EVALUASI JARAK KESELAMATAN TANGKI TERHADAP BATAS PROPERTI FT CIREBON: PEMBELAJARAN PLUMPANG 2023

Dewi Ratih Setyoningrum[1*], Ferro Aji[1]
[1]Program Studi Logistik Migas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Jl. Gajah Mada No. 38, Cepu, Blora, 58315
**E-mail: ratihsetyoningrumd@gmail.com*

ABSTRAK

Jarak keselamatan antara tangki timbun bahan bakar minyak dan batas properti fasilitas merupakan salah satu aspek perancangan yang paling mudah dikompromikan ketika lahan yang tersedia terbatas. Pada rancangan Fuel Terminal (FT) Cirebon berkapasitas 25.000 KL (setara 25.000 m³) di atas lahan seluas 7 hektar, jarak sisi terdekat *shell* tangki terhadap batas properti hanya sekitar 29 m, atau kurang 1 meter dari ambang minimum yang disyaratkan NFPA 30:2021 untuk tangki *Class I liquids* berkapasitas 7.950–31.800 m³. Penelitian ini menelaah implikasi teknis dari kondisi tersebut dengan menjadikan insiden kebakaran Integrated Terminal (IT) Pertamina Plumpang pada 3 Maret 2023 sebagai bahan perbandingan. Insiden itu menewaskan 33 orang, melukai 49 orang, memaksa 1.085 warga mengungsi, dan berujung pada putusan ganti rugi pengadilan sebesar Rp23,1 miliar, akibat tidak adanya *buffer zone* yang memadai antara fasilitas penyimpanan BBM dan permukiman warga. Dengan menganalisis akar penyebab insiden tersebut dan membandingkannya dengan kondisi rancangan FT Cirebon, penelitian ini mengidentifikasi celah risiko yang ada dan merumuskan paket mitigasi teknis berlapis yang mengacu pada NFPA 30 §22.4.1.3, API 2350:2012, IEC 61511, dan Permen ESDM No. 18/2018. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa setelah mitigasi yang direkomendasikan diterapkan, rancangan FT Cirebon memiliki profil risiko yang lebih terkendali dibandingkan kondisi Plumpang sebelum insiden, sehingga layak dilanjutkan ke tahap *Front-End Engineering Design* (FEED).

Kata kunci: Jarak Keselamatan, *Buffer Zone*, *Fuel Terminal*, *Fire Wall*, Mitigasi Risiko

1. PENDAHULUAN

Perancangan tata letak fasilitas penyimpanan bahan bakar minyak (BBM) selalu berhadapan dengan dua kepentingan yang saling menarik: kebutuhan jarak keselamatan yang memadai di satu sisi, dan keterbatasan lahan yang berpengaruh langsung pada biaya investasi di sisi lain. Persoalan ini bukan sekadar teori. Sejarah kecelakaan industri migas, termasuk yang terjadi di Indonesia, berulang kali membuktikan konsekuensinya.

Kebakaran melanda Integrated Terminal (IT) Pertamina Plumpang di Koja, Jakarta Utara, pada 3 Maret 2023. Fasilitas ini memasok sekitar 20% kebutuhan BBM nasional. Api yang berasal dari pipa inlet berdiameter 16 inci merambat dalam hitungan menit ke Kampung Tanah Merah, permukiman yang selama puluhan tahun berdiri menempel pada tembok pembatas depo. Insiden ini menewaskan 33 orang, melukai berat 49 orang, dan membuat lebih dari seribu warga kehilangan tempat tinggal sementara [1], [2], [3], [4] . Setahun kemudian, Pengadilan Negeri Jakarta Selatan mewajibkan PT Pertamina Patra Niaga membayar ganti rugi Rp23,1 miliar kepada para korban [1] .

Yang memberatkan dari insiden ini adalah kenyataan bahwa kondisi tersebut sebenarnya dapat dicegah. Pemerintah DKI Jakarta sudah lama merekomendasikan *buffer zone* minimum 50 meter antara tembok depo dan permukiman, tetapi rekomendasi itu tidak pernah terealisasi. Permukiman padat tumbuh selama sekitar lima puluh tahun tanpa penertiban, berdampingan langsung dengan fasilitas yang menyimpan ratusan ribu kiloliter BBM [5] .

Perlu ditegaskan bahwa sumber api di Plumpang berasal dari kegagalan pipa inlet 16 inci di dekat pagar pembatas, bukan dari kegagalan struktural tangki timbun itu sendiri. Oleh karena

itu, relevansi kasus Plumpang bagi penelitian ini bukan terletak pada kesamaan jenis kegagalan peralatan, melainkan pada kesamaan kerentanan tata letak (*layout vulnerability*) dan ketiadaan jarak pemisah fisik (*buffer zone*) terhadap pihak ketiga/publik, titik temu yang juga relevan bagi rancangan Fuel Terminal (FT) Cirebon. Rancangan konseptual FT Cirebon berkapasitas 25.000 KL di Winong, Kabupaten Cirebon, berdiri di atas lahan seluas 7 hektar yang menghasilkan jarak sisi terdekat *shell* tangki ke batas properti sebesar ±29 m, atau 1 meter di bawah persyaratan minimum NFPA 30:2021 sebesar 30 m untuk tangki berisi *Class I liquids*, kategori yang mencakup Pertamax RON 92 dengan *flash point* di bawah 37,8°C [6] . Defisit 1 meter ini terlihat kecil, tetapi tanpa mitigasi yang tepat dapat menyimpan risiko yang tidak boleh diabaikan.

Penelitian ini berusaha menjawab dua pertanyaan: seberapa aman jarak 29 m tersebut, dan langkah apa yang perlu diambil agar FT Cirebon tidak mengulangi kegagalan sistemik yang terjadi di Plumpang. Untuk menjawabnya, penelitian ini menggunakan insiden Plumpang sebagai studi kasus, mengambil pembelajaran teknisnya, kemudian merumuskan langkah mitigasi berdasarkan standar internasional yang berlaku.

2. METODE

Penelitian ini bersifat kualitatif-deskriptif dengan pendekatan analisis keselamatan berbasis standar (*standards-based safety analysis*) yang diperkuat oleh studi kasus insiden. Data primer perancangan FT Cirebon meliputi dimensi lahan (7 hektar, ±312 m × 224 m berdasarkan rasio denah 1,39:1), spesifikasi tangki timbun sesuai API 650:2020 Tabel A.1a [7] (2 unit, masing-masing 12.500 KL, D = 33,25 m, H = 14,4 m), serta jarak antar-fasilitas yang diukur dari denah berskala 1:500 dengan konversi 1 unit gambar = 0,5 meter di lapangan.

Data insiden Plumpang dihimpun dari sumber primer yang dapat diverifikasi, yaitu pernyataan resmi Direktur Utama PT Pertamina (Persero) dalam Rapat Dengar Pendapat Komisi VI DPR RI tanggal 14 Maret 2023, data korban dan evakuasi dari BPBD DKI Jakarta, rilis resmi Kementerian ESDM, putusan PN Jakarta Selatan dalam perkara ganti rugi warga Plumpang, serta liputan media terverifikasi dari Kompas, Detik, Tempo, Katadata, dan Liputan6.

Verifikasi jarak keselamatan dilakukan dengan membandingkan setiap jarak lapangan hasil konversi denah terhadap persyaratan minimum yang tertera dalam NFPA 30:2021 Tabel 22.4.1.1, API RP 752:2009, dan NFPA 22:2023. Kalkulasi *radiant heat flux* pada jarak 29 m menggunakan pendekatan *point source radiation model* yang mengacu pada API RP 521 dan *Society of Fire Protection Engineers (SFPE) Handbook* edisi kelima.

Formulasi mitigasi disusun mengacu pada hierarki kontrol risiko dengan urutan prioritas eliminasi, substitusi, rekayasa teknik (*engineering control*), dan pengendalian administratif. Standar rujukan utama untuk mitigasi adalah NFPA 30:2021 §22.4.1.3 (*fire wall* sebagai alternatif jarak), API 2350:2012 (proteksi *overfill*), IEC 61511 (*Safety Instrumented System*), dan Permen ESDM No. 18/2018.

3. PEMBAHASAN

A. Profil IT Pertamina Plumpang dan Kronologi Insiden 2023

Terminal Bahan Bakar Minyak (TBBM) Plumpang berdiri di atas lahan seluas 71,9 hektar di kawasan Rawa Badak Selatan, Koja, Jakarta Utara. Fasilitas yang beroperasi sejak 1974 ini memiliki kapasitas tangki timbun 324.535 KL, hampir tiga belas kali kapasitas rancangan FT Cirebon, dan memasok sekitar 20% kebutuhan BBM nasional melalui jaringan pipa sepanjang 221 km dari Kilang Balongan, Indramayu [8] . Throughput hariannya mencapai 16.504 - 17.799 kL untuk melayani 790 SPBU di wilayah Jabodetabek. Plumpang bahkan pernah meraih

peringkat kedua kategori The Most Efficient Storage Terminal pada Global Tank Storage Award 2018, di bawah Saudi Aramco [9] . Namun di balik capaian operasional tersebut, fasilitas ini menyimpan satu masalah yang tidak pernah tuntas diselesaikan, yaitu tidak adanya jarak yang memadai antara fasilitas dan permukiman warga yang tumbuh di sekelilingnya.

Pada malam 3 Maret 2023, saat proses penerimaan Pertamax dari TBBM Balongan berlangsung, terjadi gangguan teknis pada pipa inlet berdiameter 16 inci di area yang berbatasan langsung dengan tembok pembatas permukiman. Kebakaran pertama kali terdeteksi pukul 20.11 WIB. Warga Kampung Tanah Merah mencium bau bensin menyengat sekitar pukul 20.15 WIB, dan dua menit kemudian api mulai menyambar hunian warga [10]. Tidak ada tembok api maupun *buffer zone* yang bisa memberi waktu evakuasi. Yang ada hanya tembok batas beton setinggi beberapa meter yang menempel langsung dengan ratusan bangunan hunian, dan sebagian rumah bahkan memakai dinding tembok depo sebagai salah satu dindingnya.

Direktur Utama PT Pertamina (Persero), Nicke Widyawati, dalam Rapat Dengar Pendapat dengan Komisi VI DPR RI mengonfirmasi bahwa sumber kebakaran bukan dari tangki penyimpanan, melainkan dari pipa inlet yang berdekatan dengan tembok batas permukiman [11]. Pernyataan ini penting karena menunjukkan bahwa penyebabnya bukan kegagalan tangki, yang biasanya dianggap sumber bahaya utama, melainkan sistem perpipaan yang letaknya dekat dengan batas properti. Dalam waktu kurang dari dua jam, 52 unit pemadam kebakaran dengan 260 personel dikerahkan ke lokasi [10], namun upaya itu tidak dapat mencegah jatuhnya 33 korban jiwa, 49 luka berat, dan 1.085 warga yang kehilangan tempat tinggal.

Tabel 1. Ringkasan Data Dampak Insiden Kebakaran IT Pertamina Plumpang 3 Maret 2023

Parameter	Keterangan	Sumber
Waktu insiden	3 Maret 2023, pukul 20.11 WIB	BPBD DKI Jakarta [10]
Sumber kebakaran	Pipa inlet BBM 16 inci, berdekatan tembok batas permukiman	Pertamina – RDP DPR RI [11]
Kapasitas tangki Plumpang	324.535 KL (±20% kebutuhan BBM nasional)	Kementerian ESDM [8]
Korban meninggal	33 orang	BPBD DKI Jakarta [10]
Korban luka berat	49 orang	BPBD DKI Jakarta [10]
Warga mengungsi	1.085 orang	BPBD DKI Jakarta [10]
Jarak permukiman ke depo	0 m (menempel pada tembok batas)	Kompas [2]
Buffer zone tersedia	Tidak ada, rekomendasi 50 m tidak terealisasi	Kompas [5]
Armada pemadam	52 unit, 260 personel	Detik [10]
Putusan ganti rugi	Rp23,1 miliar (PN Jakarta Selatan, September 2024)	Tempo [11]

B. Akar Masalah: Ketiadaan *Buffer Zone* sebagai Kegagalan Sistemik

Akar masalah insiden Plumpang tidak berhenti pada kegagalan teknis pipa inlet. Kegagalan teknis itu hanya menjadi titik pemicu. Yang membuat kegagalan tersebut berkembang menjadi bencana berskala besar adalah ketiadaan *buffer zone* antara sumber bahaya dan permukiman, sehingga tidak ada waktu, ruang, maupun hambatan fisik yang dapat memperlambat penyebaran bahaya.

Depo Plumpang dibangun pada 1974, ketika kawasan sekitarnya masih berupa rawa dan lahan terbuka. Dalam dua hingga tiga dekade berikutnya, permukiman tumbuh mendekat secara

bertahap dan tidak terkendali. Lahan seluas sekitar 57,9 hektar yang mengelilingi depo, hampir menyamai luas depo itu sendiri, berkembang menjadi kawasan hunian padat yang statusnya tidak pernah terselesaikan secara hukum [12]. Pemerintah DKI Jakarta pernah merekomendasikan *buffer zone* minimum 50 meter antara tembok terluar depo dan hunian warga, tetapi rekomendasi itu tidak pernah dijalankan. Penyebabnya bercampur antara kerumitan status tanah, lemahnya penegakan aturan, dan tekanan sosial dari ribuan warga yang sudah bermukim di kawasan itu selama puluhan tahun [13].

Persoalannya bukan sekadar kegagalan teknis, melainkan kegagalan tata kelola yang berlangsung puluhan tahun, mulai dari perencanaan tata ruang yang membiarkan permukiman tumbuh di zona berbahaya, penegakan regulasi yang lemah sehingga *buffer zone* tidak pernah diwujudkan, hingga manajemen risiko yang belum menempatkan keselamatan komunitas setara dengan efisiensi operasional [5]. Insiden 2023 merupakan akumulasi dari kegagalan-kegagalan tersebut.

Hal inilah yang paling relevan bagi perancangan FT Cirebon. Berbeda dengan Plumpang yang tumbuh secara organik selama 50 tahun, FT Cirebon adalah rancangan baru yang belum memiliki permukiman di sekitarnya maupun konflik kepemilikan lahan. Kondisi ini memberi kesempatan untuk menetapkan jarak keselamatan yang tepat sejak awal, sebelum ada bangunan apa pun berdiri di dekat fasilitas.

C. Verifikasi Jarak Keselamatan Rancangan FT Cirebon

Dalam denah rancangan FT Cirebon berskala 1:500, setiap jarak antar-fasilitas dikonversi ke dimensi lapangan menggunakan faktor 0,5 meter per unit gambar. Keseluruhan jarak yang diverifikasi mencakup 13 parameter yang mengacu pada NFPA 30:2021, API RP 752:2009, NFPA 22:2023, dan NFPA 1:2021. Hasil verifikasi menunjukkan bahwa 10 dari 13 parameter sudah memenuhi atau melampaui persyaratan minimum standar internasional tanpa memerlukan intervensi tambahan. Tiga parameter berada dalam kondisi yang memerlukan perhatian. Satu di antaranya, yaitu jarak tangki ke batas properti sisi terdekat, bersifat paling kritis karena relevansinya langsung dengan skenario yang terjadi di Plumpang.

Tabel 2. Hasil Verifikasi Jarak Keselamatan Rancangan FT Cirebon (Lahan 7 Ha)

Parameter Jarak	Min. Standar	Aktual Denah	Referensi	Status
Antar tangki (*shell-to-shell*)	0,5D = 16,6 m	~19,5 m	NFPA 30:2021 §22.4.2	Memenuhi
Tangki ke *bund wall* (dalam)	1,5 m	~5,8 m	NFPA 30:2021 §22.3.3	Memenuhi
Tangki ke *filling shed*	15 m	~39–55 m	NFPA 30:2021 §22.4.3	Melampaui
Tangki ke *pump house*	15 m	~58 m	NFPA 30:2021 §27.3.2	Melampaui
Tangki ke kantor/Lab QC	30 m	~39 m	API RP 752:2009	Memenuhi
Tangki ke pompa hidran	15 m	~19,5 m	NFPA 30:2021 §22.4.5	Memenuhi
Tangki ke kolam PMK	30 m	~39 m	NFPA 22:2023 §5.3	Memenuhi
Fire station ke tangki	≤300 m	~78 m	NFPA 1:2021 §13.2	Melampaui
Kapasitas *bund wall*	100% tangki terbesar	110% = 13.753 m^3	NFPA 30:2021 §22.3.2	Memenuhi

Tangki ke batas properti (sisi lain)	30 m	39–78 m	NFPA 30:2021 Tbl.22.4.1.1	Memenuhi
Filling shed ke batas properti	15 m	~11,7 m	NFPA 30:2021 §23.4.3	Perlu mitigasi
Tangki ke genset	15 m	~11,7 m	NFPA 30:2021 §22.4.5	Perlu mitigasi
Tangki ke batas properti (terdekat)	**30 m**	**~29 m**	**NFPA 30:2021 Tbl.22.4.1.1**	**Kritis, <30 m**

Jarak 29 m pada sisi terdekat tangki ke batas properti merupakan konsekuensi dari geometri lahan 7 hektar yang *compact*. Dua tangki berdiameter masing-masing 33,25 m, yang ditempatkan di dalam *bund wall* berkapasitas 13.753 m³ (*footprint* ±87 m × 88 m), hanya menyisakan ruang yang sangat terbatas menuju batas properti. Selisih 1 meter dari ketentuan minimum NFPA 30 bukanlah kelalaian desain, melainkan batasan geometrik yang muncul dari keterbatasan total lahan yang tersedia.

Perlu ditekankan bahwa pembahasan di atas tidak boleh berhenti hanya pada defisit jarak tangki ke batas properti. Tabel 2 juga menunjukkan dua parameter lain yang berada di bawah ambang batas, yaitu jarak *filling shed* ke batas properti (aktual ~11,7 m, standar 15 m, defisit 3,3 m) dan jarak tangki ke genset (aktual ~11,7 m, standar 15 m, defisit 3,3 m). Kedua titik ini merupakan sumber potensi pengapian yang sama pentingnya dengan sisi tangki-properti, sehingga mitigasi teknis juga mutlak diperlukan sebelum tahap *Front-End Engineering Design* (FEED), antara lain berupa pemasangan dinding pembatas tahan api (blast wall) pada genset serta sistem vapor barrier atau water spray pada area filling shed.

Untuk memahami implikasi teknis dari jarak 29 m ini secara lebih konkret, dilakukan kalkulasi *radiant heat flux* menggunakan pendekatan *point source radiation model* [14]:

$$q = (F \times \eta \times \dot{m} \times \Delta H_c) / (4\pi \times r^2) \quad (1)$$

dengan F = faktor geometri, η = efisiensi pembakaran (0,35 untuk *pool fire* terbuka), ṁ = laju pembakaran massa Pertamax (0,062 kg/m²·s, referensi SFPE Handbook), ΔH_c = panas pembakaran Pertamax (43.500 kJ/kg), dan r = jarak dari pusat api dalam meter. Pada r = 29 m, kalkulasi menghasilkan heat flux ≈ 3,2 kW/m². Nilai ini berada di bawah ambang *ignition material* bangunan (4,7 kW/m²), yang berarti kebakaran tangki pada jarak tersebut tidak serta-merta membakar bangunan eksternal. Namun nilai 3,2 kW/m² melampaui ambang rasa sakit bagi manusia tanpa perlindungan pada paparan 3–4 detik (1,6 kW/m²), yang mengindikasikan bahwa siapa pun yang berada di luar batas properti sisi terdekat tanpa *shelter*, saat tangki terbakar, berisiko mengalami cedera luka bakar [14].

Kondisi ini mirip dengan situasi di Plumpang, di mana kedekatan permukiman dengan sumber api tidak memberi cukup waktu bagi warga untuk menyelamatkan diri. Perbedaannya, Plumpang tidak memiliki sistem yang mencegah kebakaran berkembang, sedangkan FT Cirebon yang masih dalam tahap rancangan dapat mengintegrasikan pencegahan itu sejak awal sebagai bagian dari desain.

D. Paket Mitigasi Teknis Berlapis untuk Jarak Kritis 29 m

Untuk merespons kondisi jarak kritis tersebut, penelitian ini merumuskan empat lapis mitigasi teknis yang saling melengkapi, mengikuti filosofi *defense in depth*. Pendekatan ini tidak mengandalkan satu mekanisme tunggal, tetapi membangun beberapa lapisan perlindungan sehingga kegagalan pada satu lapisan tidak langsung berujung pada konsekuensi yang tidak terkendali.

Lapisan pertama adalah pemasangan *fire wall* sesuai NFPA 30:2021 §22.4.1.3. Standar ini secara eksplisit mengakui bahwa *fire wall* yang memadai dapat berfungsi sebagai pengganti

persyaratan jarak, sehingga kondisi 29 m dapat diakomodasi tanpa harus mengubah tata letak fasilitas secara fundamental. Fire wall yang dimaksud berupa konstruksi beton bertulang (f'c = 25 MPa) dengan ketebalan minimum 200 mm, tinggi tidak kurang dari 3 meter, panjang melebihi diameter tangki di kedua ujung (minimum 40 m), dan fire resistance rating minimum 2 jam sesuai ASTM E119 [15]. Secara fisis, *fire wall* ini memutus jalur radiasi panas langsung dari tangki ke properti eksternal sehingga heat flux yang sampai ke sisi luar dinding turun ke level yang aman bagi manusia dan bangunan.

Lapisan kedua menyasar akar penyebab yang sama dengan Plumpang, yaitu kegagalan sistem instrumentasi yang memungkinkan tekanan berlebih atau kebocoran berkembang tanpa terdeteksi. Sistem proteksi *overfill* berlapis mengacu pada API 2350:2012 dan dirancang menggunakan pendekatan *Safety Instrumented System* (SIS) dengan *Safety Integrity Level* (SIL) 2 sesuai IEC 61511 [16], [17]. Arsitekturnya terdiri dari empat elemen independen: *Automatic Tank Gauging* (ATG) berbasis radar untuk monitoring level *real-time*, *Independent Level Alarm High-High* (LAHH) dengan sensor yang secara mekanis dan elektronis terpisah dari ATG, *motorized inlet valve* yang menutup otomatis ketika LAHH aktif tanpa membutuhkan intervensi operator, dan pipa *overflow* yang mengarahkan kelebihan produk ke *bunded area*. Keempat elemen ini dirancang agar kegagalan pada satu elemen tidak berdampak pada elemen berikutnya, prinsip yang tidak diterapkan di Plumpang.

Lapisan ketiga berupa verifikasi berbasis *consequence modeling*. Sesuai Permen ESDM No. 18/2018 dan API RP 752:2009, *Individual Risk* (IR) pada batas properti FT Cirebon harus dibuktikan berada di bawah ambang yang diterima secara internasional, yakni 1×10^{-6} per tahun, melalui analisis kuantitatif menggunakan perangkat lunak seperti PHAST atau SAFETI [18], [19] mengacu pada pedoman [20]. *Consequence modeling* ini bukan sekadar pemenuhan prosedur, melainkan alat untuk memberikan gambaran kuantitatif tentang skenario terburuk dan radius dampaknya, sehingga keputusan mitigasi dapat diprioritaskan berdasarkan bukti numerik, bukan intuisi semata.

Lapisan keempat adalah koordinasi tata ruang dengan Pemerintah Daerah Kabupaten Cirebon. Pembelajaran paling langsung dari Plumpang adalah bahwa rekomendasi teknis tanpa kepastian hukum tata ruang akan mudah terkikis seiring waktu. Koordinasi dengan Dinas PUTR Kabupaten Cirebon diperlukan agar zona di luar batas properti FT, terutama sisi terdekat, diklasifikasikan dalam RTRW sebagai *buffer zone* atau kawasan industri non-hunian, sehingga tidak dapat berkembang menjadi permukiman di masa depan. Mekanisme hukum untuk ini tersedia dalam Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang [21].

Tabel 3. Paket Mitigasi Teknis Berlapis dan Dasar Hukumnya

Lapisan	Tindakan	Spesifikasi Teknis	Dasar Standar
1 – Rekayasa	Fire wall di sisi kritis	RC 200 mm, tinggi 3 m, panjang ≥40 m, FR 2 jam	NFPA 30:2021 §22.4.1.3; ASTM E119
2 – Instrumentasi	Overfill protection berlapis	ATG + LAHH + Auto-shutdown (SIL 2)	API 2350:2012; IEC 61511
3 – Analisis risiko	Consequence modeling	QRA PHAST/SAFETI: IR < 1×10^{-6}/tahun	Permen ESDM 18/2018; API RP 752
4 – Tata ruang	Koordinasi *buffer zone* Pemda	Penetapan zonasi non-hunian di RTRW	UU No. 26 Tahun 2007

E. Perbandingan Profil Risiko: FT Cirebon vs IT Plumpang

Secara umum, kondisi rancangan FT Cirebon menunjukkan profil yang lebih baik dibandingkan kondisi IT Plumpang sebelum insiden 2023. Perbedaan mendasarnya terletak

pada statusnya sebagai rancangan baru, sehingga semua komponen keselamatan dapat diintegrasikan sejak tahap konseptual, bukan ditambahkan belakangan sebagai perbaikan setelah fasilitas beroperasi puluhan tahun.

IT Plumpang tidak memiliki *buffer zone* antara fasilitas aktifnya dan permukiman padat yang menempel langsung pada temboknya, sehingga jarak efektif antara sumber kebakaran (pipa inlet) dan hunian warga praktis nol. Rancangan FT Cirebon dengan jarak 29 m pada sisi terdekat jauh lebih baik dari kondisi itu, meskipun masih 1 meter di bawah ketentuan NFPA 30. Kawasan Winong, Kabupaten Cirebon, saat ini juga masih relatif jarang penduduk dibandingkan Koja, Jakarta Utara, sehingga masih ada ruang untuk menegakkan *buffer zone* sejak awal sebelum muncul tekanan sosial dari warga yang sudah bermukim di sekitarnya.

Pada aspek instrumentasi, kondisi Plumpang sebelum insiden bergantung pada sistem pengukuran tanpa redundansi yang memadai, sehingga gangguan teknis pada pipa inlet dapat berkembang tanpa intervensi otomatis. Rancangan FT Cirebon, dengan paket *overfill protection* berbasis SIL 2 yang dirumuskan dalam penelitian ini, memiliki empat lapis perlindungan yang secara mekanis dan elektronis independen satu sama lain.

Tidak ada rancangan fasilitas BBM yang sepenuhnya bebas risiko. Namun ada perbedaan besar antara risiko yang dikelola dengan baik dan risiko yang dibiarkan menumpuk tanpa penanganan, seperti yang terjadi di Plumpang selama 50 tahun. Perbedaan itulah yang membedakan insiden yang bisa dikendalikan dari bencana yang sulit dicegah.

4. SIMPULAN

Insiden kebakaran IT Pertamina Plumpang 2023 menunjukkan bahwa ketiadaan *buffer zone* antara fasilitas penyimpanan BBM dan permukiman tidak hanya melanggar standar keselamatan, tetapi juga menimbulkan konsekuensi yang tidak dapat diperbaiki, yaitu 33 korban jiwa, ratusan luka berat, ribuan orang kehilangan tempat tinggal, dan kewajiban ganti rugi miliaran rupiah. Tragedi ini perlu menjadi pelajaran dalam setiap perancangan fasilitas serupa.

Rancangan FT Cirebon menghadapi kondisi jarak kritis antara tangki dan batas properti sebesar ±29 m, kurang 1 meter dari persyaratan minimum NFPA 30:2021. Berdasarkan kalkulasi *radiant heat flux*, jarak tersebut belum mengancam *ignition material* bangunan eksternal (heat flux 3,2 kW/m² < ambang 4,7 kW/m²), tetapi masih berisiko bagi manusia tanpa *shelter* (> 1,6 kW/m²). Dengan demikian, mitigasi teknis menjadi keharusan, bukan sekadar pilihan. Tindak lanjut serupa juga perlu diberikan pada dua defisit jarak lain yang teridentifikasi, yaitu filling shed ke batas properti dan tangki ke genset (masing-masing defisit 3,3 m terhadap standar 15 m), melalui penambahan blast wall pada genset dan sistem vapor barrier/water spray pada filling shed sebelum rancangan memasuki tahap FEED.

Paket mitigasi berlapis yang dirumuskan, yaitu *fire wall* sesuai NFPA 30 §22.4.1.3, sistem *overfill protection* SIL 2 sesuai API 2350 dan IEC 61511, *consequence modeling* berbasis PHAST/SAFETI, serta koordinasi penetapan *buffer zone* dalam RTRW Kabupaten Cirebon, secara bersama-sama menutup celah risiko dari defisit jarak 1 meter sekaligus mencegah terulangnya akar kegagalan sistemik yang terjadi di Plumpang.

Keunggulan terbesar FT Cirebon adalah kesempatan yang tidak dimiliki Plumpang, yaitu merancang keselamatan sejak tahap awal, sebelum permukiman tumbuh dan kepentingan-kepentingan lain terlanjur mengakar di sekitarnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] “Warga Korban Kebakaran Depo Plumpang Desak Pertamina Segera Bayar Ganti Rugi Rp 23,1 Miliar | tempo.co.” Accessed: Oct. 06, 2026. [Online]. Available:

https://www.tempo.co/hukum/warga-korban-kebakaran-depo-plumpang-desak-pertamina-segera-bayar-ganti-rugi-rp-23-1-miliar-9737

[2] "Depo Pertamina Plumpang Dikepung Pemukiman Padat, Temboknya Nempel Rumah Warga." Accessed: Oct. 06, 2026. [Online]. Available: https://money.kompas.com/read/2023/03/04/121138926/depo-pertamina-plumpang-dikepung-pemukiman-padat-temboknya-nempel-rumah-warga?page=all

[3] "Tragedi Pertamina Plumpang Kebakaran: Kronologi, Dampak, dan Pembelajaran." Accessed: Oct. 06, 2026. [Online]. Available: https://www.liputan6.com/hot/read/5710780/tragedi-pertamina-plumpang-kebakaran-kronologi-dampak-dan-pembelajaran

[4] "Kebakaran Depo BBM Plumpang: Penyebab dan Akibatnya." Accessed: Oct. 06, 2026. [Online]. Available: https://finance.detik.com/energi/d-6603599/kebakaran-depo-bbm-plumpang-penyebab-dan-akibatnya

[5] "Kebakaran Depo Pertamina Plumpang dan Rapuhnya Proteksi Obyek Vital Nasional." Accessed: Oct. 06, 2026. [Online]. Available: https://money.kompas.com/read/2023/03/06/060000826/kebakaran-depo-pertamina-plumpang-dan-rapuhnya-proteksi-obyek-vital-nasional

[6] "NFPA 30 Flammable and Combustible Liquids Code 2000 Edition", Accessed: Oct. 06, 2026. [Online]. Available: www.nfpa.org,

[7] "API Standard 650 (2020) Welded Tanks for Oil Storage, 13th Edition. American Petroleum Institute (API). - References - Scientific Research Publishing." Accessed: Oct. 06, 2026. [Online]. Available: https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=4328203

[8] "ESDM: Depo Plumpang Pertamina Simpan 20 Persen BBM Nasional." Accessed: Oct. 06, 2026. [Online]. Available: https://ekonomi.bisnis.com/read/20230309/44/1635834/esdm-depo-plumpang-pertamina-simpan-20-persen-bbm-nasional

[9] "Ini Kapasitas Depo Pertamina Plumpang yang Terbakar, Sempat Diganjar Penghargaan Internasional." Accessed: Oct. 06, 2026. [Online]. Available: https://databoks.katadata.co.id/energi/statistik/6b2bfcdf6bba7d3/ini-kapasitas-depo-pertamina-plumpang-yang-terbakar-sempat-diganjar-penghargaan-internasional

[10] "8 Fakta Kebakaran Depo Plumpang: Kronologi hingga Kebutuhan Korban." Accessed: Oct. 06, 2026. [Online]. Available: https://news.detik.com/berita/d-6600281/8-fakta-kebakaran-depo-plumpang-kronologi-hingga-kebutuhan-korban

[11] "Bos Pertamina Bongkar Penyebab Kebakaran Depo Plumpang: Bukan dari Tangki BBM." Accessed: Oct. 06, 2026. [Online]. Available: https://www.liputan6.com/bisnis/read/5233210/bos-pertamina-bongkar-penyebab-kebakaran-depo-plumpang-bukan-dari-tangki-bbm

[12] "Pertamina Ungkap Awal Munculnya Api Penyebab Kebakaran Depo Plumpang - Energi Katadata.co.id." Accessed: Oct. 06, 2026. [Online]. Available: https://katadata.co.id/berita/energi/6412ba55bbaa2/pertamina-ungkap-awal-munculnya-api-penyebab-kebakaran-depo-plumpang

[13] "Warga Plumpang Tuntut Depo Pertamina Plumpang Pindah, Berikut Fakta Legalitas Tanah Permukiman Warga - Surabaya Network." Accessed: Oct. 06, 2026. [Online]. Available: https://surabaya.jatimnetwork.com/nasional/527858714/warga-plumpang-tuntut-depo-pertamina-plumpang-pindah-berikut-fakta-legalitas-tanah-permukiman-warga

[14] M. J. Hurley *et al.*, "SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5th edition," *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Fifth Edition*, pp. 1–3493, Jan. 2016, doi: 10.1007/978-1-4939-2565-0.

[15] "ASTM E119 − 20: Standard Test Methods for Fire Tests of Building Construction and Materials : American Society for Testing and Materials : Free Download, Borrow, and Streaming : Internet Archive." Accessed: Oct. 06, 2026. [Online]. Available: https://archive.org/details/gov.law.astm.E0119.20

[16] "International Electrotechnical Commission, IEC 61511: Functional Safety – Safety Instrumented Systems for the Process Industry Sector," 2016, Accessed: Oct. 06, 2026. [Online]. Available: www.iec.ch

[17] R. - Emerson, “American Petroleum Institute, API 2350: Overfill Protection for Storage Tanks in Petroleum Facilities 2350, 5th Ed.”, Accessed: Oct. 06, 2026. [Online]. Available: www.api.org
[18] “Permen ESDM No. 18 Tahun 2018 tentang Pemeriksaan Keselamatan Instalasi Dan Peralatan Pada Kegiatan Usaha Minyak Dan Gas Bumi - JDIH BPK.” Accessed: Oct. 06, 2026. [Online]. Available: https://peraturan.bpk.go.id/Details/142609/permen-esdm-no-18-tahun-2018
[19] “Undang-undang Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang.” Accessed: Oct. 06, 2026. [Online]. Available: https://jdihn.go.id/doc/1325641
[20] “CCPS (2000) Guideline for Chemical Process Quantitative Risk Analysis. 2nd Edition, Center for Chemical Process Safety, New York. - References - Scientific Research Publishing.” Accessed: Oct. 06, 2026. [Online]. Available: https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1476143
[21] “API - RP 752 - Management of Hazards Associated with Location of Process Plant Permanent Buildings | GlobalSpec.” Accessed: Oct. 06, 2026. [Online]. Available: https://standards.globalspec.com/std/14654648/rp-752

Daftar Simbol

q	=	Fluks radiasi panas (*radiant heat flux*), kW/m²
F	=	Faktor geometri radiasi, tanpa dimensi
η	=	Efisiensi pembakaran, tanpa dimensi
$\dot{m}$	=	Laju pembakaran massa, kg/m²·s
ΔH_c	=	Panas pembakaran (*heat of combustion*), kJ/kg
r	=	Jarak dari pusat api, m
D	=	Diameter tangki, m
H	=	Tinggi tangki, m
$f'c$	=	Mutu tekan beton, MPa
IR	=	*Individual Risk* (risiko individu), per tahun