

ANALISIS POTENSI BAHAYA DAN RISIKO TERJADINYA KEBAKARAN DAN LEDAKAN DI TANGKI PENYIMPANAN LPG PERTAMINA PERAK SURABAYA

HAZARDOUS POTENTIAL AND RISK ANALYSIS OF FIRE AND EXPLOSION IN LPG STORAGE TANK PERTAMINA PERAK SURABAYA

Dani Nasirul Haqi

Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga
Jl. Mulyorejo Kampus C Universitas Airlangga Surabaya
E-mail: dani.nihaq@fkm.unair.ac.id

ABSTRACT

Depot LPG Pertamina Tanjung perak Surabaya is one of the companies engaged in the storage and distribution of Liquefied Petroleum Gas (LPG). In the process of doing a lot of activity using chemicals that are flammable. So that the potential of fire and explosion in Depot LPG Pertamina Tanjung perak Surabaya is big. The purpose of this research is to analyze the risk of potential fire and explosion and prevention efforts that need to be done. The Dow Fire and Explosion Index Method is an instrument to evaluate the potential risks of fire, explosion, and potential reactivity of the equipment and its contents in an objective and realistic way. The results showed that the level of fire and explosion hazard in the LPG storage tank in Depot LPG Pertamina Tanjung perak Surabaya amounted to 298.62 included in the classification of a severe level of danger. The total area of exposure in case of fire and explosion is 18,352.07 m². The amount of value / price of equipment as a loss due to being in the area of exposure to hazard and exposed to fire or blasting risk in the process unit was Rp.7,237,989,100,000. The magnitude of losses due to exposure to the factor material in a particular exposure area in the unit process when the accident was Rp 8,742,767,000,000. The number of factors that can control the loss of 0.5. The amount of actual losses suffered in the case of fire and explosion amounted to Rp 4,371,383,500,000.

Keywords: explosion, fire, LPG, risk analysis

ABSTRAK

Depot LPG Pertamina Tanjung perak Surabaya adalah salah satu perusahaan yang bergerak dalam penyimpanan dan pendistribusian *Liquefied Petroleum Gas* (LPG). Proses kegiatannya banyak menggunakan bahan-bahan kimia yang bersifat *flammable*, yaitu bahan bakar yang mudah terbakar sehingga potensi untuk terjadinya kebakaran dan ledakan di Depot LPG Pertamina Tanjung perak besar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis risiko terjadinya potensi kebakaran dan ledakan serta upaya pencegahan yang perlu dilakukan. Metode *Dow's Fire and Explosion Index* yaitu suatu instrumen untuk melakukan evaluasi secara bertahap risiko bahaya kebakaran, ledakan, dan potensial reaktivitas dari peralatan beserta isinya secara objektif dan realistis. Hasil penelitian menunjukkan tingkat bahaya kebakaran dan ledakan pada tangki penyimpanan LPG di Depot LPG Pertamina Perak Surabaya sebesar 298,62 masuk dalam klasifikasi tingkat bahaya parah. Luas daerah pajanan apabila terjadi kebakaran dan ledakan adalah sebesar 18352,07 m². Besarnya nilai/harga dari peralatan sebagai bentuk kerugian karena berada di daerah paparan bahaya dan terpapar risiko terjadinya kebakaran maupun peledakan pada unit proses adalah sebesar Rp. 7.237.989.100.000. Besarnya kerugian akibat adanya paparan dari material faktor pada suatu area paparan (*area of exposure*) tertentu dalam proses unit ketika kecelakaan adalah sebesar Rp 8.742.767.000.000. Besarnya faktor yang dapat mengendalikan kerugian sebesar 0,5. Besarnya kerugian sebenarnya yang diderita jika terjadi kebakaran dan ledakan sebesar Rp 4.371.383.500.000.

Kata kunci: analisis risiko, kebakaran, ledakan, LPG

PENDAHULUAN

Industri yang ada di dalam negeri selalu dituntut untuk melakukan perkembangan dengan baik. Perkembangan ini meliputi produk yang dihasilkan

harus mampu berdaya saing dengan produk yang ada di pasar, baik itu di tingkat nasional maupun internasional. Produk yang menjadi sasaran dalam program inovasi industri dapat berupa

barang maupun jasa. Pengembangan produk yang kompetitif ini dibutuhkan berbagai macam sumber daya. Salah satu sumber daya yang unik di dalam pengelolaannya adalah sumber daya manusia. Pekerja dalam hal ini sebagai salah satu sumber daya manusia yang penting dalam melakukan perkembangan produk. Sebagai sumber daya yang unik, maka pekerja harus diperhatikan kesehatan dan keselamatan kerjanya dalam menghasilkan produk. Berdasarkan peraturan perundangan No 13 tahun 2003 tentang ketenagakerjaan menyebutkan bahwa tenaga kerja wajib dilindungi kesehatan kerjanya, baik itu kesehatan fisik, mental dan sosial. Kewajiban perlindungan terhadap keselamatan dan kesehatan pekerja belum dilakukan oleh pengusaha secara optimal. Hal ini ditunjukkan dengan adanya angka kesakitan dan kecelakaan yang cukup tinggi di berbagai tempat kerja. Kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan oleh badan luar negeri ILO menunjukkan bahwa setiap hari rata-rata 6000 orang meninggal, setara dengan satu orang setiap 15 detik atau 2,2 juta orang per tahun akibat sakit atau kecelakaan yang berkaitan dengan pekerjaan mereka. Secara keseluruhan kecelakaan di tempat kerja telah menewaskan 350.000 orang. Sisanya meninggal karena sakit yang diderita dalam pekerjaan seperti membongkar zat kimia beracun (Suardi, 2005).

Penerapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) merupakan tanggung jawab semua pihak. Berdasarkan filosofinya akibat dari tidak diterapkannya K3 adalah dapat terjadinya kecelakaan kerja maupun penyakit akibat kerja. Kejadian tersebut dapat menimpa siapa saja, kapan saja, dan dimana saja. Hal ini berarti bahwa penerapan K3 harus dilakukan oleh setiap orang dalam melakukan aktivitasnya. Regulasi yang mengatur adanya penerapan K3 adalah Peraturan Pemerintah No. 50 Tahun 2012 tentang SMK3. Pada peraturan tersebut menyebutkan bahwa perusahaan yang telah mempekerjakan pekerja sebanyak 100 orang atau lebih dan perusahaan tersebut mempunyai potensi bahaya yang ditimbulkan dari proses produksi maupun bahan produksi yang dapat mengakibatkan kecelakaan kerja termasuk didalamnya peledakan, kebakaran, pencemaran dan penyakit akibat kerja, wajib menerapkan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).

K3 merupakan upaya yang harus dilakukan oleh pengusaha dan pekerja dalam rangka menciptakan lingkungan kerja yang sehat dan aman. Dalam rangka menciptakan kondisi tersebut dapat dilakukan melalui identifikasi bahaya yang ada di tempat kerja,

analisis potensi bahaya dan menetapkan upaya pengendalian sesuai dengan potensi bahaya yang telah teridentifikasi.

Selain untuk menciptakan kondisi yang sehat dan aman tujuan dari diterapkannya K3 adalah untuk mengurangi biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan apabila terjadi kecelakaan maupun penyakit akibat kerja. Hal ini menunjukkan bahwa K3 merupakan suatu investasi yang harus dilakukan oleh perusahaan. Pada penerapannya perusahaan membutuhkan dana yang cukup banyak untuk melakukan perlindungan kesehatan dan keselamatan, akan tetapi biaya yang cukup mahal tersebut merupakan investasi untuk pencegahan terjadinya penyakit maupun kecelakaan, ketika hal tersebut terjadi maka biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan lebih besar dari biaya pencegahan yang diterapkan. Hal lain yang menjadi penting adalah nama bagi perusahaan. Kecelakaan maupun penyakit akibat kerja yang terjadi dapat menyebabkan nama perusahaan akan tercemar dan menjadi nilai kurang baik bagi masyarakat. Sebagai konsumen dan relasi perusahaan akan mempertimbangkan jika akan memanfaatkan produk yang dihasilkan. Beberapa manfaat penerapan K3 menunjukkan bahwa K3 merupakan hal yang penting yang harus diterapkan oleh tempat kerja.

Salah satu hal yang paling ekstrem apabila perusahaan tidak menerapkan aspek K3 dengan baik adalah terjadinya kebakaran dan ledakan. Terjadinya kebakaran dapat berakibat pada kecelakaan yang berupa cacat permanen bahkan sampai pada terjadinya kematian pada seseorang. Terjadinya kebakaran juga dapat menghilangkan harta dan aset perusahaan yang berakibat pada kematian sektor ekonomi yang menyebabkan terganggunya sistem kehidupan yang lebih besar. Kebakaran adalah mekanisme interaksi antara panas, bahan bakar dan oksigen. Dari interaksi ketiga unsur tersebut akan timbul nyala api. Kebakaran dapat terjadi dimana saja dan kapan saja. Bahkan di hutan, perumahan, perkantoran, pertokoan, dan gedung-gedung tinggi. Setiap tempat kerja memiliki risiko terhadap kebakaran. Risiko tersebut berbeda antar satu tempat kerja dengan tempat kerja lainnya. Semakin tinggi risiko terjadinya kebakaran, maka semakin besar kerugian yang akan di tanggung oleh tempat kerja tersebut. Kebakaran yang terjadi di tempat kerja akan berdampak pada semua aspek sumber daya yang ada, baik itu pengusaha, tenaga kerja maupun masyarakat luas yang ada di sekitar tempat kerja. Kerugian lain yang tidak langsung bagi tempat

kerja yang mengalami kecelakaan kebakaran adalah hilangnya kepercayaan *stakeholder*. Hal ini tentunya sangat merugikan bagi tempat kerja. Sebagai salah satu tempat yang padat karya dan padat modal membutuhkan peran serta *stakeholder* dalam pengembangan perusahaan (Direktorat Pengawasan Keselamatan Kerja Ditjen Pembina Pengawasan Ketenagakerjaan, 2004).

Depot LPG Pertamina Tanjung perak Surabaya merupakan suatu perusahaan yang memiliki proses bisnis berupa penyimpanan dan pendistribusian *Liquified Petroleum Gas* (LPG). Proses kegiatannya banyak menggunakan bahan kimia yang bersifat *flammable*, yaitu bahan bakar yang mudah terbakar. Sehingga potensi untuk terjadinya kebakaran dan ledakan di Depot LPG Pertamina Tanjung perak juga besar.

Berdasarkan latar belakang, tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis risiko terjadinya potensi kebakaran dan ledakan serta upaya pencegahan yang perlu dilakukan di Depot LPG Pertamina Tanjung perak. Ada beberapa cara untuk melakukan penilaian terhadap potensi bahaya dan risiko kebakaran dan ledakan, salah satunya dengan menggunakan metode *Dow's Fire and Explosion Index* yaitu suatu instrumen untuk melakukan evaluasi secara bertahap terhadap adanya sebuah risiko bahaya terjadinya kebakaran dan ledakan. Metode ini menunjukkan analisis yang objektif dan realistis berdasarkan kondisi yang ada di lapangan.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian survei (*survey research method*). Penelitian survei dilakukan oleh peneliti tanpa adanya intervensi yang diberikan terhadap subjek yang diteliti. Berdasarkan sifatnya jenis penelitian ini merupakan penelitian survei yang bersifat analitik (*analytical*). Penelitian analitik diarahkan untuk menjelaskan suatu keadaan atau situasi. Pada penelitian ini menjelaskan risiko bahaya kebakaran, ledakan, dan potensial reaktivitas dari peralatan beserta isinya secara objektif dan realistis di Depot LPG Pertamina Tanjung Perak Surabaya. Berdasarkan waktu pelaksanaannya, jenis penelitian ini termasuk penelitian *cross sectional* karena penelitian dilaksanakan pada periode waktu tertentu.

Teknik Pengumpulan Data, pengumpulan data primer berdasarkan hasil wawancara dan observasi di Depot LPG Tanjung Perak Surabaya. Data yang diperoleh dalam observasi ini adalah data mengenai

luas area penyimpanan LPG, dan mengenai sistem pencegahan terhadap bahaya kebakaran dan ledakan yang sudah diterapkan di tangki penyimpanan LPG. Sedangkan dari pelaksanaan wawancara data yang dihasilkan yaitu data berupa unit proses pada tangki penyimpanan LPG, besarnya biaya yang ditanggung atau kerugian akibat kebakaran dan ledakan. Data sekunder yang dikumpulkan dalam kegiatan ini berupa data mengenai profil perusahaan, yang terdiri dari gambaran umum perusahaan, kebijakan K3 yang diterapkan, kegiatan K3 yang dilaksanakan, dan data lain yang diperlukan untuk menunjang penelitian. Data dalam penelitian ini dimasukkan ke dalam lembar *Fire and Explosion Index* untuk dilakukan perhitungan sesuai dengan petunjuk dalam buku pedoman. Analisis dalam perhitungan dilakukan secara manual.

HASIL

Gambaran Unit Proses

Kegiatan utama di lingkungan Depot LPG Pertamina Perak Surabaya adalah penerimaan gas LPG (Propana dan Butana), penimbunan atau penyimpanan, pengisian gas LPG ke dalam tabung 3 Kg, 12 Kg dan 50 Kg dan *skid tank*, serta pendistribusian.

Hasil wawancara dengan kepala HSE dan hasil observasi selama penelitian. Pada setiap kegiatan tersebut menimbulkan potensi bahaya kebakaran dan ledakan. Potensi terbesar terjadinya kebakaran dan ledakan adalah di bagian penimbunan dan penyimpanan gas LPG. Hal ini dikarenakan pada proses tersebut gas bertekanan tinggi disimpan dalam jumlah yang sangat besar. Berdasarkan MSDS dari LPG dapat diketahui bahwa gas tersebut sangat mudah terbakar, bentuk campuran yang mudah meledak dengan udara dan dapat mengakibatkan *Flash Fire*.

Penentuan unit proses yang menjadi kajian dalam pelaksanaan penelitian ini didasarkan pada potensi bahaya kebakaran dan ledakan yang terjadi. Tangki penimbunan LPG Pertamina Tanjung Perak Surabaya berjumlah 8 buah yang dipasang secara seri dan tidak terpisah secara efektif satu sama lainnya. Kejadian kebakaran dan ledakan dapat menimbulkan kerugian yang besar. Tangki penimbunan ini berisi LPG campuran yang terdiri dari bahan kimia butana, propana dan ditambah dengan *mercaptan* atau tepatnya metil *mercaptan*. Metil *mercaptan* ini berfungsi sebagai pembau dari gas LPG sehingga apabila konsumen menggunakan

tabung LPG dan didapatkan ada kebocoran dapat dideteksi dari adanya gas metil *mercaptan*.

Penentuan unit proses ini didasarkan karena pada tangki penimbunan LPG terdapat pertimbangan terhadap tahapan dari operasi. Secara alami tahapan normal seperti *start-up, steady state operation, shut down*, pengisian, pengosongan, penambahan katalis, dan lain-lain sering menimbulkan kondisi yang tidak biasa dan berdampak pada terjadinya kebakaran dan ledakan.

Analisis Potensi Bahaya Kebakaran dan Ledakan

Menentukan *Fire and Explosion Index* dengan memasukkan hasil analisis MF, F1, F2, dan F3 ke formulir *Fire and Explosion Index* pada Pedoman *Dow's Fire and Explosion Index*. Hasil perhitungan *Fire and Explosion Index* dapat dilihat pada lampiran 1 Formulir Perhitungan *Fire and Explosion Index*.

Tingkat bahaya kebakaran dan ledakan pada tangki penyimpanan LPG di Depot LPG Pertamina Perak Surabaya sebesar 298,62 masuk dalam klasifikasi tingkat bahaya parah. *Radius of exposure* di peroleh dengan mengalikan F & EI dengan konstanta 0,84. Maka radius pajanan.

$$\begin{aligned} \text{Radius of exposure (ft)} &= 0,84 \times (F \& EI) \\ &= 0,84 \times 298,62 \\ &= 250,84 \text{ ft} \\ &= 76,45 \text{ m} \end{aligned}$$

Luasan yang terpapar apabila LPG *storage tank* mengalami peledakan maupun kebakaran.

$$\begin{aligned} \text{Area of exposure} &= \pi \times \text{radius of exposure}^2 \\ &= 3,14 \times (76,45)^2 \\ &= 18.352,07 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil wawancara dengan bagian teknik di Depot LPG Pertamina Perak. Didapatkan nilai *original cost* sebesar Rp.14.880.000.000. Sehingga jika nilai tersebut dikalikan dengan 0,82 dan *escalation factor* (593,2). Didapatkan nilai pengganti sebesar Rp.7.237.989.100.000.

Nilai Daerah Pajanan = Rp.7.237.989.100.000. Menentukan Faktor Kerusakan (*Damage Factor*). Item ini menunjukkan keseluruhan efek/dampak kerusakan yang terjadi akibat pelepasan *energy* pada suatu unit proses. Adapun penilaian pada item ini mengikuti formulasi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} MF &= 21 ; F3 (X) &= 14,22 \\ \text{Damage factor (Y)} &= 0,340314 + (0,076531 \times (X)) + (0,003912 \times (X)^2) - (0,00073 \times (X)^3) \\ &= 0,340314 + (0,076531 \times (14,22)) + (0,003912 \times (14,22)^2) - (0,00073 \times (14,22)^3) \\ &= 1,2079 \end{aligned}$$

Kerugian akibat adanya paparan dari material faktor pada suatu area paparan (*area of exposure*).

$$\begin{aligned} \text{Base MPPD} &= \text{Damage Factor} \times \text{Value of The Area of Exposure} \\ &= 1,2079 \times \text{Rp.7.237.989.100.000} \\ &= \text{Rp 8.742.767.000.000} \end{aligned}$$

Pada bagian konstruksi berbagai *plant/process unit*, harus disertakan nilai-nilai dari indeks pencegahan dan kontrol terhadap bahaya kebakaran maupun peledakan dari proses unit tersebut sesuai dengan persyaratan-persyaratan yang berlaku. Dalam pemenuhan persyaratan-persyaratan dasar khususnya terhadap bagian dari pengendalian kerugian (*loss control*) harus didasarkan pengalaman dalam pencegahan terjadinya insiden yang serius dan mengurangi kemungkinan terjadinya insiden tersebut. Ada tiga kategori yang menandakan bagian-bagian dari pengendalian kerugian (*loss control*) yaitu *Process Control* (C1), *Material Isolation* (C2), dan *Fire Protection* (C3). Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan *Supervisor* LPG di bagian *Maintenance*, didapatkan analisis *Loss Control Credit Factor* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{LCCF} &= C1 \times C2 \times C3 \\ &= 0,73 \times 0,94 \times 0,73 \\ &= 0,5 \end{aligned}$$

Actual Maximum Probable Property Damage merupakan besarnya kerugian akibat adanya paparan dari *material factor* pada suatu area paparan (*area of exposure*) tertentu dalam suatu proses unit. Besarnya kerugian ini diterima ketika terjadi kecelakaan walaupun pada unit proses telah tersedia peralatan yang dilengkapi sistem pengamanan terhadap timbulnya kondisi abnormal penyebab kecelakaan itu. Nilai ini dapat dianggap sebagai bentuk kerugian material yang ditanggung walau ada bentuk pengendalian untuk mengurangi kerugian baik pada pengendalian unit proses yang berbahaya, serta

sistem pencegahan dan penanggulangan kebakaran pada unit proses tersebut. Nilai *Actual* MPPD ditentukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Actual MPPD} &= \text{LCCF} \times \text{Base MPPD} \\ &= 0,5 \times \text{Rp } 8.742.767.000.000 \\ &= \text{Rp } 4.371.383.500.000 \end{aligned}$$

PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis dan perhitungan dengan menggunakan *Dow's Fire And Explosion Index*. Kebakaran dapat terjadi di depot LPG Pertamina Perak Surabaya dengan potensi bahaya terbesar pada tangki penyimpanan LPG. Dalam analisis dengan menggunakan *Dow's Fire And Explosion Index* dapat diketahui bahwa tingkat bahaya kebakaran dan ledakan pada tangki penyimpanan LPG di Depot LPG Pertamina Perak Surabaya sebesar 298,62 dan termasuk dalam klasifikasi tingkat bahaya parah.

Metode *Dow's Fire And Explosion Index* dalam menilai potensi bahaya dan risiko terjadinya kebakaran di depot LPG Pertamina Perak Surabaya dapat menunjukkan hasil yang sensitif dan lebih realita dalam memprediksi terjadinya bahaya kebakaran dan ledakan dibandingkan dengan metode penilaian potensi bahaya kebakaran yang lainnya. Beberapa metode lain yang dapat digunakan dalam menilai potensi bahaya kebakaran adalah matriks risiko kebakaran dan sistem pembobotan (Ramli, 2010). Metode matriks risiko kebakaran adalah penilaian risiko secara kuantitatif dengan membuat matriks kemungkinan dan keparahan akibat suatu kebakaran, dengan menggunakan pendekatan sama dengan konsep manajemen risiko lainnya. Metode sistem pembobotan merupakan salah satu cara untuk menentukan risiko kebakaran dengan menggunakan pembobotan kebakaran. *Dow's Fire And Explosion Index* mengembangkan suatu sistem untuk menilai tingkat risiko kebakaran dan peledakan dari suatu instalasi. Melalui sistem indeks ini semua komponen dari proses produksi di evaluasi dan diberikan indeks tertentu. Semakin tinggi angka indeks, maka semakin tinggi risiko kebakaran dan peledakan. Sistem ini banyak digunakan di lingkungan industri kimia yang mengandung proses berisiko bahaya tinggi.

Gambaran risiko bahaya yang sangat parah pada tangki penyimpanan LPG yang diketahui dari perhitungan dan analisis dengan *Dow's Fire And Explosion Index*. Didukung juga dengan data berdasarkan NFPA 30. Terdapat beberapa klasifikasi untuk *liquid* kaitannya dengan risiko bahaya kebakaran, yaitu *flammable liquid* dan *combustible*

liquid. *Flammable liquid* adalah cairan yang memiliki *flash point* di bawah 100°F (37,8°C) pada tekanan 40 psi (276 kPa), sedangkan *combustible liquid* adalah cairan yang memiliki *flash point* sama atau diatas 100°F (37,8°C). Berdasarkan MSDS pada butana dan propana yang merupakan elemen utama pada LPG. Menunjukkan *flash point* di bawah 100°F (37,8°C) yaitu sebesar -156°F (-104 °C) untuk propana dan -76 F (-69 C) untuk butana. Sehingga gas LPG merupakan *flammable liquid*. Jika dianalisis lebih lanjut, LPG selain termasuk dalam *flammable liquid*. Gas tersebut juga termasuk *flammable liquid* yang masuk dalam kategori Kelas IA dalam *flammable liquid*. Artinya gas tersebut sangat mudah terbakar dan sangat berbahaya. Hal ini dikarenakan cairan tersebut memiliki *flash point* di bawah 73°F (22,8°C) dan memiliki *boiling point* di bawah 100°F (37,8°C). Tepatnya 31,1°F (-0.5 C) untuk *boiling point* butana dan -43,8°F (-42,1°C) untuk *boiling point* propana.

Tipe kebakaran hidrokarbon apabila terjadi di Depot LPG Pertamina adalah *Jet fire* yang sering terjadi berhubungan dengan lepasnya gas bertekanan tinggi. Kejadian kebocoran dapat menyebabkan lepasnya gas bertekanan tinggi yang berasal dari *flammable liquid* di dalam *vessel* ataupun pipa lalu dan terignisi. Tekanan yang tinggi dan sumber yang ukurannya terbatas dapat menyebabkan kecepatan gas yang sangat tinggi mendekati kecepatan suara sehingga pada akhirnya dapat menimbulkan ledakan.

Radius kebakaran dan ledakan yang apabila terjadi di Depot LPG Pertamina Perak Surabaya adalah mencapai 76,45 m dan luas daerah yang terpajan sebesar 18352,07 m². Jika luasan radius kebakaran tersebut di banding kan dengan luas area Depot LPG Pertamina Perak Surabaya seluas 3,7 Ha atau 37000 m², maka akibat dari kebakaran dan ledakan tangki penyimpanan LPG belum sampai menghabiskan aset seluruh depot LPG Pertamina senilai Rp. 30.000.000.000. Akan tetapi upaya pencegahan akibat dari potensi kebakaran yang dapat timbul tersebut perlu ditingkatkan kembali agar akibat yang ditimbulkan tidak terlalu parah dan dapat diminimalkan dari segi kerugian aset yang dimiliki oleh perusahaan. Selain itu hal yang paling penting adalah citra dan kepercayaan dari masyarakat. Kebakaran tersebut terjadi maka citra baik yang sudah lama dibangun akan pupus dan kepercayaan dari pihak *stakeholder* juga akan menurun yang berakibat pada terganggunya kegiatan bisnis perusahaan. Akan tetapi jika upaya

Tabel 1. Perhitungan Nilai LCCF dan Nilai *Actual* MPPD

Kategori Penilaian	Nilai C1	Nilai C2	Nilai C3	Nilai LCCF	Nilai Actual MPPD
Tidak ada bentuk pengendalian kerugian	1	1	1	1	Rp 8.742.767.000.000
Ada pengendalian kerugian dengan <i>range credit factor</i> terbesar	0,85	0,91	0,75	0,58	Rp 5.070.804.800.000
Ada pengendalian kerugian dengan <i>range credit factor</i> terkecil	0,50	0,82	0,44	0,18	Rp 1.573.698.000.000

Sumber: Data Primer

pengecehan tersebut dilakukan secara optimal dan terjadinya kebakaran dapat diminimalkan sekecil mungkin sehingga tidak terjadi kebakaran, maka proses bisnis tetap berjalan dengan lancar dan hal tersebut dapat memberikan keuntungan bagi perusahaan.

Melalui metode *Dow's Fire And Explosion Index* dapat diketahui tingkat pencegahan bahaya kebakaran dan ledakan yang sudah diterapkan oleh Depot LPG Pertamina Perak Surabaya. Hasil dari analisis tingkat pencegahan bahaya kebakaran dalam metode ini dikuantifikasikan. Sehingga dari aspek bisnis dapat diketahui seberapa besar kerugian sebenarnya apabila pencegahan tersebut telah dilakukan. Menurut *American Institute Of Chemical Engineers* (1994), bahaya terhadap dampak kerusakan dan kerugian akibat risiko kebakaran dan peledakan yang tertuang dalam nilai F & EI ini, merupakan suatu bentuk hasil yang informatif dan realistis terhadap terjadinya risiko kebakaran dan ledakan atas bahaya yang dikandung unit proses tangki penyimpanan LPG. Hasil nilai F & EI ini benar-benar harus diperhatikan dan dijadikan pertimbangan oleh perusahaan untuk melakukan kontrol dan usaha preventif terhadap keberadaan bahaya yang ada, sehingga risiko kebakaran dan peledakan yang dapat terjadi bisa dicegah dan diminimalkan.

Metode F & EI dalam mengestimasi nilai kerugian akibat kebakaran dan peledakan sejalan dengan pendapat Lees (1996) bahwa dalam menentukan potensi kerugian kebakaran dapat ditentukan dengan menilai kerugian jika terjadi kebakaran pada satu tangki timbun *flammable* dan *combustible* material, hal ini terkait dengan besarnya jumlah material dan nilai material yang terkandung dalam tangki timbun tersebut.

Pencegahan dan pengendalian kebakaran dalam metode *Dow's Fire And Explosion Index* ada pada poin *Loss Control Credit Factor* (LCCF). Pada bagian ini semua tingkat pencegahan dikuantifikasikan sehingga dapat diketahui seberapa

besar kerugian yang ditanggung Depot LPG Pertamina apabila sudah dilakukan pengendalian sebagaimana yang sudah ada. Nilai *actual* MPPD ini ditentukan dengan mengalikan nilai LCCF dengan *base* MPPD. Semakin besar nilai LCCF, maka nilai *actual* MPPD akan semakin besar pula. Begitu juga sebaliknya, semakin kecil nilai LCCF maka akan semakin kecil pula nilai *actual* MPPD yang diperoleh.

Sebagai bahan masukan untuk Depot LPG Pertamina Perak Surabaya berikut adalah tabel yang menunjukkan perhitungan nilai *Loss Control Credit Factor* (LCCF) dan nilai *actual* MPPD jika dihitung dengan perkiraan apabila tidak ada pengendalian kerugian, ada pengendalian kerugian dengan *range credit factor* terbesar, dan ada pengendalian kerugian dengan *range credit factor* terkecil.

Berdasarkan dari pedoman *Dow's Fire and Explosion Index* dari *American Institute Of Chemical Engineers* (1994), apabila tidak ada bentuk pengendalian maka nilai *credit factor* adalah 1 untuk tiap item nya. Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa semakin besar nilai *credit factor* maka nilai kerugian sebenarnya akan semakin besar. Apabila dilakukan pengendalian kerugian untuk unit proses secara tepat dan maksimal, maka nilai *credit factor* yang diberikan juga akan semakin kecil sehingga nilai LCCF juga semakin kecil sehingga nilai *Actual* MPPD nya juga akan semakin kecil. Oleh karena itu diharapkan Depot LPG Pertamina Perak Surabaya dapat melakukan evaluasi dan perbaikan untuk *item* pengendali kerugian agar kerugian dapat diminimalkan.

SIMPULAN

Tingkat bahaya kebakaran dan ledakan pada tangki penyimpanan LPG di Depot LPG Pertamina Perak Surabaya sebesar 298,62 masuk dalam klasifikasi tingkat bahaya parah. Luas daerah pajanan apabila terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki penyimpanan LPG adalah sebesar 18.352,07 m².

Besarnya nilai/harga dari peralatan sebagai bentuk kerugian karena berada di daerah paparan bahaya dan terpapar risiko terjadinya kebakaran maupun peledakan pada unit proses adalah sebesar Rp. 7.237.989.100.000. Besarnya kerugian akibat adanya paparan dari material faktor pada suatu area paparan (*area of exposure*) tertentu dalam proses unit ketika kecelakaan adalah sebesar Rp 8.742.767.000.000. Besarnya faktor yang dapat mengendalikan kerugian jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki penyimpanan LPG di Depot LPG Pertamina Tanjung Perak sebesar 0,5. Besarnya kerugian sebenarnya yang diderita jika terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki penyimpanan LPG di Depot LPG Pertamina Tanjung Perak Surabaya sebesar Rp 4.371.383.500.000.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian penelitian dan artikel ilmiah ini. Melalui beberapa proses revisi dan tahapan yang peneliti lakukan sehingga artikel ini dapat terpublikasikan. Semoga artikel ini dapat bermanfaat bagi perkembangan jurnal dan bagi para pembaca di bidang keselamatan dan kesehatan kerja

DAFTAR PUSTAKA

- American Institute Of Chemical Engineers., 1994. *Dow's Fire and Explosion Index Hazard Classification Guide, 7th edn.* New York: American Institute of Chemical
- American Petroleum Institute., 2006. *Management of Atmospheric Storage Tank Fire, 4th.* American Petroleum Institute
- Building & Plant Institute dan Ditjen Binawas Depnaker RI., 2005. *Training Penanggulangan Kebakaran.* Jakarta: Departemen Tenaga Kerja
- Center For Chemical Process Safety., 2003. *Guidelines for Fire Protection in Chemical, Petrochemical, and Hydrocarbon Processing Facilities.* New York: Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers
- Chandra, V., 2006. *Fundamentals of Natural Gas.* Oklahoma: PennWell Cooperation
- Chemical Engineering Magazine., 2011. *Chemical Engineering Plant Cost Index, April 2011.* Chemical Engineering Magazine
- Crowl, D.A., 2003. *Understanding Explosions.* New York: Center for Chemical Process Safety of the American Institute of Chemical Engineers.
- Direktorat Pengawasan Keselamatan Kerja Ditjen Pembina Pengawasan Ketenagakerjaan., 2004. *Pengawasan K3 Penanggulangan Kebakaran.* Edisi I. Jakarta: Departemen Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia.
- Furness, A & Muckett, M., 2007. *Introduction to Fire Safety Management.* UK: Elsevier.
- Imamkhasani, S., 1991. *Bahan-bahan Kimia Berbahaya.* INNEDVED, M. & IMAMKHASANI, S. (Eds.) *Dasar-Dasar Keselamatan Kerja Bidang Kimia dan Pengendalian Bahaya Besar.* Jakarta: ILO
- Less, F. P., 1996. *Loss Prevention in the Process Industries: Hazard Identification, Assessment and Control.* Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Marzuki., 2002. *Metodologi Riset.* Yogyakarta: BPFE-UII
- Material Safety Data Sheet., 2007. *Liquefied Petroleum Gas (LPG).* Jakarta: Pertamina
- National Fire Protection Association., 1991. *NFPA 30: Flammable and Combustibles Liquid Code 1990 Edition. National Fire Codes.* Massachusetts
- National Fire Protection Association., 2003. *NFPA 101: Life Safety Codes.* One Batterymarch Park. Quincy. Massachusetts
- Nedved, M., 1991a. *Pencegahan dan Perlindungan Terhadap Kebakaran dan Peledakan.* IN NEDVED, M. & IMAMKHASANI, S. (Eds.). *Dasar-dasar Keselamatan Kerja Bidang Kimia dan Pengendalian Bahaya Besar.* Jakarta: ILO
- Nolan, D.P., 1996. *Handbook of Fire and Explosion Protection Engineering Principles For Oil, Gas, Chemical, and Related Facilities.* New Jersey: Noyes Publications
- Notoamodjo, S., 2005. *Metodologi Penelitian Kesehatan, Cetakan pertama.* Jakarta: PT. Rineka Cipta
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI No.04/Men/1980. *Syarat-Syarat Pemasangan dan Pemeliharaan Alat Pemadam Api Ringan.* Jakarta: Departemen Tenaga Kerja
- Ramli, S., 2010. *Manajemen Kebakaran.* Jakarta: Dian Rakyat
- Sari, KJ., 2007. *Evaluasi Sistem Pencegahan dan Penanggulangan Kebakaran pada Gedung Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Indonesia Kampus Depok, Tahun 2007.* Skripsi. Depok: Program

Sarjana Kesehatan Masyarakat Peminatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia
 Siswoyo., 2007. Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran Aktif dan Sarana Penyelamatan Jiwa di Gedung Fakultas Hukum Universitas Indonesia Tahun 2007. *Skripsi*. Depok: Program Sarjana Kesehatan Masyarakat Peminatan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia
 Suardin, J., 2005. *The Integration Of Dow's Fire*

and Explosion Index Into Process Design And Optimization To Achieve An Inherently Safer Design Master of Science. Texas: Texas A&M University
 Triyono, A., 2001. *Teknik Penanggulangan Bahaya Kebakaran di Perusahaan*. Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja, vol. XXXIV, no. 3, Juli-September, hal. 34. Jakarta: Dep naker
 Undang-Undang Republik Indonesia No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja. Jakarta: Kementerian Tenaga Kerja

Lampiran. Formulir Perhitungan Fire and Explosion Index (F & EI)

AREA / COUNTRY	BUSINESS GROUP	LOCATION	DATE
Indonesia	Depot LPG Pertamina Perak	Sambora	23 Oktober 2014
SITE		PROCESS UNIT	
EHS		LPG Storage Tank	
PREPARED BY:	APPROVED BY: (Production Manager)		
Dani Nuzul Hani			
REVIEWED BY: (Management)	REVIEWED BY: (Technology)	REVIEWED BY: (Safety/Environment)	
MATERIALS IN PROCESS UNIT			
LPG			
STATE OF OPERATION		BASIC MATERIAL(S) FOR MATERIAL FACTOR	
DESIGN	START UP	✓	NORMAL
OPERATION	SHUTDOWN		Preparasi dan Restorasi
MATERIAL FACTOR (See Table I or Appendixes A or B) Note: Inequivalents which still temperatures over 140°F (60°C)			21
1. General Process Hazards			Penalty Factor
Base Factor			1.00
A. Exothermic Chemical Reactions			0.00 to 1.25
B. Endothermic Processes			0.00 to 0.40
C. Material Handling and Transfer			0.00 to 1.00
D. Enclosed or Indoor Process Units			0.00 to 0.90
E. Access			0.00 to 0.35
F. Drainage and Spill Control			0.00 to 0.50
General Process Hazards Factor (F ₁) (SUM A to F).....			2.45
2. Special Process Hazards			Penalty Factor
Base Factor			1.00
A. Toxic Material(s)			0.00 to 0.80
B. Sub-Atmospheric Pressure (< 500 mm Hg)			0.50
C. Operation in or Near Flammable Range			0.50
1. Tank Vents Storage Flammable Liquids			0.50
2. Process Upset or Purge Failure			0.30
3. Always in Flammable Range			0.80
D. Dust Explosion (See Table 3)			0.00 to 2.00
E. Pressure (See Figure 2)			0.314
F. Low Temperature			0.00 to 0.30
G. Quantity of Flammable/Unstable Material:			0.30
Quantity = 98314.57,79 ton kg			
HC = 19,8 x 10 ³ BTU/lb or kcal/kg			
1. Liquids or Gases in Process (See Figure 3)			-
2. Liquids or Gases in Storage (See Figure 4)			0.69
3. Combustible Solids in Storage, Dust in Process (See Figure 5)			-
H. Corrosion and Erosion			0.00 to 0.75
I. Leaks - Joints and Packing			0.00 to 1.50
J. Use of Fired Equipment (See Figure 6)			-
K. Hot Oil Heat Exchange System (See Table 5)			0.00 to 1.15
L. Rotating Equipment			0.00 - 0.50
Special Process Hazards Factor (F ₂) (A to L)			5,804
Process Unit Hazards Factor (F ₁ x F ₂) = F ₃			14,22
Fire and Explosion Index (F ₃ x MF = F&EI)			292,62