

ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA PADA PROYEK BANGUNAN GEDUNG GEREJA REFORMED INJIL INDONESIA MEDAN DENGAN METODE FMEA (*FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS*)

Pieter Leuvanggi Hutagalung¹, Binsar Parulian Silitonga²
Mananda Ture Siburian³, Andar Sitohang⁴, Martin Sihotang⁵
^{1,2,3,4,5}Akademi Teknik Deli Serdang
Email: pieterleuvanggi87@gmail.com

ABSTRAK

Proyek konstruksi merupakan sektor dengan tingkat risiko kecelakaan kerja yang tinggi akibat aktivitas fisik intensif, penggunaan peralatan, dan kondisi lapangan yang kompleks. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi potensi bahaya serta menganalisis tingkat risiko kecelakaan kerja pada pembangunan Gedung Gereja Reformed Injil Indonesia Medan menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Penilaian risiko dilakukan melalui parameter tingkat keparahan (Severity), kemungkinan terjadinya (Occurrence), dan kemampuan deteksi (Detection) untuk memperoleh Risk Priority Number (RPN). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerjaan pengangkutan material secara manual memiliki nilai RPN tertinggi, yaitu 120, sehingga menjadi prioritas utama dalam pengendalian risiko. Risiko lainnya berada pada kategori sedang hingga rendah, namun tetap memerlukan tindakan pencegahan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan FMEA efektif dalam membantu manajemen proyek menentukan prioritas pengendalian risiko serta mendukung penerapan K3 guna meminimalkan terjadinya kecelakaan kerja.

Kata kunci: Risiko Kecelakaan Kerja, FMEA, RPN, Proyek Konstruksi

1. PENDAHULUAN

Upaya pencegahan kecelakaan kerja sering kali belum berjalan optimal. Berbagai kendala yang umum terjadi meliputi perencanaan kerja yang kurang matang, penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) yang tidak konsisten, minimnya pelatihan keselamatan, ketidakpatuhan terhadap Standard Operating Procedure (SOP), serta kurangnya evaluasi terhadap insiden yang terjadi. Kondisi ini menunjukkan perlunya manajemen keselamatan kerja yang lebih terstruktur dan sistematis.

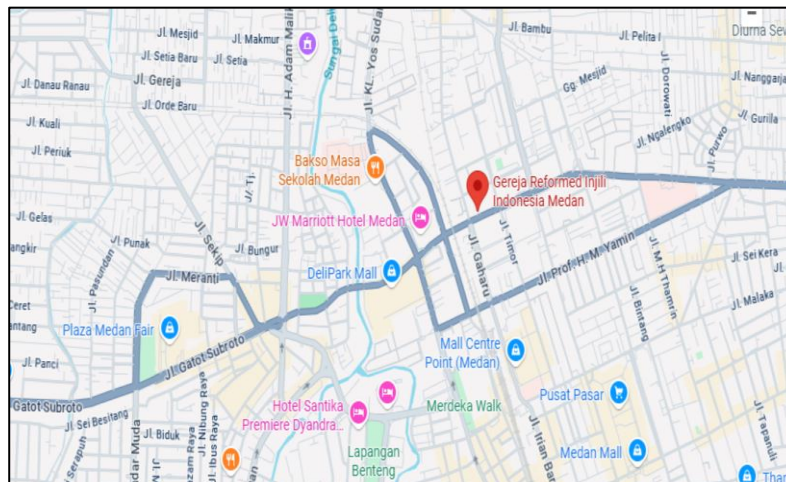
Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisis bahaya secara terukur adalah Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Metode ini menilai tingkat risiko berdasarkan keparahan, kemungkinan terjadinya, dan kemampuan deteksi, sehingga menghasilkan Risk Priority Number (RPN) sebagai dasar penentuan prioritas pengendalian. Penelitian ini bertujuan menerapkan metode FMEA untuk mengidentifikasi potensi bahaya kecelakaan kerja, menilai tingkat risikonya, serta menentukan prioritas penanganan berdasarkan nilai RPN. Hasil penelitian diharapkan dapat mendukung peningkatan penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) serta mengurangi risiko kecelakaan pada proyek konstruksi.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi Studi

Tempat lokasi kegiatan adalah Gereja Reformed Injil Indonesia (GRII) yang berada

di jalan Gaharu, Kecamatan Medan Timur Medan Sumatera Utara.



Gambar 1. Lokasi Gereja Reformed Injil Indonesia

2.2. Jenis dan Subjek Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus lapangan. Pendekatan ini digunakan untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai analisis risiko kecelakaan kerja pada proyek pembangunan Gedung Gereja Reformed Injil Indonesia Medan menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Subjek penelitian meliputi lingkungan kerja proyek, peralatan kerja, proses kerja, serta perilaku para pekerja yang berhubungan dengan potensi kecelakaan kerja di lokasi proyek.

2.3. Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang valid dan relevan, penelitian ini menggunakan beberapa teknik pengumpulan data, yaitu:

a. Observasi dan Inspeksi Lapangan

Observasi dilakukan secara langsung terhadap Lingkungan kerja, meliputi kondisi bangunan, pencahayaan, ventilasi, kebisingan, serta potensi bahaya fisik. Peralatan kerja, termasuk kondisi mesin, alat, dan perkakas yang berpotensi menimbulkan bahaya mekanis, proses kerja, dengan mengamati langkah kerja untuk mengidentifikasi bahaya ergonomis, kimiawi, atau biologis, perilaku pekerja, terutama kepatuhan terhadap penggunaan APD dan prosedur kerja aman.

b. Pengumpulan Informasi Tambahan.

Informasi pendukung dikumpulkan melalui Data historis kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja, untuk mengetahui pola bahaya yang pernah terjadi, dokumen dan prosedur kerja seperti SOP, manual operasi, catatan proyek dan konsultasi dengan ahli K3, untuk memperoleh masukan teknis terkait potensi bahaya.

c. Brainstorming dan Diskusi.

Proses identifikasi bahaya dilakukan melalui diskusi dengan pimpinan proyek, Supervisor dan pekerja lapangan dan Ahli K3 umum.

2.4. Teknik Analisis Data

Data yang terkumpul dianalisis melalui tahapan berikut:

- a. Identifikasi bahaya, yaitu pengelompokan bahaya ke dalam kategori fisik, mekanis, kimiawi, biologis, dan ergonomis berdasarkan hasil observasi dan informasi pendukung.

- b. Penilaian risiko, dengan mengevaluasi tingkat kemungkinan terjadinya setiap bahaya serta derajat keparahan dampaknya terhadap keselamatan pekerja.
- c. Formulasi tindakan pengendalian, yang disusun berdasarkan prinsip hirarki pengendalian bahaya.
- d. Penerapan metode FMEA, yaitu menghitung nilai Risk Priority Number (RPN) untuk setiap potensi kegagalan, sehingga risiko dapat diprioritaskan menurut tingkat keparahan (severity), kemungkinan terjadinya (occurrence), dan kemampuan deteksi (detection).

Tabel 1. Tingkatan Keparahan (Severity) Secara Umum

Tingkat / Dampak		Tingkat / Dampak
10	Kehilangan nyawa atau merubah kehidupan individu	Kematian beberapa invidu (masal)
9		Kematian individu (sesorang)
8		Perlu perawatan serius dan menimbulkan cacat permanen
7	Dampak serius (individu sehingga tidak ikut lagi dalam aktivitas)	Dirawat lebih dari 12 jam, dengan luka pecah pembuluh darah, hilangan ingatan hebat, kerugian besar, dll
6		Dirawat lebih dari 12 jam, patah tulang, tulang bergeser, radang dingin, luka bakar, susah bernafas dan lupa ingatan sementara, jatuh / terpeleset
5	Dampak sedang (individu hanya 1 - 2 hari tidak ikut beraktivitas)	Keseleo / terkilir, retak /patah ringan, keram atau kejang
4		Luka bakar ringan, luka gores / tersayat, frosnip (radang dingin/panas)
3	Dampak ringan (individu masih dapat ikut dalam aktivitas)	Melepuh, tersengat panas, keseleo ringan, tergelincir atau terpeleset ringan
2		Tersengat matahari, memar, teriris ringan, tergores
1	Tidak berdampak (individu tidak mendapat dampak yang terasa)	Terkena serpihan, tersengat serangga, tergigit serangga

Sumber: *National Incident DatabaseReport, 2011 dan Wang, et al, 2009)*

Tabel 2. Tingkat kejadian (Occurance) Secara Umum

Probalilitas Kejadian	Tingkat Kejadian	Nilai
Sangat tinggi dan tak bisa dihindari	1 in 2	10
	1 in 3	9
Tinggi dan sering terjadi	1 in 8	8
	1 in 20	7
Sedang dan kadang terjadi	1 in 80	6
	1 in 400	5
Rendah dan relatif jarang terjadi	1 in 2.000	4
	1 in 15.000	3
Sangat rendah dan hampir tidak pernah terjadi	1 in 150.000	2
	1 in 1.500.000	1

Sumber: *Wang, et al, 2009*

Tabel 3. Tingkat Deteksi (*Detection*) Secara Umum

Tingkat		Kemungkinan Terdeteksi
10	Hampir tidak mungkin	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan
9	Sangat jarang	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan
8	Jarang	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan
7	Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat rendah
6	Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan rendah
5	Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang
4	Agak tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang sampai tinggi
3	Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan tinggi
2	Sangat tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat tinggi
1	Hampir pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan hampir pasti

Sumber: Wang, et al, 2009

Setelah mengetahui nilai S, O, D untuk tiap kecelakaan kerja, selanjutnya nilai RPN dapat dihitung dengan rumus: $RPN = S \times O \times D$. Selanjutnya nilai RPN dijadikan dasar untuk menetapkan tingkat risiko bahaya kecelakaan kerja dimana semakin tinggi nilai RPN menunjukkan semakin tinggi risiko bahaya kecelakaan kerja tersebut. Selanjutnya bahaya-bahaya kecelakaan kerja yang mempunyai nilai RPN tinggi perlu mendapat perhatian dari manajemen proyek.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Identifikasi Bahaya

Identifikasi bahaya yang mungkin terjadi pada bangunan Gereja Reformed Injil Indonesia dengan bangunan 2 (dua) lantai yang diperoleh melalui wawancara dengan pelaksana K3 di lapangan dan juga karyawan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4. Potensi Kecelakaan kerja pada bangunan Gereja Reformed Injil Indonesia

No	Aktivitas Kerja	Kecelakaan Kerja	Akibat
Pekerjaan Persiapan pada lantai 2			
1	Penggunaan tangga kerja	Tangga licin, posisi tidak stabil	Terpeleset saat naik-turun, cedera kaki, patah tulang
2	Pengangkutan material manual	Beban berat, teknik angkat tidak ergonomis	Cedera punggung, otot tertarik, jatuh saat membawa material
3	Pembersihan & penataan area kerja	Area licin/ berantakan, benda berserakan	Terpeleset, luka ringan, keseleo.

Pekerjaan Pengecoran Plat Lantai 2			
4	Pemasangan & pengecoran bekisting	Bekisting/perancah roboh	Tertimpa material, patah tulang, luka berat
5	Area kerja basah oleh beton	Terpeleset di permukaan licin	Keseleo, lecet karna terjatuh
6	Kontak dengan beton basah/semen	Paparan bahan kimia semen	Iritasi kulit, luka bakar kimia
Pekerjaan Struktur Lantai 2			
7	Pemasangan tulangan (besi kolom, balok, pelat)	Luka akibat ujung besi tajam, tersandung besi	Luka sayat, memar.
8	Pengecoran kolom, balok, pelat	Terpeleset di area licin oleh beton basah	Terjatuh, keseleo.
9	Penggunaan vibrator beton	Kabel listrik rusak terkena air, kontak dengan listrik	Tersengat listrik, luka bakar, henti jantung
10	Pemotongan & pembengkokan besi	Terjepit/terpotong saat menggunakan alat	Luka potong, jari terjepit, memar

Pada tahap berikutnya, masing-masing kecelakaan kerja yang telah dijabarkan pada tabel 5 ditentukan tingkat risikonya berdasarkan nilai S, O, D nya. Nilai S, O, D ditentukan oleh tiga responden dari manajemen HSE (*Health, Safety, and Environment*) proyek bangunan gedung yang dijadikan obyek penelitian ini. Penentuan nilai S, O, D didasarkan pada kriteria yang telah dijabarkan pada metodologi penilaian S, O, D untuk seluruh kecelakaan kerja dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 5. Nilai S, O, D

Kegiatan	Severity(S)			Rata-rata	Occurance(O)			Rata-rata	Detection(D)			Rata-rata
	Responden				Responden				Responden			
	K1	K2	K3		K1	K2	K3		K1	K2	K3	
Pekerjaan Persiapan Pada Lantai 2												
1	6	6	6	6	2	2	2	2	4	4	4	4.00
2	5	5	5	5	6	6	6	6	4	4	4	4.00
3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.00
Pekerjaan Pengecoran Plat Pada Lantai 2												
4	6	6	6	6	2	2	2	2	4	4	4	4.00
5	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4.00
6	5	5	5	5	2	2	2	2	4	4	4	4.00
Pekerjaan Struktur Lantai 2												
7	5	5	5	5	3	3	3	3	4	4	4	4.00
8	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4.00
9	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4.00
10	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4.00

3.2. Penilaian Resiko

Analisis data untuk mengetahui risiko yang signifikan pada pekerjaan struktur dan arsitektur bangunan gedung dilakukan frekuensi dan konsekuensi yang teridentifikasi dari penilaian responden melalui kuesioner. Berdasarkan jawaban responden yang dilihat dari modus, maka penilaian risiko diperoleh dari hasil perkalian modus jawaban responden

terhadap frekuensi dengan modus jawaban responden terhadap konskuensi, dapat dilihat pada tabel berikut;

Tabel 6. Penilaian Resiko

No	Kegiatan	S	O	D	RPN
Pekerjaan Persiapan lantai 2					
1	Penggunaan tangga kerja	6.00	2.00	4.00	48.00
2	Pengangkutan material manual	5.00	6.00	4.00	120.0
3	Pembersihan & penataan area kerja	4.00	4.00	4.00	64.00
Pekerjaan Pengecoran Plat Lantai 2					
4	Pemasangan & pengecoran bekisting	6.00	2.00	4.00	48.00
5	Area kerja basah oleh beton	4.00	3.00	4.00	48.00
6	Kontak dengan beton basah/semen	5.00	2.00	4.00	40.00
Pekerjaan struktur lantai 2					
7	Pemasangan tulangan (besi kolom, balok, pelat)	5.00	3.00	4.00	60.00
8	Pengecoran kolom, balok, pelat	4.00	3.00	4.00	48.00
9	Penggunaan vibrator beton	4.00	3.00	4.00	48.00
10	Pemotongan & pembengkokan besi	3.00	3.00	4.00	36.00

3.3. Pengendalian Resiko

Adanya risiko-risiko yang masuk dalam kategori sedang, rendah, dan ringan akan sangat mempengaruhi pelaksanaan pekerjaan konstruksi di gedung Gereja Reformed Injil Indonesia Medan. Tahapan ini dilakukan dengan mempertimbangkan waktu penyelesaian pekerjaan. Adapun pengendalian risiko seperti tabel berikut ini:

Tabel 7. Pengendalian Resiko

No	Aktivitas Kerja	Kecelakaan Kerja	Akibat	Pencegahan
Pekerjaan Persiapan pada lantai 2				
1	Penggunaan tangga kerja	Tangga licin, posisi tidak stabil	Terpeleset saat naik-turun, cedera kaki, patah tulang	Pastikan tangga diikat/posisi stabil, gunakan sepatu safety anti-slip
2	Pengangkutan material manual	Beban berat, teknik angkat tidak ergonomis	Cedera punggung, otot tertarik, jatuh saat membawa material	Gunakan teknik angkat benar, alat bantu (trolley), batasi berat angkatan
3	Pembersihan & penataan area kerja	Area licin/berantakan, benda berserakan	Terpeleset, luka ringan, keseleo, patah tulang	Jaga kebersihan area kerja, gunakan sepatu safety anti-slip, tata material rapi
Pekerjaan Pengecoran Plat Lantai 2				
4	Pemasangan & pengecoran bekisting	Bekisting/perancah roboh	Tertimpa material, patah tulang, luka berat	Pastikan pemasangan sesuai standar, lakukan pemeriksaan beban & kekuatan struktur

No	Aktivitas Kerja	Kecelakaan Kerja	Akibat	Pencegahan
5	Area kerja basah oleh beton	Terpeleset di permukaan licin	Keseleo, patah tulang	Gunakan sepatu safety anti-slip, bersihkan area kerja secara berkala
6	Kontak dengan beton basah/semen	Paparan bahan kimia semen	Iritasi kulit, luka bakar kimia	Gunakan sarung tangan karet, boots, cuci tangan setelah kontak
Pekerjaan Struktur Lantai 2				
7	Pemasangan tulangan (besi kolom, balok, pelat)	Luka akibat ujung besi tajam, tersandung besi	Luka sayat, memar, tertusuk besi	Gunakan sarung tangan, sepatu safety, penutup besi tajam, area kerja rapi
8	Pengecoran kolom, balok, pelat	Terpeleset di area licin oleh beton basah	Terjatuh, keseleo, patah tulang	Gunakan sepatu safety anti-slip, bersihkan area tumpahan beton
9	Penggunaan vibrator beton	Kabel listrik rusak terkena air, kontak dengan listrik	Tersengat listrik, luka bakar, henti jantung	Gunakan kabel berisolasi, APD (sarung tangan karet), jauhkan alat dari genangan air
10	Pemotongan & pembengkokan besi	Terjepit/terpotong saat menggunakan alat	Luka potong, jari terjepit, memar	Gunakan sarung tangan safety, kacamata pelindung, gunakan alat sesuai prosedur

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi berbagai potensi kecelakaan kerja pada proyek pembangunan Gedung Gereja Reformed Injil Indonesia Medan melalui metode FMEA. Dari hasil perhitungan RPN, pekerjaan pengangkutan material manual memiliki risiko paling tinggi dengan nilai 120, sehingga perlu menjadi fokus utama pengendalian. Risiko lain seperti penggunaan vibrator beton juga tergolong tinggi. Secara keseluruhan, penelitian ini tidak hanya berhasil menemukan dan menilai tingkat risiko di lokasi proyek, tetapi juga memberikan arahan bagi manajemen untuk memprioritaskan langkah pencegahan pada pekerjaan dengan risiko terbesar. Dengan penerapan pengendalian yang tepat, diharapkan kecelakaan kerja dapat diminimalkan dan proyek dapat berjalan lebih aman dan lancar.

Manajemen proyek perlu segera menerapkan tindakan perbaikan dan mitigasi yang telah direkomendasikan berdasarkan hasil analisis FMEA, terutama pada potensi bahaya dengan nilai RPN tertinggi. Pelatihan dan sosialisasi keselamatan kerja harus dilakukan secara berkala kepada seluruh pekerja, mencakup penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) yang tepat serta penerapan disiplin terhadap prosedur kerja aman. Penyusunan dan penerapan prosedur tanggap darurat (emergency response plan) perlu dilakukan untuk memastikan penanganan kecelakaan dapat berlangsung cepat, tepat, dan terkoordinasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abryandoko, E. W. (2018). Penilaian Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja dengan Menggunakan Metode HIRADC dan Safety Policy. Universitas Bojonegoro.
- [2] Anwar, F. N., Farida, I., & Ismail, A. (2014). Analisis Manajemen Risiko

- Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) pada Pekerjaan Upper Structure Gedung Bertingkat (Studi Kasus Proyek Skyland City – Jatinangor). Sekolah Tinggi Teknologi Garut.
- [3] Apriyan, J., Setiawan, H., & Ervianto, W. I. (2017). Analisis risiko kecelakaan kerja pada proyek bangunan gedung dengan metode FMEA. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran dan Ilmu Kesehatan*, 1(1), 115–123.
- [4] Astiti, N. P. M. (2014). Analisis Risiko Pelaksanaan Pembangunan Jalan Tol Benoa–Bandara–Nusa Dua. Universitas Udayana.
- [5] Astuti, R., & Martini, S. (2013). Teknik dan Analisis Pengambilan Keputusan Fuzzy dalam Manajemen Rantai Pasok. IPB Press.
- [6] Heinrich, H. W. (1959). *Industrial Accident Prevention: A Scientific Approach*. McGraw-Hill.
- [7] International Labour Organization. (2003). *Encyclopedia of Occupational Health and Safety*. Geneva.
- [8] International Labour Organization. (2013). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja: Sarana untuk Produktivitas*. Jakarta.
- [9] Junaedi, T., & Nurcahyo, T. J. W. A. C. B. (2013). Analisa dan Pengukuran Potensi Risiko Kecelakaan Kerja dengan Menggunakan Metode APM pada Proyek Pembangunan Dormitory 5 Lantai Akademi Teknik Keselamatan dan Penerbangan Surabaya. ITS.
- [10] King, R. W., & Hudson, R. (1985). *Construction Hazard and Safety Handbook*. Butterworths.
- [11] Manuasri, L. K. A. (2011). *Manajemen Risiko pada Proyek Konstruksi di Pemerintah Kabupaten Jembrana*. Universitas Udayana.
- [12] Marimin, Djatna, T., Suharjo, Hidayat, S., & Utama, D. N. (tanpa tahun). [Judul tidak lengkap – data perlu dilengkapi].
- [13] Muslim, E. A., Ratnaningsih, A., & Sukmawati, S. (2014). Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Proyek Gunawangsa Merr Apartment. Universitas Jember.
- [14] National Incident Database Report. (2011). *New Zealand Mountain Safety Council*.
- [15] Norken, I. N. (2015). *Pengantar Analisis Manajemen Risiko Proyek Konstruksi*. Udayana University Press.
- [16] Poon, G. K. K., & Yang, J. B. (2009). Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy-weighted geometric mean. *Expert Systems with Applications*, 36, 1195–1207.
- [17] Purba, E. A., Monica, A. K. B., dkk. (2015). Analisa Manajemen Risiko pada Proyek PDAM Semarang. [Institusi tidak dicantumkan].
- [18] Rumimper, R. R. (2015). Analisis Risiko pada Proyek Konstruksi Perumahan di Kabupaten Minahasa Utara. [Institusi tidak dicantumkan].
- [19] Saragi, Y. R. R. (2011). *Manajemen Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan (K3L) pada Pembangunan Gedung*. Universitas HKBP Nommensen.
- [20] Sari, N. (2016). *Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Pekerjaan Konstruksi*. Universitas Tanjungpura.
- [21] Sepang, B. A. W. (2013). *Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Proyek Pembangunan Ruko Orlens Fashion Manado*. Universitas Sam Ratulangi.
- [22] Setiawan, P. F. (2014). *Manajemen Risiko Proyek Vale di PT Multipanel*

- Intermitra Mandiri. [Institusi tidak dicantumkan].
- [23] Singh, A., Hinze, J., & Coble, R. J. (1999). Implementation of safety and health on construction sites. Proceedings of the Second International Conference of CIB Working Commission W99, Honolulu, Hawaii, 24–27 March 1999.
- [24] Tarwaka. (2014). Keselamatan dan Kesehatan Kerja: Manajemen dan Implementasi K3 di Tempat Kerja. Harapan Press.
- [25] Wicaksono, I. K., & Singgih, M. L. (2011). Manajemen Risiko K3 pada Proyek Pembangunan Apartemen Puncak Permai Surabaya. ITS.