

ANALISIS RISIKO PENGANGKUTAN MUATAN TAMBANG BATU BARA PT Bayu Holong Persada (BHP) DENGAN METODE *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Muhammad Sanggita Verdikho¹, Anggita Valeria Br Saragih², Friska Mayldiana³
Universitas Logistik dan Bisnis Internasional
16121047@std.ulbi.ac.id, 16121096@std.ulbi.ac.id, 16121093@std.ulbi.ac.id

*Corresponding Author

Submitted: 99/xxx/9999 (*mohon tidak diisi oleh author, bagian ini diisi oleh editor*)

Accepted: 99/xxx/9999

Published: 99/xxx/9999

ABSTRAK

Keselamatan dan keamanan kerja (K3) merupakan aspek vital dalam industri, termasuk pertambangan, untuk melindungi pekerja dari potensi bahaya dan cedera. PT Bayu Holong Persada, sebuah perusahaan transportasi yang berkolaborasi dengan perusahaan tambang di Kalimantan Timur, mengalami tantangan dalam menjaga keamanan dan keselamatan operasional truk mereka di area bongkar muat. Dua penyebab utama kerusakan truk adalah pelanggaran prosedur operasional oleh supir dan kondisi cuaca yang tidak aman. Kedua hal ini menyebabkan *downtime* yang signifikan dan kerugian finansial. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan mengukur tingkat risiko kecelakaan kerja di PT Bayu Holong Persada. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan wawasan yang mendalam tentang faktor-faktor risiko yang mempengaruhi operasional truk dan memberikan dasar bagi perusahaan dalam mengambil tindakan pencegahan yang efektif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai RPN tertinggi terdapat pada proses aktivitas transportasi. Tingginya nilai RPN pada proses transportasi menunjukkan bahwa terdapat banyak risiko yang memerlukan perhatian serius untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasi.

Kata Kunci: Risiko, Pertambangan, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

ABSTRACT

Occupational safety and security (OSH) is a vital aspect in industry, including mining, to protect workers from potential hazards and injuries. PT Bayu Holong Persada, a transportation company that collaborates with mining companies in East Kalimantan, experienced challenges in maintaining the safety and security of their truck operations in the loading and unloading area. The two main causes of truck breakdowns were violations of operational procedures by drivers and unsafe weather conditions.

Both of these cause significant downtime and financial losses. Consequently, this study employs the FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) methodology to identify potential hazards and quantify the risk of work-related accidents at PT Bayu Holong Persada. The objective of this research is to provide a comprehensive understanding of the risk factors that influence truck operations and to establish a foundation for companies to implement effective preventive measures. The findings indicate that the highest RPN value was observed in the transportation activity process. The elevated RPN value observed in the transportation process signifies the presence of numerous risks that demand immediate attention to enhance the safety and efficacy of operations.

Keywords: Risk, mining, FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

PENDAHULUAN

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan dan diutamakan dalam suatu perusahaan (Huda et al. 2023). Penerapan K3 bertujuan melindungi tenaga kerja dan memastikan hak keselamatan mereka. Lingkungan kerja harus aman dan sehat bagi semua orang yang terlibat. Definisi keselamatan kerja dalam K3 adalah sarana penting untuk mencegah kecelakaan, cacat, dan kematian yang disebabkan oleh pekerjaan atau lingkungan kerja (Agustina, et al., 2023).

PT Bayu Holong Persada merupakan perusahaan yang bergerak di bidang transportasi yang mengangkut hasil tambang menggunakan truk (Ariffien et al. 2025). Upaya untuk meningkatkan kesadaran akan keselamatan dan keamanan kerja telah menjadi prioritas utama bagi perusahaan demi menciptakan lingkungan kerja yang aman dan produktif (Sihombing, Adriant, and Febriyanti 2024). Dalam industri pertambangan, risiko dan bahaya dapat bervariasi dari kecelakaan karena faktor manusia maupun faktor alam tergantung pada jenis pekerjaan dan lingkungan kerja (Sunardhi et al. 2025). Pemindahan batu bara dalam jumlah besar memiliki potensi bahaya seperti gangguan pernapasan kepada para pekerjanya akibat debu ataupun kecelakaan dalam proses pengangkutan batu bara (Zahirah et al., 2024).

Setiap hari, PT Bayu Holong Persada mempekerjakan 15 supir untuk mengangkut batubara dari tambang ke muara atau *stockfield* bawah, dengan dua perjalanan pulang-pergi. Batubara diambil dari tambang menggunakan *Excavator*, dimuat ke truk, dan dibawa ke muara atau *stockfield* bawah (Irayanti Adriant Komang Ayu Intan Ginanti 2021). PT Bayu Holong Persada terkadang mengalami kesulitan untuk beroperasi karena kerusakan pada armada truk Hino di area bongkar muat (MUHAYYAROH, SISWANTO, and DEWI 2023). Terdapat dua penyebab utama kerusakan ini adalah sebagai berikut: Pertama, supir truk yang tidak mematuhi prosedur operasional standar (SOP) perusahaan, seperti membawa muatan berlebih atau mengemudi dengan ugal-ugalan. Kedua, cuaca di lokasi tambang yang tidak aman, seperti curah hujan tinggi dan medan jalan yang berlumpur, memperparah kerusakan truk Hino dan meningkatkan beban kendaraan dan mempercepat keausan ban dan komponen lainnya (Irajani, Sihombing and Shallom Yehezkiel, Tulus Matua and Adiprasetyo, 2024). Kedua hal ini akan menyebabkan downtime yang signifikan bagi operasi bisnis, mengganggu proses pengangkutan batubara, dan menyebabkan kerugian finansial (Dewi, Ishak, and Ariffien 2024).

Gambar 1. Truk yang terguling di jalan yang berlumpur



Sumber Gambar: PT Bayu Holog Persada

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan mengembangkan strategi yang efektif dalam meningkatkan keselamatan dan keamanan kerja di transportasi pertambangan batu bara (Ariffien, Adriant, and Nasution 2021a). Dengan mengidentifikasi faktor-faktor risiko utama dan mengevaluasi metode mitigasi yang telah diterapkan, penelitian ini berharap dapat memberikan rekomendasi yang dapat diimplementasikan oleh perusahaan tambang untuk mengurangi insiden kecelakaan dan meningkatkan kesejahteraan pekerja (Martua Sihombing et al. 2023).

Beberapa penelitian telah mengkaji berbagai risiko kecelakaan kerja pada industri pertambangan dengan berbagai metode. Putri (2022) dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa, “Upaya pengendalian risiko dengan eliminasi, rekayasa, tindakan administratif, dan penggunaan alat pelindung diri (APD) dapat menurunkan tingkat bahaya karena tidak ada pekerjaan yang masuk ke dalam kategori risiko ekstrim”. Sementara itu, Duda & Juzek (2023) berpendapat bahwa, “Pelatihan karyawan dan teknologi yang dipilih dengan tepat dalam melaksanakan pekerjaan atau prosedur untuk mengoperasikan peralatan dan mesin dapat mengurangi risiko bahaya yang terjadi” (Rahmat et al. 2025).

Penelitian ini berfokus pada penerapan metode FMEA untuk mengidentifikasi potensi bahaya kecelakaan kerja dan mengukur tingkat risikonya (Adiprasetyo Wahyudi n.d.). Selanjutnya, rekomendasi mitigasi risiko yang dihasilkan dari analisis FMEA diharapkan dapat memberikan solusi konkret bagi PT Bayu Holog Persada dalam meningkatkan keselamatan dan keamanan kerja (Sistem, Rute, and Optimasi 2023). Keselamatan dan keamanan kerja di transportasi pertambangan batu bara merupakan isu yang sangat penting dan memerlukan perhatian khusus. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan solusi yang efektif untuk mengurangi resiko kecelakaan dan meningkatkan keselamatan serta kesejahteraan pekerja. Dengan demikian, industri transportasi pertambangan batu bara dapat beroperasi dengan lebih efisien dan bertanggung jawab terhadap keselamatan pekerja.

STUDI LITERATUR

Pertambangan

Pertambangan adalah suatu kegiatan yang dilakukan dengan penggalian ke dalam tanah (bumi) untuk mendapatkan sesuatu yang berupa hasil tambang (Sabatini et al. 2023). Menurut Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, pertambangan adalah "sebagian

atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan dan pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pasca tambang".

Pertambangan dibedakan berdasarkan jenis bahan yang ditambang. Pertambangan mineral mencakup bijih atau batuan, bukan panas bumi, minyak & gas bumi, serta air tanah. Pertambangan batubara mencakup karbon, termasuk bitumen padat, gambut, dan batuan aspal. Ini menunjukkan bahwa pertambangan melibatkan pengekstrakan dan pengelolaan untuk memastikan bahan tambang digunakan secara optimal (Hilmi Azhar, et al., 2022).

Manajemen Risiko

Menurut USAID From The American People (2022) Risiko memiliki beragam definisi, mulai dari ketidakpastian terhadap kerugian hingga variasi dalam hasil selama periode waktu tertentu. Namun, definisi ini tidak selalu sesuai dengan definisi umum seperti kemungkinan kehilangan atau kerugian (Dewi, Andriant, and Loren 2021). Risiko juga diklasifikasikan berdasarkan sifatnya: statis dan dinamis, murni dan spekulatif, serta sistematis dan tidak sistematis (Journal et al. n.d.). Risiko statis terjadi tanpa perubahan kondisi ekonomi, sementara risiko dinamis terkait dengan perubahan itu (Sihombing, Adriant, and Rahma 2024). Risiko murni hanya menawarkan prospek kerugian, sedangkan risiko spekulatif melibatkan kemungkinan keuntungan dan kerugian (Ownership and Expertise 2024). Risiko sistematis tidak dapat dihilangkan melalui diversifikasi, sedangkan risiko tidak sistematis dapat dihilangkan. Memahami risiko ini penting dalam analisis dan manajemen risiko di bidang ekonomi dan keuangan (Ekonomi and Akuntansi 2024).

Menurut Ludmilla, manajemen risiko adalah penting untuk menghadapi ancaman dalam suatu organisasi. Antonius Alijoyo menyatakan bahwa suatu negara harus memiliki *National Risk Management Framework* agar dapat mengoptimalkan keuntungan dari biaya yang dikeluarkan. *World Development Report* Tahun 2014 juga mengungkapkan bahwa pengelolaan risiko adalah keharusan dalam lembaga pelayanan publik (Academic, 2024).

Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko, sesuai dengan namanya, adalah proses mengidentifikasi risiko yang akan dikelola (Yuliawati and Sofia 2025). Tujuan dari proses ini adalah untuk menghasilkan daftar komprehensif sumber risiko dan peristiwa yang mungkin berdampak pada pencapaian setiap tujuan yang diidentifikasi dalam konteks. Semua risiko harus diidentifikasi pada tahap ini untuk menghindari risiko yang tidak teridentifikasi yang dapat muncul sebagai ancaman di masa depan. Penting juga untuk mempertimbangkan kemungkinan penyebab risiko. Pada langkah ini, tidak hanya risiko dan penyebabnya, tetapi juga sumber risiko serta konsekuensinya akan diketahui (Adriant, Dewi, and Lestari 2024).

Metode FMEA

FMEA menggunakan metode analitis untuk mengidentifikasi dan mengurangi bahaya dalam bidang teknik (Ariffien, Adriant, and Nasution 2021b). Dalam proses ini, setiap komponen sistem

diperiksa untuk menentukan cara mereka dapat mengalami kegagalan dan efeknya terhadap stabilitas sistem (Siswanto 2023). FMEA juga digunakan oleh produsen alat kesehatan untuk mengevaluasi peralatan mereka dengan menghitung nomor prioritas risiko menggunakan tiga variabel dengan skor 1 hingga 10 (Shaymaa M. M. El-Awady, 2023).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang praktik keselamatan dan keamanan kerja di PT Bayu Holong Persada. Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara secara daring kepada salah satu manajer operasional PT Bayu Holong Persada untuk mengetahui rincian pekerjaan, bahaya, risiko, dan pengendalian yang dilakukan. Metode yang digunakan untuk menilai risiko kecelakaan kerja yaitu dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) sehingga dapat mengetahui tingkat keparahan (*severity*), kejadian (*occurrence*), dan deteksi (*detection*) yang kemudian dilanjutkan dengan menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) untuk mengetahui prioritas risiko tertinggi untuk ditangani terlebih dahulu dalam upaya perbaikan atau pencegahan. Nilai RPN dapat diperoleh dari hasil perkalian antara *severity*, *occurrence*, dan *detection*, kemudian diurutkan dari nilai tertinggi hingga nilai terendah. Nilai RPN tertinggi menunjukkan seberapa besar prioritas risiko tersebut untuk dicegah.

Tabel 1. Kriteria Severity (S)

No	Deskripsi Cedera	Skor
1.	Tidak ada cedera	1
2.	Cedera yang sangat ringan, tidak memerlukan perawatan medis	2
3.	Cedera sementara yang membutuhkan pemantauan tanpa perawatan tambahan	3
4.	Cedera sementara yang membutuhkan perawatan tambahan	4
5.	Cedera sementara dengan rawat inap lebih lama di rumah sakit	5
6.	Cedera sementara dengan rawat inap yang lebih lama di rumah sakit dan peningkatan tingkat perawatan	6
7.	Efek jangka panjang pada fungsi tubuh	7
8.	Efek permanen pada fungsi tubuh	8
9.	Kehilangan fungsi tubuh utama secara permanen	9
10.	Kematian	10

Sumber Tabel: (Oliveira et al., 2022)

Tabel 2. Kriteria Occurrence (O)

No	Probabilitas Kecelakaan Kerja	Skor
1.	Satu kali kejadian dalam waktu lebih dari 5 tahun (Sangat rendah)	1
2.	Satu kejadian setiap 3-5 tahun (Sangat rendah)	2
3.	satu kejadian setiap 1-3 tahun (Rendah)	3
4.	Satu kejadian per tahun (Rendah)	4
5.	Satu kejadian setiap 6-12 bulan (Sedang)	5
6.	Satu kejadian setiap 3 bulan (Sedang)	6
7.	Satu kejadian setiap bulan (Tinggi)	7
8.	Kegagalan berulang; satu kali kejadian per minggu (Tinggi)	8
9.	Satu kejadian setiap 3-4 hari (Sangat tinggi)	9
10.	Satu kejadian per hari (Sangat tinggi)	10

Sumber Tabel: (Oliveira et al., 2022)

Tabel 3. Kriteria Detection (D)

No	Kemungkinan Terdeteksi Kegagalan	Skor
1.	Terdeteksi 9 kegagalan dari 10 kali kejadian	1
2.	Terdeteksi 8 kegagalan dari 10 kali kejadian	2
3.	Terdeteksi 7 kegagalan dari 10 kali kejadian	3
4.	Terdeteksi 6 kegagalan dari 10 kali kejadian	4
5.	Terdeteksi 5 kegagalan dari 10 kali kejadian	5
6.	Terdeteksi 4 kegagalan dari 10 kali kejadian	6
7.	Terdeteksi 3 kegagalan dari 10 kali kejadian	7
8.	Terdeteksi 2 kegagalan dari 10 kali kejadian	8
9.	Terdeteksi 1 kegagalan dari 10 kali kejadian	9
10.	Terdeteksi 0 kegagalan dari 10 kali kejadian	10

Sumber Tabel: (Oliveira et al., 2022)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu bagian penting dari ekonomi Indonesia adalah pertambangan batubara. Selain menjadi sumber energi penting bagi banyak industri dan pembangkit listrik, pertambangan batubara juga memiliki risiko kecelakaan yang tinggi. Kecelakaan kerja di pertambangan batubara sering menyebabkan kematian dan luka-luka. Kondisi kerja yang berbahaya, kekurangan pelatihan dan pengawasan, dan penggunaan peralatan yang tidak memadai adalah beberapa penyebab utama tingginya angka kecelakaan di industri ini. Terdapat beberapa tahapan dalam proses transportasi batubara pada PT Bayu Holong Persada diantaranya:

1. Pengambilan Batubara (*Hauling*)

Pada proses pengambilan tambang batubara yang dilakukan oleh PT Bayu Holong Persada adalah dengan menggunakan Truk Hino. Dimulai dari *Excavator* yang memuat batubara ke Truk Hino. Selanjutnya Batubara yang sudah di muat diangkut ke muara atau *stockfield* bawah yang jaraknya sekitar 150 km. Dalam sehari proses pengangkutan ini dilakukan oleh 15 Truk Hino dengan dua kali bolak balik dalam sehari. Pada proses pengambilan batubara yang dilakukan *Excavator* yang akan diangkut oleh Truk, sering kali terjadi beberapa masalah diantaranya *coal loose*, kualitas batubara yang rendah bahkan keterlambatan pemenuhan kebutuhan batubara.

Proses pengambilan tambang batubara, *coal loose* atau batubara hilang dapat terjadi karena beberapa faktor, seperti rantai penambangan yang kotor, pengotor yang terbawa saat pengambilan, interburden yang tebal, pemilihan alat mekanis yang tidak sesuai, dan kontaminasi batubara oleh lumpur dan air. Hal ini mengakibatkan material batubara tidak dapat dimanfaatkan lagi.

Dampak yang dapat terjadi yaitu ketika terjadi *coal loose* adalah penurunan kualitas batubara yang dihasilkan. Faktor-faktor rantai penambangan yang tidak bersih, ketidaksesuaian pemilihan peralatan dan pelaksanaan mekanisme kerja yang tidak sesuai SOP perusahaan mengakibatkan batubara terkontaminasi dengan material lain seperti lumpur, bebatuan ataupun air berdampak pada kualitas batubara yang diperoleh. Kualitas batubara tersebut mengakibatkan kerugian finansial seperti penurunan harga jual batubara, pengangkatan biaya pemisahan untuk memisahkan antara batubara yang terkombinasi material lain dan menurunkan pendapatan perusahaan karena harga jualnya yang rendah. Selain kerugian finansial, perusahaan juga mengalami dampak buruk di bagian operasional seperti peningkatan biaya produksi dan terganggunya proses pengangkutan akibat batubara yang basah dan lengket yang menghambat kegiatan produksi.

2. Transportasi (*Transportation*)

Setelah *Excavator* memuat memuat batubara ke dalam truk, selanjutnya truk yang berisi batubara akan berjalan menuju muara atau *stockfield* bawah. Pada muara atau *stockfield* bawah, muatan batubara dibongkar dengan cara *Dumping*. Pada proses *Dumping*, batubara ditumpahkan langsung ke *Conveyor* untuk dibawa ke lokasi bongkar. Dalam sehari proses pengangkutan atau transportasi ini dilakukan oleh 15 Truk Hino dengan dua kali bolak balik dalam sehari. Dengan jumlah 15 truk yang melakukan dua kali bolak balik, total jarak yang ditempuh setiap hari nya adalah 15 truk x 2 kali bolak balik x 150 km/per jam yaitu 4.50 km. Jumlah tersebut menunjukkan bahwa are cakupan area pengangkutan batubara cukup luas. Pada proses transportasi terjadi beberapa

masalah khususnya di bagian armada di muara atau stockfield diantaranya Kerusakan alat berat, Antrian yang panjang dan *Crowded* karena kurangnya alat.

PT Bayu Holong Persada terkadang mengalami kerusakan alat berat seperti Truk dan Excavator sering terjadi karena faktor beban batubara yang besar dan medan area pertambangan yang sulit. Kemungkinan kerusakan juga disebabkan oleh kurangnya perawatan rutin. Selain itu, faktor alam seperti debu, air, dan cuaca ekstrem dapat mempercepat kerusakan. Bahan bakar yang buruk juga berkontribusi pada kerusakan mesin. Kesalahan sopir dan operator juga dapat menyebabkan kerusakan akibat tidak mematuhi SOP perusahaan dan kurangnya edukasi. Situasi *Crowded* pada proses pengangkutan batubara dapat mempengaruhi antrian, penumpukan batubara, keamanan, keselamatan, dan kerugian finansial.

Salah satu penyebab kecelakaan yang sering terjadi pada kegiatan transportasi batubara adalah karena supir truk yang kurang berhati-hati saat mengemudi dan tidak mematuhi SOP ditambah jalanan di lokasi tambang yang berlumpur dan licin khususnya saat di musim hujan. Beberapa kecelakaan yang sering terjadi seperti Truk masuk ke parit hampir setiap hari karena hujan, Truk terbalik bahkan beberapa bagian truk yang patah, Truk yang menabrak truk lain di belakangnya karena *trouble* mendadak saat di tanjakan bahkan kematian pekerja karena truk terguling.

3. Bongkar Muat (*Loading and Unloading*)

Ketika Truk yang sudah diisi batubara oleh *Excavator* penuh, selanjutnya truk yang berisi batubara akan berjalan menuju muara atau stockfield bawah. Pada muara atau *stockfield* bawah, muatan batubara dibongkar dengan cara Dumping. Pada proses Dumping, batubara ditumpahkan langsung ke *Conveyor* untuk dibawa ke lokasi bongkar. Setelah dilakukan bongkar muat selanjutnya dilakukan penimbangan dan penataan. Pada proses ini batubara perlu ditimbang yang gunanya untuk menimbang truk kosong dan truk bermuatan. Setelah dilakukan bongkar muat dan penimbangan, Operator *Dozer* yang biasa disebut *Dumpman* merapikan lokasi bongkar muat dan memastikan lokasi bongkar muat aman serta membuka pintu gerbang untuk truk. Terakhir fulmen melakukan pengisian solar ke truk setelah bongkar muat.

Tempat di mana batubara disimpan untuk diambil, diproses, dipasarkan, dan dimanfaatkan disebut *stockfield* atau *stockfield*. Menurut Carpenter (1999), *Stockfield* atau ruang penyimpanan harus memiliki sistem yang mencakup standar kualitas dan metode penimbunan batubara. Sistem ini disebut manajemen *stockfield*. Proses bongkar muat merupakan pekerjaan yang paling sering terjadi masalah baik itu di area *stockfield* bawah maupun dari armada truk. Beberapa masalah yang terjadi di area *stockfield* diantaranya yaitu:

1. Lokasi bongkar muat kurang aman

Secara visual, tanah tampak ideal. Namun, di bawah permukaannya, tanah ini menahan bahaya yang mungkin terjadi. Ketika tidak ada drainase yang memadai, air hujan menggenang, menyebabkan kubangan lumpur yang licin. Jika truk Hino membawa batubara, mereka berisiko terjebak dan terguling. Perasaan cemas meningkat karena akses jalan yang kurang baik. Manuver truk menjadi sulit di jalan yang berlubang, berbatu, dan sempit. Lokasi bongkar muat yang tidak aman membahayakan pekerja dan lingkungan sekitar serta mengganggu operasi. Kecelakaan

kerja dan truk yang terjebak dapat memperlambat proses bongkar muat dan mengganggu rantai pasokan batubara.

2. Ketersediaan dan keterampilan *Dump Man* (Petugas buka pintu *dump*)

Saat bongkar muat batubara, *dump man* bertanggung jawab untuk membuka dan menutup pintu *dump truck*. Untuk kelancaran proses bongkar muat, ketersediaan dan keterampilan *dump man* yang memadai sangat penting. Kurangnya *dump man* dapat menyebabkan antrean truk yang panjang dan memperlambat proses.

3. Cuaca terik yang dapat membuat kebakaran

Batubara (BB) adalah seperti bom waktu yang siap meledak ketika dipanaskan oleh matahari. Sifat mudah terbakar batubara sangat berbahaya, terutama dalam cuaca panas dan kering. Tank air kimia dapat membantu mencegah kebakaran. Tank air kimia menyemprotkan cairan kimia, memadamkan api dan mendinginkan batubara. Cairan kimia ini bukanlah cairan biasa. Bahan khusus yang terkandung di dalamnya memiliki kemampuan untuk melumpuhkan api dengan menghentikan rantai reaksi kimianya. Cairan kimia ini juga sangat mendinginkan batubara, menurunkan suhunya dan mengurangi risiko kebakaran.

4. Curah hujan yang tinggi yang mengganggu proses bongkar muat

Cuaca buruk seperti hujan lebat atau angin kencang dapat mengganggu proses bongkar muat batubara. Kondisi jalan yang licin dan jarak pandang yang terbatas dapat membahayakan keselamatan kerja. Jalanan yang tergenang air dan berlumpur bagaikan jebakan yang siap menelan truk-truk besar. Angin kencang pun tak kalah berbahaya, dapat menggeser truk dan menimbulkan kecelakaan fatal. Bongkar muat juga dapat terhambat karena truk terjebak di lumpur atau tertiuap angin kencang.

5. Kerusakan *Crusher* atau alat pemecah batu

Proses pengolahan batu bara yang berfungsi sebagai jantungnya bergantung pada pemecah batubara dengan alat yang disebut *Crusher*. Kerusakan *crusher* dapat mengganggu proses pengolahan dan mengurangi produksi. Salah satu penyebab kerusakan *crusher* dapat berasal dari perawatan *crusher* yang tidak rutin dan tidak dilakukan dengan baik. Kontaminasi muatan, seperti batu, logam, atau kayu, yang merusak bagian *crusher* dan menghentikan operasinya secara optimal.

Terdapat beberapa penyebab kecelakaan kerja saat bongkar muat seperti tertimpa tumpukan batubara yang jatuh pingsan sampai meninggal namun jarang terjadi. Hal ini terjadi karena sopir Truk yang tidak mematuhi SOP perusahaan dengan membuka gerbang bongkar muat yang merupakan tugas *Dumpman*. Supir Truk yang tidak sabar mengantri dan tidak sabar menunggu *dumpman* membuka gerbang bongkar muat sehingga supir truk berinisiatif untuk membuka sendiri. Alasan belum dibukanya gerbang yaitu karena *dumpman* merasa area bongkar muat masih belum siap untuk dimasuki yang tujuannya untuk menghindari kecelakaan. Pengawasan dan sanksi kepada pekerja atau supir yang kurang tegas membuat banyak pekerja yang masih mengabaikan SOP perusahaan.

Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko dilakukan dengan mempertimbangkan rangkaian tahapan proses kinerja serta dibantu oleh satu responden ahli. Responden ahli tersebut memiliki pengetahuan mendalam dan pengalaman terkait industri transportasi tambang di PT Bayu Holog Persada sehingga mampu memberikan informasi mengenai potensi risiko yang mungkin terlewatkan jika hanya mengandalkan data historis dan prosedur standar. Hasil pengumpulan data dan wawancara akan ditunjukkan dalam tabel 4 yang memuat setiap komponen risiko yang memiliki penyebab (*risk driver*) dan dampak (*risk impact*). Analisis penyebab risiko (*risk driver*) dan dampak risiko (*risk impact*) dilakukan untuk memahami asal mula serta konsekuensi dari setiap komponen risiko, berdasarkan variabel yang telah ditentukan. Gambaran lebih rinci tentang identifikasi penyebab dan dampak risiko dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Identifikasi Risiko

No	Aktivitas	Mode Kegagalan	Faktor Risiko			Risk Driver	Risk Impact
			SDM	Truk	Cuaca		
1.	Pengambilan	Persiapan	Sopir terlambat bersiap	Keterlambatan pemenuhan muatan	-	Jumlah sopir yang masih kurang	Terlambat antar batubara ke muara
		Memuat Batubara	Terkena percikan batubara	Kerusakan truk seperti bocor	-	Truk kurang kuat dan rapuh menahan beban	a. Truk mengalami kerusakan b. pengangkut terkena dampak tertimpa batubara
			Pekerja berada terlalu dekat dengan <i>excavator</i>	<i>Excavator</i> pecah dan terjatuh	-	Tidak mematuhi SOP	a. Terhentinya perjalanan truk b. Luka ringan terkena debu dan percikan batubara c. Pekerja terkena hentakan <i>excavator</i>
2.	Transportasi	Mesin	Tidak merawat	Mesin-mesin kurang terawat	-	Kurangnya perawatan	Adanya kerusakan

No	Aktivitas	Mode Kegagalan	Faktor Risiko			Risk Driver	Risk Impact
			SDM	Truk	Cuaca		
			mesin dengan baik			mesin transportasi	mesin
		Operator	Mengemudi dengan kurang hati-hati	Kelebihan muatan	Hujan	Tidak mematuhi SOP yang berlaku	Terjadi kecelakaan di jalan
					Terik	Tidak melindungi batubara dari sinar matahari	Batubara terbakar sehingga menimbulkan kebakaran
		Dump Truck	Sopir rem mendadak karena ada manusia dan hewan yang melewati jalan	Truk tergelincir dan terguling	Jalan berlumpur karena hujan	Sopir kurang berhati-hati dan tidak mematuhi SOP yang berlaku	<ul style="list-style-type: none"> a. Truk masuk parit b. Truk terguling hingga beberapa bagian patah c. Kematian pekerja sangat jarang d. Menabrak <i>dump truck</i> lain di belakang karena masalah dadakan di tanjakan jalan.
3.	Bongkar Muat	Memindahkan batubara	Jumlah <i>Dump Man</i> sedikit	Truk terlambat tiba di muara	-	Kurangnya <i>Dump Man</i>	Memperpanjang antrian truk dan memperlambat proses bongkar muat
			Sopir <i>dump truck</i>	-	-	Melakukan bongkar muat	Batubara terkontaminasi

No	Aktivitas	Mode Kegagalan	Faktor Risiko			Risk Driver	Risk Impact
			SDM	Truk	Cuaca		
			kelelahan				
			Membuka gerbang bongkar muat	-	-	Sopir <i>dump truck</i> melanggar SOP dengan mengambil alih tugas <i>Dumpman</i>	Tertimpa tumpukan batu bara

Sumber Tabel: PT. Bayu Holog Persada (2024)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Setelah mengidentifikasi risiko serta dampak yang akan diterima dari potensi risiko yang terlihat pada tabel 4, setiap risiko tersebut akan diukur menggunakan metode FMEA. Pada tabel 5 menunjukkan hasil pengukuran Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D).

Tabel 5. FMEA Score Matrix Aktivitas Pengambilan

No	Faktor Risiko	Aktivitas Pengambilan Batubara	S	O	D	RPN
1.	SDM	Sopir terlambat bersiap	1	7	3	21
		Terkena percikan batubara	7	8	8	448
		Pekerja berada terlalu dekat dengan excavator	7	6	8	336
2.	Alat TP	Keterlambatan pemenuhan muatan	1	8	9	72
		Kerusakan truk seperti bocor	10	1	9	90
		<i>Excavator</i> pecah dan terjatuh	10	1	9	90
3.	Cuaca	-	-	-	-	0
TOTAL						1057

Tabel 6. FMEA Score Matrix Aktivitas Transportasi

No	Faktor Risiko	Aktivitas Transportasi	S	O	D	RPN
1.	SDM	Tidak merawat mesin dengan baik	2	6	7	84
		Mengemudi dengan kurang hati-hati	7	5	6	210
		Sopir rem mendadak karena ada manusia dan hewan yang melewati jalan	3	8	4	96
2.	Alat TP	Mesin-mesin kurang terawat	3	5	4	60
		Truk kelebihan muatan	4	6	5	120
		Truk tergelincir dan terguling	10	1	9	90
3.	Cuaca	Jalan berlumpur karena hujan	4	10	7	280
		Batubara terkena terik sinar matahari langsung	3	10	4	120
TOTAL						1060

Tabel 7. FMEA Score Matrix Aktivitas Bongkar Muat

No	Faktor Risiko	Aktivitas Bongkar Muat	S	O	D	RPN
1.	SDM	Jumlah <i>Dumpman</i> sedikit	2	5	3	30
		Sopir <i>dump truck</i> kelelahan	3	6	8	144
		Sopir membuka gerbang bongkar muat	10	1	9	90
2.	Alat TP	Truk terlambat tiba di muara	1	9	6	54
3.	Cuaca	-	-	-	-	0
TOTAL						318

Sumber Tabel: PT. Bayu Holong Persada

Nilai Risk Priority Number (RPN)

Risiko diurutkan berdasarkan RPN-nya dari yang terbesar hingga terkecil untuk menemukan risiko yang paling tinggi di antara semuanya. Semakin besar RPN, maka semakin mendesak risiko tersebut untuk ditangani, sehingga menjadi prioritas dalam strategi mitigasi. Kategori dapat diatur dengan menghitung nilai RPN tertinggi dan terendah. Pada penelitian ini RPN dikategorikan berdasarkan aktivitas pengangkutan tambang, maka untuk parameter S, O, dan D menggunakan skala 1-10, hasil nilai RPN tertinggi adalah 1060 dari kegiatan transportasi yang dihitung dari skala $S \cdot O \cdot D$ yang dijumlahkan dari seluruh aktivitas pada proses transportasi tabel 6 dan nilai terendah adalah 318 pada proses bongkar muat. Seluruh risiko diurutkan berdasarkan RPN pada tabel berikut.

Tabel 8. Ranking Risiko

No	Nilai RPN	Ranking
1.	920 - 1200	Tinggi
2.	619 - 919	Sedang
3.	318 - 618	Rendah

Sumber Tabel: *Binus.ac.id* (2018)

Setelah mengetahui Nilai RPN dari setiap kegiatan yang menjadi penyebab terjadinya risiko kecelakaan kerja di proses pertambangan sesuai tabel 4 dan membuat *FMEA Score Matrix* pada tabel 5 - 7, maka selanjutnya membuat klasifikasi tingkat risiko tertinggi dari salah satu proses kegiatan yang dilakukan oleh PT. Bayu Holong Persada

Tabel 9. Ranking Risiko

No	Komponen Risiko	Nilai RPN	Ranking
1.	Pengambilan Batubara	1057	Tinggi
2.	Transportasi	1060	Tinggi
3.	Bongkar Muat	318	Rendah

Sumber Tabel: *PT. Bayu Holong Persada*

Rekomendasi Mitigasi Risiko

Usulan rekomendasi diberikan setelah mengetahui serta menganalisis berbagai faktor risiko yang teridentifikasi. Hal ini dilakukan guna menerapkan mitigasi risiko melalui evaluasi yang telah dibahas sebelumnya. Tabel 10 menunjukkan setiap rekomendasi solusi atas seluruh risiko yang telah teridentifikasi berdasarkan metode FMEA.

Tabel 10. Rekomendasi solusi tiap risiko

No	Komponen Risiko	Rekomendasi Solusi
1.	Terlambat antar batubara ke muara	Penerapan sistem jadwal yang ketat, optimalisasi rute perjalanan, dan penambahan armada truk jika diperlukan untuk mengurangi keterlambatan.
2.	Terhentinya perjalanan truk	Pemeliharaan rutin pada truk, monitoring kondisi jalan secara berkala, dan penyediaan alternatif rute atau kendaraan cadangan
3.	Adanya kerusakan mesin	Pelaksanaan inspeksi berkala dan pemeliharaan preventif pada mesin, serta pelatihan bagi operator untuk mendeteksi dan melaporkan masalah mesin sejak dini.
4.	Terjadi kecelakaan di jalan	Peningkatan pelatihan keselamatan bagi pengemudi dan pemasangan rambu-rambu lalu lintas yang jelas di sepanjang rute.
5.	Batubara terbakar sehingga menimbulkan kebakaran	Penyediaan alat pemadam kebakaran di setiap truk, dan pelatihan karyawan tentang cara menangani kebakaran.
6.	Memperpanjang antrian truk dan memperlambat proses bongkar muat	Optimalisasi proses bongkar muat dengan penggunaan teknologi otomasi, penambahan fasilitas bongkar muat, dan pengaturan waktu kedatangan truk untuk menghindari penumpukan.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) pada aktivitas pengangkutan batubara di PT Bayu Holog Persada menunjukkan bahwa terdapat berbagai tingkat risiko yang dihadapi selama proses pengangkutan. Proses transportasi memiliki nilai RPN total sebesar 1060, yang tergolong tinggi, sementara pengambilan batubara juga memiliki jumlah RPN yang tidak jauh berbeda dengan proses pengambilan yaitu sebesar 1057 sedangkan proses bongkar muat memiliki nilai RPN sebesar 318, yang masih tergolong rendah. Tingginya nilai RPN pada proses transportasi menunjukkan bahwa terdapat banyak risiko yang memerlukan perhatian serius, seperti kelebihan muatan, kondisi cuaca yang buruk, dan keterlambatan truk. Dengan demikian, implementasi langkah-langkah mitigasi yang tepat pada tahap transportasi sangat penting untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasi pengangkutan batubara di PT Bayu Holog Persada.

REFERENSI

- Adiprasetyo Wahyudi, Kusumawardhani Octaviani. n.d. “No TiANALISIS DAN MITIGASI RISIKO RANTAI PASOK PADA PRODUK GERABAH DENGAN MENGGUNAKAN METODE (HOUSE OF RISK) HOR (STUDI KASUS: SENTRA PRODUKSI DYAH KERAMIK).” *JURNAL MANAJEMEN LOGISTIK DAN TRANSPORTASI* 9:1–13.
- Adriant, Irayanti, Nurlaela Kumala Dewi, and Tia Murti Lestari. 2024. “Perancangan Sistem Point of Sales Pada Toko Samiaji Menggunakan Vba (Visual Basic for Application) Macro Excel.” *Jurnal Ekonomi, Manajemen Dan Akuntansi* 2(2):615–34.
- Agustina, S., Fachrudin, D. H., & Suntoro, S. (2023). *PENGARUH SIKAP KERJA DAN LINGKUNGAN KERJA TERHADAP PERILAKU KESELAMATAN OPERATOR PRODUKSI YANG BERDAMPAK PADA KESELAMATAN KERJA (Studi Kasus: PT Ayoe Indotama Textile, Kota Cimahi)*(TA. 16.19. 23.68) (Doctoral dissertation, Perpustakaan Ulbi).
- Ariffien, Afferdhy, Irayanti Adriant, and Juli Amirah Nasution. 2021. “Lean Six Sigma Analyst in Packing House Lembang Agriculture Incubation Center (LAIC).” *Journal of Physics: Conference Series* 1764(1). doi: 10.1088/1742-6596/1764/1/012043.
- Ariffien, Afferdhy, Seno Lamsir, Qurrotul Aini, Moh Rahmat, and Irjii Matdoan. 2025. “Forecasting the Inventory of Milled Dry Grain Using the Lot Sizing Method at Markom Rice Mill.” 5(2):223–31.
- de Oliveira, U. R., de Almeida Muniz, M., Anaia, L. A., & Rocha, H. M. (2022). Medication supply chain risk management for a brazilian home care provider: A business sustainability study. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 3, 100018.
- Dewi, Nurlaela Kumala, Irayanti Andriant, and Julia Loren. 2021. “Analysis of Raw Material Inventory Planning Considering Uncertainty Demands (Case Study: Model Q with Back Order at PT. X).” *Journal of Physics: Conference Series* 1764(1). doi: 10.1088/1742-6596/1764/1/012044.
- Dewi, Nurlaela Kumala, Riza Fathoni Ishak, and Afferdhy Ariffien. 2024. “Dry Port Financial Feasibility Analysis Model.” *Journal of Innovation and Community Engagement* 5(1):1–17. doi: 10.28932/ice.v5i1.7533.

Duda, A., & Juzek, T. (2023). Use of the method FMEA for hazard identification and risk assessment in a coal mine. *Management Systems in Production Engineering*, 31(3), 332-342.

Ekonomi, Jurnal, and Manajemen Akuntansi. 2024. "Neraca Neraca." 1192:304–17.

Huda, Miftakul Huda, Budi Nur Siswanto Siswanto, RD Dian Utama, Christianingrum

Christianingrum, and Esi Fitriani Komara. 2023. "Mapping the Evolution and Current Trends Humanistic Pedagogic: Bibliometric Analysis." *Jurnal Review Pendidikan Dasar : Jurnal*

Kajian Pendidikan Dan Hasil Penelitian 9(2):123–37. doi: 10.26740/jrpd.v9n2.p123-137.

Irajani, Sihombing and Shallom Yehezkiel, Tulus Matua and Adiprasetyo, Wahyudi. 2024.

"Analisis Risiko Dan Mitigasi Pada Pengiriman Alat Berat Dengan Metode Enterprise Risk Management (ERM) (Studi Kasus PT. Daily Express Cargo, Tangerang Selatan)." *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*.

Irajani, Sihombing and Shallom Yehezkiel, Tulus Matua and Adiprasetyo, Wahyudi. 2024.

"Analisis Risiko Dan Mitigasi Pada Pengiriman Alat Berat Dengan Metode Enterprise Risk Management (ERM) (Studi Kasus PT. Daily Express Cargo, Tangerang Selatan)." *Jurnal Lebesgue: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika, Matematika Dan Statistika*.

Irayanti Adriant Komang Ayu Intan Ginanti¹, Rachmawati Wangsaputra². 2021. "Journal of Industrial Engineering DEMAND CHAIN MANAGEMENT PERFORMANCE ASSESSMENT AND STRATEGY." *Journal of Industrial Engineering Management* 50–55.

Journal, Idealogist, Bulan Tahun, Tiara Jihan Nabila, Pipih Selpiani, Elpibo Rasaki, and Corresponding Author. n.d. "Analisis Pengawasan Dan Akurasi Data Stok Barang Yang Ada Di Gudang Badan Nasional Penanggulangan Bencana Jati Asih." xx:1–8.

Keselamatan, P. P., Kerja, K., Karyawan, P., & Sarbiah, A. (2023). Penerapan Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Karyawan. In *Health Information : Jurnal Penelitian* (Vol. 15, Issue 2).

M. Audriyan Gambino A., M. I. (2018, December 27). PENERAPAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DAN DIAGRAM FISHBONE PADA

-
- PERCETAKAN PT. PANDJI MEDIA GEMILANG. From Binus University Business School: <https://bbs.binus.ac.id/management/2018/12/penerapan-failure-mode-and-effect-analysis-fmea-dan-diagram-fishbone-pada-percetakan-pt-pandji-media-gemilang/>
- Martua Sihombing, Tulus, Rafi Surya Fernanda, Irayanti Adriant, Program Studi Manajemen Logistik, and Sekolah Tinggi Manajemen Logistik. 2023. "Indah Logistik Cargo Cabang Cikarang." *Jurnal Manajemen Rekayasa Dan Inovasi Bisnis* 1(Februari):82–92.
- MUHAYYAROH, NUNING, BUDI NUR SISWANTO, and NURLAELA KUMALA DEWI. 2023. "Perancangan Sistem Penentuan Rute Dan Optimasi Biaya Pendistribusian Barang Dengan Metode Saving Matrix Dan Nearest Insertion Berbasis Vba Excel." *Jurnal Pabean*. 5(2):146–59. doi: 10.61141/pabean.v5i2.423.
- Nisa, K. S., Melyna, E., Maulana, M. I., & Ridwan, M. A. A. (2023). Perbaikan Kualitas Produksi dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) di PT. ABC. *Journal of Community Services in Sustainability*, 1(1), 37–46. <https://doi.org/10.52330/jocss.v1i1.139>
- Outreville, J. F. (1998). The Meaning of Risk. In *Theory and Practice of Insurance* (pp. 1–12). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6187-3_1
- Ownership, Concentrated, and Audit Committee Expertise. 2024. "Ilomata International Journal of Tax & Accounting." 5(1):28–43.
- Poer, N. G. (2018). Assessment of Risk Related to Human Factor in Supply Chain Process of PT ICS Using FMEA (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Ppl, P. (n.d.). USAID Risk Appetite Statement - A Mandatory Reference for ADS Chapter 596.
- PUTRI, A. S. (2022). Analisis Risiko Bahaya Pada Proses Penambangan Batu Bara Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment, And Determine Control (Hiradc), Job Safety Analysis (Jsa), Dan Hazard And Operability Study (Hazop) Guna Meminimalkan Kecelakaan Kerja (Studi Kasus: Pt. Indominco Mandiri Bontang).

-
- Rahmat, Moh, Irijii Matdoan, Nurlaela Kumala Dewi, Afferdhy Ariffien, and Seno Lamsir. 2025. "Implementation of Dijkstra and Ant Colony Algorithms for Web-Based Shortest Route Search for LPG Gas Distribution." 5(2):175–81
- Rifdha, A., & Susilawati, S. (2024). Analisis Faktor Faktor Kecelakaan Kerja pada Pekerja Tambang: Literature Review. *Jurnal Anestesi*, 2(3), 23-30.
- Sabatini, Maria, Nuro Nona, Muhamad Novan, and Firman Ramadan. 2023. "MENINGKATKAN EFISIENSI MATERIAL PRODUK BAHAN BAKU DI PT AYOE." xx:1–20.
- Sarbiah, A. (2023). Penerapan pelaksanaan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada karyawan. *Health Information: Jurnal Penelitian*, e1210-e1210.
- Sihombing, Tulus Martua, Irayanti Adriant, and Fidya Nuraini Febriyanti. 2024. "Analisis Perbaikan Kualitas Produk Tahu Dengan Mempertimbangkan Voice Of Customer Pada Pabrik Tahu W Jombang." *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan* 10(10):825–40.
- Sihombing, Tulus Martua, Irayanti Adriant, and Putri Julianti Rahma. 2024. "Analisis Kualitas Kemasan Logistik PT. Pos Indonesia Bandung Untuk Meningkatkan Kepuasan Konsumen (Studi Kasus : PT. Pos Indonesia Bandung)." *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan* 10(10):841.
- Sistem, Perancangan, Penentuan Rute, and D. A. N. Optimasi. 2023. "Pendistribusian Barang Dengan Metode Saving Matrix." 5(2):146–59.
- Siswanto, B. N. 2023. "Mapping the Evolution and Current Trends Islamic Finance: Bibliometric Analysis." *Al-Idarah J. Manaj. Dan Bisnis Islam* 4(2):14–30
- Sunardhi, Yoseph, Arief Ikar, Nesta Lamhot, and Lintang Safira. 2025. "Analisis Kinerja Jaringan Distribusi LPG : Studi Kasus Di Kecamatan Compreg." 5:2090–2106.
- Suprema, J. L., Azhar, H., Prastyo, J. B., Setiono, M. B., Raya, J. P., Bahagia, G., Selatan, B., Balikpapan, K., & Timur, K. (n.d.). Artikel TINJAUAN YURIDIS KEGIATAN PASCA TAMBANG GOLONGAN C DI KECAMATAN SAMBOJA KUTAI KARTANEGARA KALIMANTAN TIMUR JURIDICAL REVIEW OF POST-GOLONGAN C MINING ACTIVITIES IN KECAMATAN KUTAI KARTANEGARA KALIMANTAN TIMUR. <https://suduthukum.com/2017/03/definisi-pelanggaran.html>. UU 4 2009. (n.d.).
- Yuliawati, A. Y. U. Krishna, and Alfira Sofia. 2025. "HARNESSING GREEN STRATEGY AND SOCIAL INNOVATION FOR COMPETITIVE EDGE : A SYSTEMATIC

LITERATURE NETWORK ANALYSIS IN THE PHARMACEUTICAL INDUSTRY.” 20(2):1–10.

Zahirah, A., Mahira, A. A., & Anastasya, M. P. (2024). Manajemen risiko pada industri batu bara. *Human Error and Safety*, 1(1), 9-20.