

# EVALUASI FIRE PROTECTION SYSTEM DI TANGKI AREA *CRUDE OIL TERMINAL (COT) LAWE-LAWE PT* PERTAMINA (PERSERO) REFINERY UNIT V BALIKPAPAN

Hardiyono<sup>1</sup>, Sugeng Priambodo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi D4 Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Universitas Balikpapan

<sup>2</sup>Mahasiswa Program Studi D4 Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Universitas

Balikpapan

Kampus: Jl. Pupuk Raya, Balikpapan 76114

## INTISARI

Penelitian ini membahas mengenai *fire protection system* yang terpasang di tangki area Crude Oil Terminal (COT) Lawe-Lawedengan diameter diatas 90 meter dan mempunyai atap *floating*. Dari hasil penelitian yang dilakukan serta merujuk pada standard dan panduan yang berlaku bahwa *fire protection system* yang terpasang di tangki tersebut termasuk sarana & prasarana penunjang lainnya perlu di Upgrade atau disesuaikan dengan kebutuhan apabila terjadi kebakaran full surface fire di tangki 101-T.1B. Hal ini juga sesuai dengan keinginan dari Pertamina Pusat untuk merubah strategy penanggulangan dari *Defensive Strategy* menjadi *Offensive Strategy*.

Kebutuhan yang diperlukan dalam penanggulangan kebakaran tangki tersebut yang dia dapat dari hasil evaluasi dan perhitungan dalam penelitan ini diantaranya adalah :kebutuhan media penanggulangan air dan foam concentrate, kebutuhan foam monitor dan pompa pemadam, termasuk sumber air untuk pemadaman selama 6 jam.

### 1. Pendahuluan

Kebakaran merupakan bencana yang sering terjadi dan banyak menimbulkan kerugian yang besar, baik korban jiwa atau cedera serta kerugian material.

Salah satu industri yang beresiko tinggi terjadinya kebakaran, peledakan dan bocoran bahan berbahaya dan beracun, pencemaran lingkungan dan kegagalan produksi adalah Industri pengolahan minyak yang merupakan suatu industri yang bergerak di bidang

pengolahan minyak mentah (*crude oil*) menjadi bahan bakar minyak (BBM) dan non bahan bakar minyak (Non BBM). Biasanya industri seperti ini memiliki tangki-tangki timbun yang mempunyai fungsi sebagai tempat untuk menampung minyak, baik minyak mentah (*Crude Oil*) maupun minyak jadi (minyak hasil produksi). Jumlah dan kapasitas tangki yang ada umumnya didasarkan kepada distribusi, jenis transportasi suplai,

transportasi distribusi, jumlah konsumsi minyak dan faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi.

Bentuk konstruksi tangki yang terdapat di industri perminyakan dipengaruhi oleh jenis produk yang disimpan dan tekanan operasional dalam tangki tersebut. Secara umum tangki dibuat berbentuk silinder tegak dengan dasar rata, bentuk silinder horizontal dan bentuk bola (Spherical).

Tangki-tangki bertekanan atmosferis atau sedikit diatas atmosferis rancang bangunnya berdasarkan Standard Shell & Royal Dutch Tank Standard, British Standard (BS) dan American Petroleum Institute (API).

Sedangkan untuk tangki-tangki yang bertekanan, rancang bangunnya menggunakan Standard ASME (The American Society of Mechanical Engineer).

Didalam rancang bangun tangki timbun perlu memperhatikan beberapa faktor disamping teknis dan ekonomis yang berkaitan dengan : Safety, Kemudahan dalam operasi dan perawatan, Pengembangan dimasa mendatang

Untuk menunjang kelancaran operasi penimbunan, memperkecil kehilangan (loses) produk yang disimpan, menghindarkan terhadap bahaya kebakaran dan untuk mempermudah perawatan maka pada tangki timbun dilengkapi dengan berbagai fasilitas penunjang dengan jumlah dan dimensi tertentu.

Beberapa kelengkapan pengaman untuk melindungi dari bahaya-bahaya yang umum ditemui di tangki timbun adalah sebagai berikut :

Tanggul Pengaman (Dike/Bund Wall), yang berguna untuk mencegah bahaya akibat tangki pecah/ bocor, maka

berdasarkan standard NFPA 30 disekeliling tangki atau sekumpulan tangki harus dibangun tanggul (dike/bund wall) dengan ketinggian dike 1 - 1,8 meter, tebal dike  $\geq 0,6$  meter dengan kapasitas minimum  $\frac{3}{4}$  isi tangki. jarak minimal dinding tangki bagian dalam tanggul dengan dinding tangki minimal 5 ft (1,5 meter). Dike harus dilengkapi dengan sebuah gate valve atau lebih yang tertutup pada keadaan normal. setelah hujan selesai, gate valve dibuka untuk mengeluarkan air hujan dan kemudian ditutup kembali. Gate valve harus dipasang diluar dike. Jika pada suatu dike terdapat 2 atau lebih tangki, maka tangki harus dilengkapi dengan intermediate dike untuk mengurangi bahaya karena tumpahan suatu tangki terhadap tangki lainnya. tinggi intermediate dike  $\geq 0,45$  m.

Katup Pelepas (Pressure Vacuum/Venting Valves), yang berguna untuk mencegah bahaya kerusakan pada dinding tangki (buckling of shell walls or total collapse) karena tekanan lebih pada saat loading (isi tangki) atau vacuum pada saat unloading (tarik isi tangki) menurut API 2000 PV valves direkomendasikan untuk digunakan pada tangki yang berisi cairan dengan  $FP < 37.8^{\circ}C$  dan  $T \text{ Cairan} > FP$  nya.

Karena pada umumnya instalasi tangki berada didaerah terbuka, yang tentunya rawan terhadap sambaran petir, maka tangki harus dilengkapi dengan penangkal petir yang memenuhi syarat tahanan maksimal 7 ohm.

Pada saat pengisian tangki dengan pemompaan, maka aliran minyak didalam pipa/tangki akan menimbulkan listrik statis, yang mana muatan listrik statis akibat

pemompaan tersebut akan terbawa dan terkumpul dipermukaan minyak. bagi minyak yang konduktivitas listriknya kecil untuk membebaskan muatan ini, perlu waktu yang lama bahkan kadang “meloncat” dari dinding/atap permukaan. loncatan listrik ini cukup berbahaya. Agar resiko listrik statis dapat dikurangi, maka dilakukan usaha sebagai berikut :

Mengurangi kecepatan aliran. Karena dampak besar pada konstanta dielektrik, kecepatan yang direkomendasikan untuk cairan hidrokarbon yang mengandung air harus dibatasi sampai 1 m/s. waktu relaksasi statis, mencegah percikan

dengan cara pengisian tangki dibagian dinding paling bawah, Mengurangi kandungan air, memberikan kesempatan pembebasan muatan sebelum operator bekerja diatas tangki Bahwa hampir semua *fire protection system* yang terpasang di tangki seluruh refinery di Indonesia adalah sama atau typical termasuk di tangki area *Crude Oil Terminal (COT)* Lawe-Lawe PT Pertamina (Persero) Refinery Unit V Balikpapan.

Dan berubahnya strategy pemadaman dari *Defensive Strategy* menjadi *Offensive Strategy* sebagai instruksi dari Pertamina Pusat.

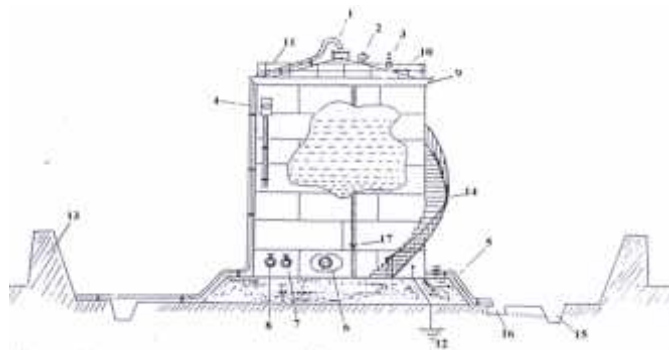
## 2. 2. Tinjauan Pustaka

### 2.2.1. Tangki Penyimpanan

Tangki penyimpanan adalah tangki yang berfungsi menyimpan cairan organik, cairan non organik, dan uap. Tangki penyimpanan banyak terdapat pada industri. Industri yang memiliki tangki penyimpanan adalah industri pengolahan minyak, petrokimia, dan industri lainnya yang menggunakan atau memproduksi cairan dan uap. Sebagian besar

tangki didesain dan dibangun sesuai dengan spesifikasi API650. Tangki penyimpanan ini memiliki ukuran yang berbeda-beda mulai dari diameter 2 meter hingga 60 meter atau lebih. Menurut IFSTA *Essentials of Fire Fighting, 5<sup>th</sup> Edition*, ada 13 macam jenis tangki penyimpanan.

Peralatan yang terpasang tetap pada tangki timbun, *cone roof tank* :



Keterangan :

Water Drenching System (Fire Protection System).	Roof Man Hole.
PV Valve + Flame Arester (Safety Device)	Hand Rail (Safety Device)
Slot Dipping Device (lubang ukur).	Grounding Safety Device
Foam Chamber System (Fire Protection System).	Bundwall (Dike) (Fire Protection System).
Drainage System (Safety Device).	Tangga.
Man Hole (Shell Plate Man Hole).	Parit.
Outlet.	Drain Pot.
Inlet.	Level Gauge (Safety Device).
Splash Plate.	

### 2.2.2. Konsep Terjadinya Kebakaran di Tangki

Hasil penelitian yang dilakukan oleh *LASTFIRE* (source, *BP Process Safety Series "Liquid Hydrocarbon Storage Tank Fires : Prevention and Response"*), bahwa kejadian awal yang paling umum menyebabkan kebakaran besar tangki adalah sebagai berikut :

- For fixed/cone roof tanks :**
- Unexpected flammable/explosive mixture in the tank*, adalah kebakaran tangki yang disebabkan oleh adanya campuran gas mudah terbakar/eksplosif yang tidak dikehendaki yang terjadi didalam tangki.
  - Flammable/explosive mixture in normal operation*, adalah kebakaran tangki yang disebabkan oleh adanya campuran gas mudah terbakar/eksplosif di dalam tangki pada saat normal operasi.
  - Overpressure*, adalah kebakaran tangki yang disebabkan oleh adanya tekanan berlebihan didalam tangki dikarenakan peralatan safety yang terpasang tidak bekerja normal.
  - High temperatures/autoignition*, adalah kebakaran tangki yang disebabkan oleh adanya peningkatan temperature minyak yang ada

didalam tangki hingga mencapai temperature penyalaan sendiri.

- Holes in roof*, adalah kebakaran tangki yang disebabkan oleh adanya lubang diatap tangki, sehingga uap hydrocarbon terakumulasi di tempat tersebut.
- Overfilling*, adalah kebakaran tangki yang disebabkan oleh kelebihan pengisian di tangki karena tidak berfungsinya alarm pengisian ataupun karena human error.
- Leakage from tank bottom or shell*, adalah kebakaran tangki yang disebabkan oleh adanya bocoran di dasar tangki atau pada dinding tangki.
- Leakage/spillage in bund during preparation for maintenance*, adalah kebakaran tangki yang disebabkan oleh adanya ceceran minyak yang ada di bundwall/dike pada saat ada pekerjaan perbaikan.
- External event (terrorism, earthquake, flare, escalation from another tank.)*, adalah kebakaran tangki yang disebabkan oleh terorisme atau gempa bumi/bencana alam atau kebakaran dari tangki yang lain.

**For floating roof tanks :**

- a. *Failure of pontoon or double deck roof*, adalah kebakaran tangki yang disebabkan oleh kegagalan operasi pada pontoon atap apung dari tangki.
- b. *Accumulation of liquid on the roof*, adalah kebakaran tangki yang disebabkan oleh terakumulasinya hydrocarbon di atas atap apung dari tangki.
- c. *Tank overfilled*, adalah kebakaran tangki yang disebabkan oleh kelebihan pengisian di tangki karena tidak berfungsinya alarm pengisian ataupun karena human error
- d. *Ignition by lightning of flammable vapour in rim seal area*, adalah kebakaran tangki yang disebabkan oleh uap hydrocarbon yang ada di rim seal dari atap apung tangki
- e. *Leakage from tank bottom or shell*, adalah kebakaran tangki yang disebabkan oleh adanya bocoran di dasar tangki atau pada dinding tangki.
- f. *Leakage from side entry mixers*, adalah kebakaran tangki yang disebabkan oleh bocoran pada alat pengaduk yang ada di tangki.
- g. *Backflow of liquid onto the roof from the emergency drain on pontoon roofs*, adalah kebakaran tangki yang disebabkan oleh adanya aliran balik dari hydrocarbon kea tap tangki sebagai akibat tidak berfungsinya/kegagalan operasi dari emergency drain.
- j. *Leakage/spillage in bund during preparation for maintenance*, adalah kebakaran tangki yang disebabkan oleh adanya ceceran minyak yang ada di bundwall/dike pada saat ada pekerjaan perbaikan.
- k. *External event (terrorism, earthquake, flare, escalation from another tank)*, adalah kebakaran tangki yang disebabkan oleh

terorisme atau gempa bumi/bencana alam atau kebakaran dari tangki yang lain.

### 2.2.3. Konsep Pengamanan/Proteksi Kebakaran Tangki

Keselamatan manusia dan perlindungan asset merupakan alasan utama mengapa pada suatu pabrik atau bangunan dilengkapi dengan sarana pemadam kebakaran.

Dalam merencanakan system pengamanan/proteksi kebakaran dapat dikategorikan dalam 2 jenis system, sebagai berikut :

#### A. Sistem pengamanan/proteksi kebakaran pasif (*Passive Fire Protection System*)

Sistem Pengamanan/Proteksi Kebakaran Pasif (*Passive Fire Protection*) adalah Sistem perlindungan terhadap fasilitas atau peralatan untuk menahan pengaruh panas kebakaran, dipasang secara permanen dan dalam pengoperasiannya tidak memerlukan penggerak baik secara manual maupun otomatis.

Tujuan system pengamanan/proteksi kebakaran pasif, adalah :

- a) Memperkecil dampak negatif operasi terhadap fasilitas yang berdekatan dan komunitas.
- b) Memperkecil dampak negatif daerah operasi terhadap daerah non operasi.
- c) Memperkecil potensi penyebaran api/kebakaran antara unit atau peralatan.
- d) Menyediakan akses/jalan untuk pemeliharaan dan pemadaman kebakaran.
- e) Mengurangi potensi kebakaran dengan pemisahan unit/peralatan.

Lingkup Sistem Pengamanan Kebakaran Pasif :

1. Pemilihan lahan  
Kriteria Pemilihan Lahan :  
Topografi, Faktor Lingkungan,  
Peruntukan lahan yang sudah ada,  
infrastruktur, property disekitar  
lokasi.
2. Pengaturan tempat fasilitas
  - a) Kelompokkan fasilitas sesuai fungsinya
  - b) Tempatkan fasilitas penunjang di bagian atas angin
  - c) Tempatkan utilitas di antara fasilitas penunjang dan fasilitas proses produksi
  - d) Tempatkan tangki-tangki di bagian bawah angin
  - e) Tempatkan fasilitas pengisian di bagian bawah angin
  - f) Tempatkan ruang kendali jauh dari daerah berbahaya
3. Pengaturan Jarak aman (*spacing*) menurut NFPA 30
  - a) Jarak antara 2 (dua) dinding tangki (*shell to shell*)
    - Diameter  $< 150$  ft =  $1/6$  (jumlah diameter tanki yang berdekatan). Jarak minimal = 3 ft.
    - Diameter  $> 150$  ft =  $1/3$  ( jumlah diameter tanki yang berdekatan). Untuk cairan kelas I & II
    - Diameter  $> 150$  ft =  $1/4$  (jumlah diameter tanki yang berdekatan). Untuk cairan kelas III A.
  - b) Jarak tangki terhadap sisi jalan umum terdekat atau terhadap bangunan penting minimal 5ft dan formulanya :  $1/3$  Diameter tangki.
  - c) Jarak tangki terhadap dike 50 ft (15m)
  - d) Jarak tangki terhadap sisi luar sisi jalan dan terhadap panjang line minimal 5ft, dan formulanya :  $1x$  diameter tangki
  - e) Jarak tanggul pengaman(*dike*) ke property line  $> 3m$  (*to permit access*)
4. Jalan masuk (*access*) menurut IP Code Part 3, 1981
  - a) Untuk 2 baris tangki agar tersedia jalan masuk *fire truck* pada kegiatan penanggulangan kebakaran (*fire fighting access*).
  - b) Sediakan akses/jalur aman untuk konstruksi, pemeliharaan dan operasi
  - c) Sediakan jalur aman untuk evakuasi
  - d) Bila terdapat beberapa unit peralatan yang sama dan beroperasi paralel, tempatkan berdampingan
  - e) Jarak antara unit proses di lingkungan industri minyak dan gas bumi dapat digunakan ketentuan dari *Industrial Risk Insurers* (IRI)
  - f) Pengaturan tempat dan jarak peralatan
  - g) Sediakan jarak aman untuk : konstruksi, pemeliharaan, operasi dan pemadaman kebakaran
  - h) Jarak antara peralatan berdasarkan : jumlah hidrokarbon, potensi penyalaan dan tingkat kerumitan operasi.
  - i) Jarak antara peralatan di lingkungan industri minyak dan gas bumi dapat digunakan ketentuan dari *Industrial Risk Insurers* (IRI)
5. Tanggul Pengaman (*Dike*) menurut NFPA 30
  - a) Kapasitas *dike* kapasitas tangki terbesar di dalam area *dike*.
  - b) Tinggi *dike* 1.0-1.8 m
  - c) Tebal *dike* 0.6 m
  - d) Jika tinggi *dike*  $> 1.8$  m, maka harus disediakan sarana yang memudahkan untuk masuk ke tangki kerangan, dll.
  - e) *Dike* harus dilengkapi dengan *shut off valves* pada seluruh pipa yang berada dibawah permukaan tanah sebesar 1 persen dari tangki menuju *fire sealed* dan *valve drains*.
  - f) *Dike* harus dilengkapi dengan sebuah *gate valve* atau lebih yang tertutup pada keadaan normal. Setelah hujan

- selesai, *gate valve* dibuka untuk mengeluarkan air hujan, dan kemudian ditutup kembali. *Gate valve* dipasang diluar *dike* area.
- g) Jika pada suatu tanggul pengaman (*dike*) terdapat 2 atau lebih tangki, maka tangki harus dilengkapi dengan *intermediate dike* untuk mengurangi bahaya karena tumpahan suatu tangki terhadap tangki lainnya.
- h) Tinggi *intermediate dike* 0.45m.
6. Perpipaan dan Kerangan menurut EGS 626 (Pertamina *Engineering Guide Standards*)
- a) Tangki harus dilengkapi dengan *shut off valves* pada seluruh pipa yang
- berada dibawah permukaan cairan pada tangki.
- b) Kerangan dengan diameter > 203mm, atau pada kejadian kebakaran tidak mungkin dimasuki, maka pada kerangan utama harus dilengkapi dengan kerangan yang bisa dikendalikan dari jauh (*remotly operated main valves*): Fasilitas kerangan kendali tersebut harus tahan api (*fire proofing*) untuk menghindari terbakarnya motor dan *valve body*.

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di area *Tangki Crude Oil* (COT) Terminal Lawe-Lawe PT Pertamina (Persero) Refinery Unit V Balikpapan. Penelitian dilaksanakan pada periode bulan Januari 2014 sampai dengan bulan Mei 2014.

#### 3.2. Obyek Penelitian

Obyek penelitian pada penulisan tugas akhir ini difokuskan pada tangki berbentuk silinder tegak dengan dasar rata dan bertekanan atmosferis. Diameter Tangki yang diteliti >90 m. dengan jumlah tangki yang akan di evaluasi sebanyak 7 unit tangki, mempunyai atap floating dan service tangki adalah crude. Penelitian juga dilakukan saat tangki *loading unloading*, ada juga yang diambil sample pada saat pengetesan *fire protection system* yang terpasang di tangki.

#### 4. 3.3. Metode Penelitian

a. Metode *literature review*, penulis menggunakan data – data primer dari bagian terkait seperti dari *owner* dalam hal ini bagian *Oil Movement* (OM) dari Fungsi Produksi dan data *Engineering* termasuk service tangki, ukuran tangki, kapasitas tangki, lokasi tangki dan radiasi panas yang terjadi ketika sebuah tangki atau beberapa tangki terbakar dengan menggunakan *software Archie*.

Dari data-data primer tersebut akan dibandingkan dengan literature yang ada seperti artikel ilmiah, peraturan atau standard yang berlaku

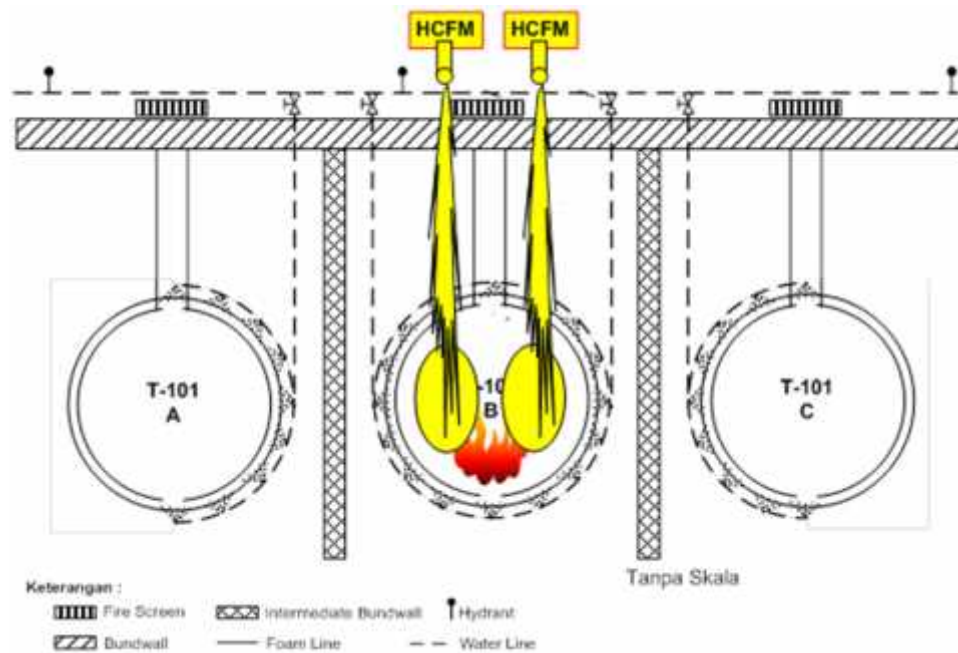
b. Metode *observasi*, dilakukan oleh penulis secara langsung pada obyek dilapangan untuk mendapatkan informasi mengenai :

- Kemungkinan adanya ketidaksesuaian antara dilapangan dengan standard yang ada.
- Kemungkinan kebakaran yang dapat terjadi dan
- Kemungkinan kegagalan pada saat penanggulangan kebakaran

#### 4. Hasil Penelitiandan Pembahasan

##### 5. 4.3. Evaluasi *Fire Protection System* di Tangki Area *Crude Oil Terminal (COT) Lawe-Lawe PT Pertamina (Persero) Refinery Unit V Balikpapan.*

##### 4.3.1. Kebutuhan Media Penanggulangan air dengan *Offensive Strategy Scenario*



**Gambar 4.10.** Skema Pemadaman kebakaran pada tanki T-101 B

Sumber :Arsip Lawe-Lawe, 2014

Perhitungan kebutuhan air untuk pemadam kebakaran didasarkan kebakaran terbesar di Terminal Lawe-Lawe diasumsikan bila terjadi full surface fire di tanki. T-101 B.

Data dan perhitungan kebutuhan air sebagai berikut :

##### A. Data tanki T-101 B/C/A

- Type :  
*Floating Roof*
- Diameter : 95 m
- Tinggi : 19,5 m

B. Air yang diperlukan untuk pendinginan tanki yang terbakar

*Water Application Rate for Shell Cooling* to prevent collapse : 10,2 Lpm/m<sup>2</sup> (BP Process Safety Series ISBN-13 : 9780852955048)

*Discharge Time* : 65 menit (BP Process Safety Series ISBN-13 : 9780852955048)

Luas Dinding tanki yang terbakar T-101 B (*Coverage area*)

$$\begin{aligned}
 &= .D. t \\
 &= 3,14 \times 95 \text{ m} \times 19,5 \text{ m} \\
 &= 5.816,85 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$



Air yang diperlukan untuk pendingin tanki terbakar T-101 B  
 $= 5.816,85 \text{ m}^2 \times 10,2 \text{ Lpm/m}^2$   
 $= 59.331,87 \text{ Liter /menit}$   
 $= \mathbf{15.675,5 \text{ Gpm}}$   
 $= 65 \text{ menit} \times 15.675,5 \text{ Gpm}$   
 $= 1.018.909,3 \text{ Galon}$   
 $= \mathbf{3856,6 \text{ m}^3}$

- C. Air yang diperlukan untuk pendingin tanki terdekat (T-101 A & C)

*Water Application Rate for Shell Cooling* : 2 Lpm/m<sup>2</sup> (BP Process Safety Series ISBN-13 : 9780852955048)

*Discharge Time* : 65 menit (BP Process Safety Series ISBN-13 : 9780852955048)

$\frac{1}{2}$  Luas Dinding tanki yang terdekat adalah tangki T-101 A & C

$= \frac{1}{2} (5.816,85 \text{ m}^2 \times 2 \text{ Lpm/m}^2) + \frac{1}{2} (5.816,85 \text{ m}^2 \times 2 \text{ Lpm/m}^2)$

$= 11.633,7 \text{ liter /menit}$

$= \mathbf{3.073,6 \text{ Gpm}}$

$= 65 \text{ menit} \times 3.073,6 \text{ gpm}$

$= 199.784 \text{ Galon}$

$= \mathbf{756 \text{ m}^3}$

Jadi air yang diperlukan untuk mendinginkan tangki yang terbakar dan tangki terdekat, adalah : B.2 + C.2 =  $\mathbf{4612,6 \text{ m}^3}$

- D. Air yang diperlukan untuk pemadaman menggunakan *foam*

Air untuk pembuatan *Foam* dihitung berdasarkan kebutuhan *Foam solution*.

*Foam Application Rate for Fighting*: 10,4 lpm/m<sup>2</sup> (BP Process Safety Series ISBN-13 : 9780852955048)

*Discharge Time* : 65 menit (BP Process Safety Series ISBN-13 : 9780852955048)

Luas permukaan tanki (*Coverage area*)

$= \frac{1}{4} \times D^2$

$= 0,785 \times (95 \text{ m})^2$

$= 7.084,625 \text{ m}^2$

*Foam Solution* yang diperlukan

$= 7.084,625 \times 10,4 \text{ Lpm/m}^2$

$= 73.680,1 \text{ Liter/menit.}$

$= \mathbf{19.466,28 \text{ Gpm}}$

$= 65 \text{ menit} \times 19.466,28 \text{ Gpm}$

$= 1.265.308,2 \text{ Galon}$

Air yang diperlukan untuk pembuatan *foam solution* tersebut, adalah

$= 97\% \times 1.265.308,2 \text{ Galon}$

$= 1.227.348,954 \text{ Galon}$

$= \mathbf{4.644,3 \text{ m}^3}$

Jadi air yang diperlukan untuk pemadaman menggunakan *foam* (untuk membuat *foam*), adalah sebanyak :  $\mathbf{4.644,3 \text{ m}^3}$

#### 4.3.2. Kebutuhan Media Penanggulangan *Foam Compound / Foam Concentrate* dengan *Offensive Strategy Scenario*

Telah diketahui kebutuhan *foam solution* untuk pemadaman di tangki T.101-B adalah sebanyak :  $\mathbf{19.466,28 \text{ Gpm}}$  (dari hasil perhitungan D.1).

*Discharge Time* : 65 menit (BP Process Safety Series ISBN-13 : 9780852955048)

$= 65 \text{ menit} \times 19.466,28 \text{ gpm}$

$= 1.265.308,2 \text{ Galon}$

*Foam Concentrate* yang diperlukan untuk pembuatan *foam solution* tersebut, adalah

$= 3\% \times 1.265.308,2 \text{ Galon}$

$= 37.959,246 \text{ Galon}$

$= \mathbf{143,7 \text{ m}^3} \approx \mathbf{144 \text{ m}^3}$

Jadi *foam concentrate* yang diperlukan untuk pemadaman menggunakan *foam* (untuk membuat *foam*), adalah sebanyak :  $\mathbf{144 \text{ m}^3}$ .

#### 4.3.3. Kebutuhan Sarana & Fasilitas Penanggulangan Kebakaran di Tangki dengan *Offensive Strategy Scenario*

- A. Foam Monitor

Untuk mengirim *foam*/busa ke atas permukaan tangki T.101-B yang

mengalami *full surface fire* diperlukan equipment foam monitor yang mempunyai kapasitas yang besar, sesuai dengan hasil perhitungan kebutuhan foam solution di D.1. yakni sebesar : **19.466,28 Gpm ≈ 20.000 Gpm atau 2 unit x 10.000 Gpm**

#### A. Main Fire Pump

Untuk penanggulangan kebakaran *full surface fire* di tangki T.101-B diperlukan kapasitas pompa pemadam sesuai dengan hasil perhitungan kebutuhan air untuk pendinginan tangki yang terbakar di point B.1 + hasil perhitungan kebutuhan air untuk pendinginan tangki yang terdekat di point C.1 + kebutuhan foam solution untuk pemadaman di tangki yang terbakar di point D.1.

$$= B.1 + C.1 + D.1$$

$$= 15.675,5 \text{ Gpm} + 3.073,6 \text{ Gpm} + 19.466,28 \text{ Gpm}$$

$$= \mathbf{38.215,4 \text{ Gpm} \approx 40.000 \text{ Gpm}}$$

Jika di pasaran kapasitas pompa pemadam yang ada sebesar 10.000 gpm/unit, maka pompa pemadam yang diperlukan,  $40.000 \text{ gpm} / 10.000 \text{ gpm perunit} = \mathbf{4 \text{ unit}}$ .

#### B. Water Source

Kebutuhan minimum air untuk penanggulangan kebakaran di tangki T.101-B sesuai dengan EGS 629 adalah selama 6 jam. Sehingga diperlukan air sebanyak :

$$= 360 \text{ menit} \times 40.000 \text{ Gpm}$$

$$= 14.400.000 \text{ Gallon}$$

$$= \mathbf{54.504 \text{ m}^3}$$

Jadi sumber air minimum yang harus tersedia untuk penanggulangan kebakaran tangki T.101-B adalah sebesar **54.504 m<sup>3</sup>**.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan observasi di area *Crude Oil Terminal* (COT) Lawe-Lawe jika dibandingkan dengan literature review dan hasil perhitungan sesuai standard dapat diambil kesimpulannya sebagai berikut :

1. Jarak Antara 2 (dua) dinding tangki terdekat adalah  $\pm 110 \text{ m}$ , berdasarkan hasil literature review ke Standard NFPA 30, bahwa jarak minimum adalah 1x diameter tangki terbesar atau 1 x 95 m. Jadi dapat disimpulkan bahwa jarak Antara 2 dinding tangki terdekat sudah memenuhi standard minimum yang berlaku.
2. Tinggi dan luas tanggul pengaman/bundwall/dike setiap

tangki rata-rata adalah sebagai berikut :  $200 \text{ m} \times 200 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 60.000 \text{ m}^3$ , agar isi tangki ( $800.000 \text{ bbl} = 127.189 \text{ m}^3$ ) dapat ditampung seluruhnya jika tangki mengalami kebocoran, maka setiap bundwall dari ke 7 unit tangki tersebut masing-masing terhubung dengan tanggul pengaman kedua atau *secondary area* dengan ukuran  $200 \text{ m} \times 200 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 120.000 \text{ m}^3$ . Sehingga minyak yang tumpah sebanyak  $800.000 \text{ bbl} = 127.189 \text{ m}^3$  akan di tampung pada 2 tanggul pengaman/bundwall/dike secara bersamaan. Jadi dapat disimpulkan bahwa tinggi dan luas tanggul pengaman yang ada di *Crude Oil Terminal* (COT) Lawe-Lawe sudah

- sesuai dengan standard minimum dari NFPA 30.
3. Sumber air yang tersedia di area *Crude Oil Terminal*(COT) Lawe-Lawe adalah dalam Kolam (Lagon) dengan kapasitas  $\pm 42.000 \text{ m}^3$ . Berdasarkan hasil perhitungan, jumlah air yang diperlukan untuk penanggulangan kebakaran *full surface fires* adalah sebesar  $54.504 \text{ m}^3$  atau  $40.000 \text{ Gpm}$ . Jadi dapat disimpulkan bahwa kebutuhan minimum air untuk penanggulangan kebakaran di tangki T.101-B adalah tidak mencukupi dan belum sesuai dengan standard minimum dari EGS 629; API 2001 & SEP 15. Sehingga pompa yang diperlukan sebanyak 4 unit x  $10.000 \text{ Gpm}$ .
  4. *Foam Concentrate* yang tersedia di area *Crude Oil Terminal*(COT) Lawe-Lawe adalah sebanyak  $90 \text{ m}^3$ . Berdasarkan hasil perhitungan, jumlah foam concentrate yang diperlukan untuk penanggulangan kebakaran full surface fires adalah sebanyak  $144 \text{ m}^3$ . Jadi dapat disimpulkan bahwa kebutuhan minimum foam concentrate yang diperlukan untuk penanggulangan kebakaran tangki T.101-B adalah tidak mencukupi dan belum sesuai dengan standard minimum dari NFPA 11 & BP *Process Safety Series*, ISBN-13 : 9780852955048.
  5. Pompa Pemadam Utama (*Main Fire Pump*) yang ada di *Crude Oil Terminal*(COT) Lawe-Lawe adalah 1 unit Pompa dengan penggerak diesel dan mempunyai kapasitas sebesar  $1000 \text{ Gpm}$ . Berdasarkan hasil perhitungan, kapasitas pompa yang diperlukan untuk penanggulangan kebakaran *full surface fires* adalah sebesar  $40.000 \text{ Gpm}$ . Jadi dapat disimpulkan bahwa kebutuhan minimum kapasitas pompa pemadam yang diperlukan untuk penanggulangan kebakaran tangki T.101-B adalah tidak mencukupi dan belum sesuai dengan standard minimum dari NFPA 20; SEP 15 & BP *Process Safety Series*, ISBN-13 : 9780852955048.
  6. *Foam Monitor* yang tersedia di *Crude Oil Terminal*(COT) Lawe-lawe adalah 2 unit dengan kapasitas sebesar  $1000 \text{ Gpm}$ . Berdasarkan hasil perhitungan, kapasitas foam monitor yang diperlukan untuk pemadaman kebakaran *full surface fires* adalah sebesar  $20.000 \text{ Gpm}$ . Jadi dapat disimpulkan bahwa kebutuhan minimum kapasitas foam monitor yang diperlukan untuk pemadaman kebakaran tangki T.101-B adalah tidak mencukupi dan belum sesuai dengan standard minimum dari NFPA 11 & BP *Process Safety Series*, ISBN-13 : 9780852955048.
- 6. 5.2. Saran**
1. Jika sumber air dari kolam penampungan (Lagon) yang ada di area *Crude oil Terminal* (COT) Lawe-Lawe saat ini sebesar  $42.000 \text{ m}^3$  dan bersifat penampungan dari air hujan (tadah hujan) & air dari sumur bor, maka sebaiknya perlu tambahan sumber air lagi untuk mencukupi kebutuhan minimum penanggulangan *full surface fires* dengan ukuran kolam penampungan sebesar  $150\text{m} \times 150\text{m} \times 3\text{m} = 67.500 \text{ m}^3$ , dengan asumsi tinggi air yang dapat digunakan hanya  $2,5 \text{ m}$  dimana  $0,5 \text{ m}$  dari dasar kolam penampungan digunakan untuk pengendapan lumpur dan pencegahan kavitasi dari pompa.

- Karena tidak menutup kemungkinan jika airnya digunakan untuk penanggulangan kebakaran selama 6 jam terus menerus, maka untuk mengisi kembali air menggunakan 2 unit *deep well pump* yang ada dengan kapasitas 60 m<sup>3</sup>/jam atau 1440 m<sup>3</sup> dalam 24 jam, akan memerlukan waktu selama ±38 hari terus menerus. Dan sebaiknya kapasitas *deep well pump* juga ditambah disesuaikan dengan kebutuhan.
2. Jika *foam concentrate* yang tersedia dalam bentuk kemasan drum, hal ini akan menyulitkan dalam pergerakan pada saat foam tersebut digunakan. Maka sebaiknya tempat penampungan *foam concentrate* sebanyak 144 m<sup>3</sup> dalam *fixed Tank* (Tangki terpasang tetap dilapangan) dengan jaringan pipa yang terhubung ke 7 unit Tangki minyak mentah yang ada di *Crude Oil Terminal* (COT) Lawe-Lawe, sehingga jika diperlukan tinggal membuka valve yang sudah terpasang di jaringan pipa *foam concentrate* tersebut.
  3. Dilakukannya pelatihan penanggulangan kebakaran bagi *firefighter* agar mampu bertindak seefektif mungkin memadamkan api sebelum api menyebar dan menimbulkan *secondary accident*. *Pre-fire planning* sebaiknya dilakukan secara rutin (6 bulan sekali atau setahun sekali) agar tim *firefighter* terbiasa dan sanggup menghadapi model konsekuensi kebakaran yang mungkin terjadi.
  4. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut terkait *secondary accident*.
  5. Sebaiknya semua hazard dan risikonya bersumber dari perusahaan dikomunikasikan pada warga sekitar dan warga Lawe-Lawe. Kerjasama dengan pihak eksternal juga sebaiknya dijalin sebagai bantuan dalam hal tanggap darurat.
  6. System pendingin tangki *sprinkler system* yang terpasang ½ keliling tangki di ke-4 tangki T. 101-A/D/E/G, sebaiknya dipasang penuh mengelilingi tangki. Karena berpotensi mengalami *boilover* jika salah satu dari ke-empat tangki tersebut mengalami kebakaran.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- American Petroleum Institute (1988) Std 650 Welded steel tanks for oil storage.
- American Petroleum Institute (1991) PUBLICATION 2021, Fighting Fires in and Around Flammable and Combustible Liquid Atmospheric Storage Tank.
- Butar-Butar, Patut Tua Parulian (2013) Cara Mengantisipasi Kebakaran Tangki Atap terapung Skala Besar.
- Coleman, Greg (2006) *BP Process Safety Series, Liquid Hydrocarbon Storage Tank Fires: Prevention and Response*, ISBN-10: 0 85295 504 9.
- Goodson, Carl and Murnane, Lynne (2008) *International Fire & Safety Training Association (IFSTA), Essentials of Fire*

- Fighting*, 5<sup>th</sup> Edition, ISBN 978-0-13-515111-2.
- Niall Ramsden, Paul Watskin and John Frame of Resource Protection International (2006) *LASTFIRE, BP Process Safety Series*, ISBN-13 : 9780852955048.
- Christopher P. Hanauska, Chair Hughes Associates, Inc., MD [SE], Technical Committee on Foam (2002) *National Fire Protection Association 11, Standard for Low Expansion Foam*.
- John G. O'Neill, Chair & Gage-Babcock & Associates Inc., VA [SE], Technical Correlating Committee on Automatic Sprinkler Systems (AUT-AAC) (2002) *National Fire Protection Association 24, Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances*.
- Edward Hildebrandt, Chair Village of Morton Grove, IL [E] & John A. Davenport, West Hartford, CT [I], Technical Correlating Committee on Flammable and Combustible Liquids (FLC-AAC) (2002) *National Fire Protection Association 30, Flammable and Combustible Liquids Code*.
- National Fire Protection Association 251, Standard Methods of Tests of Fire Resistance of Building Construction and Materials*, 2002. By Technical Committee on Fire Tests, Jesse J. Beitel, Chair, Hughes Assoc., Inc., MD [SE]
- Pertamina EGS 629 (1995), *Fire Protection & Loss Prevention Refineries & Petrochemical Plants*.
- Ramli, Soehatman. (2010). *Petunjuk Praktis Manajemen Kebakaran*. Jakarta: Dian Rakyat
- Directorate of Processing (1997) *Standard Engineering Pertamina (SEP) KP 15, Active Fire Protection*.
- Directorate of Processing (1997) *Standard Engineering Pertamina (SEP) KP 16, Passive Fire Protection*.