

ANALISIS RISIKO DAN KERUGIAN KEBAKARAN DAN LEDAKAN PADA TANGKI PENDAM PERTAMAX DI STASIUN PENGISIAN BAHAN BAKAR UMUM (SPBU) X DENGAN METODE DOW'S FIRE AND EXPLOSION INDEX

Novita Affuwani^{1*)}, Jafar Amiruddin¹, Nugroho Gama Yoga¹

¹Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta Timur 13220, Indonesia

^{*)}E-mail: novitafuwn2112@gmail.com

Abstrak: Pada proses kegiatannya, SPBU (Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum) X memiliki risiko kebakaran dan ledakan karena terdapat penyimpanan dan penyaluran cairan bakar minyak yang mudah terbakar (flammable liquid), salah satunya Pertamina. Oleh karena itu perlu adanya evaluasi pengendalian risiko terhadap insiden tersebut guna mengurangi kerugian yang ditimbulkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui risiko kebakaran dan ledakan, serta nilai business interruption (BI) atau nilai kemungkinan kerugian yang diderita apabila terjadi kebakaran dan ledakan. Metode risk assessment yang digunakan adalah *Dow's Fire and Explosion Index*. Hasil dari penelitian menunjukkan besar potensi kebakaran dan ledakan atau nilai fire explosion index (F&EI) adalah 110,828. Angka tersebut menunjukkan bahwa tingkat potensi bahaya kebakaran dan ledakan di tangki pendam pertamax berkapasitas 21.694 liter di SPBU X tergolong Intermediate. Radius Paparan sebesar 28,39 meter dan faktor kerusakan tangki pendam pertamax sebesar 63%. Besar luas daerah Paparan sebesar 24 m² dengan area terpapar sebesar volume bangunan bunker sebesar 96 m³. Hal ini berarti tangki pendam pertamax memerlukan perhatian keamanan dan keselamatan yang khusus guna mengurangi nilai tingkat risiko. Nilai kerugian yang diderita perusahaan apabila terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki pendam pertamax adalah sebesar Rp. 403.908.076,97

Kata Kunci: *Dow's Fire and Explosion Index*, Tingkat Risiko, SPBU, Tangki Pendam, Pertamina

Analysis of Risk and Loss of Fire and Explosion on the Pertamina Tank at Public Fuel Filling Station (Spbu) X Using Dow's Fire And Explosion Index Method

Abstract: In the process of its activities, SPBU (General Fuel Filling Station) X has the risk of fire and explosion because there is storage and distribution of flammable liquid fuel, one of which is Pertamina. Therefore, it is necessary to evaluate the risk control of the incident in order to reduce the losses incurred. This study aims to determine the risk of fire and explosion, as well as the value of business interruption (BI) or the value of possible losses suffered in the event of a fire and explosion. The risk assessment method used is the *Dow's Fire and Explosion Index*. The results of the study indicate that the potential for fire and explosion or the value of the fire explosion index (F&EI) is 110.828. This figure shows that the level of potential fire and explosion hazard in the Pertamina storage tank with a capacity of 21,694 liters at SPBU X is classified as Intermediate. The exposure radius is 28.39 meters and the damage factor to the Pertamina buried tank is 63%. The large area of the Exposure is 24 m² with the exposed area as large as the volume of the bunker building of 96 m³. This means that Pertamina containment tanks require special safety and security attention in order to reduce the value of the risk level. The value of the loss suffered by the company in the event of a fire and explosion in the Pertamina tank is Rp. 403.908076.97

Keywords: *Dow's Fire and Explosion Index*, Risk Level, Gas Station, Buried Tank, Pertamina.

PENDAHULUAN

Potensi terjadinya kebakaran pada proses kegiatan ataupun penyimpanan bahan kimia dari kegiatan industri minyak tidak terlepas dari bahaya dan risiko yang ditimbulkan.

Kebakaran menjadi hal yang menakutkan bagi industri, pelaku usaha dan masyarakat, karena akibat yang ditimbulkan sangat merugikan. Kerugian yang didapat berupa kerusakan bahkan kehancuran properti aset, juga dapat menyebabkan cedera dan jatuhnya korban jiwa. Salah satu kegiatan industri minyak ialah Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU). SPBU tentu tidak asing bagi masyarakat Indonesia, untuk membeli Bahan Bakar Minyak (BBM) secara eceran/ritel bagi kendaraan bermotor baik roda dua atau empat dan lebih. Secara bisnis, SPBU yang ada di Indonesia tidak hanya milik Pertamina tapi juga milik swasta baik nasional ataupun asing. Untuk mendirikan SPBU Pertamina/swasta ada syarat-syarat terkait biaya maupun sarana prasarana yang diwajibkan agar nantinya apabila sudah beroperasi bisa melayani masyarakat yang ingin membeli bahan bakar minyak (Risdiyanta, 2014).

SPBU merupakan tempat yang memiliki tingkat risiko kebakaran besar (*Major Hazard Accident*), yaitu apabila terjadi kecelakaan akan menimbulkan kerugian yang sangat besar, baik kerugian nyawa manusia maupun kerugian material lainnya, dan kecelakaan tersebut pernah terjadi di salah satu SPBU di Kabupaten Blora. (Setyawan, Suwondo, & Setyaningsih, 2016). SPBU memiliki potensi bahaya kebakaran karena sebagai tempat proses penyimpanan bahan mudah terbakar. Bahan bakar minyak atau bensin tersebut diantaranya Premium, Pertalite, Pertamax, Pertamax Turbo, Pertamax Dex, dan Solar. Pertamax merupakan salah satu bahan flammable liquid, yang memiliki potensi bahaya yang harus diperhatikan. Banyak faktor yang dapat menjadi penyebab kebakaran SPBU salah satunya adalah faktor unsafe behavior operator SPBU. Berdasarkan data monitoring kebakaran tahun 2010 di SPBU telah terjadi kasus kebakaran yang disebabkan oleh faktor unsafe behavior petugas SPBU pada saat melakukan proses pengisian BBM ke tangki pendam tidak dipasang rambu-rambu peringatan dan ada sumber api yang berasal dari karyawan SPBU yang sedang merokok. (Setyawan, Suwondo, & Setyaningsih, 2016) Kegagalan pengoperasian SPBU dapat menyebabkan dampak buruk terhadap kelangsungan pengoperasian SPBU dan berisiko buruk terhadap peralatannya. Pada pengoperasian SPBU khususnya kegiatan pembongkaran unloading (penerimaan dan penimbunan) dan loading (penyaluran BBM) memiliki risiko tinggi terhadap bahaya risiko kebakaran. (Dulpi, 2008)

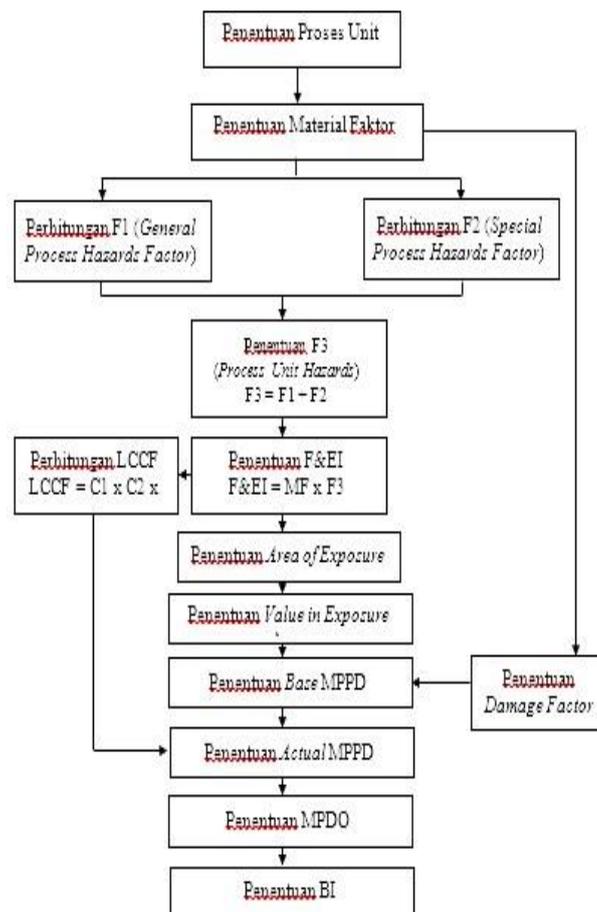
Sifat bensin yang mudah menguap bila terjadi kontak dengan udara mengakibatkan tingkat penguapan bensin di SPBU cukup tinggi (Hartono, 1999a). Penguapan ini terjadi pada periode bongkar muat (unloading) dan juga pada periode pengisian distribusi bahan bakar ke kendaraan konsumen (dispensing). (Astina, Kesuma, & Budiwantoro, 2006). Adapun kemungkinan terjadinya uap hidrokarbon dan sumber panas/api dari kegagalan peralatan berupa kebocoran BBM akibat pemeriksaan, pemasangan dan perawatan peralatan yang buruk. Misalnya kebocoran pada slang bongkar atau kerusakan fillpot pada saat pembongkaran BBM karena pemakaian yang berulang-ulang (Dulpi, 2008). Oleh karena itu, analisis risiko dari keseluruhan operasional SPBU yang dilakukan dalam kegiatan keseharian juga diperlukan untuk langkah yang dapat diambil untuk mengurangi kerugian maksimum. *Dow's Fire and Explosion Index* merupakan salah satu instrumen *process hazard analysis*, yaitu proses evaluasi terhadap besarnya risiko bahaya kebakaran, ledakan, dan reaktifitas dari peralatan proses beserta isinya secara objektif dan realistis pada suatu unit proses (American Institut of Chemical Engineers, 1994). Metode penilaian risiko ini diperkenalkan oleh Dow Chemical Company yang bersifat kuantitatif dengan menggunakan indeks untuk menentukan risiko paparan yang mungkin muncul dari proses operasi untuk dilakukan tindakan pencegahan dan meminimalisasi kerugian. (Ramadhani & Satya, 2013)

Dow's Fire and Explosion Index telah digunakan secara luas dan telah membantu para engineer untuk memperhatikan bahaya di setiap unit proses ketika membuat keputusan penting dalam mengurangi keparahan dan/atau kemungkinan potensi insiden. (Suardin, 2005).

Kelebihan dari penggunaan metode ini yaitu penilaiannya mencakup penilaian terhadap sistem proteksi kebakaran dan ledakan, kebijakan manajemen perusahaan serta dapat memberikan perkiraan dampak maupun kerugian yang akan diakibatkan dari kejadian kebakaran dan ledakan tersebut. Selain itu metode ini relatif lebih mudah dan tidak membutuhkan banyak personil dalam pelaksanaannya. Namun, metode ini memiliki kekurangan seperti diperlukannya professional judgement dalam pemberian nilai penalti dan nilai kredit, selain itu dalam penilaian risiko kebakaran dan ledakan ini tidak memperhitungkan arah angin yang ada di lokasi dan pada saat terjadinya kebakaran dan ledakan. (Suardin, 2005). Kerugian yang diperkirakan dengan metode ini juga dapat berfungsi sebagai perkiraan untuk menentukan biaya asuransi yang diajukan perusahaan sebagai penanggulangan kerugian finansial yang disebabkan oleh kebakaran dan ledakan di SPBU.

METODE

Penelitian ini menggunakan salah satu metode *risk assessment*, yaitu metode *Dow's Fire and Explosion Index* untuk mengetahui nilai potensi bahaya dan risiko berupa luasan area yang terkena paparan dampak kebakaran dan ledakan, jumlah hari yang terdampak, sampai menghitung kemungkinan besar kerugian sebenarnya yang dialami oleh SPBU X. Analisis pada penelitian ini menggunakan pendekatan observasi atau pengamatan, wawancara, dan mendokumentasikan sumber data yang terkait dengan penelitian. Pengamatan dilakukan dengan melihat keadaan yang sebenarnya pada faktor-faktor yang dievaluasi pada *dow's fire and explosion index* dengan menentukan faktor penalti yang sesuai lalu dilakukan perhitungan sesuai dengan pedoman tersebut.



Gambar 1. Diagram Alir

Lokasi penelitian ini dilakukan di SPBU X, Jakarta Timur. Objek penelitian yang akan dievaluasi adalah tangki pendam Pertamina. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2019 sampai Januari 2020. Penelitian ini menggunakan asumsi kebakaran dan ledakan yang terjadi dengan pengamatan saat pembongkaran BBM pertamax pada tanggal 19 Oktober 2019, pukul 14.00 di SPBU X. Oleh karena itu, data yang dikumpulkan seperti total penjualan pertamax harian pada tanggal tersebut dan total penjualan pertamax bulanan selama bulan Oktober 2019. Pengujian densitas pertamax, dan pengambilan data yang lainnya juga dilakukan pada hari tersebut. Adapun proses penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sesuai alur penelitian pada metode *dow's fire and explosion index*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

SPBU X terletak di Jakarta Timur. Sesuai dengan nama penomoran SPBU Pertamina, SPBU X termasuk kedalam jenis SPBU COCO (*Corporate Owned Corporated Operated*). Hal ini menunjukkan bahwa SPBU X sepenuhnya dimiliki oleh PT Pertamina (Persero) dalam hal ini di kelola oleh PT. Pertamina Retail. Tangki Pendam Pertamina berada di permukaan bawah tanah yang *mainhole* nya terletak di pinggir jalan akses masuk-keluar kendaraan. Letak tangki pendam berada di sebelah tangki pendam Premium. Ukuran diameter tangki berdasarkan monitor ATG adalah sebesar 2,46 meter, dan untuk tinggi tangki menggunakan asumsi sebesar 2 meter. Tangki pendam pertamax dari plat baja yang dilapisi dengan lapisan *Aspal Coating* dan diletakkan dalam *bunker* beton sebagai pelindung/pengaman.



Gambar 1. Tangki Pendam Pertamina

Berikut ini hasil pengumpulan dan analisa data penelitian adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Analisa

<i>General Process Hazards Unit (F1)</i>	Range Penalti	Penalti
Base Faktor	1,00	1,00
A. Reaksi Eksotermis	0,00 – 1,25	0,00
B. Reaksi Endotermis	0,00 – 0,40	0,00
C. Pemindahan Dan Penanganan Material	0,00 – 1,05	0,85
D. Unit Proses Tertutup	0,00 – 0,90	0,225
E. Akses (Jalan)	0,00 – 0,35	0,00
F. Saluran Pembuangan Dan Pengendalian Tumpahan	0,00 – 0,50	0,50
Total Nilai F1		2,575
<i>Special Process Hazards Factor (F2)</i>	Range Penalti	Penalti
Base Faktor	1,00	1,00
A. Material Beracun	0,00 – 0,80	0,40
B. Tekanan Bawah Atmosfir	0,00 – 0,50	0,00
C. Temperatur Operasi Pada/Dekat <i>Flammable Range</i>		0,50
D. Ledakan Debu	0,00 – 2,00	0,00
E. Tekanan Pelepasan		0,15
F. Temperatur Rendah	0,00 – 0,30	0,00
G. Jumlah Material		0,34
H. Korosi Dan Erosi	0,00 0,75	0,20
I. Kebocoran	0,00 – 1,05	0,10
J. Penggunaan Alat Pembakar		0,00
K. Sistem Pertukaran Minyak Panas	0,00 – 1,15	0,00
L. Peralatan Berputar	0,00 – 0,50	0,00
Total Nilai F2		2,69
<i>Process Unit Hazards Factor (F3) = F1 x F2</i>		6,926
<i>Fire and Explosion Index (F&EI) = MF x F3</i>		110,82

Menentukan Proses Unit

Berdasarkan pedoman *Dow's Fire and Explosion Index*, penentuan proses unit yang menyimpan material bersifat *flammable*, *combustible*, atau *reactive* material dengan jumlah minimal 5.000 pounds atau 600 gallons. Proses unit dikatakan mempunyai potensi tingkat bahaya besar karena menyimpan material yang berbahaya (mudah terbakar atau mudah meledak). Selain itu proses unit tersebut juga diperkirakan dapat menimbulkan kerugian yang besar jika terjadi insiden kebakaran dan ledakan. (American Institut of Chemical Engineers, 1994). Salah satu tangki yang menyimpan bahan *flammable* di SPBU X adalah pertamax. Tangki pendam pertamax memiliki kapasitas sebesar 21.694 liter (setara dengan 5.548,2 gallons karena 1 liter = 0,2642 gallons (US)). Oleh karena itu, tangki pendam pertamax tersebut telah memenuhi syarat untuk dapat diteliti karena menangani lebih dari 600 gallons *flammable* material.

Menentukan Material Faktor

Nilai material faktor suatu bahan dapat ditentukan dari nilai flammability (NF), dan nilai reactivity (NR) bahan tersebut. Menurut Safety Data Sheet Pertamina (PT. Pertamina (Persero), 2007), spesifikasi untuk bahan bakar Pertamina atau Gasoline 92 adalah titik nyala (Flash Point): - 45 °F atau -43 °C, *Lower Flammable Limit* (LFL) 1,4 %, *Upper Flammable Limit* (UFL) : 7,6 %, Nilai *Healthy* (NH) yaitu 2, Nilai *Flammability* (NF) yaitu 3, Nilai *Reactivity* (NR) yaitu 1. Berdasarkan data di atas dan dengan menggunakan Tabel Material Faktor dalam pedoman *Dow's Fire and Explosion Index*, maka nilai material faktor untuk Pertamina adalah 16.

Menghitung General Process Hazards Unit (F1), 1) Reaksi Eksotermis Proses unit adalah tangki pendam Pertamina yaitu tempat menyimpan bahan bakar minyak sehingga tidak terdapat reaksi eksotermis dan bukan reaktor. Maka penalti yang didapat sebesar 0,00. **2) Reaksi Endotermis** Penalti yang didapat sebesar 0,00 karena dalam proses unit tidak terjadi reaksi endotermis. **3) Pemindahan dan Penanganan Material** Tangki pendam sebagai tempat penyimpanan berisi bahan bakar Pertamina yang termasuk bahan flammable liquid dengan nilai NF = 3 (MSDS Pertamina), maka penalti yang didapat 0,85. **4) Proses Unit Tertutup** Pertamina sebagai bahan flammable liquid karena memiliki flash point 43°C. Tangki pendam ditangani pada suhu kisaran 35°- 49°C, suhu tertinggi dicapai pada saat proses pembongkaran BBM. Hal ini berarti bahan tersebut ditangani diatas titik nyala, maka penalti yang diberikan sebesar 0,45. Karena terdapat ventilasi mekanik yang berfungsi dengan baik yaitu open vent maka penalti dikurangi 50%, jadi penalti akhir yang diberikan sebesar 0,225. **5) Akses Jalan** SPBU X memiliki lebih dari dua akses jalan yang cukup untuk operasi pemadaman tangki, maka tidak ada penalti yang diterapkan. **6) Saluran Pembuangan dan Pengendalian Tumpahan** Terdapat tanggul yang dirancang pada sekeliling area proses unit berbentuk seperti wadah penampung sementara untuk mengantisipasi tumpahan pada saat bongkar muat BBM.

Menghitung Special Process Hazards Unit (F2) **1) Material Beraacun** Nilai NH untuk Pertamina adalah 2 Nilai Penalti = $0,20 \times \text{NH Material} = 0,20 \times 0,20 = 0,40$. **2) Tekanan Bawah Atmosfir** Tangki pendam dioperasikan pada tekanan atmosfer atau lebih besar sedikit pada tekanan atmosfer (14.7 psi atau 760 mmHg) lebih dari 500 mmHg. **3) Temperatur Operasi Pada atau Dekat Flammable Range** Tangki pendam sebagai tempat penyimpanan bahan bakar Pertamina yang memiliki NF = 3. Pada saat pengisian Pertamina ke dalam tangki, sebagian uap akan terdorong ke luar melalui lubang vent atau PV Valve. Hal tersebut dikarenakan Pertamina yang masuk akan mendorong uap di atasnya sehingga semakin tinggi cairan dan ruang uap akan semakin sedikit, dan pada saat Pertamina hampir habis didalam tangki pendam, maka uap akan lebih banyak dan open vent membuka uap untuk keluar Oleh karena itu, maka penalti yang diberikan sebesar 0,50. **4) Dust Explosion** Tidak ada padatan atau proses yang menghasilkan debu yang dapat menyebabkan terjadinya ledakan. **5) Pelepasan Tekanan** Proses unit menyimpan Pertamina dengan flash point dibawah 60°C dan memiliki tekanan operasi normal sebesar 1 atm (0 psig) karena kondisi tangki atmosferic artinya fluida yang didalam tangki tersebut berada pada tekanan penguapannya. Sedangkan tekanan yang diatur dengan relief device atau pelepasan tekanan sebesar 1,5 bar (7,34 psig), maka hasil penalti yg didapat adalah sebesar 0,15. **6) Temperatur Rendah** Penalti berlaku hanya jika suhu operasi proses unit pada atau dibawah 50°F atau 10°C. Tangki Pendam menggunakan konstruksi baja dengan temperatur transisi (ductile/brittle) -20 - 0 °C, sedangkan temperatur proses pada proses unit sebesar 32° – 49°C. Maka tidak ada nilai penalti atau 0,00. **7) Jumlah Material** Hasil pengukuran massa jenis Pertamina di SPBU yang didapat adalah 0,742 kg/liter. Berdasarkan Appendix A dalam pedoman *Dow's Fire and Explosion*

Index, pertamax yang mengandung gasoline 99% (PT. Pertamina (Persero), 2017), memiliki nilai energi (Hc) sebesar $18,8 \times 103 \text{ BTU/LB}$. X adalah total energi massa dalam proses ($\text{BTU} \times 109$), X didapat dari perhitungan:

Volume bersih = 21.694 liter
Massa jenis Pertamax = 0,742 kg/liter
Massa ; Massa jenis x Volume bersih
= 21.694 liter x 0,742 kg/liter
= 16.096,95 kg (1 kg = 2,2046 lb), maka = 35.487,33 lb
Gasoline memiliki energi (Hc) = $18,8 \times 103 \text{ BTU/lb}$
Total energi dalam tangki = $35.487,33 \text{ lb} \times 18,8 \times 103 \text{ BTU}$
= 667.161.833,36
= $0,667 \times 10^9 \text{ BTU}$
Dalam BTU = 0,667

Masukkan nilai X kedalam rumus untuk menentukan nilai penalti *Class I Flammable Liquid*, hasil yang didapat sebesar 0,338 dibulatkan menjadi 0,34. Maka penaltinya sebesar 0,34. **8) Korosi dan Erosi** Tangki pendam dilapisi dengan lapisan *coating* yaitu aspal *coating* untuk mencegah terjadinya korosi. **Kebocoran** Terdapat kemungkinan terjadinya kebocoran kecil pada pompa, segel *gland* pompa dan pipa penyaluran. Maka penalti yang didapat sebesar 0,10.

Penggunaan Alat Pembakar, Tidak ada kegiatan pembakaran disekitar dan tidak menggunakan peralatan pembakar, maka penalti sebesar 0,00. **Sistem Pertukaran Minyak** Penalti hanya diberikan untuk bahan *combustible liquid*, sedangkan pertamax bukan termasuk *combustible liquid* melainkan *flammable liquid* karena titik nyalanya di bawah 100°C . Maka tidak ada penalti **Peralatan Berputar**, Penyaluran pertamax dari tangki pendam ke dispenser menggunakan pompa dengan satu saluran pipa. Pompa tersebut memiliki daya sebesar 1,5 PK atau 1,479 hp, maka kurang dari 75 hp. Sehingga tidak ada penalti. **Menghitung Process Unit Hazards Factor (F3)**, Nilai *Process Unit Hazard Factor* didapatkan dari persamaan berikut : $F3 = F1 \times F2 = 2,575 \times 2,69 = 6,926$. **Menghitung Fire and Explosion Index (F&EI)**, Nilai F&EI didapatkan dari hasil perkalian antara F3 dan material factor (MF), seperti persamaan berikut: $F\&EI = F3 \times MF = 6,9525 \times 16 = 110,82$ Nilai F&EI yang didapat yaitu 110,82. Dari tabel pada pedoman, nilai F&EI sebesar 110,82. menunjukkan tingkat potensi bahaya kebakaran dan ledakan di tangki penyimpanan pertamax berkapasitas 21.694 liter tergolong *Intermediate*.

Menghitung Radius Paparan, (*The Radius of Exposure*) Radius paparan diperoleh dari perhitungan perkalian antara F&EI dengan 0,84 yaitu sebesar 93,10 feet (28,39 dalam meter, 1 feet = 0,305 m). Nilai tersebut merupakan radius paparan yang dihitung dari pinggir tangki. **Menghitung Luas Daerah**, Paparan (*The Area of Exposure*) Sesuai dengan pedoman Dow's Fire and Explosion Index, tangki pendam yang berada di dalam sebuah bunker atau bangunan beton di bawah permukaan tanah menggunakan pertimbangan poin satu yaitu " Proses unit yang berada dalam sebuah bangunan maka seluruh volume bangunan adalah volume terpapar", maka untuk menghitung *the area of exposure* adalah dengan rumus berikut:

Volume bunker = $p \times l \times t$
= $(6 \times 4 \times 4) \text{ m}$
= 96 m^3 Area yang terpapar apabila terjadi insiden adalah seluruh volume bangunan (96m^3)
Luas daerah yang terpapar = $p \times l$
= $6 \times 4 \text{ m} = 24 \text{ m}^2$

Menghitung Nilai Pengganti, Daerah Paparan (*Value of The Area of Exposure*). Berdasarkan Chemical Engineering Magazine, nilai CEPCI pada tahun 2010 adalah 550,8. Tangki pendam pertamax dibuat pada tahun 2010, menurut Pengawas SPBU, estimasi harga

pembuatan sekitar US \$70.369.51. Nilai CEPCI untuk tahun 2019 terakhir yang keluar pada bulan Oktober 2019 lebih rendah 3,3% dari nilai CEPCI pada Oktober 2018 (Jenkins, 2020). Maka nilai CEPCI Oktober 2019 adalah sebesar 595,96 (dibulatkan menjadi 596). Sehingga perhitungan nilai penggantian untuk tangki pendam pertamax dengan persamaan berikut adalah Nilai penggantian = $\$70.369.51 \times 0,82 \times (596/550,8) = \$ 62.438,25 = \text{Rp. } 878.462.444,50$

Menghitung Faktor Kerusakan (*Damage Factor*), Pada proses unit ini memiliki material faktor (MF) sebesar 16 dan nilai F3 sebesar 6,926. Berdasarkan pedoman *Fire and Explosion Index*, untuk material faktor yang memiliki MF sebesar 16, nilai *damage factor* menggunakan rumus perhitungan khusus, sehingga didapat hasil sebesar 0,63 atau interpretasi dari hasil tersebut akan menyebabkan tingkat kerusakan sebesar 63% jika terjadi insiden pada tangki pendam pertamax. **Menghitung Nilai Kerugian Properti Sebenarnya (*Base Maximum Probable Property Damage* atau *Base MPPD*)**, Tidak semua nilai daerah Paparan yang termasuk dalam nilai kerugian dasar, tergantung pada besar nilai faktor kerusakannya. Nilai kerugian dasar untuk tangki pendam dengan nilai faktor kerusakan sebesar 63% adalah Rp. 878.255.010,79 atau \$ 61.802,38. **Menghitung *Loss Control Credit Factor (LCCF)***, Nilai LCCF yang diperoleh adalah 0,54, sedangkan nilai terbaik untuk faktor pengendali nilai kerugian adalah sebesar 0,18. Oleh karena itu, nilai ini masih dapat ditingkatkan lagi. Fitur kontrol kerugian dan kredit faktor masing-masing terdaftar sesuai dengan pedoman *Dow's Fire & Explosion Index* yaitu *Process Control (C1)*, *Material Isolation (C2)*, dan *Fire Protection (C3)*.

Tabel 2. Total Nilai *Loss Control Kredit Factor*

<i>Process Control (C1)</i>	Range Faktor Kredit	Faktor Kredit
A. <i>Emergency Power</i>	0,98	0,98
B. <i>Cooling</i>	0,97 – 0,99	1,00
C. <i>Pengendali Ledakan</i>	0,84 – 0,98	0,98
D. <i>Emergency Shutdown</i>	0,96 – 0,99	1,00
E. <i>Computer Control</i>	0,93 – 0,99	0,93
F. <i>Inert Gas</i>	0,94 – 0,96	1,00
G. <i>Operating Instructions/Procedures</i>	0,91 – 0,99	0,95
H. <i>Reactive Chemical Review</i>	0,91 – 0,98	0,91
I. <i>Other Process Hazard Analysis</i>	0,91 – 0,98	0,96
Nilai C1		0,741
<i>Material Isolation (C2)</i>	Range Faktor Kredit	Faktor Kredit
A. <i>Remote Control Valves</i>	0,96 – 0,98	1,00
B. <i>Dump/Blowdown</i>	0,96 – 0,98	0,96
C. <i>Drainase</i>	0,91 – 0,97	0,91
D. <i>Interlock</i>	0,98	1,00
Nilai C2		0,87
<i>Fire Protection (C3)</i>	Range Faktor Kredit	Faktor Kredit
1. <i>Deteksi Kebocoran</i>	0,94 – 0,98	1,00
2. <i>Struktural Steel</i>	0,95 – 0,98	1,00
3. <i>Fire Water Supply</i>	0,94 – 0,97	1,00
4. <i>Special Systems</i>	0,91	0,91
5. <i>Sprinkler Systems</i>	0,74 – 0,97	1,00
6. <i>Water Curtains</i>	0,97 – 0,98	1,00
7. <i>Foam</i>	0,92 – 0,97	1,00
8. <i>Hand Extinguishers/Monitors</i>	0,93 – 0,98	0,98
9. <i>Cable Protection</i>	0,94 – 0,98	0,94
Nilai C3		0,84
Total Nilai <i>Loss Control Kredit Factor (LCCF)</i> = C1 x C2 x C3		0,54

Menghitung Nilai Kerugian Properti Sebenarnya (*Actual Maximum Probable Property Damage* atau *Actual MPPD*), Pelaksanaan sistem pengendalian yang dilaksanakan oleh perusahaan seperti sistem proteksi dan penanganan pada kondisi *emergency* mempengaruhi nilai kerugian ini yang sudah dihitung dalam *loss control credit factor* (LCCF). Hasil dari perhitungan nilai kerugian yang sebenarnya (*Actual MPPD*) adalah Rp. 476.760.112,80 atau \$ 33.549,38. **Menghitung Jumlah Hari Kerja Yang Terdampak (*Maximum Probable Property Day Outage* atau *MPDO*),** Peneliti menggunakan konsep upper 70% probability limit dengan asumsi bahwa keadaan kebakaran yang terjadi adalah keadaan terburuk. Sehingga hari kerja yang hilang dihitung dengan rumus persamaan adalah 5 hari. Namun hasil ini hanya perkiraan estimasi, karena hari yang terdampak tergantung perusahaan dapat menanggulangi insiden tersebut. **Menghitung Nilai Kerugian Berdasarkan *Day Fuel Sales Report*,** jumlah penjualan pertamax harian tanggal 19 Oktober 2019 adalah 11.707,45 liter. Harga jual per liter untuk pertamax adalah Rp.9.850, sehingga nilai produksi harian adalah sebesar Rp. 115.318.383 atau \$8.202,42. Dari nilai produksi harian tersebut maka interupsi bisnis per hari jika terjadi kebakaran dan ledakan dan menyebabkan semua unit proses tidak dapat beroperasi didapat dengan menggunakan persamaan: $MPDO \times VPM \times 0,70 / 30 = 5 \times \$ 246,072.6 \times 0,70 = \$ 28.708.47 = Rp. 403.908.076,97$.

Pengendalian Risiko dan Kerugian, 1) Pengendalian Risiko, Berdasarkan hasil penelitian, nilai tingkat risiko kebakaran dan ledakan (*fire and explosion index*) adalah 110,82. Potensi tersebut dapat dikendalikan dengan meningkatkan kehandalan tangki diantaranya: Korosi dan Erosi Mengurangkan nilai penalti dengan melakukan pengecekan atau pengujian laju korosi dari tangki, sehingga dapat dipastikan aman untuk menyimpan kapasitas tangki. Apabila dilakukan pengendalian tersebut, nilai penalti 0,10 digunakan untuk poin tersebut. Maka dapat mengurangi nilai tingkat risiko menjadi sebesar 107,12 Sehingga nilai kerugian yang diderita juga berkurang. **Pengendalian Kerugian Nilai,** *loss control credit factor* masih dapat dikendalikan dengan melakukan perbaikan atau penambahan alat pemadaman kebakaran untuk mengurangi jumlah kerugian yang diderita apabila terjadi insiden. 1) Pembuatan SOP mengenai *emergency shutdown valve*. 2) Pemasangan detektor gas atau suhu tinggi pada tangki pendam yang beroperasi secara otomatis dan dapat bekerja menghidupkan alarm otomatis. 3) Pemasangan *hydrant* pribadi dengan melakukan pengujian kecukupan air untuk proses pemadaman tangki. Jika persyaratan ini terpenuhi, gunakan nilai kredit 0,97. 4) Penggunaan air sebagai bahan pemadaman alternatif jika terjadi kebakaran pada tangki dan menyebar ke peralatan yang lain, perhatikan MSDS Pertamax untuk tidak menggunakan *High pressure water (water jet)*. 5) Sebagai tambahan alat pemadaman kebakaran dapat melakukan pemasangan *monitor guns* dengan sistem injeksi foam. Apabila perbaikan dan penambahan alat dilakukan maka dapat mengurangi nilai kemungkinan kerugian yang diderita bila terjadi insiden, yaitu: 1) Nilai MPDO atau hari kerja yang terdampak menjadi 4 hari. 2) Maka nilai kerugian (BI) kemungkinan yang diderita apabila terjadi insiden adalah sebesar Rp. 323.126.461,58 , atau kerugian berkurang sebanyak Rp.80.781.615,39.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan perhitungan dan pemodelan yang peneliti lakukan, maka peneliti menyimpulkan beberapa hal sebagai berikut: 1) Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan menggunakan *Dow's Fire and Explosion Index*, nilai F&EI yang didapat yaitu 110,82. Dari Tabel F&EI, nilai F&EI sebesar 110,82 menunjukkan bahwa tingkat potensi bahaya kebakaran dan ledakan di tangki pendam pertamax berkapasitas 21.694 liter di SPBU X tergolong *Intermediate*. Risiko yang didapat dari perhitungan menggunakan *Dow's Fire and*

Explosion Index adalah radius Paparan sebesar 28,39 meter dan faktor kerusakan tangki pendam pertamax sebesar 63%. Besar luas daerah Paparan sebesar 24 m² dengan area terpapar sebesar volume bangunan bunker sebesar 96 m³. Berdasarkan hal tersebut maka tangki pendam pertamax memerlukan perhatian keamanan dan keselamatan yang khusus guna mengurangi nilai tingkat risiko. 2) Nilai kerugian yang diderita perusahaan yang dihitung dengan menggunakan *Dow's Fire and Explosion Index*, apabila terjadi kebakaran dan ledakan pada tangki pendam pertamax adalah sebesar Rp. 403.908.076,97

DAFTAR PUSTAKA

- American Institut of Chemical Engineers. (1994). *Dow's Fire and Explosion Index Hazard Classification Guide, 7th Edition*. New York: American Institute of Chemical Engineers.
- Astina, I. M., Kesuma, W., & Budiwantoro, B. (2006). Studi Pengembangan Sistem Sirkulasi Bertekanan dalam Sistem Recovery Uap Bensin SPBU. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan ke-5 Teknik Mesin ITB*.
- Center For Chemical Process Safety. (2003). *Guidlines for Fire Protection in Chemical, Petrochemical, and Hydrocarbon Processing Facilities*. New York: Center For Chemical Process Safety of American Institute of Chemical Engineers.
- Dulpi, M. (2008). (Thesis) *Analisa Resiko Kenakaran Terkait Dengan Kegagalan Peralatan Pada Kegiatan Pembongkaran dan Penyaluran BBM Di SPBU "X"*.
- Hartono, H. (1999a). Laporan LEMIGAS. Jenkins, S. (2020, Januari 27). *2019 CEPCI UPDATES: NOVEMBER (PRELIM.) AND OCTOBER (FINAL)*. Retrieved from Chemical Engineering Essensials For the CPI Professional: <https://www.chemengonline.com/2019-cepci-updatesnovember-prelim-and-october-final/>
- PT. Pertamina (Persero). (2007, Juni). *Material Safety Data Sheet (MSDS)* Ramadhani, D., & Satya, C. (2013). Analisis Risiko Kebakaran dan Ledakan Serta Kerugian Pada Tangki Timbun Jenis Premium di Terminal Bahan Bakar Minyak PT Pertamina Unit Pemasaran II Panjang, Lampung Tahun 2012.
- Risdiyanta, R. (2014). Membedah Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) di Indonesia. *Forum Teknologi, 04 No. 3*. Dipetik November 21, 2019, dari <http://ejurnal.ppsdmmigas.esdm.go.id/sp/index.php/swarapatra/article/view/91>
- Setyawan, H., Suwondo, A., & Setyaningsih, Y. (2016, Desember 1). Praktik Keselamatan Kebakaran pada Operator SPBU di Kabupaten Blora. *Promosi Kesehatan Indonesia, 8* (No.1), 17-29.
- Suardin, J. (2005). *The Integration of Dow's Fire and Explosion Index into Process Design and Optimazation to Achieve an Inherently Safer Design Master of Science*. Texas: Texas A&M University.