

Available online at: <https://ejournal.upnvj.ac.id/joseon>

Journal of Optimization System Ergonomy Implementation

[ISSN \(Online\) : 3046-7934](#)

Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Area IPAL Menggunakan Metode HIRADC Di PT.XYZ Cilacap Jawa Tengah

Tegar Santoso¹⁾, Aiza Yudha Pratama²⁾, Muhammad Iqbal Faturrohman³⁾

^{1,2,3)} Telkom University, Jl. DI Panjaitan 128, Banyumas, 53147, Indonesia

Correspondence: tegarsantoso@student.telkomuniversity.ac.id

Article Information

Article History:

Received: 29 Jan 2025

Revised: 5 Jan 2026

Accepted: 24 Jan 2026

Keywords:

HIRADC

Resiko

Bahaya

Kecelakaan Kerja

Keselamatan

This is an open access article under the CC-BY-NC-SA license



Corresponding Author:

Name: Tegar Santoso

Email:

tegarsantoso@student.telkomuniversity.ac.id

ABSTRACT

The control of occupational accident risks constitutes a pivotal measure in establishing a safe work environment and in ensuring that employees can perform their duties without compromising the operational continuity of the organization. This study focuses on the assessment of occupational accident risks within the IPAL area of PT. XYZ in Cilacap, employing the HIRADC methodology. The findings reveal four primary risk categories prior to remediation, each possessing a risk-status value of 9: skin irritation, falls, cuts, and thermal burns. Following the implementation of corrective actions, a single highest-risk hazard was identified with a reduced risk-status value of 6: skin irritation resulting from the use of caustic soda (tawas). The observed decline in risk magnitude indicates that the applied control measures are effective in mitigating both the likelihood and the potential consequences of workplace accidents, particularly those classified under the highest risk tier. Consequently, the work environment has become markedly safer for the workforce.

PENDAHULUAN

Keselamatan kerja merupakan aspek perlindungan teknis yang dirancang untuk menjaga dari berbagai potensi bahaya yang bersumber dari peralatan maupun material kerja [1]. Di Indonesia, UU No. 1:1970 menetapkan ketentuan mengenai penerapan K3 pada seluruh tempat kerja yang melibatkan tenaga kerja, hubungan kerja, maupun aktivitas usaha. Ketentuan tersebut mencakup berbagai sumber potensi bahaya yang ada di seluruh wilayah Indonesia [2]. Keselamatan dan kesehatan kerja adalah elemen penting dalam industri yang bertujuan melindungi karyawan agar tetap sehat, aman, dan produktif [3]. Keselamatan kerja berfokus pada pencegahan kecelakaan dan insiden, sementara kesehatan kerja menjaga kondisi fisik dan mental pekerja. Penerapan K3 melibatkan praktik di level organisasi dan individu, termasuk penyusunan kebijakan, pelatihan, pengawasan, serta penggunaan alat pelindung diri dan peralatan keselamatan [4]. Berdasarkan KepMen Tenaga Kerja No. 463/Men/1993, keselamatan dan kesehatan kerja didefinisikan sebagai serangkaian upaya untuk menjamin keamanan dan kesehatan tenaga kerja, sekaligus mendorong pemanfaatan sumber produksi secara efektif dan efisien. Perlindungan ini penting untuk menjaga keberlanjutan operasional perusahaan, dengan keselamatan karyawan sebagai prioritas utama, sehingga lingkungan kerja yang aman dan sehat dapat tercipta [5].

Mengacu pada UU Ketenagakerjaan No. 13:2003 Pasal 8, perusahaan memiliki kewajiban untuk mengimplementasikan sistem manajemen K3 yang simultan dengan manajemen perusahaan guna memastikan keselamatan dan kesehatan kerja, menekan risiko kecelakaan, serta mendukung tercapainya efisiensi dan efektivitas kerja [6]. Risiko dapat dipahami sebagai potensi terjadinya suatu kejadian yang berpengaruh terhadap suatu objek, yang dinilai berdasarkan tingkat



Gambar 1: Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

peluang (*likelihood*) dan besarnya dampak (*consequence*). Penilaian risiko dapat dilakukan melalui berbagai pendekatan, tergantung pada tujuan dan kebutuhan analisis [7].

Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah elemen fundamental dalam tata kelola organisasi yang merangkum pengaturan kelembagaan, perumusan strategi, penetapan peran dan kewenangan, serta pemanfaatan sumber daya sebagai dasar penerapan kebijakan K3. Implementasinya diarahkan untuk menekan potensi bahaya, membangun kondisi kerja yang aman sekaligus mendukung kinerja, serta memperkuat perlindungan keselamatan dan kesehatan bagi seluruh pekerja [8]. Manajemen risiko keselamatan dan kesehatan kerja meliputi proses pengenalan, penilaian, serta pengendalian berbagai faktor yang berpotensi membahayakan tenaga kerja. Pendekatan ini bertujuan untuk mewujudkan kondisi kerja yang aman dan efisien melalui penerapan langkah-langkah pengendalian terhadap risiko dan sumber bahaya [9]. Bahaya adalah kondisi yang berpotensi menyebabkan kecelakaan atau kerugian, sehingga memerlukan perhatian khusus untuk mencegah risiko terhadap keselamatan dan kesehatan. Setelah bahaya diidentifikasi, strategi pengendalian yang tepat diperlukan untuk meminimalkan atau menghilangkan

potensi dampak negatifnya [10].

Dalam upaya pengendalian risiko, diterapkan hierarki pengendalian yang mencakup penghilangan sumber bahaya, penggantian dengan alternatif yang lebih aman, penerapan pengendalian teknis, pengendalian administratif, serta penggunaan alat pelindung diri (APD) sebagai opsi terakhir [11]. Semua tahap ini harus mempertimbangkan biaya, aspek manusia, dan lingkungan untuk memastikan perlindungan maksimal terhadap keselamatan pekerja [12]. Eliminasi adalah tahap pengendalian risiko yang dilakukan dengan meniadakan aktivitas berbahaya, baik yang berkaitan dengan mesin, peralatan, bahan, maupun zat, sehingga pekerja dapat terlindungi dari potensi bahaya tersebut. Eliminasi mengendalikan risiko kecelakaan dengan menghilangkan sumber bahaya, seperti mengganti mesin berisiko tinggi dengan model yang lebih aman atau menghentikan penggunaannya jika memungkinkan [13].

Substitusi adalah pengendalian risiko dengan mengganti material, proses, atau peralatan berbahaya dengan yang lebih aman, seperti mengganti pelarut kimia beracun dengan yang lebih ramah lingkungan [14]. Rekayasa teknik bertujuan mengubah struktur atau mengisolasi pekerja dari bahaya melalui modifikasi fisik di lingkungan kerja, seperti pemasangan pengaman mesin, penutup ban berjalan, dan sistem ventilasi untuk melindungi dari potensi cedera atau paparan zat berbahaya [14]. Pengendalian administratif bertujuan menurunkan tingkat risiko dengan mengatur cara kerja dan interaksi tenaga kerja, melalui pelatihan K3, penerapan standar operasional prosedur (SOP), pengaturan waktu dan pola kerja, pemeliharaan peralatan, serta penyediaan poster dan rambu-rambu keselamatan [15]. APD digunakan bersama perangkat kontrol lain untuk melindungi pekerja dari potensi bahaya di lingkungan kerja, antara lain berupa helm, masker, sarung tangan, dan kacamata pelindung.

PT. XYZ adalah perusahaan yang memproduksi tepung dari biji gandum dan bertanggung jawab dalam memastikan lingkungan kerja yang aman guna mendukung dan meningkatkan produktivitas kerja. Departemen HSE yang baru dibentuk harus menyusun prosedur kesehatan, keselamatan, dan kecelakaan kerja sesuai regulasi pemerintah, namun belum ada prosedur K3 untuk Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). IPAL, yang berasal dari area kantor, laboratorium, ruang uji coba, kantin, dan bongkar muat, sangat penting untuk pengelolaan limbah. Oleh karena itu, analisis K3 di area kerja IPAL diperlukan untuk menjadi masukan dalam pembuatan tabel HIRADC di PT. XYZ. Berikut merupakan IPAL pada PT XYZ yang dapat dilihat pada Gambar 1.

$$Risk = Likelihood(L) \times severity(S) \quad (1)$$

Table 1: *Likelihood (L)*

Tingkat	Uraian
1-3	Kemungkinan sangat kecil atau jarang terjadi. Bahaya ini mungkin terjadi dalam kondisi tidak umum atau hanya dalam kondisi tertentu
4-6	Kemungkinan sedang atau mungkin terjadi. Bahaya ini cenderung terjadi dalam situasi operasional rutin
7-9	Kemungkinan tinggi atau hampir pasti terjadi. Bahaya ini mungkin terjadi secara konsisten dan dalam berbagai situasi

Table 2: *Severity (S)*

Tingkat	Uraian
1-3	Dampak ringan atau minimal, seperti cedera minor atau kerusakan yang tidak signifikan
4-6	Dampak sedang, seperti cedera yang membutuhkan perhatian medis atau kerusakan yang berdampak pada operasi
7-9	Dampak parah hingga fatal, seperti cedera serius yang mempengaruhi kesehatan jangka panjang atau menyebabkan kematian, atau kerusakan besar pada fasilitas atau lingkungan

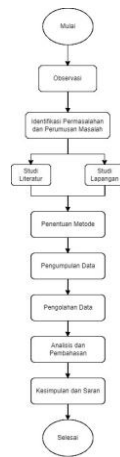
Penelitian mengenai keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di PT. PLN (Persero) ULP Cikande

menerapkan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) sebagai upaya perlindungan terhadap karyawan. Berdasarkan data kecelakaan kerja tahun 2022, hasil analisis menunjukkan dua variabel dengan tingkat risiko rendah, dua variabel dengan risiko tinggi (40%), serta satu variabel dengan risiko sedang (20%). Usulan perbaikan meliputi peningkatan pelatihan, perawatan peralatan, dan prosedur kerja. Keterlibatan tim dalam perubahan diharapkan dapat meningkatkan keamanan dan kesejahteraan. Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan budaya keselamatan kerja di perusahaan [16].

Perusahaan yang mempekerjakan lebih dari 100 tenaga kerja dan memiliki tingkat potensi bahaya yang tinggi diwajibkan untuk menerapkan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3). Monitoring bersama Dinas Lingkungan Hidup (DLH) menunjukkan peningkatan potensi kecelakaan kerja, tetapi perusahaan belum melakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko dalam proses produksi. Penelitian ini difokuskan pada pemetaan sumber bahaya di PT. X serta evaluasi tingkat risikonya dengan mengacu pada hierarki K3. Dari total 47 risiko yang dianalisis, hasil menunjukkan empat risiko berkategori rendah (9%), 17 risiko berada pada tingkat sedang (36%), dan sebanyak 26 risiko termasuk dalam kategori tinggi (55%) [17].

HIRADC merupakan komponen penting dalam sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja yang menitikberatkan pada upaya pencegahan dan pengendalian bahaya serta perumusan tujuan K3. Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) di Indonesia diatur melalui PP No. 50 Tahun 2012. Penelitian mengenai HIRADC dilakukan pada pekerjaan pembesian proyek spillway Bendungan "X" di Bogor tahun 2021, menggunakan metode kualitatif deskriptif. Hasilnya mengidentifikasi berbagai potensi bahaya, dan menunjukkan bahwa dokumen HIRADC yang ada belum mencakup seluruh risiko yang relevan, sehingga diperlukan peningkatan penerapan alat pelindung diri (APD) serta penerapan langkah substitusi guna mencapai pengendalian risiko yang lebih efektif [18].

Dalam konteks keselamatan kerja, analisis risiko kegiatan industri sangat penting untuk mence-



Gambar 2: Alur Penelitian

gah kecelakaan. PT. Dika Teknik Madiun melakukan penelitian untuk mengidentifikasi risiko dalam produksi bak pick-up dengan metode HIRADC dan model SHELL. Penelitian ini meliputi identifikasi risiko melalui dokumen dan observasi, diikuti dengan penilaian risiko menggunakan kuesioner. Temuan penelitian mengindikasikan bahwa aktivitas pemotongan termasuk dalam kategori risiko paling tinggi, sementara aktivitas lainnya berada pada tingkat risiko menengah hingga rendah. Berdasarkan kondisi tersebut, disarankan penerapan pengendalian melalui penggantian yang lebih aman, pengaturan administratif, serta pemanfaatan alat pelindung diri (APD) [19].

PT. Zae Elang Perkasa (ZEP), sebuah perusahaan di bidang industri logam, telah mengalami berbagai kecelakaan kerja selama proses bubut, seperti luka akibat gram, goresan pada tangan, dan paparan cairan *coolant*. Penelitian ini bertujuan mengelola risiko melalui proses identifikasi, penilaian, dan pengendalian menggunakan metode HIRADC sebagai bagian integral dari Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3). Hasil kajian menunjukkan adanya 14 potensi bahaya yang menghasilkan 15 risiko negatif serta 7 peluang dengan 15 risiko positif, di mana pengendalian terhadap risiko ancaman dilakukan melalui langkah administratif, sedangkan risiko peluang ditangani dengan strategi exploit [20].

Secara umum penilaian mengenai L dan S mempunyai tingkatan skala 1-5 yang menjelaskan mengenai tingkat kemungkinan terjadi dan tingkat keparahan [21]. Studi kasus yang terjadi di PT. XYZ Cilacap Jawa Tengah skala yang menentukan nilai L dan S (1 – 9) adalah ahli konsultan K3 yang bekerja sama dengan divisi HSE PT XYZ di Cilacap Jawa Tengah masing masing perusahaan mempunyai standar penilaian resiko yang mereka tentukan disesuaikan dengan kondisi tempat mereka bekerja.

METODE PENELITIAN

Untuk menyelesaikan permasalahan kecelakaan kerja, penelitian ini mencakup beberapa tahapan utama yang meliputi pengumpulan data dan analisis data. Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui kegiatan observasi lapangan serta wawancara dengan staf pada departemen *Health, Safety, and Environment*, serta pengamatan di area kerja IPAL. Penulis juga menggunakan literature review untuk mengumpulkan data sekunder dari jurnal dan buku terkait penelitian. Observasi dilakukan untuk mengidentifikasi bahaya, penilaian risiko dan penyusunan rencana pengendalian.

Pada tahapan analisis data yang digunakan adalah metode HIRADC. Diawali dengan pengamatan secara langsung pada area kerja IPAL lalu hasil dari pengamatan tersebut dicantumkan ke dalam tabel HIRADC dengan pedoman penulisan tabel HIRADC yang sesuai aturan dengan rencana pengendalian yang dibuat sesuai dengan struktur hirarki dalam HIRADC.

Dalam Metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control*, hierarki pengendalian risiko digunakan untuk menentukan langkah paling efektif, meliputi:

1. Eliminasi

Meniadakan sumber bahaya secara menyeluruh, misalnya dengan mengganti proses yang

	1	2	3
1	1	2	3
2	2	4	6
3	3	6	9

Gambar 3: Matriks HIRADC



Gambar 4: Heiraki pada HIRADC [22]

berisiko tinggi menjadi proses yang lebih aman.

2. Substitusi

Menggantikan bahan, peralatan, atau proses yang berisiko dengan alternatif lain yang memiliki tingkat keamanan lebih tinggi.

3. Rekayasa Teknis

Mengurangi paparan bahaya melalui modifikasi peralatan atau lingkungan kerja, misalnya memasang pagar pengaman

4. Pengendalian Administratif

Mengurangi risiko dengan pelatihan, prosedur kerja aman, atau tanda peringatan.

5. APD (Alat Pelindung Diri)

Melindungi pekerja dengan peralatan seperti helm, masker, dan sarung tangan, sebagai langkah terakhir. Pendekatan ini memprioritaskan penghapusan bahaya untuk pengendalian risiko yang optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasar Tabel 3 dan Gambar 3, analisis HIRADC menunjukkan bahwa mayoritas aktivitas di fasilitas pengolahan limbah (sekitar 66% - 75%) berada pada kategori risiko tinggi. Kegiatan yang paling berpotensi menimbulkan bahaya meliputi penanganan bahan kimia berbahaya (tawas dan kaporit), serta eksposur terhadap sistem kelistrikan (kipas bak ekualisasi dan peralatan listrik umum). Risiko ini diukur melalui kombinasi *Likelihood* (kemungkinan terjadinya insiden) dan

Table 3: HIRADC Sebelum Perbaikan

Proses	Aktivitas	Sumber Bahaya	Aspek/Potensi Bahaya	Dampak Lingkungan/K3	L	S	Risk Status
Pengumpulan limbah kantor	Pemberian tawas	Tawas	Paparan bahan kimia	Iritasi pada kulit dan menyebabkan kanker	3	3	9
Pencampuran bahan kimia	Pengambilan tempat tawas	Lantai licin dan sempit	Terjatuh	Pekerja dapat Tenggelam	3	3	9
Proses aerasi	Penguraian dengan mikroorganisme	Kipas bak ekualisasi	Konsleting	Kebakaran	2	3	6
Proses Bak ekualisasi	Proses pengolahan limbah	Bak ekualisasi	Kebocoran	Sekitar bak ekualisasi dapat tercemar	1	3	3
		Peralatan kelistrikan	Konsleting	Terserum	3	3	9
Limbah B3	Pemberian ka-	Kaporit	Paparan	Iritasi pada kulit	3	3	9

Severity (keparahan konsekuensi), menghasilkan nilai risiko 9 pada empat aktivitas tersebut.

Kegiatan pencampuran bahan kimia, yang melibatkan kondisi lantai licin dan sempit, juga menempatkan pekerja dalam situasi berisiko tinggi terhadap jatuh atau tenggelam, dengan nilai risiko 9. Sebaliknya, kebocoran bak ekualisasi menghasilkan risiko terendah (nilai 3), namun tetap memerlukan perhatian karena potensi pencemaran lingkungan.

Secara keseluruhan, distribusi risiko ini menegaskan perlunya intervensi proaktif pada dua domain utama: (1) pengelolaan bahan kimia dan (2) mitigasi kecelakaan listrik. Intervensi tersebut harus melibatkan penerapan APD, sistem ventilasi yang memadai, inspeksi rutin kelistrikan, serta pelatihan berkelanjutan bagi tenaga kerja. Dengan demikian, risiko dapat dikurangi ke tingkat menengah atau rendah, meningkatkan keselamatan operasional dan kepatuhan terhadap standar lingkungan dan K3.

Berikut disajikan enam rangkaian tindakan korektif yang dirancang untuk menurunkan tingkat risiko pada setiap proses di IPAL. Setiap langkah didasarkan pada analisis HIRADC sebelumnya dan mempertimbangkan keterbatasan operasional serta kebutuhan akan kontinuitas produksi. Pendekatan ini menggabungkan substitusi—penggantian material atau prosedur yang lebih aman dengan kontrol teknis dan penerapan peralatan pelindung diri (APD), sehingga risiko dapat dipertahankan pada level yang dapat diterima tanpa mengorbankan efisiensi operasional. Seluruh rangkaian dirangkum di dalam Tabel 4.

1. Pengendalian Paparan Bahan Kimia Akibat Tawas

Untuk mengurangi paparan bahan kimia di area IPAL, penggunaan APD seperti sarung tangan dan masker wajib, serta disediakan fasilitas cuci tangan. Pemberian tawas harian yang melibatkan kontak langsung dengan bahan kimia menurunkan status risiko dari 9 menjadi 6 setelah penerapan APD, karena proses manual dan bahan kimia tidak dapat dihilangkan.

2. Pengendalian Risiko Tenggelam

Untuk mengurangi risiko pekerja tenggelam, dapat dilakukan substitusi dengan memasang lantai anti-slip dan railing di tepi bak ekualisasi, sementara penggunaan sepatu anti-slip sebagai APD dapat diterapkan sementara. Status risiko sebelum pengendalian adalah 9, turun menjadi 3 setelah pengendalian, yang efektif dalam mengurangi risiko tenggelam.

3. Pengendalian Risiko Tersetrum

Pengendalian risiko konsleting dilakukan dengan mengganti kabel yang lebih aman dan tahan air, serta bahan tempat tawas yang tidak mudah menghantarkan listrik. Status risiko turun dari 9 menjadi 3 setelah pengendalian, yang penting untuk mencegah situasi darurat yang membahayakan pekerja, karena risiko tersetrum tidak bisa dihilangkan sepenuhnya dalam aktivitas di area IPAL.

4. Pengendalian Risiko B3

Limbah B3 adalah tugas rutin yang tidak dapat dihilangkan, karena pekerja harus memberikan kaporit ke bak ekualisasi setiap minggu untuk membunuh bakteri berbahaya. Solusi pengendalian yang dapat diterapkan adalah penggunaan APD lengkap, seperti sarung tangan dan masker, serta penyediaan tempat cuci tangan untuk mengurangi paparan bahan kimia.

5. Pengendalian Risiko Kebakaran

Kebakaran di area kerja IPAL dapat merusak aset dan membahayakan keselamatan pekerja, sehingga dianggap kondisi darurat. Pengendalian risiko dilakukan dengan mengganti kabel sesuai standar arus listrik dan pengadaan APAR, yang menurunkan status risiko dari 6 menjadi 3. Jika tidak ditangani, reputasi perusahaan dapat tercemar. Substitusi adalah metode paling efektif karena mengurangi risiko tanpa mengganggu sistem yang berjalan.

6. Pengendalian Kebocoran Bak Ekualisasi

Pengendalian risiko rembesan air di area IPAL dilakukan dengan perawatan rutin dan penggunaan bahan tahan air untuk mencegah kebocoran, yang dapat merugikan lingkungan dan

perusahaan. Setelah pengendalian, status risiko turun dari 3 menjadi 1. Perusahaan juga perlu memeriksa struktur bangunan.

Table 4: HIRADC Setelah Perbaikan

Proses	Aktivitas	Sumber Bahaya	Aspek/ Bahaya	Potensi	Dampak/ K3	Lingkun- L	S	Risk Statuts	Resiko/Peluang
Pengumpulan limbah office	Pemberian Tawas	Tawas	Paparan kimia	bahan	Iritasi Pada Kulit dan menyebabkan cancer	3	2	6	R: Biaya pembelian APD tinggi
Pencampuran bahan kimia	Pengambilan tempat tawas	Lantai licin dan sempit	Terjatuh		Pekerja dapat Tenggelam	1	3	3	R: Biaya pembelian <i>railing</i>
Proses ekualisasi		Kipas Bak ekualisasi	Konsleting		Kebakaran	2	1	3	R: Membuat nama perusahaan tercemar
Proses ekualisasi	Bak Proses pengelolaan limbah	Bak ekualisasi	Kebocoran		Sekitar bak ekualisasi dapat tercemar	1	1	1	R: Pengelolaan air limbah tidak berjalan dengan baik P: pengecekan berkala pada struktur bangunan
		Peralatan listrik ke-	Konsleting		Tersetrum	1	3	3	P; Pergantian bahan yang tidak mudah menghantarkan arus listrik
Limbah B3	Pemberian Kaporit	Kaporit	Paparan Kimia	Bahan	Iritasi Pada Kulit dan Luka Bakar	1	3	3	R: Biaya pembelian APD tinggi

KESIMPULAN

Terdapat empat temuan yang mempunyai nilai *risk status* yang tinggi antara lain adalah iritasi pada kulit akibat bahan kimia tawas, terjatuh yang mengakibatkan tenggelam, korsleting listrik yang menyebabkan operator tersetrum dan limbah B3 dari kaporit yang dibawa dengan tangan secara langsung dan mengakibatkan iritasi serta luka bakar pada pekerja. Ke empat temuan tersebut mempunyai nilai risiko yang sama yaitu sembilan. Setelah perbaikan dilakukan pada *risk status*, temuan yang masih tinggi adalah pemberian tawas yang sebelum perbaikan nilai *risk status* adalah sembilan, setelah perbaikan menjadi enam dan menjadi nilai paling tinggi diantara resiko kecelakaan kerja lainnya. Dengan demikian, penelitian ini menegaskan bahwa penerapan strategi pengendalian risiko berbasis hierarki-dengan penekanan pada eliminasi dan substitusi bila memungkinkan, dilengkapi dengan rekayasa teknik, kontrol administratif, dan APD—adalah pendekatan yang komprehensif dan berkelanjutan untuk meningkatkan keselamatan kerja serta meminimalkan dampak lingkungan di fasilitas IPAL.

References

- [1] W. Jannah, M. Neza, H. Sitompul, and S. Nabilawati, "Analisis penerapan manajemen ke- selamatan kesehatan kerja di industri program studi ilmu kesehatan masyarakat , universi- tas islam negeri sumatera utara fakultas teknik , universitas islam sumatera utara," , vol. 2, pp. 79–88, 2024.
- [2] M. F. R. Yusuf and D. Effendy, "Pelaksanaan keselamatan kerja di pt. kanza se- jahtera berdasarkan peraturan menteri pekerjaan umum dan perumahan rakyat nomor 21/prt/m/2019 dihubungkan dengan undang- undang nomor 1 tahun 1970," *Bandung Conf. Ser. Law Stud.*, vol. 2, no. 1, pp. 112–118, 2022.
- [3] V. R. P. J. R. Asthenu, "Pengaruh keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan kerja terhadap produktivitas kerja karyawan," , vol. 11, no. 2, pp. 478–482, 2022.
- [4] A. Sarbiah, "Penerapan pelaksanaan keselamatan dan kesehatan kerja (k3) pada karyawan," *Heal. Inf. J. Penelit.*, vol. 15, no. 2, pp. e1210–e1210, 2023.
- [5] S. Unitomo, M. O. Bustamin, W. A. Nugroho, and U. U. Kuroumang, "Analisis risiko kece- lakaan kerja pada proyek apartemen klaska residence surabaya," *Publ. Ris. Orientasi Tek. Sipil*, vol. 4, no. 2, pp. 82–89, 2022.
- [6] S. Agustin, "Implementasi undang-undang nomor 13 tahun 2003 tentang ketenagakerjaan terhadap pemenuhan jaminan keselamatan dan kesehatan kerja (k3) (studi kasus di dinas lingkungan hidup kota malang) dwi," , vol. 3, pp. 9222–9238, 2023.
- [7] L. W. Afredo, "Analisis resiko kecelakaan kerja di cv. jati jepara furniture dengan metode hirarc (hazard identification risk assessment and risk control)," *J. Ilm. Tek. Ind. Prima (JURITI PRIMA)*, vol. 4, no. 2, 2021.
- [8] H. P. C. KevinWijaya and I. G. A. Widyadana, "Pengaruh penerapan manajemen k3 terhadap kinerja karyawan pada proyek konstruksi di surabaya," , vol. 8, no. 2, pp. 51–63, 2021.
- [9] H. Pranoto, "Manajemen resiko terkait keselamatan dan kesehatan dalam proyek konstruksi," *J. Soc. Sci. Res.*, vol. Volume 4, no. Nomor 3, pp. 2106–2115, 2024.
- [10] S. Atsya, A. Dien, and R. Purwaningsih, "Pendekatan hirarc (studi kasus: pt krakatau bandar samudera)," , pp. 1–11, 2024.
- [11] W. Rohmatillah, D. Sari, T. Yuniastuti, S. Widyagama, H. Malang, and W. Rohmatillah, "Anal- isa strategi proaktif dalam mencegah risiko bahaya dengan metode hiradc di cv x pakis," *Media Husada J. Environ. Heal.*, vol. 1, no. 1, pp. 28–35, 2021.
- [12] D. Islah, A. R. S. Firdaus, A. Alim, and Rusnita, "Penerapan hazard identification , risk asses- ment and determining control (hiradc) dalam pengendalian kecelakaan kerja pada pekerja di pt . industri kapal," *J. keperawatan dan Kesehat. Masy.*, no. 60, pp. 60–71, 2024.
- [13] W. Sari, "Hiradc pada pt sandang asia maju abstrak," , pp. 1–9, 2024. M. J. A. Lubis, G. Sihombing, and A. B. H. Yanto, "Analisis resiko kecelakaan kerja meng- gunakan metode hirarc pada pt. telkom indonesia jakarta utara," *IMTechno J. Ind. Manag. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 15–23, 2024.
- [14] A. Y. Markus and Z. Djunaidi, "Hazard identification, risk assessment and determining control (hiradc) pada kegiatan perawatan rolling stock equipment di tambang bawah tanah pt. x," *J. Ilm. Manajemen, Ekon. Akunt.*, vol. 8, no. 2, pp. 479–497, 2024.

- [15] M. Z. Anshori, "Analisa penerapan k3 pada pemeliharaan gardu distribusi listrik di pt. pln (persero) ulp cikande menggunakan metode hiradc," , vol. 7, no. 1, pp. 50–58, 2024.
- [16] V. A. Wulandari and Q. Sholihah, "Evaluasi risiko keselamatan dan kesehatan kerja dalam proses produksi di pt. x menggunakan pendekatan hiradc," *J. Rekayasa Sist. Dan Manaj. Ind.*, vol. 02, no. 01, pp. 1–12, 2024. [Online].
- [17] G. R. A. Rasya, M. Fauziah, A. Andriyani, and E. Ernyasih, "Penerapan hiradc di pekerjaan pembesian pada pembuatan saluran pelimpah (spillway) proyek bendungan 'x' bogor tahun 2021," *Environ. Occup. Heal. Saf. J.*, vol. 3, no. 2, p. 191, 2023.
- [18] S. A. Silviya and E. Purnamawati, "Analisis resiko keselamatan dan kesehatan kerja menggunakan metode hiradc dan shell model di pt. dika teknik madiun," , pp. 237–252, 2021.
- [19] T. Saputro and D. Lombardo, "Metode hazard identification, risk assessment and determining control (hiradc) dalam mengendalikan risiko di pt. zae elang perkasa," *J. Baut Dan Manufaktur*, vol. 03, no. 1, pp. 23–29, 2021.
- [20] R. D. Nurhayati and Y. S. Purnomo, "Analisis risiko k3 dengan metode hiradc pada industri pengolahan makanan laut di jawa timur," *INSOLOGI J. Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 3, pp. 450–461, 2023.
- [21] D. P. G. Soesanto and N. Susanto, "Analisis risiko potensi bahaya dan pengendaliannya menggunakan metode hiradc dalam upaya pencegahan kecelakaan kerja (studi kasus: Kom- partemen jasa pelayanan pabrik pt pupuk kalimantan timur)," *Industrial Engineering Online Journal*, vol. 13, no. 4, 2024.