

Analisis Risiko K3 Proyek Gedung Laboratorium Universitas Khairun Menggunakan HIRARC

Asril H. Djen, Edward Rizky Ahadian*, Sabaruddin, Annisa R. Samudra
Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Khairun, Ternate

*Corresponding author
edward.rizky@unkhair.ac.id

Graphical Abstract



Abstract

Construction projects have a high level of risk, especially in occupational health and safety aspects. The laboratory building construction project at Khairun University (Unkhair) is a strategic infrastructure development that requires systematic risk management to minimize potential accidents and project losses. This study aims to identify potential hazards, assess risk levels, and determine the highest risk activities in the Unkhair laboratory building project using the HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control) method. This research employed a quantitative descriptive approach. Primary data were collected through observation, interviews, and questionnaires involving 30 respondents from contractors and subcontractors. Risk assessment was conducted by analyzing likelihood and severity using a risk matrix based on HIRARC standards. The results identified 25 potential hazards categorized into 7 moderate risks, 16 high risks, and 2 extreme risks. Extreme risk levels were found mainly in electrical installation works and lightweight steel installation at height. Recommended risk controls include engineering controls, administrative controls, implementation of standard operating procedures (SOP), certified training, and mandatory use of personal protective equipment (PPE). The study concludes that HIRARC is effective in identifying and prioritizing occupational safety risks in building construction projects and can serve as a practical reference for improving safety performance in similar projects

Keywords: HIRARC, risk management, construction project, occupational safety, laboratory building.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

1. PENDAHULUAN

Proyek konstruksi memiliki karakteristik yang sangat kompleks dan berisiko tinggi, melibatkan berbagai aktivitas pekerjaan, sumber daya manusia yang beragam, serta interaksi dinamis antara faktor teknis, lingkungan, dan manajerial. Data Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia menunjukkan bahwa sektor konstruksi secara konsisten menjadi penyumbang angka kecelakaan kerja tertinggi di Indonesia, dengan rata-rata lebih dari 170.000 kasus kecelakaan kerja per tahun secara nasional (Kemenaker RI, 2022). Di wilayah Maluku Utara, kondisi geografis kepulauan, keterbatasan logistik material, serta tenaga kerja konstruksi yang mayoritas belum bersertifikasi K3 turut memperparah potensi risiko kecelakaan kerja. Risiko dalam proyek konstruksi dapat berdampak langsung terhadap biaya, waktu pelaksanaan, mutu pekerjaan, serta keselamatan tenaga kerja, sehingga penerapan manajemen risiko menjadi komponen kritis yang tidak dapat diabaikan.

Tahap paling krusial dalam manajemen risiko adalah identifikasi risiko, karena proses analisis dan pengendalian hanya dapat dilakukan setelah potensi bahaya dikenali secara sistematis. Risiko konstruksi dapat berasal dari berbagai sumber, seperti faktor teknis pekerjaan, kesalahan manajemen, kondisi lingkungan kerja, hingga faktor manusia. Studi pendahuluan pada proyek konstruksi gedung di Kota Ternate mengungkapkan bahwa pekerja sering kali tidak dilengkapi Alat Pelindung Diri (APD) yang memadai, pengawasan K3 masih bersifat sporadis, dan belum terdapat prosedur kerja aman (SOP) yang dibakukan secara konsisten (Ladimu et al.,

2022). Kondisi ini mencerminkan kesenjangan nyata antara standar K3 yang dipersyaratkan regulasi dengan praktik aktual di lapangan. Identifikasi risiko dapat dilakukan melalui berbagai pendekatan seperti studi literatur, wawancara ahli, observasi lapangan, dan survei kuesioner.

Pembangunan Gedung Laboratorium Universitas Khairun merupakan proyek strategis yang bertujuan mendukung peningkatan kualitas pendidikan dan penelitian di Maluku Utara. Proyek ini dilaksanakan dalam lingkungan yang memiliki tantangan khusus, antara lain: keterbatasan infrastruktur pendukung di sekitar lokasi kampus, pekerjaan pada ketinggian yang tidak dilindungi oleh sistem pengaman yang memadai, serta penggunaan instalasi listrik aktif di dekat area pekerjaan. Fakta bahwa sebagian besar pendanaan berasal dari anggaran publik (APBN/APBD) semakin memperkuat urgensi pengelolaan risiko yang terstruktur, agar kerugian akibat kecelakaan kerja tidak menghambat capaian proyek maupun reputasi institusi. Salah satu metode yang banyak digunakan dalam manajemen keselamatan konstruksi adalah *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC). Metode ini memungkinkan identifikasi bahaya, penilaian tingkat risiko, serta penentuan strategi pengendalian secara sistematis sehingga risiko kecelakaan kerja dapat diminimalkan. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya pada proyek pembangunan gedung laboratorium Universitas Khairun, menentukan tingkat risiko pekerjaan berdasarkan metode HIRARC, dan merumuskan strategi pengendalian risiko pada pekerjaan dengan tingkat risiko tertinggi.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode analisis risiko berbasis HIRARC. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur tingkat kemungkinan (*likelihood*) dan tingkat dampak (*severity*) dari setiap potensi bahaya yang teridentifikasi.

2.1. Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian dilakukan pada proyek pembangunan Gedung Laboratorium Universitas Khairun, Kota Ternate, Maluku Utara. Objek penelitian meliputi seluruh tahapan pekerjaan konstruksi, mulai dari pekerjaan persiapan hingga pekerjaan finishing.

2.2. Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian dalam studi ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara langsung, serta penyebaran kuesioner kepada tenaga kerja yang terlibat dalam proyek konstruksi. Responden penelitian terdiri dari 30 orang yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* dengan kriteria sebagai berikut: (1) memiliki pengalaman kerja minimal 2 tahun di bidang konstruksi; (2) terlibat langsung dalam pelaksanaan pekerjaan di lapangan; dan (3) memiliki pemahaman terhadap prosedur keselamatan kerja atau telah mengikuti pelatihan K3. Komposisi responden meliputi 12 mandor, 15 tukang/pekerja terampil, dan 3 petugas K3 yang bersertifikat. Keterlibatan petugas K3 bersertifikat menjamin validitas persepsi risiko yang diperoleh dari kuesioner selaras dengan standar keselamatan konstruksi yang berlaku.

Sementara itu, data sekunder dikumpulkan dari berbagai sumber pendukung, meliputi dokumen proyek, peraturan di bidang jasa konstruksi, serta standar keselamatan kerja nasional yang relevan. Data sekunder ini digunakan untuk memperkuat proses analisis risiko, memverifikasi temuan lapangan, serta memastikan bahwa evaluasi risiko dan rekomendasi pengendalian yang dihasilkan selaras dengan ketentuan regulasi dan praktik keselamatan konstruksi yang berlaku.

2.3. Variabel Penelitian

Variabel penelitian dalam studi ini disusun untuk mengidentifikasi secara komprehensif berbagai sumber risiko yang berpotensi muncul selama pelaksanaan proyek konstruksi. Variabel bahaya dan risiko dalam penelitian ini diperoleh melalui kombinasi studi literatur, regulasi terkait K3 (termasuk Permenaker No. 5 Tahun 2018 dan standar ISO 45001:2018), observasi lapangan, serta wawancara dengan pelaksana proyek. Variabel yang telah diidentifikasi kemudian disesuaikan dengan kondisi aktual proyek dan divalidasi melalui kuesioner kepada responden proyek dan dianalisis menggunakan metode HIRARC. Berdasarkan hasil identifikasi bahaya pada proyek pembangunan Gedung Laboratorium Universitas Khairun, diperoleh sebanyak 25 faktor risiko yang berpotensi memengaruhi keselamatan dan kelancaran pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Faktor risiko tersebut meliputi: (1) tersandung material atau peralatan kerja pada area proyek; (2) luka ringan akibat penggunaan alat kerja manual; (3) iritasi kulit akibat kontak dengan semen atau mortar; (4) paparan kebisingan dari aktivitas pemotongan material; (5) percikan material saat pekerjaan pemotongan; (6) pencahayaan kerja yang kurang memadai; (7) kelelahan kerja akibat beban fisik dan durasi kerja yang panjang; (8) tertimpa material bangunan pada pekerjaan persiapan; (9) longsornya dinding galian pada pekerjaan galian; (10) terjatuh dari bekisting pada pekerjaan beton; (11) paparan debu semen berlebih; (12) terpelelet pada area basah pengecoran; (13) kerusakan

struktur akibat vibrasi berlebih; (14) tertimpa dinding bata saat pekerjaan dinding; (15) terpeleset pada pemasangan keramik lantai; (16) jatuh dari perancah pada pekerjaan langit-langit; (17) tergores material kaca atau kosen pada pekerjaan pintu dan jendela; (18) paparan uap cat organik pada pekerjaan pengecatan; (19) terhirup gas berbahaya; (20) terjatuh dari atap saat pekerjaan penutup atap; (21) tertimpa material atap; (22) tersengat listrik ringan pada pekerjaan mekanikal; (23) bocornya instalasi air pada pekerjaan sanitasi; (24) tersengat listrik berat atau korsleting pada pekerjaan instalasi listrik; dan (25) terjatuh dari ketinggian saat pemasangan baja ringan. Seluruh faktor risiko tersebut digunakan sebagai dasar dalam proses penilaian tingkat risiko menggunakan metode HIRARC. Setiap faktor risiko dianalisis berdasarkan dua komponen utama, yaitu kemungkinan terjadinya kecelakaan atau *likelihood* dan tingkat keparahan dampak atau *severity*. Hasil penilaian kemudian diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu risiko moderat, risiko tinggi, dan risiko ekstrem. Klasifikasi ini bertujuan untuk menentukan prioritas pengendalian terhadap setiap potensi bahaya yang ditemukan di lapangan

2.4 Metode Analisis Data

Metode analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara sistematis untuk menilai tingkat risiko keselamatan kerja pada proyek konstruksi berdasarkan pendekatan *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC). Proses analisis dimulai dengan identifikasi bahaya pada setiap tahapan pekerjaan konstruksi guna mengetahui potensi sumber risiko yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja. Selanjutnya, dilakukan penilaian terhadap kemungkinan terjadinya risiko (*likelihood*) dan tingkat dampak yang ditimbulkan (*severity*) berdasarkan kondisi aktual di lapangan serta persepsi responden yang terlibat dalam proyek. Nilai *likelihood* dan *severity* kemudian digunakan untuk menghitung indeks risiko (*Risk Index*) sebagai dasar dalam menentukan tingkat prioritas risiko. Hasil perhitungan tersebut diklasifikasikan menggunakan matriks HIRARC untuk mengelompokkan risiko ke dalam kategori rendah, sedang, tinggi, hingga ekstrem (1-3 : Low; 4-8 : Moderate; 9-15 : High dan; 16-25 : Extreme).

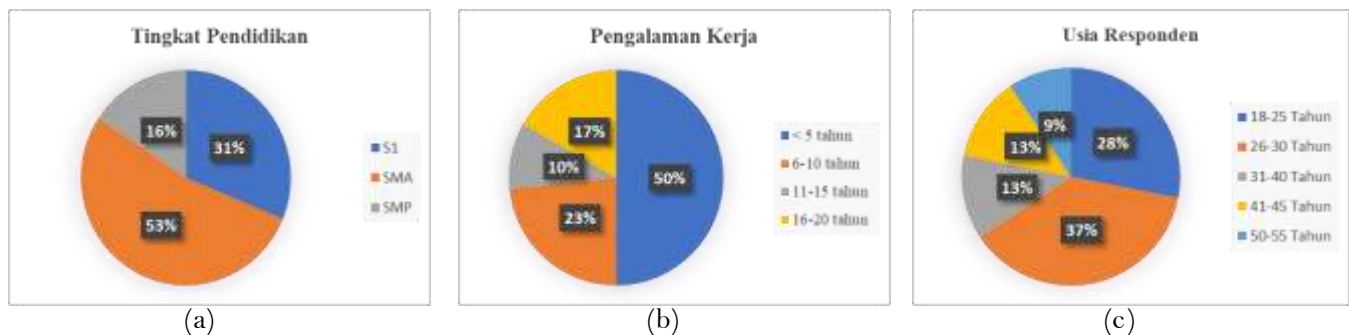
Risk Level dihitung dengan rumus: Risk = Likelihood \times Severity Risk

Tahap akhir analisis dilakukan dengan menyusun rekomendasi pengendalian risiko yang bertujuan untuk meminimalkan potensi bahaya serta mendukung penerapan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja pada proyek konstruksi secara lebih efektif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Responden

Sebanyak 30 responden berpartisipasi dalam penelitian. Mayoritas responden berada pada rentang usia produktif 26–30 tahun dengan pengalaman kerja yang beragam, menunjukkan keterlibatan tenaga kerja aktif dalam kegiatan konstruksi



Gambar 2.1 (a). Tingkat Pendidikan, (b). Pengalaman Kerja dan (c). Usia Responden

Karakteristik responden berdasarkan tingkat pendidikan menunjukkan bahwa mayoritas responden memiliki pendidikan SMA sebesar 53%, diikuti oleh S1 sebesar 31%, dan SMP sebesar 16%. Hal ini menunjukkan bahwa tenaga kerja pada proyek konstruksi masih didominasi oleh lulusan pendidikan menengah. Kondisi ini umum terjadi pada sektor konstruksi karena sebagian besar pekerjaan di lapangan lebih menekankan pada keterampilan teknis dan pengalaman kerja dibandingkan tingkat pendidikan formal yang tinggi. Berdasarkan pengalaman kerja dan usia responden, sebagian besar responden memiliki pengalaman kerja kurang dari 5 tahun

sebesar 50%, diikuti oleh pengalaman 6–10 tahun sebesar 23%, 16–20 tahun sebesar 17%, dan 11–15 tahun sebesar 10%. Sementara itu, dari segi usia, responden didominasi oleh kelompok usia 26–30 tahun sebesar 37%, diikuti usia 18–25 tahun sebesar 28%, 31–40 tahun sebesar 13%, 41–45 tahun sebesar 13%, dan 50–55 tahun sebesar 9%. Distribusi ini menunjukkan bahwa sebagian besar tenaga kerja berada pada usia produktif, namun dengan tingkat pengalaman yang relatif masih rendah. Oleh karena itu, penerapan pelatihan serta pengawasan terkait keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menjadi sangat penting untuk meningkatkan pemahaman pekerja terhadap potensi risiko di lingkungan proyek konstruksi.

3.2 Uji Validitas dan Reliabilitas

Uji validitas digunakan untuk mengetahui apakah pertanyaan dalam kuesioner benar-benar mengukur variabel yang ingin diteliti (misalnya bahaya kerja, kemungkinan kecelakaan, dan dampak kecelakaan). Untuk menentukan tingkat kevalidan data maka diperlukan nilai R yang diambil dari jumlah responden. Dalam Penelitian ini sampel yang digunakan sebanyak 30 orang responden dan dari hasil uji *validitas* nilai r Hitung $>$ r tabel 0,312 sehingga hasil pengisian kuesioner dinyatakan valid. Uji reliabilitas bertujuan untuk memastikan bahwa setiap butir pertanyaan dalam kuesioner memberikan hasil yang stabil dan konsisten dalam mengukur variabel yang sama. Dengan kata lain, uji reliabilitas menunjukkan apakah instrumen penelitian dapat dipercaya apabila digunakan berulang kali pada kondisi yang sama. Metode yang digunakan Cronbach Alpha. Secara umum, Cronbach Alpha mengukur hubungan atau korelasi antar item pertanyaan dalam satu variabel. Jika nilai korelasi antar item tinggi, maka instrumen dianggap memiliki konsistensi yang baik. Dalam penelitian sosial dan teknik, instrumen biasanya dianggap reliabel jika nilai Cronbach Alpha \geq 0,60. Nilai cronbach alpha yang di peroleh 0,821 yang \geq 0,60 sehingga hasilnya reliable.

3.2 Analisis Tingkat Risiko dan Pengendalian Risiko (*Risk Control*)

Dari hasil identifikasi terdapat 25 potensi bahaya yang tersebar pada :

- Pekerjaan persiapan.
- Pekerjaan Galian dan Timbunan Tanah
- Pekerjaan Struktur Beton
- Pekerjaan Dinding dan Lantai.
- Pekerjaan Langit-Langit
- Pekerjaan Pintu, Jendela, Ventilasi
- Pekerjaan Pengecetan
- Pekerjaan Atap
- Pekerjaan Lengkap
- Pekerjaan Instalasi Listrik
- Pekerjaan Sanitasi.

Perhitungan indeks risiko dilakukan dengan mengalikan nilai *likelihood* dan *severity* berdasarkan standar AS/NZS 4360. Hasil analisis menunjukkan variasi tingkat risiko yang terdiri dari: risiko rendah, risiko sedang, risiko tinggi, risiko ekstrim. Adapun sebaran kategori risiko sebagai berikut :



Gambar 2.1 Kategori Risiko

Risiko terbanyak terdapat pada kategori tinggi yaitu sebanyak 16 risiko, kategori moderat sebanyak 7 risiko dan untuk kategori ekstrim sebanyak 2 risiko. Adapun ke-16 risiko berkategori tinggi tersebut mencakup: (1) tertimpa material bangunan pada pekerjaan persiapan; (2) longsohnya dinding galian pada pekerjaan galian;

(3) terjatuh dari bekisting pada pekerjaan beton; (4) paparan debu semen berlebih; (5) terpeleset pada area basah pengecoran; (6) kerusakan struktur akibat vibrasi berlebih; (7) tertimpa dinding bata saat pekerjaan dinding; (8) terpeleset pada pemasangan keramik lantai; (9) jatuh dari perancah pekerjaan langit-langit; (10) tergores material kaca/kosen pada pekerjaan pintu dan jendela; (11) paparan uap cat organik pada pekerjaan pengecatan; (12) terhirup gas berbahaya; (13) terjatuh dari atap saat pekerjaan penutup atap; (14) tertimpa material atap; (15) tersengat listrik ringan pada pekerjaan mekanikal; dan (16) bocornya instalasi air pada pekerjaan sanitasi. Pekerjaan instalasi listrik dan pekerjaan pada ketinggian (pemasangan baja ringan) menunjukkan kategori risiko ekstrem dalam analisis HIRARC karena kedua jenis pekerjaan tersebut memiliki kombinasi tingkat kemungkinan terjadinya kecelakaan yang tinggi (*likelihood*) dan tingkat dampak yang sangat serius (*severity*). Dalam matriks penilaian risiko, kombinasi kedua faktor ini menghasilkan nilai risk level yang tinggi, sehingga dikategorikan sebagai *extreme risk* yang memerlukan pengendalian segera.

Pada pekerjaan instalasi listrik, potensi bahaya utama adalah sengatan listrik, korsleting, dan kebakaran yang dapat terjadi akibat kontak langsung dengan arus listrik atau kesalahan dalam pemasangan instalasi. Risiko ini dianggap ekstrem karena dampaknya dapat menyebabkan cedera serius hingga kematian, seperti henti jantung akibat arus listrik. Selain itu, pekerjaan instalasi listrik sering dilakukan dalam kondisi lingkungan kerja yang kompleks, seperti ruang terbatas, area lembab, atau sistem listrik yang masih aktif, sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja.

Sementara itu, pekerjaan pemasangan baja ringan pada ketinggian memiliki potensi bahaya utama berupa jatuh dari ketinggian, tertimpa material, atau kehilangan keseimbangan saat bekerja di atas struktur bangunan. Dalam industri konstruksi, jatuh dari ketinggian merupakan salah satu penyebab utama kecelakaan fatal. Oleh karena itu, pekerjaan pada ketinggian biasanya memiliki nilai *severity* yang sangat tinggi karena jika terjadi kecelakaan dapat menyebabkan cedera berat atau kematian. Kondisi seperti permukaan kerja yang sempit, penggunaan peralatan yang tidak stabil, serta kurangnya perlindungan seperti *safety harness* atau *scaffolding* yang memadai juga dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan.

Dengan demikian, kedua jenis pekerjaan tersebut dikategorikan sebagai risiko ekstrem karena memiliki potensi kecelakaan fatal dan frekuensi kejadian yang relatif tinggi dalam proyek konstruksi. Pengendalian risiko untuk pekerjaan instalasi listrik meliputi: (a) *Engineering control*: pemasangan *Residual Current Device* (RCD)/ELCB pada semua panel distribusi, penggunaan kabel berisolasi ganda bertegangan rendah, dan *grounding system* yang terverifikasi; (b) *Administrative control*: penerapan prosedur izin kerja listrik (*electrical permit to work*), penjadwalan pekerjaan listrik pada periode bertegangan nol (*lockout/tagout*), serta pengawasan oleh teknisi listrik bersertifikat; (c) APD wajib: sarung tangan isolasi 1000V, sepatu dielektrik, helm dengan pelindung wajah, dan baju kerja non-konduktif. Pengendalian risiko untuk pekerjaan pada ketinggian meliputi: (a) *Engineering control*: pemasangan *scaffolding* bersertifikat SNI 8932:2021, instalasi *safety net* di bawah area kerja, dan pemasangan *guardrail* permanen pada tepi atap; (b) *Administrative control*: penerapan prosedur izin kerja di ketinggian (*working at height permit*), pembatasan waktu kerja di ketinggian maksimal 4 jam berturut-turut, dan inspeksi harian perancah oleh pengawas K3; (c) APD wajib: *full body harness* dengan *double lanyard*, helm safety, dan sepatu anti-slip.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa metode HIRARC efektif dalam mengidentifikasi, menilai, dan mengklasifikasikan 25 potensi bahaya dari 25 variabel risiko yang diuji pada proyek Gedung Laboratorium Universitas Khairun, menghasilkan peta risiko yang dapat langsung digunakan sebagai dasar perencanaan K3 pada proyek sejenis di wilayah Maluku Utara. Pekerjaan instalasi listrik (*likelihood* 5, *severity* 5, indeks risiko = 25) dan pekerjaan pada ketinggian/pemasangan baja ringan (*likelihood* 4, *severity* 5, indeks risiko = 20) merupakan aktivitas dengan tingkat risiko ekstrem tertinggi yang memerlukan pengendalian segera dan prioritas utama dalam sistem manajemen K3 proyek. Implementasi pengendalian risiko secara hierarkis melalui pendekatan *engineering control* (ELCB, *scaffolding* bersertifikat SNI, *safety net*), *administrative control* (*permit to work*, SOP tertulis, pelatihan K3 berjenjang), dan penggunaan APD yang sesuai standar dapat secara signifikan menurunkan nilai indeks risiko dari kategori ekstrem/tinggi menjadi sedang atau rendah, sehingga meminimalkan potensi kecelakaan kerja. Penerapan manajemen risiko berbasis HIRARC direkomendasikan untuk menjadi standar wajib dalam proyek konstruksi gedung milik pemerintah di lingkungan Universitas Khairun dan instansi publik lainnya di Maluku Utara. Secara khusus, manajemen pihak kontraktor disarankan untuk: (1) memastikan seluruh pekerja yang bertugas di area risiko tinggi dan ekstrem telah mengikuti pelatihan K3 bersertifikat; dan (2) melakukan audit K3 internal secara berkala setiap bulan selama masa konstruksi berlangsung. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan penelitian ini dengan mengintegrasikan metode HIRARC bersama analisis kuantitatif lanjutan seperti *Fault Tree Analysis* (FTA) atau *Bow-Tie Analysis* guna memperdalam

pemahaman kausal terhadap risiko ekstrem yang teridentifikasi. Penelitian longitudinal yang membandingkan implementasi K3 sebelum dan sesudah penerapan HIRARC juga direkomendasikan untuk mengukur efektivitas pengendalian risiko secara empiris di lingkungan proyek konstruksi kampus di kawasan Indonesia Timur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah berperan dalam Analisis Risiko K3 Proyek Gedung Laboratorium Universitas Khairun Menggunakan HIRARC, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- [1] Cahyo, T. A. N., & Sutarto, A. (2022). Analisis Implementasi Manajemen Risiko Pada Pembangunan Museum Dan Galeri Seni SBY*ANI Dengan Hirarc (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control). *Citizen : Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 2(1), 71–80. <https://doi.org/10.53866/jimi.v2i1.28>
- [2] Wiryajati, I.K., Adnyani, I. A. S. (2017). Metode Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control K3. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 3(1), 162.
- [3] Giovanni, A., Fathimahhayati, L. D., & Pawitra, T. A. (2023). Risk Analysis of Occupational Health and Safety Using Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) Method (Case Study in PT Barokah Galangan Perkasa). *IJIEM - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, 4(2), 198. <https://doi.org/10.22441/ijiem.v4i2.20398>
- [4] Ihsan, T, Edwin, T, Irawan, R. O. (2016). Analisis Risiko K3 Dengan Metode HIRARC pada Area Produksi PT Cahaya Murni Andalas Permai. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*
- [5] Rani, Hafnidar A. 2016. Manajemen Proyek Konstruksi. Yogyakarta : CV. Budi Utama
- [6] Santoso, D. O., Kurniawan, M. D., & Hidayat, H. (2022). Analisa Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode HIRARC di PT. INHUTANI 1 UMI GRESIK. *Jurnal Media Teknik Dan Sistem Industri*, 6(1), 12. <https://doi.org/10.35194/jmtsi.v6i1.1580>
- [7] International Organization for Standardization. (2018). *ISO 45001:2018 Occupational Health and Safety Management Systems — Requirements with Guidance for Use*. Geneva: ISO.
- [8] I Supriyadi, DKK (2017). Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko pada Divisi Boiler Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control (HIRARC). *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*.
- [9] Ladimu, W. H., Ahadian, E. R., Taufiq, M., Saputra, Y., Nagu, N., & Tuhuteru, E. (2022). Analisis Pengaruh Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Terhadap Kinerja Pekerja Pada Proyek Konstruksi Pembangunan Gedung Di Kota Ternate. *Clapeyron: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 3(1), 8–15. <https://doi.org/10.33387/clapeyron.v3i1.4591>
- [10] Samudra, A. R., Utomo Dwi Hatmoko, J., & Wibowo, M. A. (2023). Analisa Faktor Risiko Prioritas Pada Proyek Konstruksi Jembatan. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 8(7).
- [11] Kementerian Ketenagakerjaan RI. (2022). *Laporan Tahunan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Nasional 2022*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pembinaan Pengawasan Ketenagakerjaan dan K3.
- [12] Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja. Kementerian Ketenagakerjaan RI. Jakarta.