

Analisis Risiko Keselamatan Kerja pada Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Hazard and Operability Study (HAZOP)

Sintya Apriliana, Leli Honesti*, Meli Muchlian, Yusvina Helmi & Hamdeni Medriosa

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang, Jl. Gajah Mada Kandis Nanggalo, Padang – 25 143, Indonesia

Email: leli.honesti@itp.ac.id

Dikirim: 11 April 2025

Direvisi: 7 Mei 2026

Diterima: 23 Mei 2026

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi potensi bahaya dan menganalisis tingkat risiko kecelakaan kerja pada proyek pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Padang menggunakan metode *Hazard and Operability Study* (HAZOP). Penelitian menggunakan pendekatan *mixed methods* dengan memanfaatkan data primer yang diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara, dan penyebaran kuesioner, serta data sekunder yang berasal dari dokumen proyek dan studi literatur. Penilaian risiko dilakukan berdasarkan parameter *likelihood* dan *consequence*, kemudian diklasifikasikan menggunakan matriks risiko HAZOP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 38% potensi bahaya berada pada kategori *Extreme Risk*, 34% pada kategori *High Risk*, 19% pada kategori *Moderate Risk*, dan 14% pada kategori *Low Risk*. Risiko tertinggi didominasi oleh pekerjaan pada ketinggian, penggunaan *tower crane*, serta pembongkaran bekisting. Pengendalian risiko direkomendasikan melalui penerapan *engineering control*, *administrative control*, dan penggunaan alat pelindung diri (APD) secara konsisten.

Kata kunci: HAZOP, identifikasi bahaya, peluang risiko, dampak risiko, penanganan risiko

1. PENDAHULUAN

Pekerjaan konstruksi gedung merupakan salah satu sektor yang memiliki tingkat risiko kecelakaan kerja yang tinggi karena melibatkan berbagai aktivitas berbahaya, seperti pekerjaan pada ketinggian, penggunaan alat berat, serta pengangkutan material. Risiko tersebut dipengaruhi oleh kondisi lingkungan kerja yang terbuka, penggunaan alat dan material konstruksi, kondisi cuaca, serta keterlibatan tenaga kerja dengan tingkat keterampilan dan pemahaman keselamatan kerja yang beragam. Di negara berkembang, risiko kecelakaan kerja pada proyek konstruksi umumnya lebih tinggi karena sebagian tenaga kerja memiliki tingkat pendidikan dan pemahaman K3 yang masih rendah (Rama & Bhaskara, 2022). Kondisi tersebut menyebabkan perlunya penerapan sistem keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang baik untuk meminimalkan potensi kecelakaan kerja selama pelaksanaan proyek konstruksi.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa proyek konstruksi memiliki banyak potensi bahaya dengan tingkat risiko yang berbeda-beda. Qowiyuddin et al. (2023) menemukan sejumlah hazard yang berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja dengan risiko tinggi, seperti tersandung material yang berserakan, jatuh dari ketinggian, tertusuk ujung besi, terjatuh dari *scaffolding*, terhirup debu, dan kondisi material yang tidak tertata. Muhammad (2020) menyatakan bahwa pada proyek pembangunan Gedung Pasar Pelita Sukabumi terdapat 42 potensi bahaya yang teridentifikasi, yang terdiri atas 6 risiko ekstrem, 13 risiko tinggi, 11 risiko sedang, dan 12 risiko rendah. Selain itu, Trianditanaka dan Prafitasiwi (2024) pada proyek pembangunan Gardu Induk JIPE mengidentifikasi 25 potensi bahaya risiko, dengan lima risiko berada pada kategori tinggi dan sebagian besar lainnya berada pada kategori sedang. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa identifikasi dan pengendalian risiko sangat penting untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja pada proyek konstruksi.

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan upaya sistematis untuk melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja di lingkungan kerja. Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja menjelaskan bahwa K3 bertujuan untuk menjamin keselamatan tenaga kerja dan orang lain di tempat kerja, serta melindungi peralatan, bahan, proses produksi, dan lingkungan kerja agar terhindar dari kecelakaan kerja. Dalam pelaksanaan proyek konstruksi, analisis kondisi darurat dan identifikasi bahaya menjadi sangat penting untuk mengetahui potensi risiko yang dapat terjadi dan menentukan langkah mitigasi yang tepat (Salsabila et al., 2024).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis risiko kerja secara sistematis adalah *Hazard and Operability Study* (HAZOP). Metode HAZOP digunakan untuk meninjau potensi bahaya dan gangguan operasional pada suatu sistem atau proses kerja secara terstruktur dan teliti (Suparman & Fitriani, 2016). Melalui metode ini, berbagai potensi bahaya yang dapat menimbulkan kerugian terhadap manusia, lingkungan, maupun fasilitas kerja dapat diidentifikasi sehingga

tindakan pengendalian risiko dapat direncanakan dengan lebih baik. Selain itu, metode HAZOP memiliki kelebihan karena dilakukan secara sistematis, melibatkan berbagai disiplin ilmu, mempertimbangkan aspek operasional dan keselamatan kerja, serta mampu mengidentifikasi human error dalam pelaksanaan pekerjaan (Rusand & Haugen, 2018).

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Padang. Pemilihan objek penelitian didasarkan pada karakteristik pekerjaan konstruksi gedung yang memiliki berbagai potensi bahaya, terutama pada pekerjaan struktur seperti kolom, balok, dan pelat lantai. Aktivitas tersebut melibatkan pekerjaan pada ketinggian, penggunaan alat berat, pengangkatan material dengan *tower crane*, pemasangan dan pembongkaran bekisting, serta pekerjaan pembesian yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja apabila tidak disertai dengan penerapan keselamatan kerja yang memadai. Oleh karena itu, diperlukan identifikasi potensi bahaya dan analisis risiko secara sistematis untuk mengetahui tingkat risiko setiap aktivitas pekerjaan serta menentukan langkah pengendalian yang tepat guna meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja pada proyek konstruksi. Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, analisis risiko menggunakan metode HAZOP telah banyak diterapkan pada proyek gedung, jembatan, maupun sektor industri. Namun, penelitian mengenai identifikasi potensi bahaya pada proyek pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Padang masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan menentukan tingkat risiko kecelakaan kerja sebagai dasar penyusunan rekomendasi pengendalian risiko yang lebih efektif.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan menganalisis tingkat risiko kecelakaan kerja pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Terpadu Fakultas Ekonomi Universitas Negeri Padang menggunakan metode *Hazard and Operability Study* (HAZOP). Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai potensi bahaya dominan, tingkat risiko pada setiap aktivitas pekerjaan, serta rekomendasi pengendalian risiko sebagai bahan evaluasi dalam meningkatkan penerapan sistem keselamatan dan kesehatan kerja pada proyek konstruksi gedung.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode gabungan (Mixed Methods) dengan cara mengombinasikan metode penelitian kuantitatif dengan metode penelitian kualitatif. Metode penelitian kuantitatif lebih berfokus pada data angka dengan instrumen atau alat ukur tertentu, sedangkan metode penelitian kualitatif bertujuan untuk memperoleh pemahaman yang mendalam mengenai penelitian. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang dilakukan melalui pengumpulan informasi dari observasi, wawancara, dan studi literatur. Dalam penelitian ini dilakukan pengumpulan data pendukung, yang terdiri dari data primer dan data sekunder. Pada penelitian ini, tahap awal yang dilakukan adalah wawancara dengan *stakeholder* proyek, observasi lapangan, serta pembagian daftar pertanyaan melalui *Google Forms*. Data yang digunakan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer mencakup identifikasi risiko berdasarkan kemungkinan (*likelihood*) dan dampaknya (*consequences*). Setelah data terkumpul, analisis akan dilakukan menggunakan metode *Hazard and Operability* (HAZOP). Hasil akhir dari analisis ini akan menghasilkan saran dan rekomendasi yang dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam aspek K3 pada proyek konstruksi gedung.

Penilaian risiko dilakukan menggunakan metode HAZOP dengan menentukan nilai *Likelihood* (kemungkinan kejadian) dan *Consequence* (tingkat dampak) berdasarkan hasil observasi lapangan dan penilaian responden. Selanjutnya, nilai tersebut dipetakan ke dalam matriks risiko sehingga setiap potensi bahaya dapat diklasifikasikan ke dalam kategori *Low Risk*, *Moderate Risk*, *High Risk*, dan *Extreme Risk*. Hasil klasifikasi tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam penyusunan rekomendasi pengendalian risiko sesuai hirarki pengendalian bahaya.

3. HASIL DAN DISKUSI

Hasil penelitian ini berupa data dalam bentuk tabel yang diperoleh dari kuesioner yang disebarakan secara daring melalui *Google Forms*. Analisis kecelakaan kerja dilakukan menggunakan metode HAZOP dengan mempertimbangkan dua parameter utama, yaitu *likelihood* (kemungkinan kejadian) dan *consequence* (dampak kejadian). Berdasarkan jenis jabatan pekerjaan, responden dalam penelitian ini terbagi ke dalam enam kategori, yaitu pekerja, tukang, administrasi, tenaga ahli, manajemen (termasuk manajer, pemilik, dan lainnya), serta mahasiswa PKL. Hasil rincian karakteristik responden berdasarkan jabatan pekerjaan dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik responden penelitian berdasarkan jabatan kerja

Jabatan kerja	Jumlah responden	Persentase
Pekerja	11	39%
Tukang	5	18%
Administrasi	1	4%
Tenaga ahli	3	11%
Manajemen (manajer, owner, dll)	4	14%
Mahasiswa PKL	4	14%

Tabel.2 Identifikasi Hazop

No	Item Pekerjaan	Uraian Pekerjaan	Identifikasi bahaya	Tingkat Risiko			
1	Pekerjaan Kolom	Pekerjaan <i>marking</i> (sebelum dan sesudah pengecoran kolom)	Terjatuh dari ketinggian	A	4	A4	Extreme Risk
			Kerusakan alat saat <i>marking</i>	B	1	B1	Moderate Risk
			Alat ukur atau <i>waterpass</i> terjatuh	A	2	A2	High Risk
	Pekerjaan fabrikasi besi kolom	Pekerjaan fabrikasi bekisting kolom	Terjepit atau tertusuk besi	B	2	B2	High Risk
			Kawat pengikat melukai tangan	B	2	B2	High Risk
			Tertimpa alat/kejatuhan alat	C	3	C3	High Risk
			Tertimpa bekisting	B	3	B3	High Risk
			Terinjak/tertusuk material	C	2	C2	Moderate Risk
			Terhirup debu	D	2	D2	Low Risk
		Pekerjaan penyetelan besi kolom menggunakan <i>tower crane</i> dan beton <i>decking</i>	Tertimpa besi kolom karena sling putus atau pengikatan kurang kuat	C	5	C5	Extreme Risk
			Jatuh dari ketinggian	A	5	A5	Extreme Risk
			<i>tower crane</i> tidak stabil/tumbang akibat beban berlebih atau angin kencang	A	5	A5	Extreme Risk
			Tertimpa/kejatuhan alat	C	2	C2	Moderate Risk
			Tertimpa bekisting	B	3	B3	High Risk
	Pekerjaan pemasangan dan penyetelan bekisting kolom	Pekerjaan pemasangan dan penyetelan bekisting kolom	Terinjak/tertusuk material	D	2	D2	Low Risk
			Terhirup debu	E	2	E2	Low Risk
			Jatuh dari ketinggian	B	5	B5	Extreme Risk
			Bekisting tidak stabil, roboh	A	4	A4	Extreme Risk
	Pekerjaan pengecoran beton kolom	Pekerjaan pengecoran beton kolom	Terjepit alat berat	A	4	A4	Extreme Risk
			Terpeleset/tersandung akibat area kerja berantakan	C	2	C2	Moderate Risk
			Jatuh dari ketinggian	A	5	A5	Extreme Risk
			Getaran berlebih saat pemadatan beton	B	2	B2	High Risk
	Pekerjaan pembongkaran bekisting kolom	Pekerjaan pembongkaran bekisting kolom	Tertimpa keruntuhan bekisting	B	4	B4	Extreme Risk
			Jatuh dari ketinggian	B	5	B5	Extreme Risk
			Terkena serpihan kayu	E	2	E2	Low Risk
			Terjepit bekisting	C	2	C2	Moderate Risk
2	Pekerjaan Balok	Pekerjaan pemasangan perancah (scaffolding) balok	Alat perancah keropos	A	3	A3	Extreme Risk
			Tertimpa saat pemasangan	B	2	B2	High Risk
			Tergores pada saat pemasangan alat	D	3	D3	Moderate Risk
			Pekerja tertimpa/kejatuhan material	A	4	A4	Extreme Risk
			Terjepit oleh scaffolding	B	3	B3	High Risk
		Pekerjaan bekisting balok	Tersandung material	D	2	D2	Low Risk
			Terpeleset	C	3	C3	High Risk
			Terjatuh dari ketinggian	A	5	A5	Extreme Risk
			Tertimpa material/bekisting	B	3	B3	High Risk
			Terjepit bekisting	B	2	B2	High Risk
			Tertusuk/tergores material	C	2	C2	Moderate Risk
		Pekerjaan pembesian balok	Terjepit/tertusuk besi	B	2	B2	High Risk
			Kawat pengikat melukai tangan	D	2	D2	Low Risk
			Terjepit alat berat	A	4	A4	Extreme Risk
		Pekerjaan pengecoran balok	Terpeleset/tersandung akibat area kerja berantakan	C	3	C3	High Risk
			Jatuh dari ketinggian	A	5	A5	Extreme Risk
			Getaran berlebihan saat pemadatan dengan vibrator	B	2	B2	High Risk
			Kejatuhan material	B	2	B2	High Risk
			Terjepit saat pembongkaran bekisting	B	2	B2	High Risk
		Pekerjaan pembongkaran bekisting balok	Tertusuk paku	C	2	C2	Moderate Risk
			Tertimpa atau kejatuhan bekisting	A	4	A4	Extreme Risk
			Jatuh dari ketinggian	A	5	A5	Extreme Risk
			Tergores besi	C	2	C2	Moderate Risk

No	Item Pekerjaan	Uraian Pekerjaan	Identifikasi bahaya	Tingkat Risiko			
3	Pekerjaan Plat Lantai	Pekerjaan penyusunan bekisting plat lantai	Tersandung	C	2	C2	Moderate Risk
			Terjatuh dari ketinggian	A	5	A5	Extreme Risk
			Pekerja tertimpa/kejatuhan material	B	3	B3	High Risk
			Tertusuk material	B	2	B2	High Risk
		Pekerjaan pembesian plat lantai	Terjatuh dari ketinggian	A	5	A5	Extreme Risk
			Terjepit bar bender	B	2	B2	High Risk
			Tertusuk besi/kawat bendrat	D	2	D2	Low Risk
			Terkena percikan api dari bar cutter	C	2	C2	Moderate Risk
		Pekerjaan pengecoran plat lantai	Pekerja tertimpa/kejatuhan material	B	2	B2	High Risk
			Tersandung material	D	2	D2	Low Risk
			Jatuh dari ketinggian	A	5	A5	Extreme Risk
			Tertusuk material	C	2	C2	Moderate Risk
		Pekerjaan pembongkaran bekisting plat lantai	Tertimpa material	B	2	B2	High Risk
			Jatuh dari ketinggian	A	5	A5	Extreme Risk
			Tergores	D	2	D2	Low Risk

Keterangan:

L = Likelihood

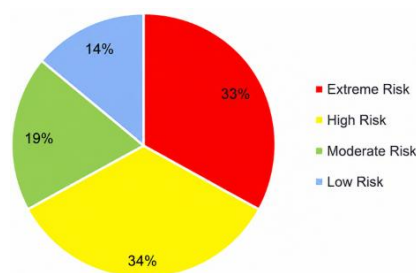
C = Consequences

S = Skor

Berdasarkan hasil identifikasi menggunakan metode HAZOP, sebagian besar potensi bahaya berada pada kategori *High Risk* dan *Extreme Risk*. Risiko tertinggi ditemukan pada pekerjaan yang melibatkan aktivitas di ketinggian, pengangkatan material menggunakan *tower crane*, pemasangan bekisting, serta pembongkaran bekisting. Aktivitas tersebut memiliki potensi menyebabkan cedera serius hingga kematian apabila tidak dilakukan pengendalian yang memadai. Oleh karena itu, pekerjaan dengan kategori *Extreme Risk* harus menjadi prioritas utama dalam penerapan sistem keselamatan dan kesehatan kerja.

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa bahaya yang ada pada proyek tersebut berada pada rentang *Low Risk–Extreme Risk*.

1. Pada pekerjaan struktur balok, terdapat 10 potensi bahaya dengan tingkat risiko *Extreme Risk*, 7 potensi bahaya dengan tingkat risiko *High Risk*, 5 potensi bahaya dengan tingkat risiko *Moderate Risk* dan 4 potensi bahaya dengan tingkat risiko *Low Risk*.
2. Pada pekerjaan struktur balok, terdapat 7 potensi bahaya dengan tingkat risiko *Extreme Risk*, 10 potensi bahaya dengan tingkat risiko *High Risk*, 4 potensi bahaya dengan tingkat risiko *Moderate Risk* dan 2 potensi bahaya dengan tingkat risiko *Low Risk*.
3. Pada pekerjaan pelat lantai, terdapat 4 potensi bahaya dengan tingkat risiko *Extreme Risk*, 5 potensi bahaya dengan tingkat risiko *High Risk*, 3 potensi bahaya dengan tingkat risiko *Moderate Risk* dan 3 potensi bahaya dengan tingkat risiko *Low Risk*. Untuk kuesioner secara keseluruhan, akan dilampirkan pada lampiran.



Gambar 1. Tingkat Risiko

Dilihat dari Tabel 2, temuan potensi bahaya dalam penelitian ini secara keseluruhan dapat dikategorikan sebagai *Extreme Risk*, *High Risk*, *Moderate Risk* dan *Low Risk*. Berdasarkan rata-rata pada gambar di atas, hasil yang didapatkan: 38% bahaya termasuk dalam kategori *Extreme Risk*, 34% bahaya termasuk dalam kategori *High Risk*, 19% bahaya termasuk dalam kategori *Moderate Risk* dan 14% bahaya termasuk dalam kategori *Low Risk*. Persentase *Extreme Risk* yang mencapai 38% menunjukkan bahwa sebagian besar aktivitas konstruksi masih memiliki tingkat risiko yang tinggi (Gambar 1). Kondisi ini mengindikasikan perlunya peningkatan penerapan sistem K3, terutama pada pekerjaan struktur yang melibatkan aktivitas di ketinggian dan penggunaan alat berat. Pengendalian risiko melalui rekayasa teknik, penyusunan prosedur kerja, pengawasan lapangan, serta penggunaan APD diharapkan mampu menurunkan tingkat risiko kecelakaan kerja.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kategori *Extreme Risk* mendominasi potensi bahaya pada proyek konstruksi. Temuan ini sejalan dengan penelitian Muhammad (2020) yang juga menemukan bahwa pekerjaan struktur memiliki tingkat risiko tinggi akibat aktivitas di ketinggian dan penggunaan peralatan konstruksi. Demikian pula Qowiyuddin et al. (2023) menyatakan bahwa pekerjaan struktur merupakan aktivitas dengan risiko dominan karena melibatkan material berat dan pekerjaan pada elevasi tertentu.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis menggunakan metode HAZOP, pekerjaan kolom, balok, dan pelat lantai memiliki tingkat risiko yang bervariasi mulai dari *Low Risk* hingga *Extreme Risk*. Risiko tertinggi didominasi oleh aktivitas pekerjaan di ketinggian, pengangkatan material menggunakan *tower crane*, serta pembongkaran bekisting. Secara keseluruhan, diperoleh 38% potensi bahaya termasuk kategori *Extreme Risk*, 34% kategori *High Risk*, 19% kategori *Moderate Risk*, dan 14% kategori *Low Risk*. Oleh karena itu, penerapan *engineering control*, *administrative control*, dan penggunaan APD secara konsisten menjadi langkah utama dalam mengurangi risiko kecelakaan kerja pada proyek konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bastuti, S. (2021) 'Analisis Tingkat Risiko Bahaya K3 pada Pengelolaan Apartemen Menggunakan Metode Hazard Operability Study (HAZOPS)', *Jurnal Intech Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 7(1), pp. 7–14. Available at: <https://doi.org/10.30656/intech.v7i1.2664>.
- Faiq, A.G. (2024) 'Analisis Risiko Keselamatan Kerja Pada Bagian Produksi Dengan Metode Job Safety Analysis Dan Hazard And Operability Study'.
- Indra Ahmad Paridi, K. (2024) 'Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja untuk Meminimalkan Bahaya dengan Metode Hazard and Operability (Hazop) dan Fault Tree Analysis (FTA) pada PT XYZ'. Zenodo. Available at: <https://doi.org/10.5281/ZENODO.11108286>.
- Lahay, F. et al. (2022) 'Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode Hazard and Operability Study (Hazop) pada Proyek Pembangunan Jembatan Asa'an Pagimana: Work Accident Risk Analysis Using Hazard And Operability Study (Hazop) Method At Bridge Construction Project Asa'an Pagimana', *Jurnal Kesmas Untika Luwuk: Public Health Journal*, 13(2), pp. 81–90. Available at: <https://doi.org/10.51888/phj.v13i2.141>.
- Leonardo, J. and Bangun, S. (2023) 'Analisis Manajemen Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proyek Pembangunan Gedung Holland Bakery Ancol Barat III PT. Gelora Bangun Lestari', 12(01).
- Muhammad, B. (2020) 'Analisis Resiko Keselamatan dan Keselamatan Kerja Pada Proyek Pasar Pelita Sukabumi Menggunakan Metode Hazard and Operability Study (HAZOP)', 2(1).
- Permenaker, 1970. Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 01 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja (K3).
- Rama, H.F.S. and Bhaskara, A. (2022) 'Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proyek Pembangunan Dengan Metode FMEA dan HAZOP', *Rang Teknik Journal*, 5(1), pp. 110–115. <https://doi.org/10.31869/rjt.v5i1.2844>.
- Sari, D.F. and Suryani, F. (2018) 'Manajemen Risiko Keselamatan Dan Keselamatan Kerja Pelaksanaan Konstruksi Oil Dan Gas Dengan Metode Hazard Identification'.
- Sari, K.P., Chairi, M. and Helin, R.P. (2022) 'Analisis Risiko K3 Pada Proyek Gedung RSUD Pasaman Barat Dengan Metode HIRARC', *Jurnal Rivet*, 2(01), pp. 25–31. Available at: <https://doi.org/10.47233/rivet.v2i01.491>.
- Sobirin, A. and Al, A.Z. (2023) 'Analisis Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode Hazard And Operability Study (HAZOP) Di UD Polos Jaya', 18.
- Syahrul, M. and Nugroho, A.J. (2024) 'Analisis Risiko (K3) Di Bengkel Las Bubut Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment (HIRA)'. Suparman, S., & Fitriani, H. (2016). Analisa Risiko Kecelakaan Kerja pada Proyek Konstruksi Jembatan Musi VI Palembang. *Cantilever*, 5(2). <https://doi.org/10.35139/cantilever.v5i2.46>
- Rausand, M. and Haugen, S. (2018) Risk Assessment HAZOP. Available at: <http://www.ntnu.edu/ross/>.
- Suparman, S., Fitriani, H., 2016. Analisa Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proyek Konstruksi Jembatan Musi VI Palembang. *Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil* 5.
- Trianditanaka, M. and Prafitasiwi, A.G. (2024) 'Analisa Kecelakaan Kerja pada Proyek Pembangunan Gardu Induk JIPE Menggunakan Metode Hazop', *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 1(1), p. 47. Available at: <https://doi.org/10.30587/jtsl.v1i1.8130>.
- Zakaria, A., Arifin, J. and Nugraha, B. (2024) 'Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Metode Hazop Studi Kasus: Departemen Teknik PT Sinde Multikemasindo', *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 7(2), pp. 723–733. <https://doi.org/10.31004/jutin.v7i2.26406>.