

ANALISIS *COST REDUCTION* TERKAIT MITIGASI RISIKO KESELAMATAN KERJA PADA PROSES PENGANGKUTAN BARANG DI GUDANG PT.XYZ DENGAN METODE HIRARC

Asraf Amin Abdillah¹, Yunanik^{1*}

¹Logistik Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Jl. Gajah Mada No. 38 Mentul Karangboyo Cepu Blora Jawa Tengah, 58315

*E-mail: yunanikyuna63@gmail.com

ABSTRAK

Aktivitas pengangkutan barang di gudang merupakan salah satu kegiatan utama dalam proses logistik yang memiliki potensi risiko kecelakaan kerja yang cukup tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko, dan merumuskan strategi pengendalian terhadap risiko keselamatan kerja yang timbul selama aktivitas pengangkutan barang di gudang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC), yang terdiri dari tiga tahapan yaitu identifikasi bahaya, penilaian risiko berdasarkan nilai *Likelihood* dan *Severity*, serta penentuan strategi pengendalian risiko. Penelitian dilakukan dengan pendekatan deskriptif melalui studi literatur jurnal-jurnal terdahulu. Lima aktivitas utama diidentifikasi, masing-masing dengan tiga potensi bahaya, menghasilkan total 15 risiko. Hasil penilaian menunjukkan bahwa tidak ada risiko dalam kategori rendah maupun ekstrem, dengan distribusi risiko sebesar 46,7% berada pada kategori sedang dan 53,3% pada kategori tinggi. Risiko tertinggi ditemukan pada aktivitas yang melibatkan pengangkutan manual dan penggunaan alat bantu angkut seperti *forklift* dan *hand pallet*. Berdasarkan hasil tersebut, direkomendasikan tindakan pengendalian sesuai dengan hierarki pengendalian risiko, seperti perbaikan jalur kerja, pelatihan keselamatan kerja, dan penggunaan alat bantu ergonomis. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam meningkatkan keselamatan kerja dan efisiensi operasional di gudang.

Kata kunci: *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control*, Identifikasi risiko, Gudang, Keselamatan kerja, Pengangkutan barang

1. PENDAHULUAN

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan aspek krusial dalam setiap kegiatan operasional perusahaan, terutama dalam sektor pergudangan yang identik dengan aktivitas fisik dan penggunaan alat bantu kerja [1]. Salah satu aktivitas yang memiliki tingkat risiko tinggi di area gudang adalah proses pengangkutan barang, baik secara manual oleh tenaga kerja maupun dengan alat seperti troli, hand pallet, dan forklift. Aktivitas ini, meskipun tampak sederhana, menyimpan berbagai potensi bahaya yang dapat menyebabkan cedera, kecelakaan kerja, hingga gangguan operasional yang berdampak pada kerugian finansial [2].

Gudang merupakan salah satu elemen vital dalam sistem logistik dan rantai pasok suatu perusahaan. Fungsinya tidak hanya sebagai tempat penyimpanan barang, tetapi juga sebagai pusat aktivitas keluar-masuk barang yang membutuhkan proses kerja yang cepat, efisien, dan aman [9]. Salah satu aktivitas penting dalam operasional gudang adalah proses pengangkutan barang, baik secara manual oleh tenaga kerja maupun menggunakan alat bantu seperti troli, hand pallet, hingga forklift. Aktivitas ini terlihat sederhana, namun sebenarnya menyimpan banyak potensi bahaya yang dapat menimbulkan cedera, kecelakaan kerja, hingga kerugian operasional apabila tidak dikelola dengan baik [1].

Menurut data Organisasi Perburuhan Internasional (ILO), hampir 3 juta pekerja meninggal setiap tahun akibat kecelakaan kerja dan penyakit terkait pekerjaan. Sekitar 330.000 kematian disebabkan oleh kecelakaan kerja langsung, dengan sebagian besar terjadi di sektor-sektor yang melibatkan aktivitas fisik tinggi seperti industri dan perdagangan [3]. Di Indonesia, data dari Kementerian Ketenagakerjaan juga menunjukkan bahwa tingkat kecelakaan kerja di sektor logistik masih tinggi. Selain berisiko terhadap keselamatan pekerja, kecelakaan kerja juga menyebabkan biaya tidak langsung yang signifikan, seperti kerusakan barang, penurunan produktivitas, waktu kerja yang hilang, hingga biaya pengobatan dan asuransi [4].

Untuk itu, diperlukan pendekatan sistematis dalam mengidentifikasi, menilai, dan mengendalikan risiko kerja. Salah satu metode yang efektif dan telah banyak digunakan dalam manajemen risiko K3 adalah *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC). Metode ini menawarkan pendekatan yang sederhana namun komprehensif untuk menilai bahaya di lingkungan kerja serta merancang langkah-langkah pengendalian yang tepat. Penggunaan metode HIRARC tidak hanya bertujuan untuk mencegah kecelakaan kerja, tetapi juga dapat mendukung efisiensi operasional melalui pengurangan biaya (*cost reduction*) akibat insiden kerja yang bisa dicegah.

Di lapangan, sering ditemukan praktik kerja yang tidak aman dalam aktivitas pengangkutan barang, seperti postur kerja yang salah saat mengangkat beban, tidak menggunakan alat pelindung diri (APD), tidak adanya prosedur kerja standar, hingga penggunaan alat bantu yang tidak sesuai atau dalam kondisi rusak [5]. Hal ini menunjukkan bahwa keselamatan dan kesehatan kerja (K3) sering kali belum menjadi prioritas utama dalam operasional gudang, terutama di perusahaan berskala kecil dan menengah. Padahal, insiden kerja akibat pengangkutan barang seperti terjatuh, tertimpa barang, terjepit, atau kelelahan otot bisa berdampak serius terhadap produktivitas dan kesejahteraan pekerja.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, serta memberikan rekomendasi pengendalian risiko dalam aktivitas pengangkutan barang di gudang menggunakan metode HIRARC. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat menjadi referensi praktis bagi manajemen gudang dalam menyusun strategi keselamatan kerja yang lebih efektif, meningkatkan kesadaran akan pentingnya K3, dan mendorong terciptanya lingkungan kerja yang aman, sehat, dan produktif bagi seluruh pekerja.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode HIRARC dapat digunakan untuk menilai risiko pada tiap aktivitas kerja dan membantu menentukan langkah pengendalian yang sesuai dalam rangka mengurangi potensi kecelakaan kerja di area gudang [6]. Penelitian ini lebih memfokuskan pada aktivitas pengangkutan barang. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana mengidentifikasi dan menilai risiko keselamatan kerja pada proses pengangkutan barang di gudang PT XYZ, serta bagaimana peran penerapan metode HIRARC dalam meminimalkan risiko dan mendukung strategi pengurangan biaya operasional.

2. METODE

Lokasi dari penelitian kali ini berada pada kampus PEM Akamigas dimana peneliti melakukan penelitian menggunakan data asumsi yang didasarkan dari jurnal-jurnal penelitian terdahulu. Metode yang digunakan adalah metode HIRARC, yaitu pendekatan manajemen risiko yang sistematis dan terstruktur, digunakan untuk mengenali bahaya, menilai tingkat risikonya, dan menetapkan langkah pengendalian yang sesuai [6]. HIRARC merupakan metode yang umum digunakan dalam industri karena bersifat praktis dan dapat diaplikasikan dalam berbagai skenario kerja, termasuk di lingkungan gudang [7].

a) *Hazard Identification* (Identifikasi Bahaya)

Langkah pertama dalam HIRARC adalah mengidentifikasi semua potensi bahaya di tempat kerja. Proses ini dapat dilakukan melalui inspeksi lapangan, analisis proses kerja, diskusi kelompok, dan wawancara dengan pekerja. Identifikasi yang akurat menjadi landasan utama dalam proses mitigasi risiko. Jika tahapan ini dilakukan secara tergesa-gesa, maka risiko besar bisa luput dari perhatian [8].

b) *Risk Assessment* (Penilaian Risiko)

Tahap ini dilakukan dengan menganalisis dua variabel utama yaitu kemungkinan terjadinya bahaya (*likelihood*) pada Tabel 1 dan tingkat keparahan dampaknya (*severity*) pada Tabel 2. Nilai risiko didapat dari perkalian dua variabel tersebut, dan hasilnya digunakan untuk menentukan prioritas penanganan. Biasanya digunakan matriks risiko (*risk matrix*) untuk mengelompokkan risiko ke dalam kategori rendah, sedang, tinggi, ekstrem [9].

Tabel 1 Skala Ukur *Likelihood* [9]

Skala	Definisi	Uraian
1	<i>Almost Never</i>	Sangat jarang terjadi
2	<i>Unlikely</i>	Mungkin dapat terjadi
3	<i>Possible</i>	Kadang-kadang dapat terjadi
4	<i>Likely</i>	Sering terjadi
5	<i>Almost Certain</i>	Selalu terjadi

Tabel 2 Skala Ukur *Severity* [9]

Skala	Definisi	Uraian
1	<i>Insignificant</i>	Tidak ada luka, sangat sedikit kehilangan biaya pengobatan < 100 ribu
2	<i>Minor</i>	Cidera ringan memerlukan P3K, kerugian materi sedang biaya pengobatan >1 juta
3	<i>Moderate</i>	Mebutuhkan perhatian medis, penghentian pekerjaan, kerugian finansial yang signifikan, biaya pengobatan < 10 juta
4	<i>Major</i>	Kehilangan hari kerja, cacat permanen/sebagian, kerusakan lingkungan
		sedang, kerugian materi yang signifikan, biaya pengobatan < 50 juta
5	<i>Catastrophic</i>	Kematian, cacat tetap/berat, kerusakan lingkungan yang parah, kerugian materi yang signifikan, biaya pengobatan >50 juta

c) *Risk Control* (Pengendalian Risiko)

Dari Tabel Kemungkinan (*Likelihood*) dan Keparahan (*Severity*) dapat dihasilkan Matriks Probabilitas dan Dampak yang dibagi menjadi 4 kategori menurut tingkat prioritas penanganan, dan Tabel 3.

Tabel 3. Skala *Risk Matriks* [9]

<i>Likelihood</i>	<i>Consequence Severity</i>				
	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

Ket:

Extreme = Merah
High = Orange
Medium = Kuning
Low = Hijau

$$\text{Perhitungan Risk Matriks} = \text{Likelihood} \times \text{Severity} \quad (1)$$

Keterangan :

- 20-25 : Risiko tinggi dan tindakan mendesak diperlukan oleh manajemen
- 10-16 : Risiko besar, membutuhkan perhatian dari manajemen
- 5-9 : Risiko sedang yang dapat diatasi dengan kontrol manajemen khusus
- 1-4 : Risiko kecil, dapat dikelola dengan prosedur rutin

Pengendalian risiko dilakukan dengan pendekatan hierarki seperti pada Gambar 1, dimulai dari yang paling efektif, yaitu:

1. Eliminasi yaitu menghapus total sumber bahaya (misalnya, menghilangkan area kerja sempit).
2. Substitusi yaitu mengganti bahan atau metode dengan yang lebih aman.
3. *Engineering Control* yaitu modifikasi teknis, seperti penambahan pagar pengaman, sistem sensor otomatis, atau alat bantu ergonomi.
4. *Administrative Control* yaitu SOP, rotasi kerja, pelatihan, jadwal kerja aman.
5. APD (Alat Pelindung Diri) yaitu langkah terakhir jika risiko tidak bisa dihilangkan, seperti helm, sepatu *safety*, rompi reflektif, dll.

Metode HIRARC membantu organisasi untuk mengambil keputusan pengendalian yang rasional dan berbasis data lapangan [10].



Gambar 1. Hirarki Pengendalian Risiko

3. PEMBAHASAN

A. Data Aktivitas Pengangkutan Barang di Gudang PT. XYZ

Dalam Berdasarkan observasi dan studi literatur terkait gudang, ditemukan beberapa aktivitas utama dalam proses pengangkutan barang, yaitu:

1. Mengangkat barang dari rak/penyimpanan.
2. Membawa barang secara manual.
3. Meletakkan barang di alat angkut (*trolley, hand pallet, forklift*).
4. Mendorong/menarik alat angkut.
5. Menurunkan barang ke titik tujuan.

Setiap aktivitas memiliki potensi bahaya yang berbeda tergantung kondisi barang, postur kerja, dan penggunaan alat bantu.

B. Analisis Menggunakan Metode HIRARC

Metode berdasarkan data yang diperoleh dan dilakukan analisis menggunakan metode HIRARC yang terdiri dari tiga tahapan yaitu identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko. Analisis HIRARC dirangkum pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis HIRARC

No.	Aktivitas Pekerjaan	Identifikasi Bahaya	Resiko	Nilai		Risk Rating	Risk Level	Pengendalian Resiko	Hirarki Pengendalian
				L	S				
1	Mengangkat Barang dari Rak/Penyimpanan	Cedera punggung	Nyeri otot, absen kerja	3	4	12	High	Melatih pekerja teknik angkat yang benar, gunakan alat bantu angkat	Administrative Control
		Barang jatuh	Luka kepala/kaki	2	5	10	High	Gunakan rak yang stabil dan sesuai standar, pastikan barang ditata rapi	Engineering Control

		Tersandung area kerja	Luka ringan	3	2	6	Medium	Menjaga kebersihan dan kerapian jalur lalu lintas	Administrative Control
2	Membawa Barang Secara Manual	Terpeleset di lantai licin	Cedera pergelangan/keseleo	3	3	9	Medium	Lantai anti-slip, beri tanda peringatan bila lantai basah	Engineering + Administrative
		Cedera bahu akibat beban berat	Nyeri atau cedera otot	3	4	12	High	Gunakan trolley atau hand pallet untuk barang berat	Engineering Control
		Tabrakan dengan pekerja lain di jalur sempit	Memar, cedera ringan	2	3	6	Medium	Pengaturan jalur satu arah dan pelatihan kesadaran ruang kerja	Administrative Control
3	Meletakkan Barang di Alat Angkut (trolley, hand pallet, forklift)	Jari terjepit saat meletakkan barang	Luka ringan, berdarah	2	3	6	Medium	Gunakan sarung tangan pelindung	APD
		Posisi tidak ergonomis	Nyeri punggung, cedera otot	3	4	12	High	Penyesuaian tinggi meja/alat angkut, pelatihan ergonomi kerja	Engineering + Administrative
		Barang jatuh dari alat angkut	Barang rusak, cedera kaki	2	4	8	Medium	Pastikan barang terikat/stabil sebelum alat bergerak	Administrative Control
4	Mendorong/ menarik alat angkut	Kelelahan otot	Penurunan produktivitas, cedera otot ringan	3	3	9	Medium	Gunakan alat dengan roda berkualitas baik, beban sesuai kapasitas	Engineering Control
		Alat menabrak kaki pekerja	Cedera sedang pada kaki	2	4	8	Medium	Pelatihan manuver alat dan penggunaan sepatu safety	Administrative + APD
		Tergelincir saat mendorong	Jatuh, luka ringan hingga sedang	3	4	12	High	Lantai anti-slip	Engineering Control
5	Menurunkan barang ke titik tujuan	Cedera punggung saat membungkuk	Cedera otot/punggung	3	4	12	High	Pelatihan teknik penurunan ergonomis	Administrative Control

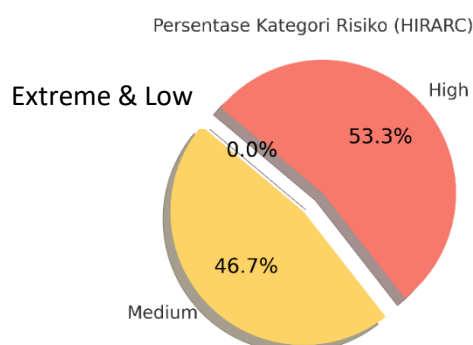
		Barang jatuh saat diturunkan	Cedera kaki, kerusakan barang	2	4	8	Medium	Pastikan barang ditempatkan stabil, gunakan panduan visual	Administrative Control
		Penerangan kurang saat menurunkan	Salah letak, risiko barang jatuh	2	3	6	Medium	Tambahkan pencahayaan area kerja	Engineering Control

Dari Tabel 4, total risiko yang telah diidentifikasi adalah 15 risiko dari 5 aktivitas. Berdasarkan skala HIRARC, digunakan klasifikasi bahwa 20-25 (*Extreme*), 10-16 (*High*), 5-9 (*Medium*), dan 1-4 (*Low*), maka didapatkan bahwa terdapat 0 risiko *Low*, 7 risiko *Medium*, 8 risiko *High*, dan 0 risiko *Extreme*. Lalu jika dipersentasekan, hasilnya adalah risiko dengan level *Low* 0%, level *Medium* 46,7%, level *High* 53,3%, dan level *Extreme* 0%.

C. Hasil Analisis

Metode proporsional Dalam penelitian ini, telah dilakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko terhadap lima aktivitas utama dalam proses pengangkutan barang di gudang, yaitu mengangkat barang dari rak/penyimpanan, membawa barang secara manual, meletakkan barang di alat angkut (*trolley, hand pallet, forklift*), mendorong/menarik alat angkut, menurunkan barang ke titik tujuan. Dari kelima aktivitas tersebut, masing-masing telah diidentifikasi tiga potensi bahaya utama yang dapat menimbulkan risiko keselamatan dan kesehatan kerja bagi pekerja.

Hasil penilaian risiko berdasarkan metode HIRARC menunjukkan bahwa tidak ditemukan risiko dalam kategori rendah (*low*) maupun ekstrem (*extreme*) seperti tampak pada Gambar 2. Sebanyak 46,7% dari total risiko termasuk dalam kategori sedang (*medium*), sedangkan sisanya 53,3% termasuk dalam kategori tinggi (*high*). Ini mengindikasikan bahwa sebagian besar potensi bahaya di gudang memiliki tingkat risiko yang memerlukan perhatian dan pengendalian serius.



Gambar 2 Persentase Risiko

Risiko tinggi umumnya ditemukan pada aktivitas yang melibatkan alat berat seperti *forklift* dan *hand pallet*, serta pada kegiatan pengangkatan manual yang rawan menyebabkan cedera otot atau kecelakaan kerja akibat teknik pengangkatan yang tidak ergonomis. Sementara itu, risiko sedang sebagian besar berkaitan dengan bahaya tersandung, tertimpa barang, atau kondisi lantai yang licin.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, perusahaan perlu menetapkan langkah pengendalian yang tepat sesuai dengan hirarki pengendalian risiko, yang mencakup eliminasi, substitusi, rekayasa (*engineering control*), administratif (*administrative control*), dan alat pelindung diri (APD). Sebagai contoh, pada bahaya tertabrak forklift, pengendalian yang dapat dilakukan adalah dengan memperbaiki sistem jalur lalu lintas gudang dan memberikan pelatihan rutin kepada operator forklift, serta pemasangan rambu-rambu keselamatan.

D. Analisis *Cost Reduction* setelah Penerapan HIRARC

Penerapan metode HIRARC dalam penelitian ini tidak hanya memberikan manfaat dalam mengurangi risiko kecelakaan kerja, tetapi juga berdampak langsung terhadap efisiensi biaya operasional, khususnya pada aktivitas pengangkutan barang di gudang. Berdasarkan hasil identifikasi bahaya dan penilaian risiko, ditemukan bahwa sebelum penerapan pengendalian risiko, perusahaan mengalami beberapa kerugian finansial setiap bulan. Biaya tersebut berasal dari insiden kecelakaan kerja ringan dan sedang, kerusakan barang akibat handling yang tidak sesuai prosedur, serta kehilangan waktu kerja akibat kecelakaan.

Setelah penerapan pengendalian risiko berdasarkan rekomendasi HIRARC, seperti pelatihan *lifting* ergonomis, penyediaan jalur *forklift* khusus, penggunaan alat pelindung diri, dan peningkatan tata letak gudang, terjadi penurunan signifikan dalam jumlah insiden dan kerugian material. Setelah penerapan HIRARC, total biaya kerugian akibat kecelakaan dan inefisiensi turun sebesar Rp2.700.000 per bulan atau sekitar 77% dari kondisi sebelumnya. Ini menunjukkan bahwa HIRARC berperan signifikan dalam meningkatkan keselamatan dan efisiensi kerja. Secara kuantitatif, biaya *material handling* yang sebelumnya mencapai Rp 3.500.000 per bulan berhasil ditekan menjadi hanya Rp800.000 per bulan setelah penerapan HIRARC. Hal ini menunjukkan adanya penghematan sebesar Rp2.700.000 per bulan, atau sekitar 77% dari total biaya awal seperti dipaparkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Sebelum dan Setelah Penerapan HIRARC

Komponen Biaya	Sebelum HIRARC	Setelah HIRARC	Penghematan
Kecelakaan Ringan	4 kasus $\times$ Rp200.000 = Rp800.000	1 kasus $\times$ Rp200.000 = Rp200.000	Rp600.000 (↓75%)
Kecelakaan Sedang	1 kasus $\times$ Rp1.000.000 = Rp1.000.000	0 kasus = Rp0	Rp1.000.000 (↓100%)
Kerusakan Barang	3 unit $\times$ Rp500.000 = Rp1.500.000	1 unit $\times$ Rp500.000 = Rp500.000	Rp1.000.000 (↓67%)

Waktu Kerja Hilang	8 jam × Rp25.000 = Rp200.000	4 jam × Rp25.000 = Rp100.000	Rp100.000 (↓50%)
Total	Rp3.500.000	Rp800.000	Rp2.700.000 (↓77%)

Efisiensi yang dipaparkan pada Tabel 6 menunjukkan bahwa penerapan HIRARC tidak hanya berdampak positif terhadap Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), tetapi juga menjadi strategi manajemen biaya yang efektif bagi perusahaan. Pengurangan signifikan dalam kerugian operasional membuktikan bahwa investasi awal dalam pengendalian risiko dapat memberikan pengembalian (*return*) dalam bentuk penghematan biaya. Selain itu, terdapat peningkatan produktivitas dan efektivitas kerja, karena berkurangnya insiden dan gangguan operasional.

Tabel 6. Persentase Penurunan Kecelakaan

Komponen Biaya	Persentase Penurunan
Kasus kecelakaan ringan	75%
Kasus kecelakaan sedang	100% (eliminasi total)
Kerusakan barang akibat handling buruk	67%
Kehilangan waktu kerja akibat insiden	50%

4. SIMPULAN

Lima aktivitas utama dalam proses pengangkutan barang di gudang yang dianalisis meliputi Mengangkat Barang dari Rak/Penyimpanan, Membawa Barang Secara Manual, Meletakkan Barang di Alat Angkut (*trolley, hand pallet, forklift*), Mendorong/menarik alat angkut, Menurunkan barang ke titik tujuan. Setiap aktivitas tersebut telah diidentifikasi memiliki tiga potensi bahaya utama, yang kemudian dianalisis menggunakan metode HIRARC untuk menentukan tingkat risikonya. Dari hasil analisis risiko terhadap total 15 potensi bahaya, diperoleh persentase kategori risiko yaitu risiko rendah (*low*) 0%, risiko sedang (*medium*) 46,7% (7 bahaya), risiko tinggi (*high*) 53,3% (8 bahaya), risiko ekstrem (*extreme*) 0%. Pengendalian risiko dilakukan dengan mengacu pada hirarki pengendalian, seperti perbaikan jalur kerja (*engineering*), pelatihan K3 (*administrative*), dan penggunaan APD, sesuai dengan tingkat risiko yang telah dianalisis menggunakan metode HIRARC. Setelah penerapan hasil analisis HIRARC, terjadi penghematan biaya sebesar Rp2.700.000 per bulan atau sekitar 77% dari total kerugian yang sebelumnya dikeluarkan untuk menangani risiko kerja dan *material handling* yang tidak aman.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ashari, A. C., & Maulana, A. "Identifikasi Potensi Bahaya dan Risiko Kecelakaan Kerja pada Gudang Kabel dengan Menggunakan Metode HIRARC Berdasarkan ISO 45001". *Jurnal Edukasi dan Penelitian*, 2(1), 1–12. 2022.
- [2] Munawir, H., & Hapsari, N. D. "Control of occupational safety and health risk using the HIRARC method (Case study: PT Sari Warna Asli V Kudus)". *Procedia of Engineering and Life Science (PELS)*, 2, 229–238. 2022.

- [3] Amri Lubis, M. J., Sihombing, G., & Hasta Yanto, A. B. “Analisis Resiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode HIRARC Pada PT. Telkom Indonesia Jakarta Utara”, *IMTechno: Journal of Industrial Management and Technology*, 5(1), 15–23. 2024.
- [4] A. W. Muhammad, and B. Purwanggono, "ANALISIS POTENSI BAHAYA DENGAN MENGGUNAKAN METODE HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESMENT AND RISK CONTROL (HIRARC) PADA BAGIAN WAREHOUSE PT XYZ," *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 14, no. 1, Dec. 2024. [Online]. Retrieved from: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/48965>
- [5] Puspitasari, D., & Prasetyo, H. “Analysis of the Application of the HIRARC Method (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control) in the Construction Project”. *Nuscientech*, 1(1), 1063. 2022.
- [6] Rizkat, T. “Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode HIRADC pada Gudang P.IV Divisi Gudang dan Pengantongan PT XYZ”. *Journal Serambi Engineering*, 10(1), 30–39. 2025.
- [7] Palengka, G. J. “*Analysis of Potential Risks and Work Accidents Using Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) Method: A Warehouse Support Case Study*”. *Jurnal Logistik Indonesia*, 6(1), 22–30. 2022.
- [8] Tim Peneliti UNDIP. “*Analisis Potensi Bahaya dengan Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) di Gudang*”. *Industrial Engineering Online Journal*, Universitas Diponegoro. 2025. Diakses dari <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/48965>.
- [9] AS/NZS 4360. “*Handbook Risk Management Guidelines Companion to AS/NZS 4360:2004*”. Standards Australia International Ltd. 2005.
- [10] Fadili, H., Perdana, M. F., Suryadi, & Suryapranatha, D. “Identifikasi potensi bahaya keselamatan dan kesehatan kerja dengan menggunakan metode HIRARC: (Studi kasus: PT. GGS)”. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 4(3), 802–814. 2025.