ISSN 2338-7122

Analisis Risiko Operasional Penyimpanan Pupuk Menggunakan Metode HIRARC di PTPN IV Regional II

Nur Sa'ada Harahap [1], Sri Meutia[2]

Program Studi Teknik Logistik Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh
Email:[1] nur.230200023@mhs.unimal.ac.id srimeutia@unimal.ac.id[2]

Abstrak

Penyimpanan pupuk merupakan aktivitas penting yang memengaruhi kualitas pupuk dan keselamatan kerja di gudang. Berdasarkan hasil observasi di gudang pupuk PTPN IV Regional II Kebun Sawit Hulu, masih ditemukan penyimpanan pupuk tanpa menggunakan pallet sehingga berpotensi menimbulkan berbagai risiko operasional. Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi penyimpanan pupuk, mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, dan menentukan upaya pengendalian menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan data sekunder berupa data stok pupuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari total stok pupuk sebesar 3.396.119 kg, hanya 504.900 kg (14,87%) yang disimpan menggunakan pallet, sedangkan 2.891.219 kg (85,13%) masih disimpan tanpa menggunakan pallet. Identifikasi bahaya menghasilkan lima potensi bahaya utama, yaitu penyimpanan pupuk tanpa pallet, tumpukan karung yang tidak stabil, pengangkutan manual dengan postur kerja tidak ergonomis, lantai gudang yang licin, dan paparan debu pupuk. Hasil penilaian risiko menunjukkan tiga aktivitas berada pada kategori *High* dan dua aktivitas pada kategori *Moderate*. Upaya pengendalian yang diusulkan meliputi penggunaan pallet, perbaikan sistem penyimpanan, penyediaan alat bantu angkut, penggunaan alat pelindung diri, serta peningkatan kebersihan area kerja. Penerapan pengendalian tersebut diharapkan dapat meningkatkan keselamatan kerja dan efektivitas penyimpanan pupuk.

Kata kunci*: HIRARC, penyimpanan pupuk, risiko operasional, keselamatan kerja, pallet.*

1. PENDAHULUAN

Gudang pupuk merupakan fasilitas penting dalam mendukung kegiatan operasional perusahaan perkebunan karena berfungsi sebagai tempat penyimpanan pupuk sebelum didistribusikan ke area perkebunan. Pengelolaan penyimpanan yang baik diperlukan untuk menjaga kualitas pupuk, mendukung kelancaran distribusi, serta meminimalkan risiko selama aktivitas pergudangan. Penyimpanan yang kurang tepat dapat menimbulkan permasalahan, seperti potensi penurunan kualitas produk, kesulitan dalam penanganan material, dan bahaya keselamatan kerja bagi pekerja [1], [2].

Manajemen risiko merupakan salah satu upaya untuk mengenali potensi bahaya, menilai tingkat risiko, dan menentukan tindakan pengendalian yang sesuai. Dalam aktivitas pergudangan, pengelolaan risiko diperlukan karena pekerja terlibat dalam kegiatan penyimpanan, penyusunan, dan pemindahan barang serta berinteraksi dengan kondisi lingkungan kerja. Oleh karena itu, identifikasi dan pengendalian risiko perlu dilakukan secara sistematis untuk mendukung keselamatan pekerja dan efektivitas operasional gudang [3].

PTPN IV Regional II Kebun Sawit Hulu memiliki gudang pupuk seluas 1.000 m² atau berukuran 50 m × 20 m. Gudang tersebut digunakan untuk menyimpan berbagai jenis pupuk, yaitu Dolomite, Urea, MOP, NPK 12, NPK 13, NPK 15, Borate, Bioenesis, RP, dan NPK Bibitan. Berdasarkan data stok pupuk pada Mei 2026, total pupuk yang tersimpan mencapai 3.396.119 kg. Dari jumlah tersebut, sebanyak 504.900 kg (14,87%) telah disimpan menggunakan pallet, sedangkan 2.891.219 kg (85,13%) masih disimpan tanpa menggunakan pallet.

Berdasarkan hasil observasi, penggunaan pallet yang belum optimal menjadi salah satu permasalahan dalam penyimpanan pupuk di gudang tersebut. Pupuk yang diletakkan langsung di lantai berpotensi mengalami kontak dengan permukaan yang lembap sehingga dapat memengaruhi kondisi kemasan dan kualitas pupuk. Selain itu, aktivitas penyusunan

ISSN 2338-7122

karung, pengangkutan secara manual, kondisi lantai gudang, dan paparan debu pupuk juga memiliki potensi bahaya yang perlu diperhatikan. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya identifikasi dan penilaian risiko untuk mengetahui tingkat risiko pada setiap aktivitas serta menentukan prioritas pengendaliannya.

Penelitian ini menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC), yaitu pendekatan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko berdasarkan kemungkinan terjadinya bahaya (*likelihood*) dan tingkat keparahan dampaknya (*severity*), serta menyusun usulan pengendalian risiko [4]. Penerapan metode ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai risiko operasional pada aktivitas penyimpanan pupuk di PTPN IV Regional II Kebun Sawit Hulu. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi penyimpanan pupuk, mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, dan menyusun usulan pengendalian risiko untuk mendukung keselamatan kerja serta efektivitas penyimpanan pupuk.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Gudang Pupuk PTPN IV Regional II Kebun Sawit Hulu, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Objek penelitian adalah aktivitas penyimpanan pupuk yang berpotensi menimbulkan risiko operasional, meliputi penyimpanan dan penyusunan karung pupuk, pengangkutan manual, serta kondisi lingkungan kerja di area gudang.

Data penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung, wawancara dengan pihak gudang, dan dokumentasi. Observasi dilakukan untuk mengamati kondisi penyimpanan pupuk, penggunaan pallet, penyusunan karung, aktivitas pengangkutan, kondisi lantai gudang, serta potensi paparan debu pupuk. Wawancara dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai aktivitas operasional gudang dan potensi permasalahan yang berkaitan dengan penyimpanan serta penanganan pupuk. Dokumentasi digunakan untuk mendukung pencatatan kondisi aktual yang ditemukan selama penelitian. Sementara itu, data sekunder berupa data stok pupuk diperoleh dari perusahaan dan digunakan untuk menggambarkan jumlah pupuk yang disimpan dengan dan tanpa pallet.

Analisis data dilakukan menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) melalui tiga tahapan. Tahap pertama, *hazard identification*, dilakukan dengan mengidentifikasi sumber bahaya pada aktivitas penyimpanan pupuk. Tahap kedua, *risk assessment*, dilakukan dengan memberikan nilai *likelihood* dan *severity* berdasarkan matriks risiko AS/NZS 4360:2004. Nilai risiko dihitung menggunakan persamaan Risk = Likelihood × Severity, kemudian dikelompokkan ke dalam kategori Low, Moderate, High, dan Very High. Tahap ketiga, *risk control*, dilakukan dengan menyusun usulan tindakan pengendalian berdasarkan potensi bahaya dan tingkat risiko yang diperoleh [5], [6].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Penyimpanan Pupuk di Gudang

Gudang pupuk PTPN IV Regional II Kebun Sawit Hulu memiliki luas 1.000 m² (50 m × 20 m) yang digunakan sebagai tempat penyimpanan berbagai jenis pupuk sebelum didistribusikan ke setiap afdeling. Jenis pupuk yang disimpan meliputi Dolomite, Urea, MOP, NPK 12, NPK 13, NPK 15, Borate, Bioenesis, RP, dan NPK Bibitan. Berdasarkan data dari pihak gudang, total stok pupuk yang tersimpan sebesar 3.396.119 kg. Dari jumlah tersebut, hanya 504.900 kg (14,87%) yang disimpan menggunakan pallet, sedangkan 2.891.219 kg (85,13%) masih disimpan tanpa menggunakan pallet. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penggunaan pallet pada sistem penyimpanan pupuk belum diterapkan secara optimal sehingga berpotensi menyebabkan kontak langsung antara pupuk dengan lantai gudang yang dapat memengaruhi kualitas pupuk serta meningkatkan risiko operasional.

ISSN 2338-7122

Tabel 1 Data Penyimpanan Pupuk Gudang Kebun Sawit Hulu Mei 2026

No.	Jenis Pupuk	Total Stok (kg)	Menggunakan Pallet (kg)	Tidak Menggunakan Pallet (kg)
1	Dolomite	652.557,35	0	652.557,35
2	Urea	350.603,20	0	350.603,20
3	MOP	752.754,00	504.900,00	247.854,00
4	NPK 12	677.725,00	0	677.725,00
5	NPK 13	896.526,00	0	896.526,00
6	NPK 15	8.845,00	0	8.845,00
7	Borate	25.008,00	0	25.008,00
8	Bioenesis	2.600,00	0	2.600,00
9	RP	18.301,00	0	18.301,00
10	NPK 12 Bibitan	12.200,00	0	12.200,00

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penggunaan pallet di gudang belum diterapkan secara optimal. Penyimpanan pupuk yang bersentuhan langsung dengan lantai berpotensi meningkatkan kelembapan pada kemasan sehingga dapat memengaruhi kualitas pupuk. Selain itu, kondisi tersebut juga dapat menyulitkan proses penanganan material, terutama pada saat proses pemindahan dan penyusunan pupuk di dalam gudang. Oleh karena itu, penggunaan pallet menjadi salah satu aspek penting dalam mendukung efektivitas sistem penyimpanan serta menjaga mutu pupuk selama masa penyimpanan.

3.2 Identifikasi Bahaya

Berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi selama pelaksanaan penelitian, diperoleh beberapa potensi bahaya yang terdapat pada aktivitas penyimpanan pupuk di gudang. Identifikasi bahaya dilakukan terhadap seluruh aktivitas kerja yang berhubungan dengan proses penyimpanan pupuk, mulai dari penyimpanan, penyusunan, pengangkutan, hingga kondisi lingkungan kerja di area gudang. Proses identifikasi ini bertujuan untuk mengetahui sumber bahaya yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja maupun kerusakan pada pupuk sehingga dapat menjadi dasar dalam pelaksanaan penilaian risiko menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC).

Identifikasi bahaya dilakukan secara sistematis terhadap setiap aktivitas penyimpanan pupuk untuk mengetahui sumber bahaya, penyebab terjadinya bahaya, serta dampak yang mungkin ditimbulkan. Dengan proses identifikasi yang sistematis, perusahaan dapat mengenali potensi risiko sejak dini sehingga tindakan pengendalian dapat direncanakan secara lebih tepat. Selain berpengaruh terhadap keselamatan dan kesehatan kerja pekerja, identifikasi bahaya juga berperan dalam menjaga kualitas pupuk selama proses penyimpanan sehingga mutu pupuk tetap sesuai dengan standar perusahaan.

Tabel 2 Identifikasi Bahaya Pada Gudang Pupuk Kebun Sawit Hulu

No.	Aktivitas	Potensi Bahaya	Risiko
1	Penyimpanan pupuk tanpa pallet	Pupuk kontak dengan lantai lembab	Kualitas pupuk menurun
2	Penyusunan karung pupuk	Tumpukan tidak stabil	Tertimpa karung pupuk
3	Pengangkutan manual	Postur kerja tidak ergonomis	Cedera otot/punggung

ISSN 2338-7122

4	Area lantai kotor	Permukaan licin	Terpeleset
5	Paparan debu pupuk	Menghirup partikel kimia	Gangguan pernapasan

Dari hasil identifikasi tersebut, dapat diketahui bahwa potensi bahaya di gudang tidak hanya berkaitan dengan kondisi penyimpanan pupuk, tetapi juga dipengaruhi oleh aktivitas kerja dan kondisi lingkungan gudang. Oleh karena itu, identifikasi bahaya menjadi tahapan penting dalam metode HIRARC karena hasil identifikasi akan digunakan sebagai dasar dalam menentukan tingkat risiko dan penyusunan usulan pengendalian yang tepat.

3.3 Penilaian Risiko

Setelah seluruh potensi bahaya berhasil diidentifikasi, dilakukan penilaian risiko menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC). Penilaian risiko dilakukan dengan mengombinasikan nilai *likelihood* (kemungkinan terjadinya risiko) dan *severity* (tingkat keparahan dampak) berdasarkan matriks risiko AS/NZS 4360:2004 [6]. Hasil penilaian digunakan untuk menentukan tingkat risiko sehingga dapat diketahui aktivitas yang memerlukan prioritas pengendalian [7]. Melalui proses penilaian risiko, setiap potensi bahaya dapat diklasifikasikan berdasarkan tingkat risikonya sehingga perusahaan dapat menentukan prioritas penanganan secara lebih efektif. Penilaian ini juga memberikan gambaran mengenai aktivitas yang memiliki kemungkinan terjadinya risiko dan tingkat keparahan dampak yang paling tinggi, sehingga tindakan pengendalian dapat difokuskan pada aktivitas yang memerlukan perhatian lebih dalam upaya meningkatkan keselamatan kerja dan menjaga kelancaran proses penyimpanan pupuk di gudang.

Tabel 3 Penilaian Risiko Menggunakan Metode HIRARC

No	Identifikasi Bahaya	L	S	R(LxS)	Kategori
1	Penyimpanan pupuk tanpa pallet	**3**	**3**	**9**	***Moderate***
2	Penyusunan karung pupuk	**3**	**4**	**12**	***High***
3	Pengangkutan manual	**4**	**3**	**12**	***High***
4	Area lantai kotor	**3**	**3**	**9**	***Moderate***
5	Paparan debu pupuk	**3**	**4**	**12**	***High***

Berdasarkan Tabel 3, hasil penilaian risiko menunjukkan bahwa terdapat tiga aktivitas dengan tingkat risiko *High*, yaitu penyusunan karung pupuk, pengangkutan pupuk secara manual, dan paparan debu pupuk. Sementara itu, aktivitas penyimpanan pupuk tanpa pallet serta kondisi lantai gudang yang licin akibat pupuk tercecer termasuk dalam kategori *Moderate*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar aktivitas di gudang memiliki tingkat risiko yang memerlukan perhatian dan pengendalian agar tidak berkembang menjadi kecelakaan kerja.

Tingkat risiko *High* menunjukkan bahwa aktivitas tersebut memerlukan tindakan pengendalian yang lebih diprioritaskan dibandingkan aktivitas dengan tingkat risiko *Moderate*. Penentuan prioritas pengendalian berdasarkan tingkat risiko ini bertujuan agar upaya perbaikan dapat dilakukan secara efektif dan sesuai dengan tingkat bahaya yang dihadapi pada setiap aktivitas penyimpanan pupuk. Tingginya tingkat risiko pada aktivitas penyusunan karung pupuk, pengangkutan manual, dan paparan debu pupuk menunjukkan bahwa ketiga aktivitas tersebut memiliki potensi yang lebih besar dalam menimbulkan kecelakaan kerja maupun gangguan kesehatan pekerja apabila tidak disertai penerapan prosedur kerja yang aman. Sementara itu, aktivitas dengan tingkat risiko *Moderate* tetap memerlukan pengendalian karena berpotensi menurunkan kualitas pupuk serta menyebabkan kecelakaan kerja, seperti pekerja terpeleset akibat kondisi lantai yang licin. Oleh karena itu, hasil penilaian risiko tidak hanya menunjukkan tingkat keparahan setiap potensi bahaya, tetapi juga menjadi dasar dalam menentukan prioritas

ISSN 2338-7122

pengendalian sehingga sumber daya perusahaan dapat difokuskan pada aktivitas yang memiliki risiko paling tinggi.

3.4 Pengendalian Risiko

Berdasarkan hasil penilaian risiko, disusun usulan pengendalian terhadap setiap potensi bahaya yang telah teridentifikasi pada aktivitas penyimpanan pupuk di gudang. Pengendalian risiko bertujuan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja maupun dampak yang ditimbulkan selama proses penyimpanan pupuk. Usulan pengendalian disusun berdasarkan tingkat risiko yang diperoleh dari metode *Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC), sehingga setiap tindakan yang direkomendasikan disesuaikan dengan tingkat prioritas risiko.

Penyusunan usulan pengendalian dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik setiap potensi bahaya sehingga tindakan yang diterapkan dapat mengurangi kemungkinan terjadinya risiko secara efektif. Pengendalian yang tepat tidak hanya berperan dalam melindungi keselamatan dan kesehatan pekerja, tetapi juga mendukung kelancaran proses penyimpanan serta menjaga kualitas pupuk selama berada di dalam gudang. Penerapan pengendalian yang tepat diharapkan dapat menciptakan sistem penyimpanan pupuk yang lebih aman, efektif, dan sesuai dengan prinsip keselamatan dan kesehatan kerja, dan mampu mengurangi potensi terjadinya risiko pada setiap aktivitas penyimpanan pupuk. Dengan demikian, pengendalian yang diusulkan diharapkan mampu meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja pekerja serta mendukung efektivitas sistem penyimpanan pupuk di gudang.

Pelaksanaan pengendalian risiko juga sejalan dengan prinsip Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) yang menekankan pengendalian bahaya secara sistematis dan berkelanjutan [8].

Tabel 4 Usulan Pengendalian Risiko

No	Aktivitas	Tingkat Risiko	Usulan Pengendalian
1	Penyimpanan pupuk tanpa *pallet*	*Moderate*	Menggunakan *pallet* sebagai alas penyimpanan pupuk.
2	Penyusunan karung pupuk	*High*	Menyusun karung sesuai standar dan membatasi tinggi tumpukan.
3	Pengangkutan manual	*High*	Menggunakan alat bantu angkut dan menerapkan teknik angkat yang benar.
4	Area lantai gudang	*Moderate*	Membersihkan pupuk yang tercecer dan menjaga kebersihan area kerja.
5	Paparan debu pupuk	*High*	Menggunakan APD berupa masker dan meningkatkan ventilasi gudang.

Berdasarkan Tabel 4, usulan pengendalian risiko disusun berdasarkan tingkat risiko yang diperoleh dari hasil penilaian menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC). Pengendalian difokuskan pada upaya untuk mengurangi kemungkinan terjadinya risiko serta meminimalkan dampak yang ditimbulkan pada setiap aktivitas penyimpanan pupuk. Aktivitas dengan tingkat risiko *High* memerlukan perhatian lebih melalui penerapan teknik penyimpanan yang aman, penggunaan alat bantu angkut, serta penggunaan alat pelindung diri (APD) oleh pekerja. Penggunaan alat pelindung diri (APD) serta pengendalian lingkungan kerja merupakan bagian dari upaya pemenuhan standar keselamatan dan kesehatan kerja sesuai ketentuan yang berlaku [9]. Sementara itu, aktivitas dengan tingkat risiko *Moderate* dapat dikendalikan melalui penggunaan *pallet* sebagai alas penyimpanan pupuk, peningkatan kebersihan area gudang, serta penerapan prosedur kerja yang sesuai.

Usulan pengendalian tersebut menunjukkan bahwa setiap tindakan yang direkomendasikan disesuaikan dengan karakteristik bahaya dan tingkat risiko pada masing-masing aktivitas. Pengendalian pada aktivitas dengan tingkat risiko *High* diprioritaskan karena berpotensi

ISSN 2338-7122

menimbulkan dampak yang lebih besar terhadap keselamatan dan kesehatan pekerja apabila tidak segera ditangani. Di sisi lain, penerapan pengendalian pada aktivitas dengan tingkat risiko *Moderate* tetap diperlukan untuk mencegah peningkatan tingkat risiko serta menjaga kualitas pupuk selama proses penyimpanan. Dengan demikian, penerapan pengendalian risiko tidak hanya berorientasi pada pencegahan kecelakaan kerja, tetapi juga mendukung efektivitas operasional gudang melalui terciptanya lingkungan kerja yang lebih aman, tertib, dan efisien.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC), diketahui bahwa sistem penyimpanan pupuk di Gudang PTPN IV Regional II Kebun Sawit Hulu belum menerapkan penggunaan *pallet* secara optimal. Dari total stok pupuk sebesar 3.396.119 kg, hanya 504.900 kg (14,87%) yang disimpan menggunakan *pallet*, sedangkan 2.891.219 kg (85,13%) masih disimpan tanpa *pallet*. Hasil identifikasi bahaya menunjukkan lima potensi bahaya utama pada aktivitas penyimpanan pupuk. Penilaian risiko menghasilkan tiga aktivitas dengan tingkat risiko *High* dan dua aktivitas dengan tingkat risiko *Moderate*. Upaya pengendalian yang diusulkan meliputi penggunaan *pallet*, penerapan teknik penyimpanan yang aman, penggunaan alat bantu angkut dan APD, serta peningkatan kebersihan area gudang. Penerapan usulan pengendalian tersebut diharapkan dapat mengurangi risiko operasional dan meningkatkan keselamatan kerja pada aktivitas penyimpanan pupuk. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi PTPN IV Regional II Kebun Sawit Hulu dalam meningkatkan sistem penyimpanan pupuk melalui penerapan pengendalian risiko yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Daftar Pustaka

[1]. J. Heizer, B. Render, and C. Munson, *Operations Management*, 13th ed. Pearson, 2020.
[2]. P. Hopkin, *Fundamentals of Risk Management: Understanding, Evaluating and Implementing Effective Risk Management*, 6th ed. London, U.K.: Kogan Page, 2021.
[3]. S. Ramli, *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja ISO 45001*. Jakarta, Indonesia: Dian Rakyat, 2020.
[4]. M. A. Fawwaz, "Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC)," Skripsi, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia, 2022.
[5]. Department of Occupational Safety and Health (DOSH), *Guidelines for Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)*. Putrajaya, Malaysia: Ministry of Human Resources, 2022.
[6]. AS/NZS, *AS/NZS 4360:2004 Risk Management*. Sydney, Australia: Standards Australia International Ltd., 2004.
[7]. K. Wong, N. Abdullah, and A. Ismail, "Risk Matrix for Occupational Risk Assessment," *Journal of Occupational Safety and Health*, 2022.
[8]. International Organization for Standardization, *ISO 45001:2018 Occupational Health and Safety Management Systems—Requirements with Guidance for Use*. Geneva, Switzerland: ISO, 2018.
[9]. Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja*. Jakarta, Indonesia, 2018.
[10]. M. Isabella, Y. A. Presilia, and A. R. Malik, "Risk Analysis of Occupational Accident in Warehousing with Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk

Control Methods at PT XYZ," *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, vol. 21, no. 2, 2024, doi: 10.24014/sitekin.v21i2.31106.

[11]. G. J. Palengka and R. I. Liperda, "Analysis of Potential Risks and Work Accidents Using Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) Method: A Warehouse Support Case Study of PT. Vale Indonesia Tbk," *Jurnal Logistik Indonesia*, vol. 6, no. 1, 2022, doi: 10.31334/logistik.v6i1.1611.

[12]. A. W. Muhammad and B. Purwanggono, "Analisis Potensi Bahaya dengan Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) pada Bagian Warehouse PT XYZ," *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 14, no. 1, 2025.

[13]. A. E. Wulandari and Iriani, "Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode HIRARC dan Diagram Fishbone di Divisi Pergudangan pada PT Z," *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*, vol. 8, no. 1, 2025.

[14]. A. Ridwan, A. Nuroni, Adelia, and A. Sonda, "Analysis of Occupational Health and Safety at a Maritime Warehouse Using Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC)," *Journal Industrial Servicess*, vol. 8, no. 2, 2022, doi: 10.36055/jiss.v8i2.17293.

[15]. F. Rahman and D. Herwanto, "Identifikasi, Penilaian dan Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode HIRARC di PT ABC," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 8, no. 2, 2022, doi: 10.5281/zenodo.6138505.