

**Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko dan Penentuan Pengendalian Pada
Operasi Pertambangan: *Systematic Literature Review***
***Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control in Mining Operation:
Systematic Literature Review***

**Arif Susanto^{1*}, Usman Usman², Fanny Sarah Yuliasari³, Wiryanta Wiryanta⁴,
Savitri Citra Budi⁵, Yushadi Pane⁶, Diki Bima Prasetyo⁷**
^{1,2,3,4,5,6,7}Magister Terapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Universitas Gadjah
Mada
(Email: arifsusanto@mail.ugm.ac.id, Gedung TILC, Blimbing Sari, Yogyakarta)

ABSTRAK

Keselamatan pertambangan adalah suatu aktivitas yang mencakup manajemen keselamatan dan kesehatan kerja berdasarkan manajemen risiko yang baik. Studi ini bertujuan untuk melakukan tinjauan literatur sistematis tentang identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko dalam operasi pertambangan. Metode studi ini dengan mengadopsi *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*. Hasil studi menjelaskan bahwa metode *Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control* (HIRADC) dan *Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC) banyak digunakan untuk mengidentifikasi bahaya, menilai risiko, mengendalikan risiko, dan menentukan pengendaliannya. Metode semi-kuantitatif paling banyak digunakan dalam pemetaan risiko dan merupakan hasil penilaian antara kemungkinan dan dampak di mana tabel matriks yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing industri atau organisasi. Perbedaan antara keduanya terletak pada tahap ketiga, yaitu apakah menggunakan tahap pengendalian risiko dengan penerapan langkah-langkah yang tepat, HIRARC menggunakan pemahaman risiko spesifik untuk dapat menentukan langkah-langkah pengendalian yang lebih relevan, sedangkan HIRADC, penentuan pengendalian diperlukan setelah risiko secara keseluruhan telah diidentifikasi dan dampaknya terhadap sistem secara umum dievaluasi. Kedua metode dapat digunakan untuk menerapkan manajemen risiko dalam operasi pertambangan sehingga dapat dilakukan secara efektif.

Kata kunci: HIRADC, HIRARC, Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, Pengendalian Risiko

ABSTRACT

Mining safety is an activity that includes occupational safety and health management based on good risk management. This study aims to conduct a systematic literature review on hazard identification, risk assessment, and risk control in mining operations. The method of this study is by adopting Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses. The results of the study explain that the Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control (HIRADC) and Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) methods are widely used to identify hazards, assess risks, control risks, and determine their control. The semi-quantitative method is most widely used in risk mapping and is the result of an assessment between likelihood and impact where the matrix table used is adjusted to the needs of each industry or organization. The difference between the two lies in the third stage, namely whether to use the risk control stage with the implementation of appropriate steps, HIRARC uses an understanding of specific risks to be able to determine more relevant control steps, while HIRADC, determining control is needed after the overall risk has been identified and its impact on the system in general is evaluated. In essence, both methods can be used to implement risk management in mining operations so that it can be carried out effectively.

Keywords: Hazard Identification, HIRADC, HIRARC, Risk Assessment, Risk Control

PENDAHULUAN

Industri pertambangan memiliki peran sebagai sumber energi yang dibutuhkan dalam pertumbuhan ekonomi negara. Sektor pertambangan ini menjadi salah satu roda penggerak ekonomi dan pembangunan negara. Perusahaan pertambangan di dunia mengalami peningkatan pertumbuhan yang signifikan pada dekade ini. Keberadaan suatu industri pertambangan dalam suatu wilayah sudah pasti akan menimbulkan dampak terhadap perkembangan wilayah tersebut. Selain itu, akan memberi peluang sekaligus upaya dalam perluasan kesempatan kerja, peningkatan pendapatan masyarakat serta kesempatan berusaha masyarakat (Parhusip dkk., 2022). Pertambangan merupakan salah satu sektor industri yang memberikan kontribusi signifikan bagi Indonesia (Suherry, 2023).

Sejalan dengan perkembangan industri, aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menjadi perhatian utama (Bawang dkk., 2019). Industri pertambangan merupakan kegiatan yang memiliki potensi dan faktor bahaya dengan risiko yang tinggi dan mempunyai hubungan erat dengan aktivitas pekerjaannya (Fadhilah dkk., 2023). Industri pertambangan secara historis masih dipandang sebagai industri berisiko tinggi di seluruh dunia (Markus & Djunaidi, 2024). Pada kegiatan produksi pertambangan memiliki risiko yang tinggi terhadap munculnya potensi bahaya yang akan mengakibatkan kecelakaan kerja (KK) dan penyakit akibat kerja (PAK), juga berupa kerusakan pada peralatan tambang (Wardani & Khamim, 2021).

Bahaya-bahaya industri pertambangan seperti runtuhnya terowongan, ledakan gas, longsoran tanah, kebakaran, dan paparan gas beracun yang sering kali menjadi penyebab utama kecelakaan fatal dalam industri pertambangan (Sukma, 2017), dapat menimbulkan kerugian bagi individu yang mengalaminya maupun bagi perusahaan pertambangan terkait. Bagi pekerja, KK tersebut dapat menyebabkan cedera ringan hingga parah, bahkan kematian. Dampaknya tidak hanya terbatas pada pekerjaan, tetapi juga mempengaruhi keluarga pekerja, terutama jika pekerja mengalami cacat permanen atau meninggal dunia (Kristiawan & Abdullah, 2020). KK dapat terjadi karena beberapa faktor penyebab meliputi peralatan yang digunakan, bahan, cara kerja, manusia maupun lingkungan tempat kerja (Fadhilah dkk., 2023). Faktor manusia meliputi tindakan tidak aman yang dilakukan oleh pekerja, seperti bekerja tidak sesuai dengan *standard operating procedure* (SOP) dan kurangnya keterampilan. Sementara itu, faktor lingkungan mencakup kondisi tidak aman di tempat kerja, seperti penggunaan peralatan

atau mesin yang tidak layak, serta kondisi cuaca dan lokasi kerja yang memiliki risiko tinggi (Haidi & Abdullah, 2020).

International Labour Organization (ILO) memperkirakan terdapat sekitar 2,3 juta pekerja wanita maupun pria di seluruh dunia mengalami dan setiap tahun, atau lebih dari 6000 kematian setiap hari. Dalam lingkup yang lebih luas, di dunia ada sekitar 340 juta kecelakaan kerja dan 160 juta korban penyakit yang berhubungan dengan pekerjaan setiap tahun. Perkiraan kecelakaan kerja fatal di negara-negara CIS (*The Commonwealth of Independent States*) adalah lebih dari 11.000 kasus (Azira & Susilawati, 2023). Berdasarkan data *Minerba One Data Indonesia* (MODI), peningkatan angka KK sebesar 39,7% terjadi pada tahun 2023 dibandingkan tahun 2022, yaitu sebanyak 370.747 kasus. Sampai pada Mei 2024 bahkan sudah tercatat terjadi sebanyak 162.327 kasus KK (ESDM, 2024).

Bahaya dan risiko dapat muncul di setiap tahap kegiatan penambangan, sehingga diperlukan penerapan manajemen risiko yang efektif dalam setiap pekerjaan (Darma dkk., 2018). Berdasarkan keputusan Dirjen Minerba No. 185.K/37.04/DJB/2019 bahwasanya pemegang Izin Usaha Pertambangan (IUP) atau perusahaan dalam menyusun perencanaan keselamatan pertambangan salah satunya menyusun, menetapkan, menerapkan dan mendokumentasikan manajemen risiko (Fadhilah dkk., 2023). HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control*) merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bahaya dalam penerapan manajemen risiko terkait K3. Metode ini mengikuti standar internasional dan melibatkan langkah-langkah sistematis untuk mengidentifikasi bahaya, menilai risiko yang ditimbulkan, dan menerapkan kontrol yang sesuai guna mengurangi atau menghilangkan risiko tersebut di tempat kerja (Isnaini dkk., 2023).

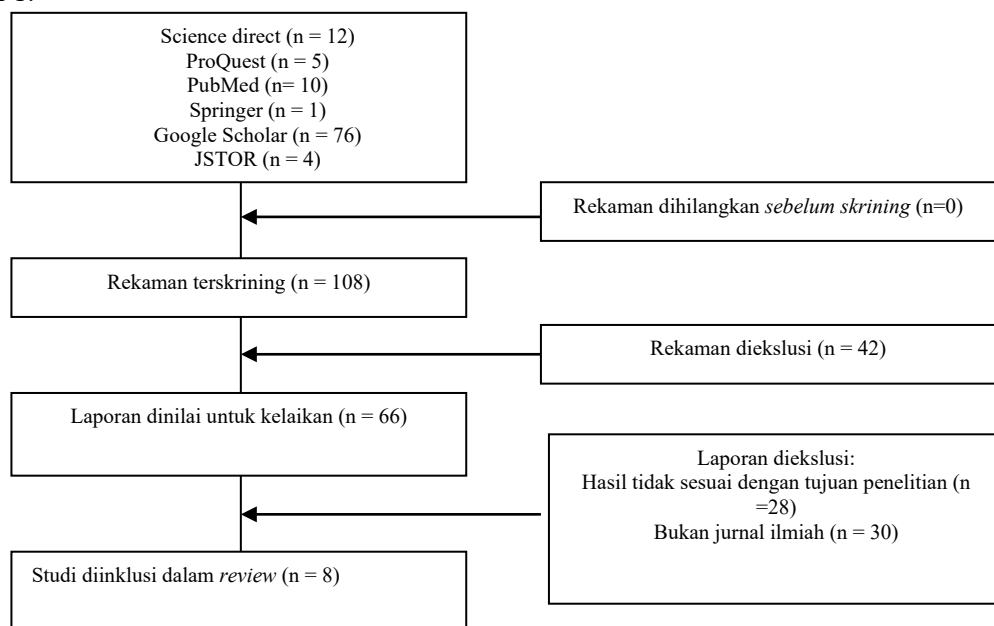
Tujuan penulisan *literature systematic review* ini adalah untuk meninjau literatur ilmiah secara sistematis yang relevan dari publikasi antara tahun 2013 sampai September 2024. Hasil dari kajian ini diharapkan dapat membantu dalam manajemen risiko apa saja yang terkait dengan operasi pertambangan khususnya di Indonesia. Tinjauan cakupan meliputi metode apa yang dipergunakan dalam melakukan identifikasi risiko, penilaian dan pengendalian risiko pada operasi tambang. Hal tersebut bertujuan agar penggunaan metode yang dipilih tepat dan sesuai dengan penetapan konteks terkait manajemen risiko pada yang menjadi fokus dalam keselamatan pertambangan.

METODE

Penelitian ini merupakan kajian *systematic literature review* yang mengadopsi kerangka *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi bahaya, menilai risiko, dan pengendalian risiko pada operasi pertambangan. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis delapan jurnal ilmiah yang diterbitkan antara tahun 2013 sampai September 2024. Pencarian literatur dilakukan melalui basis data *Science Direct, ProQuest, PubMed, Springer, JSTOR* dan *Google Scholar* menggunakan kata kunci *hazard identification, risk assessment, risk control, risk management, dan mining operation*. Kriteria inklusi penelitian ini *CoCoPop framework* di mana penelitian ingin melihat secara lebih dalam penggunaan metode awal dalam manajemen risiko. Dimulai dari identifikasi, penilaian maupun penentuan pengendalian yang digunakan. Jurnal yang memenuhi kriteria inklusi tersebut kemudian dianalisis secara sistematis untuk menghasilkan temuan dan kesimpulan yang komprehensif.

HASIL

Penelitian ini telah menyaring 108 jurnal ilmiah dari enam basis data, yaitu *Science Direct* (12 jurnal), *ProQuest* (5 jurnal), *Google Scholar* (74 jurnal), *PubMed* (10 jurnal), *JSTOR* (4 jurnal) dan *Springer* (1 jurnal). Pada Gambar 1 dijelaskan dilakukan tahap skrining awal berdasarkan judul dan abstrak, 42 jurnal tidak relevan dengan tujuan penelitian. Selanjutnya, dari sisa jurnal sebanyak 30 artikel bukan merupakan jurnal penelitian dan sebanyak 28 artikel tidak sesuai dengan tujuan penelitian. Setelah proses penyaringan, terpilih 8 jurnal ilmiah yang memenuhi semua kriteria inklusi seperti pada Tabel 1.



Gambar 1. Diagram Alir Tinjauan Literatur Sistematis Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko dan Pengendalian Risiko pada Operasi Pertambangan

Tabel 1. Hasil Tinjauan Literatur Sistematis

Penulis	Tujuan	Metode	Data	Hasil
Akbar, Fadhilah, Anarta, dan Saldy. (2024)	Melakukan identifikasi, penilaian, dan pengendalian bahaya dan risiko pada setiap tahapan kegiatan penambangan batu bara.	Australian Standard/New Zealand Standard (AS/NZS) 4360:1999	Data diperoleh dari data primer (observasi dan wawancara kepada 26 karyawan) serta pemantauan data sekunder JSEA dan SOP setiap tahapan operasi tambang.	Risiko keselamatan kerja yang paling tinggi pada proses penambangan yaitu pada tahap <i>loading</i> , <i>hauling</i> dan <i>dumping</i> . Pengendalian yang dilakukan oleh perusahaan yaitu menyediakan SOP setiap tahapan proses operasi penambangan, pelaksanaan P2H, pemasangan rambu, pembuatan tanggul pengaman di semua fasilitas tambang.
Liu, Peng, Li, Zhao, dan Qiu. (2021)	Mengidentifikasi bahaya dalam manajemen risiko tambang batu bara di bawah tanah.	<i>the Root-State Hazard Identification</i> (RSHI)	Data diperoleh dari enam pertambangan milik <i>China's Yima Coal Industry Group</i> .	Metode RSHI lebih efektif dibandingkan metode tradisional dan mengidentifikasi lebih banyak ' <i>root hazards</i> ' dan ' <i>state hazards</i> .' Selain itu, prosedur penerapannya sederhana dan mudah, serta mengurangi kebutuhan untuk identifikasi dan koordinasi bersama berbagai jenis pekerja.
Sufi, Yuliana, dan Fuadi. (2023)	Meningkatkan penilaian bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko pada proses pengangkutan (<i>hauling</i>) batu bara di PT Alam	<i>Hazard Identification, Risk Assessment, Risk Control</i> (HIRARC)	Data berasal dari observasi langsung meliputi kegiatan <i>loading</i> di area <i>front loading</i> , melintas pada jalur <i>handling</i> , <i>loading</i> dari <i>stockpile</i> menuju kapal tongkang.	Dari 3 aktivitas terdapat 25 risiko yang teridentifikasi yaitu 4 bahaya dengan risiko rendah, 8 bahaya dengan risiko sedang, dan 13 bahaya dengan risiko tinggi.

Penulis	Tujuan	Metode	Data	Hasil
Markus dan Djunaidi. (2024)	Karya Gemilang. Melakukan kegiatan HIRADC dalam rangkaian proses perawatan peralatan <i>rolling stock</i> di tambang bawah tanah PT X.	<i>Hazard Identification, Risk Assessment, Determining Control</i> (HIRADC)	Data primer diperoleh dengan observasi dan wawancara tim <i>rolling stock equipment maintenance</i> yang terdiri kru <i>shift</i> 1 untuk mekanik 15 orang untuk elektrik 10 orang.	Terdapat 13 sumber bahaya, 11 kegiatan dengan tingkat risiko <i>high</i> (85%), 2 kegiatan dengan tingkat risiko medium (15%) dan kontrol risiko yang ditetapkan, dengan rekayasa 42 jenis, praktik kerja 33 jenis, administrasi 31 jenis dan 10 alat pelindung diri (APD).
Isnan, Alisastromijoyo, dan Alam. (2023).	Mencegah terjadinya kecelakaan kerja dan mengetahui sumber bahaya, potensi risiko, dan pengendalian pada kegiatan <i>drilling</i> dan <i>blasting</i> .	<i>Hazard Identification, Risk Assessment, Risk Control</i> (HIRARC)	Data diambil dari hasil wawancara beberapa petugas dan hasil analisis Take Five (T5) dan SOP pada divisi <i>drilling</i> dan <i>blasting</i> di perusahaan.	Pada kegiatan <i>drilling</i> jumlah potensi kategori <i>high risk</i> sebanyak 3 (42,8%) dan <i>moderate risk</i> sebanyak 4 (57,2%). Pada kegiatan <i>blasting</i> jumlah <i>very high risk</i> sebanyak 4 (17,4%), <i>high risk</i> sebanyak 8 (34,8%), dan <i>moderate risk</i> sebanyak 11 (47,8%). Kedua kegiatan ini tidak memiliki risiko dengan kategori <i>low risk</i> .
Hidayat dan Nuruddin. (2022).	Menganalisis identifikasi bahaya menggunakan <i>Jobs Safety Analysis</i> (JSA) dengan pendekatan HIRARC di pabrik pengolahan bijih Tembaga (<i>smelting</i>).	<i>Jobs Safety Analysis</i> (JSA) dengan pendekatan <i>Hazard Identification, Risk Assessment, Risk Control</i> (HIRARC)	Pengumpulan data meliputi potensi kecelakaan kerja dengan metode JSA dan data kuesioner <i>expert judgement</i> . Tahap pengolahan data penilaian risiko dari JSA yang telah didapatkan menggunakan HIRARC. Selanjutnya dilakukan	Terdapat 13 langkah kerja dengan 32 potensi kecelakaan kerja. Evaluasi risiko dengan HIRARC menunjukkan tingkat level risiko dari 13 langkah kerja terdapat 1 <i>low risk</i> , 3 <i>medium risk</i> , 18 <i>high risk</i> , dan 16 <i>extreme risk</i> .

Penulis	Tujuan	Metode	Data	Hasil
Rout and Sikdar. (2017).	Mengidentifikasi semua kemungkinan bahaya melakukan penilaian risiko, menghitung peringkat risiko berdasarkan matriks risiko, membandingkan peringkat risiko sebelum dan sesudah langkah-langkah pengendalian di berbagai tempat kerja pada industri pelet bijih besi.	<i>Hazard Identification, Risk Assessment, Control (HIRAC)</i>	pengendalian risiko dengan metode JSA. Pengumpulan data melalui survei dengan pemeriksaan tempat kerja, tanggapan karyawan mengenai kemungkinan bahaya, meninjau manual prosedur, instruksi kerja, SOP, laporan insiden sebelumnya, lembar data keselamatan material, daftar pertolongan pertama/cedera, dan catatan kesehatan karyawan.	Teridentifikasi sebanyak 116 bahaya. Hasil uji-t sampel berpasangan menunjukkan bahwa peringkat risiko rata-rata berbeda sebelum dan setelah tindakan pengendalian dilakukan. Rata-rata pengurangan risiko sekitar 6,33 poin lebih rendah setelah tindakan pengendalian dilakukan.
Fadhilah, Amrina dan Gusvita. (2023)	Mengidentifikasi risiko bahaya, menganalisis tingkat keparahan dan kategori risiko, serta pengendalian risiko di area operasional tambang semen.	<i>Hazard Identification, Risk Assessment, Determining Control (HIRADC)</i>	Data diperoleh dari hasil observasi di area yang dikategorikan sering terjadi kecelakaan menggunakan metode HIRADC.	Terdapat 30 jenis risiko bahaya dengan persentase tingkat risiko rendah 67%, risiko sedang 27%, dan risiko tinggi 6%.

Sumber: elaborasi penulis, 2024

Berdasarkan hasil tinjauan literatur sistematis yang diperoleh sesuai pada Tabel 1, dapat disimpulkan bahwa metode yang paling banyak diadopsi dalam manajemen risiko yaitu HIRARC sebanyak 4 penelitian. Adapun Penggunaan metode HIRADC sebanyak 2 penelitian, serta dua sisanya masing-masing menggunakan metode Australian Standard/New Zealand Standard (AS/NZS) 4360:1999 dan *the Root-State Hazard Identification*. Selain metode tersebut, terdapat penelitian menggunakan Job Safety

Analysis (JSA). Penggunaan metode JSA ini lebih tepat digunakan untuk pekerjaan yang sifatnya non-rutin, bersifat proyek, ataupun pekerjaan yang sifatnya baru. Selain itu, JSA ini lebih tepat digunakan untuk identifikasi bahaya yang berhubungan dengan rangkaian tugas yang dilakukan secara runtut. Dengan demikian, apabila merunut kepada metode yang mencakup seluruh aspek terkait manajemen risiko maka penggunaan HIRADC merupakan pemilihan metode yang tepat dan dapat diaplikasikan.

PEMBAHASAN

Metode yang umum dan sering digunakan dalam melakukan identifikasi bahaya, penilaian risiko dan pengendalian risiko pada operasional pertambangan khususnya di Indonesia yaitu metode HIRARC maupun HIRARC. Meskipun terdapat metode serupa yang ditemukan dalam kajian literatur tertentu yaitu *the Root-State Hazard Identification* (RSHI) (Liu dkk., 2021). Metode RSHI ini belum banyak ditemukan pada operasional pertambangan, khususnya di Indonesia. Namun demikian, pada hakekatnya semua metode tersebut beranjak pada tahapan identifikasi bahaya. Secara sekilas kedua metode ini tampak serupa, tetapi sebetulnya terdapat perbedaan mendasar. Berdasarkan metode pendekatan (*approach*), HIRADC lebih fokus pada penentuan kendali (*determining control*) yang dibutuhkan dalam pengurangan risiko. Sedangkan HIRARC lebih berfokus pada pengendalian risiko (*risk control*) dengan menerapkan langkah-langkah pengendalian (*control step*) yang tepat.

Pada aspek pemahaman risiko (*risk understanding*), metode HIRADC keseluruhan risiko diidentifikasi dan mengevaluasi dampaknya pada sistem secara umum (*general*). Sedangkan pada metode HIRARC fokus pada pemahaman risiko secara spesifik untuk kemudian dapat ditentukan langkah-langkah pengendalian yang lebih relevan. (Cholil dkk., 2021) mengemukakan bahwa HIRADC merupakan rangkaian proses untuk mengidentifikasi, mengukur, dan mengevaluasi bahaya pada kegiatan atau proses yang dilakukan baik secara rutin dan non rutin. Selain itu, metode ini menjadi salah satu elemen penting upaya untuk mewujudkan sistem kerja yang tidak hanya aman, tetapi juga nyaman (Ameiliawati, 2022). Berbeda dengan HIRADC, metode HIRARC merupakan rangkaian untuk mengidentifikasi bahaya, menilai dan mengatur kemungkinan bahaya, serta meminimalisasi kecelakaan sehingga proses kerja akan menjadi aman (Ramadhan, F, 2017; Saputro & Lombardo, 2021). Metode HIRARC ini dimulai dengan menentukan

jenis kegiatan kerja yang akan dilakukan untuk selanjutnya dapat diidentifikasi sumber bahaya dari kegiatan kerja tersebut (Purnama, 2015).

Menurut Cholil dkk (2021), HIRADC dilakukan dengan tujuan untuk mengantisipasi keberadaan faktor penyebab bahaya agar dapat dilakukan upaya pencegahan, memahami jenis-jenis bahaya serta mengevaluasi tingkat bahaya, serta mengendalikan terjadinya bahaya atau komplikasi di tempat kerja (Cholil dkk., 2021). Sedangkan HIRARC dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengontrol risiko keselamatan dan kesehatan pada suatu proses kerja yang mungkin dapat terjadi pada setiap aktivitas, diikuti dengan upaya agar dapat dilakukan tindakan pencegahan dari potensi risiko yang mungkin akan terjadi. HIRARC pun memiliki tujuan dalam rangka menurunkan angka kejadian kecelakaan dan untuk melindungi semua proses kerja di tempat kerja (Damayanti & Nalhadi, 2017).

Tabel 2. Identifikasi Bahaya Area Operasional Pertambangan

Kegiatan	Potensi bahaya	Risiko	
Pemecahan <i>boulder</i> menggunakan unit <i>breaker</i>	Lentingan material	Kaca kabin pecah	
	Kebisingan	Gangguan pendengaran	
	Bahaya longsor	Tertimpa longsor	
	Tanjakan curam	Unit mogok/rem blong	
Development jalan tambang	Debu	Cedera hingga kematian	
		Penyakit pernapasan	
Transportasi kendaraan <i>mining service</i>	Kebisingan	Iritasi mata	
		Getaran	Gangguan pendengaran
			Gangguan Kesehatan
Drilling	Medan berlubang/ berongga	Terjatuh, terperosok	
	Blasting	<i>Flying rock</i>	Tertimpa batu
Getaran		Cedera pada manusia	
		Kualitas udara hasil peledakan	Kerusakan bangunan/peralatan/unit
Loading	<i>Air blast</i>	Bangunan di lingkungan masyarakat retak	
	Debu	Gangguan pernapasan	
Pengoperasian alat muat	<i>Swing</i> alat muat	Gangguan pendengaran	
	Memuat berlebihan	Gangguan pernapasan	
	Naik turun unit	Kerusakan alat	
	Suhu udara yang panas	Kerusakan alat	
	Unit diposisikan pada tanah yang miring atau tidak rata	Terjatuh, cedera	
Hauling	Debu	Dehidrasi	
	Jalan yang tidak ada <i>safety berm</i>	Unit terbalik	
	Batu yang berserakan	Penyakit pernapasan, mata	
		Terperosok, kerusakan alat dan cedera pada tenaga kerja	
		Kena lentingan, kerusakan alat	

Kegiatan	Potensi bahaya	Risiko
<i>Dumping</i>	Memuat berlebihan	Kerusakan alat
	Lalu lintas di jalan <i>hauling</i>	Kecelakaan lalu lintas <i>hauling</i>
	Pandangan terbatas saat mundur	Terperosok Cedera pada tenaga kerja dan kerusakan alat
Pengawasan opsional malam hari	Lantai <i>dumping</i> yang lunak	Amblas
	<i>Material dumping</i>	Tertimbun
	Pencahayaan dan pandangan terbatas	Kerusakan alat Tertabrak
Penyiraman jalan oleh <i>water truck</i>	Lalu lintas di jalan	Kecelakaan lalu lintas jalan <i>hauling</i>
Pemeliharaan alat berat (<i>dump truck, excavator, alat bor, grader, wheel loader, bulldozer</i>)	Alat-alat perbaikan yang berat	Cedera Kerusakan alat

Sumber: elaborasi penulis, 2024.

Penyusunan HIRARC maupun HIRADC terdiri atas tiga tahapan utama yaitu identifikasi bahaya (*hazard identification*), penilaian risiko (*risk assessment*), dan pengendalian risiko (*risk control*) dan/atau penetapan pengendalian (*determining control*) (Lazuardi dkk., 2022; Mallapiang & Samosir, 2014; Pramadi dkk., 2020). *Hazard identification* merupakan suatu proses tahapan awal yang dilakukan, di mana pada tahap ini sebuah bahaya didefinisikan dan digolongkan ke dalam berbagai macam jenis bahaya. Pada tahap awal ini data dikumpulkan dengan melakukan wawancara kepada pekerja secara langsung. Pada kegiatan wawancara, pekerja diminta menulis dan menjelaskan secara detail urutan suatu pekerjaan yang biasanya dilakukan, kemudian dilanjutkan dengan menjabarkan sebuah proses atau aktivitas pekerjaan tersebut. Data yang terkumpul melalui wawancara ini kemudian dilengkapi dengan pengumpulan data tambahan melalui kegiatan observasi langsung terhadap suatu pekerjaan tertentu agar tidak terjadi kesalahan dan *mispersepsi*. Tabel 2 menunjukkan beberapa hasil dari identifikasi bahaya beserta potensi risiko yang dapat muncul pada operasi pertambangan secara umum di Indonesia.

Tabel 3. Penilaian Risiko Kegiatan Operasi Pertambangan

Kegiatan Operasi Tambang	Tingkat Risiko
Pemecahan <i>boulder</i> menggunakan unit <i>breaker</i>	L
<i>Development</i> jalan tambang	L
Transportasi kendaraan <i>mining service</i>	L
<i>Drilling</i>	L
<i>Blasting</i>	M
<i>Loading</i>	L

Kegiatan Operasi Tambang	Tingkat Risiko
Pengoperasian alat muat	L
<i>Hauling</i>	L
<i>Dumping</i>	M
Pengawasan operasional di malam hari	M
Penyiraman jalan oleh <i>water truck</i>	L
Pemeliharaan alat berat tambang di lapangan	H

Keterangan: L (*low risk*), M (*medium risk*), H (*high risk*).

Tahapan kedua HIRADC dan HIRARC yaitu penilaian risiko (*risk assessment*). Pada tahap *risk assessment*, pekerja atau karyawan sendiri yang melakukan penilaian dari suatu aktivitas kerja. Pada tahapan ini, penilaian risiko biasanya menggunakan tabel matriks risiko atau disebut juga peta risiko seperti digambarkan pada Gambar 2, di mana peta warna hijau menunjukkan risiko rendah (*low risk*), warna kuning menunjukkan risiko sedang (*medium risk*), dan warna merah menunjukkan risiko tinggi (*high risk*). Berdasarkan hasil kajian literatur, kegiatan penilaian risiko masih banyak ditemukan menggunakan metode standar dari *Australian Standard/New Zealand Standard (AS/NZS) 4360:1999*. Sebetulnya penggunaan metode standar ini sudah kurang tepat apabila akan diterapkan pada kondisi terkini atau pasca tahun 2018. Hal ini disebabkan karena negara Indonesia sudah memiliki Standar Nasional Indonesia (SNI) ISO 30001:2018 yang mengatur tentang standar manajemen risiko. SNI ISO 30001:2018 tersebut mengadopsi standar internasional mengenai manajemen risiko yaitu ISO 30001:2018 (BSN, 2018). Tabel 3 menunjukkan beberapa hasil dari penilaian risiko yang ada pada operasi pertambangan secara umum di Indonesia.

Menurut Marwah dkk (2024), penggunaan tabel matriks risiko akan berbeda antar organisasi/institusi ataupun perusahaan. Perbedaan tersebut dapat terjadi dikarenakan setiap perusahaan, juga termasuk perusahaan pertambangan memiliki tingkat kemampuan dan adaptasi terhadap penanganan masalah yang berbeda (Marwah dkk., 2024), bergantung kepada pemahaman terkait manajemen risiko. Manajemen risiko ini akan dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya yaitu komunikasi dan konsultasi, penetapan konteks, identifikasi bahaya, serta pemantauan dan peninjauan risiko (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2019). Jenis tabel matriks atau peta risiko yang umum ditemukan di perusahaan pertambangan yaitu menggunakan metode semi-kuantitatif. Metode semi-kuantitatif yang dimaksud yaitu gabungan antara penggunaan angka kuantitatif risiko berdasarkan kriteria dari parameter atau indikator risiko secara kualitatif. Jenis tabel ini dinilai cukup efektif dan mudah dipahami karena

tidak hanya menggunakan angka, tetapi langsung menggunakan kriteria di mana pada tahap ini dinilai keparahan (*dampak*) yang disangkutpautkan dengan kemungkinan dapat terjadinya kecelakaan (BSN, 2018).

KEMUNGKINAN	Tinggi 3	Medium	High	High
	Sedang 2	Low	Medium	High
	Rendah 1	Low	Low	Medium
		1 Kecil	2 Sedang	3 Besar
		DAMPAK		

Gambar 2. Contoh Matriks Risiko atau Peta Risiko berdasarkan SNI ISO 30001:2018

Tahapan pengendalian risiko (*risk control*) merupakan tahapan akhir setelah penilaian risiko. Pada tahapan ini dapat digunakan pedoman *hierarchy of control* di mana proses pengendalian risiko dengan tingkatan (*level*) makin ke atas, maka tingkat efektivitasnya semakin baik. Pada tahapan ini mencakup cara-cara untuk mengendalikan proses kerja, mulai dari bahan, peralatan, prosedur kerja, hingga area kerja. Saat menentukan pengendalian risiko yang akan diterapkan atau mempertimbangkan perubahan pada pengendalian risiko yang sudah ada, penetapan pengendalian harus mengikuti hirarki tertentu (Mantiri dkk., 2020). Berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Mineral dan Batubara Nomor 185.K/37.04/DJB/2019 hierarki pengendalian risiko terdiri dari rekayasa seperti eliminasi, substitusi dan isolasi; administrasi, praktik kerja; alat pelindung diri (APD) (BSN, 2018; Pramadi dkk., 2020).

SIMPULAN

Metode HIRARC maupun HIRADC bertujuan untuk mengidentifikasi bahaya, menilai risiko, dan mengendalikan risiko agar dapat menjalankan operasi pertambangan



dengan aman dan efisien. Tahapan identifikasi bahaya dari operasi pertambangan harus ditentukan pada awal proses, tidak hanya berfokus pada aktivitas atau kegiatan *drilling*, *blasting*, *loading*, maupun *hauling*. Sehubungan pada kegiatan pemeliharaan alat tambang disinyalir memiliki tingkat risiko yang tinggi karena tingkat kemungkinan maupun dampak yang relatif tinggi. Tahapan identifikasi bahaya akan menentukan tahapan penilaian dan pengendalian risiko. Pada tahapan pengendalian risiko diharapkan tetap menggunakan hirarki pengendalian, dimulai dari rekayasa, administrasi, praktik kerja, dan alat pelindung diri. Dengan demikian maka diharapkan risiko yang tersisa dapat diterima sesuai dengan tingkat adaptasi dan toleransi pada operasi pertambangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ameiliawati, R. (2022). Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja dengan Metode HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control) di Area Plant-Warehouse. *Departemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga*. <https://e-journal.unair.ac.id/MGK/article/download/30784/21362>
- Azira, S., & Susilawati, S. (2023). Analisis Kejadian Kecelakaan Kerja Akibat Gas Beracun Mengenai Tambang Bawah Tanah: Literature Review. *ZAHRA: Journal of Health and Medical Research*, 3(2), 197–204.
- Bawang, J., Kawatu, P. A., & Wowor, R. (2019). Analisis Potensi Bahaya dengan Menggunakan Metode Job Safety Analysis di Bagian Pengapalan Site Pakal PT. Aneka Tambang Tbk. UBPN Maluku Utara. *KESMAS*, 7(5). <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/kesmas/article/view/22082>
- BSN. (2018). *Badan Standarisasi Nasional: Manajemen Risiko Berbasis SNI ISO 30001:2018*. Badan Standar Nasional (BSN). <https://perpustakaan.bsn.go.id/repository/ca09e618c360ecd38f4f0ccfc828a2ff.pdf>
- Cholil, A. A., Santoso, S., Syahrial, T. R., Sinulingga, E. C., & Nasution, R. H. (2021). Penerapan Metode HIRADC Sebagai Upaya Pencegahan Risiko Kecelakaan Kerja Pada Divisi Operasi Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap. *Jurnal Bisnis dan Manajemen (Journal of Business and Management)*, 20(2), Article 2. <https://doi.org/10.20961/jbm.v20i2.54633>
- Damayanti, D., & Nalhadi, A. (2017). Identifikasi Penilaian Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC). *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 3(1), 1–6.
- Darma, Z., Yunasril, Y., & Heriyadi, B. (2018). Studi Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Pertambangan Emas Rakyat di Kenagarian Palangki Kecamatan IV Nagari Kabupaten Sijunjung. *Journals Mining Engineering: Bina Tambang*, 3(1), 634–645.
- Fadhilah, F., Amrina, E., & Gusvita, R. E. (2023). Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control (HIRADC) in Mining Operations at PT Semen Padang. *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, 5(3), 473–484.

- Haidi, H., & Abdullah, R. (2020). Upaya Meminimalisir Kecelakaan Kerja di Area Penambangan PT. Adaro Services Job Site Binungan, Berau Provinsi Kalimantan Timur. *Journals Mining Engineering: Bina Tambang*, 5(2), 77–87.
- Isnain, F., Alisastromijoyo, A., & Alam, P. N. (2023). Analisis Penerapan Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dengan Metode Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) pada Kegiatan Drilling dan Blasting di PT Macmahon Indonesia, Lhoknga, Aceh Besar. *Journal of Geosciences, Mining Engineering, and Technology*, 7(2), Article 2.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2019). *Keputusan Direktur Jenderal Mineral dan Batu Bara Nomor 185.K/37.04/DJB/2019 tentang Petunjuk Teknis Penerapan, Penilaian, dan Pelaporan Sistem Manajemen Keselamatan Pertambangan Mineral dan Batubara*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- Kristiawan, R., & Abdullah, R. (2020). Faktor Penyebab Terjadinya Kecelakaan Kerja Pada Area Penambangan Batu Kapur Unit Alat Berat PT. Semen Padang. *Journals Mining Engineering: Bina Tambang*, 5(2), 11–21.
- Lazuardi, M. R., Sukwika, T., & Kholil, K. (2022). Analisis Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode HIRADC pada Departemen Assembly Listrik. *Journal of Applied Management Research*, 2(1), 11–20.
- Liu, Q., Peng, Y., Li, Z., Zhao, P., & Qiu, Z. (2021). Hazard Identification Methodology for Underground Coal Mine Risk Management-Root-State Hazard Identification. *Resources Policy*, 72, 102052.
- Mallapiang, F., & Samosir, I. A. (2014). Analisis Potensi Bahaya dan Pengendaliannya dengan Metode HIRAC (Studi Kasus: Industri Kelapa Sawit PT. Manakarra Unggul Lestari (PT. Mul) Pada Stasiun Digester dan Presser, Clarifier, Nut dan Kernel, Mamuju, Sulawesi Barat). *Al-sihah: The Public Health Science Journal*. <https://journal3.uin-alauddin.ac.id/index.php/Al-Sihah/article/view/1612>
- Mantiri, D. H., Malingkas, G. Y., & Mandagi, R. J. (2020). Analisis Pengelompokan dan Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja Berdasarkan Aturan SMK3 Menggunakan Metode Ranking Pada Proyek Pembangunan Instalasi Rawat Inap RSUD Maria Walanda Maramis Minahasa Utara. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 10(2). <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jime/article/view/31236>
- Markus, A. Y., & Djunaidi, Z. (2024). Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control (HIRADC) Pada Kegiatan Perawatan Rolling Stock Equipment di Tambang Bawah Tanah PT. X. *Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi (MEA)*, 8(2), 479–497.
- Marwah, D. S., Naufal, M., Zata, K. N., & Amri, M. F. (2024). HIRADC dan HIRADC Dalam Proses Industri dan Manajemen Risiko K3. *Journal of Disaster Management and Community Resilience*, 1(1), 19–27.
- Parhusip, M., Winarno, E., & Nursanto, E. (2022). Implementasi Investasi Sosial Sektor Industri Pertambangan. *COMSERVA: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, 2(6), 497–509.
- Pramadi, M. I., Suprpto, H., & Yanti, R. R. (2020). Pencegahan Kecelakaan Kerja dengan Metode HIRADC di Perusahaan Fabrikasi dan Machining. *JENIUS: Jurnal Terapan Teknik Industri*, 1(2), 98–108.
- Purnama, D. S. (2015). *Analisa Penerapan Metode HIRARC (Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control) dan HAZOPS (Hazard and Operability Study)*

- dalam kegiatan Identifikasi Potensi Bahaya dan Resiko Pada Proses Unloading Unit di PT. Toyota Astra Motor [PhD Thesis, Universitas Mercu Buana Bekasi]. <https://repository.mercubuana.ac.id/64687/>
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). (2024). Minerba One Data Indonesia (MODI): Frequency and Severity Rate Kecelakaan Tambang. <https://modi.esdm.go.id/kecelakaantambang>
- Ramadhan, F. (2017). Analisis Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control (HIRARC). *Prosiding Seminar Nasional Riset Terapan*. <https://ejurnal.lppmunsera.org/index.php/senasset/article/view/443>
- Saputro, T., & Lombardo, D. (2021). Metode Hazard Identification, Risk Assessment And Determining Control (HIRADC) Dalam Mengendalikan Risiko di PT. Zae Elang Perkasa. *Jurnal Baut dan Manufaktur: Jurnal Keilmuan Teknik Mesin dan Teknik Industri*, 3(01), 23–29.
- Suherry, K. (2023). Analisis Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja Karyawan di Pertambangan. *ARRAZI: Scientific Journal of Health*, 1(1), 63–73.
- Sukma, A. J. (2017). *Analisis Risiko Potensi Bahaya Kebakaran dan Ledakan Beserta Dampaknya Pada Pekerja dan Masyarakat di PT. Pertamina-Terminal BBM Rewulu di Yogyakarta* [PhD Thesis, Universitas Gadjah Mada]. <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/116589>
- Wardani, H. K., & Khamim, N. (2021). Overview Analisis Sistem Manajemen Keselamatan Pada Industri Pertambangan di Beberapa Negara. *Syntax Idea*, 3(2), 298–306.

Submission	23 September 2024
Review	29 September 2024
Accepted	14 Oktober 2024
Publish	29 Oktober 2024
DOI	10.29241/jmk.v10i2.2065
Sinta Level	3 (Tiga)
 Yayasan RS Dr. Soetomo 	Jurnal Manajemen Kesehatan Yayasan RS.Dr.Soetomo p-ISSN 2477-0140, e-ISSN 2581-219X, Volume 10 No.2 2024, DOI: 10.29241/jmk.v10i2.2065 Published by STIKES Yayasan RS.Dr.Soetomo. Copyright (c) 2024 Arif Susanto. This is an Open Access (OA) article under the CC BY 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).