



## **EVALUASI SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN AKTIF BERDASARKAN PP NO. 16 TAHUN 2021 DI MACHINE HOUSE PLTGU PT. KRAKATAU CHANDRA ENERGI**

**Wuryandari<sup>1</sup>, Nur Ani<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Program Studi Fakultas Kesehatan Masyarakat & Ilmu Kesehatan, Universitas Bangun Nusantara, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah  
wury.2506@gmail.com, aninurK3@gmail.com

### **Abstrak**

Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap memiliki risiko kebakaran tinggi akibat peralatan bertegangan tinggi dan material mudah terbakar. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kesesuaian sistem proteksi kebakaran aktif pada *Machine House* Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap PT. Krakatau Chandra Energi berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2021. Metode yang digunakan adalah analisis kualitatif melalui observasi lapangan, wawancara dengan staf K3, serta telaah dokumen Standar Operasional Prosedur dan instruksi kerja. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa sistem proteksi kebakaran aktif meliputi 22 unit hidran, 43 unit APAR (dengan tambahan 17 unit cadangan), sprinkler otomatis, sistem deteksi dan alarm kebakaran, serta sistem ventilasi mekanik telah memenuhi ketentuan standar teknis. Beberapa aspek yang masih perlu ditingkatkan meliputi penyimpanan MSDS yang lebih strategis, kejelasan penanggung jawab inspeksi, serta perlunya Standar Operasional Prosedur tambahan untuk sistem pemadam berbasis gas. Simpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem proteksi kebakaran aktif telah berfungsi baik dan sesuai regulasi, meskipun masih dibutuhkan peningkatan prosedural untuk optimalisasi pelaksanaan di lapangan.

**Kata Kunci:** Proteksi Kebakaran, Pembangkit Listrik Tenaga Gas Dan Uap, K3, Sistem Aktif, Evaluasi

### **Abstract**

*Gas and Steam Power Plants pose a high fire risk due to high-voltage equipment and flammable materials. This study evaluates the active fire protection system compliance at the Machine House of PT Krakatau Chandra Energi's Gas and Steam Power Plants based on Government Regulation No. 16 of 2021. The method used was qualitative analysis through field observation, interviews with OHS personnel, and document reviews of Standard Operating Procedures and work instructions. The results indicate that the active fire protection systems—including 22 hydrants, 43 portable extinguishers (plus 17 in reserve), automatic sprinklers, fire detection and alarm systems, and mechanical ventilation—comply with technical standards. However, improvements are needed in placing APAR MSDS, clarifying inspection responsibilities, and developing Standard Operating Procedures for gas-based suppression systems. In conclusion, the active fire protection system has effectively met regulatory requirements and functions, though procedural enhancements are recommended to ensure optimal implementation.*

**Keywords:** Fire Protection, Gas And Steam Power Plants, OHS, Active System, Evaluation

@Jurnal Ners Prodi Sarjana Keperawatan & Profesi Ners FIK UP 2025

\* Corresponding author :

Address : Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah

Email : wury.2506@gmail.com

## PENDAHULUAN

Pertumbuhan industri modern menuntut tersedianya pasokan energi yang stabil dan andal. Salah satu teknologi pembangkit yang banyak digunakan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU), yang menggabungkan efisiensi turbin gas dan uap untuk menghasilkan energi listrik secara optimal (Warsa et al., 2024). Namun, operasional PLTGU memiliki potensi bahaya yang cukup besar, terutama dalam hal risiko kebakaran. Area seperti *machine house*, yang merupakan lokasi utama peralatan vital dan sistem kelistrikan, sangat rentan terhadap potensi insiden kebakaran akibat tingginya suhu operasi, tekanan tinggi, serta keberadaan bahan-bahan mudah terbakar (Yudila et al., 2022).

Insiden kebakaran tidak hanya menimbulkan kerugian material dan gangguan operasional, tetapi juga mengancam keselamatan pekerja dan lingkungan sekitar (Romadhon, 2018). Dalam menghadapi risiko tersebut, penerapan sistem proteksi kebakaran yang efektif dan sesuai standar menjadi keharusan, khususnya sistem proteksi kebakaran aktif yang mencakup hidran, alat pemadam api ringan (APAR), sprinkler otomatis, detektor asap dan panas, sistem alarm, serta ventilasi pengendali asap (Firdaus et al., 2025). Sistem ini memiliki peran penting untuk mendeteksi, menanggulangi, dan meminimalkan dampak kebakaran secara cepat dan efisien. Implementasi sistem ini juga harus selaras dengan regulasi yang berlaku, salah satunya adalah Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 16 Tahun 2021 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 mengenai Bangunan Gedung. Regulasi ini menekankan pentingnya sistem keselamatan dan keamanan, termasuk proteksi kebakaran, dalam desain dan operasional bangunan, khususnya fasilitas berisiko tinggi seperti pembangkit listrik (Fitri et al., 2023).

Berbagai studi sebelumnya menunjukkan bahwa sistem proteksi kebakaran aktif yang diterapkan tanpa pengujian kesesuaian dan pemeliharaan berkala cenderung tidak efektif saat terjadi insiden (Febrian et al., 2024; Romadhon, 2018). Selain itu, kurangnya pemahaman staf terhadap standar teknis dan prosedur inspeksi juga menjadi salah satu penyebab rendahnya kesiapsiagaan tanggap darurat (Listiany et al., 2025). Oleh karena itu, evaluasi berkala terhadap sistem proteksi kebakaran aktif di fasilitas PLTGU perlu dilakukan, tidak hanya dari segi ketersediaan alat, tetapi juga dari segi kondisi fisik, kesesuaian dengan standar teknis, dan pelaksanaan prosedur pengelolaannya (Yudila et al., 2022).

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi sistem proteksi kebakaran aktif di

*machine house* PLTGU PT. Krakatau Chandra Energi berdasarkan ketentuan Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2021. Penelitian ini memusatkan perhatian pada identifikasi komponen sistem yang tersedia, pemeriksaan kelayakan dan fungsionalitas alat pemadam, serta kesesuaian teknis dengan regulasi nasional. Evaluasi juga mencakup penilaian terhadap dokumentasi teknis dan wawancara dengan personel K3 guna menilai efektivitas pengelolaan dan kesiapan tanggap darurat.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menentukan sejauh mana sistem proteksi kebakaran aktif yang telah diterapkan memenuhi persyaratan peraturan yang berlaku serta untuk memberikan rekomendasi perbaikan terhadap aspek yang masih kurang optimal. Hasil dari evaluasi ini diharapkan dapat menjadi dasar pengambilan keputusan manajerial dalam penguatan sistem K3 di lingkungan kerja, serta sebagai referensi bagi industri lain dalam meningkatkan keselamatan fasilitas kritis melalui penerapan sistem proteksi kebakaran aktif yang terstandarisasi.

## METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif untuk mengevaluasi sistem proteksi kebakaran aktif di *Machine House* Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) PT. Krakatau Chandra Energi. Pendekatan ini dipilih untuk menggambarkan kondisi aktual sistem proteksi kebakaran aktif yang diterapkan, serta mengkaji kesesuaianya dengan ketentuan teknis yang diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Bangunan Gedung. Metode deskriptif kualitatif sesuai digunakan ketika peneliti ingin mengeksplorasi fenomena lapangan secara mendalam melalui proses interpretatif (Moleong, 2016).

Sasaran dalam penelitian ini adalah seluruh sistem proteksi kebakaran aktif yang terpasang dan digunakan di area *machine house*, yang mencakup instalasi hidran, alat pemadam api ringan (APAR), sprinkler otomatis, sistem deteksi dan alarm kebakaran, pompa pemadam, serta sistem ventilasi mekanik. Informan dalam penelitian ini terdiri dari staf Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dan teknisi operasional yang terlibat langsung dalam pengelolaan sistem kebakaran aktif di lingkungan PLTGU. Pemilihan informan dilakukan secara purposive sampling, yakni memilih individu yang dianggap memiliki pengetahuan dan keterlibatan langsung terhadap objek yang diteliti (Sugiyono, 2022).

Data primer dikumpulkan melalui observasi langsung terhadap kondisi fisik dan fungsi sistem proteksi kebakaran aktif, serta wawancara mendalam dengan tiga orang informan utama yang terdiri dari *Supervisor Power Generation*,

*Officer Fire Fighter*, dan *Supervisor Electric Maintenance*. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur untuk menjaga fleksibilitas namun tetap berfokus pada pokok kajian (Creswell, 2019). Sementara itu, data sekunder diperoleh melalui telaah dokumen internal perusahaan seperti Standar Operasional Prosedur (SOP), instruksi kerja alat tanggap darurat, catatan inspeksi, serta dokumen *as-built drawings* sistem proteksi kebakaran. Semua data dikumpulkan selama periode penelitian lapangan yang berlangsung selama dua minggu di bulan Mei 2025.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kualitatif deskriptif, dengan mengacu pada metode triangulasi sumber dan teknik untuk memperkuat validitas temuan (Sugiyono, 2022). Validitas data diperkuat melalui perbandingan antara hasil observasi lapangan, hasil wawancara, dan kelengkapan dokumen teknis. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan temuan aktual di lapangan terhadap standar teknis yang tercantum dalam PP No. 16 Tahun 2021 serta acuan SNI seperti SNI 03-6570-2001 dan SNI 03- 3985-2000. Instrumen yang digunakan meliputi pedoman observasi dan daftar pertanyaan terbuka untuk wawancara, serta daftar periksa (checklist) kesesuaian teknis sistem proteksi, yang disusun berdasarkan indikator standar regulatif nasional dan literatur teknis kebakaran industri (Ramachandran & Charters, 2011).

Hasil analisis data kemudian digunakan untuk menyusun kesimpulan tentang efektivitas dan kesesuaian sistem proteksi kebakaran aktif yang diterapkan di *machine house* PLTGU PT. Krakatau Chandra Energi, serta untuk merumuskan rekomendasi perbaikan berkelanjutan guna meningkatkan kesiapsiagaan terhadap kebakaran di lingkungan kerja berisiko tinggi tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengevaluasi sistem proteksi kebakaran aktif pada *Machine House* PLTGU PT. Krakatau Chandra Energi berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2021. Berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan telaah dokumen, ditemukan bahwa sebagian besar elemen proteksi kebakaran aktif telah tersedia, berfungsi baik, dan sesuai dengan standar teknis yang berlaku. Berdasarkan hasil inspeksi fisik, diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 1. Ketersediaan dan Kondisi Fisik Sistem Proteksi Kebakaran Aktif

Komponen Sistem Proteksi	Jumlah Unit	Kondisi	Frekuensi Inspeksi	Standar Acuan
Hidran	22 unit	Baik & Lengkap	3x per tahun	SNI 03-6570-2001
APAR	43 unit (17 cadangan)	Baik	4 bulan sekali	Permen ker PER.04/MEN/1980
Sprinkler Otomatis	51 unit	Baik	6 bulan – 1 tahun	PP No. 16 Tahun 2021
Detektor Panas/ Asap	64 unit	Baik	2x per tahun	SNI 03-3985-2000
Alarm Kebakaran	Seluruh area	Terdengar jelas	Belum diukur desibel	SFPE (2016)
Pompa Pemadam	3 jenis (Jockey, Electric, Diesel)	Baik	Harian (visual), 3x per tahun (operasional)	Permen PU No. 26/PRT/M/2008
Tangki Air	250 m <sup>3</sup>	Memadai	–	$\geq 23$ m <sup>3</sup> (standar bahaya sedang)

Sumber: PT. Krakatau Chandra Energi (2025)

Dari tabel 1 dapat diketahui bahwa sistem proteksi kebakaran aktif yang terpasang meliputi 22 unit hidran dengan komponen lengkap dan kondisi baik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1. Sistem Pipa Tegak dan Hidran PT. Krakatau Chandra Energi



Sumber: PT. Krakatau Chandra Energi (2025)

Tekanan air pada saat inspeksi berada dalam kisaran standar yaitu  $\geq 4$  bar, dan inspeksi dilakukan tiga kali per tahun. Alat Pemadam Api Ringan (APAR) tersedia dalam jumlah 43 unit yang tersebar di seluruh area PLTGU, dengan tambahan 17 unit dalam gudang. Semua APAR berada dalam kondisi baik dan telah dilengkapi label serta kartu identifikasi, meskipun dokumen MSDS disimpan terpisah di kantor pemadam.

Di PLTGU PT. Krakatau Chandra Energi,

APAR diletakan pada dinding tembok pada ketinggian 1,5m. Jarak tempuh APAR satu dengan yang lainnya tidak lebih dari 23 m. APAR diberi label yang berisi nama produk, isi, nama manufaktur atau nama agennya, alamat surat dan nomor telepon, namun untuk MSDS APAR disimpan di *office* Tim *Fire Fighting*.

Jumlah APAR terpasang pada seluruh area PLTGU PT Krakatau Chandra Energi adalah 43 unit, stok tabung APAR di Gudang yaitu 17 unit. Pada Data Hasil Inspeksi yang telah dilakukan, sebanyak 43 unit APAR dalam kondisi baik atau dapat digunakan. Inspeksi APAR tertuang pada instruksi kerja Pengecekan Alat Tanggap Darurat (IK.PDL.03.09), inspeksi APAR dilakukan setiap 4 bulan sekali oleh Tim *Fire Fighting*. Pengelolaan APAR juga mengacu pada Permenaker No. PER.04/MEN/1980.

Sistem sprinkler otomatis juga telah diterapkan dengan penempatan sesuai standar, yaitu maksimum jarak antar kepala sprinkler 3,7 meter. Terdapat 45 sprinkler air di sekitar trafo, 2 unit sprinkler gas argon di ruang PECC, dan 4 unit sprinkler gas CO<sub>2</sub> di ruang GTG.

Sprinkler otomatis di PLTGU PT. Krakatau Chandra Energi dipasang di beberapa lokasi strategis untuk mendukung sistem proteksi kebakaran aktif seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Sebanyak 45 unit sprinkler air terpasang di seluruh area trafo dengan jarak antar kepala sprinkler tidak melebihi 3,7 meter, sesuai dengan standar teknis. Pemeriksaan terhadap sprinkler air dilakukan secara berkala setiap enam bulan. Sistem spray water pada trafo akan aktif (valve terbuka) saat tekanan pada *pressure line* mencapai 0,8 bar dan akan nonaktif (valve tertutup) pada tekanan 3,8 bar, dengan tekanan siaga (*standby*) sebesar 7 bar dan tekanan saat pengeluaran air sebesar 5 bar.

Gambar 2. Sprinkler Otomatis Pada 3 Lokasi di PT. Krakatau Chandra Energi



Sumber: PT. Krakatau Chandra Energi (2025)

Selain itu, terdapat sprinkler berbasis gas yang dipasang di dua ruangan utama. Di ruang PECC, dipasang dua unit sprinkler gas argon dengan penempatan kepala sprinkler yang juga mengikuti standar jarak maksimum 3,7 meter; ruangan ini memiliki luas 3 x 5 meter. Sementara di ruang GTG Compartement, terdapat empat unit

sprinkler gas CO<sub>2</sub> dengan konfigurasi penempatan serupa, di dalam ruangan berukuran 4 x 5 meter. Meskipun pemeriksaan terhadap sprinkler berbasis gas dilakukan setahun sekali, hingga saat ini belum tersedia instruksi kerja atau prosedur tertulis khusus yang mengatur teknis inspeksi untuk jenis sprinkler ini. Hal ini menjadi salah satu catatan penting dalam upaya peningkatan sistem pengelolaan proteksi kebakaran aktif secara menyeluruh.

Sistem deteksi kebakaran, memakai *heat detector* dan *smoke detector* untuk ruangan PECC, GTG *compartemen*, *Control Room*. Pemeriksaan dilakukan 2 kali pertahun dengan peraturan SNI 03- 3985-2000. Jumlah total dari *smoke heat detector* yaitu 64 unit dan dalam kondisi baik, didokumentasikan pada form inspeksi *Smoke & Heat Detector* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Gambar 3. Sistem Deteksi Kebakaran Disalah Satu Ruangan PLTGU PT Krakatau Chandra Energi



Sumber: PT. Krakatau Chandra Energi (2025)

Sistem deteksi kebakaran terdiri dari 64 unit detektor panas dan asap yang telah diuji dan berfungsi dengan baik. Alarm kebakaran terdengar di seluruh area, meskipun belum ada dokumentasi pengukuran intensitas bunyi.

Pompa pemadam kebakaran terdiri dari tiga jenis, yaitu jockey pump, electric pump, dan diesel pump seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Ketiganya memiliki kapasitas sesuai standar dan diperiksa secara berkala oleh tim operasi dan tim fire fighter (detail pada tabel 2).

Gambar 4. Pompa Pemadam Kebakaran PLTGU PT. Krakatau Chandra Energi



Sumber: PT. Krakatau Chandra Energi (2025)

Volume air untuk pemadaman berasal dari

tangki service water dengan kapasitas 250 m<sup>3</sup>, melebihi standar minimal 23 m<sup>3</sup>. Selain itu, ventilasi mekanik untuk pengendalian asap dipasang di ruangan GTG dengan sistem pemadam gas CO<sub>2</sub> yang terintegrasi dengan detektor.

**Tabel 2. Jenis Pompa Pemadam Kebakaran**

Jenis Pompa	Kapasitas	Tekanan Operasi	Tangki Solar
Jockey Pump	11,3 m <sup>3</sup> /hr	7,1 bar	NA
Electric Pump	273 m <sup>3</sup> /hr	7,1 bar	NA
Diesel Pump	273 m <sup>3</sup> /hr	7,1 bar	500 liter Volume bahan bakar minimal 75% dari volume maksimal

Sumber: PT. Krakatau Chandra Energi (2025)

Pemeriksaan atau inspeksi sistem (operasional) pompa pemadam kebakaran dilakukan setahun 3 kali oleh Tim Fire Fighting dan Tim Operasi. Namun untuk inspeksi visual dilakukan setiap hari oleh Tim Operasi. Hal ini mengacu pada Permen PU No. 26/PRT/M/2008 dan SNI 03-6570-2001.

Alarm kebakaran mempunyai bunyi yang khas dan dikenali sebagai alarm kebakaran. Untuk bunyi alarm kebakaran dapat terdengar diseluruh area PLTGU, namun belum pernah dilakukan pengukuran tingkat kekerasan dari alarm kebakaran itu sendiri.

Sistem ventilasi mekanik dan pengendali asap di PLTGU PT. Krakatau Chandra Energi diterapkan secara khusus di ruangan GTG Compartement, yang merupakan salah satu area dengan risiko kebakaran tinggi. Ventilasi di ruangan ini dirancang mengikuti standar teknis yang berlaku, dengan menggunakan material dari besi yang tidak mudah terbakar serta dipasang secara kokoh sesuai ketentuan. Sistem ini juga telah memenuhi syarat pemasangan cerobong udara yang digantung atau dipotong secara kuat, serta dilengkapi pelapis dari bahan tahan api.

Selain itu, isolasi pada pemipaan tata udara menggunakan bahan yang tidak mudah menjalar api, untuk mencegah penyebaran panas atau api saat terjadi kebakaran. Sistem pengendalian asap tersebut berfungsi secara otomatis dan terintegrasi dengan perangkat deteksi asap dan panas (*smoke & heat detector*) yang juga terpasang di dalam ruangan. Ketika kebakaran terdeteksi, sistem ventilasi akan secara otomatis menutup guna menghambat masuknya udara yang dapat memperbesar api, sekaligus mengaktifkan sistem sprinkler berbasis gas CO<sub>2</sub> untuk memadamkan api secara cepat dan efektif. Sistem ini sepenuhnya dirancang dalam bentuk mekanik, tanpa mencampurkan ventilasi alami, serta mengikuti prinsip bahwa sistem ventilasi asap

harus berada dalam satu kesatuan dengan proteksi aktif lainnya seperti sprinkler otomatis. Desain ini selaras dengan ketentuan teknis dalam Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2021 dan memperkuat sistem keselamatan operasional di ruang-ruang vital pembangkit listrik.

Dari penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa dari sisi ketersediaan fisik dan inspeksi, seluruh sistem telah memenuhi ketentuan yang berlaku. Namun, beberapa temuan penting yang memerlukan perhatian adalah belum tersedianya pengukuran kekerasan suara pada sistem alarm dan ketiadaan SOP khusus untuk inspeksi sprinkler berbasis gas (argon dan CO<sub>2</sub>). Hal ini menunjukkan bahwa aspek manajerial dan dokumentatif dalam keselamatan kebakaran belum sepenuhnya optimal, sebagaimana juga ditunjukkan oleh (Arafah & Oktaviana, 2024) dalam studi tentang kesiapsiagaan proteksi kebakaran.

Penelitian ini dilakukan untuk menjawab pertanyaan utama mengenai sejauh mana sistem proteksi kebakaran aktif di *Machine House* PLTGU PT. Krakatau Chandra Energi telah sesuai dengan ketentuan teknis dalam Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2021. Berdasarkan hasil observasi, wawancara dengan personel K3, serta telaah dokumen teknis dan SOP perusahaan, ditemukan bahwa sistem proteksi kebakaran aktif di lokasi tersebut secara umum telah memenuhi standar teknis, baik dari aspek ketersediaan peralatan, penempatan sesuai standar, maupun dari segi pemeriksaan rutin.

Temuan-temuan diperoleh melalui pendekatan kualitatif deskriptif dengan triangulasi data dari berbagai sumber, yakni data observasi fisik sistem proteksi kebakaran (seperti jumlah dan posisi APAR, sprinkler, pompa, alarm, dan detektor), hasil wawancara mendalam dengan staf yang bertanggung jawab, serta dokumen SOP dan instruksi kerja. Analisis menunjukkan bahwa sistem proteksi aktif—termasuk hidran, APAR, sprinkler otomatis, alarm kebakaran, pompa pemadam, dan ventilasi mekanik—telah diterapkan secara menyeluruh dan sesuai dengan standar nasional seperti SNI 03-6570-2001 untuk instalasi pipa tegak dan pompa, serta SNI 03-3985-2000 untuk sistem deteksi dan alarm.

Interpretasi dari hasil ini menunjukkan bahwa keberadaan sistem proteksi kebakaran aktif saja tidak cukup; efektivitasnya juga bergantung pada tata kelola inspeksi, ketersediaan dokumen operasional, dan kompetensi sumber daya manusia. Misalnya, meskipun APAR tersedia dalam jumlah memadai dan dalam kondisi baik, dokumen MSDS tidak berada di lokasi APAR, melainkan disimpan terpisah di kantor pemadam. Hal ini dapat menghambat kecepatan respons darurat. Demikian pula, belum adanya instruksi kerja khusus untuk inspeksi sprinkler berbasis gas (argon dan CO<sub>2</sub>) menunjukkan celah dalam sistem

dokumentasi dan kontrol internal yang dapat mempengaruhi konsistensi prosedur inspeksi (Anita et al., 2023; Yudila et al., 2022).

Hasil ini selaras dengan temuan (Febrian et al., 2024), yang menyatakan bahwa keberfungsi sistem proteksi kebakaran sangat dipengaruhi oleh kesiapan prosedural dan dokumentasi teknis. Hal ini juga memperkuat pandangan (Ramachandran & Charters, 2011) bahwa sistem proteksi aktif hanya akan efektif bila didukung oleh perangkat prosedural dan pelatihan rutin. Temuan ini juga mengonfirmasi prinsip dalam teori manajemen risiko oleh Anita et al. (2023), di mana pencegahan risiko kebakaran harus didasarkan pada pemetaan bahaya, pengendalian teknis, dan penjaminan kualitas pelaksanaan SOP.

Lebih lanjut, sistem ventilasi mekanik yang digunakan di ruang GTG merupakan bukti integrasi antara proteksi pasif dan aktif. Saat detektor mendeteksi adanya kebakaran, ventilasi akan tertutup otomatis dan sistem pemadam berbasis CO<sub>2</sub> akan aktif. Pendekatan ini merupakan bentuk penerapan *engineering control* dalam manajemen keselamatan kerja, seperti dikemukakan oleh Suma'mur (2009), yang menempatkan rekayasa teknis sebagai upaya pencegahan primer dalam hirarki pengendalian risiko.

Berdasarkan analisis tersebut, dapat disimpulkan secara eksplisit bahwa sistem proteksi kebakaran aktif di *Machine House* PLTGU PT. Krakatau Chandra Energi telah berjalan baik dan memenuhi regulasi teknis yang berlaku. Namun, penelitian ini juga mengungkap perlunya peningkatan pada aspek dokumentasi SOP dan aksesibilitas informasi keselamatan bagi pekerja. Dengan demikian, selain mengonfirmasi temuan penelitian sebelumnya, studi ini juga menekankan pentingnya penyempurnaan sistem manajemen keselamatan berbasis integrasi antara perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak manajerial (*software management*).

Dengan mempertimbangkan keseluruhan hasil, penelitian ini berkontribusi pada pemahaman bahwa keberhasilan sistem proteksi kebakaran aktif tidak hanya diukur dari ketersediaan alat, tetapi juga dari tata kelola dan kesiapan operasionalnya (Firdaus et al., 2025). Hal ini memperluas pengertian tentang efektivitas proteksi aktif dari sudut pandang praktik lapangan dan dapat menjadi acuan untuk revisi atau pengembangan kebijakan internal perusahaan dalam rangka peningkatan mutu sistem K3 (Ramachandran & Charters, 2011; Wardani et al., 2024).

## SIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian dan efektivitas sistem proteksi kebakaran aktif di *Machine House* PLTGU PT. Krakatau Chandra Energi berdasarkan ketentuan

Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2021 dan standar teknis nasional seperti SNI 03-6570-2001 serta SNI 03-3985-2000. Berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan personel K3, serta telaah dokumen teknis dan SOP internal perusahaan, disimpulkan bahwa sistem proteksi kebakaran aktif yang terdiri dari APAR, hidran, sprinkler otomatis (termasuk berbasis gas CO<sub>2</sub> dan argon), sistem deteksi dan alarm kebakaran, serta ventilasi mekanik telah terpasang dan berfungsi sesuai standar teknis yang berlaku.

Sistem tersebut terbukti memberikan perlindungan komprehensif terhadap potensi kebakaran di area berisiko tinggi seperti *machine house*, khususnya dalam integrasi antara proteksi aktif dan kontrol rekayasa teknis. Namun demikian, ditemukan beberapa aspek yang masih memerlukan perbaikan, seperti belum tersedianya SOP khusus untuk inspeksi sistem sprinkler gas serta ketidakpenuhannya aspek pendukung seperti dokumen MSDS yang belum tersedia di lokasi APAR.

Temuan ini menggarisbawahi pentingnya tidak hanya ketersediaan alat proteksi kebakaran aktif, tetapi juga tata kelola dokumentasi, prosedur inspeksi, dan kesiapan personel dalam menghadapi keadaan darurat. Dengan demikian, efektivitas sistem proteksi kebakaran aktif sangat bergantung pada integrasi antara kelengkapan teknis dan manajemen keselamatan kerja yang berkelanjutan. Penelitian ini juga menegaskan perlunya pendekatan holistik dalam pengelolaan K3, yang menggabungkan aspek peralatan (*hardware*) dan prosedur manajerial (*software*) secara sinergis guna memastikan perlindungan maksimal terhadap risiko kebakaran di fasilitas pembangkit listrik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anita, S. Y., Kustina, K. T., Wiratikusuma, Y., Sudirjo, F., Sari, D., Rupiwardani, I., & Anwar, S. (2023). *Manajemen Risiko*. Global Eksekutif Teknologi.
- Arafah, S., & Oktaviana, D. (2024). Pelatihan dan Simulasi Penanggulangan Bencana Kebakaran. *Journal of Community Services*, 6(3), 33–40.
- Creswell, J. W. (2019). *Research Design Pendekatan Metode Kualitatif, Kuantitatif, dan Campuran* (Edisi 4, C). Pustaka Pelajar.
- Febrian, J., Rusba, K., & Ramdan, M. (2024). *Evaluasi Penerapan Sistem Proteksi Kebakaran Di PT XYZ Balikpapan*. 10(1), 17–21. <https://jurnal.d4k3.uniba-bpn.ac.id/index.php/identifikasi/article/view/310>
- Firdaus, R. R., Maharani, A. D., Putra, B. T. P., & Ashari, M. L. (2025). Analisis Upaya Strategis Dalam Proteksi Kebakaran: Studi Evaluasi di PT X. *Jurnal Sains*

- Student Research*, 3(1), 618–625.  
<https://doi.org/10.61722/jssr.v3i1.4041>
- Fitri, D. S., Ice, I., & Asrawi, A. (2023). Peran Promosi Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Terhadap Perilaku Aman Dan Tidak Aman Pada Petugas Housekeeping Di Perkantoran. *Jurnal Ners*, 7(1), 440–443.  
<http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/ners>
- Listiany, P. N., Alini, A., & Z.R, Z. (2025). Hubungan Kepatuhan Penggunaan Alat Pelindung Diri dengan Kejadian Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Pandai Besi di Sentra Besi Desa Teratak. *Jurnal Ners*, 9(3), 4004–4009.  
<https://doi.org/10.31004/jn.v9i3.43893>
- Moleong, L. J. (2016). *Metodologi Penelitian Kualitatif* (Edisi Revi). PT. Remaja Rosdakarya.
- Ramachandran, G., & Charters, D. (2011). *Quantitative Risk Assessment in Fire Safety*. Routledge.
- Romadhon, B. (2018). Analisis Proteksi Kebakaran Pada Perusahaan Produksi Gas Dan Pembangkit Listrik. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 7(2), 142.  
<https://doi.org/10.20473/ijosh.v7i2.2018.142-151>
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D* (2 Cet 4). Alfabeta.
- Suma'mur, P. K. (2009). *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes)*. Sagung Seto.
- Wardani, I., Pasa, I. T., Nur, F., & Suherman. (2024). Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran Ditinjau Dari Sarana Penyelamatan Dan Sistem Proteksi Aktif Pada Bangunan Politeknik Penerbangan. *Jurnal Inovasi Dan Kreativitas (JIKA)*, 4(2), 15–28.  
<https://doi.org/10.30656/jika.v4i2.9376>
- Warsa, I., Pratama, A., Ariyani, D., & Megawati, E. (2024). Optimasi Efisiensi Gas Turbin Generator Unit 2 Dengan Menaikkan Tekanan Masuk Turbin Di Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU). *PETROGAS: Journal of Energy and Technology*, 6, 11–23.  
<https://doi.org/10.58267/petrogas.v6i2.174>
- Yudila, P., Adha, M. Z., & Bahri, S. (2022). Evaluasi Penerapan Sistem Proteksi Kebakaran Aktif Di Dinas Pemadam Kebakaran Di UPT X. *Frame of Health Journal*, 1(1), 173–179.