

ANALISIS SISTEM FIRE PREVENTION PADA GUDANG PENYIMPANAN PERALATAN UNIT PKP-PK DI BANDAR UDARA ADI SOEMARMO

Ridho Rozikin¹, Wahyudono², Nunuk Praptiningih³

ridhorozikin01@gmail.com¹, wahyudonoppi@gmail.com², nunuk.praptiningsih@ppicurug.ac.id³

Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

ABSTRAK

Gudang penyimpanan peralatan Unit PKP-PK di Bandar Udara Adi Soemarmo memegang peran penting dalam kesiapsiagaan darurat. Namun, hasil observasi menunjukkan belum tersedianya sistem fire prevention yang memadai, seperti detektor asap, APAR, dan prosedur tanggap darurat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi eksisting dan merancang sistem pencegahan kebakaran yang sesuai standar keselamatan. Pendekatan yang digunakan adalah kualitatif deskriptif dengan metode studi kasus. Data diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara, dan dokumentasi visual. Hasil analisis menunjukkan perlunya pengadaan alat proteksi aktif, penyusunan SOP, serta pelatihan rutin bagi personel. Rancangan sistem disusun berdasarkan standar nasional (SNI) dan internasional (NFPA dan ICAO). Diharapkan hasil penelitian ini dapat meningkatkan keselamatan fasilitas serta menjadi acuan dalam pengembangan sistem proteksi kebakaran di lingkungan Bandar Udara. Penelitian ini juga menekankan bahwa keselamatan bukan sekadar kepatuhan teknis, tetapi wujud nyata dari kepedulian terhadap nilai kemanusiaan dan profesionalisme kerja.

Kata Kunci: Fire Prevention, PKP-PK, Proteksi Kebakaran, Gudang Penyimpanan, Keselamatan Bandar Udara.

ABSTRACT

The storage warehouse for PKP-PK equipment at Adi Soemarmo Airport plays a vital role in emergency preparedness. However, field observations revealed the absence of an adequate fire prevention system, such as smoke detectors, fire extinguishers (APAR), and emergency response procedures. This study aims to analyze the existing conditions and design a fire prevention system that complies with safety standards. A descriptive qualitative approach with a case study method was employed. Data were collected through field observation, interviews, and visual documentation. The analysis highlights the need for active fire protection equipment, the development of standard operating procedures (SOPs), and regular personnel training. The proposed system is based on national standards (SNI) and international references (NFPA and ICAO). The study is expected to enhance facility safety and serve as a reference for developing fire protection systems in airport environments. Furthermore, it emphasizes that safety is not merely a matter of technical compliance but a reflection of human values and professional responsibility.

Keywords: Fire Prevention, PKP-PK, Fire Protection, Storage Warehouse, Airport Safety.

PENDAHULUAN

Keselamatan dan keamanan merupakan elemen fundamental dalam berbagai aspek kehidupan, baik dalam konteks pribadi, sosial, maupun institusional. (Robi Rojaya Simbolon et al., 2024). Saat ini, aktivitas transportasi udara mengalami peningkatan yang signifikan, terlihat dari semakin padatnya lalu lintas pesawat, naiknya jumlah penumpang, serta meningkatnya volume pengiriman kargo. Pesawat udara berperan sebagai moda transportasi utama dalam sistem ini, sedangkan bandar udara menjadi fasilitas penting yang mendukung konektivitas, pelayanan, dan operasional penerbangan secara optimal. (Ilmiyah et al., 2022).

Salah satu risiko paling signifikan yang dapat terjadi di lingkungan Bandar Udara adalah kebakaran. Kebakaran adalah kejadian yang berlangsung secara spontan dan cepat, dengan potensi menimbulkan dampak yang merugikan, baik berupa kerusakan aset, gangguan terhadap keselamatan jiwa, maupun terganggunya aktivitas normal masyarakat atau institusi..(Ananda & Ayu, 2023). Insiden kebakaran di area Bandar Udara memiliki dampak yang jauh lebih besar dibandingkan di fasilitas umum lainnya karena dapat menyebabkan terganggunya jadwal penerbangan, rusaknya infrastruktur penting, hilangnya aset bernilai tinggi, hingga ancaman terhadap keselamatan manusia dalam skala besar. Oleh karena itu, pengelolaan risiko kebakaran di lingkungan Bandar Udara menuntut penerapan mekanisme pencegahan dan penanganan yang dirancang secara terpadu, dengan mengedepankan prinsip-prinsip keselamatan sesuai standar yang telah ditetapkan, agar tercipta perlindungan yang optimal terhadap ancaman kebakaran.(Herlambang & Nurpulaela, 2023).

Unit PKP-PK memiliki peran strategis dalam sistem respons darurat kecelakaan penerbangan dan penanggulangan kebakaran di bandar udara, sebagai elemen penting yang memastikan penanganan cepat, tepat, dan sesuai prosedur keselamatan yang berlaku. Unit Penyelamatan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK) merupakan elemen yang wajib ada pada setiap Bandar Udara. Kewajiban pembentukan unit ini diatur dalam dokumen International Civil Aviation Organization (ICAO) Annex 14 Aerodromes (1999).(Hidayat & Martanti, 2023). Unit ini memiliki tanggung jawab utama untuk melaksanakan kegiatan penyelamatan jika terjadi kecelakaan penerbangan serta menangani keadaan darurat di lingkungan Bandar Udara. (Karmini et al., 2023)

Pasal 219 ayat 1 Undang-undang No. 1 Tahun 2009 menyatakan bahwa setiap badan usaha Bandar Udara wajib menyediakan fasilitas Bandar Udara yang memenuhi persyaratan keselamatan dan keamanan penerbangan, serta pelayanan jasa Bandar Udara yang sesuai dengan standar pelayanan. Selain personel, fasilitas Pertolongan Kecelakaan Pesawat dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK) dalam suatu Bandar Udara memiliki peran penting dalam Aspek keselamatan penerbangan sangat penting, karena unit ini menjadi garda terdepan dalam menghadapi situasi yang tidak diharapkan dan berkaitan dengan keselamatan penerbangan. (JATMOKO et al., 2023).

Dalam lingkup operasional unit PKP-PK di bandar udara, gudang penyimpanan berfungsi sebagai tempat untuk menampung, mengelola, dan menyimpan sementara peralatan serta material yang dibutuhkan dalam kegiatan penyelamatan dan pemadaman kebakaran. Keberadaan gudang ini menjadi bagian penting dalam menjamin kelancaran logistik dan kesiapsiagaan unit dalam merespons keadaan darurat..(Inayanti, 2020) meskipun tidak selalu tampak sebagai elemen kritis, sebenarnya menyimpan potensi risiko yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh banyaknya material mudah terbakar yang disimpan, sistem kelistrikan yang aktif setiap waktu, serta aktivitas keluar-masuk barang yang tidak selalu dapat dipantau secara optimal.(Angela, 2006).

Berdasarkan UU Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, keselamatan merupakan persyaratan wajib dipenuhi. Setiap bangunan diharapkan dilengkapi sistem proteksi kebakaran yang sesuai ketentuan, sehingga mampu mencegah terjadinya kebakaran, menghambat penyebaran api dan asap, menyediakan fasilitas pemadaman kebakaran, serta menyiapkan sarana evakuasi yang memadai bagi seluruh penghuni gedung. (Karmini et al., 2023). Hal ini diperkuat oleh Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 26/PRT/M/2008 tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran pada Bangunan Gedung dan Lingkungan, yang menekankan bahwa keselamatan di dalam maupun di sekitar bangunan harus menjadi salah satu pertimbangan utama. utama

khususnya terhadap bahaya kebakaran. (Karmini et al., 2023)

Bandar Udara Adi Soemarmo sebagai salah satu Bandar Udara yang dikelola oleh otoritas penerbangan nasional dan melayani penerbangan domestik maupun militer terletak di Kecamatan Ngemplak, Boyolali.(Comission, 2016) Berdasarkan observasi awal, diketahui bahwa gudang penyimpanan Unit PKP-PK di Bandar Udara tersebut belum dilengkapi sistem fire prevention yang memadai dan belum dirancang secara menyeluruh berdasarkan analisis risiko yang aktual. Oleh karena itu, diperlukan suatu perancangan sistem pencegahan kebakaran yang terstruktur, mengacu pada standar nasional (SNI) dan internasional (NFPA, ICAO), serta mempertimbangkan aspek proteksi aktif dan pasif. Perancangan ini diharapkan tidak hanya menjadikan gudang sebagai tempat penyimpanan yang aman, tetapi juga sebagai bagian integral dari system keselamatan Bandar Udara.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan kerangka kerja yang memandu peneliti dalam merancang, melaksanakan, dan mengevaluasi proses penelitian. Di dalamnya terkandung prosedur, teknik, serta pendekatan yang digunakan untuk memperoleh data, menganalisis informasi, dan menyusun kesimpulan dari hasil temuan. Menurut Creswell (2014), metode penelitian mencakup langkah-langkah sistematis yang digunakan peneliti dalam merencanakan studi, mengumpulkan serta menganalisis data, dan menafsirkan hasilnya. Pengertian ini menunjukkan bahwa metode penelitian mencakup seluruh proses, mulai dari pemilihan pendekatan hingga interpretasi akhir dari hasil penelitian.(Abdussamad et al., 2024). Pendekatan kuantitatif dalam penelitian berorientasi pada pengumpulan dan pengolahan data yang bersifat numerik, sedangkan pendekatan kualitatif lebih menekankan pada data non-numerik yang menggambarkan makna, pengalaman, atau fenomena secara mendalam. Pemilihan pendekatan tersebut harus disesuaikan dengan bentuk data yang dikaji serta jenis pertanyaan penelitian yang diajukan. Oleh karena itu, karakteristik fenomena yang diteliti menjadi faktor penting dalam menentukan metode yang paling tepat. Misalnya, ketika penelitian bertujuan untuk mengukur hubungan antar variabel atau menemukan pola-pola umum dalam data, maka pendekatan kuantitatif lebih sesuai untuk digunakan.(Abdussamad et al., 2024) Desain penelitian yang diterapkan dalam tugas akhir ini ialah metode kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus. bertujuan untuk mendeskripsikan kondisi eksisting serta merancang sistem fire prevention pada gudang penyimpanan peralatan Unit PKP-PK di Bandar Udara Adi Soemarmo. Pendekatan kualitatif digunakan untuk memperoleh pemahaman mendalam terhadap fenomena yang diteliti, sedangkan studi kasus dipilih karena fokus penelitian berada pada satu lokasi spesifik dengan konteks tertentu.

Tabel 1. Table Desain Penelitian.

Komponen	Uraian
Jenis Penelitian	Kualitatif Deskriptif
Pendekatan	Studi Kasus
Lokasi Penelitian	Gudang Penyimpanan Peralatan Unit PKP-PK, Bandar Udara Adi Soemarmo, Boyolali
Periode Penelitian	Oktober 2024 – Februari 2025
Tujuan Penelitian	Menganalisis kondisi eksisting pada Gudang

	Memberikan rekomendasi sistem fire prevention berbasis standar keselamatan nasional & internasional
Objek Penelitian	Gudang penyimpanan peralatan PKP-PK
Metode Pengumpulan Data	Observasi langsung
	Wawancara semi-terstruktur
	Dokumentasi
	Studi Literatur
Instrumen Penelitian	Panduan observasi
	Daftar pertanyaan wawancara
	Dokumentasi
Teknik Analisis Data	Reduksi data
	Penyajian data (narasi, tabel, gambar)
	Penarikan kesimpulan dan verifikasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Gambaran Umum Gudang Penyimpanan Unit PKP-PK Bandar Udara Adi Soemarmo Boyolali



Gambar 1 Gudang Penyimpanan



Gambar 2 Kondisi Gudang

Gudang penyimpanan peralatan unit PKP-PK (Pertolongan Kecelakaan Pesawat dan Pemadam Kebakaran) terletak di area sisi darat (land side) Bandar Udara Adi Soemarmo, berdekatan langsung dengan bangunan Fire Station. Lokasi ini dipilih agar memudahkan personel PKP-PK untuk mengakses peralatan cadangan dengan cepat ketika terjadi situasi darurat di sisi udara maupun sisi darat. Gudang ini merupakan bagian penting dari sistem pendukung operasional penyelamatan dan pemadaman kebakaran, di dalamnya tersimpan berbagai perlengkapan penting. Gedung ini mempunyai ukuran yaitu :

Panjang = 9,5 meter

Lebar = 3,5 meter

Tinggi = 3 meter

Di Bandar Udara Adi Soemarmo Boyolali, penulis menemukan beberapa permasalahan pada Unit PKP-PK di Bandar Udara Adi Soemarmo. Permasalahan yang ditemukan oleh penulis yaitu terkait pada UU No. 28 tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, pasal 17 ayat 3 disebutkan bahwa tiap bangunan gedung atau penyimpanan harus mampu atau memiliki kemampuan untuk melakukan pengamanan maupun pencegahan terhadap bahaya atau ancaman kebakaran.

Pada gudang tempat penyimpanan peralatan dan bahan pemadam kebakaran di Bandar Udara Adi Soemarmo penulis menemukan belum adanya Fire Prevention atau sistem pencegahan kebakaran yang mampu untuk mencegah terjadinya bahaya kebakaran. Apabila tidak ada sistem proteksi kebakaran dapat berpengaruh terhadap nantinya apabila

terjadi ancaman atau bahaya kebakaran, peralatan dan barang-barang yang berada pada gudang penyimpanan tidak dapat diselamatkan dan bila terjadi suatu emergency yang memerlukan peralatan cadangan tidak dapat terlaksana karena peralatan cadangan yang berada pada gudang penyimpanan telah rusak sehingga menyebabkan tidak efektif pada saat operasi keadaan darurat.

Prosedur Pengumpulan dan Analisis Data Pada Gudang Penyimpanan Unit PKP-PK Bandar Udara Adi Soemarmo Boyolali

Penelitian ini menggunakan observasi, wawancara, dan dokumentasi sebagai teknik pengumpulan data.. Masing masing metode bertujuan untuk memperoleh informasi yang komprehensif mengenai kondisi eksisting gudang penyimpanan Unit PKP-PK serta potensi risiko kebakaran yang ada. Berikut adalah uraian hasil yang diperoleh dari tiap metode:

a. Observasi Lapangan

Observasi dilakukan secara langsung oleh peneliti di Bandar Udara Adi Soemarmo, khususnya pada area gudang penyimpanan barang. Tujuan dari observasi ini adalah untuk mengidentifikasi kondisi aktual di lapangan terkait penerapan sistem keselamatan dan proteksi kebakaran, baik dalam bentuk sistem aktif maupun pasif. Berikut merupakan barang yang tersedia digudang

Tabel 2. Hasil Ovservasi

NO	BARANG	KLASIFIKASI KEBAKARAN
1	Buku	Kelas A
2	Kardus	Kelas A
3	Lemari	Kelas A
4	Ban	Kelas A
5	Drum	Kelas A
6	Solar	Kelas B
7	AC	Kelas C

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan secara sistematis, ditemukan bahwa gudang penyimpanan belum memiliki sistem proteksi kebakaran yang memadai. Dari sisi proteksi aktif, tidak terdapat instalasi perangkat deteksi dini seperti smoke detector (detektor asap), sistem alarm kebakaran. Ketiadaan sistem ini mengakibatkan tidak adanya peringatan awal apabila terjadi kebakaran, yang tentunya dapat memperbesar risiko terhadap keselamatan jiwa dan kerugian materil. Selain itu, tidak ditemukan adanya perangkat Pemadam Api Ringan (APAR) di dalam ruangan. Ketiadaan APAR ini berisiko besar apabila terjadi kebakaran kecil yang sebenarnya dapat dikendalikan secara dini.

b. Wawancara Semi Terstruktur

Berikut hasil wawancara dengan para informan.yang memiliki kompetensi dan pemahaman terkait kondisi serta perancangan sistem fire prevention pada gudang penyimpanan peralatan Unit PKP-PK di Bandar Udara Adi Soemarmo. Hasil wawancara ini sebagai salah satu data pendukung dalam penyusunan rancangan sistem pencegahan kebakaran agar sesuai dengan standar keselamatan yang berlaku. Adapun narasumber yang diwawancarai adalah :

Bapak Amir Hamzah sebagai ARFF Operation Chief

Bapak Dwi Pranowo sebagai Assistant Chief

Bapak Dyan Syafria sebagai ARFF Prevention and Training

1. Bagaimana Bapak menilai kondisi eksisting sistem fire prevention di gudang penyimpanan Unit PKP-PK saat ini?

Tabel 3. Hasil Wawancara

Informan	Tanggapan
Amir Hamzah	"Secara umum, sistem pencegahan kebakaran di gudang masih belum memadai. Tidak tersedia sistem deteksi asap otomatis, dan peralatan pemadam belum lengkap sesuai standar."
Dyan Syafria	"Kondisi gudang saat ini cukup berisiko karena bahan kimia pemadam disimpan bercampur dengan peralatan lain, dan tidak ada pembatas area penyimpanan."
Dwi Pranowo	"Kalau dilihat dari kelengkapan proteksi kebakaran, gudang sama sekali belum memiliki smoke detector, tidak ada <i>fire alarm</i> , dan APAR pun belum tersedia. Kondisi ini tentu berisiko tinggi karena kebakaran bisa saja tidak terdeteksi sejak awal, dan tidak ada alat pemadam yang siap digunakan."

2. Apakah keberadaan sistem fire prevention di gudang penyimpanan Unit PKP-PK diperlukan?

Tabel 4. Hasil Wawancara

Informan	Tanggapan
Amir Hamzah	Keberadaan sistem <i>fire prevention</i> sangat diperlukan. Gudang menyimpan peralatan yang mudah terbakar, sehingga deteksi dini dan pemadaman cepat harus diprioritaskan.
Dyan Safria	Ya, tentu saja diperlukan. Sistem ini menjadi bagian penting dari perlindungan aset dan keselamatan petugas yang bekerja di sekitar gudang.
Dwi Pranowo	Menurut saya, sistem <i>fire prevention</i> wajib ada. Tanpa alat deteksi dan pemadam, risiko kebakaran akan sangat tinggi dan bisa berdampak pada kerugian

3. Menurut Bapak, apa kelemahan yang paling mendasar dari kondisi sistem pencegahan kebakaran saat ini?

Tabel 5. Hasil Wawancara

Informan	Tanggapan
Amir Hamzah	Kelemahan paling mendasar adalah tidak adanya alat deteksi dini seperti <i>smoke detector</i> dan <i>fire alarm</i> . Ini membuat kebakaran sulit diketahui sebelum api membesar.
Dyan Syafria	Menurut saya, kelemahan utamanya terletak pada ketiadaan sarana proteksi aktif dan pasif. Selain itu, prosedur penanganan kebakaran juga belum disusun secara jelas.
Dwi Pranowo	Kelemahan terbesar adalah gudang belum memenuhi standar minimum keselamatan. Semua peralatan pencegahan kebakaran belum tersedia, sehingga risikonya sangat tinggi.

4. Seberapa penting menurut Bapak penerapan perancangan sistem fire prevention yang sesuai dengan ketentuan keselamatan operasional di gudang ini?

Tabel 6. Hasil Wawancara

Informan	Tanggapan
Amir	Menurut saya, penerapannya sangat penting karena gudang ini

Informan	Tanggapan
Hamzah	menyimpan banyak peralatan vital. Sistem yang sesuai ketentuan akan memastikan perlindungan maksimal terhadap aset dan keselamatan personel.
Dyan Syafria	Sangat penting. Perancangan yang sesuai standar akan meminimalkan risiko kebakaran, mempercepat respons darurat, dan mendukung keselamatan operasional secara menyeluruh.
Dwi Pranowo	Saya menilai hal itu wajib dilakukan. Tanpa sistem yang sesuai ketentuan keselamatan, gudang akan tetap rawan kebakaran dan berdampak serius terhadap kelancaran kegiatan operasional.

5. Apa rekomendasi Bapak agar sistem fire prevention di gudang ini bisa dirancang lebih baik dan sesuai standar keselamatan penerbangan?

Tabel 7. Hasil Wawancara

Informan	Tanggapan
Amir Hamzah	Saya merekomendasikan pemasangan <i>smoke detector</i> , <i>fire alarm</i> , dan APAR di titik-titik strategis. Selain itu, perlu dibuat prosedur penanganan kebakaran yang jelas dan dilakukan simulasi secara berkala.
Dyan Syafria	Sistem deteksi otomatis dan alat pemadam kebakaran harus segera dilengkapi. Gudang juga perlu jalur evakuasi dengan tanda yang jelas, serta pelatihan rutin bagi petugas sesuai standar keselamatan.
Dwi Pranowo	Saya menyarankan dilakukan perencanaan menyeluruh berdasarkan analisis risiko, kemudian melengkapi peralatan proteksi aktif dan pasif, serta memastikan semua personel memahami prosedur darurat.

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan dengan beberapa personel Unit PKP-PK Bandar Udara Adi Soemarmo dapat disimpulkan bahwa menyadari pentingnya sistem pencegahan kebakaran, namun keterbatasan fasilitas menjadi hambatan utama. Mereka menyatakan bahwa tidak ada *smoke detector* maupun *fire alarm* yang terpasang di area gudang. Selain itu juga tidak tersedianya Alat Pemadam Api Ringan (APAR) didalam gudang penyimpanan tersebut. Hal ini disebabkan karena alat-alat tersebut memang tidak tersedia di lokasi.

c. Dokumentasi



Gambar 1. Hasil Dokumentasi

Metode dokumentasi dalam penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan berbagai bentuk data visual, berupa foto dan catatan lapangan yang diambil secara langsung selama pelaksanaan observasi di area gudang penyimpanan. Dokumentasi visual yang dikumpulkan mencakup dengan pengambilan foto dilakukan secara sistematis untuk

mendokumentasikan keadaan riil di lapangan sebagai bahan bukti pendukung yang akurat.

Foto-foto yang diambil menunjukkan bahwa pada bagian plafon dan dinding gudang tidak ditemukan adanya pemasangan detektor asap (smoke detector) maupun perangkat fire alarm seperti alarm bell atau panel indikator kebakaran. Selain itu didalam gudang juga masih belum tersedia Alat Pemadam Api Ringan (Alat Pemadam Api Ringan). Hal ini menunjukkan dengan kondisi ruangan yang tertutup dan sirkulasi udara yang minim justru memperparah risiko jika terjadi pembakaran, karena asap bisa cepat memenuhi ruangan tanpa adanya alat pendeteksi otomatis.

Data visual ini kemudian dianalisis dan digunakan sebagai bahan utama untuk memperkuat temuan hasil observasi lapangan. Dokumentasi ini juga berfungsi sebagai alat verifikasi dan bukti objektif dalam proses penyusunan serta perancangan sistem pencegahan kebakaran (fire prevention system) yang disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan nyata di gudang tersebut. Dengan dukungan dokumentasi yang komprehensif, proses perencanaan dapat dilakukan secara dan efektif, sehingga diharapkan mampu meningkatkan tingkat keselamatan serta meminimalisasi risiko kebakaran di lingkungan gudang.

Hasil Temuan Penelitian Pada Gudang Penyimpanan Unit PKP-PK Bandar Udara Adi Soemarmo Boyolali

Berdasarkan hasil pengumpulan data yang dilakukan melalui metode observasi langsung, wawancara semi-terstruktur, serta dokumentasi visual di lapangan, diperoleh sejumlah temuan penting yang menggambarkan kondisi aktual gudang penyimpanan Unit PKP-PK di Bandar Udara Adi Soemarmo. Temuan-temuan ini menjadi dasar untuk menyusun analisis risiko dan perancangan sistem fire prevention yang sesuai dengan kebutuhan serta standar keselamatan kebakaran.

Adapun temuan utama dari penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Ketidadaan Sistem deteksi dan alarm kebakaran gudang tidak dilengkapi dengan perangkat deteksi dini seperti smoke detector. Tidak ditemukan pula sistem alarm kebakaran. Hal ini menunjukkan bahwa jika terjadi kebakaran, tidak akan ada sistem yang secara otomatis memberi peringatan kepada personel, yang tentu akan berdampak pada keterlambatan penanganan awal.
2. Ketidadaan Alat Pemadam Api Ringan (APAR) Keberadaan APAR di gudang penyimpanan unit PKP-PK Bandar Udara Adi Soemarmo Boyolali. Hal ini menunjukkan bahwa fasilitas tersebut belum memenuhi standar keselamatan kebakaran.

Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa gudang penyimpanan Unit PKP-PK di Bandar Udara Adi Soemarmo masih belum memenuhi standar keselamatan kebakaran. Tidak hanya karena sifat bahan yang disimpan, tetapi juga akibat tidak adanya sistem proteksi kebakaran yang belum tersedia, baik dari sisi deteksi dini maupun pemadaman awal. Oleh karena itu, perancangan sistem fire prevention menjadi suatu kebutuhan yang diperlukan guna meningkatkan keselamatan fasilitas dan mendukung kelangsungan operasional Unit PKP-PK secara optimal.

Pembahasan Penelitian

Tinjauan terhadap Kondisi Lokasi Penelitian Pada Gudang Penyimpanan Unit PKP-PK Bandar Udara Adi Soemarmo Boyolali

Berdasarkan hasil observasi lapangan yang dilakukan penulis di Bandar Udara Adi Soemarmo Boyolali, diketahui bahwa gudang penyimpanan peralatan Unit PKP-PK memiliki fungsi strategis sebagai tempat penyimpanan alat-alat pendukung dalam kegiatan pertolongan kecelakaan penerbangan dan pemadaman kebakaran. Lokasi gudang

yang berada di area sisi darat dan berdekatan langsung dengan bangunan Fire Station memberikan keuntungan tersendiri dalam hal efisiensi waktu dan kemudahan akses personel saat menghadapi kondisi darurat, baik di sisi udara maupun sisi darat Bandar Udara.

Secara fisik, gudang ini memiliki dimensi panjang 9,5 meter, lebar 3,5 meter, dan tinggi 3 meter. Ukuran ini tergolong cukup untuk menyimpan berbagai fasilitas dan peralatan. Dari segi keselamatan terhadap bahaya kebakaran, ditemukan bahwa bangunan gudang ini belum dilengkapi dengan sistem proteksi kebakaran aktif maupun pasif yang memadai. Tidak ditemukan adanya smoke detector, sistem fire alarm, APAR yang seharusnya menjadi elemen penting dalam menjaga keamanan bangunan terhadap potensi kebakaran.

Hal ini bertentangan dengan ketentuan dalam UU Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, khususnya Pasal 17 Ayat 3 yang menyatakan bahwa setiap bangunan harus mampu melakukan pengamanan terhadap ancaman kebakaran. Ketidadaan sistem fire prevention pada gudang ini berpotensi besar menimbulkan kerugian apabila terjadi kebakaran, karena seluruh peralatan cadangan yang disimpan dapat rusak atau tidak dapat digunakan, sehingga menghambat kesiapsiagaan Unit PKP-PK dalam menangani keadaan darurat.

Permasalahan ini menjadi sorotan penting dalam konteks perancangan sistem fire prevention pada gudang penyimpanan Unit PKP-PK. Fungsi gudang sebagai tempat penyimpanan peralatan vital seharusnya diimbangi dengan sistem proteksi kebakaran yang andal. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang tidak hanya mampu mendeteksi kebakaran secara dini, tetapi juga memberikan peringatan dan memadamkan api secara otomatis sebelum menyebar lebih luas.

Dengan mempertimbangkan temuan ini, maka dapat disimpulkan bahwa sistem keselamatan kebakaran pada gudang penyimpanan Unit PKP-PK saat ini masih sangat minim dan belum memenuhi standar keselamatan bangunan yang berlaku. Sehingga perlu dilakukan perancangan dan implementasi sistem proteksi kebakaran yang mencakup sistem deteksi dini, alarm kebakaran, dan alat pemadam kebakaran untuk menjamin kelangsungan operasional penyelamatan dan pemadaman kebakaran di Bandar Udara Adi Soemarmo.

Dampak dari Kondisi Gudang Penyimpanan Unit PKP-PK Berdasarkan Hasil Pengumpulan dan Analisis Data di Bandar Udara Adi Soemarmo Boyolali

Dari hasil pengumpulan data yang diperoleh melalui kegiatan observasi, wawancara, dan dokumentasi yang dilakukan penulis di Bandar Udara Adi Soemarmo menunjukkan sejumlah dampak signifikan terhadap keselamatan operasional gudang penyimpanan peralatan milik Unit PKP-PK.

Ketidadaan sistem proteksi kebakaran yang sesuai standar berdampak langsung pada meningkatnya risiko kebakaran yang sulit dikendalikan, mengingat di dalam gudang tersimpan berbagai material dengan klasifikasi risiko kebakaran yang beragam, yaitu kelas A (bahan padat mudah terbakar seperti kertas, kardus, dan kayu), kelas B (bahan cair mudah terbakar seperti solar), serta kelas C (peralatan listrik seperti pendingin ruangan/AC). Penyimpanan bahan-bahan tersebut dalam satu ruangan tanpa pemisahan zona risiko dan tanpa ventilasi memadai menimbulkan dampak berupa potensi penyebaran api yang cepat dan menyeluruh apabila kebakaran terjadi.

Dampak lain yang sangat penting adalah hilangnya kemampuan deteksi dini dan peringatan kebakaran akibat tidak adanya smoke detector dan sistem alarm kebakaran. Kondisi ini menyebabkan kebakaran yang terjadi di dalam gudang tidak dapat terdeteksi

secara otomatis, sehingga proses evakuasi dan pemadaman awal akan terlambat. Keterlambatan ini berdampak pada meningkatnya risiko kerusakan peralatan vital PKP-PK dan ancaman terhadap keselamatan personel yang sedang bertugas di area sekitar gudang.

Tidak tersedianya Alat Pemadam Api Ringan (APAR) juga membawa dampak serius berupa hilangnya peluang pemadaman awal yang seharusnya dapat dilakukan sebelum api berkembang menjadi lebih besar. Apabila terjadi kebakaran, kondisi ini akan mempersulit pengendalian api dan meningkatkan kerugian aset maupun risiko cedera bagi petugas.

Selain itu, hasil wawancara menunjukkan bahwa belum adanya kebijakan prioritas dan keterbatasan anggaran berdampak pada belum terwujudnya langkah-langkah pencegahan kebakaran secara menyeluruh. Hal ini menciptakan celah kerentanan yang serius terhadap potensi insiden kebakaran di fasilitas vital Bandar Udara.

Secara keseluruhan, dampak dari kondisi gudang penyimpanan Unit PKP-PK yang belum dilengkapi sistem proteksi kebakaran dapat dirangkum sebagai berikut:

1. Peningkatan risiko kebakaran tidak terdeteksi sejak dini.
2. Kerugian material terhadap peralatan penyelamatan dan pemadam kebakaran.
3. Terhambatnya kesiapsiagaan operasi penanggulangan keadaan darurat.
4. Ketidakesesuaian dengan standar keselamatan sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 Pasal 17 Ayat (3).

Oleh karena itu, diperlukan perancangan sistem fire prevention yang komprehensif untuk mengatasi seluruh dampak tersebut dan memastikan keamanan fasilitas serta keberlangsungan operasional Unit PKP-PK secara optimal.

Rekomendasi Penyelesaian dan Tindakan Pencegahan Berdasarkan Analisis Kondisi Gudang Penyimpanan Unit PKP-PK Bandar Udara Adi Soemarmo

Rekomendasi ini disusun untuk memberikan usulan langkah penyelesaian yang komprehensif berdasarkan hasil temuan lapangan yang diperoleh melalui proses observasi, dokumentasi, dan wawancara dengan personel terkait di lingkungan Unit PKP-PK Bandar Udara Adi Soemarmo Boyolali. Temuan tersebut menunjukkan bahwa gudang penyimpanan peralatan yang memiliki peranan vital dalam sistem penanganan keadaan darurat masih belum dilengkapi dengan sistem proteksi kebakaran yang memadai. Kondisi ini menjadi perhatian serius, mengingat fungsi gudang sebagai tempat penyimpanan peralatan cadangan untuk penanggulangan kecelakaan pesawat dan pemadaman kebakaran.

Oleh karena itu, rekomendasi tindakan pencegahan dan perbaikan disusun sebagai langkah mitigasi risiko kebakaran sekaligus peningkatan keselamatan aset. Penyusunan rekomendasi ini mengacu pada ketentuan dan standar keselamatan kebakaran yang berlaku. Berikut merupakan rekomendasi penyelesaian dan tindakan pencegahan terhadap kondisi gudang penyimpanan Unit PKP-PK Bandar Udara Adi Soemarmo Boyolali.

1. Detektor Asap / Smoke Detector

Detektor yang digunakan adalah tipe Ionization Detector, karena memiliki karakteristik yang cocok untuk dipasang pada gudang penyimpanan (klasifikasi kebakaran A) dan lebih cepat dan efektif dalam pemberian informasi. Berikut merupakan perhitungan kebutuhan detektor asap / Smoke Detector digudang penyimpanan unit PKP-PK Bandar Udara Adi Soemarmo.

Diketahui :

Panjang : 9,5 meter

Lebar : 3,5 meter

Tinggi : 3 meter

Berdasarkan standar bahwa jarak efektif deteksi untuk detektor asap adalah 91% dari jangkauan maksimal 12 meter

Jawab :

S/Jarak antara detector = $91\% \times 12 \text{ m} = 10,92 \text{ meter}$

N Panjang = Panjang gedung / S (Jarak antar detector)
 $= 9,5 \text{ m} / 10,92 \text{ m}$
 $= 0,86 \text{ cm}$ dibulatkan menjadi 1 m

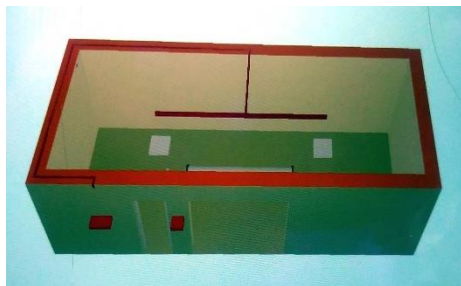
N Lebar = Lebar gedung / S (Jarak antar detector)
 $= 3,5 \text{ cm} / 10,92 \text{ cm} = 0,32 \text{ m} = 1 \text{ m}$

Karena hasil perhitungan bisa dibilang kurang untuk menemukan hasil akhir maka jumlah detektor yang akan dipasang 1 buah, karena jika hasil perhitungan Apabila tidak diperoleh hasil, maka merujuk pada UU Nomor 28 Tahun 2002 Pasal 69a disebutkan bahwa “untuk setiap luas 92 m² luas lantai harus dipasang sekurang-kurangnya satu detektor asap atau satu alat penangkap asap”. Namun untuk lebih baiknya dapat digunakan 2 Detektor. Letak pemasangannya pun disesuaikan dengan bangunan gudang berada pada titik tengah gudang dan jarak antara smoke detector 3-5 meter. Dari hasil perhitungan diatas dapat dijadikan acuan untuk perancangan Fire Prevention pada gudang penyimpanan unit PKP-PK Bandar Udara Adi Soemarmo Boyolali.

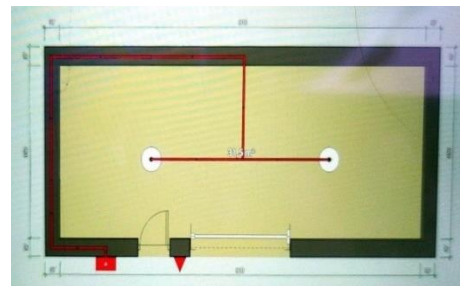
2. APAR

APAR yang direncanakan untuk digunakan dalam desain sistem pencegahan kebakaran di gudang penyimpanan Bandar Udara Adi Soemarmo Boyolali adalah APAR jenis DCP karena pada gudang penyimpanan tersebut lebih banyak barang atau peralatan yang terklasifikasi kebakaran kelas A dan APAR ini mudah untuk didapatkan. APAR diletakkan pada luar ruangan agar ketika terjadi kebakaran di dalam gudang dapat segera mengambil alat pemadaman dan segera masuk untuk memadamkan kebakaran yang terjadi.

Untuk mendukung implementasi sistem fire prevention yang telah dirancang, maka disusunlah denah sistem sebagai representasi visual dari lokasi pemasangan perangkat keselamatan kebakaran di dalam gudang penyimpanan peralatan Unit PKP-PK. Denah ini bertujuan untuk mempermudah pemahaman terhadap tata letak sistem proteksi. Berikut merupakan denah sistem fire prevention yang telah dirancang



Gambar 4. Sketsa Gudang Penyimpanan



Gambar 5. Sketa Peletakan Sistem Prevention Pada Gudang

Keterangan :

- : Fire Alarm
- : Smoke Detecor
- : APAR (Alat Pemadam Api Ringan)

Denah sistem fire prevention yang dirancang pada gudang penyimpanan peralatan Unit PKP-PK di Bandar Udara Adi Soemarmo berfungsi sebagai panduan visual mengenai letak perangkat-perangkat keselamatan kebakaran. Beberapa komponen utama yang ditampilkan dalam denah ini meliputi:

1. Fire Alarm

Fire alarm ditempatkan di area strategis yang mudah dijangkau oleh personel, seperti dekat pintu masuk atau area kerja utama. Fungsi dari fire alarm ini adalah untuk memberikan peringatan awal secara cepat apabila terdeteksi adanya kebakaran, sehingga memungkinkan evakuasi segera dan pemadaman dini.

2. Smoke Detektor

Smoke detector dipasang di beberapa titik langit-langit gudang yang memiliki potensi tinggi terjadinya akumulasi asap. Alat ini bekerja secara otomatis untuk mendeteksi keberadaan asap, sebagai indikasi awal terjadinya kebakaran. Pemasangannya disesuaikan dengan luas gudang agar optimal.

3. APAR (Alat Pemadam Api Ringan)

Ditempatan pada lokasi yang mudah dijangkau dan dekat dengan potensi sumber bahaya, seperti dekat panel listrik, area penyimpanan bahan mudah terbakar. APAR berfungsi sebagai upaya pemadaman awal sebelum api berkembang lebih besar.

Sebagai langkah awal meminimalkan risiko kebakaran pada gudang penyimpanan peralatan Unit PKP-PK di Bandar Udara Adi Soemarmo, maka diperlukan upaya mitigasi jangka pendek yang dapat segera diterapkan. Langkah-langkah ini bersifat sementara untuk meningkatkan kesiapsiagaan personel serta memberikan perlindungan terhadap aset dan fasilitas sebelum sistem proteksi kebakaran secara menyeluruh dapat diimplementasikan. Langkah mitigasi jangka pendek yang dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Pemasangan APAR (Alat Pemadam Api Ringan) jenis Dry Chemical Powder (DCP) menjadi langkah mitigasi yang sangat krusial. APAR jenis DCP dipilih karena mampu mengatasi berbagai kelas kebakaran, seperti kebakaran akibat bahan padat mudah terbakar (kelas A), cairan mudah terbakar (kelas B), dan peralatan listrik (kelas C). Alat pemadam ini harus ditempatkan di titik-titik strategis yang memiliki potensi risiko kebakaran tinggi, seperti di luar pintu masuk gudang, area penyimpanan bahan berbahaya, serta dekat dengan panel listrik. Lokasi pemasangan juga harus mempertimbangkan kemudahan akses bagi personel dalam situasi darurat. Selain itu, serta diperiksa secara rutin untuk memastikan tekanan tabung dalam kondisi ideal dan media pemadam masih efektif.
2. Pemeriksaan instalansi listrik berkala terhadap seluruh jaringan instalasi listrik yang ada di dalam gudang, termasuk kabel, stop kontak, sakelar, panel distribusi, serta sambungan-sambungan listrik lainnya. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi korsleting, kerusakan isolasi kabel, beban berlebih.
3. Inspeksi harian oleh personel PKP-PK. Inspeksi ini mencakup pengecekan visual terhadap kondisi keseluruhan gudang, termasuk kebersihan area penyimpanan, keteraturan penataan alat, kondisi fisik APAR, dan keberadaan potensi sumber api seperti bahan mudah terbakar yang tidak tersimpan dengan aman.

Langkah tersebut meruakan bentuk antisipasi dini yang dapat dilakukan secara praktis dan ekonomis. Dengan mitigasi jangka pendek ini, diharapkan tingkat kesiapsiagaan terhadap bahaya kebakaran dapat lebih signifikan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. kondisi gudang penyimpanan peralatan Unit PKP-PK di Bandar Udara Adi Soemarmo saat ini belum memenuhi standar keselamatan kebakaran. Hal tersebut dikarenakan tidak tersedianya sistem fire prevention pada Gudang.
2. komponen Fire Prevention pada gudang belum sesuai standar. Hal tersebut dikarenakan berdasarkan hasil penelitian, komponen-komponen tersebut masih belum tersedia secara memadai di gudang penyimpanan Unit PKP-PK.

Saran

Berikut saran yang dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan keselamatan gudang penyimpanan Unit PKP-PK :

1. Memperbaiki sistem fire prevention gudang penyimpanan peralatan Unit PKP-PK di Bandar Udara Adi Soemarmo agar memenuhi standar keselamatan.
2. Untuk menyesuaikan komponen sistem fire preventin .agar sesuai standar dengan menyediakan Smoke detector, fire alarm, APAR jenis Dry Cyimical Powder DCP di lokasi strategis dan mudah dijangkau. Lakukan inspeksi rutin terhadap kondisi gudang dan instalasi listrik.

Saran ini diharapkan dapat meningkatkan keselamatan gudang dan mendukung kelancaran operasional Unit PKP-PK secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- 2002, U.-U. R. I. N. 28 T. (1981). Stress and Work: A Managerial Perspective (Book). Personnel Psychology, 34(1), 161–164.
- Abdussamad, J., Sopingi, I., Setiawan, B., & Sibua, N. (2024). Research Methods: Quantitative, Qualitative, and Mixed Methods (Metode Penelitian: Kuantitatif, Kualitatif, dan Mixed Methode).
- 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), 3(2), 370–375.
- Angela, T. A. (2006). Studi Kasus : Evaluasi Sistem Penanggulangan Kebakaran PT. Indogravure. Kesmas: National Public Health Journal, 1(2), 63. <https://doi.org/10.21109/kesmas.v1i2.314>
- Ardiansyah, Risnita, & Jailani, M. S. (2023). Teknik Pengumpulan Data Dan Instrumen Penelitian Ilmiah Pendidikan Pada Pendekatan Kualitatif dan Kuantitatif. Jurnal IHSAN : Jurnal Pendidikan Islam, 1(2), 1–9. <https://doi.org/10.61104/ihsan.v1i2.57>
- Asiva Noor Rachmayani. (2015). No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析Title. 6.
- Comission, E. (2016). 済無No Title No Title No Title. 4(1), 1–23.
- Harianja, E. S., Lumban Toruan, M., & Hasibuan, A. S. (2020). Analisis Penerapan Sistem Proteksi Kebakaran Aktif Dalam Upaya Pencegahan dan Penanggulangan Bahaya Kebakaran Di PTPN IV Unit PKS Pabatu, Serdang Bedagai The Application Analysis Of Active Protection Systems In Efforts To Prevent And Overcome Fire Danger. Journal of Healthcare Technology and Medicine, 6(2), 1020–1030.
- Herlambang, R., & Narpulaela, L. (2023). Analisis Penggunaan Fire Alarm System Di Bandara Internasional Jawa Barat Kertajati. Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, 9(15), 570–580.
- Hidayat, Y. P., & Martanti, I. F. R. (2023). Analisis Fasilitas dan Pemeliharaan Peralatan Keselamatan Pertolongan Kecelakaan Penerbangan Dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK) di Bandar Udara Internasional Raja Haji Fisabilillah Tanjungpinang. Flight Attendant Kedirgantaraan, 5(1), 84–91.
- Hulu, M., Lase, F., Lase, B. P., & Harefa, A. (2024). Peran Guru dalam Upaya Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan.

- JiIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan, 7(9), 10737–10748.
<https://doi.org/10.54371/jiip.v7i9.5852>
- Ilmiyah, F., W, S. N. A., N, I. A. Q., & Zunaidi, A. (2022). Sosialisasi Penanggulangan Tingginya Angka Pernikahan Dini di Desa Tambakrejo-Wonotirto-Blitar. *Komatika: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 29–33. <https://doi.org/10.34148/komatika.v2i2.508>
- Inayanti, A. (2020). Proses Penerimaan dan Penyimpanan Part Komponen Import CKD (Completely Knock Down) Pada Bagian Gudang di PT ASTRA Honda Motor. *STIE Indonesia Jakarta*, 6–8.
- JATMOKO, D., Asih, P., & Adnan, T. (2023). Kajian Fasilitas Unit PKP-PK Sebagai Penunjang Keselamatan Penerbangan Di Bandar Udara Budiarto Curug Tangerang. *SKYHAWK : Jurnal Aviasi Indonesia*, 3(1), 224–234. <https://doi.org/10.52074/skyhawk.v3i1.129>
- Jenderal Perhubungan Udara. (2022). Standar Teknis dan Operasi Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139 Volume IV Pelayanan Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PKP-PK). 1–23.
- Karmini, L., Novalia, N., & Kristiastuti, F. (2023). Evaluasi Kesesuaian Fasilitas Dan Peralatan Unit Pkp-Pk Di Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara. *MANNERS (Management and Entrepreneurship Journal)*, 6(2), 1–10. <https://doi.org/10.56244/manners.v6i2.747>
- Kesehatan Ibnu Sina, J., Sari, N., Razali, R., Ningsih, I., Studi Kesehatan Lingkungan, P., Ilmu Kesehatan Universitas Ibnu Sina, F., Kunci, K., Bersih, A., Minum, A., & Gali, S. (2023). Kesehatan Ibnu Sina. *Juli*, 4(2), 2722–2810. <https://doi.org/10.3652/J-KIS>
- Kurniawan, W., Gunawan, F., Solihin, S., Saputra, S. T., Yusmana, W., Kalbuana, N., & Supri, S. (2023). Pelatihan pencegahan dan penanggulangan bahaya kebakaran di fire station Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta. *Penamas: Journal of Community Service*, 3(2), 66–76. <https://doi.org/10.53088/penamas.v3i2.694>
- Langodai. (2023). Evaluasi Kinerja Petugas Unit Airport Resque And Fire Fighting (ARFF) Dalam Melakukan Perawatan Kendaraan. *Jurnal Mahasiswa*, 5(4), 78–86.
- Mohamad Ca'nur Daud. (2022). Analisis Pengawasan Keamanan Dan Keselamatan Penerbangan Oleh Unit Aviation Security Di Bandar Udara H. Hasan Aroeboesman Ende. *Jurnal Publikasi Manajemen Informatika*, 1(3), 102–107. <https://doi.org/10.55606/jupumi.v1i3.512>
- Nashrullah, M., Fahyuni, E. F., Nurdyansyah, N., & Untari, R. S. (2023). Metodologi Penelitian Pendidikan (Prosedur Penelitian, Subyek Penelitian, Dan Pengembangan Teknik Pengumpulan Data). In *Metodologi Penelitian Pendidikan (Prosedur Penelitian, Subyek Penelitian, Dan Pengembangan Teknik Pengumpulan Data)*. <https://doi.org/10.21070/2023/978-623-464-071-7>
- Nasution, F., Syahfira, A., Kholijah, S., & Pulungan, A. S. (2021). Evaluasi Standar Peletakan Alat Pemadam Api Ringan (APAR) di Kantor BPBD Provinsi Sumatera Utara. *Shihatuna : Jurnal Pengabdian Kesehatan Masyarakat*, 1(2), 53. <https://doi.org/10.30829/shihatuna.v0i0.9283>
- Nurdewi, N. (2022). Implementasi Personal Branding Smart Asn Perwujudan Bangsa Melayani Di Provinsi Maluku Utara. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, 1(2), 297–303. <https://doi.org/10.55681/sentri.v1i2.235>
- Perkapalan, P., Surabaya, N., Tri, B., Putra, P., Studi, P., Keselamatan, T., Kerja, K., Teknik, J., & Kapal, P. (2025). ANALISIS UPAYA STRATEGIS DALAM PROTEKSI KEBAKARAN: STUDI EVALUASI DI PT X Riza Rahma Firdaus Afrilia Dwi Maharani Moch Luqman Ashari. *Jurnal Sains Student Research*, 3(1), 618–625. <https://doi.org/10.61722/jssr.v3i1.4041>
- Pinto, G. P. M., Setyanto, D., & Soewono, A. D. (2024). Instalasi Proteksi Kebakaran pada Gedung Laboratorium Menggunakan Detektor Panas dan Detektor Asap. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 8(3), 1343–1353. <https://doi.org/10.33379/gtech.v8i3.4296>
- Rijali, A. (2019). Analisis Data Kualitatif. *Alhadharah: Jurnal Ilmu Dakwah*, 17(33), 81. <https://doi.org/10.18592/alhadharah.v17i33.2374>
- Robi Rojaya Simbolon, Farrel Pasya Harramain, & Mochamad Rizaldi Putra Sonjaya. (2024).

Pentingnya Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Sebagai Faktor Penentu Optimalisasi Produktivitas Kerja. Pajak Dan Manajemen Keuangan, 1(3), 17–31. <https://doi.org/10.61132/pajamkeu.v1i3.122>

Sabililah, M., & Faza, R. (2023). Keandalan Sistem Tanggap Darurat Kebakaran Pada Gedung X. Jurnal Rekayasa Lingkungan Terbangun Berkelanjutan, Vol. 01(No. 02), 162–166.

Teknik, F., & Yogyakarta, U. N. (2003). Oleh :

Triadmojo, A., & Haryati, E. S. (2022). Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan (Safety Management System) di Bandar Udara Rahadi Oesman Ketapang Kalimantan Barat. Jurnal Kewarganegaraan, 6(3), 5872–5879.