
ANALISIS PENERAPAN SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN AKTIF DALAM UPAYA PENCEGAHAN DAN PENANGGULANGAN BAHAYA KEBAKARAN DI PT. BALIKPAPAN READY MIX SITE BATAKAN

Muhammad Alif Aulidan¹; Lina Yuliana²; Luqmantoro³

Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Program Diploma IV, Universitas Balikpapan, Jl. Pupuk Raya,
Gn. Bahagia Balikpapan 76114 Telp. (0542) 764205
Email: alifaulidan19@gmail.com¹, lina.yuliana@uniba-bpn.ac.id²,
luqmantoro@uniba-bpn.ac.id³

ABSTRAK

Penelitian ini mengevaluasi implementasi sistem proteksi kebakaran aktif sebagai upaya preventif dan responsif terhadap potensi kebakaran di PT. Balikpapan Ready Mix Site Batakan. Metode yang digunakan bersifat deskriptif kualitatif dengan teknik pengumpulan data melalui observasi langsung, wawancara mendalam, serta checklist berbasis standar. Fokus penelitian tertuju pada kesesuaian penerapan Alat Pemadam Api Ringan (APAR) dan sistem alarm kebakaran dengan regulasi nasional, yakni Permenaker No. 4 Tahun 1980, Permen PUPR No. 26/2008, SNI 03-3989-2000, ISO 11602-2, serta Form Pd-T-11-2005-C. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan APAR di lokasi telah memenuhi seluruh kriteria dengan tingkat kesesuaian 100%. Namun, fasilitas pelengkap seperti hydrant dan smoke detector belum tersedia, mengindikasikan adanya celah signifikan dalam sistem proteksi menyeluruh. Jalur evakuasi dan muster point sebagai bagian dari proteksi pasif telah sesuai dan berfungsi sebagai pelengkap mitigasi risiko. Studi ini menggarisbawahi pentingnya pemenuhan sistem proteksi kebakaran secara menyeluruh guna meminimalkan risiko kerugian jiwa dan aset perusahaan. Temuan ini dapat menjadi acuan penguatan sistem keselamatan kerja di sektor konstruksi dan produksi beton.

Kata Kunci: Api, Darurat, Evakuasi, Kebakaran, Proteksi.

ABSTRACT

This study evaluates the implementation of active fire protection systems as a preventive and responsive measure against potential fires at PT. Balikpapan Ready Mix Site Batakan. The method used is descriptive qualitative with data collection techniques through direct observation, in-depth interviews, and standard-based checklists. The focus of the study is on the compliance of the implementation of Fire Extinguishers (APAR) and fire alarm systems with national regulations, namely Ministry of Manpower Regulation No. 4 of 1980, Ministry of Public Works and Housing Regulation No. 26/2008, SNI 03-3989-2000, ISO 11602-2, and Form Pd-T-11-2005-C. The

analysis results indicate that the implementation of APAR at the site meets all criteria with a compliance rate of 100%. However, supplementary facilities such as hydrants and smoke detectors are not yet available, indicating significant gaps in the overall protection system. Evacuation routes and muster points as part of passive protection are in place and function as supplementary risk mitigation measures. This study underscores the importance of ensuring a comprehensive fire protection system to minimize the risk of loss of life and company assets. These findings can serve as a reference for strengthening workplace safety systems in the construction and concrete production sectors.

Keywords: Emergency, Evacuation, Flame, Fire, Protection.

PENDAHULUAN

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan aspek vital yang wajib diterapkan dalam setiap kegiatan industri, termasuk dalam bidang produksi beton ready mix. Lingkungan kerja yang aman dan bebas dari potensi kebakaran akan menjamin keberlangsungan operasional dan perlindungan terhadap tenaga kerja. Salah satu potensi bahaya yang dapat menimbulkan kerugian besar baik material maupun korban jiwa adalah kebakaran. Oleh karena itu, sistem proteksi kebakaran aktif menjadi elemen penting dalam sistem manajemen keselamatan kerja, terutama untuk mendeteksi dan menanggulangi kebakaran sejak dini.

Dalam praktiknya, sistem proteksi kebakaran aktif mencakup alat pemadam api ringan (APAR), sistem alarm kebakaran, smoke detector, dan instalasi hydrant. Namun, pelaksanaan di lapangan sering kali tidak sepenuhnya sesuai dengan regulasi yang berlaku, baik dari sisi kelengkapan, fungsi, maupun penempatannya. Hal ini juga terlihat pada kondisi di PT. Balikpapan Ready Mix Site Batakan, yang merupakan perusahaan penyedia beton siap pakai di wilayah Balikpapan. Berdasarkan hasil observasi, perusahaan telah memiliki APAR di beberapa titik strategis dan jalur evakuasi yang ditandai dengan muster point, namun belum memiliki sistem smoke detector dan hydrant sebagai pelengkap sistem proteksi kebakaran aktif. Padahal, hal ini telah diatur dalam berbagai regulasi seperti Permenaker No. 4 Tahun 1980 tentang Syarat-syarat Pemasangan dan Pemeliharaan Alat Pemadam Api Ringan,

serta SNI ISO 11602-1:2015 yang mengatur pemilihan dan penempatan APAR secara teknis.

Urgensi evaluasi sistem proteksi kebakaran aktif juga didasari oleh hasil penelitian sebelumnya. Misalnya, berdasarkan studi Suma'mur (1981), keselamatan kerja adalah kondisi dalam lingkungan kerja yang bebas dari risiko bahaya, termasuk kebakaran, yang dapat dicegah melalui upaya preventif dan proteksi teknis. Sementara itu, menurut data yang dihimpun oleh Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi (2020), tingkat kepatuhan terhadap instalasi APAR dan sistem alarm di industri menengah masih tergolong rendah. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Prabowo dan Hasbi (2018) menunjukkan bahwa ketidaksesuaian penempatan APAR dan minimnya pelatihan penggunaan APAR menjadi salah satu penyebab utama kegagalan awal penanggulangan kebakaran di sektor manufaktur.

Berdasarkan studi pustaka dan temuan di lapangan, maka penelitian ini difokuskan untuk menganalisis sejauh mana penerapan sistem proteksi kebakaran aktif di PT. Balikpapan Ready Mix Site Batakan telah sesuai dengan regulasi nasional, khususnya Permenaker No. 4 Tahun 1980, Permen PUPR No. 26/PRT/M/2008, serta standar SNI 03-3989-2000 dan ISO 11602-1:2015. Selain itu, digunakan juga acuan dari Form Pd-T-11-2005-C sebagai format penilaian inspeksi proteksi kebakaran aktif.

Penelitian ini bersifat deskriptif kualitatif dengan pendekatan observasi

langsung, wawancara dengan petugas keselamatan kerja di lokasi, serta penggunaan checklist berdasarkan regulasi yang berlaku. Melalui pendekatan ini, hasil penelitian diharapkan mampu memberikan gambaran nyata mengenai kondisi aktual sistem proteksi kebakaran aktif di lapangan, sekaligus menjadi dasar dalam merumuskan rekomendasi perbaikan dan peningkatan sistem proteksi kebakaran di sektor industri beton siap pakai.

Dengan demikian, penelitian ini menjadi penting tidak hanya dalam konteks akademis, tetapi juga sebagai masukan praktis bagi perusahaan dan pihak regulator dalam meningkatkan keselamatan kerja secara menyeluruh dan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk memperoleh gambaran mendalam mengenai penerapan sistem proteksi kebakaran aktif di PT. Balikpapan Ready Mix Site Batakan. Desain ini dipilih untuk memungkinkan peneliti melakukan eksplorasi secara sistematis terhadap fenomena di lapangan, khususnya terkait kesesuaian implementasi sistem proteksi kebakaran dengan regulasi nasional yang berlaku.

Penelitian dilaksanakan di lokasi operasional PT. Balikpapan Ready Mix Site Batakan yang beralamat di Jl. Mulawarman RT. 68, Kelurahan Manggar, Kecamatan Balikpapan Timur, Kalimantan Timur. Waktu pelaksanaan penelitian berlangsung selama bulan Maret hingga April 2025.

Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh elemen yang terlibat langsung dalam pelaksanaan sistem proteksi kebakaran aktif di lingkungan perusahaan, termasuk unit manajemen keselamatan kerja, pekerja lapangan, serta bagian pemeliharaan fasilitas proteksi kebakaran. Informan kunci dalam penelitian ini adalah petugas safety coordinator dan kepala unit produksi yang memiliki pemahaman teknis terhadap sistem K3 dan prosedur proteksi kebakaran.

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga teknik utama, yaitu observasi langsung di

lapangan terhadap kondisi APAR, jalur evakuasi, alarm kebakaran, dan muster point; wawancara semi-terstruktur dengan informan yang telah ditentukan; serta pengisian checklist berdasarkan indikator dari Permenaker No. 4 Tahun 1980, Permen PUPR No. 26/2008, ISO 11602-1:2015, dan Form Pd-T-11-2005-C. Observasi digunakan untuk mendapatkan data visual dan teknis terkait kelengkapan serta penempatan sarana proteksi kebakaran, sedangkan wawancara bertujuan menggali persepsi dan pemahaman pekerja terhadap sistem tersebut. Checklist berfungsi sebagai alat bantu kuantifikasi terhadap tingkat kesesuaian sistem dengan standar yang berlaku.

Pengolahan data dilakukan secara manual dengan teknik triangulasi untuk menjamin keabsahan data, yaitu dengan membandingkan hasil observasi, wawancara, dan checklist guna mendapatkan simpulan yang valid. Analisis data dilakukan dengan pendekatan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Seluruh hasil dikategorikan berdasarkan variabel utama yang telah ditentukan sebelumnya, yaitu aspek peralatan, lokasi penempatan, kelengkapan fasilitas, serta pemahaman pekerja terhadap sistem proteksi kebakaran aktif. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan gambaran objektif mengenai efektivitas dan kepatuhan sistem proteksi kebakaran aktif yang diterapkan oleh perusahaan terhadap regulasi nasional yang berlaku.

HASIL DAN PEMBAHASAN SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN AKTIF

Penerapan sistem proteksi kebakaran aktif di PT Balikpapan Ready Mix Site Batakan akan dianalisis dengan berdasarkan standar acuan yang digunakan yaitu Peraturan Menteri Pekerjaan Umum PERMENAKER No.4 Tahun 1980, SNI-03-3985-2000, ISO 11602-2, PERMEN PU NO.26/PRT/M/2008.

Tabel 1.1 Hasil Observasi APAR

Checklist Alat Pemadam Api Ringan PT Balikpapan Ready Mix Site Batakan				
	Elemen (Permenaker No.4 Tahun 1980 dan ISO 11602-2)	Kesesuaian		Keterangan
		Sesuai	Tidak Sesuai	
1	Jumlah APAR Mencukupi	✓		
2	Jarak Antar APAR	✓		
3	Penempatan APAR	✓		
4	Jenis APAR sesuai Kelas Kebakaran	✓		
5	Label dan Tekanan Terbaca	✓		
6	Segel dan Pin Pengaman Utuh	✓		
7	Tanggal Kedaluwarsa Valid	✓		
8	Kondisi Fisik	✓		
9	Logbook Inspeksi	✓		
10	Petugas Paham Penggunaan	✓		
Tingkat kesesuaian penerapan Alat Pemadam Api Ringan (APAR)		$P = \frac{10}{10} \times 100\% = 100\%$		
Tingkat ketidaksesuaian penerapan Alat Pemadam Api Ringan (APAR)		$P = \frac{0}{10} \times 100\% = 0\%$		

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara dengan tiga informan, dapat disimpulkan bahwa penerapan Alat Pemadam Api Ringan (APAR) di PT. Balikpapan Ready Mix Site Batakan telah berjalan cukup baik dan sesuai dengan regulasi yang berlaku, terutama PERMENAKER No. 4 Tahun 1980 dan ISO 11602-2.

Perusahaan telah menyediakan sebanyak sembilan unit APAR yang tersebar di beberapa titik strategis, meliputi area kantor, area produksi, dan ruang kontrol. Penempatan APAR telah memenuhi ketentuan jarak maksimum 15 meter dari area kerja, serta dipasang pada ketinggian yang sesuai standar, yaitu antara 0,8–1,2 meter dari permukaan lantai.

Dari segi jenis, seluruh APAR yang digunakan merupakan jenis dry chemical powder (ABC) yang bersifat multi-purpose dan efektif untuk kebakaran kelas A (bahan padat), B (cairan mudah terbakar), dan C (peralatan listrik). Jenis ini dianggap sesuai dengan potensi bahaya kebakaran yang ada di lokasi, seperti tumpahan bahan bakar, instalasi listrik, dan bahan mudah terbakar lainnya.

Pemeliharaan APAR juga telah dilakukan secara rutin. Berdasarkan hasil wawancara, pengecekan dilakukan setiap bulan, meliputi kondisi fisik tabung, tekanan pada manometer, kelengkapan segel pengaman, serta masa berlaku alat. Bahkan, dalam beberapa kesempatan, pengecekan dilakukan lebih intensif saat ada mahasiswa magang atau kegiatan inspeksi bersama. Selain itu, setiap APAR memiliki stiker pemeriksaan atau logbook yang menunjukkan catatan perawatan berkala.

Dengan mempertimbangkan keseluruhan hasil observasi, dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem APAR di PT. Balikpapan Ready Mix Site Batakan telah sesuai dengan ketentuan regulasi yang berlaku dan mendukung upaya pencegahan serta penanggulangan awal terhadap kebakaran.

Tabel 1.2 Hasil Observasi Alarm Kebakaran

Checklist Detektor Kebakaran PT Balikpapan Ready Mix Site Batakan				
	Elemen (PERMEN PUPR No.26/PRT/M/2008 & SNI 03-3989-2000)	Kesesuaian		Keterangan
		Sesuai	Tidak Sesuai	
1	Alarm terpasang di area kerja	✓		Terdapat alarm kebakaran di PT Balikpapan Ready Mix Site Batakan
2	Jenis Sistem Sesuai	✓		Alarm menggunakan alarm manual
3	Alarm berbunyi saat diuji	✓		Alarm berbunyi saat pengujian
4	Panel Kontrol Mudah Diakses	✓		Alarm Mudah diakses
5	Smoke/Heat Detector Terhubung dengan Alarm		✓	Tidak terhubung karena tidak adanya smoke/fire detector
6	Alarm Diservis Rutin	✓		Alarm diservis secara rutin
7	Alarm Manual Tersedia	✓		Alarm Manual tersedia
8	Sumber Listrik Cadangan	✓		Tersedia Generator untuk Listrik Cadangan
9	Dokumentasi Pengujian Tersedia	✓		Pengujian Terdokumentasi
10	Personel Memahami Bunyi Alarm	✓		Terdapat Petunjuk saat Mmibunyikan Alarm

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang dilakukan di PT. Balikpapan Ready Mix Site Batakan, diketahui bahwa sistem fire alarm telah tersedia di area kerja, namun masih bersifat manual dan belum terintegrasi dengan detektor otomatis seperti smoke detector atau heat detector.

Hal ini menunjukkan bahwa sistem yang digunakan belum sepenuhnya memenuhi standar sistem proteksi kebakaran aktif dengan jumlah penilaian sebesar 90% pemenuhan kriteria. Sebagaimana tercantum dalam SNI 03-3989-2000 dan PERMEN PUPR No.26/PRT/M/2008, yang menyarankan agar sistem fire alarm terintegrasi dengan perangkat deteksi otomatis agar dapat memberikan peringatan sejak awal munculnya asap atau panas.

Dari hasil wawancara dengan ketiga informan, diketahui bahwa perangkat alarm telah diuji secara berkala dan berfungsi dengan baik ketika tombol ditekan, serta pekerja yang bekerja didekat area fire alarm dibekali pemahaman dasar mengenai prosedur aktivasi alarm.

Dari hasil wawancara juga didapatkan fakta bahwa pihak pemadam kebakaran yang melakukan inspeksi sebelumnya tidak memberikan kewajiban khusus untuk penggunaan sistem otomatis, mengingat skala risiko tergolong rendah hingga sedang. Meskipun demikian, langkah perusahaan untuk tetap mengembangkan sistem alarm secara bertahap menunjukkan adanya komitmen terhadap peningkatan keselamatan kerja dan perlindungan aset.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sistem fire alarm yang saat ini digunakan sudah menjalankan fungsinya dengan baik dalam kapasitas terbatas, namun tetap memerlukan peningkatan agar sesuai dengan standar sistem proteksi kebakaran aktif yang modern dan responsif. Pengintegrasian fire alarm dengan detektor otomatis di masa mendatang akan menjadi langkah krusial dalam memperkuat sistem proteksi kebakaran secara menyeluruh.

SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN PASIF

Tabel 1.3 Hasil Observasi Jalur Evakuasi

Checklist Sarana Jalan Keluar PT Balikpapan Ready Mix Site Batakan				
	Elemen (Permen PU No.26/PRT/M/2008)	Kesesuaian		Keterangan
		Sesuai	Tidak Sesuai	
1	Terdapat jalan keluar dan evakuasi	√		Terdapat jalan keluar dan evakuasi
2	Bebas hambatan	√		Jalur evakuasi bebas dari hambatan
3	Tidak terdapat perabot, dekorasi, atau benda-benda yang mengganggu jalan keluar	√		Tidak terdapat apapun yang mengganggu jalan keluar
4	Cermin harus tidak dipasang pada jalur keluar	√		Tidak terdapat cermin pada jalan keluar
5	Sarana jalan keluar harus dipelihara terus-menerus	√		Jalan keluar dipelihara dan dibersihkan setiap hari
Tingkat kesesuaian penerapan Sarana Jalan Keluar		$P = \frac{5}{5} \times 100\% = 100\%$		

Hasil observasi yang dilakukan adalah 5 kesesuaian dan 0 ketidaksesuaian dari 5 kriteria penerapan sarana jalan keluar di PT. Balikpapan Ready Mix Site Batakan dengan persentase 100%.

Jalur evakuasi di PT. Balikpapan Ready Mix Site Batakan telah tersedia dan dapat diakses oleh seluruh pekerja dengan baik. Akses jalur cukup lebar, tidak terhalang, serta berada dalam kondisi fisik yang layak digunakan, seperti permukaan yang rata dan tidak licin. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan telah memperhatikan aspek keselamatan dalam merancang jalur penyelamatan jiwa.

Tabel 1.4 Hasil Observasi Tempat Berkumpul

Checklist Tempat Berkumpul PT Balikpapan Ready Mix Site Batakan				
	Elemen (Permen PU No.26/PRT/M/2008)	Kesesuaian		Keterangan
		Sesuai	Tidak Sesuai	
1	Terdapat tempat berkumpul	√		Terdapat tempat berkumpul apabila terjadi keadaan darurat
2	Tersedia tanda petunjuk tempat berkumpul	√		Terdapat tanda petunjuk tempat berkumpul
3	Terletak di area luar gedung	√		Tempat berkumpul berada di area luar gedung
4	Penghuni aman berbaris setelah menyelamatkan diri dari keadaan darurat menuju tempat / ruang terbuka	√		Tempat berkumpul aman dari gangguan
5	Harus mempunyai akses yang aman dari api, jatuhnya dan benda lainnya	√		Tempat berkumpul aman dari api, jatuhnya dan benda lain
6	Minimal mampu menampung seluruh penghuni dalam satu shift kerja atau kapasitas inuman maksimal bangunan	√		Tempat berkumpul cukup luas untuk seluruh pekerja
7	Dilengkapi penerangan untuk kondisi malam hari	√		Tersedia lampu sebagai penerangan
8	Karyawan diberi pelatihan simulasi untuk mengenal lokasi	√		Karyawan melakukan emergency drill setiap 6 bulan sekali
Tingkat kesesuaian penerapan Tempat Berkumpul		$P = \frac{8}{8} \times 100\% = 100\%$		

Hasil observasi yang dilakukan adalah 8 kesesuaian dan 0 ketidaksesuaian dari 8 kriteria penerapan tempat berkumpul di PT Balikpapan Ready Mix Site Batakan dengan persentase 100%.

Tempat berkumpul atau muster point di PT. Balikpapan Ready Mix Site Batakan telah ditetapkan oleh perusahaan sebagai bagian dari sistem tanggap darurat. Lokasi muster point berada di area luar bangunan yang terbuka dan aman dari potensi bahaya sekunder, seperti api, bahan kimia, atau area kerja aktif. Jalur menuju muster point juga dapat dijangkau dengan mudah dari beberapa titik evakuasi utama.

Namun demikian, berdasarkan hasil wawancara, diketahui bahwa penandaan muster point masih bersifat tidak permanen. Sudah terdapat papan nama atau simbol visual tetap yang menunjukkan keberadaan muster

point secara jelas. Selain itu, belum ditemukan adanya sistem dokumentasi inspeksi berkala terhadap kondisi area muster point, seperti kebersihan, hambatan akses, atau perubahan kondisi lingkungan sekitar.

REKAPITULASI PENERAPAN SISTEM PROTEKSI KEBAKARAN

Hasil observasi penerapan sistem proteksi kebakaran di PT Balikpapan Ready Mix Site Batakan memperoleh persentase yang berbeda-beda setiap komponennya. Rekapitulasi tingkat kesesuaian penerapan sistem kebakaran di PT Balikpapan Ready Mix Site Batakan dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 1.5 Rekapitulasi Penerapan Sistem Proteksi Kebakaran

KOMPONEN	TINGKAT KESESUAIAN	RATA-RATA
Sistem Proteksi Kebakaran Aktif		
1. Alat Pemadam Api Ringan (APAR)	100%	95%
2. Alarm Kebakaran	90%	
Sistem Proteksi Kebakaran Pasif (Sarana Penyelamatan Jiwa)		
1. Sarana Jalan Keluar	100%	
2. Tempat Berkumpul	100%	100%
Tingkat Kesesuaian Penerapan Sistem Proteksi Kebakaran Aktif		97,5%

Pada hasil rekapitulasi ini menunjukkan bahwa PT. Balikpapan Ready Mix Site Batakan masuk dalam kategori BAIK sebagai tempat kerja dengan bahaya kebakaran rendah menurut KEPMENAKER NO. 186/MEN/1999.

KESIMPULAN

Tingkat keandalan sistem proteksi kebakaran aktif di PT. Balikpapan Ready Mix Site Batakan tergolong sangat baik dalam penerapan sistem proteksi kebakaran untuk tempat kerja dengan bahaya kebakaran ringan sesuai dengan hasil inspeksi Dinas Pemadam Kebakaran Kota Balikpapan yang mengacu pada Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.186/MEN/1999, dengan nilai kesesuaian mencapai 100% pada sembilan alat pemadam api ringan (APAR), serta presentase tinggi pada sistem fire alarm. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah diterapkan secara efektif sesuai dengan

PERMENAKER No. 4 Tahun 1980, PERMEN PUPR No. 26 Tahun 2008, dan ISO 11602-2. Pemahaman dan kompetensi pekerja terhadap alat proteksi kebakaran telah cukup baik, berdasarkan hasil wawancara dengan petugas dan pekerja. Namun, pelatihan berkala dan simulasi darurat tetap direkomendasikan guna meningkatkan responsivitas pada saat insiden aktual terjadi. Dan secara keseluruhan, penerapan sistem proteksi kebakaran aktif di lokasi penelitian menunjukkan bahwa perusahaan memiliki komitmen yang tinggi terhadap upaya pencegahan dan penanggulangan kebakaran namun ketiadaan hydrant dan juga smoke detector juga harus menjadi pertimbangan perusahaan dalam menghadapi bencana kebakaran dalam skala besar. Hal ini menjadi contoh penerapan regulasi yang tidak hanya bersifat administratif, tetapi juga nyata diimplementasikan di lingkungan kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Alifianti, A. F., Hardiyono, H., & Ramdan, M. (2024). Analisa Risiko Kecelakaan Kerja Pada PT Expro Indonesia Balikpapan Base. *Identifikasi*, 10(1), 161-167.
- Ananda, P. A., & Ayu, F. (2023). Upaya Pencegahan & Proteksi Kebakaran Sebagai Bagian dari Fire Safety Area Pertambangan Batu Bara PT. Berau Coal. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*.
- Ardan, M. F., & Zainal, I. (2019). Analisis Penerapan Keselamatan Pelayaran Pada Speedboat Di Astra Infra Port Eastkal Pt Pelabuhan Penajam Banua Taka. *Identifikasi*, 5(2), 132-141.
- Aura, K. F., Rusba, K., & Liku, J. E. A. (2025). Analisis Penerapan Program Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Di PT Panca Usaha Prima. *Identifikasi*, 11(2), 177-182.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *SNI ISO 11602-1:2015 – Proteksi kebakaran – Pemilihan dan pemasangan alat pemadam api portabel*. Jakarta: BSN.
- Bukowski, R. W., & Peacock, R. D. (2007). Effectiveness of Portable Fire Extinguishers in Residential Fires (NIST Technical Note 1666). *Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology*.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2005). *Formulir Pd-T-11-2005-C: Daftar Periksa Pengawasan Sistem Proteksi Kebakaran Gedung dan Bangunan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Cipta Karya.
- Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan Kota Banda Aceh. (2021, Maret 25). Pengetahuan teori segitiga api. Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan Kota Banda Aceh. <https://damkar.bandaaacehkota.go.id/2021/03/25/pengetahuan-teori-segitiga-api/>
- Febriyani, D. (2020). Analisis Penerapan Sistem Safety Permit Di Unit PLTU Teluk Balikpapan. *Identifikasi*, 6(2), 330-339.
- Hadi, S. (2019). Evaluasi Kepatuhan Sistem Proteksi Kebakaran Terhadap Standar SNI Di Gedung Perkantoran. *Jurnal Keselamatan Bangunan*, 10(1), 67-78.
- Ibrahim, Senna Malik, Jundan Ahsana Muhammad, and Kholis Widodo. 2025. "Evaluasi Sistem Proteksi Kebakaran Aktif Pada Gedung Administrasi Perusahaan Listrik Surabaya."
- Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (1980). *Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 1980 tentang Syarat-Syarat Pemasangan dan Pemeliharaan Alat Pemadam Api Ringan*. Jakarta: Kementerian Ketenagakerjaan RI.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2009). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 20/PRT/M/2009 tentang Pedoman Teknis Manajemen Proteksi Kebakaran di Perkotaan*. Jakarta: Kementerian PUPR
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2008). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 26/PRT/M/2008 tentang*

- Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran di Bangunan Gedung dan Lingkungan*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Kementerian Tenaga Kerja Republik Indonesia. (1999). *Keputusan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia Nomor 186/MEN/1999 tentang Unit Penanggulangan Kebakaran di Tempat Kerja*. Jakarta: Kementerian Tenaga Kerja RI.
- Marrion, C. E. (2016). The impact of automatic sprinklers on building design and fire safety. *Fire Technology*, 52(3), 723-747.
<https://doi.org/10.1007/s10694-015-0490-1>.
- National Fire Protection Association. (n.d.). NFPA: The leading information and knowledge resource on fire, electrical and related hazards.
<https://www.nfpa.org/>
- Nugraha, Septa, Komeyni Rusba, and Muhamad Ramdan. 2024. "Analisis Sistem Proteksi Kebakaran Aktif Di Rumah Sakit Restu Ibu Balikpapan." *Jurnal Keselamatan, Kesehatan Kerja Dan Lingkungan Lingkungan* 10(1):189–95.
- Onuh, Augustine Akor, Jaa Adamu, Kerkebe Ibrahim, and Idoko Peter Idoko. 2024. "Passive Fire Protection Strategies in High-Rise Architecture: Evaluating Effectiveness and Sustainability in Urban Environments."
- Pongky, P., Wagiono, M. W. A., & Rusba, K. (2025). Analisis Bahaya Dan Risiko Pada Pekerjaan Pengelasan Smaw Pada Pipa Dengan Menggunakan Metode Jsa Di PT. ABC Balikpapan. *Identifikasi*, 11(2), 263-266.
- Pratama, R. (2021). Evaluasi Efektivitas Alat Pemadam Api Ringan (APAR) dan Sistem Sprinkler di Gedung Komersial di Surabaya. *Jurnal Manajemen Risiko Kebakaran*, 8(2), 23-34.
- Putri, Dyah Ayu Rhomandhoni. 2020. "Journal of Vocational Health Studies." *Journal of Vocational ...* 03:53–58. doi: 10.20473/jvhs.V3I3.2020.131.
- Refly, Ahmad, Nur Miswari, and Rizqi Wahyudi. 2024. "Analisis Tingkat Pemenuhan Manajemen Dan Sistem Proteksi Kebakaran Di Gedung Laboratorium Teknik 2." *Teknoin* 29(1):39–47. doi: 10.20885/teknoin.vol29.iss1.art5.
- Rizani, M. D., Anggi, P., Jaryati, P. S., & Esterida, B. (2022). Evaluasi Penerapan Sistem Proteksi dan Sarana Penyelamatan Pada Bangunan Pasar Johar Semarang. *Journal of Research and Technology Studies*, 01(2).
- Rusman, Zylmiangga, Andi Were Matario, Mardiana Amir, and Aisyah Zakaria. 2021. "Analisis Penerapan Sarana Penyelamatan Dan Sistem Proteksi Pasif Terhadap Bahaya Kebakaran (Studi Kasus : Gedung Menara Bosowa Makassar)." *Journal of Applied Civil and Environmental Engineering* 1(1):23. doi: 10.31963/jacee.v1i1.2671.
- Sasana, W. A., & Lestari, F. (2023). Evaluasi Perencanaan Sistem Proteksi Kebakaran pada Tahap Desain Gedung Admin di PT. J. *Jurnal Cahaya Mandalika*, 3, 765–782.
- Savitri, R. N., Indrayani, R., & Akbar, K. A. (2022). Evaluasi Sistem Proteksi Aktif dan Sarana Penyelamatan Jiwa pada Hotel X di Kabupaten Jember. *IKESMA Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 18, 1–9.
- Swandito, A., Kobandaha, T. M. P., Rusba, K., & Ramdan, M. (2025). Analisis Bahaya Dan Risiko Pekerjaan Pemasangan Support Dan Cable Tray Proyek RDMP PT. Wifgasindo Dengan Metode Job Safety Analysis. *Identifikasi*, 11(2), 244-249.
- Syahrir, A., Rusba, K., & Liku, J. E. A. (2024). Analisa Keselamatan Pekerjaan Bongkar Muat Barang Menggunakan Forklift Pada PT United Tractors Balikpapan. *Identifikasi*, 10(1), 76-81.
- Szewczyński, Krystian, Aleksander Król, and Małgorzata Król. 2021. "Should We Expect a Disastrous Fire Accident in an

Urban Road Tunnel? Literature Data Review and a Case Study for Selected Tunnels in Poland.” *Sustainability (Switzerland)* 13(11). doi: 10.3390/su13116172.

Triyono, M. B., Mutohhar, F., Kholifah, N., Nurtanto, M., Subakti, H., & Prasetya, K. H. (2023). Examining The Mediating-Moderating Role Of Entrepreneurial Orientation And Digital Competence On Entrepreneurial Intention In Vocational Education. *Journal of Technical Education and Training*, 15(1), 116-127.

Wahyuni, S., & Hardianto, H. (2025). Analisis Penerapan Prinsip Higiene Sanitasi Makanan Pada Rumah Makan Kube Mandiri Kota Balikpapan. *Identifikasi*, 11(2), 375-380.