

Implementasi Sistem Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Unit Operasional Pelabuhan Batubara PT A

Ahmad Subhan^{1✉}, Astiti Tenriawaru Ahmad², Arif Susanto³

¹Magister Terapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia. ²Fakultas Psikologi, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia. ³Departemen Health Safety & Environmental, Divisi Concentrating PT Freeport Indonesia, Tembagapura, Papua Tengah, Indonesia; Magister Terapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia. **Corresponding author** ahmadsubhanssi@mail.ugm.ac.id

Informasi Artikel

Diterima 31-01-2025

Disetujui 16-03-2025

Diterbitkan 31-03-2025

Kata Kunci

Identifikasi bahaya,
Manajemen risiko,
Pengendalian risiko,
Penilaian risiko,
Operasional pelabuhan
batubara.

e-ISSN

2613-9219

Akreditasi Nasional

SINTA 4

Keyword

Hazard identification,
Risk management, Risk
control, Risk assessment,
coal port operations

Corresponding author

ahmadsubhanssi@mail.ugm.ac.id

Abstrak

Latar belakang: Manajemen risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan faktor penting dalam upaya pencegahan kecelakaan kerja maupun penyakit akibat kerja. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis manajemen risiko pada operasional pelabuhan batubara PTA dengan fokus pada identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan implementasi pengendalian risiko. **Metode:** Metode pada penelitian ini menggunakan pendekatan semi-kuantitatif dengan teknik analisis data yang digunakan yaitu *Spearman's Correlation*. **Hasil:** Terdapat sebanyak 499 bahaya yang terbagi menjadi 8 kategori utama. Bahaya mekanis sebesar 28,54% dan bahaya lingkungan kerja sebesar 26,22% sebagai bahaya dominan. Penilaian risiko menunjukkan distribusi tingkat risiko AA sebesar 9,22%, A sebesar 47,90%, B sebesar 30,26%, dan C sebesar 13,23%. Terdapat hubungan positif signifikan antara jumlah bahaya dengan tingkat risiko A (nilai $r^2=0.810$ pada $p < 0.001$), serta korelasi positif dengan pengendalian risiko secara administratif (nilai $r^2=0.891$ pada $p < 0.001$) dan penggunaan alat pelindung diri (APD) (nilai $r^2=0.656$ pada $p < 0.001$). **Kesimpulan:** Implementasi pengendalian risiko didominasi oleh pengendalian administratif sebesar 61,42% dan penggunaan APD sebesar 16,17%.

Abstract

Background: Risk management of occupational health and safety (OHS) is an important factor in preventing work accidents and occupational diseases. This study aims to analyze risk management in PTA coal port operations with a focus on hazard identification, risk assessment, and implementation of risk control. **Methods:** The method in this study uses a semi-quantitative approach, with the data analysis using Spearman's Correlation. **Results:** There are 499 hazards divided into 8 main categories. Mechanical hazards are 28.54%, and work environment hazards are 26.22% as dominant hazards. The risk assessment shows the distribution of AA risk levels of 9.22%, A of 47.90%, B of 30.26%, and C of 13.23%. There is a significant positive relationship between the number of hazards and risk level A ($r^2 = 0.810$ at $p < 0.001$), as well as a positive correlation with administrative risk control ($r^2 = 0.891$ at $p < 0.001$) and the use of personal protective equipment (PPE) ($r^2 = 0.656$ at $p < 0.001$). **Conclusion:** Conclusion: The implementation of risk control is dominated by administrative control at 61.42% and the use of PPE at 16.17%.

PENDAHULUAN

Sektor pertambangan batubara merupakan salah satu penggerak utama perekonomian Indonesia dengan kontribusi signifikan terhadap pendapatan negara. Menurut *International Energy Agency* (IEA), volume produksi batubara global pada tahun 2023 mencapai 8,7 miliar ton, meningkat 1,8% dibandingkan tahun 2022 [1]. Hal ini sejalan dengan siaran pers Kementerian ESDM RI Nomor: 52.Pers/04/SJI/2024 pada tanggal 17 Januari 2024 yang menyatakan bahwa realisasi produksi batubara dalam negeri di tahun 2023 mencapai 775,2 juta ton atau 112% dari target yang ditetapkan sebesar 694,5 juta ton [2]. Peningkatan target produksi batubara Indonesia menyebabkan perusahaan produsen batubara meningkatkan kapasitas produksi, sehingga berbanding lurus dengan potensi risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang semakin tinggi.

Data laporan kecelakaan dari *Minerba One Data Indonesia* (MODI) menunjukkan bahwa pada tahun 2023 terdapat 104 kecelakaan kategori ringan, 65 kecelakaan kategori berat dan 48 kecelakaan kategori fatal yang menyebabkan korban meninggal dunia [3]. Berdasarkan analisis kinerja keselamatan pertambangan, aktivitas di *jetty* atau pelabuhan menyumbang 4,90% dari total kasus kecelakaan fatal pada tahun 2023 [4]. Penelitian sebelumnya menunjukkan pentingnya manajemen risiko K3 di pelabuhan batubara. Zhou *et al.* (2018) dalam penelitiannya di pelabuhan batubara di Tiongkok menemukan bahwa implementasi manajemen risiko terintegrasi dapat menurunkan tingkat kecelakaan kerja hingga 65% dalam periode tiga tahun [5]. Pendekatan sistematis dalam manajemen risiko K3 di pelabuhan dapat meningkatkan efektivitas pencegahan kecelakaan kerja sebesar 45% [6]. Evaluasi berkelanjutan terhadap sistem manajemen risiko K3 dapat mengoptimalkan keselamatan pekerjaan di area pelabuhan [7].

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya serta risiko K3 pada setiap tahap operasional pelabuhan batubara PTA serta menganalisis kontrol yang dilakukan dalam sistem manajemen risiko K3 yang diterapkan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sistem manajemen risiko K3 yang lebih efektif di pelabuhan batubara PTA, sekaligus menjadi referensi bagi regulator dalam penyusunan kebijakan dan standar K3 yang lebih komprehensif. Implementasi rekomendasi dari penelitian ini dapat mendukung pencapaian target *zero accident* sekaligus mengoptimalkan produktivitas operasional pelabuhan batubara, khususnya di PTA.

METODE

Lokasi penelitian yaitu Pelabuhan PT A yang berada di Kabupaten Barito Utara, Kalimantan Tengah, Indonesia. Penelitian ini dilakukan pada Januari sampai Juni 2024. Metode penelitian menggunakan pendekatan semi-kuantitatif. Adapun teknik analisis data menggunakan *Spearman's Correlation*. Teknik pengumpulan data untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan risiko, mengukur tingkat risiko dan mengevaluasi kontrol yang ada dilakukan melalui metode triangulasi data. Data dikumpulkan melalui

pelaksanaan observasi lapangan, wawancara mendalam, dan menganalisis historis kecelakaan kerja.

Jenis data dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari observasi lapangan yaitu berupa hasil pengamatan langsung aktivitas operasional pelabuhan PTA, hasil pelaksanaan identifikasi bahaya, hasil pelaksanaan evaluasi kondisi lingkungan kerja dan hasil penilaian pada penerapan kontrol yang ada. Selain itu, terdapat hasil wawancara mendalam terhadap pekerja dengan melibatkan dua orang pengawas lapangan, tiga orang operator, dua orang mekanik, dan satu orang personel K3 perusahaan. Adapun data sekunder berupa dokumen HIRADC dan SOP pengendalian risiko. Metode penilaian risiko yaitu menggunakan metode *Fine-Kinney* yang telah disesuaikan dengan kebutuhan perusahaan. Menurut Penggunaan metode *Fine-Kinney* dalam analisis risiko dapat meningkatkan akurasi penilaian risiko hingga 85% dibandingkan dengan metode konvensional [8]. Kriteria penilaian risiko yang digunakan di PTA ini dijelaskan seperti pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Penilaian Tingkat Risiko Operasional Pelabuhan Batubara PTA

Kode: AA
Potensi Dampak: 75-125
Kemungkinan Akibat: <i>Fatality</i> dan atau kerugian besar dan/atau pencemaran lingkungan sangat besar dengan biaya penanganan dampak >US\$ 50.000
Kode: A
Potensi Dampak: 32-74
Kemungkinan Akibat: Cedera hari hilang serius/kecacatan permanen/pencemaran lingkungan besar dengan biaya penanganan dampak US\$ 25.000 sampai US\$ 50.000
Kode: B
Potensi Dampak: 18-31
Kemungkinan Akibat: Cedera hari hilang tanpa kecacatan permanen/pencemaran lingkungan sedang dengan biaya penanganan dampak US\$ 100 sampai US\$ 10.000
Kode: C
Potensi Dampak: 2-17
Kemungkinan Akibat: Cedera tanpa hari hilang/pencemaran lingkungan kecil dengan biaya penanganan dampak <US\$ 100

HASIL

Operasional pelabuhan batubara PTA memiliki kompleksitas yang membutuhkan pengelolaan sistematis untuk menjamin efisiensi serta keselamatan dan Kesehatan kerja (K3). Pemahaman komprehensif terhadap aktivitas operasional pelabuhan merupakan landasan penting dalam optimasi kinerja dan manajemen risiko [9]. Kategorisasi aktivitas yang terstruktur dapat meningkatkan efektivitas pengawasan operasional hingga 40% [10]. Hasil observasi diperoleh bahwa operasional pelabuhan batubara PTA mencakup 14 area utama aktivitas kerja dengan 68 sub-aktivitas yang cukup kompleks dan beragam serta dapat dikelompokkan ke dalam beberapa kategori utama yaitu: 1)

aktivitas bongkar muat (*loading-unloading*), 2) aktivitas penanganan material, 3) aktivitas pendukung.

Tabel 2. Aktivitas dan Sub-Aktivitas Kategori Loading-Unloading

Aktivitas	Sub-Aktivitas
Pemuatan (<i>loading</i>) batubara ke kapal tongkang	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sandar tongkang ke <i>jetty</i> 2. <i>Initial draft survey</i> 3. Pengetesan: <i>running belt conveyor, swivel chute & swing radial</i> 4. Memulai: <i>start loading/barging/ mengisi kapal tongkang</i> 5. Menggeser <i>Radial Loading Container (RLC)</i>, memindahkan pengisian bagian lain kapal tongkang 6. <i>Feeding</i> produk 7. <i>Rehandling</i> produk dari <i>stock</i> ke <i>On Ground Feeder (OGF)</i> 8. <i>Finishing loading</i> 9. <i>Final draft</i> tongkang <i>Cast off</i> tongkang dari <i>jetty</i>
<i>Unloading</i> batubara ke <i>stockpile</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sandar tongkang ke <i>jetty</i> 2. <i>Initial draft survey</i> 3. <i>Running jib crane</i> 4. Memulai/start <i>unloading</i> 5. <i>Initial draft survey</i> 6. Pengetesan/<i>running jib crane</i> 7. Memulai/start <i>unloading</i> 8. <i>Finishing unloading</i> 9. <i>Final draft</i> tongkang 10. <i>Cast off</i> tongkang dari <i>jetty</i>
<i>UnloadingFuel</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kapal sandar di <i>jetty fuel</i> 2. Pembongkaran <i>fuel</i> 3. Kapal lepas dari <i>jetty fuel</i>
<i>Loading/unloading</i> Alat-alat Berat (A2B)/Vechile dari <i>Landing Craft Tank (LCT)</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kapal sandar di dermaga 2. Pembongkaran A2B/<i>vehicle</i> 3. Kapal lepas dari <i>jetty</i> 4. Kapal sandar di dermaga
<i>Unloading</i> Amonium Nitrat dari LCT	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kapal sandar di dermaga 2. <i>Unloading</i> amonium nitrat dari LCT 3. Kapal lepas dari dermaga

Tabel 2 merupakan penjelasan terkait jenis aktivitas bongkar muat (*loading-unloading*). Aktivitas ini meliputi kegiatan *loading* batubara ke kapal tongkang dengan 9 sub-aktivitas, *unloading* batubara di *stockpile* dengan 10 sub-aktivitas, bongkar atau *unloading fuel* dari kapal dengan 3 sub-aktivitas, *loading* dan *unloading* kendaraan (mobilisasi dan demobilisasi peralatan) dengan 4 sub-aktivitas, dan *unloading* amonium nitrat dengan 3 sub-aktivitas. Aktivitas ini memiliki jumlah total sebanyak 29 sub-aktivitas. Jumlah tersebut relatif banyak yang memiliki potensi bahaya dan risiko dalam pelaksanaannya.

Tabel 3. Aktivitas dan Sub-Aktivitas Penanganan Material

Aktivitas	Sub-Aktivitas
Kontrol kualitas produk	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengambilan sampel di <i>stock</i> produk 2. Pengambilan sampel di <i>Barge Loader Conveyor (BLC)</i> 3. <i>Handpicking</i> kontaminan 4. Pengukuran suhu batubara
Penyimpanan batubara di <i>stockpile</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Stockpiling</i> 2. <i>Coal dumping</i> di <i>stockpile</i> 3. Penanganan batubara terbakar (<i>spontaneous combustion</i>) 4. Pengukuran <i>stock</i> batubara
Perbaikan jalan di area pelabuhan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aktivitas <i>loading</i> pasir-batu (<i>sirtu</i>) 2. <i>Dumping</i> <i>sirtu</i> (material perbaikan jalan) 3. <i>Spreading</i> material <i>sirtu</i>
Penanganan batubara terbakar (<i>spontaneous combustion</i>) dengan penyiraman menggunakan <i>chemical</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Persiapan alat 2. Menuang <i>chemical</i> ke dalam tanki 3. Mengangkat pompa dan tanki <i>chemical</i> ke atas <i>crane truck (CT)</i> 4. Mengisi air untuk campuran <i>chemical</i> ke dalam tanki 5. Mobilisasi alat ke area batubara yang terbakar 6. Mengeluarkan selang dari <i>roll</i> 7. Menurunkan <i>stick</i> semprot 8. Memasang selang pada konektor <i>stick</i> semprot 9. Menghidupkan unit pompa <i>chemical</i> 10. Menyemprotkan <i>chemical</i> melalui <i>stick</i> semprot ke area tumpukan batubara yang terbakar 11. Mematikan unit pompa <i>chemical</i> 12. Melepaskan selang dengan <i>stick</i> semprot 13. Menggulung selang 14. Menaikkan <i>stick</i> semprot ke atas CT 15. Mobilisasi alat ke tempat penyimpanan 16. Menurunkan alat pompa dan tanki dari CT

Tabel 3 merupakan aktivitas penanganan material yang meliputi kegiatan kontrol kualitas produk batubara. Aktivitas ini terdiri atas 4 sub-aktivitas. Pada penyimpanan batubara di *stockpile* terdiri atas 4 sub-aktivitas. Pada aktivitas perbaikan jalan di area pelabuhan terdiri atas 3 sub-aktivitas. Pada aktivitas penanganan batubara terbakar terdiri atas 16 sub-aktivitas. Aktivitas penanganan material ini memiliki jumlah total 27 sub-aktivitas.

Tabel 4. Aktivitas dan Sub-Aktivitas Pendukung

Aktivitas	Sub-Aktivitas
Inspeksi dan Observasi	1. Inspeksi dan observasi area <i>conveyor</i>
	2. Inspeksi dan observasi <i>stockpile</i>
	3. Inspeksi dan observasi area pelabuhan
Mengoperasikan unit dan sarana	1. Melakukan P2H unit
	2. Mengendarai kendaraan sarana
Aktivitas perkantoran	1. Mengerjakan laporan/pengolahan data di komputer
	2. Aktivitas dengan alat tulis kantor
	3. Serah dan terima <i>time sheet</i>
	4. Pengambilan data foto udara menggunakan <i>drone</i>
	5. Perhitungan dan pembuatan berita acara <i>material movement</i> dan <i>outloading</i>
Aktivitas Penyelaman	1. Mengendarai sarana menuju area kerja
	2. Mobilisasi material dan peralatan
	3. Penyelaman
	4. Pematangan dan pengelasan
	5. Pengangkatan pipa
	6. Fabrikasi peralatan/pengelasan peralatan
	7. <i>Housekeeping</i> area kerja
	8. Demobilisasi <i>crane barge</i>

Tabel 4 merupakan aktivitas pendukung. Pada aktivitas inspeksi dan observasi terdiri atas 3 sub-aktivitas. Pada aktivitas mengoperasikan unit dan sarana terdiri atas 2 sub-aktivitas. Pada aktivitas perkantoran dan aktivitas penyelaman, masing-masing terdiri atas 5 sub-aktivitas dan 8 sub-aktivitas. Aktivitas pendukung ini memiliki jumlah total 18 sub-aktivitas.

Tabel 5 merupakan kategori jenis bahaya yang timbul pada aktivitas Pelabuhan PTA. Hasil penelitian mengidentifikasi sebanyak 499 bahaya dan risiko yang tersebar dalam delapan kategori utama. Analisa distribusi bahaya dan risiko merupakan langkah penting dalam manajemen risiko untuk mengidentifikasi dan mengelola potensi bahaya di lingkungan kerja. Distribusi kategori bahaya dan risiko berdasarkan frekuensi diuraikan sebagai berikut:

1. Bahaya dominan (>20%) yaitu bahaya mekanis teridentifikasi sebanyak 123 (28,54%), berfokus pada aktivitas aktivitas *handling material*, pengoperasian alat berat, dan *conveyor system*. Pada bahaya lingkungan kerja sebanyak 113 (26,22%) terkait dengan kondisi lingkungan operasional di area terbuka seperti *stockpile*, pemindahan, kegiatan pembongkaran, pemuatan, dan penyelaman.
2. Bahaya moderat (5-20%) yaitu bahaya fisik teridentifikasi sebanyak 53 (12,30%) berkaitan dengan paparan kebisingan, getaran, dan radiasi panas di area *stockpile* dan *conveyor*. Bahaya ergonomi teridentifikasi sebanyak 50 (11,60%) terutama pada aktivitas *manual handling* dalam proses sampling kualitas batubara. Bahaya kimia teridentifikasi sebanyak 43 (9,98%) mencakup paparan debu batubara dan pengelolaan bahan kimia selama penyimpanan batubara di *stockpile* dan aktivitas pemadaman api. Bahaya biologi teridentifikasi sebanyak 26 (6,03%) terkait dengan paparan mikroorganisme, vektor penyakit dan serangan serangga di area *stockpile* dan dermaga.

Tabel 5. Identifikasi Bahaya dan Sumber

Kategori Bahaya	%	Spesifikasi Bahaya	Aktivitas/ Area Dominan
Mekanis	28,54	1. Tidak ada <i>guarding</i> pada benda berputar 2. Pengoperasian peralatan yang tidak sesuai prosedur dan atau dalam kondisi rusak 3. <i>Traffic management</i> yang tidak optimal	1. <i>Dumping</i> batubara 2. Proses <i>loading/unloading</i> 3. Pengeoperasian peralatan berat
Lingkungan Kerja	26,22	1. Kondisi cuaca ekstrem 2. Area kerja yang licin 3. Pencahayaan kurang 4. Arus sungai deras dan keruh	1. Area <i>stockpile</i> 2. Area <i>land clearing</i> 3. Area pelabuhan
Fisik	12,30	1. Getaran dan kebisingan peralatan kerja 2. Paparan debu batubara 3. Paparan panas atau sinar ultraviolet (UV)	1. Pengoperasian mesin 2. Area produksi 3. Area <i>Conveyor</i>
Ergonomi	11,60	1. Beban fisik yang berat 2. Duduk terlalu lama dan postur tubuh tidak ergonomi 3. Pengangkatan manual yang tidak sesuai prosedur	1. <i>Manual handling</i> 2. Pengangkatan material 3. Posisi kerja berulang
Kimia	9,98	1. Paparan bahan kimia 2. Tumpahan bahan kimia 3. Reaksi kimia yang berpotensi menyebabkan ledakan	1. <i>Chemical handling</i> 2. Penyiraman batubara dengan <i>chemical</i> 3. <i>Unloading fuel</i> dari <i>jetty</i>
Biologi	6,03	1. Paparan organisme berbahaya seperti jamur, virus 2. Serangan serangga, ular berbisa, binatang buas 3. Penggunaan NAPZA	1. <i>Land clearing</i> 2. <i>Stock Sampling</i> 3. Pengambilan sampel produk
Psiko-sosial	3,48	1. <i>Bullying</i> oleh rekan kerja 2. Pola kerja yang monoton 3. <i>Stress</i> akibat tekanan kerja	1. Kompleksitas tugas 2. Aktivitas inspeksi 3. Kegiatan perkantoran
Kelistrikan	1,86	1. Hubungan arus pendek 2. Kegagalan sistem kelistrikan 3. Sengatan listrik	1. Pengoperasian peralatan mekanis 2. Kegiatan pemeliharaan 3. Aktivitas penyiraman dengan pompa

3. Bahaya minor (<5%) yaitu bahaya psikososial teridentifikasi sebanyak 15 (3,48%) berkaitan dengan tekanan kerja akibat kompleksitas pekerjaan dan perundungan (*bullying*). Bahaya kelistrikan teridentifikasi 8 (1,86%) terkait pengoperasian peralatan mekanis seperti *conveyor*, pengelasan di bawah air dan alat angkut batubara.

Analisis distribusi bahaya ini berdasarkan area aktivitas dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

1. Area berisiko tinggi:
 - a. Aktivitas *coal dumping* di *stockpile* teridentifikasi 36 bahaya mencakup bahaya kombinasi dari bahaya mekanis, bahaya fisik dan bahaya kimia dengan intensitas operasional yang tinggi.
 - b. Aktivitas *rehandling* produk di *stockpile* teridentifikasi sebanyak 33 bahaya yang didominasi oleh bahaya mekanis dan ergonomi.
 - c. Aktivitas *land clearing* teridentifikasi sebanyak 29 bahaya yang merupakan kombinasi dari bahaya mekanis dan bahaya lingkungan
2. Area berisiko sedang:
 - a. Area perbaikan jalan dengan bahaya teridentifikasi sebanyak 34 yang merupakan kombinasi bahaya fisik dan mekanis.
 - b. Aktivitas inspeksi teridentifikasi sebanyak 18 bahaya yang berkaitan dengan bahaya fisik dan ergonomi.
3. Area berisiko rendah:

Area aktivitas perkantoran teridentifikasi sebanyak 5 bahaya terdiri dari bahaya ergonomi dan psikososial, khususnya pada pekerjaan administrasi dan psikososial.

Selain identifikasi jenis atau kategori bahaya, penelitian ini juga melakukan identifikasi pada tingkat risiko bahaya yang timbul dengan parameter yang digunakan sesuai dengan standar tingkat kategori bahaya yang digunakan oleh PTA.

Tabel 6. Identifikasi Tingkat dan Persebaran Risiko

Tingkat Risiko	%	Aktivitas/Area Dominan
AA (Critical Risk)	9,22	1. Pengetesan <i>belt conveyor</i> 2. Pemotong atau pengelasan pipa di air/sungai 3. Aktivitas <i>cutting</i> /penebangan pohon
A (High Risk)	47,90	1. <i>Dumping</i> di area <i>stockpile</i> 2. <i>Rehandling</i> produk 3. Penanganan batubara terbakar
B (Medium Risk)	30,26	1. Pengoperasian mesin 2. Pengumpulan kayu hasil <i>cutting</i> 3. Aktivitas perbaikan jalan
C (Low Risk)	13,20	1. Aktivitas administrasi di kantor 2. Persiapan alat kerja 3. Inspeksi area kerja

Tabel 6 merupakan data penilaian risiko yang diberikan, analisis telah dilakukan terhadap 14 kategori aktivitas utama dengan 68 sub-aktivitas. Penilaian risiko ini

mengikuti dokumen Standar Parameter Identifikasi Bahaya/Aspek, Penilaian Risiko/Dampak, Pengendalian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam Nomor A-EHS_22_SOP_020_IBPRP yang berlaku di PTA. Penilaian menggunakan skala tingkat risiko yang terdiri dari kategori AA (risiko kritikal/sangat tinggi), A (risiko tinggi), B risiko menengah) dan C (risiko rendah). Hasil distribusi risiko kategori AA sebanyak 46 (9,22%), kategori A sebanyak 239 (47,90%), kategori B sebanyak 151 (30,26%), dan kategori C sebanyak 66 (13,23%). Tingkat risiko B dan C dilakukan sesuai dengan SOP dari PTA dan risiko ini dianggap sebagai risiko residual yang masih dapat ditoleransi. Oleh karena itu, fokus perbaikan akan diarahkan pada tingkat risiko AA dan A. Melihat persebaran tingkat risiko tersebut, maka dilakukan pemetaan sebagai berikut:

1. Analisis Risiko berdasarkan Kategori

Kategori ini terdiri dari dua aktivitas utama yaitu *loading/unloading* batubara, penanganan penyimpanan dan penanganan material:

 - a. Aktivitas *Loading* Batubara ke Tongkang

Tingkat risiko terbesar teridentifikasi pada aktivitas *rehandling* produk sebanyak 24 temuan dan aktivitas *feeding* produk sebanyak 11 temuan yang memiliki tingkat risiko A, sedangkan pengoperasian peralatan seperti *belt conveyor* dan *swivel chute* memiliki tingkat risiko AA. Pada aktivitas *unloading* batubara ke *stockpile*, tingkat risiko A teridentifikasi pada pengoperasian *jib crane* dan proses *star unloading* menunjukkan kombinasi risiko AA dan A.
 - b. Aktivitas Penyimpanan dan Penanganan Material

Tingkat risiko terbesar terdapat di manajemen *stockpile* dengan aktivitas *coal dumping* yang memiliki 28 temuan tingkat risiko A. Aktivitas *stockpiling* menunjukkan 13 temuan tingkat risiko A, sementara penanganan batubara terbakar memiliki 11 temuan tingkat risiko A. Selain itu, aktivitas kontrol kualitas batubara pengambilan sampel di *barge loader* menunjukkan risiko tertinggi yaitu AA dan monitoring suhu batubara didominasi risiko A dan B.
 - c. Aktivitas Pendukung

Dalam aktivitas konstruksi dan pemeliharaan, aktivitas *land clearing* memiliki tingkat risiko AA sebanyak 14, sedangkan aktivitas penimbunan yang meliputi *loading*, *dumping* dan *spreading material* memiliki tingkat risiko A sebanyak 28.
2. Analisa Risiko Berdasarkan Karakteristik Pekerjaan

Analisis katakarakteristik pekerjaan dibagi ke dalam dua kategori yaitu pekerjaan teknis dan non-teknis:

 - a. Pekerjaan Teknis

Dominasi risiko tinggi terdapat pada aktivitas pengoperasian alat berat, *loading* dan *unloading* batubara serta penanganan material.
 - b. Pekerjaan Non-Teknis

Risiko rendah terdapat pada aktivitas administrasi dan inspeksi rutin.

Tabel 7 merupakan pendekatan sistematis yang digunakan untuk mengelola dan menaggulangi risiko di lingkungan kerja. Pendekatan ini memprioritaskan tindakan pengendalian berdasarkan efektivitas, mulai dari paling rendah sampai paling tinggi efektivitasnya [11].

Tabel 7. Identifikasi Penerapan Hierarki Kontrol

Tingkat Risiko	%	Area Implementasi
Eliminasi	14,75	1. <i>Loading/unloading</i> batubara 2. Proses <i>stockpiling</i> 3. <i>Aktivitas land clearing</i>
Perancangan/Rekayasa Teknik	6,38	1. Pengamanan tambahan pada <i>belt conveyor</i> 2. <i>Dumping</i> batubara di <i>stockpile</i> 3. Pengumpulan kayu bekas penebangan
Pengendalian bahaya secara administratif	61,42	1. Pemeriksaan kesiapan awal di awal <i>shift</i> 2. Sosialisasi prosedur, <i>job safety analysis (JSA)</i> , dan atau intruksi kerja 3. Sistem pelaporan kondisi gawat darurat
Pengurangan risiko melalui pelatihan	1,28	1. Pemberian induksi/reinduksi pada karyawan 2. Pelatihan spesifik pada aktivitas kerja
Pengurangan risiko melalui alat pelindung diri	16,17	1. Pemberian APD tambahan sesuai dengan jenis pekerjaan (helm, rompi reflektif, dan <i>safety shoes</i>)

Penentuan kontrol guna mengurangi risiko, PTA menggunakan hierarki kontrol yang terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut:

1. Eliminasi bahaya yang dilakukan dengan memodifikasi proses, metode atau materi untuk mengurangi bahaya yang lebih buruk.
2. Perancangan/rekayasa teknik yang memiliki tujuan menjauhkan bahaya dengan mendesain peralatan atau perkakas yang mengeliminasi atau mengurangi bahaya secara efektif.
3. Substitusi yaitu dilakukan dengan mengganti bahan, zat, atau proses dengan yang tidak atau kurang berbahaya.
4. Pemisahan atau isolasi yang memiliki tujuan untuk menyingkirkan bahaya dari orang dengan memberikan perlindungan, mengurung, atau menyimpan di tempat atau waktu terpisah.
5. Administratif berupa penyesuaian waktu dan kondisi dengan proses administrasi seperti batas waktu paparan dan tingkat batas paparan.
6. Pengurangan risiko melalui pelatihan di mana pelatihan dasar diberikan untuk meningkatkan pengetahuan, keterampilan, dan kesadaran dalam mengurangi risiko.
7. Penggunaan alat pelindung diri (APD) merupakan upaya terakhir dalam menyediakan perlindungan yang sesuai untuk mengurangi keparahan risiko.

Berdasarkan analisis distribusi hierarki kontrol yang dilakukan maka pengendalian risiko PTA yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Pengendalian Risiko dengan Eliminasi
Pengendalian ini dilakukan terhadap 104 temuan (14,75%) yang meliputi pengurangan aktivitas *manual handling* dan modifikasi proses kerja yang berisiko tinggi. Sebanyak 27 temuan (58,69%) termasuk dalam tingkat risiko AA, sedangkan 181 temuan (41,8%) berada pada tingkat risiko A. Pengendalian ini banyak diterapkan pada jenis bahaya mekanis (38,21%), bahaya lingkungan (76,16%), bahaya fisik (71,69%), dan bahaya kimia (65,12%). Sebagian besar bahaya tersebut teridentifikasi dalam aktivitas di area terbuka seperti *loading/unloading*, penyimpanan batubara, dan aktivitas *land clearing*.
2. Pengendalian Melalui Rekayasa Engineering
Pengendalian secara rekayasa teknik dilakukan terhadap 45 temuan (6,38%), yang meliputi modifikasi sistem dan peralatan serta rekayasa ulang proses kerja. Pengendalian ini banyak diterapkan pada tingkat risiko A (60,29%) dan tingkat risiko B (35,09%), dengan dominasi pada jenis bahaya mekanis, lingkungan, dan ergonomi. Aktivitas yang menjadi fokus utama termasuk *loading/unloading*, penyelaman, dan penyimpanan material batubara.
3. Pengendalian Administrasi
Pengendalian administratif ini dilakukan sebanyak 433 (61,42%) terhadap total pengendalian risiko. Pengendalian ini mencakup pengembangan prosedur keselamatan dengan *work permit* serta perbaikan sistem pengawasan melalui inspeksi dan observasi oleh pengawas. Hampir semua tingkat risiko dan jenis bahaya memiliki pengendalian administratif seperti pada tingkat risiko AA (91,3%), tingkat risiko A (96,65%), tingkat risiko B (96,21%). Hal ini menunjukkan bahwa pengendalian administratif diterapkan pada semua pekerjaan di area Pelabuhan Batubara PTA.
4. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)
Pengendalian terakhir yang dilakukan pada aktivitas Pelabuhan PT A yaitu penggunaan APD. Sama halnya dengan pengendalian administratif, penggunaan APD baik APD wajib maupun APD khusus sesuai jenis pekerjaan dilakukan untuk semua jenis bahaya yang teridentifikasi dan tingkat risiko pekerjaan. Penggunaan APD tercatat pada tingkat risiko AA sebesar 76,09%, tingkat risiko A sebesar 87,45% dan tingkat risiko B sebesar 66,06%.

PEMBAHASAN

Manajemen risiko merupakan proses sistematis dari identifikasi, analisis, evaluasi, dan penanganan risiko yang bertujuan untuk meminimalisir potensi kerugian dan memastikan peluang keberhasilan dalam suatu organisasi. Menurut *Project Management Institute* (2017), manajemen risiko adalah proses mengidentifikasi, menganalisis, dan merespon risiko proyek untuk meminimalisir potensi dampak negatif terhadap tujuan proyek [12]. *British Standards Institution* (2018) menjelaskan bahwa manajemen risiko merupakan koordinasi aktivitas untuk mengarahkan dan mengendalikan suatu organisasi berkenaan risiko [13]. Sementara itu, menurut Arta (2021) menyatakan, manajemen risiko merupakan suatu

pendekatan terstruktur dalam mengelola ketidakpastian yang berpotensi memberikan dampak negatif maupun positif terhadap tujuan organisasi [14]. Selain itu, menurut *American National Standards Institute* (ANSI), manajemen risiko didefinisikan sebagai proses sistematis untuk mengidentifikasi, menilai, mengendalikan, dan mengurangi risiko dalam lingkungan kerja. Semua kegiatan dari organisasi yang melibatkan risiko sebaiknya dikelola [15].

Proses manajemen risiko membantu pembuatan keputusan dengan memperhitungkan ketidakpastian. Proses ini meliputi beberapa tahap utama, yaitu:

1. Identifikasi bahaya dan risiko yang meliputi identifikasi potensi bahaya yang ada di tempat kerja, mendata semua kemungkinan situasi yang dapat menimbulkan kecelakaan atau kerugian
2. Melakukan penilaian risiko dengan evaluasi tingkat kemungkinan terjadinya risiko, mengukur potensi dampak dari risiko yang teridentifikasi, dan selanjutnya menentukan tingkat keparahan dan probabilitas risiko
3. Melakukan pengendalian risiko dengan merancang strategi mengurangi atau menghilangkan risiko, menerapkan hierarki kontrol yang sesuai
4. Melakukan pemantauan dan tinjauan berkala yang meliputi evaluasi efektif pengendalian risiko dan memperbaharui penilaian risiko secara berkala

Manajemen risiko dapat mengurangi risiko operasional dan lingkungan sosial [16] dan indentifikasi bahaya dan penilaian risiko dapat membantu mengurangi tingkat kecelakaan kerja [16-17]. Manajemen risiko yang sistematis dan penggunaan teknologi pengendalian risiko dapat secara signifikan mengurangi insiden kecelakaan di tambang batubara [5].

Penerapan manajemen risiko PTA telah melakukan tahapan manajemen risiko yang sesuai dengan panduan manajemen risiko yang ada pada ISO 31000 dan ANSI/ASSE Z590.3-2011. Metode penilaian risiko yang digunakan merujuk pada metode *Fine-Kinney*. Metode ini merupakan tehnik kuantitatif untuk mengevaluasi dan menilai tingkat risiko di tempat kerja yang dikembangkan sebelumnya dan kemudian disempurnakan oleh ahli lain [18]-[19]. Metode *Fine-Kinney* menggunakan 3 variabel utama yaitu [20]:

1. *Probability (P)*: faktor ini mengevaluasi kemungkinan bahaya terjadi saat paparan
2. *Frequency (F)*: faktor ini mengukur seberapa sering personal terpapar bahaya
3. *Consequences (C)*: faktor ini menilai dampak potensi bahaya, mulai dari cedera ringan hingga kecelakaan *fatality*

Indeks nilai risiko (R) dihitung dengan mengalikan ketiga faktor utama yaitu [21]:

$$Risk = C \times P \times F \quad (1).$$

Adapun skala yang digunakan masing-masing faktor utama seperti tertera pada **Tabel 8**.

Metode *Fine-Kinney* sederhana dan mudah dipahami, dapat diterapkan di berbagai sektor industri dan cukup komprehensif dalam penilaian risiko [22]. Metode ini memberikan hasil kuantitatif yang dapat diprioritaskan sehingga memudahkan dalam pengambilan keputusan manajemen risiko [7]. Sementara itu, komparasi metode

Fine-Kinney dengan metode *Allgemeine Unfallversicherungsanstalt* (AUVA) dan menyimpulkan bahwa kedua metode cukup handal untuk digunakan melakukan penilaian risiko. Namun metode AUVA lebih presisi dalam penilaian risiko dikarenakan mempertimbangkan faktor lain seperti lingkungan kerja [23]. Rekomendasi kombinasi dengan metode lain untuk hasil yang lebih komprehensif [18].

Tabel 8. Skala berdasarkan Metode *Fine-Kinney*

Nilai	Kategori	Penjelasan
Probabilitas		
0,2	Tidak mungkin terjadi	
0,5	Hampir pasti tidak mungkin terjadi	
1	Sangat kecil kemungkinan	
3	Kemungkinan terjadi rata-rata	
6	Sering terjadi	
10	Pasti terjadi	
Frekuensi		
0,5	Sekali setahun	Sangat jarang sekali
1	Beberapa kali/tahun	Cukup jarang sekali
2	Beberapa kali/bulan	Jarang sekali
3	Beberapa kali/minggu	Kadang-kadang
6	Beberapa kali/hari	Sering
10	Terus menerus >1 jam	Terus menerus
Konsekuensi		
1	Tidak berbahaya	Cukup diperhatikan
3	Kerusakan ringan, pertolongan pertama	Penting
7	Kehilangan hari kerja (LTI tanpa cacat)	Serius
15	Cacat, kehilangan anggota tubuh dan dampak lingkungan (LIT dengan cacat)	Sangat Serious
40	Kematian, cacat dan cacat berat	Sangat Buruk
100	>1 orang meninggal dunia atau bencana lingkungan besar	Bencana

Penerapan manajemen risiko yang dilakukan oleh PTA dengan melakukan adaptasi melalui perubahan parameter yang disesuaikan kebutuhan perusahaan dengan tetap mengacu pada sistem penilaian *Fine-Kinney*. Tingkat risiko dihitung dari perkalian tiga variabel yang terdiri atas kemungkinan (*Probability*), dampak (*Consequences*), dan frekuensi (*Frequency*) dengan menambahkan aspek lingkungan ke dalam aspek dampak. Juga dengan melakukan penyederhanaan skor pada masing-masing variabel. Adapun acuan tabel dari masing-masing variabel yang digunakan di PTA tertera pada Tabel 9.

Hasil analisis *Spearman's Correlation*, ditemukan bahwa jumlah bahaya dan risiko memiliki korelasi positif dan signifikan yang paling kuat pada tingkat risiko A yaitu dengan $r^2 = 0.810$ pada $p < 0.001$. Korelasi positif dan signifikan lainnya ditemukan pada tingkat risiko AA dengan $r^2 = 0.569$ pada $p < 0.001$, dan B dengan $r^2 = 0.728$ pada $p < 0.001$. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah bahaya dan risiko, peluang munculnya tingkat risiko AA, A dan B semakin tinggi.

Tabel 9. Skala di PTA

Nilai	Kategori
Probabilitas	
1	Tidak terdapat kemungkinan terjadi
2	Kemungkinan terjadi lebih kecil dari rata-rata
3	Kemungkinan terjadi rata-rata
4	Kemungkinan besar terjadi
5	Pasti akan terjadi
Frekuensi	
1	Sedikit orang/tahun (Jarang)
2	Beberapa orang/bulan (Tidak biasa)
3	Beberapa orang/minggu (Kadang-kadang)
4	Sedikit orang/hari (Sering)
5	Banyak orang/hari (Terus-menerus)
Konsekuensi	
1	Cedera ringan/Penyakit Akibat Kerja (PAK)/Kerusakan harta benda/kehilangan/pencemaran dengan biaya penanganan <US \$100
2	Cedera hari hilang/PAK tanpa cacat permanen/kerusakan harta benda/kehilangan/pencemaran dengan biaya penanganan (US \$100-US \$10.000)
3	Cedera hari hilang/PAK dengan cacat permanen/kerusakan harta benda/kehilangan/pencemaran dengan biaya penanganan (US \$10.000-US \$25.000)
4	Cidera berakibat kematian/PAK pada satu karyawan/kerusakan harta benda/kehilangan/pencemaran dengan biaya penanganan (US \$25.000-US \$50.000)
5	Cidera berakibat kematian pada banyak orang atau kerusakan harta benda penanganan > US \$50.000)

Hasil uji *Spearman's Correlation* ditemukan bahwa jumlah bahaya dan risiko memiliki korelasi positif dan signifikan pada jenis bahaya fisik yaitu $r^2 = 0.627$ pada $p < 0.001$, biologi dengan $r^2 = 0.550$ pada $p < 0.001$. Pada bahaya ergonomi memiliki $r^2 = 0.619$ pada $p < 0.001$, lingkungan kerja dengan $r^2 = 0.683$, pada $p < 0.001$ dan kelistrikan dengan $r^2 = 0.038$ pada $p = 0.757$. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah bahaya dan risiko maka peluang munculnya jenis bahaya fisik, biologi, ergonomi, lingkungan kerja dan kelistrikan akan semakin besar. Dengan demikian maka pengelolaan risiko di tempat kerja harus mempertimbangkan faktor-faktor tersebut dalam melakukan mitigasi untuk mengurangi potensi kecelakaan kerja dan meningkatkan pengelolaan K3.

Korelasi positif signifikan ditemukan pada variabel bahaya psikososial di mana $r^2 = 0.757$ pada $p < 0.001$. Hal ini menunjukkan bahwa faktor psikososial seperti stres dan tekanan kerja dapat mempengaruhi kondisi keselamatan kerja. Ketika risiko psikososial meningkat maka dapat berkontribusi pada peningkatan jumlah bahaya dan risiko secara keseluruhan. Selain itu juga ditemukan bahwa jumlah bahaya dan risiko memiliki korelasi positif dan signifikan dengan metode pengendalian risiko secara eliminasi ($r^2 = 0.634$ pada $p = 0.001$). Hubungan positif yang signifikan dengan pengendalian risiko secara eliminasi menunjukkan bahwa semakin tinggi upaya untuk

mengeliminasi bahaya, semakin rendah jumlah bahaya dan risiko. Ini menunjukkan bahwa penghapusan sumber bahaya secara langsung dapat mengurangi risiko.

Pada metode pengendalian administrasi diperoleh $r^2 = 0.0891$ pada $p < 0.001$, APD dengan $r^2 = 0.656$ pada $p < 0.001$, dan training dengan $r^2 = 0.401$ pada $p < 0.001$. Pada pengendalian risiko dengan rekayasa teknik diperoleh $r^2 = 0.323$ pada $p = 0.007$. Pengendalian risiko secara administrasi juga memiliki korelasi yang sangat kuat dengan jumlah bahaya dan risiko, menunjukkan bahwa kebijakan dan prosedur administrasi yang baik dapat secara signifikan mengurangi risiko. Selain itu hubungan positif yang signifikan dengan pengendalian risiko menggunakan APD menunjukkan bahwa penggunaan APD yang konsisten dapat membantu melindungi pekerja dari bahaya yang ada. Hubungan positif lainnya dengan korelasi rendah yaitu pengendalian risiko melalui training atau pelatihan, yang menunjukkan peningkatan pengetahuan dan keterampilan pekerja dapat berkontribusi pada pengurangan risiko. Dalam memastikan aktivitas operasional pelabuhan batubara PTA agar tetap berjalan dengan aman maka terdapat beberapa rekomendasi mitigasi yang dapat dilakukan sebagai berikut yaitu:

1. Meningkatkan pengetahuan dan kesadaran pekerja mengenai bahaya dan tindakan keselamatan melalui pelatihan dan sosialisasi.
2. Peningkatan peran pengawas dalam menjalankan fungsi dan tanggung jawab kepengawasan untuk memastikan kepatuhan terhadap prosedur K3.
3. Pengendalian bahaya dan risiko dengan mempertimbangkan hierarki kontrol yang sesuai, khususnya pada tingkat bahaya AA dan A.
4. Meningkatkan kepatuhan terhadap prosedur kerja dengan memberikan kebijakan pengurangan paparan potensi bahaya dan risiko.
5. Meningkatkan kepatuhan penggunaan APD untuk mencegah cedera selama proses kerja.
6. Melakukan evaluasi dan pemantauan berkala terhadap tindakan mitigasi yang telah dilakukan untuk memastikan efektivitasnya

KESIMPULAN

Operasional pelabuhan batubara PTA memiliki kompleksitas risiko yang tinggi dengan dominasi bahaya mekanis dan lingkungan kerja, mencakup 14 aktivitas utama dengan 68 sub-aktivitas. Distribusi tingkat risiko menunjukkan mayoritas risiko berada pada kategori tinggi (A) sebesar 47,90%, yang mengindikasikan kebutuhan pengendalian risiko yang lebih ketat. Terdapat korelasi positif yang kuat antara jumlah bahaya dengan tingkat risiko A. Pada pengendalian administratif menunjukkan bahwa peningkatan jumlah bahaya sejalan dengan peningkatan kebutuhan pengendalian risiko. Implementasi pengendalian risiko masih didominasi oleh pendekatan administratif dan penggunaan APD, sementara pendekatan eliminasi dan rekayasa teknik masih relatif rendah. Efektivitas manajemen risiko dapat ditingkatkan melalui pengawasan, peningkatan kesadaran pekerja, dan implementasi hierarki pengendalian yang lebih komprehensif, terutama pada risiko tingkat AA dan A.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang terlibat dan mendukung penelitian ini. Juga disampaikan kepada Program Studi dan Ikatan Mahasiswa Magister Terapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (i-Master K3), Departemen Layanan dan Informasi Kesehatan, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] MODI, "Produksi Batubara ESDM," 2023, *ESDM*.
- [2] Agus Cahyono Adi, "Produksi Batubara Domestik Tembus Target, Ketahanan Energi Nasional Terjaga," Jakarta, Indonesia, 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/produksi-batubara-domestik-tembus-target-ketahanan-energi-nasional-terjaga>
- [3] MODI, "Kecelakaan Tambang," *ESDM*, 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://modi.esdm.go.id/kecelakaantambang>
- [4] D. T. ESDM, "Kecelakaan Tambang Tahun 2024," 2024.
- [5] L. J. Zhou, Q. G. Cao, K. Yu, L. L. Wang, & H. Bin Wang, "Research on occupational safety, health management and risk control technology in coal mines," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, Vol. 15, No. 5, 2018, doi: 10.3390/ijerph15050868.
- [6] T. Joe-Asare, E. Stemn, & N. Amegbey, "Causal and contributing factors of accidents in the Ghanaian mining industry," *Saf. Sci.*, Vol. 159, No. November 2022, pp. 106036, 2023, doi: 10.1016/j.ssci.2022.106036.
- [7] O. B. Öztürk, "A Risk Assessment for Accidents of Ship Mooring Operations from Fine-Kinney Method Perspective," *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilim. Derg.*, Vol. 5, No. 1, pp. 115–125, 2024, doi: 10.53501/rteufemud.1475210.
- [8] E. Ç. K. Hakan Bayram, "Fine-Kinney Metodu İle Risk Analizi : Trabzon Liman Örneği GİRİŞ İşletmelerde kullanılan araç - gereçler , el aletleri , iş makinelerinden kaynaklanan riskler çalışanların hatalı davranışları ve yönetsel hatalar ile birleştiğinde iş kazaları ve meslek ," Vol. 11, No. 2, pp. 760–783, 2022.
- [9] L. D. Salim & A. H. Prasetyo, "Rancangan Manajemen Risiko Dan Assesmen Risiko Pada PT Pel Berlian Pulau Mandangin Berdasarkan ISO 31000:2018," *Jurnalku*, Vol. 3, No. 3, pp. 242–268, 2023, doi: 10.54957/jurnalku.v3i3.463.
- [10] S. Magdalena, H. M. Mansur, D. E. Kurniasari, & J. Miharja, "Risk Assessment Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) pada Pekerjaan Bongkar Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment, & Risk Control pada Pelabuhan Ciwandan di Banten," *Quantum Tek. J. Tek. Mesin Terap.*, Vol. 4, No. 1, pp. 35–44, 2022, doi: 10.18196/jqt.v4i1.15882.
- [11] Mehrdad Soltanifar, *ISO 45001 Implementation*. 2014.
- [12] Project Management Institute, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)," 2017.
- [13] British Standards Institution, "BS ISO 31000 : 2018 BSI Standards Publication Risk management — Guidelines," *BSI Stand. Publ.*, pp. 26, 2018.
- [14] I. P. S. Arta, *Manajemen Risiko Tinjauan Teori dan Praktis*. 2021.
- [15] American National Standards Institute (ANSI), "Guidelines for Addressing Occupational Hazards and Risks in Design and Redesign Processes," *Van Nostrand's Encycl. Chem.*, Vol. 2011, 2005, doi: 10.1002/0471740039.vec0151.
- [16] S. Robiallah, "Analisis Manajemen Risiko pada Penambangan Batubara di Wilayah Izin Usaha Pertambangan (IUP) Banko Tengah Blok B PT Bukit Asam Tbk," Vol. 6, No. 6, pp. 2486–2497, 2024.
- [17] M. Jannah, R. Abdullah, & M. Murad, "Identifikasi Bahaya, Penilaian Resiko, Dan Pengendalian Resiko Pada Aktivitas Tambang Batubara Di Pt. Kim Kabupaten Muaro Bungo, Provinsi Jambi," 2015. [Daring]. Tersedia pada: <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/mining/article/view/5287>
- [18] M. Oturakci, C. Dahusuyu, dan A. Kokangul, "A New Approach to Fine Kinney Method and an Implementation Study," *Alphanumeric J.*, vol. 3, no. 2, 2015, doi: 10.17093/aj.2015.3.2.5000139953.
- [19] W. T. Fine, "Mathematical Evaluations for Controlling Hazards [Evaluaciones Matemáticas para Controlar los Riesgos]," *J. Safety Res.*, vol. 3, no. 4, hal. 157–166, 1971.
- [20] Z. G. Cruz Netro, E. De La Torre Romero, dan J. L. Martinez Flores, "Adaptation of the Fine-Kinney method in supply chain risk assessment," *WIT Trans. Built Environ.*, vol. 174, hal. 43–55, 2018, doi: 10.2495/SAFE170051.
- [21] E. A. Zehra Gulden Altin, Mustafa Dag, "In this study , a risk assessment was performed by Fine-Kinney method in various units of an official institutional laboratory . For this purpose , feasibility of the laboratory determined , devices and areas with high risk priority were identified . In," vol. 1, no. August, hal. 54–58, 2018, [Daring]. Tersedia pada: <http://dergipark.gov.tr/jphcfum>
- [22] B. BİRGÖREN, "Calculation Challenges and Solution Suggestions for Risk Factors in the Risk Analysis Method in the Fine Kinney Risk Analysis Method," *Uluslararası Muhendis. Arastirma ve Gelistirme Derg.*, vol. 9, no. 1, hal. 19–25, 2017, doi: 10.29137/umagd.346168.
- [23] M. Stanković dan V. Stanković, "Comparative Analysis of Methods for Risk Assessment - 'Kinney' and 'Auva,'" *Saf. Eng.*, vol. 3, no. 3, hal. 129–136, 2013, doi: 10.7562/se2013.3.03.04.