

ANALISIS K3 PADA AKTIVITAS PEMASANGAN SCAFFOLDING DENGAN MENGGUNAKAN METODE JSA DAN HIRARC DI PT BRAMINDRA INDOTAMA TAHUN 2025

ANALYSIS OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY RISK LEVEL USING THE JSA AND HIRARC METHOD AT PT BRAMINDRA INDOTAMA IN 2025

Moch Rizky Ramadhan¹, Efta Dhartikasari²

Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik^{1,2}

rizkyyy257@gmail.com¹, eftadhartikasari@umg.ac.id²

ABSTRACT

Occupational Safety and Health (OSH) plays a very important role in preventing workplace accidents, especially in scaffolding installation activities, which are classified as high-risk. Based on information from PT Bramindra Indotama, there are still recurring accidents such as falls from heights, muscle injuries, and being hit by materials, which indicates the need for an evaluation of the OSH management system. This study aims to identify potential hazards, assess risk levels, and provide recommendations for risk control in scaffolding installation work. The methods used are Job Safety Analysis (JSA) to map hazards at each stage of work and Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) to assess risks based on likelihood and severity. Data was collected through field observations, interviews, and questionnaires given to workers and the HSE team. The results of the study show that most risks are in the moderate to high category, especially in activities that have the potential to cause falls from heights and structural collapse. Recommended risk controls include engineering controls, administrative controls, and the disciplined use of personal protective equipment (PPE). The combination of JSA and HIRARC methods has proven effective in helping companies prioritize risk control to create a safer and more productive work environment.

Keywords: Occupational Safety And Health, Scaffolding, JSA, HIRARC, Risk, Control.

ABSTRAK

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) memiliki peranan yang sangat penting dalam mencegah terjadinya kecelakaan kerja, khususnya pada kegiatan pemasangan scaffolding yang termasuk dalam kategori berisiko tinggi. Berdasarkan informasi dari PT Bramindra Indotama, masih terdapat kecelakaan yang berulang seperti jatuh dari ketinggian, cedera otot, dan tertimpa material, yang menunjukkan perlunya dilakukan evaluasi terhadap sistem manajemen K3. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, serta memberikan rekomendasi untuk pengendalian risiko dalam pekerjaan pemasangan scaffolding. Metode yang digunakan adalah Job Safety Analysis (JSA) untuk memetakan bahaya pada setiap tahap pekerjaan dan Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) untuk menilai risiko berdasarkan tingkat kemungkinan (likelihood) dan keparahan (severity). Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara, dan kuesioner yang diberikan kepada pekerja dan tim HSE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar risiko berada dalam kategori sedang hingga tinggi, terutama pada aktivitas yang berpotensi menyebabkan jatuh dari ketinggian dan keruntuhan struktur. Pengendalian risiko yang direkomendasikan mencakup rekayasa teknik, kontrol administratif, serta penerapan disiplin dalam penggunaan alat pelindung diri (APD). Kombinasi metode JSA dan HIRARC terbukti efektif dalam membantu perusahaan menetapkan prioritas pengendalian risiko untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan produktif.

Kata Kunci: Keselamatan Dan Kesehatan Kerja, Scaffolding, JSA, HIRARC, Risiko, Pengendalian.

PENDAHULUAN

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah aspek yang sangat penting dalam memastikan kelangsungan operasional perusahaan serta melindungi tenaga kerja dari risiko kecelakaan dan penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan. Sektor konstruksi secara global terus

tercatat sebagai salah satu sektor dengan tingkat kecelakaan kerja dan fatalitas yang tinggi, di mana insiden jatuh dari ketinggian, tertimpa material, dan cedera akibat penanganan manual menyumbang proporsi besar dari total kejadian keselamatan kerja (NIOSH, 2024).

Di Indonesia, perhatian terhadap keselamatan kerja semakin meningkat seiring dengan data dan profil K3 nasional yang menunjukkan tantangan signifikan dalam penerapan sistem manajemen K3 di berbagai sektor, termasuk konstruksi. Berdasarkan laporan BPJS Ketenagakerjaan (2024), sektor konstruksi menyumbang sekitar 32% dari total kecelakaan kerja nasional, dengan lebih dari 2.500 kasus terkait jatuh dari ketinggian yang tercatat sepanjang tahun 2023. Laporan Kementerian Ketenagakerjaan (2024) juga menunjukkan bahwa tingkat kepatuhan terhadap penerapan sistem manajemen K3 di proyek konstruksi masih di bawah 70%, terutama pada pekerjaan berisiko tinggi seperti pemasangan scaffolding dan pekerjaan di ketinggian. Hal ini menunjukkan perlunya upaya mitigasi yang berkelanjutan melalui kebijakan, pelatihan, dan intervensi teknis di lapangan (Kemnaker RI, 2024).

Dalam ekosistem proyek konstruksi, pemasangan scaffolding adalah kegiatan yang secara inheren memiliki risiko tinggi karena melibatkan pekerjaan di ketinggian, penanganan material berat, serta pemasangan struktur sementara yang harus memenuhi standar desain dan praktik pemasangan yang baik. Kegagalan dalam aspek perencanaan, pemasangan, inspeksi, atau kepatuhan terhadap penggunaan alat pelindung diri (APD) dapat mengakibatkan kejadian serius seperti keruntuhan struktur sementara, jatuh dari ketinggian, dan tertimpa material - semua ini berdampak pada keselamatan pekerja dan kelangsungan proyek (Santoso & Rahmadani, 2023). Literatur menunjukkan bahwa faktor penyebab jatuh dari ketinggian bersifat multifaktorial: kondisi fisik struktur, perilaku pekerja, manajemen keselamatan, dan kecukupan prosedur kerja (Zhou et al., 2015).

Metode analisis risiko yang praktis dan aplikatif sangat penting untuk mengidentifikasi bahaya di setiap langkah pekerjaan serta untuk memprioritaskan tindakan pengendalian. Job Safety Analysis

(JSA) merupakan metode terstruktur yang membagi suatu pekerjaan menjadi langkah-langkah yang lebih kecil, sehingga bahaya spesifik pada setiap langkah dapat diidentifikasi dan tindakan pencegahan dapat dirancang dengan lebih terfokus (Othman et al., 2018). JSA terbukti efektif dalam merumuskan kontrol administratif dan prosedural serta memperkuat komunikasi keselamatan di tingkat operasional. Selain itu, metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) menyediakan kerangka penilaian kuantitatif/semikuantitatif untuk mengevaluasi tingkat risiko berdasarkan kombinasi kemungkinan (likelihood) dan konsekuensi (severity), sehingga memudahkan penentuan prioritas pengendalian berdasarkan matriks risiko. Kombinasi antara JSA dan HIRARC telah dilaporkan menghasilkan keluaran yang saling melengkapi: JSA merinci potensi bahaya operasional, sedangkan HIRARC mengkuantifikasikan prioritas kontrol (Nugraha & Syahrani, 2024).

Penelitian terapan dan tinjauan terkini juga menunjukkan adanya tren dalam penggunaan kombinasi pendekatan teknis dan teknologi untuk mengurangi risiko jatuh dari ketinggian. Kajian literatur mengungkapkan peningkatan studi mengenai teknologi pemantauan real-time, desain kontrol yang dirancang, serta penguatan pelatihan dan kebijakan administratif sebagai bagian dari pendekatan berlapis untuk mitigasi risiko (ILO, 2023). Namun, efektivitas intervensi tersebut sangat bergantung pada konteks implementasi di lapangan, kepatuhan pekerja, dan dukungan manajerial—oleh karena itu, studi kasus pada perusahaan konstruksi lokal menjadi sangat penting untuk menghasilkan rekomendasi yang kontekstual.

PT Bramindra Indotama, sebagai entitas yang beroperasi di sektor jasa konstruksi, telah mencatat beberapa insiden terkait pemasangan scaffolding selama periode observasi internal (Juni–Agustus 2025), sehingga menjadikannya lokasi

yang relevan untuk penerapan dan evaluasi metode JSA dan HIRARC. Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengidentifikasi potensi bahaya pada setiap tahap pekerjaan pemasangan scaffolding dengan menggunakan JSA, (2) menilai tingkat risiko melalui metode HIRARC dan matriks risiko, serta (3) merumuskan rekomendasi pengendalian risiko berdasarkan hierarki pengendalian (eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, kontrol administratif, dan APD). Dengan pendekatan ini, diharapkan rekomendasi yang dihasilkan akan bersifat praktis, prioriter, dan dapat segera diimplementasikan oleh manajemen HSE di lapangan.

Penelitian ini juga memberikan kontribusi pada literatur K3 konstruksi di Indonesia dengan menyajikan bukti empiris mengenai profil bahaya dalam pekerjaan scaffolding serta evaluasi penerapan metode analisis risiko terkini. Di samping itu, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai landasan untuk perbaikan prosedur operasional, materi pelatihan, dan kebijakan inspeksi scaffolding demi mengurangi frekuensi dan tingkat keparahan kecelakaan di masa mendatang.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni–Agustus 2025 dengan menggunakan pendekatan kualitatif melalui penerapan metode *Job Safety Analysis* (JSA) dan *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC). Kedua metode ini memberikan pendekatan yang sistematis dan rinci dalam mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko, serta menentukan strategi pengendalian risiko (Fauziah et al., 2024).

Pendekatan ini penting karena proses Pemasangan scaffolding melibatkan berbagai tahapan pekerjaan dengan potensi bahaya yang berbeda-beda. Metode JSA difokuskan pada identifikasi bahaya di setiap langkah pekerjaan, sedangkan HIRARC digunakan untuk penilaian risiko dan pengendalian risiko guna menciptakan

lingkungan kerja yang aman dan produktif (Ramadhani & Susanto, 2022; Kusuma et al., 2024).

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung di PT Bramindra indotama, penyebaran kuesioner, dan wawancara dengan pihak terkait, seperti tim HSE dan pekerja pemasang scaffolding. Proses ini melibatkan pengisian kuesioner secara kolaboratif untuk memperoleh informasi mengenai potensi bahaya, tingkat risiko, dan penerapan pengendalian di lapangan (Wijoyo, 2022; Nofal Azhar Pratama & Ayudiyah Eka Apsari, 2024).

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode JSA dan HIRARC untuk menentukan prioritas risiko serta menyusun rekomendasi pengendalian sesuai hierarki pengendalian risiko (OSHA, 2023).

Tabel 1. Risk Matrix Level

Frekuensi Resiko	Dampak Risiko				
	1	2	3	4	5
5	H	H	E	E	E
4	M	H	E	E	E
3	L	M	H	E	E
2	L	L	M	H	E
1	L	L	M	H	H

Dari identifikasi bahaya kemudian dilakukan penilaian risiko dengan melihat kemungkinan kejadian (*likelihood*) dan dampak (*severity*) untuk menentukan tingkat risiko (*risk rating*) dilihat dari tabel *risk matrik*. Menggunakan rumus:

$$L \times S = \text{Likelihood} \times \text{Severity}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Observasi dan Data Kecelakaan

Pada tahap ini peneliti melakukan observasi lapangan dan data kecelakaan dilakukan di PT Bramindra Indotama. Berikut data kecelakaan kerja yang didapat melalui observasi pada pekerja Pemasangan scaffolding:

Tabel 2. Data kecelakaan kerja saat pemasangan Scaffolding di PT Bramindra Indotama

Hasil Rekap Data Kecelakaan Kerja Pada perusahaan PT Bramindra Indotama			
23 JUNI - 4 AGUSTUS			
No	DATA	JENIS KECELAKAAN	JUMLAH KEJADIAN
1		Tersandung	2
2	MINGGU 1	Tergores	3
3		Cedera Otot dan Tulang (Musculoskeletal Disorders)	2
4		Dehidrasi	1
5	MINGGU 2	Terjepit	2
6		Terpleset	1
7		Tersandung	2
8	MINGGU 3	Terjepit	2
9		Dehidrasi	2
10		Terjepit	1
11	MINGGU 4	Tergores	2
12		Tersandung	1
13		Terbentur	2
14	MINGGU 5	Dehidrasi	2
15		Terpleset	2
16		Terbentur	1
17	MINGGU 6	Dehidrasi	1
18		Terjepit	2
19		Terpleset	2
20	MINGGU 7	Tergores	3
21		Cedera Otot dan Tulang (Musculoskeletal Disorders)	1
		Total	37

Sumber: Hasil pengolahan data kecelakaan kerja, 2025

Kecelakaan saat pemasangan scaffolding sering terjadi dan hampir di setiap minggu terdapat insiden yang terjadi. Dampak dari kecelakaan tersebut menyebabkan kerugian baik individu maupun perspektif dari perusahaan itu sendiri.

Setelah didapat data kecelakaan kerja, peneliti melakukan observasi lapangan guna mengamati proses yang terjadi saat pemasangan scaffolding secara langsung, mulai dari menganalisa penyiapan material, pemasangan struktur utama, Pemasangan Decking & Guardrail, akses dan desain, aktivitas di atas scaffolding dan pembongkaran. Akan tetapi terdapat beberapa hal yang menjadi sorotan seperti pekerja yang mengabaikan penggunaan APD yang lengkap, Hal ini digunakan untuk mendapatkan mengidentifikasi serta solusi dari bahaya tersebut (Nudin & Andesta, 2023).

B. Identifikasi Bahaya

Proses yang terjadi pada pemasangan scaffolding meliputi penyiapan material, pemasangan struktur utama, Pemasangan Decking & Guardrail, akses dan desain, aktivitas di atas scaffolding dan pembongkaran dalam proses tersebut pasti terdapat risiko atau bahaya yang mengintai. Dalam hal ini dilakukan proses wawancara serta penyebaran kuisioner terhadap pekerja pemasang scaffolding dan tim HSE

PT Bramindra Indotama. Dengan menggunakan pendekatan JSA, semua potensi kejadian yang berbahaya disetiap tahapan kerja dapat diidentifikasi. Hal ini memungkinkan penerapan berbagai prosedur pengendalian yang diperlukan untuk mencegah atau mengurangi dampak dari kejadian berbahaya tersebut (Andriani & Suwarno, 2022). Berikut identifikasi bahaya pemasangan scaffolding:

Tabel 3. Identifikasi bahaya Dalam Pemasangan Scaffolding

Aktifitas	Potensi Bahaya	Resiko
Penyiapan Material	Kehilangan Keseimbangan saat mengangkat di ketinggian	- Jatuh dari Ketinggian - Cedera Serius atau Kematian - Tertimpa Material.
	Beban pengangkatan yang terlalu berat mengakibatkan musculoskeletal?	- Musculoskeletal - Terjepit - Luka/memar - Tergores
Pemasangan Struktur Utama	Terpapar sinar matahari secara langsung mengakibatkan Dehidras	- Penurunan Konsentrasi - Kram - Pingsan Karena Dehidrasi
	Cedera Otot dan Tulang (Musculoskeletal Disorders)	- Nyeri punggung - Musculoskeletal - Luka dan Memar - Tergores
Pemasangan Decking & Guardrail	Decking tidak terpasang dengan kuat menyebabkan terperosot	- Terperosot - Kehilangan Keseimbangan - Tertimpa material
Akses & Desain	Scaffolding roboh akibat desain/konfigurasi yang tidak memadai	- Kerusakan Properti - Alat Rusak dan cedera - Tertimpa Material - Luka dan Memar
Aktivitas di Atas Scaffolding	Beban berlebih menyebabkan keruntuhan	- Jatuh dari Ketinggian - Musculoskeletal - Dehidrasi
Pembongkaran	Jatuh dari ketinggian saat membongkar	- Tertimpa material - Kehilangan keseimbangan - kematian

Sumber: Hasil pengolahan data, 2025

C. Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

Penilaian risiko dilakukan setelah pengidentifikasian bahaya dilakukan, tujuan dari penilaian risiko yakni menilai seberapa besar tingkat risiko dari bahaya yang telah diidentifikasi. Metode penilaian risiko merupakan pendekatan sistematis untuk mengukur potensi kefatalan bahaya di lingkungan kerja dengan memperhitungkan tingkat kemungkinan dan dampaknya. Kemudian, diklasifikasikan berdasarkan tabel matriks risiko (Alfarozi & andesta, 2023). Proses penilaian risiko yang dilakukan dalam pekerjaan menghasilkan empat kategori risiko yakni risiko rendah (low risk), risiko sedang (medium risk), risiko tinggi (high risk) dan risiko ekstrim (extreme risk) (Indra Saputra & Andesta, 2023). Berikut tabel penilaian risiko:

Tabel 4. Penilaian Risiko

Resiko	LI	Skala	SI	Skala	Ket
Jatuh dari Ketinggian	24%	2	22%	2	Low
Tertimpa Material	10%	1	28%	2	Low
Cedera Serius atau Kematian	22%	2	10%	1	Low
Musculo skeletal Disorders	42%	3	46%	3	Hight
Tergores	65%	4	22%	2	Hight
Luka/memar	43%	3	50%	3	Hight
Terjepit	23%	2	55%	3	Medium
Penurunan Konsentrasi	44%	3	25%	2	Medium
Pingsan Karena Dehidrasi	25%	2	20%	1	Low
Kram	62%	4	35%	2	Hight
Nyeripunggung	42%	3	45%	3	Hight
Luka dan Memar Tergores	25%	2	50%	3	Medium
Musculo skeletal Disorders	42%	3	46%	3	Hight

Terperosot	63%	4	25%	2	Hight
Tertimpa material	10%	1	28%	2	Low
Kehilangan Keseimbangan	20%	1	65%	4	Hight
Kerusakan Properti	22%	2	15%	1	Low
Tertimpa Material	10%	1	28%	2	Low
Alat Rusak dan cedera	22%	2	45%	3	Medium
Luka dan Memar	25%	2	50%	3	Medium
Jatuh dari ketinggian	24%	2	22%	2	Low
Dehidrasi	25%	2	20%	1	Low
Musculo skeletal Disorders	42%	3	46%	3	Hight
Jatuh dari Ketinggian	24%	2	22%	2	Low
Musculo skeletal Disorders	42%	3	46%	3	Hight
Tertimpa Material	10%	1	28%	2	Low
Jatuh dari Ketinggian	24%	2	22%	2	Low
Musculo skeletal Disorders	42%	3	46%	3	Hight
Alat Rusak dan cedera	22%	2	45%	3	Medium
Luka dan Memar	25%	2	50%	3	Medium
Tertimpa material	10%	1	28%	2	Low

Kehilangan keseimbangan	20%	1	65%	4	High
kematian	5%	1	55%	3	Medium

D. Pengendalian Risiko (*Risk Control*)

Setelah mengidentifikasi dan menilai tingkat risikonya, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan upaya pengendalian risiko yang tepat. Pengendalian risiko mempertimbangkan hierarki pengendalian yaitu *eliminasi*, *substitusi*, kontrol teknik, kontrol administrasi, dan penggunaan alat pelindung diri (OHSAS, 2007):

- **Risiko Kehilangan Keseimbangan saat mengangkat di ketinggian:**
 - Gunakan mekanisasi (contoh: crane/hoist) untuk mengangkat material ke ketinggian.
 - Gunakan full body harness yang terikat pada anchor point yang tepat.
- **Risiko Beban terlalu berat (Musculoskeletal Disorders)**
 - Sediakan alat bantu angkat (contoh: vacuum lifter, troli, crane).
 - Sediakan sarung tangan anti gores (cut-resistant gloves)
- **Risiko Terpapar sinar matahari (Dehidrasi)**
 - Sediakan area istirahat yang teduh dan nyaman.
 - Gunakan pakaian kerja lapangan yang menutupi kulit, topi lebar, dan kacamata hitam.
- **Risiko Cedera Otot dan Tulang (MSDs)**
 - Gunakan alat bantu pemasangan (contoh: prop / acrow prop) untuk menahan komponen struktur.
 - Gunakan sarung tangan kerja dan sepatu safety dengan pelindung kaki (*steel toe cap*).
- **Risiko Decking tidak terpasang kuat**
 - Gunakan sistem decking yang memiliki
 - .

- **Risiko Terjepit atau tertimpa material**

- Pasang guardrail (pelindung samping) segera setelah decking terpasang.
- Gunakan sepatu safety dan helm proyek.

- **Risiko Tangga akses tidak stabil**

- Ganti tangga sementara dengan tangga tetap (fixed ladder) atau akses tower scaffold yang lebih aman.
- Pastikan tangga memiliki pengait (hook) di bagian atas dan dasar yang anti slip.

- **Risiko Scaffolding roboh**

- Pastikan scaffolding didesain dan dihitung oleh orang yang kompeten.
- Gunakan base plate, sambungan yang tepat, dan pengikat (tie) ke struktur bangunan.

- **Risiko Beban berlebih**

- **Desain Scaffolding** harus mempertimbangkan beban kerja maksimum (SWL).
- Pasang plang yang jelas yang menyatakan Safe Working Load (SWL) scaffold.

- **Risiko Melempar/ menjatuhkan alat**

- Sediakan sistem pengangkatan alat (contoh: tas/tali) untuk naik-turun alat.
- Gunakan jaring pengaman (safety net) atau kanopi (canopy) jika risiko tinggi.

- **Risiko Jatuh dari ketinggian**

- Pasang dan pertahankan guardrail hingga tahap pembongkaran terakhir.
- Full body harness, helm, dan sepatu safety wajib digunakan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan dengan metode Job Safety Analysis (JSA) serta Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC), dapat disimpulkan bahwa setiap tahap pekerjaan pemasangan scaffolding di PT Bramindra Indotama memiliki potensi bahaya dengan tingkat risiko yang bervariasi, mulai dari kategori

rendah hingga tinggi. Risiko yang paling dominan ditemukan meliputi jatuh dari ketinggian, cedera otot dan tulang (musculoskeletal disorders), terjepit, tertimpa material, dan dehidrasi akibat paparan panas. Dari enam tahapan utama pekerjaan, sebagian besar risiko berada dalam kategori sedang (medium risk), sedangkan risiko tinggi terutama muncul pada kegiatan di ketinggian dan proses pembongkaran scaffolding. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi metode JSA dan HIRARC terbukti efektif dalam mengidentifikasi bahaya secara sistematis, menilai tingkat risiko secara kuantitatif, serta membantu perusahaan dalam menentukan prioritas pengendalian sesuai dengan hierarki pengendalian risiko. Penerapan hasil analisis ini diharapkan dapat mendukung peningkatan sistem manajemen K3, memperkuat budaya keselamatan, serta mengurangi angka kecelakaan kerja di lingkungan proyek konstruksi.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar PT Bramindra Indotama memperkuat penerapan sistem manajemen K3 secara menyeluruh, terutama dalam pengawasan disiplin penggunaan alat pelindung diri (APD) dan pelatihan rutin bagi pekerja yang terlibat dalam aktivitas pemasangan scaffolding. Perusahaan perlu meningkatkan kontrol teknis seperti penggunaan desain scaffold yang telah dihitung oleh tenaga kompeten serta memastikan setiap komponen diperiksa sebelum digunakan. Pengendalian administratif juga perlu diperkuat melalui penegakan prosedur kerja aman, pelaporan insiden secara terbuka, serta penerapan rapat keselamatan kerja sebelum pekerjaan dimulai. Selain itu, evaluasi berkala terhadap efektivitas pengendalian risiko harus dilakukan dengan pendekatan berbasis data agar strategi mitigasi dapat terus diperbarui sesuai kondisi lapangan. Bagi penelitian selanjutnya, disarankan untuk memperluas lingkup kajian pada

jenis pekerjaan konstruksi lainnya atau mengintegrasikan teknologi digital seperti sensor keselamatan dan sistem pemantauan real-time guna meningkatkan efektivitas manajemen risiko K3 secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

1. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (2024). Workplace Safety and Health Topics: Construction. U.S. Department of Health and Human Services. Diakses dari <https://www.cdc.gov/niosh/>
2. International Labour Organization (ILO). (2023). Safety and Health at the Heart of the Future of Work: Building on 100 Years of Experience. Geneva: ILO.
3. Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (2024). Profil Keselamatan dan Kesehatan Kerja Nasional Indonesia 2023. Direktorat Jenderal Pembinaan Pengawasan Ketenagakerjaan dan Kesehatan Kerja (Ditjen Binwasnaker & K3).
4. BPJS Ketenagakerjaan. (2024). Laporan Statistik Kecelakaan Kerja Tahun 2023. Jakarta: BPJS Ketenagakerjaan.
5. Suryani, D., & Nugroho, A. (2022). Analisis Penerapan Sistem Manajemen K3 pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung di Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 9(2), 101–110. DOI: 10.14710/jtsl.9.2.101-110
6. Zhou, Z., Goh, Y. M., & Li, Q. (2015). Overview and Analysis of Safety Management Studies in the Construction Industry. *Safety Science*, 72, 337–350. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2014.10.006>
7. Othman, I., Idrus, A., & Napiah, M. (2018). Application of Job Safety Analysis (JSA) and Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) in Construction Industry. IOP

Conference Series: Materials Science and Engineering, 342(1), 012037.

<https://doi.org/10.1088/1757-899X/342/1/012037>

8. Kementerian PUPR. (2023). Pedoman Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Konstruksi.
9. ILO & BPS. (2023). Profil Pekerja Sektor Konstruksi Indonesia. Jakarta: International Labour Organization & Badan Pusat Statistik.
10. Santoso, A., & Rahmadani, P. (2023). Evaluasi Risiko Pekerjaan Scaffolding Menggunakan Metode HIRARC di Proyek Konstruksi Gedung. *Jurnal Keselamatan Konstruksi Indonesia*, 5(1), 45–56.
11. Nugraha, R., & Syahrani, T. (2024). Implementasi Hierarki Pengendalian Risiko dalam Pekerjaan Ketinggian di Sektor Konstruksi. *Jurnal Manajemen Risiko K3*, 4(2), 87–98.