

Analisis Risiko Keselamatan Kerja Pekerja Terowongan PLTA Aceh Tengah Menggunakan Metode HIRADC

Rizka Junita^{*1}, Tahara Dilla Santi², Putri Ariscasari³

^{1,2,3}Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Aceh, Indonesia
Email: ¹rizkajunita2002@gmail.com, ²tahara.dilla@unmuha.ac.id, ³putri_ariscasari@yahoo.co.id

Abstrak

Pekerjaan di confined space, seperti terowongan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), memiliki risiko kecelakaan kerja yang tinggi akibat berbagai faktor bahaya, termasuk getaran, pencahayaan rendah, dan arus listrik, sehingga diperlukan analisis risiko yang sistematis untuk meningkatkan keselamatan kerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bahaya yang dihadapi pekerja di terowongan PLTA Aceh Tengah menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) serta menilai tingkat risiko berdasarkan standar AS/NZS 4360. Penelitian ini bersifat deskriptif kualitatif dengan pengumpulan data melalui observasi selama tiga hari, di mana risiko dikategorikan berdasarkan skala probability dan severity dalam matriks risiko AS/NZS 4360. Hasil analisis menunjukkan bahwa beberapa bahaya memiliki tingkat risiko ekstrem, terutama terkait dengan paparan getaran, pencahayaan yang tidak memadai, serta ergonomi yang tidak sesuai dengan standar keselamatan. Untuk mengurangi risiko tersebut, penelitian ini merekomendasikan berbagai upaya pengendalian, seperti pelatihan keselamatan bagi pekerja, penggunaan alat pelindung diri (APD) yang sesuai, serta penerapan prosedur kerja aman guna meminimalkan potensi kecelakaan kerja. Kesimpulannya, metode HIRADC terbukti efektif dalam mengidentifikasi bahaya di confined space serta membantu dalam menetapkan langkah-langkah mitigasi yang dapat meningkatkan keselamatan pekerja. Implementasi hasil penelitian ini diharapkan dapat mengurangi tingkat risiko dan menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman di sektor konstruksi PLTA.

Kata Kunci: *Confined Space, HIRADC, Keselamatan Kerja, PLTA, Risiko Pekerjaan*

Abstract

Work in confined spaces, such as hydroelectric power plant tunnels, has a high risk of occupational accidents due to various hazards, including vibration, low lighting, and electric current, so a systematic risk analysis is needed to improve occupational safety. This study aims to identify the hazards faced by workers in the Aceh Tengah hydroelectric power plant tunnel using the Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) method and assess the level of risk based on the AS/NZS 4360 standard. This study is a qualitative descriptive study with data collection through three days of observation, where risks are categorized based on the probability and severity scales in the AS/NZS 4360 risk matrix. The results of the analysis show that several hazards have extreme risk levels, especially related to exposure to vibration, inadequate lighting, and ergonomics that do not comply with safety standards. To reduce these risks, this study recommends various control efforts, such as safety training for workers, the use of appropriate personal protective equipment (PPE), and the implementation of safe work procedures to minimize the potential for occupational accidents. In conclusion, the HIRADC method has proven to be effective in identifying hazards in confined spaces and assisting in establishing mitigation measures that can improve worker safety. The implementation of the results of this study is expected to reduce the level of risk and create a safer working environment in the hydropower construction sector.

Keyword: *Confined Space, HIRADC, Hydroelectric Power Plant, Work Safety, Work Risk*

1. PENDAHULUAN

Salah satu penyumbang angka kematian pada pekerja adalah kecelakaan kerja pada ruang terbatas atau confined space. Occupational Safety and Health (OSHA) mengestimasi bahwa ada sekitar 239.000

industri dengan 12 juta pekerja yang memiliki confined space di area kerjanya (Mardlotillah, 2020). Namun, kesadaran akan bahaya bekerja di confined space masih tergolong rendah, sehingga meningkatkan risiko kecelakaan kerja (Rizal Jaelani, 2022). Oleh karena itu, perusahaan memiliki kewajiban untuk memberikan perlindungan terhadap pekerja dengan menerapkan metode manajemen risiko seperti HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control) (Pamungkas, 2021).

BPJS Ketenagakerjaan (2024), mencatat bahwa angka kecelakaan kerja yang dilaporkan mengalami fluktuasi dalam beberapa tahun terakhir. Pada tahun 2017, jumlah kecelakaan kerja yang dilaporkan mencapai 123.041 kasus, meningkat menjadi 173.105 kasus pada tahun 2018, dan turun menjadi 114.000 kasus pada tahun 2019. Namun, angka ini kembali meningkat sebesar 55,2% menjadi 177.000 kasus pada tahun 2020. Sementara itu, sepanjang Januari hingga September 2021, tercatat 82.000 kasus kecelakaan kerja dan 179 kasus penyakit akibat kerja, dengan 65 persen disebabkan oleh Covid-19 (Arifuddin et al., 2023). Angka ini menunjukkan bahwa kecelakaan kerja masih menjadi permasalahan serius yang perlu mendapat perhatian khusus.

Confined space menghadirkan berbagai bahaya bagi pekerja, seperti kekurangan oksigen, paparan gas beracun, dan potensi ledakan akibat akumulasi gas yang mudah terbakar (Mardlotillah, 2020). Nabila (2020), menambahkan bahwa risiko ledakan meningkat jika terdapat sumber panas atau percikan api dalam ruang terbatas tersebut. Oleh karena itu, identifikasi risiko yang akurat sangat penting untuk mengurangi potensi kecelakaan kerja dalam confined space.

PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) merupakan fasilitas pembangkit listrik yang menggunakan energi potensial air untuk menggerakkan turbin dan menghasilkan listrik (Hidayat, 2019). Dalam operasionalnya, terdapat beberapa area yang tergolong sebagai confined space, seperti terowongan air dan ruang mesin, yang memiliki potensi bahaya tinggi bagi pekerja. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan penilaian risiko di PLTA Aceh Tengah dengan pendekatan HIRADC guna mengidentifikasi, menganalisis, mengevaluasi, dan memberikan perlakuan terhadap risiko yang ditemukan.

Penelitian sebelumnya telah membahas berbagai aspek risiko di confined space, namun masih terdapat kesenjangan dalam penerapan metode HIRADC secara spesifik di sektor PLTA. Misalnya, penelitian oleh Mentari Ramadhania, Nazarwin Saputra, Dadang Herdiansyah, (2021) berfokus pada analisis gas beracun di ruang terbatas di industri manufaktur, sementara studi oleh Dhaifullah (2022), lebih menitikberatkan pada evaluasi keselamatan kerja di sektor pertambangan. Studi ini akan memberikan kontribusi dengan mengisi kesenjangan tersebut, terutama dalam penerapan HIRADC pada confined space di sektor pembangkitan listrik tenaga air.

Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi, menganalisis, mengevaluasi, dan memberikan rekomendasi perlakuan risiko terhadap pekerja yang bekerja di confined space pada PLTA Aceh Tengah dengan menggunakan pendekatan HIRADC. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam upaya pencegahan kecelakaan kerja serta meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di lingkungan PLTA.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif kualitatif. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode HIRADC pada PLTA Aceh Tengah, yang mencakup tahap identifikasi bahaya (hazard identification), tahap penilaian risiko (risk assessment), dan tahap pengendalian risiko (risk control). Penilaian risiko dilakukan dengan menggunakan skala probability dan skala severity, yang hasil akhirnya ditentukan berdasarkan skala risk matrix menggunakan standar AS/NZS 4360:2004.

Untuk memastikan validitas data yang diperoleh, penelitian ini menetapkan kriteria inklusi dan eksklusi dalam pemilihan aktivitas kerja yang diamati. Kriteria inklusi dalam penelitian ini mencakup pekerja yang memiliki pengalaman kerja minimal satu tahun di lingkungan confined space PLTA, aktivitas kerja yang dilakukan di confined space dengan potensi bahaya tinggi, serta pekerja yang bersedia menjadi responden dalam penelitian ini. Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi pekerja yang

tidak memiliki izin atau sertifikasi untuk bekerja di confined space, aktivitas kerja yang dilakukan di luar area confined space, serta pekerja yang sedang dalam kondisi kesehatan yang tidak memungkinkan untuk diwawancarai atau diobservasi.

Metode penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Tahap pertama adalah identifikasi bahaya, yang dilakukan melalui observasi langsung terhadap aktivitas kerja di confined space serta wawancara dengan pekerja mengenai potensi bahaya yang dihadapi. Tahap kedua adalah penilaian risiko, yang mencakup penentuan probability (frekuensi kejadian risiko), penentuan severity (tingkat dampak dari risiko), serta penentuan tingkat risiko dengan menggunakan tabel risk matrix AS/NZS 4360:2004. Tahap terakhir adalah evaluasi dan pengendalian risiko, di mana risiko yang telah dikategorikan ke dalam tingkat Low (L), Medium (M), High (H), atau Extreme (E) dianalisis lebih lanjut untuk merekomendasikan tindakan pengendalian yang dapat mengurangi risiko tersebut.

Penentuan skala probability dan severity dilakukan dengan pendekatan yang terstruktur berdasarkan standar AS/NZS 4360:2004. Probability atau kemungkinan terjadinya bahaya dikategorikan menjadi lima tingkatan, yaitu sangat jarang (rare) yang hampir tidak pernah terjadi, jarang (unlikely) yang dapat terjadi dalam kondisi tertentu, kadang-kadang (possible) yang bisa terjadi dalam kondisi normal, sering (likely) yang sering terjadi dalam aktivitas kerja, dan sangat sering (almost certain) yang hampir selalu terjadi dalam aktivitas kerja. Sementara itu, severity atau dampak yang ditimbulkan juga dikategorikan menjadi lima tingkatan, yaitu insignifikan yang hanya menyebabkan cedera ringan tanpa kehilangan waktu kerja, minor yang menyebabkan cedera ringan dengan kehilangan waktu kerja singkat, moderate yang mengakibatkan cedera sedang dan memerlukan perawatan medis lebih serius, major yang menyebabkan cedera berat dan ketidakmampuan permanen atau kehilangan nyawa, serta catastrophic yang menyebabkan banyak korban jiwa atau kerugian besar.

Penilaian risiko berdasarkan standar AS/NZS 4360:2004 menggunakan tabel risk matrix yang menghubungkan tingkat probability dengan tingkat severity untuk menentukan kategori risiko. Tabel ini menunjukkan bahwa risiko dapat diklasifikasikan sebagai rendah (Low/L), sedang (Medium/M), tinggi (High/H), atau parah (Extreme/E). Dengan metodologi yang terstruktur ini, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif terhadap risiko kerja di confined space PLTA Aceh Tengah serta memberikan rekomendasi yang aplikatif untuk peningkatan keselamatan kerja.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengendalian yang dilakukan guna mengurangi angka kecelakaan yang terjadi pada proyek dan dapat melindungi pekerja dari bahaya yang dihasilkan akibat kerjanya tersebut, contoh yang dapat diambil ialah yang dapat dilakukan untuk mengurai dan menghilangkan risiko tersebut adalah penggunaan alat pelindung diri, prosedur kerja yang aman, pelatihan karyawan, atau perubahan dalam desain lingkungan kerja. Maka dari itu akan dilakukannya penilaian risiko sebagai berikut:

Tabel 1. Tabel Matrik Risiko HIRADC Identifikasi Bahaya Dan Penilaian Risiko Pada Aktivitas Kerja di Terowongan PLTA

Aktivitas Kerja	Hazard	Risiko	Risk Assesment			Risk Control
			Kemungkinan	Keparahan	Tingkat Risiko	
Pengelasan	Pencahayaayan	Gangguan Kesehatan Mata	4	2	High	a. Eliminasi: Mengganti proses/peralatan pencahayaan berbahaya dengan yang lebih aman.
						b. Substitusi: Menggunakan lampu dengan intensitas lebih rendah.
						c. Rekayasa Engineering: Memasang filter/difuser.
						d. Administratif: Pelatihan pekerja.

Pemeriksaan	Fume	Gangguan Pernapasan	3	3	High	e. PPE: Kacamata las dan pelindung wajah.
						a. Eliminasi: Mengubah/menghentikan proses yang menghasilkan fume. b. Substitusi: Menggunakan bahan kimia yang lebih aman. c. Rekayasa Engineering: Filter udara. d. Administratif: Pelatihan pekerja. e. PPE: Masker atau respirator.
	Percikan api	Kebakaran, Cedera personal	3	3	High	a. Eliminasi: Menghilangkan sumber percikan api. b. Substitusi: Menggunakan bahan/proses lebih aman. c. Rekayasa Engineering: Pelindung mesin. d. Administratif: Prosedur kerja aman. e. PPE: Pakaian tahan api.
	Bad Housekeeping	Tersandung/t erpeleset/cedera	4	4	Extreme	a. Eliminasi: Singkirkan barang tidak perlu. b. Substitusi: Gunakan metode yang lebih aman. c. Rekayasa Engineering: Tata letak area kerja lebih baik. d. Administratif: Pembersihan rutin. e. PPE: APD yang sesuai.
	Benda tajam	Luka sayatan	4	2	High	a. Eliminasi: Hilangkan benda tajam yang tidak diperlukan. b. Substitusi: Gunakan alat pemotong dengan pelindung. c. Rekayasa Engineering: Pelindung mata pisau. d. Administratif: Penggunaan teknik kerja yang aman. e. PPE: Sarung tangan pelindung.
	Getaran	Kerusakan jaringan tubuh	4	4	Extreme	a. Eliminasi: Menghapus proses yang menyebabkan getaran tinggi. b. Substitusi: Mesin dengan teknologi pengurangan getaran. c. Rekayasa Engineering: Isolator getaran. d. Administratif: Rotasi pekerjaan. e. PPE: Sarung tangan pelindung.
	Kebisingan	Gangguan pendengaran	3	3	High	a. Eliminasi: Menghentikan peralatan bising. b. Substitusi: Mesin dengan pelindung suara. c. Rekayasa Engineering: Peredam suara. d. Administratif: Rotasi pekerja. e. PPE: Earmuff dan earplug.
	Arus listrik	Luka bakar, cedera fisik	3	3	High	a. Eliminasi: Hentikan penggunaan peralatan listrik yang tidak terawat. b. Substitusi: Gunakan peralatan listrik lebih aman.

Pemotongan
Pipa

Instalasi Listrik						c. Rekayasa Engineering: Isolasi kabel. d. Administratif: Prosedur kerja aman. e. PPE: Sarung tangan dan sepatu isolasi.
	Tersengat listrik	Luka bakar, kebakaran	3	3	High	a. Eliminasi: Hindari penggunaan peralatan berisiko tinggi. b. Substitusi: Gunakan peralatan listrik dengan fitur pelindung. c. Rekayasa Engineering: Isolasi kabel. d. Administratif: Prosedur kerja aman. e. PPE: Sarung tangan isolasi.
	Kabel melintang	Tersangkut kabel listrik	3	3	High	a. Eliminasi: Singkirkan kabel tidak diperlukan. b. Substitusi: Ganti sistem kabel lebih aman. c. Rekayasa Engineering: Atur kabel agar tidak melintang. d. Administratif: Prosedur penanganan kabel. e. PPE: Sepatu keselamatan.
	Ergonomi	Cedera muskuloskeletal	4	5	Extreme	a. Eliminasi: Singkirkan tugas dengan risiko ergonomi tinggi. b. Substitusi: Gunakan peralatan mekanis. c. Rekayasa Engineering: Area kerja ergonomis. d. Administratif: Prosedur kerja ergonomis. e. PPE: APD pendukung postur kerja.
	Konsleting listrik	kebakaran	3	3	High	a. Eliminasi: Nonaktifkan peralatan listrik rusak. b. Substitusi: Gunakan peralatan listrik berstandar aman. c. Rekayasa Engineering: Pasang pemutus sirkuit. d. Administratif: Inspeksi rutin. e. PPE: Sarung tangan isolasi.
	Debu/partikel	Gangguan paru-paru	3	3	High	a. Eliminasi: Hapus sumber debu. b. Substitusi: Gunakan bahan lebih aman. c. Rekayasa Engineering: Ventilasi udara. d. Administratif: Atur jadwal kerja untuk mengurangi paparan. e. PPE: Masker atau respirator.
	Kebisingan	Gangguan pendengaran	3	3	High	a. Eliminasi: Hentikan penggunaan peralatan bising. b. Substitusi: Mesin dengan pelindung suara. c. Rekayasa Engineering: Peredam suara. d. Administratif: Rotasi pekerja. e. PPE: Earmuff dan earplug.
	Getaran	Kerusakan tulang, otot, sendi	4	4	Extreme	a. Eliminasi: Hilangkan proses yang menghasilkan getaran tinggi.

					b. Substitusi: Gunakan mesin dengan teknologi pengurangan getaran. c. Rekayasa Engineering: Isolator getaran. d. Administratif: Rotasi pekerjaan. e. PPE: Sarung tangan pelindung.
Benda tajam	Luka sayatan, luka tusukan	3	3	High	a. Eliminasi: Gunakan alat dengan desain lebih aman. b. Substitusi: Gunakan alat dengan ujung tumpul. c. Rekayasa Engineering: Pelindung pada benda tajam. d. Administratif: Prosedur kerja aman. e. PPE: Sarung tangan pelindung.

3.1. Pengelasan

Aktivitas kerja pada pengelasan memiliki risiko signifikan terhadap kesehatan, terutama gangguan mata akibat paparan radiasi cahaya dari proses las. Meskipun penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) seperti wearpack, helm las, sarung tangan kulit, dan pelindung kaki telah dianjurkan, tingkat kepatuhan pekerja masih bervariasi. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa kepatuhan penggunaan APD berkorelasi dengan rendahnya angka kecelakaan kerja (Indryani, 2022). Namun, data terbaru mengindikasikan bahwa banyak pekerja masih enggan menggunakan APD lengkap karena alasan kenyamanan dan kebiasaan kerja yang tidak mengutamakan keselamatan (Nurdiana Tanjung & Susilawati Susilawati, 2024).

Risiko utama dalam pengelasan tidak hanya terbatas pada gangguan mata, tetapi juga mencakup bahaya radiasi, asap dan gas beracun, percikan api, serta risiko kebakaran dan sengatan listrik (Cahyono & Susiati, 2024). Ketidaktahuan pekerja terhadap pentingnya APD dan perasaan tidak nyaman saat menggunakannya menjadi faktor utama dalam peningkatan risiko kecelakaan. Studi oleh Santa Novita Yosephin Silalahi & Yas Suriani (2022), menunjukkan bahwa faktor perilaku pekerja memiliki peran signifikan dalam penggunaan APD, di mana pekerja yang kurang sadar akan bahaya memiliki kecenderungan lebih tinggi untuk mengabaikan perlindungan diri mereka.

Perbandingan dengan studi lain mengungkapkan bahwa di sektor industri serupa, tingkat penggunaan APD lebih tinggi ketika regulasi ditegakkan secara ketat oleh manajemen dan dilakukan pengawasan berkala (Azizah et al., 2021). Implikasi dari temuan ini adalah perlunya penerapan kebijakan yang lebih ketat terkait pengawasan penggunaan APD dan pelatihan rutin bagi pekerja dalam meningkatkan kesadaran akan keselamatan kerja.

3.2. Pemotongan Pipa

Aktivitas pemotongan pipa memiliki beberapa risiko utama, termasuk cedera akibat benda tajam, getaran yang merusak jaringan tubuh, paparan kebisingan, dan sengatan listrik. Meskipun HSE (Health, Safety, and Environment) telah secara rutin mengingatkan pekerja untuk menggunakan APD, masih terdapat resistensi dalam penggunaannya (Bakara et al., 2020). Data menunjukkan bahwa pekerja yang tidak menggunakan APD memiliki kemungkinan cedera mata 17 kali lebih tinggi dibandingkan mereka yang menggunakan APD secara konsisten.

Penelitian terbaru oleh Restu & Yuamita (2023), yang menggunakan metode HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control) mengidentifikasi bahwa pemotongan kulit secara manual merupakan aktivitas berisiko tinggi dengan tingkat risiko "Moderate" (Level 3). Upaya mitigasi yang direkomendasikan meliputi penerapan SOP yang lebih ketat, pelatihan keselamatan kerja, serta pemasangan poster keselamatan untuk meningkatkan kesadaran pekerja.

Studi perbandingan dengan industri serupa menunjukkan bahwa negara dengan regulasi ketat dan inspeksi rutin memiliki angka kecelakaan kerja yang lebih rendah. Sebagai contoh, penelitian di industri manufaktur di Jepang menunjukkan bahwa penerapan inspeksi keselamatan rutin dan penegakan kebijakan K3 yang lebih ketat berhasil mengurangi kecelakaan hingga 40% dalam lima tahun terakhir (Tuyl, 2021). Implikasi dari temuan ini adalah perlunya perbaikan dalam sistem pengawasan serta peningkatan efektivitas pelatihan keselamatan kerja di Indonesia.

3.3. Instalasi Listrik

Pekerjaan instalasi listrik memiliki risiko tinggi, termasuk tersengat listrik, luka bakar, hingga kematian akibat hubungan arus pendek. Pengendalian utama yang direkomendasikan mencakup pemadaman saluran listrik sebelum bekerja, penggunaan APD berbahan isolator seperti sarung tangan dan sepatu karet, serta memastikan hanya pekerja profesional yang menangani instalasi listrik (International Labour Organization, 2023).

Selain risiko listrik, bahaya ergonomi juga menjadi perhatian utama dalam pekerjaan ini. Posisi kerja yang tidak ergonomis dapat menyebabkan cedera muskuloskeletal (MSDs) seperti gangguan otot dan sendi. Studi terbaru menunjukkan bahwa pekerja yang tidak diberikan pelatihan ergonomi memiliki risiko lebih tinggi mengalami gangguan ini dibandingkan pekerja yang telah diberikan pelatihan dan akses terhadap lingkungan kerja yang ergonomis (Muthia Hanifah Amrin, 2023).

Perbandingan dengan regulasi internasional menunjukkan bahwa negara-negara maju memiliki standar yang lebih tinggi dalam instalasi listrik, termasuk kewajiban sertifikasi bagi teknisi listrik dan audit keselamatan berkala. Studi di Eropa menunjukkan bahwa tingkat kecelakaan akibat kelalaian dalam instalasi listrik dapat dikurangi hingga 50% dengan menerapkan regulasi yang lebih ketat (Tucson, 2022). Oleh karena itu, implikasi bagi Indonesia adalah perlunya peningkatan standar keselamatan kerja melalui regulasi yang lebih jelas dan penerapan inspeksi berkala yang lebih ketat.

3.4. Grinding

Pekerjaan grinding berisiko tinggi terhadap kesehatan paru-paru akibat inhalasi partikel debu serta bahaya lainnya seperti kebisingan dan percikan api. Oleh karena itu, penggunaan masker debu, pelindung telinga, dan sarung tangan menjadi esensial dalam mencegah dampak kesehatan jangka panjang (Nurfitri et al., 2020).

Analisis terbaru di industri kapal menunjukkan bahwa 66,6% pekerja berada dalam kategori paparan rendah, sedangkan 33,3% berada dalam kategori paparan tinggi terhadap partikel debu dan bahaya lainnya. Faktor utama yang mempengaruhi risiko ini adalah tingkat kesadaran pekerja terhadap penggunaan APD serta pengawasan dari pihak manajemen (Rahmillah Mitha, 2020).

Studi serupa di industri manufaktur menunjukkan bahwa paparan debu dapat dikurangi secara signifikan dengan penggunaan sistem ventilasi yang baik dan peningkatan disiplin penggunaan APD (Aprilyanto et al., 2022). Di beberapa negara, regulasi terkait batas aman paparan debu telah diterapkan dengan ketat untuk melindungi pekerja dari risiko penyakit paru-paru akibat kerja.

Implikasi dari temuan ini adalah perlunya perbaikan dalam pengawasan serta peningkatan kesadaran pekerja terkait pentingnya perlindungan diri. Pemerintah dan perusahaan di Indonesia dapat mempertimbangkan penerapan kebijakan lebih ketat terkait standar ventilasi dan evaluasi berkala terhadap paparan debu di tempat kerja.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perbaikan sistem Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di lingkungan kerja terowongan PLTA Aceh Tengah dengan mengidentifikasi bahaya dan melakukan penilaian risiko menggunakan metode HIRADC, memungkinkan manajemen untuk memahami area kerja dengan potensi bahaya tinggi dan menerapkan langkah-langkah pengendalian yang lebih efektif, seperti peningkatan pelatihan keselamatan, penerapan prosedur kerja

yang lebih ketat, serta pemantauan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) yang lebih sesuai. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi dasar dalam merancang kebijakan keselamatan yang lebih komprehensif, termasuk peningkatan standar *housekeeping* dan ergonomi guna mengurangi kecelakaan kerja akibat lingkungan kerja yang kurang optimal.

Namun demikian, terdapat beberapa keterbatasan dalam penelitian ini, terutama durasi observasi yang relatif singkat sehingga belum mencerminkan variasi kondisi kerja dalam jangka panjang, serta fokus yang hanya terbatas pada identifikasi bahaya dan pengendalian awal tanpa mengevaluasi efektivitas penerapan mitigasi risiko secara berkelanjutan, sementara faktor lain seperti kepatuhan pekerja terhadap prosedur keselamatan juga belum dianalisis secara mendalam, yang dapat mempengaruhi keberhasilan implementasi program K3 di lokasi kerja. Oleh karena itu, penelitian lanjutan sangat diperlukan untuk mengevaluasi efektivitas mitigasi jangka panjang, kepatuhan pekerja terhadap prosedur keselamatan, faktor psikososial yang berkontribusi terhadap penerapan K3, serta pengaruh lingkungan kerja terhadap tingkat kelelahan pekerja yang berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan, di samping pendekatan berbasis teknologi seperti penggunaan sensor untuk memantau kualitas udara dan tingkat getaran di area kerja guna meningkatkan keselamatan pekerja di lingkungan *confined space*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilyanto, T., Rusindiyanto, R., & Tranggono, T. (2022). Analisis Safety Culture di CV. Jaya Tehnik dengan Metode Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA). *Juminten*, 3(1), 13–24. <https://doi.org/10.33005/juminten.v3i1.361>
- Arifuddin, N., Hardi, I., Health, R. K.-J. of M. C., & 2023, undefined. (2023). Faktor yang mempengaruhi terjadinya kecelakaan kerja pada perawat di rumah sakit Dr. Tajuddin Chalid Makassar. *Pasca-Umi.Ac.Id*, 4(2), 1–14. <http://www.pasca-umi.ac.id/index.php/jmch/article/view/1201>
- Azizah, D. N., Pulungan, R. M., Utari, D., & Amrullah, A. A. (2021). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kepatuhan Menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) pada Pekerja Proyek Pembangunan PLTGU Muara Tawar (Persero). *JURNAL ILMIAH KESEHATAN MASYARAKAT: Media Komunikasi Komunitas Kesehatan Masyarakat*, 13(3), 141–150. <https://doi.org/10.52022/jikm.v13i3.177>
- Bakara, A. M., Ahyanti, M., & Yushananta, P. (2020). Risiko Cedera Mata Pada Pekerja Industri Pipa Baja. *Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 14(1), 19. <https://doi.org/10.26630/rj.v14i1.2172>
- BPJS Ketenagakerjaan. (2024). *Kecelakaan Kerja Makin Marak dalam Lima Tahun Terakhir*. <https://www.bpjsketenagakerjaan.go.id/berita/28681/Kecelakaan-Kerja-Makin-Marak-dalam-Lima-Tahun-Terakhir>
- Cahyono, M. D., & Susiati, D. (2024). Analisis Risiko Bahaya Kesehatan dan Keselamatan kerja (K3) Pengelasan dengan Metode Fishbone Diagram dan Job Safety Analisis (JSA). *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 7(1), 273–281. <https://doi.org/10.31004/jutin.v7i1.24073>
- Dhaifullah, D. H. (2022). *Analisis Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (Hirarc) Di Rig a Well Service Pt . Xyz Tahun 2022 Analisis Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (Hirarc) Di Rig a Welservice Pt . Xyz Tahun 2022*. 1–127.
- Hidayat, W. (2019). Prinsip kerja dan komponen - komponen pembangkit listrik tenaga air (PLTA). *Prinsip Kerja Dan Komponen - Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)*, March, <https://osf.io/preprints/inarxiv/drv58/>. <https://doi.org/10.31227/osf.io/drv58>
- Indryani, F. (2022). ANALISIS KEPATUHAN PETUGAS DALAM PENGGUNAAN ALAT PELINDUNG DIRI DI INSTALASI PEMELIHARAAN SARANA DAN PRASARANA RUMAH SAKIT AWAL BROS PANAM. *Braz Dent J.*, 33(1), 1–12.

- International Labour Organization. (2023). *Kesehatan dan Keselamatan pada Sektor Tekstil, Pakaian, Kulit dan Alas Kaki*.
- Mardlotillah, N. I. (2020). Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Area Confined Space. *Higeia Journal of Public Health Research and Development*, 4(1), 315–327. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/higeia>
- Mentari Ramadhania, Nazarwin Saputra, Dadang Herdiansyah, D. (2021). Analisis Hazard Identification, Risk Assesment, Determining Control (Hiradc) Pada Aktivitas Kerja Di Ud Ridho Abadi Tangerang Selatan Tahun 2020. *Environmental Occupational Health and Safety Journal*, 2(1), 59–68.
- Muthia Hanifah Amrin, N. (2023). Pengaruh Beban Kerja Dan Postur Kerja Dengan Kelelahan Terhadap Musculoskeletal Disorders Pada Karyawan Di Pt Perkebunan Nusantara Xiv. *AT-TAWASSUTH: Jurnal Ekonomi Islam*, VIII(I), 1–19.
- Nabila, P. (2020). Analisis Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja(K3) Pada Pekerjaan Hot Tapping Steam Pipe Line (Studi Kasus : Departemen Asia Pasific Rayon Pt. Rapp). *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201, 2(1)*, 41–49. https://www.academia.edu/81064234/Analisis_Penerapan_Keselamatan_Dan_Kesehatan_Kerja_K3_Pada_Pekerjaan_Hot_Tapping_Steam_Pipe_Line_Studi_Kasus_Departemen_Asia_Pasific_Rayon_Pt_Rapp
- Nurdiana Tanjung, & Susilawati Susilawati. (2024). Pentingnya Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) pada Pekerja Bangunan terhadap Keselamatan Kerja. *Corona: Jurnal Ilmu Kesehatan Umum, Psikolog, Keperawatan Dan Kebidanan*, 2(2), 86–96. <https://doi.org/10.61132/corona.v2i2.403>
- Nurfritia, H. A., Syafa'ah, S., & Adriyani, R. (2020). Determinant Factor of Pulmonary Function Impairment on Rice Mill Workers. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 12(4), 262–269. <https://doi.org/10.20473/jkl.v12i4.2020.262-269>
- Pamungkas, G. P. P. (2021). *Manajemen Risiko Bahaya Berbasis HIRADC (Hazard Identification, Risk Assesment And Determining Control) Pada Pekerjaan Bore Pile (Studi Kasus : Proyek Gedung Sembilan Lantai Universitas Alma Ata Yogyakarta)*. 1–104.
- Rahmillah Mitha. (2020). Hubungan Kadar Debu Di Udara Dengan Gangguan Kesehatan Pada Pedagang Kaki Lima Di Jalan Perintis Kemerdekaan Km 10 Kota Makassar. *Repository Universitas Hasanudin*, 1–7.
- Restu, & Yuamita, F. (2023). Analisis Risiko Potensi Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Departemen Persiapan Produksi Menggunakan Metode HIRADC (Hazard Identification, Risk Assesment And Determining Control). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 2(3), 159–167. <https://doi.org/10.55826/tmit.v2i3.63>
- Rizal Jaelani, M. (2022). *IDENTIFIKASI DAN PENGENDALIAN BAHAYA RUANG TERBATAS PADA PEKERJAAN SANDBLASTING BONNA PIPE DI PLTU PELABUHANRATU*. 2–3.
- Santa Novita Yosephin Silalahi, & Yas Suriani. (2022). Praktek Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dan Keselamatan Kerja Mahasiswa di Laboratorium Keperawatan, Poltekkes Tanjungpinang. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kesehatan Terpadu*, 2(2), 113–123. <https://doi.org/10.53579/jitkt.v2i2.57>
- Tucson. (2022). *Electrical Safety Committee IEEE Industry Applications Society ESW 2024 Advancing The Electrical Safety Culture 2024 IEEE IAS Electrical Safety Workshop Advancing Technology for Humanity*.
- Tuyl, R. M. Van. (2021). Industrial Safety: Factors that Present Barriers to Reporting Workplace Incidents and Contribute to Cultures of Non-Reporting. *Inquiries Journal*, 13(06). <http://www.inquiriesjournal.com/articles/1904/industrial-safety-factors-that-present-barriers-to-reporting-workplace-incidents-and-contribute-to-cultures-of-non-reporting>

Halaman Ini Dikosongkan