

Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja dengan Metode HAZOP (Hazard dan Operability) Pada Proyek Pembangunan Perumahan Bukit Pinus Banjaran

Putriana Febryani ^{a,1,*}, Lioba Evita Anikusuma ^{b,2}

^{a,b} Departement of Civil Engineering, Nusa Putra University, Jl. Raya Cibolang Kaler No. 21, Kab. Sukabumi 43152, Indonesia

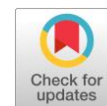
¹ putrianafebryani11@gmail.com*; ²

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan memperbaiki penerapan program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di proyek perumahan Bukit Pinus Banjaran melalui metode HAZOP (*Hazard and Operability Study*). Metode ini berfokus pada identifikasi dan pengendalian potensi bahaya untuk meningkatkan keselamatan kerja. Berdasarkan analisis, ditemukan enam potensi bahaya, termasuk risiko ekstrem dari kabel tidak terisolasi dan struktur scaffolding yang tidak stabil. Penilaian risiko menunjukkan bahwa 33% dari total potensi bahaya berada pada kategori risiko ekstrem dan 50% sebagai risiko tinggi, menggarisbawahi pentingnya pengelolaan risiko yang efektif. Selain itu, sikap dan perilaku pekerja berpengaruh signifikan terhadap keselamatan kerja. Penelitian ini merekomendasikan pemeriksaan rutin terhadap peralatan, peningkatan komunikasi, dan monitoring berkala terhadap penerapan prosedur K3 untuk memastikan keselamatan kerja yang berkelanjutan. Kesimpulannya, metode HAZOP efektif dalam meningkatkan kesadaran akan bahaya dan memperkuat manajemen risiko K3 di proyek ini.

ABSTRAK

Occupational Safety and Health (K3) plays a vital role in construction projects, particularly in small to medium-scale projects. This study analyzes K3 risks in the Permata Indah Hotel Project in Sukabumi with the aim of identifying workplace safety risks and providing recommendations for improvements. Through the research, 16 potential hazards were identified and categorized into seven types of hazard sources, including worker behavior and the use of tools such as saw blades, hoists, welding equipment, scaffolding, cutting grinders, and floor plates. The Hazard and Operability Study (HAZOP) method was applied to conduct this analysis. The proposed improvement recommendations include continuous safety training, inspection of equipment before use, routine inspections and operator certification, provision of personal protective equipment, standardization and inspection of scaffolding, installation of equipment guards, and regular surface inspections.



KATA KUNCI

Keselamatan dan Kesehatan kerja (K3)
Potensi Bahaya
Penilaian Risiko

Keywords

Occupational Safety and Health (OSH)
hazard potential
Risk assessment



Ini adalah artikel akses terbuka di bawah [lisensi CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

1. Pendahuluan

Kecelakaan kerja merupakan peristiwa yang tidak diinginkan yang dapat mengakibatkan cedera, sakit, atau bahkan kematian pada pekerja. Dalam konteks industri dan konstruksi, kecelakaan kerja sering kali terjadi akibat kurangnya perhatian terhadap aspek keselamatan dan kesehatan. Berbagai faktor seperti lingkungan kerja yang tidak aman, peralatan yang tidak memadai, dan kurangnya pelatihan untuk pekerja dapat berkontribusi pada terjadinya kecelakaan. Sampai saat ini banyak

perusahaan masih mengabaikan pentingnya penerapan sistem manajemen keselamatan yang baik, yang dapat menyebabkan tingginya tingkat kecelakaan di tempat kerja, terutama di sektor konstruksi, yang terkenal dengan risiko tinggi. [1]

Dampak dari kecelakaan kerja tidak hanya dirasakan oleh pekerja, tetapi juga berdampak signifikan bagi perusahaan dan masyarakat. Biaya yang terkait dengan kecelakaan kerja, termasuk biaya perawatan kesehatan, kehilangan produktivitas, dan denda dari otoritas terkait, dapat mengakibatkan kerugian finansial yang besar. Menurut data dari International Labour Organization (ILO), kecelakaan kerja global menyebabkan kerugian hingga \$4 triliun per tahun, menunjukkan urgensi bagi setiap organisasi untuk melakukan analisis risiko secara menyeluruh dan menerapkan langkah-langkah pencegahan yang efektif. [2]

Angka kasus kecelakaan kerja di industri dan proyek konstruksi di Indonesia masih menunjukkan angka yang memprihatinkan. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2022, terdapat lebih dari 12.000 kasus kecelakaan kerja yang dilaporkan, dengan sektor konstruksi menjadi salah satu yang paling tinggi dalam hal insiden. [3] Di sektor konstruksi, sebagian besar insiden terjadi akibat jatuh dari ketinggian, kecelakaan alat berat, dan cedera akibat peralatan. Penelitian oleh Rizal et al. (2023) mengungkapkan bahwa meskipun regulasi K3 telah ada, penerapan di lapangan sering kali tidak sesuai, sehingga meningkatkan risiko kecelakaan kerja. [4]

Sebagai contoh, di Provinsi Jawa Barat, yang merupakan pusat kegiatan pembangunan infrastruktur, kasus kecelakaan kerja di sektor konstruksi mencapai 25% dari total insiden yang tercatat. [5] Angka ini menunjukkan bahwa upaya pencegahan dan mitigasi risiko harus ditingkatkan, terutama di proyek-proyek besar yang melibatkan banyak pekerja dan peralatan berat. Menurut penelitian oleh Andriani (2022), implementasi metode analisis risiko yang sistematis dan komprehensif sangat penting untuk mengidentifikasi dan mengelola potensi bahaya di tempat kerja, terutama dalam konteks proyek konstruksi yang kompleks. [6]

Proyek pembangunan perumahan Bukit Pinus Banjaran merupakan salah satu proyek yang sedang berlangsung dan memiliki skala besar. Proyek ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan hunian yang layak dan berkualitas di kawasan Banjaran, yang terus mengalami pertumbuhan populasi. Dengan melibatkan banyak pekerja dan berbagai jenis alat berat, proyek ini memiliki potensi risiko kecelakaan kerja yang signifikan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang tepat untuk mengidentifikasi dan mengelola risiko tersebut guna melindungi keselamatan pekerja dan memastikan keberhasilan proyek.

Metode Hazard and Operability Study (HAZOP) merupakan salah satu alat yang efektif dalam menganalisis dan mengidentifikasi risiko keselamatan dan kesehatan kerja. Metode ini membantu tim proyek untuk secara sistematis mengidentifikasi potensi bahaya yang mungkin muncul selama pelaksanaan proyek dan mengevaluasi dampaknya terhadap keselamatan pekerja. Dengan menggunakan HAZOP, analisis dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai aspek operasional dan proses yang ada, sehingga setiap potensi risiko dapat diidentifikasi dan ditangani secara tepat. Penelitian oleh Sari et al. (2023) menunjukkan bahwa HAZOP dapat mengurangi tingkat kecelakaan kerja hingga 30% pada proyek konstruksi yang menerapkan metode ini. [7]

Selanjutnya, perancangan OHS Risk Assessment and Control merupakan langkah penting dalam manajemen risiko. Setelah potensi bahaya diidentifikasi, langkah-langkah kontrol harus dirumuskan dan diprioritaskan berdasarkan tingkat risiko yang ditimbulkan. Proses ini tidak hanya membantu dalam mengurangi kecelakaan, tetapi juga meningkatkan kesadaran keselamatan di antara pekerja. Dengan menerapkan metode HAZOP dan sistem penilaian risiko yang baik, proyek dapat melaksanakan kegiatan konstruksi dengan lebih aman dan efisien, serta memberikan kontribusi positif terhadap pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan. [8]

Sehubungan dengan permasalahan yang ada di proyek perumahan bukit pinus banjaran, maka penulis ingin mengurangi risiko bahaya yang ada pada proyek perumahan tersebut dengan menggunakan metode *Hazard and Operability Studi* (Hazop) dan *Ohs Risk Assessment And Control*.

2. Metode

Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki penerapan program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) melalui pendekatan HAZOP (*Hazard and Operability Study*), yang merupakan teknik analisis untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan masalah operasional dalam proses industri maupun proyek, dengan fokus pada peningkatan keselamatan kerja. Dalam konteks ini, penilaian dan pengendalian risiko keselamatan serta kesehatan kerja dilakukan dengan menerapkan proses perancangan *OHS Risk Assessment and Control*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini bersifat deskriptif, yang dirancang untuk menggambarkan kondisi yang ada serta mengevaluasi efektivitas program K3 saat ini dalam mengidentifikasi dan mengendalikan potensi bahaya.

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian ini terletak di Perumahan Subsidi Bukit Pinus Banjaran, Jl. Lingansari, Desa. Baros, Kec. Arjasari, Kab. Bandung, Jawa Barat, untuk lokasi lengkapnya bisa di lihat pada gambar.1 di bawah ini.

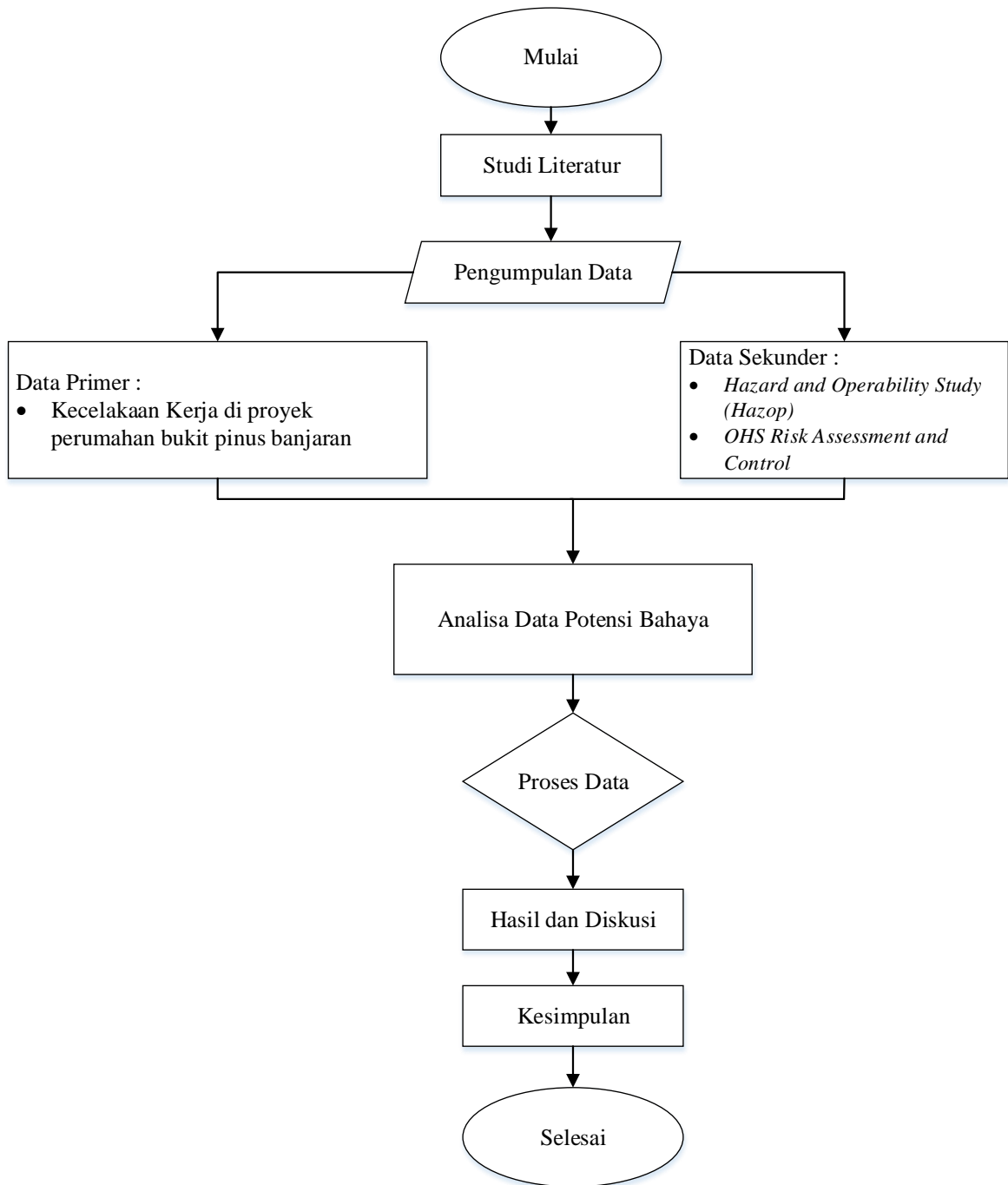


Gambar 1. Lokasi penelitian (sumber: google maps)

2.2. Alur Penelitian

Penelitian ini dilengkapi dengan diagram alur untuk memberikan pemahaman yang jelas mengenai proses penelitian secara keseluruhan. Diagram ini menggambarkan tahapan utama yang dilalui, mulai dari identifikasi masalah, pengumpulan data, hingga analisis dan kesimpulan. Penggunaan diagram ini memudahkan pembaca untuk mengikuti struktur penelitian serta memahami setiap langkah yang diambil oleh penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Selain itu, diagram alur berperan dalam meningkatkan transparansi dan aksesibilitas metodologi penelitian, memungkinkan pembaca untuk memvisualisasikan keterkaitan antara tiap tahapan. Dengan adanya visualisasi ini, proses penelitian yang kompleks menjadi lebih mudah dipahami, dan hasilnya dapat diinterpretasikan serta diaplikasikan secara efektif. [9][10][11]

Gambar. 2. Diagram alur penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Hazop (Hazard and Operability Study) adalah metode sistematis untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan masalah operasional dalam suatu proses industri atau proyek. Hasil dari analisa hazop adalah untuk membantu mengantisipasi risiko, memastikan kepatuhan, dan meningkatkan keselamatan operasional secara proaktif. [12] Tentunya ada langkah-langkah yang harus dilakukan dalam penggunaannya. Langkah-langkah tersebut adalah sebagai berikut: [13][14]

1. Mengetahui urutan proses yang ada pada area penelitian.
2. Mengidentifikasi hazard yang ditemukan pada area penelitian.
3. Melengkapi kriteria yang ada pada HAZOP worksheet dengan urutan sebagai berikut:
 - a. Mengklasifikasikan hazard yang diketemukan (sumber hazard dan frekuensi temuan hazard).
 - b. Mendeskripsikan deviation atau penyimpangan yang terjadi selama proses operasi.
 - c. Mendeskripsikan penyebab terjadinya penyimpangan (*cause*)
 - d. Mendeskripsikan apa yang dapat ditimbulkan dari penyimpangan tersebut (*consequences*).
 - e. Menentukan action atau tindakan sementara yang dapat dilakukan.
 - f. Menilai risiko (*risk assessment*) yang timbul dengan mendefinisikan kriteria likelihood dan consequences (*severity*). Kriteria likelihood yang digunakan adalah frekuensi dimana dalam perhitungannya secara kuantitatif berdasarkan data atau record perusahaan selama kurun waktu tertentu. Kriteria consequences (*severity*) yang digunakan adalah akibat apa yang akan diterima pekerja yang didefinisikan secara kualitatif dan mempertimbangkan hari kerja yang hilang.

Tabel 1. Kriteria *Likelihood*

<i>Level</i>	<i>Criteria</i>	<i>Description</i>	
			Kuantitatif
1	Jarang terjadi	Dapat dipikirkan tetapi tidak hanya saat keadaan yang ekstrim	Kurang dari 1 kali per 10 tahun
2	Kemungkinan kecil	Belum terjadi tetapi bisa muncul / terjadi pada suatu waktu	Terjadi 1 kali per 10 tahun
3	Mungkin	Seharusnya terjadi dan mungkin telah terjadi / muncul disini atau di tempat lain	1 kali per 5 tahun sampai 1 kali per tahun
4	Kemungkinan besar	Dapat terjadi dengan mudah, mungkin muncul dalam keadaan yang paling banyak terjadi	Lebih dari 1 kali per tahun hingga 1 kali per bulan
5	Hampir pasti	Sering terjadi, diharapkan muncul dalam keadaan yang paling banyak terjadi	Lebih dari 1 kali per bulan

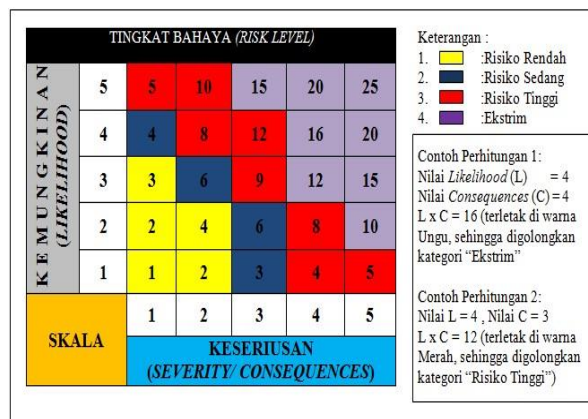
Sumber : UNSW Health and Safety (2008)

Tabel 2. Kriteria *Consequences/Severity*
Consequences/Severity

Level	Uraian	Keparahan Cidera	Hari Kerja
1	Tidak signifikan	Kejadian tidak menimbulkan kerugian atau cedera pada manusia	Tidak menyebabkan kehilangan hari kerja
2	Kecil	Menimbulkan cedera ringan , kerugian kecil dan tidak menimbulkan dampak serius terhadap kelangsungan bisnis	Masih dapat bekerja pada hari / shift yang sama
3	Sedang	Cedera berat dan dirawat dirumah sakit, tidak menimbulkan cacat tetap, kerugian finansial sedang	Kehilangan hari kerja dibawah 3 hari
4	Berat	Menimbulkan cedera parah dan cacat tetap dan kerugian finansial besar serta menimbulkan dampak serius terhadap kelangsungan usaha	Kehilangan hari kerja 3 hari atau lebih
5	Bencana	Mengakibatkan korban meninggal dan kerugian parah bahkan dapat menghentikan kegiatan usaha selamanya	Kehilangan hari kerja selamanya

Sumber : UNSW Health and Safety (2008)

Gambar 3. Risk Matriks



Kemudian, penulis mengidentifikasi potensi dan bahaya pada proyek tersebut sesuai dengan uraian langkah-langkah di atas berdasarkan temuan lapangan pada proyek pembangunan perumahan bukit pinus banjaran. Hasil dari identifikasi tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Potensi Bahaya dan Penilaian Risiko

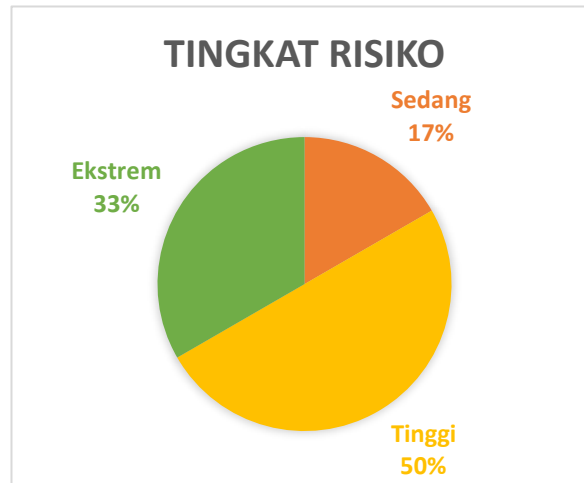
No.	Proses Kerja	Potensi Bahaya	Risiko	Sumber Hazard	Matriks Resiko			Warna
					L	C	S	

1	Pengecoran	a	Tidak menggunakan APD seperti sarung tangan kerja dan sepatu safety	Iritasi kulit dan luka di tangan	Sikap Pekerja	3	2	6	
2	Pemasangan Scaffolding	b	Struktur scaffolding tidak stabil	Cedera kepala, patah tulang, atau kematian	Scaffolding	2	5	10	
		c	Permukaan scaffolding licin atau terlalu sempit	Cedera ringan hingga serius	Scaffolding	2	4	8	
3	Pengelasan	d	Penggunaan pelindung yang tidak sesuai	Luka bakar pada tangan atau wajah	Sikap Pekerja	1	3	3	
4	Instalasi Listrik	e	Kabel tidak terisolasi, alat yang tidak sesuai	Cedera serius, kehilangan kesadaran, atau kematian	Listrik	2	5	10	
		f	Pemasangan yang kurang teliti, bahan mudah terbakar di sekitar	Kerugian material, cedera karena kebakaran	Sikap Pekerja	1	3	3	

Berdasarkan Tabel 3, terdapat 6 potensi bahaya dalam 4 jenis pekerjaan di proyek perumahan Bukit Pinus Banjaran. Dari penilaian risiko, dua potensi bahaya dikategorikan sebagai risiko ekstrem, yaitu kabel tidak terisolasi dan alat yang tidak sesuai, serta struktur scaffolding yang tidak stabil. Selain itu, terdapat 1 potensi bahaya dalam kategori risiko sedang dan 4 potensi bahaya dalam kategori risiko tinggi. Analisis ini menunjukkan pentingnya pengelolaan risiko yang tepat untuk mengurangi kecelakaan kerja dan menjaga keselamatan di lokasi proyek konstruksi tersebut.

Tabel 4. Matriks Penilaian Risiko Kecelakaan Kerja

<i>Likelihood</i>	<i>Saverity</i>				
	<i>Negligible (1)</i>	<i>Minor (2)</i>	<i>Moderator (3)</i>	<i>Major (4)</i>	<i>Extreme (5)</i>
<i>Almos Certain (5)</i>					
<i>Likely (4)</i>					
<i>Posible (3)</i>		a			
<i>Unlikely (2)</i>				c	b, e
<i>Catastrophic (1)</i>			d, f		

Gambar 3. Persentase Tingkat Risiko

Risiko ekstrem (33%) memerlukan perhatian lebih agar aktivitas kerja dapat berlangsung dengan lebih aman dan tidak menimbulkan korban jiwa. Risiko tinggi (50%) dapat berdampak pada cedera fatal yang mengakibatkan pekerja tidak bisa masuk kerja. Oleh karena itu, penting untuk mengidentifikasi dan menganalisis potensi bahaya yang ada di lingkungan kerja. Pengelolaan risiko yang efektif dapat membantu menciptakan kondisi kerja yang lebih aman dan melindungi kesehatan serta keselamatan pekerja.

Tabel 5. Matriks Penilaian Risiko Kecelakaan Kerja

No.	Klasifikasi Bahaya	Jumlah Potensi Bahaya
1	Sikap Pekerja	3
2	Scaffolding	2
3	Listrik	1

Dari Tabel 5 di atas, terlihat bahwa klasifikasi sikap pekerja merupakan pengelompokan dengan potensi bahaya tertinggi, yang menunjukkan adanya pengaruh signifikan dari sikap pekerja terhadap identifikasi dan pengelolaan risiko di lingkungan kerja. Sikap dan perilaku pekerja memainkan peran penting dalam keselamatan, di mana pemahaman yang mendalam terhadap aspek-aspek ini dapat mendukung pengembangan strategi keselamatan yang lebih efektif. [15][16] Dengan demikian, penerapan strategi berbasis perilaku dalam manajemen risiko dapat mengurangi kemungkinan kecelakaan kerja secara substansial. [17] Berdasarkan analisis risiko di proyek perumahan Bukit Pinus Banjarn, berikut adalah beberapa rekomendasi perbaikan yang dirancang untuk meningkatkan keselamatan kerja.

1. **Pemeriksaan Alat dan Perlengkapan**
Lakukan pemeriksaan rutin terhadap semua alat dan perlengkapan, memastikan semua peralatan sesuai standar dan dalam kondisi baik. Khususnya, pastikan kabel terisolasi dengan baik untuk mencegah kecelakaan listrik.
2. **Stabilisasi Scaffolding**
Implementasikan prosedur untuk memastikan semua struktur scaffolding terpasang dengan benar dan stabil. Gunakan sistem pengaman tambahan jika diperlukan.
3. **Peningkatan Komunikasi**
Kembangkan saluran komunikasi yang efektif untuk melaporkan potensi bahaya dan insiden, sehingga semua pekerja merasa terlibat dan bertanggung jawab terhadap keselamatan di lokasi kerja.

4. Monitoring dan Evaluasi

Lakukan monitoring dan evaluasi secara berkala terhadap penerapan prosedur keselamatan dan hasil yang dicapai, serta sesuaikan strategi berdasarkan temuan yang ada untuk terus meningkatkan keselamatan kerja.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan diatas, maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Di proyek perumahan Bukit Pinus Banjaran, teridentifikasi enam potensi bahaya yang dapat mengancam keselamatan pekerja. Dua dari potensi bahaya ini dikategorikan sebagai risiko ekstrem, yaitu kabel tidak terisolasi dan alat yang tidak sesuai, serta struktur scaffolding yang tidak stabil. Hal ini menunjukkan perlunya perhatian serius dalam mengidentifikasi dan menangani risiko di lokasi kerja. Rekomendasi perbaikan:
2. Penilaian risiko yang menunjukkan 33% sebagai risiko ekstrem dan 50% sebagai risiko tinggi menggarisbawahi pentingnya pengelolaan risiko yang efektif. Langkah-langkah pencegahan harus diambil untuk mengurangi kemungkinan terjadinya cedera fatal yang dapat mengakibatkan pekerja tidak dapat masuk kerja. Dengan pengelolaan risiko yang baik, keselamatan dan kesehatan pekerja dapat dilindungi.
3. Klasifikasi sikap pekerja yang menunjukkan potensi bahaya tertinggi mencerminkan bahwa perilaku dan sikap pekerja berpengaruh besar terhadap keselamatan kerja. Memahami sikap dan perilaku ini sangat penting untuk mengembangkan strategi keselamatan yang lebih baik dan mencegah kecelakaan.
4. Dalam upaya peningkatan keselamatan kerja, perlu dilakukan pemeriksaan rutin terhadap alat dan perlengkapan untuk memastikan semuanya berfungsi dengan baik, termasuk memastikan kabel terisolasi guna mencegah kecelakaan listrik. Selain itu, penting untuk menyusun prosedur yang memastikan stabilitas struktur scaffolding, termasuk penggunaan sistem pengaman tambahan jika diperlukan. Membangun saluran komunikasi yang efektif juga sangat krusial untuk melaporkan potensi bahaya, sehingga pekerja merasa lebih terlibat dan bertanggung jawab terhadap keselamatan. Terakhir, melaksanakan monitoring dan evaluasi secara berkala terhadap penerapan prosedur keselamatan akan membantu menyesuaikan strategi dan meningkatkan keselamatan kerja secara terus-menerus.

Referensi

- [1] Sumaedi, S., et al. (2023). Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Sektor Konstruksi. *Jurnal Keselamatan dan Kesehatan Kerja*, 5(2), 45-56.
- [2] International Labour Organization (ILO). (2022). *World Report on Occupational Safety and Health*. Geneva: ILO.
- [3] Badan Pusat Statistik (BPS). (2022). *Laporan Statistik Kecelakaan Kerja*. Jakarta: BPS.
- [4] Rizal, M., et al. (2023). Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja di Sektor Konstruksi. *Jurnal Konstruksi dan Manajemen*, 12(1), 32-40.
- [5] Data Sektor Konstruksi Jawa Barat. (2023). *Analisis Insiden Kecelakaan Kerja*. Dinas Tenaga Kerja Provinsi Jawa Barat.
- [6] Andriani, Y. (2022). Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 11(3), 65-72.
- [7] Sari, R., et al. (2023). Efektivitas Metode HAZOP dalam Meningkatkan Keselamatan Kerja di Proyek Konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil*, 10(4), 123-134.
- [8] Mulyana, A., & Sutrisno, B. (2024). Implementasi Penilaian Risiko OHS di Proyek Konstruksi. *Jurnal Manajemen Proyek*, 15(1), 88-99.
- [9] Neuman, W. L. (2022). *Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches*. Boston: Pearson.
- [10] Sekaran, U., & Bougie, R. (2021). *Research Methods for Business: A Skill-Building Approach*. New York: Wiley.
- [11] Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- [12] Institute of Industrial and Systems Engineers, 2023
- [13] Bayu, A, et al. (2020). Analisis Potensi Bahaya Serta Rekomendasi Perbaikan dengan Metode *Hazard and Operability Study (Hazop)* melalui perbandingan *OHS Assessment and Control* studi kasus area PM-1 PT Ekamas Fortuna. Fakultas Teknik Industri, Universitas Brawijaya.
- [14] Nurmaya, et. Al., Penerapan Program K3 pada Pembangunan Gedung Tinggi di kota Pontianak. *Jurnal Teknik Sipil*.
- [15] Huang, Y., Fang, D., & Lingard, H. (2023). *Behavioral Safety in Construction: A Case Study Approach*. London: Routledge.
- [16] Smith, J. L., & Roberts, M. R. (2022). "Worker Attitudes and Safety Compliance in Hazardous Environments." *Journal of Occupational Health*, 64(3), 285-299.
- [17] Lopez, R., & Zhao, Q. (2021). "Impact of Worker Behavior on Safety Outcomes in Construction Projects." *Safety Science*, 141, 105-114.