



Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja Metode HIRARC Studi Kasus Perumahan Griya Sukra Indah

Dayaning Wikan Ramadhani¹

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung

Email: dayaningwikanramadhani@gmail.com

Abstrak

Kecelakaan kerja pada proyek konstruksi, seperti pembangunan Perumahan Griya Indah Sukra di Kabupaten Indramayu, Jawa Barat, merupakan masalah serius yang memengaruhi keselamatan pekerja dan produktivitas proyek. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya serta menilai risiko kecelakaan kerja menggunakan metode HIRARC. Data dikumpulkan melalui kuesioner yang disebarakan kepada pekerja dan mandor, dengan penilaian risiko berdasarkan probabilitas kejadian dan tingkat kerugian. Analisis data dilakukan dengan aplikasi Excel dan SPSS, yang menghasilkan 14 potensi risiko yang perlu dianalisis lebih lanjut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa risiko jatuh dari ketinggian memiliki nilai risk rating tertinggi (20), yang termasuk dalam kategori ekstrim. Oleh karena itu, penerapan hirarki kontrol risiko yang meliputi eliminasi bahaya, kontrol administratif, penggunaan alat pelindung diri (APD), dan kontrol teknik sangat penting untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja.

Kata Kunci : HIRARC; Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3); Resiko Kecelakaan

PENDAHULUAN

Industri konstruksi dikenal sebagai salah satu sektor dengan tingkat risiko kecelakaan kerja tertinggi dibandingkan dengan sektor lainnya. Setiap proyek konstruksi memiliki banyak risiko tinggi terkait kecelakaan kerja dan masalah kesehatan. Aktivitas fisik yang berat, penggunaan alat berat, pekerjaan di ketinggian, serta penggunaan bahan berbahaya menjadikan pekerjaan konstruksi sangat rentan terhadap bahaya (Hidayat & Sari, 2020). Oleh karena itu, penerapan prinsip Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) menjadi sangat penting untuk menjamin keselamatan pekerja, menjaga produktivitas, serta mencegah kerugian material dan non-material akibat kecelakaan (Wibowo & Rahman, 2022). Meskipun demikian, masih banyak pekerja yang kurang peduli terhadap aspek keselamatan karena rendahnya pemahaman mengenai prosedur K3, keterbatasan alat pelindung diri (APD), serta kurangnya pengawasan di lapangan (Santoso et al., 2021). Kondisi ini menyebabkan meningkatnya risiko kecelakaan kerja, keterlambatan progres proyek, dan peningkatan biaya konstruksi yang dapat mengganggu keberhasilan proyek secara keseluruhan (Rahmadani & Sulaiman, 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi risiko yang terjadi pada proyek pembangunan Perumahan Griya Sukra Indah, menganalisis tingkat potensi risiko tersebut, dan mengidentifikasi langkah-langkah pencegahan yang dapat diterapkan. Analisis dilakukan menggunakan metode HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control) yang merupakan pendekatan sistematis dalam mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko, dan menentukan tindakan pengendalian untuk meminimalkan potensi kecelakaan kerja (Pratama et al., 2021). Metode HIRARC telah terbukti efektif dalam menganalisis risiko di berbagai proyek konstruksi karena mampu memberikan hasil yang komprehensif dan berbasis data lapangan (Sari & Handoko, 2022). Dengan demikian, penerapan metode ini diharapkan dapat membantu perusahaan dalam meningkatkan efektivitas penerapan sistem manajemen K3 secara berkelanjutan.

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan ilmu pengetahuan di bidang K3, khususnya terkait penerapan metode HIRARC di proyek perumahan berskala menengah. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi praktis bagi pelaksana proyek, kontraktor, maupun instansi terkait untuk menyusun kebijakan dan strategi pencegahan kecelakaan yang lebih terarah (Putra & Nugraha, 2023). Selain itu, penelitian ini memberikan informasi penting mengenai identifikasi potensi bahaya, penilaian risiko, dan pengendaliannya, yang dapat digunakan untuk meminimalkan kecelakaan kerja serta mendukung efisiensi dan keberhasilan proyek secara keseluruhan (Suryana & Lestari, 2020).

Berdasarkan tinjauan pustaka dan kondisi di lapangan, penelitian ini memiliki kebaruan (novelty) dan urgensi (urgency) yang signifikan. Secara kebaruan, penelitian ini tidak hanya menerapkan metode HIRARC secara umum, tetapi juga mengadaptasikannya pada konteks proyek pembangunan perumahan skala menengah di wilayah pedesaan, yang

jarang diteliti dalam literatur K3 Indonesia. Sebagian besar studi terdahulu masih berfokus pada proyek besar seperti gedung tinggi atau infrastruktur publik, sedangkan proyek perumahan justru menyumbang angka kecelakaan kerja yang cukup tinggi akibat lemahnya implementasi K3 (Fauzan & Rahayu, 2024). Secara urgensi, penelitian ini penting karena dapat memberikan kontribusi langsung terhadap peningkatan kesadaran dan penerapan K3 di sektor perumahan rakyat yang sedang berkembang pesat. Temuan penelitian ini diharapkan menjadi dasar dalam penyusunan kebijakan dan pelatihan K3 berbasis risiko untuk proyek-proyek serupa di masa mendatang.

METODE

Penelitian ini menggunakan survei kuesioner untuk mengukur penerapan K3 pada proyek pembangunan Perumahan Griya Sukra Indramayu. Data dikumpulkan dari 9 responden, yaitu pekerja dan mandor, melalui kuesioner dan wawancara, serta dianalisis menggunakan Microsoft Excel dan SPSS. Uji validitas dan reliabilitas dilakukan untuk memastikan kualitas data, dengan uji validitas menghitung koefisien korelasi antara item dan skor total, serta uji reliabilitas menggunakan cronbach's alpha. Hasil penelitian diharapkan memberikan gambaran tentang penerapan K3 dan langkah perbaikan yang diperlukan.

IDENTIFIKASI RESIKO

Hazard Identification dalam metode HIRARC adalah langkah pertama yang krusial dalam sistem manajemen K3, yang bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya di tempat kerja yang dapat menyebabkan kecelakaan atau kerugian bagi pekerja. Menurut W. David Yates (2006), langkah ini tidak hanya melibatkan pengamatan langsung terhadap sumber bahaya, tetapi juga pemahaman terhadap potensi dampak yang ditimbulkan oleh bahaya tersebut.

PENILAIAN RESIKO

Penilaian risiko bertujuan untuk mengevaluasi tingkat risiko yang timbul dari bahaya yang telah diidentifikasi, sehingga membantu menentukan prioritas pengelolaan risiko dan strategi pengendalian yang sesuai. Penilaian ini melibatkan dua faktor utama yaitu probabilitas / likelihood, yang mengukur seberapa besar kemungkinan suatu bahaya terjadi, dan dampak / severity yang mengukur seberapa besar kerusakan atau cedera yang akan terjadi jika bahaya tersebut terjadi (Coute R.A., 2004). Salah satu parameter penting dalam penilaian ini adalah likelihood, yang sering digunakan dalam standar AZ/NZS 4360 dan langkah selanjutnya tingkatan risiko dihitung dengan mengkalikan likelihood dan severity.

Tabel 1. Parimeter Likelihood Standar AZ/NZS 4360:2004

Tingkat	Deskripsi	Keterangan
1	<i>Rarely</i>	Suatu kejadian yang sangat jarang terjadi
2	<i>Unlikely</i>	Suatu kejadian yang jarang terjadi
3	<i>Possible</i>	Suatu kejadian yang dapat 1 bulan terjadi
4	<i>Likely</i>	Suatu kejadian yang sering terjadi
5	<i>Almost Certain</i>	Suatu kejadian yang dapat terjadi setiap saat

(Sumber : AZ/NZS 4360:2004)

Tabel 2. Parimeter severity standar AZ/NZS 4360:2004

Tingkat	Deskripsi	Keterangan
1	<i>Insignificant</i>	Tidak ada cedera, kerugian finansial sangat kecil.
2	<i>Minor</i>	Ada cedera ringan, di mana kerugian finansial kecil

3	<i>Moderate</i>	Ada cedera yang membutuhkan perawatan medis dan kerugian finansial medium
4	<i>Major</i>	Ada cedera parah yang membutuhkan perawatan rumah sakit dan kerugian besar
5	<i>Catastrophic</i>	Ada kematian dan kerugian finansial sangat besar

(Sumber : AZ/NZS 4360:2004)

Tabel 3. Skala Tingkat Resiko

Severity		5	4	3	2	1
Likelihood	5	E	E	T	T	S
	4	E	T	T	S	S
	3	T	T	S	S	R
	2	T	S	S	R	R
	1	S	S	R	R	R

(Sumber : AZ/NZS 4360:2004)

PENGENDALIAN RESIKO

Pengendalian resiko dalam metode ini adalah langkah pencegahan untuk menghilangkan risiko yang telah diidentifikasi. Langkah ini mencakup eliminasi bahaya, substitusi bahan atau alat yang lebih aman, penerapan engineering control untuk memisahkan bahaya dari pekerja, perubahan cara kerja dan kebijakan melalui pengendalian administratif, serta penggunaan alat pelindung diri (PPE/APD) untuk melindungi pekerja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

IDENTIFIKASI BAHAYA

Identifikasi bahaya adalah proses mengidentifikasi potensi bahaya yang dapat muncul di area kerja. Hal ini bertujuan untuk mengetahui potensi bahaya yang dapat terjadi dalam proyek pembangunan tersebut. Dalam proyek Perumahan Griya Sukra Indramayu, identifikasi bahaya menemukan 14 jenis potensi kecelakaan kerja yang beragam, seperti terjatuh dari ketinggian, kesetrum karena instalasi listrik yang tidak aman, terhirup bahan kimia berbahaya, serta risiko lainnya yang berkaitan dengan alat berat, debu, dan kurangnya pengawasan. Setiap bahaya ini memiliki potensi kerugian yang berbeda, mulai dari luka ringan hingga kematian. Identifikasi ini penting untuk mengambil langkah-langkah selanjutnya dalam pengelolaan risiko.

Tabel 4. Potensi Kecelakaan Kerja

No	Identifikasi Resiko	Kerugian
1	Terjatuh dari ketinggian saat bekerja	Menyebabkan cedera seperti patah tulang hingga kematian
2	Kesetrum karena instalasi listrik tidak aman	Luka berat bahkan luka bakar
3	Terhirup bau cat, thinner, atau bahan kimia lainnya saat bekerja	Gangguan pernafasan atau penyakit lain seperti pusing
4	Kelelahan akibat jam kerja panjang atau kurang istirahat	Menimbulkan penyakit yang disebabkan kurangnya imun atau kekebalan tubuh

5	Terkena alat tajam atau benda berat (paku, besi, alat tukang)	Luka lecet ataupun infeksi pada area luka
6	Terpeleset atau tersandung akibat lantai licin atau alat berserakan	Cidera ringan atau luka lebam
7	Paparan debu semen, beton, atau bahan berbahaya tanpa pelindung	Gangguan pernafasan atau gangguan penglihatan akibat debu
8	Tertimpa material dari atas (bata, semen, peralatan)	Luka berat berupa cidera area kepala atau punggung
9	Material bangunan berserakan di jalur lalu lintas pekerja	Terpeleset dan mengganggu proses pengerjaan
10	Kabel listrik terbuka/tidak terlindung dengan baik	Tersetrum dan menyebabkan luka bakar pada area yang terkena sengatan listrik
11	Kurangnya pengawasan di area kerja berisiko tinggi	Adanya kecelakaan kerja seperti terjatuh atau tertimpa material lain
12	Area kerja tidak memiliki rambu keselamatan yang memadai	Terpapar debu, tertimpa bahan bangunan tertentu
13	Pekerjaan dengan bahan kimia tanpa APD	Terpapar bahan kimia yang menyebabkan gangguan pernafasan akut atau iritasi kulit
14	Pekerjaan pengelasan tanpa pelindung mata dan tubuh	Menyebabkan gangguan penglihatan dan luka bakar akibat percikan api mesin las

(Sumber : Analisa Penulis,2025)

PENILAIAN RISIKO

Penilaian risiko adalah proses menganalisis kemungkinan (*likelihood*) dan tingkat bahaya (*severity*) yang ditimbulkan oleh suatu bahaya. Penilaian ini membantu menentukan prioritas risiko yang harus dikendalikan berdasarkan tingkat risiko yang dihitung. Pada penelitian ini, penilaian risiko menggunakan standar parameter AZ/NZS 4360:2004, dengan hasil yang menunjukkan tingkat risiko mulai dari ekstrim hingga sedang. Seperti risiko terjatuh dari ketinggian memiliki tingkat risiko ekstrim dengan nilai 20, sementara risiko lainnya, seperti kesetrum karena instalasi listrik yang tidak aman, memiliki tingkat risiko tinggi dengan nilai 12. Penilaian risiko ini digunakan untuk menentukan bahaya mana yang harus mendapat prioritas dalam pengendalian.

Tabel 5. Penilaian Resiko

No	Identifikasi Resiko	Kerugian	L	S	RR	Tingkat Resiko
1	Terjatuh dari ketinggian saat bekerja	Menyebabkan cidera seperti patah tulang hingga kematian	4	5	20	Ekstrim
2	Kesetrum karena instalasi listrik tidak aman	Luka berat bahkan luka bakar	3	4	12	Tinggi
3	Terhirup bau cat, thinner, atau bahan kimia lainnya saat bekerja	Gangguan pernafasan atau penyakit lain seperti pusing	3	3	9	Sedang

4	Kelelahan akibat jam kerja panjang atau kurang istirahat	Menimbulkan penyakit yang disebabkan kurangnya imun atau kekebalan tubuh	4	2	8	Sedang
5	Terkena alat tajam atau benda berat (paku, besi, alat tukang)	Luka lecet ataupun infeksi pada area luka	3	3	9	Sedang
6	Terpeleset atau tersandung akibat lantai licin atau alat berserakan	Cidera ringan atau luka lebam	3	3	9	Sedang
7	Paparan debu semen, beton, atau bahan berbahaya tanpa pelindung	Gangguan pernafasan atau gangguan penglihatan akibat debu	3	3	9	Sedang
8	Tertimpa material dari atas (bata, semen, peralatan)	Luka berat berupa cidera area kepala atau punggung	3	4	12	Tinggi
9	Material bangunan berserakan di jalur lalu lintas pekerja	Terpeleset dan mengganggu proses pengerjaan	3	3	9	Sedang
10	Kabel listrik terbuka/tidak terlindung dengan baik	Tersetrum dan menyebabkan luka bakar pada area yang terkena sengatan listrik	3	4	12	Tinggi
11	Kurangnya pengawasan di area kerja berisiko tinggi	Adanya kecelakaan kerja seperti terjatuh atau tertimpa material lain	4	3	12	Tinggi
12	Area kerja tidak memiliki rambu keselamatan yang memadai	Terpapar debu, tertimpa bahan bangunan tertentu	4	3	12	Tinggi
13	Pekerjaan dengan bahan kimia tanpa APD	Terpapar bahan kimia yang menyebabkan gangguan pernafasan akut atau iritasi kulit	3	4	12	Tinggi
14	Pekerjaan pengelasan tanpa pelindung mata dan tubuh	Menyebabkan gangguan penglihatan dan luka bakar akibat percikan api mesin las	4	3	12	Tinggi

(Sumber : Analisa Penulis,2025)

PENGENDALIAN RISIKO

Pengendalian risiko adalah langkah terakhir dalam analisis ini, yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan risiko kecelakaan kerja dengan menerapkan pengendalian yang sesuai. Pada tahap ini, ditemukan satu potensi kecelakaan kerja dengan risiko ekstrim, yaitu terjatuh dari ketinggian. Pengendalian untuk risiko ini harus diprioritaskan untuk menghindari kehilangan nyawa pekerja. Seperti, untuk mengurangi risiko terjatuh dari ketinggian, penggunaan scaffolding atau alat bantu lainnya disarankan untuk meminimalisir bahaya. Selain itu, untuk risiko kesetrum akibat instalasi listrik yang tidak aman, penggunaan sarung tangan sebagai APD diutamakan. Hierarki pengendalian risiko yang diterapkan pada proyek ini mencakup empat penerapan utama: eliminasi, engineering control, administrasi, dan APD. Untuk risiko ekstrim, seperti terjatuh dari ketinggian, eliminasi adalah solusi terbaik dengan menghentikan atau memindahkan pekerjaan ke area yang lebih aman. Risiko yang disebabkan oleh material berserakan di area kerja, yang tergolong dalam risiko sedang, diatasi dengan menggunakan engineering control, seperti membersihkan area setelah

pekerjaan selesai. Untuk risiko terkait kelelahan dan kurangnya pengawasan, yang tergolong risiko sedang dan tinggi, hirarki administrasi diterapkan, termasuk dengan membuat SOP dan sistem shift kerja untuk mengatur waktu kerja. Terakhir, untuk risiko yang lebih rendah namun tetap berbahaya, seperti terpapar bahan kimia atau debu, penggunaan APD, seperti masker, helm, dan sarung tangan, menjadi langkah utama dalam pengendalian.

Dengan menggabungkan identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko menggunakan metode HIRARC, proyek pembangunan Perumahan Griya Sukra Indramayu diharapkan dapat mengurangi kecelakaan kerja dan meningkatkan keselamatan serta kesehatan kerja bagi semua pekerja yang terlibat. Penggunaan hirarki pengendalian yang tepat memastikan bahwa langkah-langkah pencegahan diterapkan sesuai dengan tingkat risiko yang ada, sehingga dapat menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan lebih efisien.

Tabel 6. Hasil Pengendalian Risiko

No	Identifikasi Risiko	Kerugian	L	S	RR	Risk Asses.	Risk Control	Hierarchy Of Control
1	Terjatuh dari ketinggian saat bekerja	Menyebabkan cidera seperti patah tulang hingga kematian	4	5	20	Ekstrem	Membuat alat bantuan seperti scaffolding untuk meminimalisir	Eliminasi
2	Kesetrum karena instalasi listrik tidak aman	Luka berat bahkan luka bakar	3	4	12	Tinggi	Menggunakan Sarung Tangan	APD
3	Terhirup bau cat, thinner, atau bahan kimia lainnya saat bekerja	Gangguan pernafasan atau penyakit lain seperti pusing	3	3	9	Sedang	Menggunakan APD terutama Masker	APD
4	Kelelahan akibat jam kerja panjang atau kurang istirahat	Menimbulkan penyakit yang disebabkan kurangnya imun atau kekebalan tubuh	4	2	8	Sedang	Adanya pengecekan kesehatan pekerja	Administrasi
5	Terkena alat tajam atau benda berat (paku, besi, alat tukang)	Luka lecet ataupun infeksi pada area luka	3	3	9	Sedang	Menggunakan APD terutama sarung tangan	APD

6	Terpeleset atau tersandung akibat lantai licin atau alat berserakan	Cidera ringan atau luka lebam	3	3	9	Sedang	Menggunakan safety boots	APD
7	Paparan debu semen, beton, atau bahan berbahaya tanpa pelindung	Gangguan pernafasan atau gangguan penglihatan akibat debu	3	3	9	Sedang	Menggunakan APD terutama Masker	APD
8	Tertimpa material dari atas (bata, semen, peralatan)	Luka berat berupa cidera area kepala atau punggung	3	4	12	Tinggi	Menggunakan Helm	APD
9	Material bangunan berserakan di jalur lalu lintas pekerja	Terpeleset dan mengganggu proses pengerjaan	3	3	9	Sedang	Membersihkan area kerja setelah selesai digunakan	<i>Engineering Control</i>
10	Kabel listrik terbuka/tidak terlindung dengan baik	Tersetrum dan menyebabkan luka bakar pada area yang terkena sengatan listrik	3	4	12	Tinggi	Menggunakan sarung tangan	APD
11	Kurangnya pengawasan di area kerja berisiko tinggi	Adanya kecelakaan kerja seperti terjatuh atau tertimpa material lain	4	3	12	Tinggi	Mengawasi lebih lanjut dan lebih ketat keluar-masuknya pekerja	Administrasi
12	Area kerja tidak memiliki rambu keselamatan yang memadai	Terpapar debu, tertimpa bahan bangunan tertentu	4	3	12	Tinggi	Memberikan rambu-rambu atau batas area yang memerlukan APD lengkap	Administrasi

13	Pekerjaan dengan bahan kimia tanpa APD	Terpapar bahan kimia yang menyebabkan gangguan pernafasan akut atau iritasi kulit	3	4	12	Tinggi	Menggunakan Masker	APD
14	Pekerjaan pengelasan tanpa pelindung mata dan tubuh	Menyebabkan gangguan penglihatan dan luka bakar akibat percikan api mesin las	4	3	12	Tinggi	Menggunakan sarung tangan dan kacamata las	APD

(Sumber : Analisa Penulis,2025)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada proyek pembangunan Perumahan Griya Sukra Indah di Kabupaten Indramayu, dapat disimpulkan bahwa terdapat 14 potensi bahaya kerja yang teridentifikasi di lapangan, dengan tingkat risiko bervariasi mulai dari sedang hingga ekstrem. Risiko dengan tingkat paling tinggi (ekstrem) adalah terjatuh dari ketinggian, dengan nilai risk rating sebesar 20, sedangkan risiko lainnya seperti kesetrum akibat instalasi listrik yang tidak aman dan tertimpa material termasuk dalam kategori tinggi. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan metode HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control) efektif dalam mengidentifikasi, menilai, dan mengendalikan risiko secara sistematis sehingga dapat membantu dalam upaya pencegahan kecelakaan kerja. Pengendalian risiko yang direkomendasikan meliputi penerapan eliminasi bahaya, engineering control, pengendalian administratif, serta penggunaan alat pelindung diri (APD) yang sesuai dengan hierarki pengendalian risiko.

Namun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, di antaranya jumlah responden yang relatif sedikit dan cakupan penelitian yang terbatas pada satu lokasi proyek perumahan berskala menengah. Kondisi tersebut dapat memengaruhi generalisasi hasil penelitian terhadap proyek konstruksi lain dengan skala atau kompleksitas berbeda. Selain itu, penelitian ini belum mempertimbangkan faktor perilaku dan budaya kerja yang juga berpengaruh terhadap tingkat kepatuhan terhadap prosedur K3.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar dilakukan pengembangan studi dengan jumlah sampel yang lebih besar dan melibatkan berbagai jenis proyek konstruksi, termasuk proyek infrastruktur publik atau gedung bertingkat, guna memperoleh hasil yang lebih komprehensif. Peneliti berikutnya juga disarankan untuk mengintegrasikan pendekatan kuantitatif dan kualitatif dengan mempertimbangkan aspek perilaku pekerja, efektivitas pelatihan K3, serta penerapan teknologi digital seperti IoT atau sistem monitoring berbasis sensor dalam pengawasan keselamatan kerja. Dengan demikian, hasil penelitian dapat menjadi dasar yang lebih kuat dalam penyusunan kebijakan dan strategi peningkatan keselamatan kerja di sektor konstruksi secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayyubi, M. A., Sukmono, Y., & Pawitra, T. A. (2022). Pengendalian risiko keselamatan dan kesehatan kerja dengan metode HIRARC (Studi kasus: IUIPHKK PT. Belantara Subur). *JIME (Journal of Industrial and Manufacture Engineering)*, 6(1), 1–10.
- Damayanti, D., & Nalhadi, A. (2017). Identifikasi penilaian risiko kecelakaan kerja dengan metode *Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)*. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 3(1), 1–10.
- Fahdlullah, D. U., & Raharja, R. M. P. (2023). *Evaluasi keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada studi kasus proyek gedung Rusunawa MBR Semarang*. Universitas Islam Sultan Agung.
- Fauzan, M. R., & Rahayu, D. S. (2024). Evaluasi penerapan K3 pada proyek pembangunan perumahan rakyat di Indonesia. *Jurnal Rekayasa Konstruksi dan Keselamatan Kerja*, 12(1), 33–42.
- Hidayat, R., & Sari, N. M. (2020). Analisis penyebab kecelakaan kerja pada proyek konstruksi berdasarkan pendekatan manajemen risiko. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 7(2), 89–96.

- ..
- Irga, M. (2022). *Analisis risiko bahaya pada pekerja menggunakan metode HIRARC: Studi kasus proyek gedung high-rise Delf Apartment*. Universitas Fajar.
- Monoarfa, V., & Miolo, R. N. B. (2022). Penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menggunakan metode HIRARC pada UMKM pabrik tahu. *Jurnal Nama Jurnal*, 2(1), 1–10.
- Mulyadi, R., Saidiman, M., & Dewi, R. K. S. (2023). *Analisis risiko K3 dengan metode HIRARC pada industri tahu PD Manunggal*. Sekolah Tinggi Teknologi Bandung.
- Pradana, M. R. (2024). *Analisis manajemen risiko kecelakaan kerja dengan metode Multi Attribute Failure Mode Analysis (MAFMA) pada CV. Hamparan Sawit Makmur*. Universitas Medan Area.
- Prasetyo, D., & Marodiyah, I. (2022). *Mitigasi risiko area limbah PT. XYZ menggunakan metode HIRARC dan bow tie analysis*. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Pratama, A. R., Wijayanti, D., & Lestari, F. (2021). Implementasi metode HIRARC dalam penilaian risiko keselamatan kerja proyek konstruksi. *Jurnal Teknik dan Keselamatan Kerja*, 9(3), 101–110.
- Putra, Y. D., & Nugraha, A. (2023). Strategi penerapan sistem manajemen K3 berbasis risiko pada proyek konstruksi perumahan. *Jurnal Manajemen Proyek Indonesia*, 5(1), 55–64.
- Rahmadani, S., & Sulaiman, H. (2023). Hubungan antara kepatuhan terhadap K3 dan produktivitas kerja pada proyek konstruksi gedung. *Jurnal Ilmiah Konstruksi*, 8(2), 74–83.
- Santoso, I., Fadillah, R., & Maulana, H. (2021). Analisis faktor penyebab rendahnya penerapan K3 pada pekerja konstruksi lapangan. *Jurnal Konstruksi dan Keselamatan Kerja*, 7(1), 21–29.
- Sari, D. P., & Handoko, R. (2022). Efektivitas metode HIRARC dalam pengendalian risiko kerja pada proyek bangunan gedung. *Jurnal Keselamatan dan Kesehatan Kerja*, 10(2), 48–56.
- Standards Australia/Standards New Zealand. (2004). *AS/NZS 4360:2004 – Risk management*. Sydney/Wellington: Standards Australia International Ltd/Standards New Zealand.
- Suryana, A., & Lestari, D. (2020). Pengaruh penerapan K3 terhadap kinerja proyek konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil*, 17(1), 23–31.
- Wibowo, D., & Rahman, A. (2022). Peran budaya keselamatan kerja dalam menekan angka kecelakaan pada proyek konstruksi di Indonesia. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, 8(3), 115–124.