

ANALISIS RISIKO KEBAKARAN DENGAN METODE ETA (*EVENT TREE ANALYSIS*) PADA TANGKI TIMBUN PREMIUM (T-51)

Anisah Hajar¹⁾, Galih Anindita²⁾, dan Moch.Luqman Ashari³⁾

¹⁾Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111

^{2,3)}Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jalan Teknik Kimia Kampus ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111

E-mail: anisahh46@gmail.com

Abstract

This reception, storage, and distributing company has three units of premium tank which the possibility of fire in these tanks are very high. Each tank contains thousands kilo liters which is the number 51 tank has the largest capacity among the others. The tank has a fire point of -43°C and is categorized as 1A class combustibile liquids. In this research, the author used Quantitative Risk Analysis (QRA) method for leakage of the tank wall. The leak scenario reference is based on the API 581: 2008 standard about 3.175 mm, 6.35 mm, 50.8 mm and > 50.8 mm. The consequences resulting from the ETA (Event Tree Analysis) method for the T-51 tank leakage are pool fire, bund fire, liquid spill. The result of this research is the risk assessment when pool fire happens, bund fire with thermal radiation flux value of 9.8 kW/m² and 9.5 kW/m² indicates that radiation that emitted causing severe illness effects in 20 seconds and can cause 70 % of deaths occurring in outdoor / offshore and 30% of deaths if occurred in indoor / onshore. The risk categories obtained are accepted and tolerated according to the firm's risk matrix.

Keywords: *ETA, Fire, Pool fire, QRA*

Abstrak

Perusahaan bidang penerimaan, penyimpanan, dan penyaluran ini memiliki 3 unit tangki timbun premium. Kemungkinan terjadinya kebakaran pada tangki timbun sangat tinggi. Masing – masing tangki timbun menyimpan ribuan kilo liter dimana tangki timbun nomor 51 memiliki kapasitas yang terbesar diantara yang lainnya. Tangki timbun memiliki titik nyala -43°C dan dikategorikan sebagai cairan yang mudah terbakar kelas 1A. Pada penelitian ini, metode yang digunakan *Quantitative Risk Analysis* (QRA) untuk kebocoran dinding tangki timbun. Acuan skenario lubang bocor didasarkan pada standar API 581:2008 sebesar 3.175 mm, 6.35 mm, 50.8 mm dan >50.8 mm. Konsekuensi yang dihasilkan dari metode ETA (*Event Tree Analysis*) untuk kebocoran tangki T-51 ialah *pool fire, bund fire, liquid spill*. Hasil dari penelitian ini adalah didapatkan penilaian risiko ketika terjadi *pool fire, bund fire* dengan nilai *thermal radiation flux* sebesar 9.8 kW/m² dan 9.5 kW/m² menunjukkan radiasi yang dipancarkan menimbulkan efek kesakitan yang parah dalam 20 detik serta dapat menimbulkan 70 % kematian apabila terjadi di *outdoor/offshore* dan 30 % kematian apabila terjadi di *indoor/onshore*. Kategori risiko yang didapat ialah diterima dan ditoleransi sesuai matriks risiko perusahaan.

Kata Kunci: *ETA, Kebakaran, Pool fire, Q*

PENDAHULUAN

Konsumsi energy sebagai bahan bakar di Indonesia terus meningkat di tengah melambatnya pertumbuhan produksi, khususnya produksi minyak bumi. Sebuah studi analisis data asuransi oleh Marsh (100 kerugian terbesar di dunia) telah menunjukkan bahwa kerugian yang dialami oleh perusahaan kilang minyak dalam jangka lima tahun meningkat delapan kali lipat antara periode 1975 - 1979 dan 2005 – 2009. Chang dan Lin (2014) melakukan sebuah penelitian terhadap 242 kasus kecelakaan tangki minyak yang terjadi selama 40 tahun terakhir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 116 kasus (47,9 %) terjadi di kilang minyak tanah (*Petroleum refineries*) dan 64 kasus (26,4 %) terjadi di terminal dan stasiun pompa, 12,8 % kecelakaan terjadi di pabrik petrokimia, lading minyak 2,5 % dan fasilitas lainnya 10,3 % seperti pembangkit listrik, saluran pipa, dan lain – lain.

Pada penelitian ini dilakukan analisis risiko kebakaran tangki timbun premium dengan metode *event tree analysis* (ETA) dimana *output* dari konsekuensi yang dihasilkan akan dilanjutkan dengan menentukan konsekuensi dan frekuensi kejadian dari kebakaran tangki timbun dengan menggunakan pendekatan QRA.

METODE PENELITIAN

Metode *event tree analysis* (ETA) dalam penelitian ini bertujuan untuk menganalisis probabilitas kejadian kebakaran dari *initiating event* yang timbul dari tangki timbun premium kemudian mengevaluasi kemungkinan hasil yang diperoleh dengan menghasilkan *output* berupa konsekuensi dari *initiating event* tersebut dapat digunakan untuk penentuan pemodelan konsekuensi kebakaran. Hasil dari analisis ETA akan dilanjutkan dengan perhitungan *source model* serta *poolfire* untuk mengetahui pemodelan skenario kebocoran. Pemodelan kebocoran menggunakan *realistic cases* sesuai dengan pedoman CCPS “*Guidelines for Chemical Quantitative Risk Analysis*” aliran cairan keluar dari lubang tangki.

$$Q_m = \rho A C_0 \sqrt{2} \left(\frac{g_c P_g}{\rho} + g h_L \right) \tag{1}$$

dimana:

$$\rho = \text{massa jenis cairan (kg/m}^3\text{)}$$

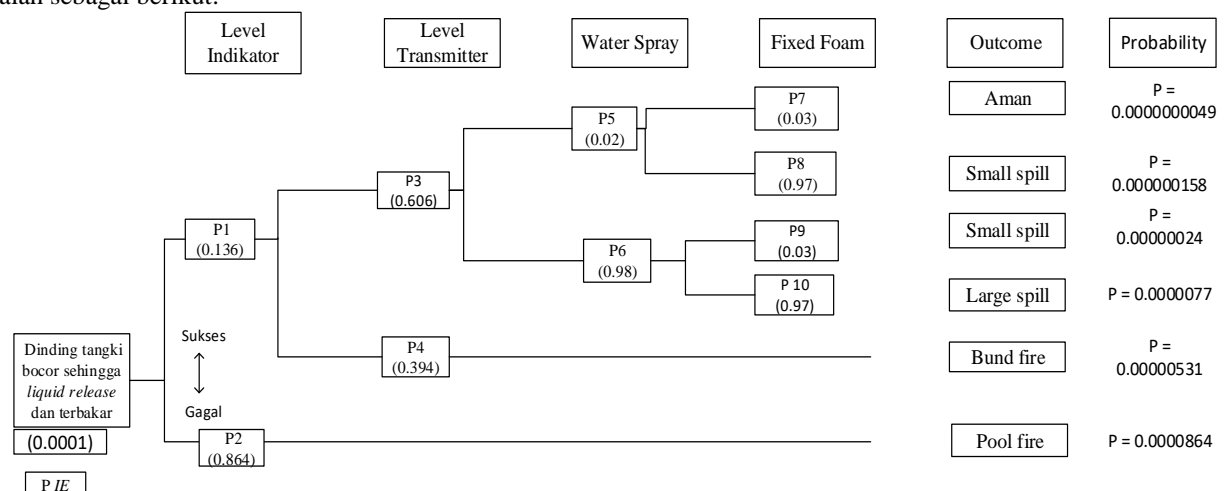
$$C_0 = \text{coefficient discharge}$$

- A = luas penampang lubang (m²)
- P_g = tekanan yang terbacapadat tangki (kPa)
- G_c = konstanta gravitasi (kgm/s²N)
- H_L = tinggi lubang kebocoran (m)

Penentuan konsekuensi dan frekuensi mengacu pada standar *Oil and Gas Product* (OGP) tahun 2010. Perhitungan *pool fire* terdiri dari beberapa langkah sebagaimana telah disebutkan pada *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*, 5th ed. 2016.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kebakaran dengan metode *event tree analysis* (ETA) untuk tangki timbun premium (T-51) adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Analisis Event Tree Analysis Tangki Timbun Premium (T-51)

Sumber: Data Penulis, 2018.

Gambar 1 menjelaskan bahwa *initiating event* berupa dinding tangki mengalami korosi pada sambungan antara las plat dasar tangki dengan dinding tangki, sehingga *liquid release* saat kegiatan penimbunan. Peran *safety device* sebagai alat pengaman jika terjadi kegagalan pada suatu komponen sangat penting, seperti *level indikator*, *level transmitter*, *water spray*, serta *fixed foam*. Kegagalan fungsi *safety device* pada tangki timbun menyebabkan beberapa konsekuensi kebakaran yang akan ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 1

Konsekuensi	Hasil Rekap Nilai Probabilitas	
	Probabilitas	Risiko (per tahun)
<i>Pool fire</i>	8.64×10^{-5}	8.20×10^{-9}
<i>Bund fire</i>	5.31×10^{-6}	3.18×10^{-10}
<i>Large spill</i>	7.7×10^{-7}	4.56×10^{-10}
<i>Small spill</i>	2.4×10^{-7}	2.17×10^{-9}
<i>Small spill</i>	1.58×10^{-7}	4.42×10^{-9}

Sumber: Data Penulis, Tahun 2018.

Tabel 1 menunjukkan nilai probabilitas dan risiko untuk masing-masing konsekuensi yang dihasilkan dari *event tree analysis* (ETA) tangki timbun premium (T-51), dimana nilai probabilitas tertinggi adalah *pool fire* yaitu sebesar 8.64×10^{-5} dengan risiko kejadian per tahunnya sebesar 8.20×10^{-9} .

Perhitungan *source model* digunakan untuk mengetahui seberapa besar aliran cairan yang keluar dengan menggunakan pemodelan kebocoran berupa aliran cairan keluar dari lubang tangki. Perhitungan ini menggunakan skenario lubang kebocoran dari standar API 581:2008 sehingga menghasilkan nilai *discharge rate* akan ditunjukkan pada Tabel 2

Tabel 2

Nilai *discharge rate* tangki timbun premium (T-51)

Skenario Lubang Kebocoran (mm)	Q_m (kg/s)
(Small) 3.715	3.268
(Medium) 6.35	13.145
(Large) 50.8	841.32
(Rupture) 9139	272287.1

Sumber: Data Penulis, Tahun 2018.

Tabel 2 menunjukkan nilai *discharge rate* untuk masing-masing skenario lubang bocor yang digunakan untuk tangki timbun premium. Semakin besar diameter skenario lubang kebocoran yang digunakan, maka semakin besar nilai *discharge rate* yang dihasilkan.

Hasil konsekuensi dan frekuensi untuk masing-masing dampak didapatkan 9.8 kW/m^2 dan 9.5×10^{-5} per tahun untuk *pool fire*, 9.5 kW/m^2 dan 6.0×10^{-5} per tahun untuk *bund fire*, *liquid spill* dengan frekuensi kejadian sebesar 2.8×10^{-3} per tahun. Efek yang ditimbulkan menurut OGP “*Vulnerability of Humans*” 2010 yaitu 70% kematian apabila terjadi di *outdoor/offshore* dan 30% kematian apabila terjadi di *indoor/onshore*.

Tabel 3

Nilai Risiko Masing-Masing Konsekuensi

Konsekuensi	Level Risiko				
	Manusia	Lingkungan	Material	Reputasi	Gangguanoperasional
<i>Pool fire</i>	8	8	16	8	16
<i>Bund fire</i>	4	4	8	4	16
<i>Large spill</i>	8	8	8	8	16
<i>Small spill</i>	4	8	8	4	8
<i>Small spill</i>	4	8	8	4	8

Sumber: Data Penulis, 2018.

Kategori risiko yang telah disebutkan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa kategori berwarna hijau merupakan kategori risiko yang dapat diterima dan ditoleransi sesuai matriks risiko perusahaan. Kategori risiko berwarna kuning merupakan kategori risiko menengah yang harus dikelola sesuai dengan prinsip ALARP (*As Low As Reasonably Practicable*). Prinsip ini hanya dapat diterapkan jika pengurangan tingkat

risiko lebih lanjut bersifat tidak praktis untuk diterapkan atau jika biaya yang dibutuhkan tidak proposional dengan peningkatan pengelolaan risiko yang diperoleh. Mitigasi risiko wajib dilakukan untuk risiko tingkat ini.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa data, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu dampak yang terjadi dari *initiating event* kebakaran tangki timbun premium (T-51) adalah *small spill*, *large spill*, *bund fire*, dan *pool fire*. Hasil konsekuensi dan frekuensi untuk masing-masing dampak didapatkan 9.8 kW/m^2 dan 9.5×10^{-5} per tahun untuk *pool fire*, 9.5 kW/m^2 dan 6.0×10^{-5} per tahun untuk *bund fire*, *liquid spill* dengan frekuensi kejadian sebesar 2.8×10^{-3} per tahun. Efek yang ditimbulkan adalah 70% kematian apabila terjadi di *outdoor/offshore* dan 30% kematian apabila terjadi di *indoor/onshore*. Risiko untuk masing-masing konsekuensi dapat ditoleransi dan diterima oleh perusahaan sesuai dengan matriks risiko perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- ANGGRAINI, Aprillia Sari; ASHARI, Moch. Luqman; KUSUMA, George Endri. Analisa Fire Risk Assesment Dan Perancangan Proteksi Kebakaran Aktif Pada Area Workshop Perusahaan Jasa Konstruksi Fabrikasi. **Seminar K3**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 255-261, jan. 2018. Available at: <<http://journal.ppns.ac.id/index.php/seminarK3PPNS/article/view/106>>. Date accessed: 20 aug. 2018.
- 1620, N. (2010). *Standard for Pre Incident Planning*. Quincy: National Fire Protection Association.
- CCPS. (2000). *Guidelines for Chemical Quantitative Risk Analysis*.
- Production, I. A. (2010). *OGP Risk Assessment Data Directory- Vulnerability of Humans*
- SFPE. (2016). *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering 5 th edition*. National Fire Protection Association.