

***Fire Risk Assessment* pada Pabrik Beton Pracetak di Jawa Timur**

Niko Hasby^{1*}, Moch. Luqman Ashari² dan Mades Darul Khairansyah³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

E-mail: ashari.luqman@ppns.ac.id

Abstrak

Penilaian risiko kebakaran merupakan langkah krusial dalam upaya pencegahan dan pengendalian potensi kebakaran, khususnya pada lingkungan industri yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi seperti pabrik beton pracetak. Pabrik ini memanfaatkan berbagai alat berat serta menggunakan bahan mudah terbakar seperti batu bara, dan solar, yang meningkatkan potensi terjadinya kebakaran. Untuk mengidentifikasi dan menilai risiko secara sistematis, digunakan metode *Fire Risk Assessment* (FRA) secara kualitatif dengan mengacu pada standar NFPA 551 tahun 2022 dan formulir checklist dari David Yung (2008). Penilaian dilakukan terhadap sepuluh area kritis di pabrik, meliputi penyimpanan batu bara, shelter produksi, tangki timbun solar, boiler, workshop, gudang, dan kantor. Masing-masing area dianalisis berdasarkan probabilitas kejadian dan tingkat keparahan dampaknya. Hasil penilaian menunjukkan bahwa sebelum dilakukan pengendalian tambahan, beberapa area seperti penyimpanan batu bara dan Shelter 1 memiliki tingkat risiko *High*. Setelah penerapan proteksi aktif seperti APAR dan sistem hydrant, risiko pada seluruh area berhasil ditekan menjadi *Moderate* hingga *Low*. Temuan ini menunjukkan bahwa implementasi sistem proteksi kebakaran yang tepat dapat secara signifikan menurunkan tingkat risiko dan meningkatkan keselamatan operasional di industri pracetak beton.

Kata Kunci: *Fire Risk Assessment*, proteksi kebakaran, beton pracetak, NFPA 551, risiko kebakaran.

Abstract

Fire risk assessment is a crucial step in preventing and controlling potential fires, especially in industrial environments with high levels of complexity such as precast concrete factories. This factory utilizes various heavy equipment and uses flammable materials such as coal and diesel, which increases the potential for fire. To systematically identify and assess risks, a qualitative Fire Risk Assessment (FRA) method is used with reference to the NFPA 551 standard in 2022 and a checklist form from David Yung (2008). The assessment was carried out on ten critical areas in the factory, including coal storage, production shelter, diesel storage tank, boiler, workshop, warehouse, and office. Each area was analyzed based on the probability of occurrence and the severity of its impact. The assessment results showed that before additional controls were carried out, several areas such as coal storage and Shelter 1 had a High risk level. After the implementation of active protection such as APAR and hydrant systems, the risk in all areas was successfully reduced to Moderate to Low. These findings indicate that the implementation of an appropriate fire protection system can significantly reduce risk levels and improve operational safety in the precast concrete industry.

Keywords: *Fire Risk Assessment, fire protection, precast concrete, NFPA 551, fire risk.*

1. PENDAHULUAN

Industri beton pracetak merupakan salah satu sektor penting dalam mendukung percepatan pembangunan infrastruktur di Indonesia. Dalam proses produksinya, industri ini melibatkan berbagai fasilitas dan peralatan berat seperti batching plant, portal gantry, overhead crane, mobile crane, wheel loader, chaging, serta boiler. Proses produksi juga mencakup penggunaan berbagai bahan mudah terbakar seperti oksigen, solar, minyak cetak, dan penyimpanan material seperti batu bara dan limbah B3. Dengan kompleksitas aktivitas produksi yang tinggi serta keterlibatan bahan berpotensi bahaya, risiko kebakaran menjadi salah satu ancaman signifikan yang perlu mendapatkan perhatian serius.

Kebakaran merupakan reaksi kimia berupa oksidasi cepat antara bahan bakar dengan oksigen yang menghasilkan panas, cahaya, dan reaksi berantai. Jika tidak ditangani dengan cepat dan tepat, kebakaran dapat menimbulkan kerugian besar, baik dari sisi material, finansial, maupun korban jiwa. Berdasarkan UU No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja dan Permen PUPR No. 26 Tahun 2008, setiap perusahaan wajib memiliki sistem proteksi kebakaran yang memadai guna mengurangi dan mencegah bahaya kebakaran.

Pabrik pracetak beton dengan luas area mencapai 49.453 m² dan aktivitas produksi yang terbagi menjadi proses putar dan non-putar memiliki risiko kebakaran tinggi, terutama karena penggunaan alat berat dan keberadaan bahan mudah terbakar. Kasus kebakaran di area penyimpanan batu bara pada tahun 2024 menjadi bukti nyata akan pentingnya sistem proteksi kebakaran aktif yang memadai. Saat ini, perusahaan hanya mengandalkan Alat Pemadam Api Ringan (APAR), yang secara jumlah maupun kapabilitas belum mampu mencakup seluruh potensi kebakaran yang ada di area produksi.

Pabrik ini memiliki luasan yang cukup besar, maka salah satu alat proteksi kebakaran yang penting untuk memadamkan api berskala besar adalah sistem *hydrant*. Sistem *hydrant* merupakan perlindungan kebakaran yang terhubung dengan sumber air bertekanan, dan digunakan untuk memadamkan api tanpa menimbulkan kekhawatiran akan kekurangan pasokan air (Malik et al., 2024). Untuk mengidentifikasi dan mengendalikan risiko kebakaran secara lebih sistematis, maka diperlukan penilaian risiko kebakaran secara menyeluruh. Penilaian risiko kebakaran diperlukan untuk mengontrol risiko kebakaran dan meningkatkan kemampuan untuk mencegah terjadinya kebakaran, serta untuk meningkatkan kemampuan proteksi kebakaran pada bangunan (Wang et al., 2021). Dalam penelitian ini, metode *Fire Risk Assessment* (FRA) digunakan dengan pendekatan *checklist* kualitatif mengacu pada NFPA 551. Metode ini digunakan untuk menilai karakteristik risiko yang berkaitan dengan potensi skenario kebakaran, kemungkinan terjadinya, serta dampak yang dapat ditimbulkan. Evaluasi dilakukan dengan melibatkan *expert judgement* guna memastikan validitas dan ketepatan hasil penilaian. Hasil dari penilaian ini diharapkan mampu memberikan rekomendasi pengendalian yang tepat sesuai dengan tingkat risiko, sekaligus memperkuat komitmen perusahaan terhadap keselamatan dan kesehatan kerja di sektor industri pracetak beton.

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini bersifat kualitatif dan mengacu pada standar NFPA 551. Metode ini bertujuan untuk menganalisis kemungkinan terjadinya (*likelihood*) dan dampak yang ditimbulkan (*consequence*) dari suatu skenario kebakaran secara kualitatif. Hasil dari metode ini disajikan dalam bentuk tabulasi yang memuat berbagai skenario kebakaran beserta pengaruh dari implementasi sistem proteksi tambahan. Selain itu, metode ini juga menghasilkan matriks risiko yang mengacu pada standar atau pedoman yang digunakan oleh perusahaan tempat penelitian dilakukan.

Dalam proses identifikasi bahaya, digunakan *checklist* yang bersumber dari buku *Principles of Fire Risk Assessment in Buildings* karya David Yung. *Checklist* ini digunakan untuk menilai potensi bahaya kebakaran yang mungkin terjadi pada item-item tertentu, termasuk frekuensi kejadiannya dan tingkat konsekuensi yang ditimbulkan. Untuk meningkatkan keakuratan dan validitas hasil, proses penilaian ini melibatkan *expert judgement* dari pihak internal perusahaan.

Sebagai ilustrasi, dalam buku David Yung (2008) tersebut disajikan contoh tabel kualitatif di mana simbol *P* merepresentasikan tingkat probabilitas terjadinya kebakaran dan *C* menunjukkan tingkat konsekuensinya. Dalam contoh tersebut, hanya pengendalian berupa larangan merokok di ruang tinggal (*no smoking material in living room*) yang berpengaruh terhadap nilai probabilitas. Sementara itu, pengendalian lain seperti pemasangan *sprinkler* dan pelatihan evakuasi lebih berdampak pada penurunan konsekuensi apabila kebakaran terjadi.

Tabel 2. 1 Checklist FRA Kualitatif

No	Fire Hazard	Existing Fire Protection	Inherent Fire Risk			Additional Fire Protection	Residual Fire Risk		
			P	C	R		P	C	C
1	Fire in Living room	Smoke Alarms	Unlikely	Critical	Moderate	No smoking material in living room	Extremely	Critical	low
2	Fire in Living room	Smoke Alarms	Unlikely	Critical	Moderate	Sprinkler	Unlikely	Marginal	Low

3	<i>Fire in Living room</i>	<i>Smoke Alarms</i>	<i>Unlikely</i>	<i>Critical</i>	<i>Moderate</i>	<i>Evacuation drills</i>	<i>Unlikely</i>	<i>Marginal</i>	<i>Low</i>
---	----------------------------	---------------------	-----------------	-----------------	-----------------	--------------------------	-----------------	-----------------	------------

Selain menggunakan checklist FRA secara kualitatif, penilaian risiko kebakaran dalam penelitian ini juga mengacu pada risk matriks yang ditunjukkan pada Tabel 2.1. Risk matriks ini digunakan sebagai dasar untuk menilai tingkat risiko kebakaran di perusahaan. Penilaian dilakukan dengan menggabungkan dua komponen utama, yaitu tingkat kemungkinan terjadinya kebakaran (*probability*) dan tingkat dampak yang ditimbulkan (*consequence*).

Tabel 2. 2 Risk Matrix Fire Risk Assessment

<i>Frequent</i>	<i>Moderate</i>	<i>High</i>	<i>High</i>	<i>High</i>
<i>Probable</i>	<i>Moderate</i>	<i>Moderate</i>	<i>High</i>	<i>High</i>
<i>Occasional</i>	<i>Low</i>	<i>Moderate</i>	<i>Moderate</i>	<i>High</i>
<i>Remote</i>	<i>Low</i>	<i>Low</i>	<i>Moderate</i>	<i>High</i>
<i>Improbable</i>	<i>Low</i>	<i>Low</i>	<i>Low</i>	<i>Moderate</i>
	<i>Negligible</i>	<i>Marginal</i>	<i>Critical</i>	<i>Catastrophic</i>

(Sumber: NFPA 551,2022)

Tabel 2. 3 Probability Level

<i>Probability</i>	<i>Description</i>
<i>Frequent (5)</i>	Kemungkinan besar akan sering terjadi, dialami ($p > 0,1$)
<i>Probable (4)</i>	Akan terjadi beberapa kali selama masa pakai sistem ($p > 0,001$)
<i>Occasional (3)</i>	Tidak mungkin terjadi dalam operasi sistem tertentu ($p > 10^{-6}$)
<i>Remote (2)</i>	Sangat tidak mungkin, dapat diasumsikan bahaya ini tidak akan dialami ($p < 10^{-6}$)
<i>Improbable (1)</i>	Probabilitas kejadian tidak dapat dibedakan dari nol ($p \sim 0,0$)

(Sumber: NFPA 551,2022)

Tabel 2. 4 Severity Level

<i>Severity</i>	<i>Impact</i>
<i>Negligible (1)</i>	Dampak kerugian akan sangat kecil sehingga tidak akan berdampak pada fasilitas, operasi, atau lingkungan
<i>Marginal (2)</i>	Kerugian akan berdampak pada fasilitas, yang mungkin harus menanggukkan beberapa operasi secara singkat. Beberapa investasi moneter mungkin diperlukan untuk mengembalikan fasilitas ke operasi penuh. Cidera pribadi ringan mungkin terjadi. Kebakaran dapat menyebabkan kerusakan lingkungan setempat
<i>Critical (3)</i>	Kerugian akan berdampak tinggi pada fasilitas, yang mungkin harus menghentikan operasi. Investasi moneter yang signifikan mungkin diperlukan untuk mengembalikan ke operasi penuh. Cedera pribadi dan kemungkinan kematian dapat terjadi. Kebakaran dapat menyebabkan kerusakan lingkungan yang signifikan dan dapat dipulihkan
<i>Catastrophic (4)</i>	Kebakaran akan menyebabkan kematian atau beberapa kematian atau cedera, atau dampaknya terhadap operasi akan menjadi bencana, yang mengakibatkan penutupan jangka panjang atau permanen. Fasilitas akan berhenti beroperasi segera setelah kebakaran terjadi. Kebakaran dapat menyebabkan kerusakan lingkungan yang signifikan dan tidak dapat dipulihkan

(Sumber: NFPA 551,2022)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penilaian risiko dalam *Fire Risk Assessment* pada pabrik beton pracetak dilakukan dengan mengacu pada parameter probabilitas, tingkat keparahan, dan matriks risiko sesuai pedoman NFPA 551 tahun 2022. Formulir *checklist* yang digunakan dalam penilaian ini merujuk pada format FRA dari David Yung (2008), khususnya pada Tabel 3.1. Penentuan nilai keparahan, probabilitas, dan tingkat risiko didasarkan pada asumsi kondisi aktual di setiap area dalam pabrik, yang telah divalidasi melalui penilaian oleh tenaga ahli. Hasil penilaian *checklist* untuk area-area di pabrik pracetak ditampilkan dalam Tabel 3.1, yang telah dimodifikasi dengan penambahan kolom area guna mempermudah identifikasi dan klasifikasi bahaya pada tiap-tiap lokasi di lingkungan pabrik.

Tabel 3 1 FRA Pabrik Beton Pracetak

No	Area	Fire Hazard	Existing Fire Protection	Inherent Fire Risk			Additional Fire Protection	Residual Fire Risk		
				Probability	Severty	Risk		Probability	Severity	Risk
1	Penyimpanan Batu Bara	Kebakaran spontan batu bara	Tidak Ada	Probable	Critical	High	APAR	Probable	Marginal	Moderate
2	Shelter 1	Korsleting pada Batching Plant	APAR	Remote	Critical	Moderate	APAR + Hidran	Remote	Marginal	Low
		Percikan api Chaging		Probable	Critical	High		Probable	Marginal	Moderate

3	Shelter 2	Korsleting alat Spining	APAR	Remote	Critical	Moderate	APAR + Hidran	Remote	Marginal	Low
		Flame Cutting pada finishing		Probable	Critical	High		Probable	Marginal	Moderate
4	Shelter 3	Pengelasan	APAR	Occasional	Marginal	Moderate	APAR + Hidran	Occasional	Negligible	Low
		Gerinda		Occasional	Marginal	Moderate		Occasional	Negligible	Low
5	Shelter 4	Korsleting pada Batching plant	APAR	Remote	Critical	Moderate	APAR + Hidran	Remote	Marginal	Low
		Pengelasan		Occasional	Critical	Moderate		Occasional	Negligible	Low
		Gerinda		Occasional	Critical	Moderate		Occasional	Negligible	Low
6	Tangki Timbun Solar	Tumpahan Solar	Tidak Ada	Occasional	Marginal	Moderate	APAR + Hidran	Occasional	Negligible	Low
7	Boiler	Ledakan akibat tekanan panas terlalu tinggi	APAR	Occasional	Critical	Moderate	APAR + Hidran	Occasional	Marginal	Low
		Tumpahan minyak		Remote	Critical	Moderate		Remote	Marginal	Low
		Korsleting		Remote	Critical	Moderate		Remote	Marginal	Low
8	Gudang	Tumpahan cat	APAR	Remote	Critical	Moderate	APAR + Hidran	Remote	Marginal	Low
		Kebocoran gas asetilin		Occasional	Critical	Moderate		Occasional	Marginal	Moderate
		Korsleting		Remote	Critical	Moderate		Remote	Marginal	Low
9	Workshop	Pengelasan	APAR	Occasional	Marginal	Moderate	APAR + Hidran	Occasional	Negligible	Low
		Tumpahan Minyak/oli		Occasional	Marginal	Moderate		Remote	Negligible	Low
		Gerinda		Occasional	Marginal	Moderate		Occasional	Negligible	Low
10	Kantor	Korsleting	APAR	Remote	Marginal	Low	APAR + Hidran	Remote	Negligible	Low

Tabel 3.1 menyajikan hasil *Fire Risk Assessment* di berbagai area pabrik pracetak beton, yang menilai risiko kebakaran berdasarkan kombinasi antara probabilitas dan tingkat keparahan, baik sebelum maupun setelah penerapan sistem proteksi kebakaran. Area dengan tingkat risiko inheren tertinggi terdapat di penyimpanan batu bara dan Shelter 1, yang disebabkan oleh potensi kebakaran spontan serta aktivitas *batching* dan *chaging* yang melibatkan bahan mudah terbakar dan sumber panas. Shelter 2 juga memiliki satu skenario dengan tingkat risiko *High* akibat aktivitas *flame cutting* dan *finishing*, sementara aktivitas lainnya di Shelter 2 tergolong *moderate*. Shelter 3 dan Shelter 4 memiliki risiko *moderate* karena aktivitas pengelasan, *grinding*, dan korsleting dari peralatan listrik. Area lain seperti tangki timbun solar, boiler, gudang, workshop, dan kantor menunjukkan tingkat risiko *moderate* hingga *low* tergantung pada

potensi bahaya yang ada di masing-masing area. Setelah penambahan sistem proteksi aktif seperti APAR dan hydrant, seluruh area menunjukkan penurunan risiko signifikan menjadi *moderate* bahkan *low*, yang mencerminkan efektivitas sistem proteksi kebakaran dalam mengendalikan potensi bahaya serta mendukung upaya peningkatan keselamatan kerja di lingkungan pabrik pracetak beton.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penilaian risiko kebakaran menggunakan metode *Fire Risk Assessment* (FRA) kualitatif, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar area di pabrik beton pracetak memiliki potensi bahaya kebakaran yang bervariasi, mulai dari tingkat *low* hingga *high*. Area dengan risiko inheren tertinggi berada di penyimpanan batu bara, Shelter 1 dan Shelter 2 sedangkan area lainnya menunjukkan risiko *moderate*. serta area kantor menunjukkan risiko *low*. Implementasi sistem proteksi aktif berupa APAR dan hydrant terbukti efektif dalam menurunkan tingkat risiko di seluruh area menjadi *moderate* hingga *low*. Penelitian ini menekankan pentingnya evaluasi berkala terhadap sistem proteksi kebakaran dan perlunya integrasi sistem pencegahan serta pengendalian risiko untuk mendukung terciptanya lingkungan kerja yang aman di sektor industri pracetak beton.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan penelitian ini terutama kepada pihak departemen HSE yang bersedia meluangkan waktunya demi membantu peneliti mendapatkan data penelitian, yang akhirnya dapat dianalisis dan diberikan rekomendasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambar Winarti, Romadhani Tri Purnomo, Esri Rusminingsih³, Marwanti, Marwanti, Cori Elsera, Supardi, Ratna Agustiningrum (2022). Simulasi Penanggulangan Kebakaran Dengan Alat Sederhana Pada Siswa Siswi Mi Muhammadiyah Kalikotes Klaten. *J-ABDI*
- Djafar, A., Deliasgarin Radhyantho, K., Gunawan, G., Haliq, R., Syarifudin, F. H., & Sinaga, E. (2024). Perancangan APAR dan Hidran Halaman pada Gedung Laboratorium. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(2), 8771–8782.
- Hurley, M. J. (2016). *SFPE Handbook fo Fire Protection Engineering*. London: Springer New York Heidelberg Dordrecht London.
- Kementrian Tenaga Kerja. (1999). keputusan menteri tenaga kerja No:KEP.186/MEN/1999. *Kepmenaker RI No. 186 Tahun 1999*, 1(4), 1–15.
- Kodur, V., Kumar, P., & Rafi, M. M. (2020). Fire hazard in buildings: review, assessment and strategies for improving fire safety. *PSU Research Review*, 4(1), 1–23. <https://doi.org/10.1108/PRR-12-2018-0033>
- Mahendra, D. O., Hakam, M., Ashari, M. L., 2022. Penilaian Risiko Kebakaran dan Evaluasi Alat Pemadam Api Ringan serta Hidran di Gedung Terminal Bandara Abdulrachman Saleh. In : Program Studi D4 Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, 6th Proceeding Conference On Safety Engineering and It's Application, Surabaya, Indonesia. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Malik, A., Bintang Mahesa, A., Mahanani, B., Nanda Permana, A., & Ayu Safitri, D. (2024). *Perancangan Sistem Hydrant Menurut Standart NFPA 14 Dan 20 Pada Gudang PT. Indaco Warna Dunia*. 2(2), 171–180. <https://doi.org/10.61132/konstruksi.v2i2.262>
- Nasution, F., Syahfira, A., Kholijah, S., & Syahputra, A. (2021). *Evaluasi Standar Peletakan Alat Pemadam Api Ringan (APAR) di Kantor BPBD Provinsi Sumatera Utara*. 1(2), 53–59.
- NFPA 551. (2022). Guide for the Evaluation of Fire Risk Assessments 2022 Edition. www.nfpa.org.
- Permen PUPR No.26. (2008). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 26/PRT/M/2008 Tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan*.
- Ramli, S. (2010). *Pedoman praktis manajemen bencana Vol.3*. Jakarta: Dian Rakyat.

- Skjong, R., & Wentworth, B. H. (2001). Expert judgment and risk perception. *Proceedings of the International Offshore and Polar Engineering Conference*, 4(October 2011), 537–544.
- Undang-Undang No.1 Tahun 1970. Tentang Keselamatan Kerja. 1–7.
- Wang, Y., Hou, L., Li, M., & Zheng, R. (2021). A novel fire risk assessment approach for large-scale commercial and high-rise buildings based on fuzzy analytic hierarchy process (Fahp) and coupling revision. *International Journal of Environmental Research a*
- Yung, D., (2008). Principles of Fire Risk Assessment in Buildings. In Principles of Fire Risk Assessment in Buildings.
<https://doi.org/10.1002/9780470714065>