

## Fire Risk Assesment pada Ruang Trafo Perusahaan Baja di Jawa Timur

Fiqih Kurniasandy<sup>1</sup>, Moch. Luqman Ashari<sup>2\*</sup> dan Mades Darul Khairansyah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik  
Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

\*E-mail: [ashari.luqman@ppns.ac.id](mailto:ashari.luqman@ppns.ac.id)

### Abstrak

Abstrak—Perusahaan baja di Jawa Timur, seperti halnya di daerah lain, sangat mengandalkan trafo untuk mendukung produksi dan distribusi listrik yang diperlukan untuk mengoperasikan berbagai fasilitas produksi dan mesin. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengukur risiko kebakaran di ruang trafo. Penelitian ini menilai bahaya kebakaran berdasarkan standar NFPA 551 tahun 2022 menggunakan metode kualitatif yang disesuaikan dengan kondisi lapangan dan divalidasi oleh penilaian ahli. Hasil fire risk assessment menunjukkan bahwa pada ruang trafo memiliki 43% risiko tinggi dan 57% risiko sedang, dengan penentuan probabilitas dan tingkat keparahan diperoleh melalui diskusi tatap muka dengan penilaian ahli. Dari penilaian risiko kebakaran tersebut, rekomendasi yang dapat diterapkan adalah perencanaan instalasi proteksi kebakaran aktif yang sesuai dengan kondisi di ruang Trafo, yaitu Fire suppression system dengan media FM-200.

**Kata Kunci:** Analisis Resiko Kebakaran, Kebakaran, Analisis Kebakaran, K3, Trafo, FM-200

### Abstract

*Abstract Steel companies in East Java, as in other areas, rely heavily on transformers to support the production and distribution of electricity needed to operate various production facilities and machinery. The main objective of this research is to measure the risk of fire in the transformer room. This research assesses fire hazards based on the 2022 NFPA 551 standard using qualitative methods adapted to field conditions and validated by expert assessments. The results of the fire risk assessment show that the transformer room has 43% high risk and 57% moderate risk, with determination of probability and severity obtained through face-to-face discussions with expert assessment. From the fire risk assessment, the recommendation that can be implemented is planning an active fire protection installation that is appropriate to the conditions in the transformer room, namely a fire suppression system with FM-200 media.*

**Keywords:** Fire Risk Assesment, Fire Incident, Fire Analysis, Occupational Health and Safety (OHS), Transformer, FM-200

## 1. PENDAHULUAN

Perusahaan baja di Jawa Timur, seperti di daerah lain, sangat bergantung pada transformator untuk mendukung produksi dan distribusi listrik yang diperlukan dalam mengoperasikan berbagai fasilitas produksi dan mesin. Transformator ini merupakan komponen penting dari infrastruktur perusahaan, dan setiap kegagalan atau kebakaran di dalamnya dapat berdampak signifikan terhadap kelangsungan bisnis, keselamatan karyawan, dan aset perusahaan. Pada salah satu trafo milik perusahaan pernah mengalami kebakaran yang menyebabkan kerusakan parah. Selain kerugian ekonomi, kebakaran ini juga membahayakan keselamatan pekerja dan masyarakat sekitar. Insiden ini menggarisbawahi pentingnya tindakan proteksi kebakaran untuk mencegah bahaya kebakaran di lingkungan transformator.

Perusahaan baja di Jawa Timur meminta peneliti untuk melakukan analisis risiko kebakaran dan merancang sistem proteksi kebakaran lokal untuk ruang trafo. Permintaan ini mencerminkan komitmen perusahaan terhadap keselamatan, kelangsungan operasional, dan perlindungan aset. Berdasarkan Keputusan Menteri Ketenagakerjaan Nomor KEP.186/MEN/1999 tentang Unit Pemadam Kebakaran di Tempat Kerja, Pasal 2 ayat (1), pengelola atau pengusaha wajib melakukan pencegahan, pengurangan, dan pemadaman kebakaran. Hal ini penting mengingat potensi bahaya di lingkungan kerja dan keberadaan pekerja yang membutuhkan perlindungan.

Oleh karena itu, untuk memitigasi potensi terjadinya kebakaran, bangunan harus dilengkapi dengan sistem proteksi kebakaran aktif yang memadai.

Kebakaran pada sistem kelistrikan sering kali memiliki dampak signifikan terhadap bisnis. Kebakaran trafo dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti beban berlebih, kualitas oli yang buruk, suhu tinggi, peralatan listrik yang rusak, perawatan yang tidak memadai, kegagalan sistem keselamatan, dan kesalahan manusia selama pemeliharaan. Kebakaran bisa terjadi akibat korsleting listrik, ledakan tangki bahan bakar, dan berbagai penyebab lainnya. Kebakaran adalah salah satu faktor umum yang sering menyebabkan bencana (Perdana, Adiando and Khairunsyah, 2018).

Penelitian ini menggunakan Fire Risk Assessment (FRA) berdasarkan NFPA 551 Tahun 2022 untuk mengevaluasi risiko dan memberikan rekomendasi sistem proteksi kebakaran yang cocok. Hasil awal menunjukkan bahwa sistem proteksi kebakaran FM-200 bisa menjadi solusi yang tepat. Hasil identifikasi awal menunjukkan bahwa pengenalan sistem proteksi kebakaran FM-200 yang komprehensif dapat direkomendasikan kepada perusahaan sebagai sistem pencegahan kebakaran aktif yang efektif untuk melindungi ruang dalam ruangan.

Studi oleh (Uyun, Ashari and Adiando, 2018) menyimpulkan bahwa Fire Risk Assessment menunjukkan ruang panel ECSL berada pada tingkat risiko bahaya yang tinggi. Selain itu, Maulana et al. (2024) menemukan bahwa Fire Risk Assessment mengidentifikasi potensi bahaya di ruangan yang diamati, seperti korsleting listrik, dan bahwa menambahkan sistem proteksi kebakaran tidak akan mengurangi kemungkinan terjadinya korsleting listrik; dengan demikian, tingkat kemungkinannya tetap sangat kecil bahkan setelah penerapan sistem proteksi kebakaran. Penelitian ini berbeda karena menggunakan pendekatan dengan buku "SFPE Guide to Fire Risk Assessment, The Society of Fire Protection Engineers Series, 2023," serta melalui wawancara dengan expert judgement dan mengacu pada peraturan (National Fire Protection Association [NFPA] 70E, 2018) untuk mengidentifikasi potensi bahaya pada ruang trafo.

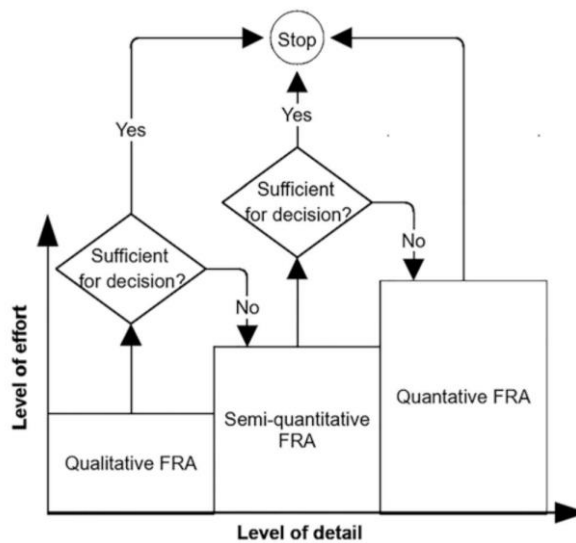
Meskipun kesadaran global tentang pentingnya mengidentifikasi aset-aset yang berisiko dan mengembangkan alat penilaian risiko kebakaran serta strategi mitigasi yang lebih efektif dan hemat biaya telah meningkat, dampak mematikan dari kebakaran tetap menjadi kekhawatiran yang signifikan. Oleh karena itu, aspek-aspek ini harus mendapat perhatian khusus ketika membahas masalah keselamatan kebakaran (Ferreira, 2022). Penelitian ini diharapkan dapat mencegah kebakaran yang lebih besar dan memudahkan perbaikan dan evakuasi melalui sistem alarm yang cepat dan akurat.

## 2. METODE

Berdasarkan NFPA 551 tahun 2022, Fire Risk Assessment (FRA) adalah proses untuk mengkarakterisasi risiko kebakaran berdasarkan skenario yang diidentifikasi, probabilitas terjadinya, dan potensi bahaya. Dokumen lain mungkin menggunakan istilah yang berbeda seperti Analisis Risiko Kebakaran, Bahaya Kebakaran, Analisis Bahaya, atau Penilaian Analisis Bahaya Kebakaran, namun semuanya mencirikan penilaian risiko kebakaran seperti yang diuraikan dalam panduan ini. FRA dapat berfungsi sebagai alat penting dalam memperhatikan aspek-aspek kritis keselamatan kebakaran dan dapat diterapkan secara luas untuk menangani berbagai masalah terkait keselamatan kebakaran.

### A. Pemilihan metode penilaian resiko

Pemilihan metode penilaian risiko berkaitan dengan tingkat detail setiap skenario yang dijelaskan dan diukur berdasarkan potensi risiko. Secara umum, analisis risiko (yakni aktivitas dalam penilaian di mana risiko dievaluasi) dapat bervariasi dari kualitatif hingga kuantitatif, termasuk pendekatan semikuantitatif. Ini terutama ditentukan oleh tingkat risiko yang dirasakan, yang dapat berubah seiring dengan kemajuan penilaian secara keseluruhan, serta oleh badan pengatur. Dalam praktiknya, jenis evaluasi berbasis risiko dan tingkat rinciannya harus disesuaikan dengan kompleksitas risiko dan kebutuhan pengambil keputusan. Saat memilih jenis analisis, beberapa faktor perlu dipertimbangkan, termasuk informasi yang tersedia, kompleksitas fasilitas atau proses yang dianalisis, potensi penyimpangan dari persyaratan kode dan praktik terbaik, serta tingkat detail yang diperlukan untuk membuat keputusan yang dapat dipertanggungjawabkan tentang toleransi risiko kebakaran.



Gambar 2.1 Iterative selection of the Fire Risk Assessment (FRA) approach

(Sumber : SFPE, 2023)

Kuantifikasi diperlukan untuk mendukung kesimpulan. Selain itu, penilaian risiko dapat dikembangkan dengan kombinasi pendekatan kualitatif dan kuantitatif (pendekatan semikuantitatif) sambil menjaga ketelitian dan analisis yang diperlukan untuk mencapai kesimpulan.

B. Metode Checklist

Checklist adalah metode yang digunakan untuk meninjau hal-hal tertentu dalam rangka mengidentifikasi bahaya, termasuk penyimpangan dari desain, serta frekuensi dan konsekuensi laten kebakaran. Elemen-elemen yang teridentifikasi dibandingkan dengan standar yang sesuai. (Hassanain, Al-Harogi and Ibrahim, 2022) menyatakan bahwa checklist atau daftar periksa adalah metode umum dalam melakukan penilaian risiko. Checklist biasanya dibuat lebih spesifik untuk mempermudah penerapan standar dalam bangunan itu sendiri.

Tabel 2. 1 Contoh Tabel FRA

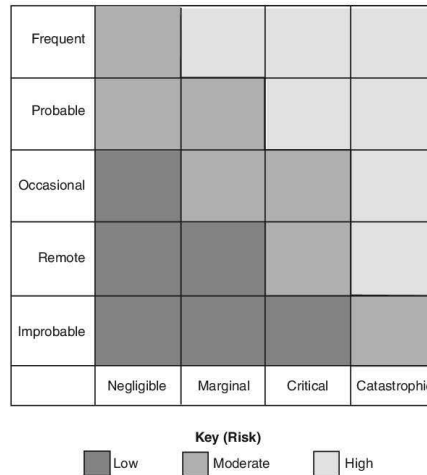
No	Fire Hazard	Existing Fire Protection	Inherent Fire Risk			Additional Fire Protection	Residual Fire Risk		
			P	S	R		P	S	R
1	Fire in living room	Smoke Alarms	Unlikely	Critical	Moderate	No smoking material in living room	Extremely unlikely	Critical	Low
2	Fire in living room	Smoke Alarms	Unlikely	Critical	Moderate	Sprinklers	Unlikely	Marginal	Low

Keterangan: Dalam tabel ini, P adalah probabilitas bahaya kebakaran dan C adalah konsekuensi dari bahaya kebakaran. Hanya pengendalian berupa larangan merokok di ruang tamu yang mempengaruhi nilai probabilitas bahaya kebakaran. Pengendalian lainnya (seperti sprinkler dan latihan evakuasi) mempengaruhi nilai konsekuensi.

Sumber: (Yung, 2008)

C. Risk Matrix

Risk Matrix adalah metode penilaian yang digunakan untuk menentukan nilai risiko dengan mengalikan probabilitas dan keparahan. Gambar 2.2 menunjukkan risk matrix yang digunakan dalam NFPA 551 tahun 2022. Tabel 2.2 menjelaskan probabilitas, sedangkan Tabel 2.3 menjelaskan tingkat keparahan.



Gambar 2. 2 Risk Matrix  
(Sumber: NFPA 551, 2022)

Tabel 2. 2 Probability

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

(Sumber: NFPA 551,2022)

Tabel 2. 3 Severity

Severity	Impact
<i>Negligible</i>	Dampak kerugian akan sangat kecil sehingga tidak mempunyai dampak nyata terhadap fasilitas, operasinya, atau lingkungan.
<i>Marginal</i>	Kerugian ini akan berdampak pada fasilitas tersebut, yang mungkin harus menghentikan sementara beberapa operasinya. Beberapa investasi moneter mungkin diperlukan untuk memulihkan fasilitas agar dapat beroperasi penuh. Cedera ringan mungkin terjadi. Kebakaran dapat menyebabkan kerusakan lingkungan setempat.

Lanjutan Tabel 2. 4 *Severity*

<i>Severity</i>	<i>Impact</i>
<i>Critical</i>	Kerugian ini akan berdampak besar pada fasilitas, yang mungkin harus menghentikan operasinya. Investasi moneter yang signifikan mungkin diperlukan untuk memulihkan operasi penuh. Cedera pribadi dan kemungkinan kematian mungkin terjadi. Kebakaran dapat menyebabkan kerusakan lingkungan yang signifikan dan dapat diperbaiki.
<i>Catastrophic</i>	Kebakaran akan mengakibatkan kematian atau banyak kematian atau cedera, atau dampaknya terhadap operasi akan menjadi bencana, yang mengakibatkan penutupan jangka panjang atau permanen. Fasilitas tersebut akan berhenti beroperasi segera setelah kebakaran terjadi. Kebakaran dapat menyebabkan kerusakan lingkungan yang signifikan dan tidak dapat diperbaiki lagi.

(Sumber: NFPA 551, 2022)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penilaian risiko dalam fire risk assessment ini merujuk pada probabilitas, keparahan, dan risk matrix sesuai dengan NFPA 551 tahun 2022. Formulir checklist fire risk assessment mengacu pada form FRA dari David Yung, 2008 bab 4.3 pada Tabel 4.4 dalam bukunya. Penentuan nilai keparahan, probabilitas, dan risiko dalam fire risk assessment didasarkan pada asumsi kondisi dari setiap area yang telah divalidasi oleh penilaian ahli serta mengacu pada potensi bahaya menurut NFPA 70E. Hasil checklist fire risk assessment untuk ruang trafo dapat dilihat pada Tabel 3.1. Tabel *fire risk assessment* ini dimodifikasi dengan menambahkan kolom area untuk memudahkan pembagian bahaya pada setiap area di ruang trafo.

Tabel 3. 1 FRA Ruang Trafo

No	Area	Fire Hazard	Existing Fire Protection	Inherent Fire Risk			Additional Fire Protection	Residual Fire Risk		
				P	S	R		P	S	R
1	Busbar Area	Maintenance pada saat melakukan uji tahanan resistansi dan pengujian rasio tegangan.	APAR	Probable	Critical	High	Fire suppression system	Occasional	Marginal	Low
		Terkonduksi arus: Arus dan energi terlalu tinggi dapat menyebabkan kebakaran	APAR	Occasional	Critical	Moderate	Fire suppression system	Occasional	Marginal	Low

Lanjutan Tabel 3. 2 FRA Ruang Trafo

		Hubungan arus pendek listrik (Short Circuit)	APAR	Occasional	Critical	Moderate	Fire suppression system	Probable	Marginal	Low
		Bahaya Arc Flash	APAR	Probable	Marginal	Moderate	Fire suppression system	Probable	Marginal	Low
		Bahaya Arc Blash	APAR	Probable	Marginal	Moderate	Fire suppression system	Probable	Marginal	Low
2	Trafo Area	Maintenance pada saat melakukan uji tahanan resitansi dan pengujian rasio tegangan.	APAR	Probable	Critical	High	Fire suppression system	Occasional	Marginal	Low
		Maintenance pada saat purifikasi trafo / pemurnian oil trafo	APAR	Probable	Critical	High	Fire suppression system	Occasional	Marginal	Low

Dari Tabel FRA 3.1, teridentifikasi beberapa potensi bahaya di Area Busbar dan Area Trafo. Kedua area tersebut hanya memiliki proteksi kebakaran aktif berupa APAR. Semua informasi tentang potensi bahaya berasal dari NFPA 70 dan hasil diskusi dengan ahli. Hasil penilaian risiko rata-rata menunjukkan kategori risiko Tinggi dan Sedang. Penentuan probabilitas dan keparahan didapatkan melalui diskusi tatap muka dengan para ahli. Berdasarkan Fire Risk Assessment, rekomendasi yang dapat diterapkan adalah perencanaan instalasi proteksi kebakaran aktif yang sesuai dengan kondisi di ruang Trafo EAF, yaitu sistem proteksi kebakaran terpadu dengan media FM-200.

#### 4. KESIMPULAN (10 pt, bold)

Kesimpulan yang dapat diketahui adalah beberapa potensi bahaya yang terdapat pada Busbar Area dan Trafo Area, untuk kedua area hanya terdapat proteksi kebakaran aktif yaitu APAR, semua informasi potensi bahaya berasal dari NFPA 70E dan hasil diskusi dengan Expert Judgement. Hasil resiko yang dapat diketahui pada ruang trafo adalah 43% High risk dan 57% Moderate Risk, untuk penentuan Probability dan Severity didapat dari hasil wawancara secara tatap muka dengan Expert Judgement. Dari Fire Risk Assessment tersebut rekomendasi yang dapat diterapkan yaitu perencanaan instalasi proteksi kebakaran aktif yang sesuai dengan kondisi di ruang Trafo EAF yaitu *fire suppression system* dengan media FM-200.

#### DAFTAR PUSTAKA

Ferreira, T.M. (2022) 'Fire Risk Assessment and Safety Management in Buildings and Urban Spaces—A New Section of Fire Journal', *Fire*, 5(3). Available at: <https://doi.org/10.3390/fire5030074>.

Hassanain, M.A., Al-Harogi, M. and Ibrahim, A.M. (2022) 'Fire Safety Risk Assessment of Workplace Facilities: A Case Study', *Frontiers in Built Environment*, 8(March), pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/10.3389/fbuil.2022.861662>.

Hurley, Morgan J., 2016. *Sfpe Handbook Of Fire Protection Engineering Fifth Edition*

Keputusan Menteri Negara Pekerjaan Umum Nomor: 10/Kpts/2000., 2000, Tentang Ketentuan Teknis

Pengamanan Terhadap Bahaya Kebakaran Pada Bangunan Gedung Dan Lingkungan

Maulana, F., Ashari, M. L., & Anindita, G., 2024. Fire Risk Assessment Dan Perencanaan Sistem Proteksi Kebakaran Aktif Pada Gedung Perkuliahan Di Jakarta. *Journal Of Safety, Health, And Environmental Engineering*, 2(1), 38-50.

NFPA551., 2022. *Guide For The Evaluation Of Fire Risk Assessments*. Quincy: NFPA Handbook Publication

National Fire Protection Association [NFPA 70E] (2018) *Handbook for Electrical Safety in the Workplace*.

Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor : Per.02/Men/1983.,1983. Tentang Instalasi Alarm Kebakaran Automatik

Perdana, P.A., Adiarto, A. and Khairunsyah, M.D. (2018) 'Identifikasi Resiko Dan Perancangan Sistem Proteksi Kebakaran Android', *Seminar K3*, (2581), pp. 29–32.

Ramli, Soehatman. 2010. *Manajemen Kebakaran*. Jakarta: Dian Rakyat

Skjong, R., & Wentworth, B. H., 2014. Expert Judgment And Risk Perception Expert Judgment And Risk Perception. October 2011.

SFPE (2023) *SFPE Guide to Fire Risk Assessment*.

Uyun, A., Ashari, M.L. and Adiarto, A. (2018) 'Implementasi Fire Risk Assessment (NFPA 551) pada Ruang Panel ECSL', *Conference on Safety ...*, (2581), pp. 137–140. Available at: <https://journal.ppns.ac.id/index.php/seminarK3PPNS/article/view/648>.

Yung, D. (2008) *Principles of Fire Risk Assessment in Buildings, Principles of Fire Risk Assessment in Buildings*. Available at: <https://doi.org/10.1002/9780470714065>.