
ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA KEGIATAN LOADING DI PERUSAHAAN TAMBANG BATUBARA PADA PT X DI SANGATA DENGAN METODE HIRARC

Agchel Randa Bandaso¹; Merry Krisdawati Sipahutar²; Lina Yuliana³

Program Studi Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Program Diploma IV, Universitas Balikpapan, Jl. Pupuk Raya,
Gn. Bahagia Balikpapan 76114 Telp. (0542) 764205
Email: agchelr.b@gmail.com¹, merry.k@uniba-bpn.ac.id²,
lina.yuliana@uniba-bpn.ac.id³

ABSTRAK

Kegiatan loading point pada perusahaan tambang batubara merupakan salah satu aktivitas kerja dengan tingkat risiko kecelakaan yang tinggi karena melibatkan pergerakan alat berat, kondisi medan yang tidak stabil, serta interaksi langsung antar unit kerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, serta memberikan rekomendasi pengendalian risiko kecelakaan kerja pada kegiatan loading di PT X yang berlokasi di Sangata. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara mendalam dengan lima informan yang terdiri dari safety coordinator, pengawas lapangan, dan operator alat berat, serta studi dokumentasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat sembilan tahapan aktivitas loading dengan berbagai potensi bahaya, antara lain permukaan tanah tidak stabil, material labil, area sempit, tinggi meja digger yang tidak sesuai, antrian loading, hingga manuver truk. Penilaian risiko sebelum pengendalian menunjukkan adanya risiko dengan kategori sedang hingga ekstrem. Setelah dilakukan penerapan pengendalian berdasarkan hirarki pengendalian risiko, terjadi penurunan tingkat risiko menjadi lebih terkendali.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penerapan metode HIRARC efektif dalam mengidentifikasi dan menurunkan risiko kecelakaan kerja pada kegiatan loading, serta dapat menjadi dasar dalam peningkatan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja di perusahaan tambang batubara.

Kata Kunci: HIRARC, Kecelakaan Kerja, Loading Point, Risiko Kerja, Tambang Batubara.

ABSTRACT

Loading point activities in coal mining companies are among the work processes with a high risk of occupational accidents due to the involvement of heavy equipment movement, unstable ground conditions, and direct interaction between work units. This study aims to identify potential

hazards, assess risk levels, and provide recommendations for controlling occupational accident risks in loading activities at PT X located in Sangata. The method used in this study is Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) with a descriptive qualitative approach. Data were collected through field observations, in-depth interviews with five informants consisting of a safety coordinator, field supervisor, and heavy equipment operators, as well as documentation review.

The results indicate that there are nine stages of loading activities with various potential hazards, including unstable ground surfaces, unstable materials, narrow working areas, inappropriate digger bench height, loading queues, and truck maneuvering. Risk assessment prior to control implementation showed risk levels ranging from medium to extreme. After applying control measures based on the hierarchy of risk control, the risk levels were reduced to more manageable conditions.

The conclusion of this study is that the implementation of the HIRARC method is effective in identifying and reducing occupational accident risks in loading activities and can serve as a basis for improving occupational safety and health management systems in coal mining companies.

Keywords: HIRARC, Occupational Accidents, Loading Point, Work Risk, Coal Mining.

PENDAHULUAN

Industri pertambangan batubara merupakan salah satu sektor strategis dalam pembangunan nasional Indonesia karena memberikan kontribusi signifikan terhadap pendapatan negara, penyediaan energi, serta penciptaan lapangan kerja. Aktivitas pertambangan melibatkan berbagai proses operasional yang kompleks, mulai dari kegiatan eksplorasi, pengupasan tanah penutup, pengangkutan material, hingga pemuatan (loading) batubara ke alat angkut. Setiap tahapan pekerjaan tersebut memiliki potensi bahaya yang tinggi dan berisiko menimbulkan kecelakaan kerja apabila tidak dikelola secara sistematis. Oleh karena itu, penerapan sistem keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menjadi aspek yang sangat penting dalam menjamin perlindungan tenaga kerja serta keberlangsungan operasional perusahaan.

Kegiatan loading point merupakan salah satu area kerja dengan tingkat risiko kecelakaan yang tinggi dalam operasi pertambangan batubara. Aktivitas ini melibatkan interaksi langsung antara alat berat seperti digger, dozer, dan dump truck, dengan kondisi medan yang sering kali tidak stabil, berlumpur, sempit, serta memiliki

visibilitas yang terbatas. Pergerakan unit alat berat yang simultan dalam satu area kerja menciptakan potensi bahaya seperti tabrakan antar unit, tergelincir, longsor material, kejatuhan material, hingga kecelakaan fatal yang dapat menyebabkan cedera berat bahkan kematian. Selain berdampak pada keselamatan pekerja, kecelakaan kerja juga menimbulkan kerugian operasional berupa kerusakan alat, downtime produksi, peningkatan biaya perawatan, serta menurunnya produktivitas perusahaan.

Data dan berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa area loading point termasuk dalam kategori wilayah kerja berisiko tinggi di sektor pertambangan. Potensi bahaya yang sering muncul meliputi kondisi permukaan tanah yang tidak stabil, material labil, tanggul yang melemah, area kerja yang sempit, tinggi meja digger yang tidak sesuai standar, antrian loading yang tidak teratur, serta manuver truk yang tidak terkendali. Faktor-faktor tersebut diperparah oleh tekanan target produksi, sistem kerja shift, serta keterbatasan pengawasan lapangan yang dapat meningkatkan peluang terjadinya human error. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengelolaan risiko di area loading point tidak

dapat dilakukan secara konvensional, tetapi memerlukan pendekatan yang terstruktur, sistematis, dan berbasis analisis risiko.

Secara nasional, penerapan K3 telah diatur dalam berbagai regulasi, di antaranya Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja yang mewajibkan setiap tempat kerja untuk menjamin keselamatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan, pengendalian bahaya, serta penyediaan lingkungan kerja yang aman. Selain itu, Peraturan Menteri ESDM Nomor 26 Tahun 2018 tentang Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik juga menegaskan pentingnya identifikasi bahaya dan pengendalian risiko dalam setiap kegiatan operasional tambang. Pada tingkat internasional, standar ISO 45001:2018 menekankan pendekatan berbasis risiko (*risk-based thinking*) sebagai fondasi dalam sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja. Regulasi dan standar tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan risiko bukan hanya kewajiban administratif, tetapi merupakan kebutuhan fundamental dalam sistem operasional industri pertambangan.

Salah satu metode yang digunakan dalam manajemen risiko K3 adalah Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC). Metode ini terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu identifikasi bahaya (*hazard identification*), penilaian risiko (*risk assessment*), dan pengendalian risiko (*risk control*). HIRARC memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi seluruh potensi bahaya secara sistematis, menilai tingkat risiko berdasarkan kemungkinan terjadinya (*likelihood*) dan tingkat keparahan dampak (*severity*), serta menentukan langkah pengendalian yang tepat berdasarkan hirarki pengendalian risiko, mulai dari eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, pengendalian administratif, hingga penggunaan alat pelindung diri.

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan metode HIRARC efektif dalam mengurangi tingkat kecelakaan kerja di sektor pertambangan. Penelitian Lestari *et al.* (2023) pada kegiatan penambangan nikel menunjukkan bahwa

HIRARC mampu mengidentifikasi potensi bahaya secara komprehensif dan memberikan rekomendasi pengendalian yang efektif melalui hirarki pengendalian risiko. Marzuki dan Ahmad (2022) dalam penelitiannya pada pertambangan batubara menemukan bahwa sebagian besar aktivitas kerja berada pada kategori risiko tinggi hingga ekstrem, sehingga memerlukan pengendalian yang ketat dan berkelanjutan. Studi internasional juga menunjukkan bahwa pendekatan berbasis *risk assessment* secara signifikan mampu menurunkan angka kecelakaan kerja serta meningkatkan budaya keselamatan di lingkungan industri berisiko tinggi.

Meskipun berbagai penelitian telah membahas penerapan HIRARC di sektor pertambangan, kajian yang secara spesifik berfokus pada kegiatan *loading point* masih relatif terbatas, khususnya yang mengkaji secara rinci setiap tahapan aktivitas kerja mulai dari *pre-start check*, inspeksi lokasi, identifikasi luas area, penentuan tinggi meja *digger*, metode *loading*, antrian *loading*, pengaturan muatan maksimal, hingga manuver truk. Padahal, setiap tahapan tersebut memiliki karakteristik bahaya yang berbeda dan membutuhkan strategi pengendalian risiko yang spesifik. Kesenjangan ini menunjukkan adanya kebutuhan akan penelitian yang lebih mendalam dan kontekstual terhadap kondisi lapangan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menjadi penting dan relevan untuk dilakukan sebagai upaya sistematis dalam mengidentifikasi, menilai, dan mengendalikan risiko kecelakaan kerja pada kegiatan *loading point* di perusahaan tambang batubara. Penelitian ini tidak hanya berfungsi sebagai pemenuhan kebutuhan akademik, tetapi juga sebagai kontribusi praktis dalam penguatan sistem manajemen K3 perusahaan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dalam perumusan kebijakan keselamatan kerja, penyusunan prosedur operasional standar (SOP), serta peningkatan kualitas pengawasan dan pelatihan keselamatan kerja bagi tenaga kerja.

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang terdapat pada kegiatan loading point, menilai tingkat risiko kecelakaan kerja berdasarkan pendekatan HIRARC, serta merumuskan rekomendasi pengendalian risiko yang efektif dan terstruktur. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat mendukung terciptanya lingkungan kerja yang aman, produktif, dan berkelanjutan, serta berkontribusi dalam peningkatan kinerja keselamatan dan kesehatan kerja di sektor pertambangan batubara

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan desain studi kasus. Pendekatan ini dipilih karena penelitian bertujuan untuk menggambarkan secara mendalam kondisi aktual di lapangan terkait potensi bahaya, tingkat risiko, serta upaya pengendalian risiko kecelakaan kerja pada kegiatan loading point.

Penelitian dilaksanakan pada perusahaan tambang batubara PT X yang berlokasi di Kecamatan Sangata Utara, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur dari September hingga Desember 2025. Lokasi penelitian difokuskan pada area loading point di Pit Hatari, yang merupakan salah satu area dengan intensitas aktivitas alat berat yang tinggi.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh tenaga kerja yang terlibat langsung dalam kegiatan loading point di PT X. Mengingat karakteristik penelitian yang bersifat kualitatif, penentuan sampel dilakukan secara purposive sampling, yaitu dengan memilih informan yang dianggap memiliki pengetahuan, pengalaman, dan keterlibatan langsung dalam aktivitas loading. Informan penelitian berjumlah lima orang yaitu, satu orang safety coordinator, satu orang pengawas lapangan, serta tiga orang operator alat berat yang meliputi operator digger, operator dozer, dan operator dump truck.

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa teknik, yaitu;

1. Observasi lapangan dilakukan dengan mengamati secara langsung setiap tahapan aktivitas loading point, mulai dari pre-start check, inspeksi lokasi, identifikasi luas area, penentuan tinggi meja digger, metode loading, antrian loading, pengaturan muatan maksimal, hingga manuver truk.
2. Wawancara dilakukan secara terstruktur kepada seluruh informan untuk menggali informasi terkait potensi bahaya, pengalaman kecelakaan kerja, serta penerapan pengendalian risiko di lapangan.
3. Dokumentasi dilakukan dengan menelaah dokumen perusahaan yang relevan, seperti prosedur operasional standar (SOP), laporan keselamatan kerja, serta dokumentasi foto kegiatan di area loading point.

Analisis data dilakukan menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC). Pada tahap identifikasi bahaya, seluruh potensi bahaya yang muncul pada setiap tahapan aktivitas loading diidentifikasi dan dicatat secara sistematis. Tahap penilaian risiko dilakukan dengan menentukan tingkat kemungkinan terjadinya bahaya (*likelihood*) dan tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan (*severity*), kemudian dikombinasikan menggunakan matriks risiko untuk memperoleh tingkat risiko. Selanjutnya, tahap pengendalian risiko dilakukan dengan merumuskan rekomendasi pengendalian berdasarkan hirarki pengendalian risiko, yang meliputi eliminasi, substitusi, pengendalian teknis, pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri. Melalui tahapan analisis tersebut, diharapkan dapat diperoleh gambaran tingkat risiko sebelum dan sesudah pengendalian serta rekomendasi pengendalian risiko yang efektif dan aplikatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengumpulan data, diketahui bahwa proses pekerjaan loading point terdiri atas sembilan tahapan aktivitas utama, yaitu pre-start check unit, inspeksi

lokasi loading, identifikasi luas area, identifikasi tinggi meja digger, metode loading, antrian loading, pengaturan muatan maksimal, manuver truk, dan perawatan area loading point. Setiap tahapan aktivitas memiliki karakteristik pekerjaan dan potensi bahaya yang berbeda, sehingga diperlukan analisis risiko secara terperinci pada masing-masing tahapan.

Hasil Identifikasi Bahaya

Hasil identifikasi bahaya menunjukkan bahwa potensi bahaya pada kegiatan loading point didominasi oleh bahaya fisik dan mekanik yang bersumber dari kondisi lingkungan kerja serta interaksi antar alat berat. Pada tahap pre-start check unit, potensi bahaya yang ditemukan meliputi permukaan tanah yang licin dan tidak stabil, sisa material yang menempel di bagian atas unit, serta kebocoran oli yang dapat menyebabkan pekerja terpeleset. Kondisi ini berpotensi menimbulkan cedera ringan hingga cedera serius apabila tidak dilakukan pengendalian yang memadai.

Pada tahap inspeksi lokasi loading, potensi bahaya yang dominan adalah material labil dan potensi longsor pada area dekat tebing, tanggul yang melemah akibat gesekan ban dump truck, serta permukaan jalan yang tidak stabil. Bahaya tersebut meningkatkan risiko tergulingnya unit alat berat dan kecelakaan fatal, terutama pada kondisi cuaca hujan yang menyebabkan material menjadi lebih lunak.

Tahap identifikasi luas area menunjukkan adanya potensi bahaya akibat area kerja yang sempit atau tidak memenuhi standar lebar minimum, sehingga meningkatkan risiko senggolan dan tabrakan antar unit alat berat. Selain itu, jarak manuver yang terbatas menyebabkan operator kesulitan dalam mengendalikan unit secara optimal.

Pada tahap identifikasi tinggi meja digger, potensi bahaya muncul ketika tinggi meja melebihi atau kurang dari standar yang ditetapkan. Meja digger yang terlalu tinggi berisiko mengalami retakan dan longsor, sedangkan meja yang terlalu rendah meningkatkan risiko tabrakan antara digger

dan dump truck saat proses pemuatan berlangsung.

Hasil Penilaian Risiko

Penilaian risiko dilakukan dengan mengombinasikan tingkat kemungkinan (*likelihood*) dan tingkat keparahan (*severity*) berdasarkan matriks risiko. Hasil penilaian risiko sebelum dilakukan pengendalian menunjukkan bahwa sebagian besar potensi bahaya berada pada kategori risiko sedang hingga ekstrem. Risiko dengan kategori ekstrem umumnya ditemukan pada aktivitas inspeksi lokasi loading, identifikasi tinggi meja digger, serta antrian loading yang tidak teratur.

Risiko dengan kategori tinggi banyak ditemukan pada aktivitas metode loading, pengaturan muatan maksimal, dan manuver truk. Kondisi ini menunjukkan bahwa kegiatan loading point memiliki tingkat risiko yang signifikan dan memerlukan pengendalian yang sistematis dan berkelanjutan untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja.

Hasil Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko dalam penelitian ini dirumuskan berdasarkan hirarki pengendalian risiko, yaitu eliminasi, substitusi, pengendalian teknis, pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri. Pengendalian teknis yang direkomendasikan meliputi perbaikan kondisi permukaan jalan, penguatan tanggul, pengaturan ulang tata letak area loading, serta penyesuaian tinggi meja digger sesuai standar operasional.

Pengendalian administratif dilakukan melalui penyusunan dan penerapan prosedur operasional standar (SOP) yang lebih ketat, peningkatan pengawasan lapangan, serta pelaksanaan pelatihan keselamatan kerja secara berkala kepada operator alat berat. Selain itu, penggunaan alat pelindung diri seperti helm keselamatan, sepatu safety, dan rompi reflektif diwajibkan sebagai langkah perlindungan terakhir.

Setelah penerapan pengendalian risiko, hasil penilaian menunjukkan adanya penurunan tingkat risiko pada sebagian besar aktivitas kerja, dari kategori ekstrem dan

tinggi menjadi kategori sedang dan rendah. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan metode HIRARC efektif dalam mengendalikan risiko kecelakaan kerja pada kegiatan loading point.

Pembahasan

Hasil penelitian ini sejalan dengan teori keselamatan dan kesehatan kerja yang menyatakan bahwa kecelakaan kerja merupakan hasil dari interaksi antara manusia, peralatan, dan lingkungan kerja yang tidak aman. Potensi bahaya yang ditemukan pada kegiatan loading point di PT X menunjukkan bahwa faktor lingkungan kerja dan interaksi alat berat memiliki kontribusi besar terhadap terjadinya risiko kecelakaan kerja.

Temuan penelitian ini konsisten dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa area loading point merupakan salah satu area dengan risiko kecelakaan tertinggi di sektor pertambangan. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa potensi bahaya seperti longsor, tabrakan antar unit, dan kondisi jalan yang tidak stabil merupakan penyebab utama kecelakaan kerja di area loading. Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat temuan-temuan sebelumnya terkait pentingnya pengelolaan risiko pada kegiatan loading point.

Penerapan metode HIRARC dalam penelitian ini terbukti mampu memberikan gambaran yang jelas mengenai tingkat risiko pada setiap tahapan aktivitas kerja. Melalui identifikasi bahaya yang sistematis dan penilaian risiko yang terukur, perusahaan dapat menentukan prioritas pengendalian risiko secara lebih efektif. Hal ini sejalan dengan prinsip manajemen risiko yang menekankan pentingnya pencegahan kecelakaan melalui pendekatan proaktif.

Pengendalian risiko berdasarkan hirarki pengendalian menunjukkan bahwa pengendalian teknis dan administratif memiliki peran yang sangat penting dalam menurunkan tingkat risiko kecelakaan kerja. Penggunaan alat pelindung diri tetap diperlukan, namun tidak dapat dijadikan sebagai satu-satunya langkah pengendalian.

Oleh karena itu, integrasi antara pengendalian teknis, administratif, dan perilaku kerja aman menjadi kunci dalam meningkatkan kinerja keselamatan kerja.

Secara keseluruhan, hasil dan pembahasan penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode HIRARC pada kegiatan loading point dapat meningkatkan efektivitas sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja. Temuan ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi perusahaan tambang batubara dalam mengembangkan strategi pengendalian risiko kecelakaan kerja yang lebih komprehensif dan berkelanjutan.

Tabel 1. Tingkat Risiko Sebelum Pengendalian

No	Aktivitas	Low	Medium	High	Extreme
1	Pre-start check atau pengecekan unit sebelum digunakan	-	1	1	1
2	Inspeksi area loading	-	1	1	1
3	Identifikasi luas area	-	-	2	-
4	Identifikasi tinggi meja digger	-	-	1	2
5	Metode loading	-	-	3	-
6	Antrian loading	-	-	1	2
7	Muatan maksimal	-	-	3	-
8	Manuver	-	-	2	1
9	Perawatan area loading point	-	-	2	1
	Jumlah	0	2	16	8

Tabel 2. Tingkat Risiko Setelah Pengendalian

No	Risk Rating	Jumlah	Persentase
1	Extreme	0	0%
2	High	0	0%
3	Medium	12	46%
4	low	14	54%
	Total	26	100%

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kegiatan loading point di PT X memiliki potensi bahaya dan risiko kecelakaan kerja yang relatif tinggi akibat interaksi alat berat, kondisi lingkungan kerja yang tidak stabil, serta aktivitas kerja yang berlangsung secara bersamaan. Identifikasi bahaya menunjukkan bahwa setiap tahapan kegiatan loading, mulai dari pre-start check hingga manuver truk, memiliki karakteristik risiko yang berbeda dengan tingkat risiko yang bervariasi dari kategori sedang hingga ekstrem.

Penerapan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) terbukti efektif dalam

mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, serta merumuskan pengendalian risiko kecelakaan kerja secara sistematis. Pengendalian risiko yang diterapkan berdasarkan hirarki pengendalian mampu menurunkan tingkat risiko pada sebagian besar aktivitas kerja, sehingga risiko kecelakaan kerja menjadi lebih terkendali. Dengan demikian, metode HIRARC dapat dijadikan sebagai dasar dalam peningkatan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja, khususnya pada kegiatan loading point di perusahaan tambang batubara.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, MS, Pratama, RA & Nugroho, S 2023, 'Risk Analysis Of Heavy Equipment Operation In Coal Mining Industry', *Journal Of Occupational Safety And Health*, Vol. 12, No. 2, Hh. 145–156.
- Fadillah, A & Yuliana, L 2024, 'Risk Assessment On Loading Point Activities Using HIRARC Method In Mining Industry', *Indonesian Journal Of Occupational Safety*, Vol. 9, No. 1, Hh. 33–45.
- Fidayanti, N & Putrawiyanta, IP 2024, 'Implementation Of Occupational Health And Safety Management System In Coal Mining Companies', *Journal Of Safety Science And Engineering*, Vol. 6, No. 3, Hh. 201–210.
- Hall, M 1999, 'Breaking The Silence: Marginalisation Of Registered Nurses Employed In Nursing Homes', *Contemporary Nurse*, Vol. 8, No. 1, Hh. 232–237.
- ILO 2018, *Safety And Health In The Use Of Machinery*, International Labour Organization, Geneva.
- Indrajaya, F, Pakpahan, MI, Taruna, Y, Sukmawatie, N & Murati, F 2021, 'Hazard Identification And Risk Assessment Using HIRARC Method In Mining Activities', *Journal Of Engineering And Applied Sciences*, Vol. 16, No. 4, Hh. 987–995.
- Isnaeni, KMA, Prabowo, A & Suryanto, T 2024, 'Analysis Of Occupational Accidents At Loading Point Area In Coal Mining', *International Journal Of Mining Safety*, Vol. 5, No. 2, Hh. 88–99.
- Ishak, A & Nainggolan, BR 2020, 'Job Safety Analysis As Supporting Method Of HIRARC In High Risk Mining Activities', *Journal Of Industrial Safety*, Vol. 7, No. 1, Hh. 15–24.
- Karundeng, I, Doda, DV & Tucunan, AAT 2021, 'Hazard Identification And Risk Assessment Using HIRARC Method In Mining Contractor Company', *Journal Of Occupational Health Studies*, Vol. 10, No. 2, Hh. 120–130.
- Lestari, M, Firdaus, AF & Heriansyah 2023, 'Hazard Potential Study And Risk Control In Nickel Mining Area Using HIRARC Method', *Jurnal Keselamatan Kerja Indonesia*, Vol. 8, No. 1, Hh. 55–66.
- Manurung, RS & Probowati, D 2022, 'Occupational Accident Risk Analysis In Coal Mining Activities', *Jurnal Teknik Pertambangan*, Vol. 11, No. 2, Hh. 101–110.
- Marzuki & Ahmad 2022, 'Work Accident Analysis In Coal Mining Activities Using HIRA And JSA Methods', *Journal Of Mining Safety*, Vol. 4, No. 3, Hh. 77–89.
- Putra, YP, Handayani, R & Saputra, D 2024, 'Risk Based Approach In Occupational Safety Management System In Mining Industry', *International Journal Of Occupational Safety And Ergonomics*, Vol. 30, No. 1, Hh. 1–12.
- Putri, GL, Wibowo, A & Santoso, H 2023, 'Quantitative Risk Assessment For Mining. Operational Activities', *Journal Of Safety Engineering*, Vol. 9, No. 4, Hh. 211–220.
- Ramdani, AR 2013, *Manajemen Risiko Keselamatan Kerja*, Alfabeta, Bandung.
- Yusuf, FN & Bakri, S 2024, 'Effectiveness Of HIRARC Method In Reducing Occupational Accidents In Mining Industry', *Safety And Health At Work Journal*, Vol. 15, No. 2, Hh. 134–143.