah pajanan (*value of the area of exposure*)

Berdasarkan pedoman F&EI nilai daerah pajanan adalah nilai pergantian (*replacement value*) dari seluruh peralatan dan isinya yang akan rusak atau hilang termasuk barang – barang inventaris jika terjadi kebakaran dan ledakan. Dari tabel 14 nilai daerah pajanan adalah sebesar US\$ 2.740.112,39 (Rp 31.237.281.261,90).

Menurut pedoman F&EI nilai tersebut didapatkan dari hasil pengalian biaya asli dengan 0,82 dan dengan faktor eskalasi. Seperti telah disebutkan pada bab tinjauan pustaka bahwa 0,82 adalah faktor yang ditetapkan dengan menganggap bahwa nilai daerah pajanan tidak termasuk biaya persiapan lahan, pembuatan jalan, pondasi, jalur pipa dalam tanah, perengkayasa, dan lain – lain, sehingga akan diperoleh nilai daerah pajanan tersebut yang tidak termasuk biaya-biaya yang disebutkan diatas. Sedangkan faktor eskalasi merupakan perbandingan nilai *Chemical Engineering Plant Cost Index* (CEPCI) pada tiap – tiap tahun sesuai dengan tahun dibuatnya unit proses dan tahun sekarang. Tangki 302 dibangun pada tahun 1969, sehingga berdasarkan nilai CEPCI tahun 1969 pada bab tinjauan pustaka tabel 9 adalah 119, sedangkan untuk nilai CEPCI terakhir yang dikeluarkan pada tahun 2008 adalah 549,2.

Dengan melihat lampiran 4 hasil pengumpulan data (lampiran 4) biaya asli tangki 302 adalah sebesar US \$ 724.054, nilai tersebut didapatkan dari sistem JDE, yaitu suatu *software* ERP (*Enterprise Resource Planning*) yang dimiliki oleh Chevron, yang berfungsi untuk memanage dan mengkoordinasikan informasi dan fungsi bisnis dari database yang terbagi. Dari data-data diatas maka dapat diperoleh nilai daerah pajanan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Nilai daerah pajanan} &= \text{biaya asli} \times 0,82 \times \text{faktor eskalasi} \\ &= \text{US \$ } 724.054 \times 0,82 \times \frac{549,2}{119} \\ &= \text{US \$ } 2.740.112,39\end{aligned}$$

Dengan nilai tukar Rupiah terhadap Dollar pada 6 maret 2009 adalah Rp. 11.400 maka diperoleh nilai daerah pajanan senilai Rp. 31.237.281.261,90.

#### 6.4.5 Menentukan faktor kerusakan (*damage factor*)

Faktor kerusakan dapat ditentukan berdasarkan *process unit hazard factors* (F3) dan *material factors* (MF). Berdasarkan tabel 13 diketahui nilai *process unit hazard factors* (F3) adalah 3,87 dan nilai *material factor* adalah 16. Faktor kerusakan sesuai dengan lampiran 4 hasil pengumpulan data (lampiran 5) untuk material faktor 16 adalah sebesar 0,45 dengan persamaan sebagai berikut, dimana Y adalah faktor kerusakan dan X adalah *process unit hazard factors* (F3):

$$\begin{aligned}Y &= 0,256741 + (0,019886 \times (X)) + (0,011055 \times (X)^2) - (0,00088 \times (X)^3) \\ &= 0,256741 + (0,019886 \times (3,87)) + (0,011055 \times (3,87)^2) - (0,00088 \times \\ &\quad (3,87)^3) \\ &= 0,45\end{aligned}$$

#### 6.4.6 Menentukan nilai kerugian dasar

##### (*base maximum probable property damage*)

Nilai kerugian dasar ditentukan berdasarkan nilai daerah terpajan dan faktor kerusakan, karena tidak seluruh nilai daerah terpajan yang akan menjadi nilai kerugian dasar tergantung pada berapa besar nilai faktor kerusakan. Dari tabel 14 nilai daerah terpajan adalah sebesar US\$ 2.740.112,39 (Rp 31.237.281.261,90), sedangkan nilai kerugian dasar adalah sebesar US \$ 1.233.050,58 (Rp.18.429.995.944,52) hal ini menunjukkan bahwa berdasarkan

faktor kerusakan sebesar 0,45 diperkirakan kerugian yang akan timbul akibat kejadian kebakaran dan ledakan hanya 45 % dari nilai daerah terpajan.

Nilai kerugian dasar pada tangki 302 sebesar US\$ 1.233.050,58 (Rp.14.056.776.567,86) didapat dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Nilai kerugian dasar} &= \text{Nilai daerah pajanan} \times \text{Faktor kerusakan} \\ &= \text{US\$ } 2.740.112,39 \times 0,45 \\ &= \text{US\$ } 1.233.050,58\end{aligned}$$

Dengan nilai tukar Rupiah terhadap Dollar pada 6 maret 2009 adalah Rp. 11.400 maka diperoleh nilai daerah pajanan senilai Rp 14.056.776.567,86

#### **6.4.7 Menentukan faktor pengendali nilai kerugian**

##### ***(loss control credit factor)***

*Loss control credit factor* (LCCF) merupakan faktor pengendali kerugian (*loss control*) 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 dengan *fire protection control* (C3), dari tabel 14 dapat diketahui nilai *loss control credit factor* adalah 0,61 dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{LCCF} &= C1 \times C2 \times C3 \\ &= 0,75 \times 0,94 \times 0,86 \\ &= 0,60\end{aligned}$$

Nilai terbaik untuk *loss control credit factor* adalah sebesar 0,18 sehingga dibandingkan dengan nilai LCCF sebesar 0,60 diatas maka upaya pengendalian yang telah dilakukan oleh perusahaan masih dapat ditingkatkan.

Tabel 6.6. *Loss Control Credit Factor*

VARIABEL	TANGKI 302	
<b>Process Control Credit Factor</b>	<b>Kredit</b>	
1. <i>Emergency Power</i> (Pembangkit Listrik Darurat)	0,98	
2. <i>Cooling</i> (Pendingin)	0,97	
3. <i>Explosion Control</i> (Pengendalian Ledakan)	1,00	
4. <i>Emergency Shutdown</i> (Penghenti Darurat)	0,98	
5. <i>Computer Control</i> (Pengendalian Komputer)	0,97	
6. <i>Inert Gas</i>	1,00	
7. <i>Operating Instruction/Procedures</i> (Prosedur atau Intruksi Operasi)	0,93	
8. <i>Reactive Chemical Review</i> (Tinjauan Terhadap Bahan Kimia Reaktif)	0,98	
9. <i>Other Process Hazards Analysis</i> (Analisis Bahaya Proses yang Lain)	0,91	
<b>PROCESS CONTROL CREDIT FACTOR (C1)</b>	<b>0,75</b>	
<b>Material Isolation Credit Factor</b>	<b>Kredit</b>	
1. <i>Remote Control Valves</i> (Katup yang Dikendalikan Dari Jauh)	0,96	
2. <i>Dump/Blowdown</i> (Tangki Penampungan)	1,00	
3. <i>Drainage</i> (Drainase)	1,00	
4. <i>Interlock</i>	0,98	
<b>MATERIAL ISOLATION CREDIT FACTOR (C2)</b>	<b>0,94</b>	
<b>Fire Protection Credit Factor</b>	<b>Kredit</b>	
1. <i>Leak Detection</i> (Deteksi Kebocoran)	1,00	
2. <i>Structural Steel</i> (Baja Struktural)	1,00	
3. <i>Fire Water Supply</i> (Pasokan Air Pemadam)	0,94	
4. <i>Special Systems</i> (Sistem Khusus)	1,00	
5. <i>Sprinkler Systems</i> (Sistem Sprinkler)	1,00	
6. <i>Water Curtain</i> (Tabir Air)	1,00	
7. <i>Foam</i> (Busa)	1,00	
8. <i>Hand Extinguisher/Monitors</i> (APAR/Monitor)	0,97	
9. <i>Cable Protection</i> (Proteksi Kabel)	0,94	
<b>FIRE PROTECTION CREDIT FACTOR (C3)</b>	<b>0,86</b>	
<b>LOSS CONTROL CREDIT FACTOR (LCCF)</b>	<b>0,60</b>	

### a. *Process control* (C1)

Dengan melihat pada tabel 15 didapatkan nilai C1 sebesar 0,75. Nilai tersebut didapatkan dari hasil perkalian 9 item dalam *process control*. Nilai terbaik dari nilai *process control* (C1) adalah 0,50, sehingga jika dibandingkan dengan nilai C1 untuk tangki 302 sebesar 0,75 maka upaya pengendalian terhadap proses operasi yang telah dilakukan masih dapat ditingkatkan. Sebagai salah satu contohnya adalah belum adanya SOP mengenai *emergency shutdown* jika terjadi keadaan darurat. Berikut ini adalah pembahasan pemberian kredit untuk 9 item yang termasuk dalam *process control*:

#### 1. *Emergency Power* (Pembangkit Listrik Darurat)

Mendapatkan kredit 0,98 karena terdapat *Uninterruptible Power System* (UPS) yang tidak akan terganggu walaupun aliran listrik terputus, sehingga dapat dijadikan pembangkit listrik darurat untuk tetap dapat mengoperasikan seluruh kegiatan *filling* maupun *loading* yang terkomputerisasi.

#### 2. *Cooling* (Pendingin)

Mendapatkan kredit 0,97 karena berdasarkan perhitungan (lihat lampiran 4 hasil pengumpulan data (lampiran 2)) total kebutuhan air untuk pemadaman selama 30 menit (termasuk didalamnya kebutuhan air untuk *foam solution* dan upaya *cooling* (pendinginan)) jika tangki T302 terbakar adalah sebanyak 2.357.393 liter. Dumai *Tank Farm* memiliki pasokan air untuk pemadaman sebanyak 60.000.000 yang berasal dari kanal dan 481.200 yang berasal dari sungai gallons sehingga total pasokan air untuk pemadaman sebanyak 60.481.200 galon (1 gallon = 3.785 L) setara dengan 228.921.342 liter (Chevron, 2008). Pasokan air pemadaman yang berasal dari kanal dan sungai ini dialirkan ke *fire line system* (lihat *layout fire line system* pada lampiran 3) yang terdapat pada area Dumai *Tank Farm* dengan memompakannya menggunakan *water pump*. Jumlah total *water pump* yang terdapat di dumai *Tank Farm* adalah sebanyak 5 pompa, dengan kapasitas total 17.500 gpm (2x1250 gpm dan 3x5000 gpm). Namun pada saat peneliti melakukan penelitian ini salah satu pompa yang berkapasitas 5000 gpm sedang mengalami kerusakan. *Fire line system*

adalah sistem aliran pasokan air pemadaman yang dipompakan dari *water pump* keseluruh *fire monitor*, *hydrant*, dan *manifold* yang ada di daerah Dumai *Tank Farm*. *Fire line* system ini telah terkomputerisasi sehingga untuk mengalirkan air yang dipompakan oleh *water pump* atau membuka jalur air yang ingin dipakai dilakukan oleh operator dari *control room*, namun pengoperasiannya baik *water pump* maupun *fire line system* ini masih dilakukan secara manual melalui *control room*. Berdasarkan wawancara dengan *operator maintenance* Dumai *Tank Farm*, diketahui bahwa telah dilakukan inspeksi secara berkala terhadap *Water pump* yang ada di Dumai *Tank Farm*. Dengan melihat perbandingan antara kebutuhan air pemadaman dan kapasitas air pemadaman yang tersedia, maka dapat disimpulkan bahwa telah terpenuhinya kebutuhan air pemadaman selama lebih dari 10 menit dan mampu mendinginkan 150% kebutuhan pendinginan sebagai dasar pemberian kredit sebesar 0,97. Berikut ini adalah gambar *water pump* yang berfungsi untuk memompakan air untuk pemadaman dari kanal.



**Gambar 6.7. Water Pump**



**Gambar 6.8. Water Pump dan Kanal**

3. *Explosion Control* (Pengendalian Ledakan)

Tidak ada pemberian kredit (1,00) karena tidak terdapat sistem pengendali ledakan seperti *dust/vapor handling equipment*, *rupture disks/explosion-relieving vent*, atau *safety relief valve* dan hanya terdapat *safety relief valve* yang disebut *breathing valve*.

4. *Emergency Shutdown* (Penghentian Darurat)

Mendapatkan kredit 0,98 karena Dumai *Tank Farm* memiliki *control room* yang dapat melakukan *emergency shutdown* jika ada keadaan abnormal. Pengoperasian *emergency shutdown* ini dilakukan secara manual melalui *control room*. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara untuk fasilitas *emergency shutdown* pada Dumai *Tank Farm* belum ada pencatatan mengenai hasil inspeksi yang telah dilakukan.

5. *Computer Control* (Pengendalian Komputer)

Mendapatkan kredit 0,97 karena seluruh operasi di Dumai *Tank Farm*, seperti *filing* dan *loading* dikendalikan dari *control room* yang memiliki *failsafe logic* dalam sistem pengoperasiannya yang sudah terkomputerisasi.



**Gambar 6.9. HCT Control Room Dumai**

6. *Inert Gas*

Tidak ada pemberian kredit (1,00) karena tidak terdapat *inert gas* dalam tangki timbun.

7. *Operating Instruction/Procedures* (Prosedure atau Instruksi Operasi)

Mendapatkan kredit 0,93 karena hampir semua butir terpenuhi kecuali prosedur untuk restrat segera setelah *shutdown* dan *emergency shutdown* ( $1,0 - \left(\frac{11}{150}\right) = 0,93$ ). *Standard Operating Prosedure* (SOP) dan *Standar Repair Prosedure* (SRP) tersebut dapat dilihat dalam dokumen – dokumen yang dikeluarkan oleh Depertemen *Hydrocarobon Transport* (HCT) yang dikelompokkan untuk masing – masing pekerjaan, *maintenance* atau perbaikan dan tambahan untuk keadaan darurat (*emergency*).

Untuk masing – masing pekerjaan, sebagai berikut

- *automation* dengan nomor SOP 001/AUT/CTOM/2008 s/d 004/AUT/CTOM/2008
- *gauger* dengan nomor SOP 001/TKF/CTOM/2008 s/d 011/TKF/CTOM/2008
- *lab technician* dengan nomor SOP 001/LAB/CTOM/2008 s/d 009/LAB/CTOM/2008
- *pump house* dengan nomor SOP 001/PHO/CTOM/2008 s/d 005/PHO/CTOM/2008

- *skid/smith* dengan nomor SOP 001/MTR/CTOM/2008 s/d 006/MTR/CTOM/2008
- *oil wharf* dengan nomor SOP 001/OW/CTOM/2008 s/d 010/OW/CTOM/2008

Untuk keadaan perbaikan

- penggantian / perbaikan peralatan SRP-HCT-PDG dan SRP-HCT-SMET

Untuk keadaan darurat:

- Dalam hal kebakaran dan tumpahan minyak dengan nomor SOP 001-FFP-2007

8. *Reactive Chemical Review* (Tinjauan Terhadap Bahan Kimia Reaktif)  
Mendapatkan kredit 0,98 karena berdasarkan hasil wawancara dengan operator di Dumai *Tank Farm* diketahui bahwa tinjauan terhadap bahan kimia reaktif hanya dilakukan sekali – kali.
9. *Other Process Hazards Analysis* (Analisis Bahaya Proses yang lain)  
Mendapat kredit 0,91 karena telah dilakukan analisis bahaya di Dumai *Tank Farm* pada bulan april 2008 dengan menggunakan metode *Quantitative Risk Assessment* (QRA), (Chevron, 2008).

#### b. *Material Control* (C2)

Berdasarkan tabel 15 nilai C2 untuk tangki 302 adalah sebesar 0,94, sedangkan nilai terbaik untuk C3 adalah 0,82, sehingga upaya pencegahan kebakaran yang telah dilakukan perusahaan masih dapat ditingkatkan. Sebagai contohnya belum memadainya sistem drainase yang cukup mengalirkan seluruh isi tangki terbesar serta kolam penampungan yang dapat menampung aliran tersebut.

Nilai C2 pada tangki 302 didapatkan dari hasil kali semua faktor kredit untuk *material isolation control credit factor* sebagai berikut:

1. *Remote Control Valves* (Katup yang Dikendalikan Dari Jauh)  
Mendapat kredit 0,96 karena tangki 302 telah memiliki sistem perpipaan untuk *loading* dan *filling* yang terhubung dengan dasar tangki. Pipa *loading* dan *filling* telah dilengkapi oleh *remote control valve* yang

dikendalikan dari *control room* yang telah terkomputerisasi. *Chevron Terminal and Operation Maintenance (CTOM)* bertugas untuk melakukan perawatan rutin semua peralatan yang ada di dumai *Tank Farm*. Perawatan tersebut telah terjadwal secara rutin untuk setiap peralatan dalam sebuah sistem informasi yang dapat diakses oleh operator yang berwenang. Jadwal perawatan itu sendiri terbagi menjadi tiga, yaitu *quarterly service*, *semi annualy service* dan *yearly service* Salah satu perawatan rutin yang dilakukan CTOM adalah melakukan tindakan perbaikan atau pergantian *valve* (katup) yang rusak.

2. *Dump/Blowdown* (Tangki Penampungan)

Tidak ada pemberian kredit (1,00) karena tidak tersedianya dump tank untuk menampung isi unit proses dalam keadaan darurat.

3. *Drainage* (Drainase)

Mendapat kredit 1,00 karena tangki timbun 302 memiliki tanggul (*dike*) di keempat sisi sekelilingnya membentuk area yang dapat berfungsi sebagai *second containment* untuk menampung tumpahan sebanyak 110% dari tangki tersebut. Sehingga jika terjadi kebakaran dan ledakan api dapat dengan mudah menjalar ke seluruh tumpahan dan sistem drainase. Sistem drainase yang ada hanya berfungsi untuk mengalirkan tumpahan dalam jumlah kecil yang juga dapat menampung air hujan dan mengalirkannya menuju *oil catcher*.

Berikut ini adalah gambar drainase dan *oil catcher* yang terdapat pada dumai *Tank Farm*:





**Gambar 6.10. Saluran Drainase**



**Gambar 6.11. Oil Catcher**

#### 4. *Interlock*

Mendapatkan kredit 0,98 karena terdapat sistem *interlock* yang mencegah masuknya material yang salah ke dalam tangki. Sistem tersebut dikendalikan dari *control room*.

#### c. *Fire Protection (C3)*

Berdasarkan tabel 15 nilai C3 untuk tangki 302 adalah sebesar 0,86, sedangkan nilai terbaik untuk C3 adalah 0,44, sehingga upaya pencegahan kebakaran yang telah dilakukan perusahaan masih dapat ditingkatkan. Seperti belum adanya sistem deteksi kebakaran dan tidak berfungsinya salah satu fasilitas *water pump* untuk mengalirkan air pemadaman karena kerusakan peralatan. Tangki 302 tidak memiliki sistem *sprinkler* dan sistem busa berdasarkan hasil

wawancara dengan petugas kebakaran di lapangan, upaya pemadaman yang dilakukan jika terjadi kebakaran di salah satu tangki hanya dilakukan menggunakan tenaga manusia atau *fire fighter*. Hal ini dinilai lebih efektif dibanding dengan *fix system* seperti sistem *sprinkler* dan busa yang memerlukan *maintenance* dan dapat mengalami kegagalan yang akan mempengaruhi sebagian atau keseluruhan sistem *sprinkler* dan busa.

Nilai C3 untuk tangki 302 adalah sebesar 0,86, yang didapatkan dari hasil perkalian semua faktor kredit dalam *fire protection credit factor* sebagai berikut:

1. *Leak Detection* (Deteksi Kebocoran)

Tidak ada pemberian kredit (1,00) karena tidak terdapat detektor gas untuk mendeteksi kebocoran.

2. *Structural Steel* (Baja Struktural)

Tidak ada pemberian kredit 1,00 karena tidak terdapat *fireproofing* maupun sistem *sprinkler* pada tangki timbun (unit proses).

3. *Fire Water Supply* (Pasokan Air Pemadam)

Mendapat kredit 0,94 karena seperti telah dijelaskan sebelumnya Dumai *Tank Farm* memiliki air pasokan untuk upaya pemadaman kebakaran sebanyak 60.481.200 galon (1 gallon = 3.785 L) setara dengan 228.921.342 liter yang berasal dari kanal dan sungai di dekat *Tank Farm*. Sedangkan total kebutuhan air pemadaman untuk 30 menit adalah 2.357.393 liter. Sehingga kebutuhan air pemadaman untuk operasi pemadaman selama 4 jam hanya membutuhkan 18.859.144 liter atau sekitar 8% dari total persediaan air pasokan untuk upaya pemadaman. Sedangkan berdasarkan hasil wawancara dengan operator *maintenance* CTOM Dumai *Tank Farm* berdasarkan hasil evaluasi sistem hidrolis untuk sistem *fire line* diketahui bahwa tekanan air pemadaman dari *water pump* hingga yang sampai ke area *Tank Farm* diatas 100 psi. Hanya saja seperti telah dibahas sebelumnya pada bagian *process control* khususnya bagian *cooling*, bahwa Dumai *Tank Farm* memiliki 5 *water pump* dengan kapasitas total 17.500 gpm (2x1250 gpm dan 3x5000 gpm) untuk memompakan air pemadaman melau *fire line* yang dapat dilihat pada lampiran 3 menuju *manifold* ataupun *hydrant* yang akan dipakai untuk

mengalirkan pasokan air pemadaman. Satu dari kelima *water pump* tersebut sedang dalam proses perbaikan sehingga mengurangi kapasitas pompa yang mengalirkan air pemadaman sebanyak 5000 gpm. Walaupun hal ini tidak berpengaruh langsung kepada pasokan air pemadaman yang masih memadai, namun akan mengganggu aliran pasokan air pemadaman jika dibutuhkan lebih banyak aliran *fire line* yang harus dibuka.

4. *Spesial System* (Sistem Khusus)

Tidak mendapatkan kredit (1,00) karena tidak terdapat sistem khusus seperti CO<sub>2</sub>, detektor asap, detektor nyala, atau dinding penahan ledakan, atau dinding ganda (*doubel wall*) pada tangki.

5. *Sprinkler Systems* (Sistem *Sprinkler*)

Tidak mendapatkan kredit (1,00) karena tidak terpasang sistem *sprinkler* pada tangki timbun (unit proses).

6. *Water Curtain* (Tabir Air)

Tidak mendapatkan kredit (1,00) karena tidak terdapat *water curtain* (tabir air) pada tangki timbun (unit proses).

7. *Foam* (Busa)

Tidak mendapatkan kredit (1,00) karena tidak terdapat sistem busa baik yang dioperasikan secara manual maupun otomatis pada tangki timbun (unit proses).

8. *Hand Extinguisher/Monitors* (APAR/Monitor)

Mendapatkan kredit 0,97 karena pada Dumai *Tank Farm* terpasang *fixed fire suppression systems* yaitu 37 *fire monitor* yang dioperasikan manual tersebar di tiap – tiap tangki timbun (Chevron, 2008). Menurut pedoman *Dow's Fire and Explosion* alat pemadam api ringan (APAR) tidak lagi menjadi efektif ketika terjadi potensi ignisi pada tumpahan *flammable material* dalam jumlah yang banyak seperti pada tangki 302. Namun untuk mencegah terjadinya api kecil yang mungkin terjadi APAR tetap disediakan pada setiap tangki khususnya ditempat – tempat yang mungkin terdapat sumber – sumber ignisi. Berikut ini adalah gambar *fire monitor* dan APAR yang terletak didekat tangki 302



**Gambar 6.12. fire monitor**



**Gambar 6.13. APAR**

#### 9. *Cable Protection* (Proteksi Kabel)

Mendapatkan kredit 0,94 karena berdasarkan observasi langsung di lapangan seluruh instalasi listrik di tanam dalam tanah.

Berikut ini adalah gambar instalasi yang ditanam dalam tanah:



**Gambar 6.14. Kabel yang ditanam dalam tanah**

#### **6.4.8 Menentukan nilai kerugian sebenarnya (*actual maximum probable property damage*)**

Nilai kerugian sebenarnya adalah nilai kerusakan material dan peralatan sebenarnya jika terjadi kebakaran dan ledakan yang dipengaruhi oleh adanya faktor pengendali nilai kerugian. Nilai kerugian sebenarnya mempertimbangkan keadaan sebenarnya dilapangan dengan melihat upaya pengendalian yang telah dilakukan oleh perusahaan jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki 302. Menurut tabel 14 nilai kerugian sebenarnya adalah US\$ 745.163,68 (Rp 8.494.865.919,27 dengan nilai tukar rupiah terhadap dolar pada 6 Maret 2009 adalah Rp 11.400,00). Nilai tersebut didapatkan dengan mengalikan nilai kerugian dasar dengan faktor pengendalian kerugian, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai Kerugian Sebenarnya} &= \text{Base MPPD} \times \text{LCCF} \\
 &= \text{US\$ } 1.233.050,58 \times 0,60 \\
 &= \text{US\$ } 745.163,68
 \end{aligned}$$

Jika melihat perbandingan antara nilai kerugian dasar dengan nilai kerugian sebenarnya, maka nilai kerugian sebenarnya masih dapat diturunkan dengan meningkatkan faktor pengendali kerugian.

#### 6.4.9 Menentukan hari kerja yang hilang

##### *(maximum probable days outage)*

Berdasarkan tabel 14 hari kerja yang hilang jika terjadi kebakaran pada tangki 302 adalah selama 21 hari. Nilai tersebut didapatkan dengan menghitung menggunakan persamaan yang ada dalam pedoman *Dow's Fire and Explosion Index* pada bab tinjauan pustaka untuk menentukan hari kerja yang hilang.

Tangki timbun merupakan aset khusus yang dalam pembuatannya memerlukan disain khusus dan perhitungan yang matang. Oleh sebab itu, peneliti mempertimbangkan tangki timbun tersebut termasuk dalam peralatan yang sulit didapatkan. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka untuk menghitung lamanya hari kerja yang hilang menggunakan konsep *Upper 70% probability* sesuai dengan pedoman *Dow's Fire and Explosion Index*.

Nilai kerugian sebenarnya adalah US\$ 745.163,68. Karena rumus perhitungan dalam pedoman *Dow's Fire and Explosion Index* menggunakan nilai dollar pada tahun 1986 maka nilai tersebut dikonversi terlebih dahulu kedalam nilai US dollar tahun 1986 menggunakan nilai CEPCI dari tabel 9 pada tinjauan pustaka. Nilai CEPCI pada bulan maret 2008 sebesar 549,2 dan nilai CEPCI pada tahun 1986 adalah sebesar 318,4. Konversi nilai kerugian sebenarnya jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki 302 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Nilai Kerugian Sebenarnya (US\$ 1986)} &= \text{US\$ } 745.163,68 \times (318,4/549,2) \\ &= \text{US\$ } 432.010,41\end{aligned}$$

Nilai kerugian sebenarnya pada tahun 1986 dimasukkan ke persamaan the upper 70% probability dimana Y adalah hari kerja yang hilang dan X adalah nilai kerugian sebenarnya, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Log Y} &= 1,550233 + 0,598416 \times \text{Log} (\text{US\$ } 436.882,01/10^6) \\ &= 1,332\end{aligned}$$

$$Y = 21,48 \text{ hari (dibulatkan menjadi 21 hari)}$$

Perhitungan lengkap dapat dilihat pada lampiran 4 pengumpulan data ( lampiran 6). Berdasarkan hasil diatas didapatkan lamanya hari kerja yang hilang jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki 302 adalah selama 21 hari. Hari kerja yang hilang merupakan maksimum lamanya hari yang hilang akibat

terhentinya kegiatan bisnis akibat kebakaran dan ledakan. 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).

Dumai *Tank Farm* menampung seluruh hasil *Crude Oil* yang dihasilkan oleh PT. Chevron Pacific Indonesia dari beberapa daerah di Sumatera. PT. Chevron Pacific Indonesia merupakan penghasil *Crude Oil* terbesar di Indonesia, produk *Crude Oil* ini dijual ke beberapa negara dan juga kepada Indonesia khususnya Pertamina untuk diproses menjadi minyak matang atau yang biasa kita sebut bahan bakar minyak (BBM). Berdasarkan hal tersebut, dari hasil wawancara dengan operator di Dumai *Tank Farm* didapatkan informasi bahwa jika terjadi gangguan pada kegiatan operasi seperti kebakaran dan ledakan maka terdapat beberapa upaya untuk mengatasinya dengan memadamkan kebakaran dan mengupayakan agar kegiatan operasi dapat berjalan dengan normal. Usaha tersebut dilakukan dengan memindahkan minyak yang masih bisa diselamatkan ke tangki yang tidak terbakar dan atau memanfaatkan tangki yang tidak terbakar agar kegiatan penyaluran minyak mentah tidak terganggu dan tidak ada hari kerja yang hilang akibat terjadinya kebakaran dan ledakan.

#### **6.4.10 Menentukan nilai kerugian akibat terhentinya bisnis (*business interruption*)**

Data nilai produksi selama satu bulan tidak berhasil didapatkan oleh peneliti karena ketidakterersediaan data di perusahaan. Data yang bisa diperoleh peneliti adalah data rata-rata penyaluran untuk pengiriman Sumatra *Light Crude* (SLC) perhari, penyaluran tersebut diperoleh dari seluruh tangki yang berisi SLC secara merata. Selain itu dari data HCT-*tank master plan* dapat diperoleh total kapasitas tangki 302 (menyalurkan SLC) dan total kapasitas tangki yang berisikan SLC secara keseluruhan di Dumai *Tank Farm*. Dari data-data tersebut maka dapat diperoleh nilai SLC yang disalurkan oleh tangki 302 perhari, dengan perhitungan sebagai berikut:

- Rata-rata kapasitas penyaluran SLC untuk *shipment* dari seluruh Dumai *Tank Farm* perhari = 158.607 barrel.

- Terdapat 9 tangki yang menyalurkan SLC di Dumai *Tank Farm*, yaitu: tangki 101,102,103,106,201,202,203,301,302 dengan total kapasitas = 2.782.355 barrel. Sedangkan tangki yang diteliti merupakan tangki 302 dengan kapasitas 673.840 barrel
- Kapasitas SLC yang disalurkan oleh tangki 302 perhari  

$$= \left( \frac{\text{Total kapasitas tangki 302}}{\text{Total kapasitas seluruh tangki berisikan SLC}} \right) \times \text{rata-rata penyaluran SLC}$$

$$= \left( \frac{673.840}{2.782.355} \right) \times 158.607 = 38.411,97 \text{ barrel.}$$
- Harga jual SLC per barrel pada 6 maret 2009 = \$ 40.
- Nilai SLC yang disalurkan tangki 302  

$$= 38.411,97 \text{ barrel} \times \$40$$

$$= \$ 1.536.478,84/\text{hari}$$

Berdasarkan nilai SLC yang disalurkan tangki 302 maka:

$$\begin{aligned} \text{nilai kerugian akibat terhentinya bisnis} &= \text{MPDO} \times \$ 1.536.478,84/\text{hari} \times 0,70 \\ &= 21 \text{ hari} \times \$ 1.536.478,84/\text{hari} \times 0,70 \\ &= \$ 23.106.359,47 \end{aligned}$$

Dengan nilai tukar dollar AS (maret 2009) sebesar Rp.11.400,00 maka nilai kerugian akibat terhentinya bisnis besarnya sama dengan Rp. 263.412.497.926,91