

JEPTEC
Journal of Enviromental Policy and Technology
https://journal.ummat.ac.id/index.php/jeptec/index
Vol. 3, No. 2, November 2026, Hal. 20-33
e-ISSN 2962-8547

PENDEKATAN BERBASIS RISIKO UNTUK PENGENDALIAN K3 PADA TAMBANG BATUBARA: STUDI HIRARC PADA AKTIVITAS PERTAMBANGAN PT. PALOPO INDAH RAYA

Augusto Yovando Hadrian[1], Suci Pramadita[1], Herda Desmaiani[1]
[1]Teknik Lingkungan, Universitas Tanjungpura,
*E-mail Corresponding Author :yovandooooo@gmail.com

ABSTRAK

Abstrak: Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan aspek penting dalam kegiatan pertambangan batubara karena tingginya potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, serta merumuskan rekomendasi pengendalian risiko pada kegiatan operasional penambangan batubara di PT. Palopo Indah Raya. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC). Penelitian dilaksanakan selama enam bulan dengan melibatkan 51 responden. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, kuesioner, dan dokumentasi, sedangkan penilaian risiko mengacu pada standar AS/NZS 4360:2004. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh tahapan proses penambangan batubara di PT. Palopo Indah Raya teridentifikasi memiliki 161 potensi bahaya yang menghasilkan 341 risiko. Tahap *coal hauling* memiliki jumlah potensi bahaya terbanyak, sedangkan *port stockyard* memiliki jumlah paling sedikit. Potensi bahaya didominasi oleh *unsafe condition* (90,1%) dengan jenis bahaya yang paling banyak berupa bahaya fisik dan mekanik. Tingkat risiko didominasi oleh kategori risiko tinggi sebanyak 245 risiko (71,85%), diikuti risiko sedang sebanyak 73 risiko (21,41%) dan risiko ekstrem sebanyak 23 risiko (6,74%). Dominasi risiko tinggi dipengaruhi oleh tingginya tingkat keparahan dampak (*severity*) meskipun tingkat kemungkinan terjadinya risiko (*likelihood*) sebagian besar berada pada kategori jarang. Rekomendasi pengendalian risiko didominasi oleh rekayasa teknis sebanyak 210 usulan (61,58%), diikuti pengendalian administrasi sebanyak 107 usulan (31,38%), substitusi sebanyak 22 usulan (6,45%), dan eliminasi sebanyak 2 usulan (0,59%). Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi perusahaan dalam meningkatkan efektivitas penerapan K3 serta mendukung upaya pencegahan kecelakaan kerja pada kegiatan operasional penambangan batubara.

Kata Kunci: HIRARC, identifikasi bahaya, Keselamatan dan Kesehatan Kerja, pengendalian risiko, pertambangan batubara

Abstract: *Occupational Safety and Health (OSH) is an essential aspect of coal mining activities due to the high potential hazards that may lead to occupational accidents. This study aimed to identify potential hazards, assess risk levels, and formulate risk control recommendations for coal mining operational activities at PT. Palopo Indah Raya. This research employed a quantitative descriptive method using the Hazard*

Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) approach. The study was conducted over six months and involved 51 respondents. Data were collected through observations, interviews, questionnaires, and documentation, while the risk assessment was based on the AS/NZS 4360:2004 standard. The results showed that all stages of the coal mining process at PT. Palopo Indah Raya were identified to have 161 potential hazards, resulting in 341 identified risks. The coal hauling stage had the highest number of potential hazards, while the port stockyard stage had the fewest. The identified hazards were dominated by unsafe conditions (90.1%), with physical and mechanical hazards being the most prevalent. The risk assessment indicated that high-risk category was the most dominant, accounting for 245 risks (71.85%), followed by moderate risk with 73 risks (21.41%) and extreme risk with 23 risks (6.74%). The predominance of high-risk category was mainly influenced by the high severity of potential consequences, although the likelihood of occurrence was predominantly classified as rare. The proposed risk controls were dominated by engineering controls with 210 recommendations (61.58%), followed by administrative controls with 107 recommendations (31.38%), substitution with 22 recommendations (6.45%), and elimination with 2 recommendations (0.59%). The findings of this study are expected to serve as a reference for the company in improving the effectiveness of Occupational Safety and Health (OSH) implementation and supporting efforts to prevent occupational accidents in coal mining operational activities.

Keywords: *coal mining, hazard identification, HIRARC, Occupational Safety and Health (OSH), risk control*

Article History:
Received: 17-09-2026
Revised : 26-10-2026
Accepted: 30-10-2026
Online : 03-11-2026

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

A. LATAR BELAKANG

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan aspek penting dalam setiap aktivitas industri karena berkaitan dengan perlindungan pekerja dari potensi bahaya di lingkungan kerja. Penerapan K3 dapat meningkatkan kesadaran pekerja terhadap berbagai potensi bahaya sehingga pekerjaan dapat dilakukan secara lebih aman (Rizki et al., 2023). Hal tersebut menjadi semakin penting pada industri pertambangan yang memiliki karakteristik pekerjaan berisiko tinggi, antara lain penggunaan alat berat, kondisi medan yang dinamis, serta aktivitas pengangkutan material. Potensi bahaya seperti tertabrak atau tergilas alat berat, tertimpa material, longsor, dan paparan debu dapat menimbulkan cedera hingga kematian serta mengganggu keberlangsungan kegiatan operasional.

Kecelakaan kerja pada sektor pertambangan dapat disebabkan oleh interaksi antara *unsafe action* dan *unsafe condition*. *Unsafe action* merupakan tindakan pekerja yang tidak sesuai dengan prosedur keselamatan kerja (Suryanto & Widajati, 2017), sedangkan *unsafe condition* merupakan kondisi lingkungan atau fasilitas kerja yang tidak aman (Casmono et al., 2023). Pada kegiatan pertambangan batubara, kedua faktor tersebut dapat menjadi semakin kritis karena aktivitas pengoperasian dan mobilisasi alat berat berlangsung secara intensif dalam lingkungan kerja yang dinamis. Oleh karena itu, identifikasi bahaya dan penilaian risiko diperlukan sebagai dasar untuk menentukan pengendalian yang sesuai sebelum risiko berkembang menjadi kecelakaan kerja.

PT. Palopo Indah Raya yang berlokasi di Kabupaten Barito Selatan, Provinsi Kalimantan Tengah merupakan perusahaan pertambangan batubara yang sedang mempersiapkan pelaksanaan kegiatan operasional. Berdasarkan pengamatan awal, ditemukan berbagai potensi bahaya dan ketidaksesuaian terhadap prosedur keselamatan, khususnya dalam penggunaan unit alat berat dan kepatuhan terhadap prosedur kerja. Kejadian *near miss* juga ditemukan dalam aktivitas operasional, yang menunjukkan adanya potensi risiko kecelakaan yang perlu dikendalikan. Kondisi tersebut menjadi penting untuk diperhatikan karena perusahaan sedang melakukan penguatan kembali sistem operasional dan penerapan K3 seiring dengan pengelolaan perusahaan oleh manajemen baru. Pada tahap pengembangan operasional, identifikasi bahaya dan penilaian risiko diperlukan untuk memastikan bahwa aktivitas kerja memiliki pengendalian yang memadai.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mengendalikan risiko K3 adalah *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC). Metode ini dilakukan secara sistematis melalui tahapan identifikasi bahaya, penilaian tingkat risiko berdasarkan kemungkinan dan keparahan, serta penentuan pengendalian terhadap risiko yang teridentifikasi. Pendekatan HIRARC memungkinkan perusahaan menentukan prioritas pengendalian berdasarkan tingkat risiko pada setiap aktivitas kerja sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam upaya pencegahan kecelakaan kerja.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, serta merumuskan pengendalian risiko K3 pada kegiatan operasional pertambangan batubara di PT. Palopo Indah Raya menggunakan metode HIRARC. Penelitian difokuskan pada aktivitas *land clearing, topsoil removal, overburden removal, coal getting, coal hauling, dan port stockyard*. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai tingkat risiko pada setiap aktivitas serta menjadi dasar rekomendasi pengendalian dalam mendukung penerapan K3 dan pencegahan kecelakaan kerja pada kegiatan operasional pertambangan.

B. METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama kurang lebih enam bulan, yaitu Februari–Agustus 2026, yang meliputi tahap persiapan, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data, penyusunan rekomendasi pengendalian, serta penyusunan laporan penelitian. Penelitian berlokasi di wilayah konsesi PT. Palopo Indah Raya, Desa Patas 2, Kecamatan Gunung Bintang Awai, Kabupaten Barito Selatan, Provinsi Kalimantan Tengah. PT. Palopo Indah Raya merupakan perusahaan pertambangan batubara yang menerapkan metode penambangan terbuka (*open pit mining*).

Pengamatan difokuskan pada enam tahapan kegiatan operasional pertambangan, yaitu land clearing, topsoil removal, overburden removal, coal getting, coal hauling, dan port stockyard. Keenam tahapan tersebut dipilih karena melibatkan aktivitas pekerja dan penggunaan alat berat yang memiliki potensi bahaya terhadap keselamatan dan kesehatan kerja.

Desain dan Sampel Penelitian

Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif dengan analisis semi-kuantitatif untuk mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko, dan menentukan rekomendasi pengendalian K3 pada kegiatan operasional pertambangan. Identifikasi dan penilaian risiko dilakukan menggunakan kerangka *Hazard*

Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC), sedangkan penilaian tingkat risiko mengacu pada matriks AS/NZS 4360:2004.

Populasi penelitian terdiri atas 102 pekerja yang terlibat pada enam tahapan kegiatan pertambangan. Penentuan jumlah sampel dilakukan dengan menggunakan rumus Slovin, yang bertujuan untuk mengetahui jumlah minimal sampel yang diperlukan ketika ukuran populasi telah diketahui (Nuraeni, 2019). Jumlah sampel ditentukan menggunakan rumus Slovin dengan tingkat kesalahan 10%, sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

Keterangan:
n = Ukuran sampel
N = Ukuran populasi
e = Standar error (10% atau 0,1)

Perhitungan:

$$n = \frac{102}{1 + 102\ (0{,}1)^2}$$

$$n = \frac{102}{1 + 102\ (0{,}01)}$$

$$n = \frac{102}{1 + 1{,}02}$$

$$n = \frac{102}{2{,}02}$$

$$n = 50{,}49$$

Jumlah tersebut kemudian dibulatkan menjadi 51 responden. Sampel didistribusikan secara proporsional pada setiap tahapan pekerjaan menggunakan metode *proportionate stratified sampling*. Metode ini beguna unuk membagi sampel berdasarkan strata yang memiliki keterwakilan yang sesuai dengan proporsi populasi pekerja di lapangan (Firmansyah, 2022). Penentuan jumlah responden pada masing-masing tahap pekerjaan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$n_i = \frac{N_i}{102} \times 51$$

Keterangan:
n_i = Jumlah responden tiap tahap
N_i = Jumlah pekerja tiap tahap
102 = Total populasi
51 = Total sampel

Pemilihan responden secara proporsional dilakukan untuk memastikan setiap tahapan pekerjaan memperoleh keterwakilan sesuai dengan proporsi jumlah pekerja pada masing-masing kelompok aktivitas. Distribusi responden disajikan pada **Tabel 1.**

Table 1. Distribusi Responden Berdasarkan Tahapan Kegiatan

NO	TAHAPAN KEGIATAN	JUMLAH RESPONDEN
1.	*Land Clearing*	2
2.	*Topsoil Removal*	4
3.	*Overburden Removal*	10
4.	*Coal Getting*	5

5.	*Coal Hauling*	21
6.	*Port Stockyard*	9
Total	*Land Clearing*	2

Sumber: Hasil Analisis. (2026)

Pengumpulan Data dan Identifikasi Bahaya

Data penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara, dan kuesioner. Observasi dilakukan pada setiap tahapan kegiatan untuk mencatat potensi bahaya, kondisi lingkungan kerja, kondisi peralatan, penggunaan alat pelindung diri (APD), serta penerapan prosedur keselamatan kerja. Wawancara dilakukan dengan pihak HSE untuk memperoleh informasi mengenai aktivitas kerja, potensi bahaya dan risiko, kejadian kecelakaan atau insiden, serta pengendalian yang telah diterapkan perusahaan.

Kuesioner diberikan kepada 51 responden untuk memperoleh penilaian tingkat kemungkinan (*likelihood*) dari setiap risiko yang teridentifikasi. Instrumen kuesioner terlebih dahulu diuji melalui validitas isi (*content validity*) menggunakan metode *expert judgment* dengan melibatkan tiga praktisi HSE PT. Palopo Indah Raya yang bertujuan untuk menilai kesesuaian isi, redaksi, dan indikator kuesioner, sehingga instrumen dainyatakan valid dan layak digunakan untuk pengumpulan data (Rusli et al., 2020). Penilaian *likelihood* menggunakan lima kategori sebagaimana disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Kategori *Likelihood*.

NO.	KRITERIA	PENJELASAN
1	Sangat jarang *(rare)*	Risiko hampir tidak pernah terjadi selama satu siklus kegiatan pertambangan dalam satu bulan operasional dan hanya mungkin muncul pada kondisi yang sangat tidak biasa
2	Jarang *(unlikely)*	Risiko dapat terjadi dalam satu siklus kegiatan pertambangan, namun kemungkinan kejadiannya rendah dan hanya muncul pada kondisi tertentu atau insidental
3	Mungkin terjadi *(possible)*	Risiko memiliki peluang yang cukup realistis untuk terjadi dan dapat muncul beberapa kali selama satu siklus kegiatan pertambangan dalam satu bulan operasional
4	Sering *(likely)*	Risiko sering dijumpai dalam kegiatan operasional dan berpotensi terjadi berulang kali pada berbagai aktivitas selama satu siklus kegiatan pertambangan
5	Sangat sering *(almost certain)*	Risiko hampir selalu terjadi atau sangat sering ditemukan dalam kegiatan operasional sehingga kemunculannya diperkirakan terjadi secara berulang dan konsisten selama satu siklus kegiatan pertambangan

Sumber: AS/NZS 4360 (2004)

Seluruh responden diberikan acuan periode penilaian yang sama, yaitu frekuensi kejadian selama satu bulan kegiatan operasional pertambangan, disertai penjelasan mengenai definisi setiap kategori *likelihood*. Karena data penilaian bersifat ordinal yang menunjukkan urutan kategori dan tidak memiliki interval yang pasti antar tingkat penilaian (Hakim, 2019), kategori *likelihood* ditentukan menggunakan modus, yaitu kategori jawaban yang paling banyak dipilih responden.

Identifikasi bahaya dilakukan menggunakan *worksheet* HIRARC pada setiap tahapan pekerjaan. Potensi bahaya diklasifikasikan menjadi *unsafe action*, yaitu

tindakan tidak aman yang dilakukan pekerja, dan *unsafe condition*, yaitu kondisi lingkungan atau peralatan kerja yang tidak aman.

Penilaian Risiko

Penilaian risiko dilakukan terhadap setiap potensi bahaya dengan mempertimbangkan tingkat kemungkinan (*likelihood*) dan tingkat keparahan (*severity*). Nilai likelihood diperoleh dari hasil kuesioner pekerja, sedangkan *severity* ditentukan berdasarkan hasil observasi peneliti dan pertimbangan pihak HSE perusahaan.

Penilaian *severity* menggunakan lima tingkat sebagaimana disajikan pada **Tabel 3.**

Tabel 3. Kategori *Severity*

NO.	KRITERIA	PENJELASAN
1	Tidak signifikan (*insignificant*)	Kejadian tidak menyebabkan kerugian dan tidak menimbulkan cedera pada manusia
2	Kecil (*minor)*	Menyebabkan cedera ringan yang hanya memerlukan penanganan P3K serta tidak menimbulkan dampak serius
3	Sedang (*moderate)*	Menimbulkan cedera yang memerlukan perawatan di rumah sakit, namun tidak menyebabkan cacat permanen, dan menyebabkan kerugian finansial pada tingkat sedang
4	Berat (*major)*	Mengakibatkan cedera serius yang berujung pada cacat permanen, disertai kerugian finansial yang besar serta dampak yang signifikan
5	Fatal (*catasthropic)*	Menyebabkan korban meninggal dunia dan kerugian yang sangat besar, bahkan dapat menghentikan kegiatan secara permanen

Sumber: AS/NZS 4360 (2004)

Penentuan *severity* menggunakan pendekatan *reasonably foreseeable risk*, yaitu mempertimbangkan konsekuensi terburuk yang masih dapat diperkirakan secara wajar berdasarkan sumber bahaya, mekanisme kejadian, kondisi pekerjaan, serta pengendalian yang tersedia (Jensen et al., 2022). Dengan demikian, konsekuensi tidak ditetapkan berdasarkan skenario paling ekstrem yang secara teoritis mungkin terjadi, tetapi berdasarkan skenario terburuk yang masih kredibel dan realistis pada kondisi pekerjaan yang diamati. Tingkat risiko dihitung dengan mengalikan nilai *likelihood* dan *severity* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$R = L \times S$$

Keterangan:
R = nilai risiko,
L = nilai kemungkinan, dan
S = nilai keparahan.

Hasil perkalian kemudian dipetakan ke dalam matriks risiko AS/NZS 4360:2004 untuk menentukan kategori tingkat risiko. Kategori tingkat risiko yang digunakan dalam penelitian disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4 Kategori Tingkat Risiko

TINGKAT RISIKO	
Risiko rendah	Risiko dapat diterima dan cukup dilakukan pemantauan untuk memastikan pengendalian tetap efektif
Risiko sedang	Risiko memerlukan pengendalian tambahan dalam jangka waktu yang wajar untuk menurunkan tingkat risiko
Risiko tinggi	Risiko memerlukan tindakan pengendalian segera dan menjadi prioritas selama pekerjaan dilaksanakan
Risiko ekstrim	Risiko tidak dapat diterima (*unacceptable*). Aktivitas kerja harus mendapat prioritas pengendalian yang efektif sebelum kegiatan dilaksanakan atau dilanjutkan sehingga tingkat risiko menurun

Sumber: AS/NZS 4360 (2004)

Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko ditentukan berdasarkan hasil penilaian risiko dengan menerapkan prinsip hierarki pengendalian, yaitu eliminasi, substitusi, rekayasa teknis, pengendalian administratif, dan APD. Rekomendasi pengendalian disusun dengan mempertimbangkan tingkat risiko, jenis bahaya, karakteristik aktivitas, kondisi aktual di lapangan, serta pengendalian yang telah diterapkan perusahaan. Adapun tahapan hierarki pengendalian meliputi:

1. Eliminasi, yaitu menghilangkan sumber bahaya sehingga risiko tidak lagi muncul.
2. Substitusi, yaitu mengganti bahan, peralatan, atau metode kerja yang berbahaya dengan alternatif yang lebih aman.
3. Rekayasa teknis, yaitu melakukan modifikasi pada peralatan, fasilitas, atau lingkungan kerja untuk mengurangi paparan bahaya.
4. Pengendalian administratif, yaitu melalui penyusunan dan penerapan prosedur kerja, pelatihan K3, pengaturan jadwal kerja, serta peningkatan pengawasan.
5. Alat Pelindung Diri, yaitu sebagai lapisan perlindungan terakhir untuk meminimalkan dampak apabila pekerja masih terpapar sumber bahaya.

Prioritas pengendalian ditentukan berdasarkan kategori risiko dan karakteristik bahaya. Rekomendasi pengendalian selanjutnya dimasukkan ke dalam *worksheet* HIRARC dan disesuaikan dengan kondisi aktual setiap aktivitas serta ketentuan keselamatan pertambangan yang berlaku.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Identifikasi Bahaya

Hasil identifikasi menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) pada enam tahapan kegiatan pertambangan menunjukkan terdapat 161 potensi bahaya yang menghasilkan 341 risiko. Jumlah risiko yang lebih besar dibandingkan potensi bahaya menunjukkan bahwa satu sumber bahaya dapat menimbulkan lebih dari satu kemungkinan kejadian maupun konsekuensi. Misalnya, kondisi jalan angkut yang licin dapat menyebabkan kehilangan kendali, kendaraan tergelincir, terguling, atau bertabrakan. Distribusi potensi bahaya dan risiko pada 6 tahap kegiatan didajikan pada **Tabel 5.**

Tabel 5 Distribusi Potensi Bahaya Dan Risiko Berdasarkan Tahapan Kegiatan

TAHAPAN	POTENSI BAHAYA	RISIKO
Land Clearing	15	32
Topsoil Removal	37	76

Overburden Removal	39	85
Coal Getting	18	37
Coal Hauling	42	93
Port Stockyard	10	18
Total	**161**	**341**

Sumber: Hasil Analisis (2026)

Tahapan *coal hauling* memiliki jumlah potensi bahaya tertinggi, yaitu 42 potensi bahaya dengan 93 risiko. Kondisi tersebut berkaitan dengan karakteristik kegiatan yang melibatkan mobilitas *dump truck* secara terus-menerus, interaksi antarkendaraan, aktivitas pemuatan dan pembongkaran, serta kondisi jalan angkut yang dinamis. Jalur angkut yang panjang, kondisi jalan yang bergelombang atau licin, genangan akibat drainase yang belum optimal, tanjakan dan turunan, serta paparan debu meningkatkan kemungkinan terjadinya kejadian tidak diinginkan. Temuan ini sejalan dengan Wahyudi (2025) yang menunjukkan bahwa aktivitas *hauling* memiliki potensi bahaya tinggi, terutama terkait tabrakan, kendaraan terguling, dan paparan debu.

Overburden removal dan *topsoil removal* juga memiliki jumlah bahaya yang relatif tinggi, masing-masing 39 dan 37 potensi bahaya. Kedua aktivitas memiliki karakteristik pekerjaan yang serupa karena melibatkan penggunaan alat berat untuk pemuatan, pengangkutan, pembongkaran, dan penataan material. Bahaya terutama berkaitan dengan kondisi tanah dan jalan, kestabilan lereng, interaksi alat berat, serta paparan debu. Sebaliknya, *port stockyard* memiliki jumlah bahaya paling rendah karena aktivitas dan area kerjanya relatif lebih terbatas, meskipun tetap terdapat potensi bahaya akibat pergerakan alat berat, ketidakstabilan material, debu, dan kebisingan.

Berdasarkan karakteristiknya, 145 potensi bahaya (90,1%) termasuk *unsafe condition*, sedangkan 16 potensi bahaya (9,9%) merupakan *unsafe action*. Dominasi *unsafe condition* menunjukkan bahwa sumber bahaya lebih banyak berasal dari kondisi lingkungan dan fasilitas kerja, seperti kondisi jalan, kestabilan lereng, kondisi tanah, serta area operasi alat berat. Hasil tersebut sejalan dengan Lestari & Heriansyah (2023) yang menunjukkan bahwa kondisi tidak aman merupakan sumber bahaya yang dominan pada aktivitas pertambangan. Distribusi un*safe condition* dan *unsafe action* disajikan pada **Tabel 6**.

Tabel 6 Distribusi *Unsafe Condition* Dan *Unsafe Action*

KATEGORI	JUMLAH	PERSENTASE (%)
Unsafe Condition	145	90,1
Unsafe Action	16	9,9
Total	161	100

Sumber: Hasil Analisis (2026)

Jenis bahaya didominasi oleh bahaya fisik sebanyak 77 potensi bahaya (47,8%) dan bahaya mekanis sebanyak 68 potensi bahaya (42,2%). Bahaya fisik terutama berasal dari kondisi jalan, tanah, lereng, debu, kebisingan, dan getaran, sedangkan bahaya mekanis berkaitan dengan penggunaan *excavator*, *bulldozer*, *dump truck*, dan peralatan lainnya. Bahaya kimia, psikososial, dan biologis ditemukan dalam jumlah yang lebih rendah. Dominasi bahaya fisik dan mekanis menunjukkan bahwa kondisi lingkungan tambang serta penggunaan alat berat merupakan karakteristik utama yang perlu diperhatikan dalam pengendalian K3 pada lokasi penelitian. Distribusi jenis bahaya pada seluruh tahapan disajikan pada **Tabel 7**.

Tabel 7 Distribusi Jenis Bahaya pada Seluruh Tahapan

TAHAPAN	MEKANIK	FISIK	KIMIA	BIOLOGI	PSIKOSOSIAL	TOTAL
Land Clearing	7	5	2	1	0	15
Topsoil Removal	14	19	3	0	1	37
Overburden Removal	15	20	3	0	1	39
Coal Getting	9	9	0	0	0	18
Coal Hauling	20	17	3	0	2	42
Port Stockyard	3	7	0	0	0	10
Total	68	77	11	1	4	161

Sumber: Hasil Analisis (2026)

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa bahaya pada PT Palopo Indah Raya terutama dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tambang, penggunaan alat berat, dan dinamika aktivitas operasional. Namun, jumlah potensi bahaya belum menunjukkan tingkat risiko secara langsung karena tingkat risiko juga ditentukan oleh *likelihood* dan *severity*. Oleh karena itu, hasil identifikasi tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam penilaian tingkat risiko dan penentuan prioritas pengendalian.

2. Penilaian Risiko

Penilaian risiko dilakukan berdasarkan kombinasi *likelihood* dan *severity* pada 341 risiko yang teridentifikasi. Hasil penilaian *likelihood* menunjukkan bahwa kategori jarang mendominasi dengan 204 risiko (59,82%), diikuti kategori mungkin terjadi sebanyak 90 risiko (26,39%), sangat jarang 23 risiko (6,74%), sering 19 risiko (5,57%), dan sangat sering 13 risiko (3,81%).

Dominasi kategori jarang menunjukkan bahwa sebagian besar risiko dinilai memiliki frekuensi kejadian yang relatif rendah berdasarkan pengalaman responden selama periode penilaian. Namun, kategori ini tidak menunjukkan bahwa aktivitas pertambangan memiliki bahaya yang rendah. *Likelihood* menggambarkan kecenderungan terjadinya suatu kejadian, sedangkan besarnya dampak ditentukan secara terpisah melalui *severity*. Dengan demikian, suatu risiko dapat memiliki *likelihood* yang jarang tetapi tetap memiliki tingkat risiko tinggi apabila konsekuensinya berat atau fatal. Penilaian ini juga mencerminkan pengalaman pekerja terhadap kejadian yang pernah maupun berpotensi terjadi selama aktivitas operasional, termasuk kondisi yang hampir menyebabkan kecelakaan (*near miss*). Distribusi *likelihood* seluruh tahapan penambangan disajikan pada **Tabel 8**.

Tabel 8 Distribusi *Likelihood* Seluruh Tahapan Penambangan

KATEGORI *LIKELIHOOD*	JUMLAH RISIKO	PERSENTASE (%)
Sangat Jarang	23	6,74
Jarang	204	59,82
Mungkin Terjadi	90	26,39
Sering	19	5,57
Sangat Sering	13	3,81
Total	341	100

Sumber: Hasil Analisis (2026)

Pada aspek *severity*, kategori berat merupakan kategori yang paling dominan, yaitu 156 risiko (45,75%), diikuti kategori sedang sebanyak 115 risiko (33,72%) dan fatal sebanyak 76 risiko (22,29%). Sementara itu, kategori kecil hanya

ditemukan pada 2 risiko (0,59%) dan tidak terdapat risiko dengan kategori tidak signifikan. Dominasi kategori berat dan fatal berkaitan dengan karakteristik kegiatan pertambangan yang melibatkan alat berat dan energi mekanik besar serta kondisi kerja seperti jalan angkut, lereng, area *loading*, dan *dumping*. Apabila kejadian terjadi, konsekuensinya dapat berupa cedera serius hingga fatal meskipun frekuensi kejadiannya tidak selalu tinggi. Lingkup pertambangan batubara memiliki konsekuensi dengan kategori berat karena karakteristik bahaya industri tambang cenderung bersifat permanen dan berdaya rusak masif (Marzuki, 2023). Distribusi tingkat risiko pada seluruh tahapan kegiatan disajikan pada **Tabel 9.**

Tabel 9 Distribusi *Severity* Seluruh Tahapan Penambangan

KATEGORI SEVERITY	JUMLAH RISIKO	PERSENTASE (%)
Tidak Signifikan	0	0
Kecil	2	0,59
Sedang	115	33,72
Berat	156	45,75
Fatal	76	22,29
Total	341	100

Sumber: Hasil Analisis (2026)

Hasil perkalian likelihood dan severity menunjukkan bahwa tingkat risiko didominasi kategori tinggi, yaitu 245 risiko (71,85%), diikuti risiko sedang sebanyak 73 risiko (21,41%) dan risiko ekstrem sebanyak 23 risiko (6,74%). Tidak ditemukan risiko dengan kategori rendah. Dominasi risiko tinggi menunjukkan bahwa karakteristik risiko pada kegiatan penambangan lebih banyak dipengaruhi oleh besarnya konsekuensi yang mungkin terjadi dibandingkan tingginya frekuensi kejadian. Dengan kata lain, meskipun sebagian besar likelihood berada pada kategori jarang, dominasi *severity* berat dan fatal menyebabkan risiko tetap berada pada tingkat tinggi.

Risiko ekstrem ditemukan pada tahapan *land clearing* dan *topsoil removal*. Kondisi tersebut berkaitan dengan aktivitas pembukaan area dan pengoperasian alat berat pada kondisi lahan yang masih mengalami perubahan, termasuk potensi ketidakstabilan tanah, pergerakan alat berat, dan aktivitas penebangan. Sementara itu, jumlah risiko terbanyak terdapat pada *coal hauling, overburden removal*, dan *topsoil removal*, sejalan dengan tingginya jumlah potensi bahaya dan intensitas penggunaan alat berat pada ketiga tahapan tersebut. Pada *coal hauling*, mobilitas *dump truck*, kondisi jalan yang dinamis, serta interaksi antarunit menjadi faktor penting yang dapat meningkatkan risiko *collision, roll over*, dan kehilangan kendali.

Dominasi risiko tinggi dalam penelitian ini lebih besar dibandingkan hasil (Ramanda et al., 2025), yang melaporkan risiko tinggi sebesar 23,07% dan risiko sedang sebesar 61,53%. Perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh cakupan penelitian, karena penelitian tersebut berfokus pada aktivitas pengangkutan, sedangkan penelitian ini mencakup enam tahapan kegiatan penambangan. Hasil penelitian juga memperkuat temuan bahwa aktivitas dengan penggunaan alat berat dan mobilitas tinggi, khususnya *hauling*, memerlukan perhatian lebih dalam penentuan prioritas pengendalian.

3. Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko disusun berdasarkan hierarki pengendalian yang meliputi eliminasi, substitusi, rekayasa teknis, pengendalian administrasi, dan alat pelindung diri (APD). Dari 341 risiko yang dianalisis, pengendalian yang paling banyak direkomendasikan adalah rekayasa teknis sebanyak 210 usulan (61,58%),

diikuti pengendalian administrasi sebanyak 107 usulan (31,38%), substitusi sebanyak 22 usulan (6,45%), dan eliminasi sebanyak 2 usulan (0,59%). Tidak terdapat APD yang ditempatkan sebagai pengendalian utama. Distribusi pengendalian pada masing-masing tahapan kegiatan disajikan pada **Tabel 10**.

Tabel 10 Distribusi Usulan Pengendalian Risiko Pada Seluruh Tahapan Kegiatan

TAHAPAN	ELIMINASI	SUBSTITUSI	REKAYASA TEKNIS	ADMINISTRASI	APD	TOTAL
Land Clearing	0	6	22	4	0	32
Topsoil Removal	1	6	43	26	0	76
Overburden Removal	1	4	50	30	0	85
Coal Getting	0	0	28	9	0	37
Coal Hauling	0	6	54	33	0	93
Port Stockyard	0	0	13	5	0	18
Total	2	22	210	107	0	341

Sumber: Hasil Analisis (2026)

Rekayasa teknis menjadi bentuk pengendalian yang paling dominan karena karakteristik bahaya pada kegiatan penambangan terbuka banyak berkaitan dengan kondisi fisik area kerja, interaksi alat berat, kondisi *hauling road*, kestabilan lereng, serta aktivitas pemuatan, pengangkutan, dan *dumping material*. Kondisi tersebut menyebabkan pengendalian melalui modifikasi lingkungan kerja dan penambahan perangkat keselamatan pada peralatan menjadi relevan untuk mengurangi peluang terjadinya kecelakaan. Dominasi ini juga terlihat pada setiap tahapan, dengan jumlah usulan rekayasa teknis masing-masing 22 pada *land clearing*, 43 pada *topsoil removal*, 50 pada *overburden removal*, 28 pada *coal getting*, 54 pada *coal hauling*, dan 13 pada *port stockyard*.

Pada coal hauling, jumlah pengendalian rekayasa teknis merupakan yang tertinggi. Kondisi tersebut berkaitan dengan tingginya mobilitas *dump truck*, perubahan kondisi dan geometri jalan angkut, interaksi antarunit, serta potensi kehilangan kendali dan tabrakan selama proses pengangkutan. Bentuk pengendalian yang direkomendasikan meliputi perbaikan dan pemadatan *hauling road*, peningkatan geometri jalan, pembangunan *safety berm*, pemasangan *reverse alarm*, kamera belakang atau kamera 360°, *proximity warning system*, serta penyediaan jalur khusus *light vehicle* dan *exclusion zone*. Pada *overburden removal*, pengendalian serupa diarahkan pada peningkatan kondisi *bench, loading point, dumping area,* dan kestabilan area operasi. Sementara itu, pada *land clearing*, pengendalian teknis antara lain berupa pengaturan posisi alat terhadap arah rebah pohon, penggunaan *chain brake* dan *anti-kickback* pada *chainsaw*, serta pemasangan FOPS dan ROPS pada alat berat.

Tingginya proporsi rekayasa teknis menunjukkan bahwa pengendalian pada penelitian ini lebih banyak diarahkan pada sumber bahaya dan kondisi lingkungan kerja dibandingkan hanya mengandalkan perubahan perilaku pekerja. Pendekatan tersebut penting pada kegiatan pertambangan yang kondisi operasionalnya bersifat dinamis akibat perubahan *front*, elevasi, geometri tambang, dan perkembangan jalan angkut. Meskipun demikian, rekayasa teknis tetap perlu didukung oleh pengendalian administrasi agar penerapannya dapat berjalan konsisten. Pengendalian administrasi yang diusulkan sebanyak 107 bentuk mencakup penerapan *Standard Operating Procedure* (SOP), Tra*ffic Management Plan, toolbox meeting,* inspeksi area kerja, pembatasan kecepatan, pengaturan lalu lintas internal, komunikasi radio, *defensive driving*, pengaturan jarak aman, serta penetapan area terlarang atau *exclusion zone*. Dengan demikian, pengendalian administrasi berfungsi sebagai lapisan pendukung untuk memastikan pengendalian teknis dan prosedur kerja diterapkan secara konsisten.

Pengendalian substitusi hanya ditemukan pada 22 risiko, terutama untuk bahaya yang berkaitan dengan kebisingan dan emisi peralatan. Bentuk yang diusulkan antara lain penggunaan peralatan dengan standar emisi lebih rendah, bahan bakar yang lebih bersih, serta *chainsaw* dengan tingkat kebisingan lebih rendah. Penerapan substitusi relatif terbatas karena kegiatan produksi tetap membutuhkan alat berat seperti *excavator, bulldozer*, dan *dump truck* sebagai bagian utama proses penambangan. Sementara itu, eliminasi hanya diusulkan pada dua risiko, yaitu melalui pembersihan area kerja dari material yang tidak diperlukan sebelum pekerjaan dilakukan. Terbatasnya penerapan eliminasi menunjukkan bahwa sebagian besar bahaya pada pertambangan terbuka melekat pada proses produksi dan tidak dapat dihilangkan tanpa mengubah secara mendasar aktivitas operasional.

Tidak adanya APD sebagai pengendalian utama tidak berarti bahwa APD tidak diperlukan dalam kegiatan penambangan. APD tetap diperlukan sebagai lapisan perlindungan terakhir terhadap residual risk setelah pengendalian pada tingkat yang lebih tinggi diterapkan. Penempatan APD bukan sebagai pengendalian utama dalam penelitian ini merupakan konsekuensi dari penerapan hierarki pengendalian yang memprioritaskan pengendalian terhadap sumber bahaya sebelum mengandalkan perlindungan individual. Dengan demikian, strategi pengendalian yang dihasilkan tidak hanya berorientasi pada perlindungan pekerja setelah terpapar bahaya, tetapi terutama pada upaya mengurangi peluang terjadinya kecelakaan melalui perbaikan kondisi fisik, sistem keselamatan peralatan, dan pengaturan operasional.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Seluruh tahapan proses pertambangan batubara di PT. Palopo Indah Raya teridentifikasi memiliki 161 potensi bahaya yang menghasilkan 341 risiko. Tahap *coal hauling* memiliki jumlah potensi bahaya terbanyak, yaitu 42 potensi bahaya, sedangkan *port stockyard* memiliki jumlah paling sedikit, yaitu 10 potensi bahaya. Berdasarkan karakteristiknya, potensi bahaya didominasi oleh *unsafe condition* sebanyak 145 potensi bahaya (90,1%), sedangkan *unsafe action* sebanyak 16 potensi bahaya (9,9%). Berdasarkan jenis bahaya, potensi bahaya didominasi oleh bahaya fisik sebanyak 77 potensi bahaya (47,83%), diikuti bahaya mekanik sebanyak 68 potensi bahaya (42,24%), bahaya kimia sebanyak 11 potensi bahaya (6,83%), bahaya psikososial sebanyak 4 potensi bahaya (2,48%), dan bahaya biologi sebanyak 1 potensi bahaya (0,62%).

Tingkat risiko didominasi oleh kategori tinggi sebanyak 245 risiko (71,85%), diikuti kategori sedang sebanyak 73 risiko (21,41%) dan ekstrem sebanyak 23

risiko (6,74%), sedangkan risiko kategori rendah tidak ditemukan. Tingkat *likelihood* didominasi oleh kategori jarang, sementara *severity* didominasi oleh kategori berat. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa tingginya tingkat risiko pada sebagian besar potensi bahaya lebih berkaitan dengan besarnya dampak yang dapat ditimbulkan dibandingkan dengan kemungkinan terjadinya. Rekomendasi pengendalian risiko didominasi oleh pengendalian rekayasa teknis sebanyak 210 usulan (61,58%), diikuti pengendalian administrasi sebanyak 107 usulan (31,38%), substitusi sebanyak 22 usulan (6,45%), dan eliminasi sebanyak 2 usulan (0,59%). Dominasi pengendalian rekayasa teknis menunjukkan bahwa pengendalian risiko terutama diarahkan pada perbaikan kondisi fisik lingkungan kerja, fasilitas operasional, sistem keselamatan, serta pengurangan risiko yang berkaitan dengan interaksi alat berat.

PT. Palopo Indah Raya disarankan memprioritaskan implementasi rekomendasi pengendalian risiko, terutama pengendalian rekayasa teknis pada tahapan *coal hauling*, *overburden removal*, dan *topsoil removal*. Evaluasi dan pemantauan terhadap efektivitas pengendalian perlu dilakukan secara berkala, khususnya pada *hauling road*, *loading point*, *bench*, *dumping area*, serta sistem keselamatan alat berat. Pengendalian administratif seperti pengawasan lapangan, *toolbox meeting*, inspeksi rutin, dan kepatuhan terhadap *Standard Operating Procedure* (SOP) juga perlu diperkuat sebagai pendukung pengendalian risiko. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi efektivitas implementasi pengendalian yang telah direkomendasikan sehingga dapat diketahui perubahan tingkat risiko setelah pengendalian diterapkan, serta memperluas kajian pada aktivitas *workshop*, *maintenance*, dan aktivitas penunjang lainnya. Penggunaan metode analisis risiko lain juga dapat dipertimbangkan sebagai pembanding untuk memberikan perspektif tambahan dalam pengelolaan keselamatan dan kesehatan kerja pada kegiatan pertambangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang sudah memberikan dukungan kepada penulis selama penyusun tugas ini dan semoga bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

DAFTAR RUJUKAN

Casmono, I. Kurnia, Simanjuntak, M., Sibarani, M. H. M. S., Hidayat, A., & Nasri. (2023). Analisa Tingkat Unsafe Action Dan Unsafe Condition Armada Milik PT Pertamina International Shipping. *Meteor STIP Marunda*, *16*(2), 86–93. Https://Doi.Org/10.36101/Msm.V16i2.321

Firmansyah, D. (2022). *Teknik Pengambilan Sampel Umum Dalam Metodologi Penelitian : Literature Review General Sampling Techniques In Research Methodology : Literature Review*. *1*(2), 85–114.

Hakim, R. (2019). *Development Of Learning Model For Appreciation Of Music Art Based On Archipelago Art In The Subject Of Cultural Art For Improvement Of Aesthetic Experience Of Grade Viii Students Of Junior High School*. *301*(Icla 2018), 158–165.

Lestari, M., & Heriansyah, A. F. (2023). *Studi Potensi Bahaya Dan Pengendalian Risiko Pada Area Penambangan Bijih Nikel Menggunakan Metode Hirarc Di PT Vale Indonesian Tbk*. *1*(2), 50–60.

Marzuki, A. (2023). *Analisis Kecelakaan Kerja Pada Kegiatan Pertambangan Batu Bara Dengan Metode Hazard Identification And Risk Assesment (Hira) Dan Job Safety Analysis (Jsa)*.

Nuraeni, R. (2019). *Pengaruh Kualitas Pelayanan Dan Kepuasan Pelanggan Terhadap Loyalitas Pelanggan*. *2*(4), 487–493.

Ramanda, R., Gumanti, S., & Susilo, A. (2025). Jurnal Inovasi Global Analisis Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Crusher Dengan Metode Hirarc Di Pt Lematang Coal Lestari. *Jurnal Inovasi Global*, *3*(9), 1589–1604.

Rizki, M. N., Safriwardy, F., Habibi, M., Nurlaila, R., Indah, B., & Pulo, B. (2023). Sosialisasi K3. *Jurnal Malikussaleh Mengabdi*, *2*(2), 2829–6141.

Rusli, A., Dan, V., & Instrumen, R. (2020). Validitas Dan Reliabilitas Instrumen Penilaian Membaca Short Functional Text Pada Siswa Smp Kelas Vii. *Jurnal Pendidikan Guru*, *1*(1), 86–95.

Suryanto, D. I. D., & Widajati, N. (2017). Hubungan Karakteristik Individu Dan Pengawasan K3 Dengan Unsafe Action Tenaga Kerja Bongkar Muat. *The Indonesian Journal Of Public Health*, *12*(1), 51. Https://Doi.Org/10.20473/Ijph.V12i1.2017.51-63

Wahyudi, M. F., Gumanti, S., & Husni, A. (2025). Analisis Risiko Dan Bahaya Pada Area Penambangan Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment, And Risk Control (Hirarc) Site Banko Barat Pt Bukit Asam Tbk Sumatera Selatan. *Jurnal Humaniora & Sosial Sains*, *2*(3), 338-342. Https://Humaniorasains.Id/Jhss/Article/View/145