
POTENSI RISIKO ALAT ANGKUT LOGISTIK PERALATAN TAMBANG TRANSPORTASI DARAT DI PT INTIPRATAMA SARANA PRIMA KUTAI TIMUR KALIMANTAN TIMUR

Yasid Abdul Kadir¹; Bowo Susilo²

Jurusan/Magister Terapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada
Email: yasitcomyasitcom@gmail.com¹, bowosusilo@ugm.ac.id²

ABSTRAK

Kegiatan pengiriman logistik material tambang merupakan salah satu aktivitas operasional dengan tingkat risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang tinggi, terutama akibat penggunaan alat angkut berat, kondisi jalan hauling, serta faktor manusia dan lingkungan kerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan memprioritaskan risiko K3 pada kegiatan pengiriman logistik material tambang di PT Intipratama Sarana Prima. Metode yang digunakan adalah integrasi *Hazard and Operability Study* (HAZOP) dan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). Penelitian ini merupakan penelitian terapan dengan pendekatan deskriptif-analitis. Data diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara dengan personel terkait, serta pengisian lembar kerja HAZOP dan FMEA berdasarkan kondisi aktual operasional. Metode HAZOP digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan deviasi proses pada setiap tahapan pengiriman logistik, sedangkan FMEA digunakan untuk menilai tingkat risiko berdasarkan parameter *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* yang dinyatakan dalam nilai *Risk Priority Number* (RPN). Hasil penelitian menunjukkan bahwa risiko dengan nilai RPN tertinggi berasal dari kegagalan sistem pengereman alat angkut (RPN = 108) dan kondisi jalan hauling yang tidak memenuhi standar keselamatan (RPN = 120). Kedua risiko tersebut termasuk dalam kategori risiko tinggi dan memerlukan tindakan pengendalian segera melalui perbaikan teknis, penguatan prosedur kerja, serta peningkatan kompetensi operator. Integrasi metode HAZOP dan FMEA terbukti mampu memberikan analisis risiko K3 yang sistematis dan komprehensif sebagai dasar penentuan prioritas pengendalian risiko pada kegiatan pengiriman logistik material tambang.

Kata Kunci: Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Transportasi Logistik Tambang, HAZOP, FMEA, Risk Priority Number.

ABSTRACT

Mining material logistics transportation is one of the operational activities with a high level of Occupational Safety and Health (OSH) risk due to the involvement of heavy equipment, hauling road conditions, and human and environmental factors. This study aims to identify, analyze, and prioritize OSH risks in mining material logistics transportation activities at PT Intipratama

Sarana Prima using an integrated approach of Hazard and Operability Study (HAZOP) and Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). This applied research employed a descriptive-analytical approach. Data were collected through field observations, interviews with relevant personnel, and completion of HAZOP and FMEA worksheets based on actual operational conditions. The HAZOP method was applied to identify potential hazards and process deviations, while FMEA was used to evaluate risk levels based on Severity, Occurrence, and Detection parameters expressed as the Risk Priority Number (RPN). The results indicate that the highest RPN values were associated with hauling equipment braking system failure (RPN = 108) and inadequate hauling road conditions (RPN = 120). These risks fall into the high-risk category and require immediate control measures, including technical improvements, strengthening of work procedures, and enhancement of operator competence. The integration of HAZOP and FMEA provides a systematic and comprehensive OSH risk analysis framework to support effective risk control prioritization in mining logistics transportation activities.

Keywords: Occupational Safety and Health, Mining Logistics Transportation, HAZOP, FMEA, Risk Priority Number.

PENDAHULUAN

Kegiatan pengiriman logistik material tambang merupakan bagian integral dalam mendukung kelangsungan operasional industri pertambangan. Aktivitas ini mencakup proses pemuatan, pengangkutan, hingga pembongkaran material yang melibatkan penggunaan alat angkut berat, tenaga kerja, serta infrastruktur jalan hauling dengan karakteristik lingkungan kerja yang dinamis dan berisiko tinggi. Kompleksitas tersebut menjadikan pengiriman logistik material tambang sebagai salah satu aktivitas dengan potensi risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang signifikan.

Risiko K3 pada aktivitas transportasi tambang umumnya bersumber dari kombinasi faktor teknis, lingkungan, dan manusia. Faktor teknis meliputi kondisi alat angkut yang tidak layak operasi, kegagalan sistem pengereman, serta kurangnya perawatan peralatan. Faktor lingkungan mencakup kondisi jalan hauling yang rusak, licin, memiliki geometri yang tidak sesuai standar, serta dipengaruhi oleh kondisi cuaca ekstrem. Sementara itu, faktor manusia meliputi kelelahan operator, kurangnya kompetensi, dan ketidakpatuhan terhadap prosedur kerja yang telah ditetapkan.

Berbagai laporan kecelakaan kerja menunjukkan bahwa aktivitas transportasi dan pengangkutan material merupakan salah satu penyumbang utama kecelakaan fatal di sektor pertambangan. International Labour Organization (ILO) menempatkan industri pertambangan sebagai sektor dengan tingkat risiko kecelakaan kerja yang tinggi, khususnya pada aktivitas yang melibatkan alat berat dan kendaraan angkut. Oleh karena itu, penerapan sistem manajemen K3 yang efektif dan berbasis analisis risiko menjadi kebutuhan fundamental dalam upaya pencegahan kecelakaan kerja.

PT Intipratama Sarana Prima sebagai perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan dan jasa logistik tambang memiliki intensitas kegiatan pengiriman logistik material yang tinggi. Seiring dengan meningkatnya volume dan frekuensi pengiriman, potensi terjadinya kecelakaan kerja juga meningkat. Dalam praktiknya, pengendalian risiko K3 masih cenderung bersifat reaktif dan mengandalkan inspeksi rutin, sehingga belum sepenuhnya mampu mengidentifikasi dan memprioritaskan risiko secara sistematis dan berbasis data.

Berbagai metode analisis risiko telah dikembangkan untuk mendukung pengelolaan K3, di antaranya Hazard and

Operability Study (HAZOP) dan Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Metode HAZOP efektif dalam mengidentifikasi potensi bahaya dan deviasi proses operasional, sedangkan FMEA mampu memberikan penilaian kuantitatif terhadap tingkat risiko melalui parameter keparahan, kemungkinan kejadian, dan kemampuan deteksi. Namun, penelitian yang mengintegrasikan kedua metode tersebut secara spesifik pada aktivitas pengiriman logistik material tambang di perusahaan jasa logistik tambang masih relatif terbatas.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko K3 pada kegiatan pengiriman logistik material tambang di PT Intipratama Sarana Prima melalui integrasi metode HAZOP dan FMEA. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik dalam pengembangan metode analisis risiko K3 serta kontribusi praktis sebagai dasar penentuan prioritas pengendalian risiko untuk mendukung penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) di sektor pertambangan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian terapan (project-based research) dengan pendekatan deskriptif-analitis yang bertujuan untuk menganalisis risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada kegiatan pengiriman logistik material tambang di PT Intipratama Sarana Prima. Objek penelitian meliputi seluruh tahapan kegiatan pengiriman logistik material tambang, mulai dari persiapan alat, pemuatan material, pengangkutan melalui jalan hauling, hingga pembongkaran material.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara dengan operator, pengawas lapangan, dan petugas K3, serta studi dokumentasi terhadap prosedur kerja dan laporan kecelakaan. Identifikasi bahaya dilakukan menggunakan metode Hazard and Operability Study (HAZOP) dengan menganalisis deviasi proses pada setiap tahapan kegiatan.

Analisis risiko selanjutnya dilakukan menggunakan metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Penilaian risiko didasarkan pada tiga parameter utama, yaitu Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D), yang masing-masing dinilai menggunakan skala 1–10. Parameter Severity menunjukkan tingkat keparahan dampak apabila suatu kegagalan terjadi, Occurrence menggambarkan frekuensi atau kemungkinan terjadinya kegagalan, sedangkan Detection menunjukkan kemampuan sistem pengendalian yang ada dalam mendeteksi kegagalan sebelum menimbulkan dampak.

Nilai Risk Priority Number (RPN) dihitung dengan mengalikan nilai S, O, dan D ($RPN = S \times O \times D$). Nilai RPN digunakan untuk menentukan tingkat prioritas risiko dan menjadi dasar dalam perumusan rekomendasi pengendalian risiko K3. Semakin tinggi nilai RPN, semakin tinggi tingkat prioritas risiko yang harus segera dikendalikan oleh perusahaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

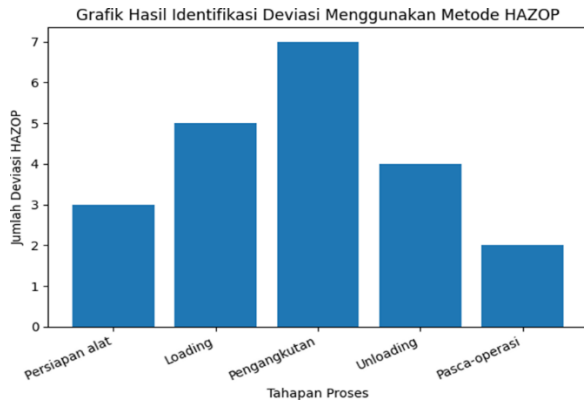
1. Hasil Identifikasi Bahaya (HAZOP)

Hasil identifikasi bahaya pada kegiatan pengiriman logistik material tambang dilakukan menggunakan metode *Hazard and Operability Study* (HAZOP). Identifikasi difokuskan pada setiap tahapan kegiatan, mulai dari persiapan alat angkut, proses pemuatan material, pengangkutan melalui jalan hauling, hingga pembongkaran material. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat beberapa potensi bahaya utama yang bersumber dari faktor teknis, lingkungan kerja, dan faktor manusia.

Potensi bahaya yang paling dominan meliputi kegagalan sistem pengereman alat angkut, kondisi jalan hauling yang tidak memenuhi standar keselamatan, kelebihan muatan, kelelahan operator, serta kurangnya rambu dan tanda keselamatan. Setiap potensi bahaya tersebut diidentifikasi berdasarkan deviasi proses operasional yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja.

Tabel 1. Matriks HAZOP Pengiriman Logistik Material Tambang

| No. | Tahapan Proses | Parameter | Kata Panduan | Deviasi | Penyebab | Dampak Potensial | Pengendalian yang Ada | Rekomendasi Perbaikan |
|-----|----------------|-------------|--------------|---------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|
| 1 | Persiapan alat | Tekanan ban | Kurang | Tekanan ban rendah | Inspeksi tidak rutin | Ban pecah, kecelakaan | Checklist harian | Inspeksi tekanan ban wajib |
| 2 | Loading | Posisi alat | Salah | Tidak sejajar | Operator kurang terlatih | Cedera, alat terguling | SOP loading | Pelatihan dan pengawasan |
| 3 | Pengangkutan | Kecepatan | Lebih | Kecepatan berlebih | Target waktu tinggi | Tabrakan, terguling | Rambu kecepatan | Pembatas kecepatan & GPS |
| 4 | Pengangkutan | Sistem rem | Tidak ada | Rem tidak berfungsi | Perawatan buruk | Kecelakaan fatal | Servis berkala | Inspeksi rem harian |
| 5 | Unloading | Area kerja | Tidak aman | Area licin | Tumpahan material | Terpeleset, cedera | APD & rambu | Perbaikan permukaan area |



Gambar 1. Hasil Identifikasi Deviasi Menggunakan Metode HAZOP

2. Hasil Analisis Risiko Menggunakan Metode FMEA

Potensi bahaya yang telah diidentifikasi melalui metode HAZOP selanjutnya dianalisis menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) untuk menentukan tingkat risiko. Penilaian risiko dilakukan dengan memberikan skor pada parameter *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D), kemudian dihitung nilai *Risk Priority Number* (RPN).

Tabel 2. Hasil Penilaian Risiko K3 Menggunakan Metode FMEA

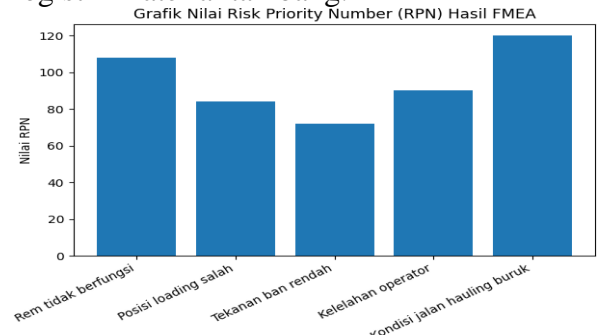
Tabel 4.2. Matriks FMEA Risiko K3 Pengiriman Logistik Material Tambang

| No. | Aktivitas | Mode Kegagalan | Penyebab | Dampak | S | O | D | RPN | Risiko | Rekomendasi |
|-----|--------------|-----------------------------|--|--|---|---|---|-----|---------------|--|
| 1 | Pengangkutan | Kondisi jalan hauling buruk | Kurangnya perawatan & faktor cuaca (hujan) | Kendaraan tergelincir Kecelakaan fatal | 8 | 5 | 3 | 120 | Sangat Tinggi | Perbaikan jalan berkala & pengerasan jalur |
| 2 | Pengangkutan | Rem tidak berfungsi (blong) | Keausan kampas & busuknya rem servis | kendaraan terguling, kecelakaan fatal (fatalo) | 9 | 4 | 3 | 108 | Tinggi | Pemeriksaan tekanan ban |
| 3 | Loading | Posisi loading salah | Operator kurang kompeten/bergesa-gesa atau kurang terlatih | Alat terguling, pekerja terpeleceh | 7 | 4 | 3 | 84 | Tinggi | Pengaturan shift kerja |
| 4 | Operasional | Kelelahan operator | Jam kerja berlebihan | Pemurunan fokus, kecelakaan mendadak | 5 | 4 | 3 | 60 | Sedang | Sertifikasi operator |
| 5 | Pengangkutan | Tekanan ban rendah | Tekanan tidak sesuai dengan muatan | Pecah ban dan terguling | 8 | 4 | 3 | 96 | | Monitor tekanan ban & pemeriksaan berat muatan |

3. Distribusi Tingkat Risiko K3

Untuk memberikan gambaran visual mengenai tingkat risiko K3, hasil perhitungan RPN disajikan dalam bentuk grafik batang. Grafik ini menunjukkan perbandingan nilai

RPN dari setiap sumber risiko yang telah diidentifikasi. Berdasarkan Gambar 1, terlihat bahwa kegagalan sistem pengereman dan kondisi jalan hauling memiliki nilai RPN yang jauh lebih tinggi dibandingkan sumber risiko lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa kedua risiko tersebut merupakan faktor dominan yang berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja pada kegiatan pengiriman logistik material tambang.



Gambar 2. Grafik Nilai Risk Priority Number (RPN)

4. Pemetaan dan Klasifikasi Risiko

Setelah dilakukan perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN) pada seluruh mode kegagalan yang teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah melakukan klasifikasi untuk menentukan tingkat urgensi penanganan risiko. A. Grafik Kategori Risiko Berdasarkan Nilai RPN.

1. Klasifikasi Berdasarkan Kategori Risiko

Penentuan kategori risiko dilakukan dengan membagi hasil RPN ke dalam rentang tertentu merujuk pada kriteria yang telah ditetapkan pada Bab III. Berdasarkan hasil evaluasi terhadap 10 potensi risiko yang dianalisis secara mendalam, diperoleh distribusi kategori sebagai berikut:

Tabel 3. Klasifikasi Risiko Berdasarkan Rentang RPN

| Rentang RPN | Kategori Risiko | Makna Risiko | Tindakan Pengendalian |
|-------------|-----------------|--|---|
| >150 | Sangat tinggi | Risiko sangat kritis dan mengancam keselamatan jiwa secara langsung. | Hentikan operasional hingga kontrol risiko diterangkan. |
| 81 – 150 | Tinggi | Risiko tidak dapat diterima | Tindakan segera, pelatihan intensif, atau perbaikan alat. |

| | | | |
|---------|--------|---------------------------|--------------------------------|
| 41 – 80 | Sedang | Risiko perlu dikendalikan | Evaluasi berkala, SOP tambahan |
| 1 – 40 | Rendah | Risiko dapat diterima | Pemantauan rutin |

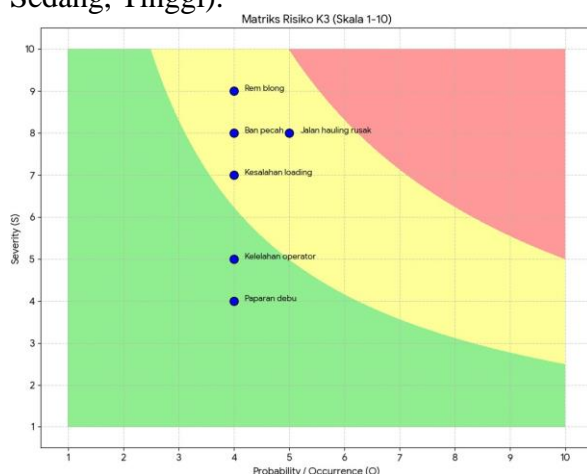
Tabel 4. Distribusi Risiko Berdasarkan Kategori RPN

| Kategori Risiko | Jumlah Risiko | Persentase (%) |
|-----------------|---------------|----------------|
| Rendah (1–40) | 4 | 40% |
| Sedang (41–80) | 4 | 40% |
| Tinggi (81–150) | 2 | 20% |
| Total | 10 | 100% |

Data di atas menunjukkan bahwa meskipun sebagian besar risiko berada pada kategori rendah dan sedang (total 80%), terdapat 20% risiko kritis yang masuk dalam kategori tinggi. Risiko kategori tinggi ini, yaitu kondisi jalan hauling yang buruk (RPN 120) dan kegagalan sistem pengereman (RPN 108), dianggap tidak dapat diterima (*unacceptable*) dan memerlukan tindakan perbaikan segera guna mencegah kecelakaan fatal.

2. Matriks Risiko (Risk Matrix)

Pemetaan risiko dilakukan secara visual menggunakan matriks risiko 3x3 untuk melihat korelasi antara tingkat keparahan (*Severity*) dan tingkat kemungkinan (*Occurrence*). Dalam pemetaan ini, skor 1–10 dikelompokkan ke dalam tiga zona (Rendah, Sedang, Tinggi).



Gambar 3. Matriks Risiko

Matriks risiko digunakan untuk memetakan tingkat risiko K3 berdasarkan kombinasi tingkat keparahan (*severity*) dan kemungkinan kejadian (*probability*). Grafik

menunjukkan bahwa risiko kegagalan sistem pengereman dan kondisi jalan hauling yang rusak berada pada area risiko tinggi, karena memiliki tingkat keparahan yang berat serta kemungkinan kejadian yang relatif sering.

Risiko kesalahan loading dan kelelahan operator berada pada kategori risiko sedang, yang menunjukkan bahwa meskipun dampaknya tidak selalu fatal, risiko tersebut tetap memerlukan pengendalian yang konsisten melalui penerapan SOP, pelatihan, dan pengawasan. Sementara itu, risiko paparan debu berada pada kategori risiko rendah hingga sedang, namun tetap perlu dikendalikan untuk mencegah dampak kesehatan jangka panjang terhadap pekerja.

Pemetaan risiko ini memberikan gambaran visual yang jelas mengenai prioritas pengendalian risiko K3 dalam proses pengiriman logistik material tambang, serta mendukung hasil analisis FMEA dalam penentuan risiko prioritas.

a. Matriks Risiko (*Risk Matrix*)

Matriks risiko digunakan untuk memetakan risiko berdasarkan kombinasi tingkat keparahan *severity* dan kemungkinan kejadian *probability* sebagai alat bantu visual dalam penentuan prioritas pengendalian risiko K3. Untuk menyelaraskan dengan analisis FMEA, skor skala 1–10 dikonversikan ke dalam level 1–3 sebagai berikut: Level 1 Rendah/Skor 1–3, Level 2 Sedang/Skor 4–7, dan Level 3 Tinggi/Skor 8–10.

Tabel 5. Matriks Risiko K3

| <i>Severity</i> \ <i>Probability</i> | 1 (Jarang) | 2 (Kadang-kadang) | 3 (Sering) |
|--------------------------------------|---------------|----------------------|---------------|
| 3 (Berat) | Sedang | Tinggi | Sangat Tinggi |
| 2 (Sedang) | Rendah | Sedang | Tinggi |
| 1 (Ringan) | Rendah | Rendah | Sedang |

Matriks risiko menunjukkan bahwa risiko dengan kombinasi *severity* berat dan *probability* sering berada pada kategori sangat tinggi. Hal ini menandakan bahwa risiko tersebut bersifat kritis dan tidak dapat diterima *unacceptable* tanpa adanya tindakan pengendalian segera di lapangan.

b. Integrasi HAZOP, FMEA, dan Matriks Risiko

Hasil identifikasi bahaya melalui metode HAZOP digunakan sebagai dasar penentuan mode kegagalan dalam analisis FMEA. Selanjutnya, hasil FMEA dipetakan ke dalam matriks risiko untuk menentukan prioritas pengendalian risiko K3 secara visual dan sistematis.

Tabel 6. Pemetaan Risiko Hasil Penelitian

| No | Risiko K3 | Severity (S) | Probability (O) | Kategori Risiko | Tindakan Pengendalian |
|----|---|--------------|-----------------|-----------------|---|
| 1 | Kegagalan sistem pengereman (rem blong) | 3 | 2 | Tinggi | Inspeksi harian, servis sistem rem, SOP ketat |
| 2 | Kondisi jalan hauling rusak | 3 | 2 | Tinggi | Perbaikan jalan, inspeksi rutin, pembatasan kecepatan |
| 3 | Kesalahan posisi alat saat loading | 2 | 2 | Sedang | Pelatihan operator, pengawasan loading |
| 4 | Kelelahan operator alat angkut | 2 | 2 | Sedang | Pengaturan jam kerja, rotasi shift |
| 5 | Ban Pecah | 2 | 2 | Sedang | Pemeriksaan rutin tekanan angin |
| 6 | Paparan debu pengangkutan | 2 | 2 | Sedang | Penyiraman jalan rutin, penggunaan APD masker |

Tabel matriks risiko di atas berfungsi mengklasifikasikan tingkat risiko K3 di PT ISP. Hasil pemetaan menunjukkan bahwa risiko kondisi jalan hauling rusak dan kegagalan sistem pengereman menempati prioritas tertinggi dengan kategori risiko Tinggi. Hal ini dikarenakan tingginya tingkat keparahan dampak yang dapat menimbulkan kecelakaan fatal, meskipun frekuensi kejadiannya berada pada level sedang.

Risiko dengan kategori sedang tetap memerlukan mitigasi melalui penguatan SOP, pelatihan rutin, dan pengawasan berkelanjutan guna mencegah eskalasi tingkat risiko menjadi lebih berat. Integrasi ketiga metode ini memastikan bahwa setiap bahaya fisik di wilayah operasional tambang teridentifikasi secara kualitatif dan terukur secara kuantitatif.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor teknis dan kondisi lingkungan kerja

merupakan penyumbang utama risiko K3 pada kegiatan pengiriman logistik material tambang. Kegagalan sistem pengereman alat angkut menjadi risiko paling kritis karena berpotensi menimbulkan kecelakaan fatal, terutama pada kondisi jalan hauling dengan kontur menanjak dan menurun. Temuan ini sejalan dengan penelitian Kletz (2009) yang menyatakan bahwa kegagalan peralatan merupakan penyebab utama kecelakaan pada industri berisiko tinggi.

Kondisi jalan hauling yang tidak memenuhi standar keselamatan juga memberikan kontribusi signifikan terhadap tingginya tingkat risiko kecelakaan kerja. Jalan yang rusak, licin, serta minim rambu keselamatan meningkatkan kemungkinan terjadinya insiden terguling atau tergelincirnya alat angkut. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa kualitas infrastruktur jalan hauling berpengaruh langsung terhadap tingkat keselamatan operasional di area pertambangan.

Selain faktor teknis dan lingkungan, faktor manusia seperti kelelahan operator juga memiliki peran penting dalam meningkatkan risiko kecelakaan kerja. Kelelahan dapat menurunkan konsentrasi dan kewaspadaan operator, sehingga meningkatkan potensi kesalahan manusia (*human error*). Temuan ini sejalan dengan konsep yang dikemukakan oleh Reason (1997) mengenai peran faktor manusia dalam terjadinya kecelakaan kerja.

Integrasi metode HAZOP dan FMEA dalam penelitian ini terbukti mampu memberikan analisis risiko yang lebih komprehensif dan sistematis. Metode HAZOP efektif dalam mengidentifikasi potensi bahaya dan deviasi proses, sedangkan metode FMEA mampu menentukan prioritas risiko secara kuantitatif melalui nilai RPN. Dengan demikian, perusahaan dapat memfokuskan upaya pengendalian pada risiko-risiko yang memiliki tingkat prioritas tertinggi.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa kegiatan pengiriman logistik material

tambang memiliki tingkat risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang relatif tinggi, terutama yang berkaitan dengan kegagalan sistem pengereman alat angkut dan kondisi jalan hauling yang tidak memenuhi standar keselamatan. Penerapan metode Hazard and Operability Study (HAZOP) dan Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) terbukti efektif dalam mengidentifikasi potensi bahaya serta menentukan prioritas risiko secara sistematis melalui perhitungan nilai Risk Priority Number (RPN).

Secara praktis, hasil penelitian ini dapat digunakan oleh perusahaan sebagai dasar dalam penyusunan program pengendalian risiko K3 yang lebih terarah, khususnya pada aktivitas transportasi logistik material tambang. Implikasi praktis penelitian ini meliputi penguatan inspeksi dan perawatan alat angkut, peningkatan kualitas dan pemeliharaan jalan hauling, serta peningkatan kompetensi operator melalui pelatihan K3 yang berkelanjutan. Hasil analisis risiko juga dapat diintegrasikan ke dalam Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) sebagai dasar penetapan prioritas pengendalian risiko.

SARAN

Dari sisi kebijakan, perusahaan disarankan untuk menjadikan hasil pemeringkatan risiko sebagai dasar pengambilan keputusan manajemen K3, termasuk alokasi sumber daya dan investasi pada aspek keselamatan operasional. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan analisis risiko dengan pendekatan kuantitatif lanjutan atau menggabungkan metode HAZOP dan FMEA dengan metode analisis risiko lainnya guna memperoleh hasil yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

Aven, T. (2020). Risk Assessment And Risk Management: Review Of Recent Advances On Their Foundation. *European Journal Of Operational Research*, 253(1), 1–13.

<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.12.023>

- Bahr, N. J. (2015). *System Safety Engineering And Risk Assessment: A Practical Approach*. Crc Press.
- Brauer, R. L. (2016). *Safety And Health For Engineers (3rd Ed.)*. Wiley.
- Ericson, C. A. (2015). *Hazard Analysis Techniques For System Safety*. Wiley.
- Gul, M., & Guneri, A. F. (2016). Hazard Identification And Risk Assessment Using Fuzzy Fmea In Mining Industry. *Journal Of Safety Research*, 59, 77–86. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2016.10.006>
- Harms-Ringdahl, L. (2014). *Guide To Safety Analysis For Accident Prevention*. Crc Press.
- International Labour Organization. (2019). *Safety And Health In Mining*. Ilo.
- Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral. (2021). *Statistik Kecelakaan Kerja Sektor Pertambangan Mineral Dan Batubara*. Direktorat Jenderal Mineral Dan Batubara.
- Leveson, N. G. (2020). *Engineering A Safer World: Systems Thinking Applied To Safety (2nd Ed.)*. Mit Press.
- Mali, A., Rusba, K., & Ramdan, M. (2025). Evaluasi Sistem Proteksi Aktif Dan Pasif Sebagai Upaya Penanggulangan Bahaya Kebakaran Pada Gedung PT Angkasa Pura. *IDENTIFIKASI*, 11(2), 277-282.
- Marhavilas, P. K., Koulouriotis, D. E., & Gemeni, V. (2018). Risk Analysis And Assessment In The Mining Industry Using Fmea And Fuzzy Logic. *Safety Science*, 102, 70–83. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.10.012>
- Marsanda, M. F., Zainal, I., & Ramdan, M. (2025). Evaluasi Penerapan Sistem Tanggap Darurat Sebagai Kesiapan Langkah Penanggulangan Kebakaran Di Pt Bumi Intan Gemilang. *IDENTIFIKASI*, 11(3), 760-763.
- Moubray, J. (2014). *Reliability-Centered Maintenance*. Industrial Press.

- Reason, J. (2016). *Managing The Risks Of Organizational Accidents*. Routledge.
- Setiawan, F., Hardiyono, H., & Ramdan, M. (2024). Evaluasi sistem proteksi kebakaran deluge valve di PT Kilang Pertamina Internasional RU V Balikpapan. *IDENTIFIKASI*, 10(1), 94-98.
- Sugiyono. (2021). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Alfabeta.
- Sutalaksana, I. Z., Anggawisastra, R., & Tjakraatmadja, J. H. (2018). *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Itb Press.
- Sutomo, E., Hardiyono, H., Noeryanto, N., & Ramdan, M. (2023). Evaluasi Sistem Penanggulangan Tanggap Darurat Kebakaran Di PT Ossiana Sakti Ekamaju. *IDENTIFIKASI*, 9(2), 797-801.
- Triyono, M. B., Mutohhar, F., Kholifah, N., Nurtanto, M., Subakti, H., & Prasetya, K. H. (2023). Examining The Mediating-Moderating Role Of Entrepreneurial Orientation And Digital Competence On Entrepreneurial Intention In Vocational Education. *Journal of Technical Education and Training*, 15(1), 116-127.
- Vinodkumar, M. N., & Bhasi, M. (2019). Safety Management Practices And Safety Behaviour: Assessing The Mediating Role Of Safety Knowledge And Motivation. *Accident Analysis & Prevention*, 93, 12–23. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.06.017>
- World Health Organization (Who). (2022). *Ethics And Safety In Health Research*. Geneva: Who