ISSN 2338-7122

ANALISIS KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA PADA GUDANG PENYIMPANAN HERBISIDA DI PTPN IV REGIONAL II KEBUN SAWIT HULU MENGGUNAKAN METODE HIRARC

Bakhtiar[1]*, Rizki Cantika Harahap[2]

Program Studi Teknik Logistik Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh
Email: rizki.230200017@mhs.unimal.ac.id

Abstrak

Gudang penyimpanan herbisida merupakan salah satu fasilitas pendukung operasional di PTPN IV Regional II Kebun Sawit Hulu yang memiliki potensi bahaya terhadap keselamatan dan kesehatan kerja akibat penggunaan serta penyimpanan bahan kimia. Berdasarkan hasil observasi, ditemukan bahwa sistem ventilasi pada gudang belum memadai sehingga menyebabkan sirkulasi udara kurang baik dan menimbulkan bau herbisida yang menyengat. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan risiko paparan uap bahan kimia yang dapat mengganggu kesehatan pekerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan risiko operasional akibat kondisi ventilasi yang kurang memadai, menganalisis tingkat risiko keselamatan dan kesehatan kerja, serta menentukan upaya pengendalian risiko pada gudang penyimpanan herbisida menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC). Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, wawancara dengan pihak terkait, dan dokumentasi selama pelaksanaan Kerja Praktik. Analisis dilakukan melalui tahapan identifikasi bahaya, penilaian tingkat risiko berdasarkan nilai *likelihood* dan *severity*, kemudian penentuan tindakan pengendalian sesuai hierarki pengendalian risiko. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi ventilasi yang kurang memadai menjadi salah satu sumber risiko utama yang dapat menyebabkan paparan uap herbisida, gangguan pernapasan, iritasi, serta menurunkan kenyamanan dan keselamatan kerja. Pengendalian risiko yang direkomendasikan meliputi perbaikan sistem ventilasi, penerapan prosedur kerja yang lebih ketat, penggunaan alat pelindung diri secara konsisten, serta peningkatan pengawasan dan sosialisasi keselamatan kerja. Penerapan rekomendasi tersebut diharapkan mampu menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman serta mengurangi potensi kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Dengan demikian, penelitian ini mencapai tujuannya, yaitu mengidentifikasi potensi bahaya dan risiko operasional akibat kondisi ventilasi yang kurang memadai, menganalisis tingkat risiko keselamatan dan kesehatan kerja menggunakan metode HIRARC, serta menentukan upaya pengendalian risiko pada gudang penyimpanan herbisida.

Kata kunci: HIRARC, keselamatan dan kesehatan kerja, herbisida, gudang, ventilasi.

Pendahuluan

PTPN IV Regional II Kebun Sawit Hulu merupakan perusahaan yang bergerak di bidang perkebunan kelapa sawit dengan berbagai aktivitas operasional yang saling berkaitan dalam mendukung proses produksi. Salah satu aktivitas pendukung yang memiliki peran penting adalah pengelolaan gudang penyimpanan herbisida, yaitu tempat penerimaan, penyimpanan, dan pendistribusian bahan kimia yang digunakan untuk pengendalian gulma di area perkebunan. Ketersediaan herbisida yang tepat waktu, tepat jumlah, dan dalam kondisi baik menjadi faktor penting dalam menunjang efektivitas operasional dan menjaga produktivitas tanaman.

Berdasarkan hasil observasi di PTPN IV Regional II Kebun Sawit Hulu, ditemukan bahwa sistem ventilasi pada gudang penyimpanan herbisida belum berfungsi secara optimal. Kondisi tersebut menyebabkan sirkulasi udara di dalam gudang kurang baik sehingga udara menjadi

ISSN 2338-7122

pengap dan bau herbisida terasa menyengat. Paparan uap bahan kimia secara terus-menerus dapat menimbulkan gangguan kesehatan, seperti iritasi saluran pernapasan, pusing, dan ketidaknyamanan saat bekerja. Selain berdampak terhadap kesehatan pekerja, kondisi lingkungan kerja yang kurang memadai juga berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan kerja dan menurunkan produktivitas operasional perusahaan.

Herbisida bersifat toksik dan mudah menguap sehingga dapat masuk ke tubuh pekerja melalui pernapasan maupun kontak kulit apabila pengelolaan penyimpanannya tidak memadai. Pelatihan identifikasi bahaya pestisida pada pekerja perkebunan kelapa sawit terbukti dapat meningkatkan pengetahuan dan kesadaran pekerja terhadap gejala serta risiko paparan bahan kimia tersebut (Maksuk dkk., 2023). Kajian literatur sistematis pada industri kelapa sawit turut menunjukkan bahwa paparan pestisida berisiko tinggi terhadap kesehatan kerja, mulai dari penurunan enzim kolinesterase, gangguan *neurobehavioral*, hingga keluhan pernapasan, yang diperparah oleh rendahnya penggunaan alat pelindung diri (Hidayat dkk., 2026), sementara pada sektor pertanian secara umum ditemukan bahwa masa kerja, frekuensi paparan, dan personal hygiene turut memengaruhi tingkat gangguan kesehatan akibat pestisida (Ibrahim dkk., 2025).

Gudang bahan kimia memiliki tingkat risiko yang lebih tinggi dibandingkan gudang penyimpanan barang pada umumnya karena adanya paparan zat berbahaya yang dapat menimbulkan kecelakaan maupun gangguan kesehatan apabila tidak dikelola dengan baik. Ventilasi yang tidak memadai pada gudang bahan kimia dapat menyebabkan penumpukan uap yang meningkatkan risiko gangguan pernapasan, iritasi, hingga keracunan bagi pekerja. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode analisis risiko yang sistematis untuk mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko, dan menentukan langkah pengendalian yang tepat. Salah satu metode yang telah banyak diterapkan pada pengelolaan bahan kimia di berbagai jenis gudang dan laboratorium adalah *Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC), yaitu rangkaian langkah untuk mengidentifikasi bahaya yang mungkin timbul dalam kegiatan operasional suatu organisasi, menilai tingkat risikonya, dan menyusun program pengendalian agar risiko dapat diminimalkan sebelum menimbulkan kecelakaan (Siregar & Hasian, 2025; Nur, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan risiko operasional akibat kondisi ventilasi yang kurang memadai, menganalisis tingkat risiko keselamatan dan kesehatan kerja menggunakan metode HIRARC, serta menentukan upaya pengendalian risiko pada gudang penyimpanan herbisida di PTPN IV Regional II Kebun Sawit Hulu. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi masukan bagi perusahaan dalam meningkatkan sistem keselamatan kerja, khususnya pada pengelolaan gudang penyimpanan herbisida, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan manajemen risiko K3.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini difokuskan pada kondisi ventilasi dan sirkulasi udara di gudang penyimpanan herbisida sebagai sumber bahaya utama yang memengaruhi keselamatan dan kesehatan kerja pekerja. Berdasarkan fokus tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Apa saja potensi bahaya dan risiko operasional yang timbul akibat kondisi ventilasi yang kurang memadai pada gudang penyimpanan herbisida di PTPN IV Regional II Kebun Sawit Hulu?
2) Bagaimana tingkat risiko keselamatan dan kesehatan kerja akibat kondisi ventilasi yang kurang memadai pada gudang penyimpanan herbisida berdasarkan metode HIRARC?
3) Bagaimana upaya pengendalian risiko yang dapat diterapkan untuk meminimalkan dampak dari kondisi ventilasi yang kurang memadai pada gudang penyimpanan herbisida?

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Penelitian dilakukan di gudang penyimpanan herbisida PTPN IV Regional II Kebun Sawit Hulu, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Objek penelitian difokuskan pada aktivitas operasional di

ISSN 2338-7122

gudang penyimpanan herbisida, khususnya yang berkaitan dengan kondisi ventilasi gudang serta potensi bahaya yang dapat memengaruhi keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pekerja.

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga teknik, yaitu observasi, wawancara, dan dokumentasi. Observasi dilakukan secara langsung untuk mengamati kondisi gudang, aktivitas penyimpanan herbisida, serta potensi bahaya yang terdapat di lingkungan kerja. Wawancara dilakukan dengan pihak yang terlibat dalam pengelolaan gudang guna memperoleh informasi mengenai aktivitas kerja, prosedur operasional, serta penerapan keselamatan dan kesehatan kerja. Informan yang diwawancarai adalah kepala gudang dan pekerja operasional gudang. Dokumentasi digunakan untuk melengkapi data penelitian berupa foto kondisi lapangan, dokumen pendukung, serta informasi lain yang berkaitan dengan aktivitas penyimpanan herbisida.

Analisis data dilakukan melalui tiga tahap HIRARC. Pertama, identifikasi bahaya (*hazard identification*) dilakukan dengan mengamati sumber bahaya pada setiap aktivitas kerja. Kedua, penilaian risiko (*risk assessment*) dilakukan dengan menentukan nilai *likelihood* (L) dan *severity* (S) pada skala 1–5 untuk setiap sumber bahaya, kemudian mengalikan kedua nilai tersebut (Risk = L × S) dan mengklasifikasikannya ke dalam matriks risiko standar AS/NZS 4360:2004 menjadi kategori rendah (*low*), sedang (*medium*), tinggi (*high*), atau ekstrem (*extreme*). Ketiga, pengendalian risiko (*risk control*) dirumuskan mengikuti hierarki pengendalian, yaitu eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri, dengan prioritas pada risiko berkategori tinggi dan ekstrem. Pendekatan tahapan ini mengacu pada penerapan HIRARC yang telah digunakan pada gudang penyimpanan barang maupun bahan kimia pada penelitian-penelitian sebelumnya, baik pada gudang logistik (Simatupang, 2022) maupun gudang di perusahaan pengeboran minyak dan gas (Vikaliana & Melani, 2024).

Penentuan tingkat risiko mengacu pada matriks risiko standar AS/NZS 4360:2004 dengan skala *likelihood* (L) dan *severity* (S) masing-masing 1–5, sehingga nilai risiko (Risk = L × S) berkisar antara 1 hingga 25. Nilai tersebut dikelompokkan ke dalam empat kategori, yaitu *low* (risiko rendah) untuk nilai 1–4, *medium* (risiko sedang) untuk nilai 5–9, *high* (risiko tinggi) untuk nilai 10–14, dan *extreme* (risiko ekstrem) untuk nilai 15–25. Semakin tinggi nilai risiko, semakin besar prioritas pengendalian yang harus diberikan, sehingga pengelompokan ini menjadi dasar yang objektif dalam menentukan tingkat risiko dan urutan penanganan setiap sumber bahaya.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di gudang penyimpanan herbisida PTPN IV Regional II Kebun Sawit Hulu, ditemukan beberapa potensi bahaya yang berhubungan dengan kondisi ventilasi gudang, paparan uap herbisida, serta kondisi lingkungan kerja. Potensi bahaya tersebut kemudian dianalisis menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) untuk mengetahui tingkat risiko dan menentukan tindakan pengendalian yang sesuai. Adapun data identifikasi bahaya yang diperoleh dari hasil pengumpulan data dapat dilihat pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Identifikasi Bahaya pada Gudang Penyimpanan Herbisida

No	Aktivitas	Bahaya	Risiko
1	Penyimpanan herbisida	Ventilasi tidak memadai	Gangguan pernapasan akibat uap paparan herbisida.
2	Pengambilan herbisida	Bau/uap herbisida menyengat	Pusing, mual dan ketidaknyamanan kerja
3	Menyusun herbisida di gudang	Penumpukan uap herbisida	Iritasi saluran pernafasan dan mata
4	Pemeriksaan kemasan herbisida	Kebocoran kemasan	Iritasi kulit atau keracunan akibat kontak langsung dengan herbisida
5	Aktivitas di gudang tertutup	Sirkulasi udara buruk	Gangguan pernapasan akibat paparan uap herbisida dalam jangka waktu lama

ISSN 2338-7122

Sumber: Pengolahan Data (2026)

Berdasarkan hasil identifikasi bahaya pada Tabel 1, sebagian besar sumber bahaya berasal dari kondisi ventilasi gudang yang kurang memadai, sehingga sirkulasi udara tidak berjalan optimal dan menyebabkan penumpukan uap herbisida di dalam ruangan. Kondisi ini berpotensi menimbulkan gangguan keselamatan dan kesehatan kerja, terutama pada sistem pernapasan pekerja yang beraktivitas di dalam maupun di sekitar gudang.

Setiap sumber bahaya kemudian dinilai berdasarkan nilai *likelihood* (L) dan *severity* (S) untuk memperoleh tingkat risiko (Risk = L × S). Hasil penilaian risiko disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Penilaian Nilai *Likelihood* (L) dan *Severity* (S)

No	Sumber Hazard	L	S
1	Ventilasi gudang yang kurang memadai	4	3
2	Bau/uap herbisida yang menyengat	3	2
3	Penumpukan uap herbisida di dalam gudang	3	3
4	Kebocoran atau kerusakan kemasan herbisida	2	2
5	Sirkulasi udara yang buruk di dalam gudang	4	4

Penilaian risiko dilakukan menggunakan dua parameter, yaitu *Likelihood* (L) dan *Severity* (S) . Nilai kemungkinan menunjukkan kemungkinan suatu bahaya terjadi, sedangkan tingkat keparahan menunjukkan tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan apabila bahaya tersebut terjadi.

Ventilasi gudang yang kurang memadai memperoleh nilai kemungkinan sebesar 4 karena kondisi tersebut sering ditemukan selama aktivitas operasional berlangsung. Nilai tingkat keparahan sebesar 3 menunjukkan bahwa dampak yang ditimbulkan cukup serius karena dapat menyebabkan gangguan pernapasan bagi pekerja.

Sementara itu, sirkulasi udara yang buruk memperoleh nilai tingkat keparahan tertinggi yaitu 4 , karena paparan uap herbisida dalam konsentrasi tinggi dan dalam jangka waktu lama berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan yang lebih serius.

Berdasarkan hasil penilaian *Likelihood* (L) dan *Severity* (S) , langkah selanjutnya adalah menghitung nilai risiko (*Risk Value*) dengan mengalikan kedua parameter tersebut menggunakan persamaan *Risk = Likelihood × Severity* . Nilai yang diperoleh kemudian diklasifikasikan ke dalam kategori *Low, Medium, High* , dan *Extreme* sesuai dengan matriks risiko HIRARC. Klasifikasi ini bertujuan untuk menentukan tingkat prioritas pengendalian sehingga perusahaan dapat memfokuskan upaya perbaikan pada sumber bahaya yang memiliki tingkat risiko paling tinggi. Hasil perhitungan tingkat risiko pada setiap sumber bahaya dapat dilihat pada Tabel 3 .

Tabel 3. Tingkat Risiko

No	Sumber Hazard	L	S	L x S	Warna	Risk Level
1	Ventilasi gudang yang kurang memadai	4	3	12		*High*
2	Bau/uap herbisida yang menyengat	3	2	6		*Medium*
3	Penumpukan uap herbisida di dalam gudang	3	3	9		*Medium*
4	Kebocoran atau kerusakan kemasan herbisida	2	2	4		*Low*
5	Sirkulasi udara yang buruk di dalam gudang	4	4	16		*Extreme*

Hasil penilaian menunjukkan bahwa terdapat satu risiko dengan kategori *Extreme* , yaitu sirkulasi udara yang buruk di dalam gudang dengan nilai risiko 16 . Risiko ini menjadi prioritas utama karena dapat menyebabkan akumulasi uap herbisida dalam konsentrasi tinggi sehingga meningkatkan kemungkinan gangguan kesehatan pada pekerja.

ISSN 2338-7122

Risiko Tinggi ditemukan pada kondisi ventilasi gudang yang kurang memadai dengan nilai risiko 12 . Kondisi tersebut terlihat bahwa sistem ventilasi yang ada belum mampu mengalirkan udara secara optimal sehingga paparan uap herbisida masih cukup tinggi.

Dua risiko lainnya termasuk kategori *Medium* , yaitu bau/uap herbisida saat pengambilan herbisida serta penumpukan uap herbisida di dalam gudang. Kedua kondisi tersebut masih memerlukan pengendalian agar tidak berkembang menjadi risiko yang lebih tinggi.

Adapun risiko *Low* terdapat pada kebocoran atau kerusakan kemasan herbisida. Meskipun memiliki tingkat risiko yang lebih rendah dibandingkan risiko lainnya, kondisi tersebut tetap memerlukan pengawasan secara berkala untuk mencegah kontak langsung pekerja dengan bahan kimia.

Berdasarkan hasil analisis HIRARC, aspek sirkulasi dan sirkulasi udara menjadi faktor yang paling berpengaruh terhadap keselamatan dan kesehatan kerja di gudang penyimpanan herbisida. Oleh karena itu, perusahaan perlu memprioritaskan perbaikan sistem ventilasi, meningkatkan penggunaan alat pelindung diri (APD), melakukan inspeksi rutin terhadap kondisi gudang, serta memberikan sosialisasi mengenai prosedur penanganan bahan kimia untuk menurunkan tingkat risiko kecelakaan dan penyakit akibat kerja.

Berdasarkan tingkat risiko yang diperoleh, disusun usulan pengendalian risiko dengan mengacu pada hierarki pengendalian, sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Usulan Pengendalian Risiko

Sumber Hazard	Kategori	Hierarki Pengendalian	Usulan Pengendalian
Ventilasi gudang kurang memadai	Tinggi	Rekayasa teknik	Menambah ventilasi udara/memasang *exhaust fan*
Bau/uap herbisida menyengat	Sedang	Administratif dan APD	Menggunakan masker dan membatasi waktu paparan
Penumpukan uap herbisida di gudang	Sedang	Rekayasa teknik dan administratif	Meningkatkan sirkulasi udara dan membuka ventilasi berkala
Kebocoran/kerusakan kemasan	Rendah	Administratif	Pemeriksaan kemasan rutin dan penggantian kemasan rusak
Sirkulasi udara buruk di gudang	Ekstrem	Rekayasa teknik	Perbaikan sistem ventilasi dan pemantauan udara berkala

Pengendalian yang diusulkan berfokus pada perbaikan ventilasi dan sirkulasi udara di dalam gudang, mengingat rendahnya penggunaan alat pelindung diri dan minimnya pengendalian teknis merupakan faktor yang memperparah risiko paparan bahan kimia pada pekerja perkebunan kelapa sawit (Hidayat dkk., 2026). Selain perbaikan teknis, pengendalian administratif berupa prosedur kerja yang aman, pelatihan identifikasi bahaya, serta kewajiban penggunaan alat pelindung diri (APD) seperti masker dan sarung tangan tetap diperlukan sebagai lapisan perlindungan tambahan, sebagaimana terbukti efektif meningkatkan kesadaran pekerja kebun sawit terhadap risiko paparan pestisida pada program pelatihan serupa (Maksuk dkk., 2023). Penerapan manajemen risiko yang konsisten dan berkelanjutan pada gudang herbisida, sejalan dengan praktik pengendalian risiko K3 yang diterapkan pada unit-unit PTPN IV lainnya (Sinaga, 2024), diharapkan dapat menekan tingkat risiko sekaligus mendukung terciptanya lingkungan kerja yang lebih aman dan sehat.

Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan risiko operasional akibat kondisi ventilasi yang kurang memadai, menganalisis tingkat risiko keselamatan dan kesehatan kerja menggunakan metode HIRARC, serta menentukan upaya pengendalian risiko pada gudang penyimpanan herbisida di PTPN IV Regional II Kebun Sawit Hulu. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

ISSN 2338-7122

1) Potensi bahaya yang teridentifikasi berjumlah lima sumber bahaya utama, yaitu ventilasi gudang yang kurang memadai, bau/uap herbisida yang menyengat, penumpukan uap herbisida, kebocoran atau kerusakan kemasan, dan sirkulasi udara yang buruk. Seluruhnya berkaitan dengan kondisi ventilasi gudang.
2) Tingkat risiko tertinggi terdapat pada sirkulasi udara yang buruk dengan kategori *extreme* (nilai 16), diikuti ventilasi gudang yang kurang memadai pada kategori *high* (nilai 12). Bau/uap herbisida yang menyengat (nilai 6) dan penumpukan uap herbisida (nilai 9) berada pada kategori *medium*, sedangkan kebocoran atau kerusakan kemasan berada pada kategori *low* (nilai 4).
3) Pengendalian risiko yang paling mendesak adalah perbaikan ventilasi melalui penambahan *exhaust fan* atau *blower*, didukung penerapan prosedur kerja yang aman, pemeriksaan kemasan herbisida secara rutin, serta kewajiban penggunaan alat pelindung diri (APD) berupa masker dan sarung tangan.

Berdasarkan hasil tersebut, perusahaan disarankan untuk segera memperbaiki sistem ventilasi gudang penyimpanan herbisida guna meningkatkan sirkulasi udara dan mengurangi penumpukan uap kimia, mewajibkan serta mengawasi secara konsisten penggunaan APD oleh pekerja gudang, dan menerapkan pengawasan rutin terhadap kondisi gudang, khususnya tata letak penyimpanan dan kondisi kemasan herbisida, agar risiko keselamatan dan kesehatan kerja dapat terus ditekan pada masa mendatang.

Referensi

[1] Maksuk, S. R. Kinasih, R. Assalam, dan A. Hidayat, "Pelatihan Identifikasi Bahaya Pestisida Terhadap Lingkungan dan Kesehatan Pekerja Perkebunan Sawit di Kalimantan Barat," Madaniya, vol. 4, no. 4, 2023, doi: 10.53696/27214834.556.

[2] A. N. Hidayat, R. K. Agusti, dan J. Prasetyo, "Evaluasi Risiko Kesehatan Kerja Akibat Pestisida Dan Pupuk Di Industri Kelapa Sawit," The Journal of Indonesian Industrial Hygiene Association, vol. 2, no. 1, pp. 51–60, 2026.

[3] I. Ibrahim, Z. Lating, H. Makayaino, W. Rumaolat, M. D. Sely, dan S. Sillehu, "Paparan Pestisida Sebagai Faktor Risiko Gangguan Kesehatan pada Petani Hortikultura di Desa Waimital Kabupaten Seram Bagian Barat," Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia, vol. 24, no. 3, pp. 398–405, 2025, doi: 10.14710/jkli.77473.

[4] R. Siregar dan M. T. Hasian, "Analisis Risiko K3 Pada Pengelolaan Bahan Kimia Dengan Metode Hazard Identification, Risk Assessment And Risk Control (HIRARC) Di UPTD Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Tahun 2025," Jurnal Inovasi Kesehatan Masyarakat, vol. 6, no. 2, pp. 95–105, 2025, doi: 10.36656/jikm.v7i1.2719.

[5] J. T. Simatupang, "Analisis Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Dengan Metode Hazard Identification Risk Assessment Risk Control Pada Gudang PT. Tiga Permata Logistik," Politeknik Pos Indonesia, 2022.

[6] R. Vikaliana dan W. Melani, "Analisis Risiko Pergudangan Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) di Perusahaan Pengeboran Minyak dan Gas," TIN: Terapan Informatika Nusantara, vol. 5, no. 3, pp. 245–257, 2024, doi: 10.47065/tin.v5i3.5356.

[7] A. Sinaga, "Analisis Penerapan Keselamatan Kerja Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment (HIRA) Dengan Pendekatan Fault Tree Analysis (FTA) Di PKS PTPN IV Regional 2 Adolina Tahun 2024," Institut Kesehatan Deli Husada, 2024.