

POTENSI BAHAYA KEBAKARAN DAN LEDAKAN PADA TANGKI TIMBUN BAHAN BAKAR MINYAK (BBM) JENIS PREMIUM DI DEPOT X TAHUN 2007

Fatma Lestari, dan Warid Nurdiansyah

Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat,
Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

E-mail: fatma@ui.edu dan wanu50@ui.edu

Abstrak

Tangki timbun BBM jenis Premium di Depot X memiliki risiko kebakaran dan ledakan karena Premium bersifat sangat mudah terbakar. Oleh karena itu, sebagai dasar upaya pengendalian risiko terhadap bahaya kebakaran dan ledakan, serta dalam upaya memenuhi tuntutan hukum, diperlukan penilaian terhadap potensi bahaya kebakaran dan ledakan pada tangki timbun Premium di Depot X. Penelitian ini menggunakan metode *Dow's Fire and Explosion Index*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai F&EI pada tangki Premium adalah sebesar 118,82 sehingga masuk dalam klasifikasi tingkat bahaya *intermediate*.

Abstract

The Potency of Fire and Explosion Hazard on Premium Oil Storage Tank at Depot X 2007. Premium oil storage tanks have fire and explosion risk because Premium oil is flammable liquid. Because of that, fire and explosion risk assessment on Premium oil storage tank at Depot X is needed as foundation to fire and explosion risk management, and comply with regulations. Method of this research is *Dow's Fire and Explosion Index*. This research indicate that F&EI value for Premium oil storage tank is 118,82. Based on that F&EI value, level of risk at Premium oil storage tank is intermediate risk.

Keywords: fire, explosion, Dow's Index, storage tank, Premium

1. Pendahuluan

Kebakaran dan ledakan mengakibatkan kecelakaan yang serius dan menghasilkan kerugian materi serta kehidupan yang besar [1]. Berdasarkan hasil studi dari *The International Association for the Study of Insurance Economics* atau yang dikenal dengan "*The Geneva Association*", diketahui bahwa kerugian akibat kebakaran dibanyak negara maju di dunia sebesar satu persen dari GDP (*Gross Domestic Product*) [2].

Depot X merupakan depot terbesar di Indonesia, sehingga memiliki fungsi yang sangat vital. Jika terjadi gangguan terhadap operasi depot maka akan menimbulkan dampak yang luas baik sosial, ekonomi maupun politik.

Premium yang merupakan salah satu produk Depot X merupakan *flammable liquid*. Oleh karena itu, salah satu

potensi bahaya yang harus diperhatikan secara serius di Depot X adalah adanya kemungkinan terjadinya kebakaran dan ledakan.

Pada Desember 2005, kebakaran dan ledakan terjadi di depot penyimpanan bahan bakar Buncefield di Inggris. Kebakaran dan ledakan tersebut menyebabkan kerugian properti terbesar di Inggris sejak Perang Dunia II. Kebakaran dan ledakan merusak instalasi dan menyebabkan kehilangan bahan bakar dalam jumlah yang sangat besar. Akibat kejadian tersebut, diperkirakan depot tidak dapat dioperasikan kembali. Selain itu, ledakan juga menyebabkan kerusakan yang serius pada banyak bangunan di area sekitar depot dengan perkiraan kerugian materi melebihi £80 juta.

Banyaknya air dan *foam* yang digunakan dalam proses pemadaman kebakaran juga menyebabkan bahaya serius terhadap lingkungan karena *containment system of*

dykes and drains yang digunakan untuk mencegah kontaminasi air dan bahan bakar ke area sekitar tidak berfungsi [2].

Kasus kebakaran tangki Premium pernah terjadi di Instalasi Surabaya Grup, PT. Pertamina. Kebakaran terjadi pada tanggal 5 November 2001 akibat sambaran petir [3].

Undang – undang No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja menyatakan bahwa salah satu syarat keselamatan kerja adalah mencegah, mengurangi dan memadamkan kebakaran, serta mencegah dan mengurangi bahaya peledakan (Pasal 3, UU No. 1 Tahun 1970). Peraturan tersebut menjadi salah satu dasar diwajibkannya upaya pengendalian risiko terhadap bahaya kebakaran dan ledakan. Pelanggaran atas peraturan tersebut berimbas pada pemberian sanksi (tindakan hukum) (Pasal 15, UU No. 1 Tahun 1970).

Oleh karena itu, sebagai dasar upaya pengendalian risiko terhadap bahaya kebakaran dan ledakan pada tangki timbun Premium di Depot X, diperlukan penilaian terhadap potensi bahaya kebakaran dan ledakan. Berdasarkan Pedoman *Dow's Fire and Explosion Index*, langkah – langkah penilaian potensi bahaya kebakaran dan ledakan dimulai dari memilih unit proses, menentukan *material factor* (MF), menentukan *process unit hazard factor* (F3) dengan menghitung *general process hazard factor* (F1) dan *special process hazard factor* (F2), sampai menentukan *fire and explosion index* (F&EI) [4,5].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Dow's Fire and Explosion Index*. *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 [4,5].

Dow's Fire and Explosion Index merupakan suatu cara pendekatan yang konsisten untuk mengenal dan mengevaluasi potensi bahaya. Index tersebut diturunkan dan diperoleh dari studi banyak kecelakaan. Selain itu, dalam pelaksanaannya tidak memerlukan banyak tenaga [6].

Menurut Ozog dan Mahlem, *Dow's Fire and Explosion Index* merupakan panduan yang pertama dan paling populer digunakan dalam dunia industri [7]. Menurut Hendershot, *Dow's Fire and Explosion Index* dan *Dow Chemical Exposure Index* (CEI) merupakan dua alat yang umum digunakan dalam mengukur *process inherent safety characteristics*. *Dow's Fire and*

Explosion Index adalah salah satu alat untuk mengukur potensi bahaya pada berbagai proses dalam dunia industri yang relatif sederhana, perhitungannya mudah, dapat dihitung secara manual, sehingga banyaknya unit proses tidak akan menjadi masalah untuk dievaluasi dalam waktu yang cepat [8]. Menurut Suardin, *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 [9].

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data mengenai tangki timbun Premium yang diperoleh peneliti melalui observasi secara langsung dan melalui wawancara dengan petugas di Depot X. Sedangkan data sekunder yaitu data mengenai tangki timbun Premium yang sudah ada dan diperoleh peneliti dari pihak manajemen Depot X, seperti data identitas tangki timbun, MSDS Premium, dan data yang terkait lainnya.

Data yang sudah dikumpulkan, diperiksa kembali untuk menjamin kelengkapan dan konsistensinya demi menjaga validitas dan realibilitas data. Selanjutnya, data dimasukkan ke dalam formulir *Fire and Explosion Index* untuk dilakukan perhitungan – perhitungan sesuai dengan petunjuk yang terdapat dalam Pedoman *Dow's Fire and Explosion Index*. Perhitungan dilakukan secara manual dan dengan bantuan piranti lunak komputer (*Microsoft Excel*).

3. Hasil dan Pembahasan

Salah satu kegiatan Depot X adalah menerima, menimbun, dan menyalurkan BBM jenis Premium. Premium diterima Depot X melalui pipa dari Kilang Balongan dengan sistem *interface*, yaitu pengiriman tiga jenis BBM secara bersama-sama dengan menggunakan Kerosin (Minyak Tanah) sebagai media penyekat. Jalur pipa ini terbentang sepanjang 221 km dengan diameter 16 inci. Premium yang diterima selanjutnya ditampung dan disimpan dalam tangki timbun yang terletak di area *tank farm*. Operasi penimbunan dilakukan dengan pengaturan yang ketat berdasarkan ketersediaan tangki dan untuk mencegah agar Premium yang diterima tidak melampaui kapasitas tangki timbun yang tersedia sehingga tidak terjadi *overflowing*. Premium kemudian disalurkan ke konsumen dengan menggunakan mobil tangki. Pengisian mobil tangki dilakukan di lokasi *Filling Shed* atau bangsal pengisian.

Berdasarkan Pedoman *Dow's Fire and Explosion Index*, dalam menentukan unit proses yang akan diteliti, maka unit proses yang dipilih adalah unit proses yang diperkirakan memiliki potensi bahaya yang besar dan dapat menimbulkan kerugian yang besar jika terjadi

kebakaran dan ledakan. Selain itu, unit proses minimal menangani 5.000 pounds atau sekitar 600 gallons *flammable, combustible*, atau *reactive material* [4,5].

Depot X memiliki sembilan tangki timbun Premium. Dari Tabel 1, terlihat bahwa kapasitas aman tangki terkecil adalah kapasitas Tangki Nomor 23 yaitu sebesar 9.871 KL (setara dengan 2.607.918,2 gallons karena 1 liter = 0.2642 gallons (US)). Oleh karena itu, semua tangki Premium yang ada di Depot X telah memenuhi syarat untuk dapat diteliti karena menangani lebih dari 600 gallons *flammable material*.

Dari Tabel 1, terlihat pula bahwa dari sembilan tangki Premium yang ada, Tangki Nomor 07 memiliki kapasitas aman yang terbesar. Selain itu, Tangki Nomor 07 dibuat pada tahun 1972 dan belum pernah mengalami *upgrade* pondasi. Oleh karena itu, dari sembilan tangki premium yang ada, tangki yang akan menjadi unit proses (objek penelitian) adalah Tangki Nomor 07.

Tangki Nomor 07 merupakan *fixed cone roof tank* yang dilengkapi *bundwall* dari beton dengan ketinggian 1,5 meter. Berdasarkan hasil *fire risk assessment* Depot X Tahun 2002, konstruksi *bundwall* telah memenuhi standar NFPA 30 (Pertamina, 2002) [3]. Antar tangki dalam satu area *bundwall* belum dilengkapi dengan *intermediate wall*. Sistem drainase Tangki Nomor 07 dibuat terintegrasi dengan seluruh area tangki. Sistem drainase juga menampung air hujan yang mengalir menuju *oil catcher*. Tersedia tujuh buah tangga yang dapat digunakan sebagai akses menuju ke Tangki Nomor 07. Tangki juga dilengkapi dengan *deluge spray* dan *foam system*.

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya, berdasarkan Pedoman *Dow's Fire and Explosion Index*, langkah – langkah penilaian potensi bahaya kebakaran dan ledakan dimulai dari memilih unit proses, menentukan

MF, mentukan F3 dengan menghitung F1 dan F2, sampai menentukan F&EI [4,5].

MF adalah nilai yang menggambarkan potensi energi yang dibebaskan saat kebakaran dan ledakan, yang dihasilkan dari pembakaran atau reaksi kimia lainnya. MF diperoleh dari Nf dan Nr yang masing – masing menggambarkan nilai *flammability* dan *reactivity* (atau *instability*).

Berdasarkan NFPA *Hazard ID* dalam MSDS Premium, diketahui bahwa Premium memiliki nilai *Health* = 1, *Flamability* = 3, *Reactivity* = 0 (Pertamina) [10]. Oleh karena itu, Premium memiliki nilai MF sebesar 16 karena memiliki nilai Nf = 3 dan Nr = 0.

Dalam Pedoman *Dow's Fire and Explosion Index*, F1 dan F2 merupakan gambaran *process hazard* yang dikuantifikasi dengan "penalti" sebagai faktor dalam perhitungan. Tidak semua penalti dapat digunakan untuk proses yang sedang dievaluasi. Oleh karena itu, diperlukan pertimbangan yang matang dan jika dibutuhkan perlu didiskusikan dengan para ahli [4-6, 9].



Gambar 1. Tangki Nomor 07

Tabel 1. Tangki Timbun BBM Jenis Premium di Depot X

No. Tangki	Tahun Pembuatan	Ukuran (m)		Kapasitas Aman (KL)	Upgrade Pondasi
		Diameter	Tinggi		
04	1972	36,510	11,180	11.464	Desember 1985
05	1972	36,565	11,192	11.462	Juni 1982
06	1972	36,510	11,164	11.472	Agustus 1985
07	1972	36,569	11,190	11.558	-
08	1974	36,450	11,189	11.388	Oktober 1986
09	1974	36,562	11,200	11.416	November 1986
10	1980	36,576	11,177	11.386	-
23	1995	34,139	11,218	9.871	-
24	1995	34,139	10,983	9.913	-

Tabel 2. MF, F1, F2, F3 dan F&EI

MF	16	
General Process Hazards	Range Penalti	Penalti
Base Factor	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	0,00
E. Akses (Jalan)	0,00-0,35	0,00
F. Saluran Pembuangan dan Pengendalian Tumpahan	0,00-0,50	0,50
F1	2,35	
Special Process Hazards	Range Penalti	Penalti
Base Factor	1,00	1,00
A. Material Beracun	0,00-0,80	0,20
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		0,16
F. Temperatur Rendah	0,00-0,30	0,00
G. Jumlah Material		1,00
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
F2	3,16	
F3	7,43	
F&EI	118,82	

Dalam penelitian ini, penalti ditentukan dengan mengkaji data sekunder dan melakukan pengecekan lapangan dengan melakukan survey dan observasi secara langsung. Hasilnya kemudian didiskusikan dengan dengan pihak profesional (Petugas di Depot X) dan pihak akademisi. Oleh karena itu, hasil penelitian ini cukup *valid* dan objektif.

F1 adalah faktor utama yang berperan dalam menentukan besarnya kerugian dari insiden. *General process hazards* meliputi enam item yaitu *exothermic chemical reactions, endothermic processes, material handling and transfer, enclosed or indoor process units, access, dan drainage and spill control*.

Dari Tabel 2, terlihat bahwa F1 pada Tangki Nomor 07 adalah sebesar 2,35. Nilai tersebut diperoleh dari penjumlahan seluruh nilai penalti dari setiap item yang

ada dalam *general process hazards* dan penalti dari *base factor* (1,00), sebagai berikut:

a. Reaksi Eksotermis

Tidak ada penalti (0,00) karena unit proses merupakan tangki timbun sehingga tidak terdapat reaksi eksotermis.

b. Reaksi Endotermis

Tidak ada penalti (0,00) karena unit proses merupakan tangki timbun sehingga tidak terdapat reaksi endotermis.

c. Pemindahan dan Penanganan Material

Mendapat penalti 0,85 karena unit proses merupakan tangki timbun atau tempat penyimpanan berbentuk silinder yang berisi Premium yang merupakan *flammable liquid* dengan $N_f = 3$.

d. Unit Proses Tertutup

Tidak ada penalti (0,00) karena unit proses merupakan tangki timbun yang tidak dalam keadaan tertutup.

e. Access (Jalan)

Tangki Nomor 07 memiliki diameter sebesar 36,569 m dan memiliki luas permukaan bawah tangki sebesar 1049,774 m². Berdasarkan observasi peneliti, diketahui bahwa tersedia tujuh buah tangga yang dapat digunakan sebagai akses menuju ke Tangki Nomor 07. Oleh karena itu, walaupun luas permukaan bawah tangki lebih dari 925 m², pada tangki terdapat akses yang cukup untuk operasi pemadaman pada tangki (lebih dari dua akses). Berdasarkan hal tersebut, maka pada item ini tidak terdapat penalti (0,00).

f. Saluran Pembuangan dan Pengendalian Tumpahan

Mendapat penalti 0,50 karena tangki dikelilingi dengan tanggul dari beton.

F2 adalah faktor yang dapat meningkatkan probabilitas potensi insiden. F2 merupakan kondisi proses yang spesifik yang berdasarkan sejarah berkontribusi menjadi penyebab utama insiden kebakaran dan ledakan.

Dari Tabel 2, terlihat bahwa F2 pada Tangki Nomor 07 adalah sebesar 3,16. Nilai tersebut diperoleh dari penjumlahan seluruh nilai penalti dari setiap item yang ada dalam *special process hazards* dan penalti dari *base factor* (1,00), sebagai berikut:

a. Material Beracun

Mendapat penalti 0,20 karena pada item ini penalti ditentukan dengan mengalikan N_h material dengan 0,20. Berdasarkan NFPA Hazard ID, Premium memiliki $N_h = 1$ (Pertamina) [10]. Oleh karena itu, besarnya penalti pada item ini adalah:

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

b. Tekanan Bawah Atmosfir

Tidak ada penalti (0,00) karena unit proses adalah tangki timbun yang merupakan *atmosferic storage tank*, yaitu tangki yang dioperasikan pada atau sedikit di atas tekanan atmosfer.

c. Temperatur Operasi pada atau Dekat Flammable Range

Premium merupakan *flammable liquid* dan memiliki $N_f = 3$ (Pertamina) [10]. Pada saat pengisian Premium ke dalam tangki, Premium yang masuk akan mendorong uap di atasnya sehingga semakin tinggi cairan maka ruang uap akan semakin sedikit. Oleh karena itu, sebagian uap akan terdorong ke luar melalui lubang *vent* atau *PV Valve*. Sedangkan saat Premium keluar dari tangki, cairan akan menurun sehingga ruang uap bertambah besar yang memungkinkan udara/oksigen masuk ke dalam tangki [3]. Berdasarkan hal tersebut, maka pada item ini penalti yang diperoleh sebesar 0,50.

d. Ledakan Debu

Tidak ada penalti (0,00) karena unit proses adalah tangki timbun yang berisi *flammable liquid* sehingga tidak berhubungan dengan debu.

e. Tekanan Pelepasan

Tangki Nomor 07 merupakan *atmospheric storage tank* sehingga memiliki tekanan operasi normal sebesar 1 atm (0 psig). Premium merupakan *flammable liquid* dengan titik nyala dibawah 100°F. Penalti ditentukan dengan memasukkan besarnya nilai tekanan operasi (0 psig) ke persamaan untuk *flammable and combustible liquids* dengan titik nyala di bawah 140°F(60°C) yang terdapat dalam Pedoman *Dow's Fire and Explosion Index*. Berdasarkan perhitungan, didapatkan hasil sebesar 0,16109. Berdasarkan hal tersebut, maka pada item ini mendapat penalti sebesar 0,16.

f. Temperatur Rendah

Tidak ada penalti (0,00) karena unit proses merupakan tangki timbun yang terbuat dari *carbon steel* dengan temperatur transisi (*ductile/brittle*) sebesar -20 – 0 °C. Sedangkan rata – rata temperatur operasional di tangki sekitar 32 °C [3,11].

g. Jumlah Material

Penalti sebesar 1,00 pada item ini didapat dengan perhitungan sebagai berikut:

- Volume Bersih Tangki = 11.508.463 liter [11]
- Massa Jenis Premium pada 32 °C = 0,800 g/ml = 0,800 kg/liter [11]
- Massa Premium = Massa Jenis x Volume = 0,800 kg/liter x 11.508.463 liter = 9.206.770,400 kg = 20.297.246,02 lb (karena 1 kg = 2,2046 lb)
- Premium merupakan *gasoline* memiliki energi (Hc) = 18,8 x 10³ BTU/lb [4,5]
- Total energi dalam tangki = 20.297.246,02 lb x 18,8 x 10³ BTU/lb = 381,588 x 10⁹ BTU
- Nilai 381,588 x 10⁹ BTU dimasukan ke persamaan *Class I Flammable Liquids* yang terdapat dalam Pedoman *Dow's Fire and Explosion Index* dan didapatkan hasil penalti sebesar 1,00.

h. Korosi dan Erosi

Mendapat penalti 0,20 karena untuk menghindari kerusakan pada dinding dan atap tangki dari proses korosif dilakukan upaya pengecatan tangki selama 2 – 3 tahun sekali. Proses tersebut dilakukan pada saat tangki sedang tidak dioperasikan [12]. Pengecatan terakhir Tangki Nomor 07 dilaksanakan pada Bulan Juli 2006.

i. Kebocoran

Mendapat penalti 0,10 karena terdapat kemungkinan kebocoran baik pada pipa penyaluran Premium maupun pada tangki [12,13].

j. Penggunaan Peralatan Pembakar

Tidak ada penalti (0,00) karena di sekitar atau pada tangki tidak terdapat peralatan pembakar.

k. Sistem Pertukaran Minyak Panas

Pada item ini, penalti tidak diberikan untuk *non-combustible hot oil* atau *combustible fluid* yang digunakan di bawah titik nyalanya. Premium bukan merupakan *combustible liquid* melainkan *flammable liquid* karena titik nyalanya di bawah 100 °F. Berdasarkan hal tersebut, maka pada item ini tidak terdapat penalti (0,00).

l. Peralatan Berputar

Tidak ada penalti (0,00) karena tidak terdapat peralatan berputar seperti kompresor, pompa, *agitators (mixers)* dan pompa sirkulasi.

F3 merupakan ukuran *degree of hazard exposure* dari unit proses dengan rentang nilai 1 – 8. F3 didapat dari hasil perkalian antara F1 dan F2. Dari Tabel 2, terlihat bahwa nilai F3 adalah sebesar 7,43. Oleh karena itu, dapat dikatakan *degree of hazard exposure* dari Tangki Nomor 07 cukup tinggi.

F&EI merupakan gambaran potensi bahaya yang ada dalam unit proses yang dapat dikategorikan berdasarkan tingkat bahaya. F&EI didapat dari hasil perkalian antara F3 dan MF.

Dari Tabel 2, terlihat bahwa nilai F&EI adalah sebesar 118,82. Berdasarkan Pedoman *Dow's Fire and Explosion Index*, diketahui bahwa unit proses dengan kisaran F&EI sebesar 97 – 127 masuk dalam klasifikasi tingkat bahaya *intermediate*. Oleh karena itu, tingkat bahaya pada Tangki Nomor 07 masuk dalam klasifikasi tingkat bahaya *intermediate*.

Menurut Nedved, apabila kategori tingkat bahaya berdasarkan nilai F&EI adalah moderat atau lebih buruk, maka unit proses tersebut memerlukan perhatian keamanan secara khusus [14]. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan perhatian keamanan secara khusus pada Tangki Nomor 07.

F&EI berdasarkan pada “*worst case*”, dimana hanya material yang paling berbahaya yang dievaluasi pada satu waktu dalam tahapan operasi yang spesifik [4,5].

Penelitian ini dilakukan pada tahapan *normal operation* sehingga hasil dari penelitian hanya dapat menggambarkan potensi bahaya kebakaran dan ledakan pada tahapan *normal operation*. Selain itu, karena F&EI bersifat spesifik maka peneliti sulit melakukan komparasi dengan hasil penelitian lain.

Menurut Nedved, nilai F&EI menunjukkan suatu ukuran dari bahaya potensial pada suatu bagian *site* jika terjadi kecelakaan. Teknik *Dow Index* tidak dapat mengetahui hubungan antara segi-segi *safety* yang ditentukan dengan bahaya yang diidentifikasi, kecuali hanya dalam sifat kualitatif. Oleh karena itu, diperlukan metoda atau alat analisis bahaya yang lain [6].

Etowa, Amyottee, Pegg, dan Khan pada Tahun 2002 mengembangkan program komputer untuk melakukan perhitungan F&EI secara otomatis yang disertai dengan kemampuan menyusun *sensitivity analysis*. Suardin juga mengembangkan integrasi F&EI dalam proses disain dan *optimization framework* dengan menyusun program komputer yang dapat menghitung F&EI, menentukan *Loss Control Credit Factor*, menentukan *business interruption*, menentukan *Process Unit Risk Analysis*, serta melakukan *sensitivity analyses* [9].

Perhitungan dalam penelitian ini masih manual karena peneliti tidak memiliki program komputer untuk perhitungan F&EI. Menurut Suardin, perhitungan manual menghabiskan banyak waktu, membatasi kemampuan proses perhitungan, dan mengurangi kapabilitas untuk menyusun *sensitivity analysis* dan *multiple calculation* [9].

4. Kesimpulan

Nilai F&EI pada Tangki Nomor 07 adalah sebesar 118,82 sehingga masuk dalam klasifikasi tingkat bahaya *intermediate*. Oleh karena itu, diperlukan perhatian keamanan secara khusus pada tangki tersebut.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Nur Ansori H, dr. Zulkifli Djunaidi, MAPPSc dan Ir. Yulianto S.

Nugroho, MSc., PhD atas bantuan, kritik dan sarannya dalam mengembangkan penelitian ini.

Daftar Acuan

- [1] Lees, F. P., Loss Prevention In The Process Industries: Hazard Identification, Assessment and Control, Vol 1,2,3, 2nd Edition, Butterworth-Heinemann, Oxford, 1996.
- [2] The International Association For The Study Of Insurance Economics (2006) World Fire Statistics. The Geneva Association Newsletter No 22, October 2006.
- [3] Pertamina, K3LL Bidang Pemasaran dan Niaga, Fire Assessment Depot X Tahun 2002.
- [4] American Institut of Chemical Engineers. Dow's Fire and Explosion Index Hazard Classification Guide, 6th Edition, American Institute of Chemical Engineers, New York, 1997.
- [5] American Institut of Chemical Engineers. Dow's Fire and Explosion Index Hazard Classification Guide, 7th Edition, American Institute of Chemical Engineers, New York, 1994.
- [6] Nedved, M., Prosedur Tekhnik "Dow Index" in Nedved, M. & Imamkhasani, Dasar-dasar Keselamatan Kerja Bidang Kimia dan Pengendalian Bahaya Besar, ILO, Jakarta, 1991.
- [7] Ozog, H. & Melhem, G. A., Facility Siting - Case Study Demonstrating Benefit Of Analyzing Blast Dynamics, Arthur D. Little, Inc, Cambridge, 1996.
- [8] Hendershot, D. C., Safety Through Design in the Chemical Process Industry: Inherently Safer Process Design, Rohm and Haas Company, Briston, 1997.
- [9] Suardin, J., Thesis, Texas A&M University, 2005.
- [10] Pertamina. Lembar Data Keselamatan Bahan Premium.
- [11] Balai Metrologi, 2005, Tabel Volume Tangki Nomor 7 Depot X.
- [12] Prasetyo, Y., Laporan Magang, Departemen K3 FKM, Universitas Indonesia, Indonesia, 2002.
- [13] Saputra, Y. Laporan Magang, Departemen K3 FKM, Universitas Indonesia, Indonesia, 2004.
- [14] Nedved, M., Tindak Lanjut Penilaian "Dow Index" in Nedved, M. & Imamkhasani, Dasar-dasar Keselamatan Kerja Bidang Kimia dan Pengendalian Bahaya Besar, ILO, Jakarta, 1991.