Jurnal Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan (JK3L)
e-ISSN: 2776-4133. Volume 06 (1) 2025
http://jk3l.fkm.unand.ac.id/index.php/jk3l/index

Faktor Tindakan Tidak Aman pada Pekerja Pertambangan: *Tinjauan Literatur Sistematis*

The Factors Associated with Unsafe Actions on Mining Workers: Systematic Literature Review

Arif Susanto[1], Gloria Cassandra Pasaribu[2]

1. Department of Health, Safety and Environmental, Division of Concentrating, PT Freeport Indonesia, Tembagapura, Indonesia.
2. Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia.

***Corresponding Author: Arif Susanto**
Email: arifsusanto@mail.ugm.acid

ABSTRAK

Industri pertambangan merupakan sektor strategis dengan risiko kecelakaan kerja yang signifikan, di mana 34,43% disebabkan oleh tindakan tidak aman (TTA). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi TTA pada pekerja pertambangan. Metode yang digunakan adalah tinjauan literatur sistematis (SLR) ini berdasarkan artikel ilmiah terbitan 2018-2024 yang dianalisis menggunakan kerangka TCCM (*Theory, Context, Characteristics, Methods*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa TTA dipengaruhi oleh kurangnya pengetahuan tentang prosedur keselamatan, rendahnya motivasi penggunaan alat pelindung diri (APD), pelatihan keselamatan yang tidak memadai, dan kelelahan kerja. Selain itu, faktor organisasi seperti pengawasan yang lemah serta kondisi lingkungan dan teknis, seperti peralatan yang rusak, turut berkontribusi. Kesimpulan penelitian ini adalah TTA pada pekerja pertambangan disebabkan oleh interaksi kompleks antara faktor manusia, organisasi, dan lingkungan kerja.

Kata Kunci : kecelakaan kerja, pekerja pertambangan, tindakan tidak aman (TTA).

ABSTRACT

The mining industry is a strategic sector with significant occupational accident risks, with 34.43% of accidents caused by unsafe actions. This study aims to identify factors influencing unsafe actions among mining workers. The research employed a systematic literature review (SLR) method, analyzing scientific articles published between 2018–2024 using the TCCM framework (Theory, Context, Characteristics, Methods). The findings reveal that unsafe actions are influenced by a lack of knowledge about safety procedures, low motivation to use personal protective equipment (PPE), inadequate safety training, and work fatigue. Additionally, organizational factors such as weak supervision and environmental and technical conditions, including faulty equipment, also contribute. The study concludes that unsafe actions among mining workers result from the complex interplay of human, organizational, and environmental factors.

Keywords: work accident, mining workers, unsafe actions.

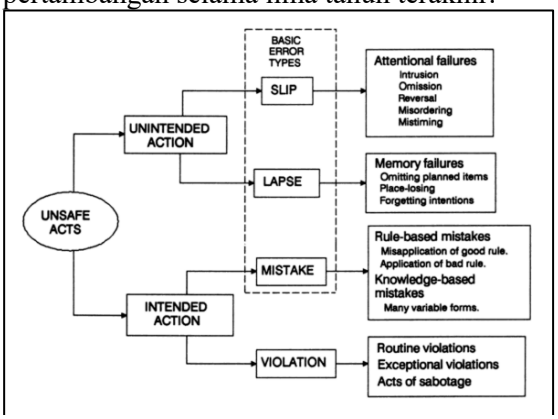
PENDAHULUAN

Industri pertambangan melibatkan kegiatan yang berisiko tinggi, sehingga memerlukan analisis risiko dalam pengelolaan keselamatan, pengelolaan lingkungan, serta pengelolaan keuangan di sektor pertambangan.[1] Para pekerja tambang mengalami berbagai dampak kesehatan yang mempengaruhi kondisi fisik mereka. Dampak kesehatan tersebut seperti gangguan pernapasan, nyeri otot dan sendi, serta kelelahan kronis yang menghambat aktivitas kerja mereka sehari-hari di area pertambangan.[2] Aktivitas pekerja secara langsung di industri pertambangan juga berhubungan erat dengan potensi kecelakaan yang terjadi.[3] Risiko kecelakaan kerja dapat berakibat fatal kepada pekerja karena peralatan yang digunakan pada beberapa proses pertambangan adalah alat berat yang bergerak dengan frekuensi pergerakan yang sangat tinggi.[4]

Kecelakaan kerja (KK) khususnya pada industri pertambangan merupakan suatu hal yang tidak direncanakan, tidak terkendali dan tidak dikehendaki saat proses bekerja yang dapat menyebabkan gangguan pada suatu sistem dan individu secara langsung maupun tidak langsung. Kejadian tersebut dapat disebabkan oleh faktor kondisi tidak aman (KTA) dan tindakan atau perilaku tidak aman (TTA).[5] Teori Heinrich (1980) menyatakan bahwa peluang terjadinya KK didominasi oleh TTA dengan persentase 88%, diikuti faktor KTA dengan persentase 10%, dan faktor lainnya yang tidak dapat dikendalikan sebesar 2%. TTA pada pekerja tambang dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu praktik penggunaan APD, pengetahuan, pengawasan serta pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja (K3).[6] TTA pekerja tambang dibagi menjadi 2 kategori, yaitu kesalahan dan pelanggaran.[7]

KK di sektor pertambangan merupakan isu yang serius dan memerlukan perhatian khusus, mengingat dampaknya yang signifikan terhadap K3. Data-data penyebab KK yang diperoleh dari Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) dan *Minerba One Data Indonesia* (MODI) memberikan gambaran yang jelas mengenai tren dan penyebab KK, serta pentingnya upaya pencegahan yang lebih efektif. Data BPJS Ketenagakerjaan (2021) menjelaskan bahwa TTA merupakan penyebab kecelakaan karena faktor tersebut benar-benar ada dan terkait langsung dengan kejadian yang terjadi pada pekerja tambang.[8] Data BPJS melaporkan sebesar 173.105 kasus KK tercatat pada tahun 2018 yang diajukan klaim Jaminan KK dengan total mencapai Rp 1,2 Triliun.[9] Data tersebut juga menyatakan bahwa sekitar 34,43% KK disebabkan oleh tindakan yang tidak aman *(unsafe action)*.[10]

MODI (2024) menjabarkan jumlah KK di sektor tambang mengalami penurunan signifikan, dengan 10 kejadian ringan, 81 kejadian berat, dan 52 kejadian yang mengakibatkan fatality *(fatality)*. Apabila dibandingkan dengan tahun 2023 tercatat 104 kejadian ringan, 65 kejadian berat, dan 48 *fatality*, terlihat adanya penurunan pada kecelakaan ringan, tetapi peningkatan pada kecelakaan berat dan *fatality*. Sementara itu, pada tahun 2022 jumlah kecelakaan ringan mencapai 219 kejadian, dengan 97 kejadian berat dan 62 *fatality*. Adapun pada tahun 2021 terdapat 36 kejadian ringan, 57 kejadian berat, dan 11 *fatality*, sedangkan pada tahun 2020, tercatat 33 kejadian ringan, 95 kejadian berat, dan 17 *fatality*. Data ini menunjukkan fluktuasi yang signifikan dalam jumlah KK di industri pertambangan selama lima tahun terakhir.[11]



Gambar 1. Teori *Human Error* (Reason, 1990).

Teori *human error* (HE) yang dikembangkan oleh James Reason (1990) seperti yang ada pada Gambar 1 memberikan pemahaman mendalam tentang tindakan tidak aman (*unsafe act*) dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu tindakan tidak disengaja (*unintended action*) dan tindakan disengaja

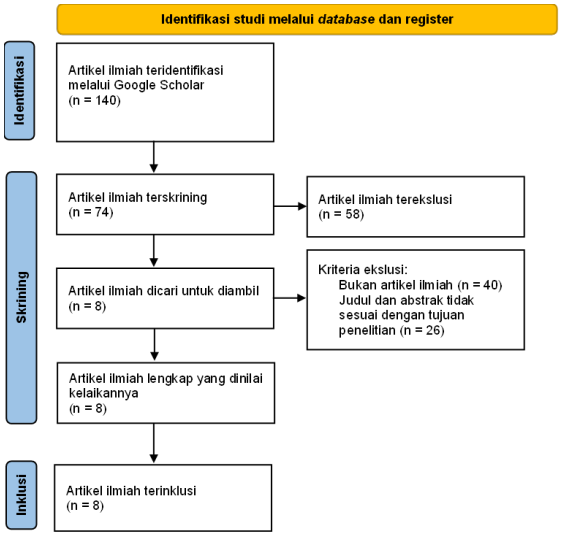
(*intended action*). Tindakan tidak disengaja terjadi pada level *skill-based behavior* dan muncul dalam bentuk selip (*slip*), seperti gangguan, kelalaian, kesalahan urutan, kesalahan waktu dan teknik yang buruk. Tindakan Disengaja terjadi ketika seseorang melakukan aktivitas dengan kesadaran penuh, tetapi tetap menghasilkan kesalahan dalam bentuk kekeliruan (*mistakes*). *Mistakes* terbagi menjadi *rule-based error* yang mencakup kesalahan dalam penerapan aturan baik atau buruk, serta *knowledge-based error* yang melibatkan masalah selektivitas, keterbatasan mental, dan bias konfirmasi. *Knowledge-based error* juga mencakup kepercayaan diri berlebihan dan kesulitan dalam memahami hubungan sebab-akibat (*kausalitas*) serta kompleksitas dalam pekerjaan.[12]

Permasalahan utama dalam kajian ini adalah tingginya angka KK di sektor pertambangan yang sering kali disebabkan oleh TTA yang dilakukan oleh pekerja. Meskipun telah ada berbagai upaya untuk meningkatkan KK, data menunjukkan bahwa TTA masih menjadi faktor dominan dalam terjadinya kecelakaan menimbulkan pertanyaan mengenai faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi KTA ini. Selain itu, penggunaan teori *James Reason* masih belum banyak digunakan sebagai kerangka analisis dalam penelitian. Teori ini memberikan pemahaman yang mendalam tentang *human error* dan *violations* yang dapat terjadi di lingkungan kerja. Berdasarkan paparan yang telah dijelaskan, tujuan penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi TTA pada pekerja pertambangan dengan pendekatan yang lebih sistematis. Dengan memahami faktor-faktor tersebut, diharapkan dapat dihasilkan rekomendasi yang lebih efektif untuk meningkatkan keselamatan kerja di industri pertambangan.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penulisan ini menggunakan metode *systematic literature review* (SLR). Penggunaan SLR memungkinkan peneliti untuk melakukan kajian literatur secara terstruktur dan sistematis dalam mengidentifikasi artikel-artikel ilmiah yang relevan. Metode ini pada setiap tahapan prosesnya mengikuti protokol dan kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya.[13] Penelitian ini menggunakan metode *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses* (PRISMA) dalam memperoleh artikel ilmiahnya. Data yang diperoleh dan digunakan yaitu jurnal yang diakses melalui basis data elektronik yang tersedia di *Google Scholar (GS)*.

Pencarian data hanya menggunakan *GS* dikarenakan penelitian ini menggunakan kata kunci berbahasa Indonesia. Selain itu, penelitian hanya dibatasi pada penelitian yang berada di wilayah Indonesia. Kriteria inklusi terdiri dari terbitan lima tahun terakhir dari tahun 2020 hingga 2024. Pencarian data disesuaikan dengan kata kunci "*faktor-faktor*" DAN "*tindakan tidak aman*" ATAU "*perilaku tidak aman*" DAN "*pekerja pertambangan*" ATAU "*pekerja tambang*". Selanjutnya artikel ilmiah yang diperoleh kemudian dilakukan penelaaahan pendahuluan terhadap abstrak untuk menentukan apakah sesuai dengan tujuan penelitian.



Gambar 2. Diagram Alir Tinjauan Literatur Sistematis Faktor Tindakan Tidak Aman (TTA) pada Pekerja Pertambangan

Kriteria eksklusi dalam penelitian ini terdiri dari terbitan lebih dari lima tahun terakhir. Kriteria ekslusi lainnya terdiri atas: bukan merupakan artikel ilmiah seperti laporan kerja praktik lapangan atau magang, laporan tugas akhir berupa skripsi, dan bentuk laporan lainnya. Selain itu, kriteria ekslusi dalam penelitian ini yaitu judul dan abstrak yang tidak sesuai dengan tujuan penelitian. Penilaian kualitas artikel ilmiah dibantu dengan daftar periksa (*checklist*) sesuai dengan PRISMA 2020 yang terdiri atas 27 item pemeriksaan. Tinjauan literatur kemudian dianjutkan dengan

mengidentifikasi beberapa temuan penting dengan menggunakan TCCM *framework (Theory, Context, Characteristics, Methods)*.

Seluruh artikel tersebut kemudian melalui tahap skrining awal, di mana 66 artikel dikeluarkan karena tidak terbit dalam rentang waktu 2020 sampai 2024. Dari 74 artikel yang tersisa, dilakukan skrining lanjutan yang mengeliminasi 66 artikel tambahan. Rincian hasil skrining tersebut sebanyak 40 artikel bukan merupakan artikel ilmiah dan 26 artikel memiliki judul dan abstrak yang tidak sesuai dengan tujuan penelitian. Selanjutnya, 8 artikel yang lolos dianalisis kelayakan *full* teks, dan akhirnya diperoleh 8 artikel yang terinklusi atau layak untuk digunakan dalam penelitian. Setelah data terkumpul, langkah selanjutnya adalah membandingkan dan menganalisisnya dengan cermat sesuai dengan diagram alur tinjauan literatur sistematis seperti yang digambarkan dan tertera pada Gambar 2.

HASIL PENELITIAN

Penelusuran literatur menggunakan proses penyaringan manual untuk mengidentifikasi subjek yang memenuhi syarat sesuai dengan kata kunci yang telah dibuat. Kata kunci penelitian telah ditetapkan sebelumnya untuk membatasi cakupan pencarian. Penelitian lain mengungkapkan bahwa faktor manusia berkontribusi signifikan terhadap kecelakaan kerja di sektor pertambangan. Perilaku dan kesalahan individu menjadi penyumbang utama insiden di lingkungan kerja berisiko tinggi. Tindakan tidak aman (*unsafe actions*) menjadi fokus utama dalam menganalisis penyebab kecelakaan.[14] Adapun hasil tinjauan literatur sistematis dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Tinjauan Literatur Sistematis

Penulis	Teori (T)	Konteks (C)	Karakteristik (C)	Metode (M)
Fauziah, E. A., & Susilawati, S. (2024). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Kecelakaan Kerja di Tambang Batubara. *Alahyan Jurnal Pengabdian Masyarakat Multidisiplin*, *2*(2), 181-185.[12]	Peneliti tidak secara eksplisit menyebutkan teori-teori tertentu. Fokus penelitian hanya pada APD yang tidak memadai menyebabkan 40% kecelakaan kerja (KK) di industri pertambangan, 24% melibatkan pekerja dan disebabkan oleh faktor selain kepatuhan terhadap prosedur kerja. Faktor pengetahuan juga mempengaruhi tingkat keparahan 46% KK di industri pertambangan.	Konteks studi ini diatur dalam industri pertambangan batubara di Indonesia, sektor yang dikenal dengan risiko KK yang tinggi. Industri ini sangat penting bagi perekonomian negara, berkontribusi pada pendapatan ekspor, pembangunan daerah, dan penciptaan lapangan kerja.	a. Kurangnya kesadaran & motivasi pekerja dalam penggunaan APD. b. Pekerja tidak patuh prosedur keselamatan. c. Pelatihan dan program kesadaran keselamatan masih lemah d. Masalah-masalah tersebut diperburuk oleh perilaku berisiko dan kondisi kerja tidak aman. e. Pengawasan manajemen dan sistem keselamatan yang efektif sangat diperlukan untuk mengatasinya	Tinjauan literatur sistematis untuk menganalisis faktor penyebab KK di tambang batubara yang bertujuan: a. Memberikan *update* temuan terbaru. b. Menjembatani *gap* penelitian dengan pengetahuan yang ada. c. Menghubungkan penelitian baru dengan teori yang sudah ada.

Penulis	Teori (T)	Konteks (C)	Karakteristik (C)	Metode (M)
Nugroho, S. A., Akbar, S. A., & Rahmatullah, I. (2024). Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Kecelakaan Kerja pada Operator *Dump Truck* di Bagian Produksi di Perusahaan Tambang Batubara. *Faletehan Health Journal*, *11*(02), 217-226.[7]	Menurut Birds dalam teori Domino Heinrich (1959) yang telah dimodifikasi terdiri atas faktor manusia, pekerjaan, dan sistem sebagai penyebab utama kecelakaan kerja dan DNV *modern safety management* (1996).	Penelitian berlokasi di PT. X, perusahaan tambang batubara di Kalimantan Selatan, fokus pada divisi produksi dengan 444 operator *dump truck*. Studi menyoroti tantangan K3 di industri pertambangan Indonesia yang berisiko tinggi.	a. Pekerja tidak menggunakan APD b. Prosedur keselamatan sering diabaikan c. Pekerja melakukan aktivitas dalam kondisi lelah d. Pekerja mengalami kelelahan dan mayoritas tidak mematuhi SOP dengan baik yang meningkatkan risiko KK.	Pendekatan: Kuantitatif dengan survei *cross sectional* dengan jumlah sampel 92 operator *dump truck* dari total 118 orang. Kuesioner tervalidasi untuk mengukur perilaku tidak aman, kelelahan, dan kepatuhan SOP. Reliabilitas diuji dengan *Cronbach Alpha* dan data dianalisis dengan *Chi-Square* (CI 95%) untuk menguji hubungan antar variabel dengan KK.
Putri, V. N. E., & Wahyuningsih, A. S. (2022). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kecelakaan Kerja di PT. X, Desa Jladri, Kecamatan Buayan, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, *10*(6), 643-655.[13]	Teori Tiga Faktor *(Three Main Factor Theory)* bahwa KK disebabkan oleh tiga faktor utama yaitu faktor manusia (*human error*), lingkungan, dan peralatan.	Konteks lokasi penting karena mencerminkan kondisi lingkungan dan organisasi perusahaan di Indonesia dan relevan untuk industri serupa dalam negeri. Faktor budaya dan regulasi lokal mempengaruhi penyebab KK.	Faktor signifikan yang mempengaruhi KK yaitu tingkat pengetahuan, prosedur keselamatan, pengalaman kerja, penggunaan APD dan tingkat pengawasan. Faktor yang tidak signifikan yaitu usia, dan pendidikan. Adapun kategori penyebab yaitu manusia terdiri atas pelatihan, pendidikan, perilaku, lingkungan: kondisi geologi, ventilasi, pencahayaan, dan teknis (pemeliharaan alat dan prosedur operasional).	Pendekatan observasional analitik dengan *cross sectional* dengan total sampling (31 responden). Pengumpulan data dengan kuesioner. Analisis data menggunakan *Chi-square* untuk menguji korelasi antara faktor-faktor dengan KK di PT. X
Sinaga, N. E., & Susilawati, S. (2024). Literatur Review: Analisis Faktor-faktor Resiko Bahaya Pada Pekerja Di Pertambangan.	Tiga faktor utama yang dianalisis terdiri atas faktor teknik (kondisi peralatan, prosedur operasional, dan sistem manajemen), faktor lingkungan (ventilasi, kebisingan	Konteks penelitian fokus pada industri pertambangan Indonesia. Tantangan berupa keamanan tidak memadai dan kondisi berbahaya - Rekomendasi:	Faktor signifikan yang mempengaruhi KK yaitu tingkat pengetahuan prosedur keselamatan, pengalaman kerja (tahun layanan),	Metode yang digunakan yaitu *systematic literature review* (SLR). Data bersumber dari jurnal ilmiah tahun 2018 sampai 2023) yang bertujuan untuk sintesis pengetahuan

Penulis	Teori (T)	Konteks (C)	Karakteristik (C)	Metode (M)
Jurnal Ventilator, *2*(2), 45-53.[14]	dan penerangan) dan faktor manusia (pelatihan dan pendidikan, perilaku dan sikap kerja, dan keterampilan). Lingkungan kerja yang tidak standar dapat memicu kejadian tidak diinginkan.	Perusahaan harus memprioritaskan keselamatan di atas produktivitas - Signifikansi: Merefleksikan masalah umum di negara berkembang dengan sektor pertambangan besar namun regulasi keselamatan lemah	penggunaan APD dan tingkat pengawasan. Sedangkan pada faktor tidak signifikan yaitu usia dan pendidikan.	dan identifikasi kesenjangan pemahaman tentang risiko pertambangan.
Zuchri, F., & Erwandi, D. (2023). Analisis Faktor Manusia dalam Kecelakaan Tambang. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, *4*(2), 1579-1585.[15]	Pengemukaan teori Rasmussen (1982) mengenai kesalahan manusia dengan mengklasifikasikan kesalahan manusia menjadi kesalahan berbasis keterampilan (*skill-based*), berbasis aturan (*rule-based*), dan berbasis pengetahuan (*knowledge-based*).	Penelitian fokus pada industri pertambangan dengan risiko keamanan tinggi, menggunakan kasus kecelakaan tambang Pingyu sebagai contoh kasus. Masalah utama yang teridentifikasi adalah kurangnya pengetahuan karyawan tentang bahaya batubara dan gas, standar industri dan prosedur darurat. Penelitian ini mengacu pada Kepmen ESDM 1827 K/30/MEM/2018 tentang peran pengawas operasional dalam menjamin keselamatan pertambangan. Temuan ini menekankan pentingnya pengawasan yang kompeten dan langkah-langkah keselamatan yang efektif untuk mencegah kecelakaan.	Karakteristik utama yang berkontribusi terhadap TTA di pertambangan, termasuk ketidakpatuhan terhadap prosedur, kurangnya kompetensi, pengawasan yang tidak efektif, kesadaran keselamatan yang rendah dan kebugaran yang buruk untuk bekerja. Karakteristik ini lazim di industri pertambangan karena faktor-faktor seperti pelatihan yang tidak memadai, pengawasan yang tidak memadai, dan pergantian karyawan yang tinggi yang mengakibatkan kurangnya pekerja berpengalaman	Metode menggunakan tinjauan literatur sistematis (SLR) dengan menganalisis 16 jurnal terakreditasi (2018-2023) yang bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor umum yang menyebabkan TTA dalam operasi penambangan. Pencarian menggunakan kata kunci spesifik terkait faktor manusia dan kecelakaan tambang

Penulis	Teori (T)	Konteks (C)	Karakteristik (C)	Metode (M)
Permatasari, I., Windusari, Y., Novrikasari, N., Sunarsih, E., & Fajar, N. A. (2024). Faktor Penyebab Kejadian Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Perusahaan Tambang di Indonesia: Sistematik Literatur Review. *Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal*, *14*(2), 677-684.[16]	Tidak secara eksplisit menyebutkan kerangka teoritis tertentu tetapi secara implisit bergantung pada teori yang terkait dengan manajemen K3.	Fokus penelitian pada sektor pertambangan Indonesia yang memiliki risiko tinggi bagi keselamatan dan kesehatan pekerja. Juga menekankan pentingnya peningkatan keamanan untuk mengurangi risiko di industri ini.	a. Tingkat pengetahuan pekerja b. Perilaku penggunaan APD c. Efektivitas pengawasan dan pelatihan d. Perbaikan pada ketiga faktor ini dinilai dapat mengurangi kecelakaan kerja.	Metode SLR dengan menggunakan analisis data dari Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, dan DOAJ pada eriode publikasi 2018-2023 yang bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor utama penyebab kecelakaan kerja di pertambangan.
Tardeli, A. S., Djunadi, Z., & Nurdiansyah, W. (2024). Analisis Kontribusi Human Factors Pada Kejadian Kecelakaan Tambang Berakibat Fatal Di Perusahaan Pertambangan Mineral Dan Batubara Tahun 2022. *Jurnal Cahaya Mandalika ISSN 2721-4796 (online)*, 1874-1889.[17]	Teori *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS) didasarkan pada Model Keju Swiss yang dikembangkan oleh Wiegmann dan Shapell pada tahun 2003.	Fokus penelitian pada industri pertambangan Indonesia yang merupakan produsen global utama mineral dan batubara (timah, emas, tembaga, nikel, batubara) dan memiliki karakteristik modal besar, lokasi terpencil, risiko K3 tinggi serta rentan terhadap kecelakaan fatal.	Analisis kecelakaan fatal di pertambangan mineral dan batubara tahun 2022, ditemukan 43 penyebab terkait faktor manusia, meliputi kesalahan keterampilan, kesalahan keputusan, kesalahan persepsi, faktor organisasi dan lingkungan, faktor organisasi dan pengawasan tidak aman sebagai penyebab utama kecelakaan.	Penelitian menggunakan metode kualitatif dengan desain studi kasus dan menganalisis laporan kecelakaan fatal dari 8 perusahaan tambang (Januari-Desember 2022) menggunakan kerangka HFACS untuk menganalisis faktor manusia dan interaksinya dalam kecelakaan fatal.
Rifdha, A., & Susilawati, S. (2024). Analisis Faktor Faktor Kecelakaan Kerja pada Pekerja Tambang: Literature Review. *Jurnal Anestesi*, *2*(3), 23-30.[18]	Teori Tiga Faktor *(Three Main Factor Theory)* bahwa kecelakaan kerja disebabkan oleh tiga faktor utama yaitu faktor manusia (*human error*), lingkungan, dan peralatan.	Tingginya angka kecelakaan kerja menekankan pentingnya penguatan regulasi dan sistem keselamatan kerja untuk melindungi pekerja di sektor berisiko tinggi ini.	Identifikasi penyebab kecelakaan kerja di industri pertambangan, meliputi faktor manusia (TTA akibat kurangnya pengetahuan, keterampilan, dan ketidakpatuhan prosedur), faktor lingkungan (KTA yang	Metode SLR dengan data dari jurnal dalam database elektronik, seperti Google Scholar. Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi pola dan faktor penyebab kecelakaan kerja di sektor pertambangan, memberikan pemahaman menyeluruh tentang tindakan tidak aman

Penulis	Teori (T)	Konteks (C)	Karakteristik (C)	Metode (M)
			meningkatkan risiko kecelakaan) dan faktor peralatan (penggunaan peralatan rusak atau tidak sesuai)	pekerja.

Dari hasil tinjauan literatur sistematis di atas, dapat disimpulkan bahwa TTA dapat diklasifikasikan menjadi kesalahan (*error*) atau pelanggaran (*violation*). Kesalahan (*error*) merupakan sebuah kesalahan yang tidak disengaja atau biasa disebut dengan *honest mistake* yang berbeda dengan pelanggaran (*violation*). Pembedanya terletak pada kesalahan tersebut merupakan sebuah akibat dari tindakan yang tidak disengaja (*unintended*) atau disengaja (*intended*). Pada *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS) yang didasarkan pada model Keju Swiss (*Swiss Cheese*) yang dikembangkan oleh Wiegmann dan Shapell (2003) menerangkan bahwa *human error* ini bukan merupakan sebuah penyebab, melainkan merupakan akibat dari sebuah masalah yang terdapat dalam sebuah organisasi.

Seperti halnya model keju Swiss, HFACS pun terdiri atas empat faktor yang terdiri atas: (1) pengaruh organisasi (*organizational influence*), (2) pengawasan tidak aman (*unsafe supervision*), (3) prakondisi terhadap TTA (*precondition for unsafe act*), dan (4) TTA (*unsafe act*). Organizational influence, unsafe supervision dan precondition for unsafe act merupakan kegagalan laten (*latent failure*). Kegagalan laten ini kerap menjadi akar penyebab sebuah kesalahan pada sebuah kecelakaan. Kesalahan ini bersifat tersembunyi karena sifatnya yang tidak mudah untuk diidentifikasi secara langsung, sedangkan dampaknya baru akan terlihat apabila sebuah kecelakaan terjadi.

Kegagalan laten tersebut bukan juga penyebab langsung dari sebuah kecelakaan, tetapi memiliki kontribusi menciptakan sebuah kondisi yang memungkinkan sebuah kecelakaan terjadi. Kegagalan laten ini memiliki kecenderungan berkaitan dengan desain sebuah sistem, prosedur kerja, budaya organisasi, termasuk kurangnya pemahaman dan pelatihan yang adekuat. Sedangkan TTA atau *unsafe act* sendiri merupakan sebuah kegagalan aktif, di mana akan menjadi kecelakaan apabila sebuah peristiwa secara tepat terjadi. Kegagalan aktif ini yang kemudian disebut dengan penyebab langsung.

PEMBAHASAN

Tabel 1 merupakan tinjauan sistematis terhadap 8 artikel penelitian dengan *TCCM framework*. Ditemukan beberapa teori (*theory*) yang digunakan pada penelitian-penelitian tersebut, meliputi Teori Tiga Faktor (manusia, lingkungan, peralatan) dan HFACS berbasis *Swiss Cheese Model*. Konteks *(context)* penelitian tersebut fokus pada sektor pertambangan Indonesia, terutama batubara dan mineral di Kalimantan Selatan dan Jawa Tengah. Karakteristik *(characteristics)* faktor utama meliputi kurangnya pengetahuan, motivasi penggunaan APD, ketidakpatuhan prosedur, pelatihan keselamatan yang kurang, kelelahan, dan pengawasan tidak efektif. Faktor tambahan adalah pengalaman kerja dan tingkat pendidikan pekerja. Metodologi *(methods)* didominasi tinjauan literatur sistematis (SLR), dengan beberapa penelitian menggunakan metode kuantitatif seperti desain *cross-sectional* dan analisis *chi-square* berdasarkan data primer (kuesioner dan observasi) dalam rentang 2018–2023.

Tabel 2. Perbedaan Teori Tindakan Tidak Aman

Teori	Perbedaan
Teori Birds dalam Domino Heinrich (1959)	a. Teori ini menekankan pada faktor manusia, pekerjaan, dan sistem sebagai penyebab utama kecelakaan kerja.

Teori	Perbedaan
	b. Lebih berfokus pada hubungan sebab-akibat secara linear. c. Tidak membahas secara detail tentang tipe-tipe kesalahan seperti yang dijelaskan oleh Reason.
Teori Tiga Faktor *(Three Main Factor Theory)*	a. Mengkategorikan penyebab kecelakaan kerja ke dalam tiga faktor utama, yaitu faktor manusia (*human error*), lingkungan, dan peralatan. b. Lebih sederhana dan umum dibandingkan teori Reason yang membagi secara detail jenis-jenis kesalahan manusia. c. Tidak memisahkan antara tindakan disengaja dan tidak disengaja.
Teori Rasmussen (1982)	a. Memiliki beberapa kesamaan dengan teori Reason dalam mengklasifikasikan kesalahan manusia. b. Membagi kesalahan menjadi *skill-based, rule-based*, dan *knowledge-based*. c. Tidak membahas tentang *violations* seperti yang ada dalam teori Reason. d. Tidak membedakan secara eksplisit antara *intended* dan *unintended actions.*
Teori *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS)	a. Dikembangkan oleh Wiegmann dan Shapell (2003). b. Didasarkan pada Model *Swiss Cheese*. c. Lebih berfokus pada analisis dan klasifikasi faktor manusia secara umum. d. Tidak merinci jenis-jenis kesalahan seperti yang dijelaskan dalam teori Reason.

Teori *Human Error* yang dikembangkan oleh James Reason (1990) memiliki beberapa keunikan yang membedakannya dari teori-teori lain pada Tabel 2. dalam memahami kesalahan manusia di tempat kerja. Keunikan pertama terletak pada kategorisasi kesalahan yang lebih terstruktur dan detail dibandingkan teori lainnya. Hal ini terlihat dari pembagian yang jelas antara tindakan disengaja *(intended action)* dan tidak disengaja *(unintended action)* yang membantu dalam menganalisis kesalahan secara lebih akurat. Teori ini juga memberikan identifikasi spesifik tentang berbagai jenis *slip* pada *skill-based error,* yang mencakup gangguan *(intrusion)*, kelalaian (*omission*), kesalahan urutan *(mis-ordering),* kesalahan waktu *(mistiming)*, dan teknik yang buruk *(poor technique).* Kedalaman analisis ini memungkinkan pemahaman yang lebih baik tentang kesalahan-kesalahan yang dapat terjadi pada tingkat keterampilan.

James Reason membuat terobosan penting dengan memisahkan kategori *mistake* menjadi *rule-based* dan *knowledge-based error* secara komprehensif. Pembagian ini membantu mengidentifikasi apakah kesalahan terjadi karena masalah dalam penerapan aturan atau keterbatasan pengetahuan. Pada *rule-based error,* Reason menjelaskan tentang kesalahan dalam penerapan aturan yang baik *(misapplication of good rules)* dan penerapan aturan yang buruk *(application of bad rules). Knowledge-based error* dijelaskan secara rinci mencakup aspek seperti selektivitas, keterbatasan ruang kerja mental, dan bias konfirmasi. Pembedaan ini memungkinkan analisis yang lebih tepat tentang akar penyebab kesalahan yang terjadi.

Tabel 3. Identifikasi Faktor Tindakan Tidak Aman (TTA) pada Pekerja Pertambangan

Faktor Manusia	
1. Pengetahuan dan Kompetensi	2. Perilaku dan Sikap

	Kurangnya pemahaman tentang prosedur keselamatan. Pelatihan yang tidak memadai tentang penggunaan alat dan prosedur. Keterbatasan keterampilan dalam mengoperasikan peralatan. Kesenjangan dalam pemahaman risiko pekerjaan.		Ketidakpatuhan terhadap prosedur keselamatan. Pengambilan jalan pintas dalam pelaksanaan tugas. Kepercayaan diri berlebihan dalam melakukan pekerjaan. Pengabaian penggunaan Alat Pelindung Diri (APD).
3.	Kondisi Fisik dan Mental Kelelahan kerja. Stress dan tekanan psikologis. Kebugaran yang tidak memadai. Gangguan konsentrasi.	4.	Pengalaman Kerja Masa kerja dan familiaritas dengan tugas. Adaptasi terhadap perubahan prosedur. Tingkat pemahaman risiko berdasarkan pengalaman. Kecenderungan menjadi terlalu percaya diri seiring bertambahnya pengalaman.
	Faktor Organisasi		
1.	Manajemen Keselamatan Sistem manajemen keselamatan yang tidak efektif. Pengawasan yang tidak memadai. Kurangnya penegakan protokol keselamatan. Keterbatasan dalam inspeksi rutin.	2.	Budaya Keselamatan Prioritas keselamatan dalam organisasi. Komitmen manajemen terhadap keselamatan. Komunikasi tentang isu keselamatan. Penguatan perilaku aman dalam inspeksi rutin.
3.	Program Pelatihan Kualitas dan frekuensi pelatihan Orientasi karyawan baru Pembaruan pengetahuan berkala Evaluasi efektivitas pelatihan		
	Faktor Teknis dan Lingkungan		
1.	Peralatan dan Infrastruktur Kondisi dan pemeliharaan peralatan. Ketersediaan dan kualitas APD. Sistem pengamanan mesin. Fasilitas pendukung keselamatan.	2.	Kondisi Lingkungan Kerja Stabilitas geologi area pertambangan. Sistem ventilasi dan pencahayaan. Tingkat kebisingan. Paparan terhadap bahan berbahaya.
3.	Risiko Transportasi Kondisi jalan tambang. Manajemen lalu lintas. Pemeliharaan kendaraan. Sistem komunikasi transportasi.		
	Faktor Sistem		
1.	Regulasi dan Standar Kerangka peraturan keselamatan. Standar operasional prosedur (SOP).	2.	Sistem Perlindungan Pekerja Program asuransi keselamatan. Sistem kompensasi kecelakaan.

Sistem pelaporan insiden.	Perlindungan kesehatan kerja.
Mekanisme penegakan aturan.	Mekanisme pengaduan dan umpan balik.

Aspek unik lainnya dari teori Reason adalah dimasukkannya pembahasan tentang *violations* yang tidak ditemukan dalam teori-teori lainnya. *Violations* ini menggambarkan pelanggaran yang dilakukan dengan kesadaran penuh terhadap aturan atau prosedur yang ada. Teori ini juga memberikan pemahaman mendalam tentang aspek kognitif dalam kesalahan manusia yang mempengaruhi pengambilan keputusan dan tindakan. Pendekatan komprehensif ini menjadikan teori Reason sebagai alat yang sangat berharga dalam menganalisis, memahami, dan mencegah kesalahan manusia di berbagai konteks kerja. Teori ini membantu organisasi dalam mengembangkan strategi yang lebih efektif untuk mengurangi risiko kesalahan manusia. Kerangka kerja yang disediakan oleh teori ini memungkinkan pengembangan sistem keselamatan yang lebih baik dan program pelatihan yang lebih tepat sasaran.[19]

Hasil tinjauan sistematis pada Tabel 3 menunjukkan bahwa keselamatan kerja di sektor pertambangan dipengaruhi oleh berbagai faktor yang saling terkait. Penggunaan Teori Tiga Faktor sebagai kerangka teoritis dominan yang mencerminkan pemahaman bahwa kecelakaan kerja tidak dapat distribusikan pada satu faktor tunggal, melainkan merupakan hasil interaksi kompleks antara faktor manusia, lingkungan, dan peralatan. Teori HFACS dan Rasmussen memberikan perspektif tambahan yang berharga dalam memahami aspek kesalahan manusia dalam kecelakaan kerja tersebut. Konteks industri pertambangan Indonesia yang berisiko tinggi menegaskan pentingnya penelitian ini. Temuan bahwa industri ini vital bagi perekonomian nasional namun memiliki tingkat risiko kecelakaan yang tinggi menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk menyeimbangkan produktivitas dengan keselamatan pekerja.

Karakteristik yang teridentifikasi menunjukkan bahwa faktor manusia memainkan peran krusial dalam keselamatan kerja. Kurangnya pengetahuan dan motivasi dalam penggunaan APD, serta ketidakpatuhan terhadap prosedur keselamatan, mengindikasikan perlunya penguatan program pelatihan dan kesadaran keselamatan. Kelelahan kerja dan pengawasan yang kurang efektif juga menjadi area yang memerlukan perhatian khusus dalam upaya pencegahan kecelakaan.[20] Keragaman metodologi yang digunakan dalam penelitian-penelitian ini memberikan validitas yang kuat pada temuan yang dihasilkan. Penggunaan SLR memungkinkan sintesis komprehensif dari berbagai sumber data, sementara pendekatan kuantitatif memberikan dukungan statistik untuk hubungan antar variabel yang diteliti.

Hasil analisis dari temuan penelitian menghasilkan beberapa rekomendasi penting untuk perbaikan keselamatan kerja di sektor pertambangan. Program pelatihan keselamatan perlu ditingkatkan baik dari segi kualitas maupun frekuensinya, dengan fokus khusus pada penggunaan APD dan kepatuhan terhadap prosedur keselamatan. Sistem pengawasan harus diperkuat untuk memastikan implementasi prosedur keselamatan dilakukan secara konsisten di seluruh area kerja. Pengembangan sistem manajemen keselamatan yang lebih efektif menjadi prioritas utama dalam upaya pencegahan kecelakaan. Sistem manajemen tersebut harus dirancang dengan mempertimbangkan kompleksitas interaksi antara tiga faktor utama, yaitu: manusia, lingkungan, dan teknis.

Tabel 4. Analisis Faktor Tindakan Tidak Aman (TTA) berdasarkan Teori *Human Error* James Reason

A. *UNINTENDED ACTION* (Tindakan Tidak Disengaja)	
Skill-based Errors (Slip and Lapse)	
Gangguan *(Intrusion)*	**Kelalaian *(Omission)***
a. Gangguan konsentrasi saat bekerja.	a. Lupa menggunakan APD.
b. Kelelahan kerja yang mengganggu	b. Mengabaikan tahapan dalam prosedur

performa. c. Stress dan tekanan psikologis.	keselamatan. c. Kelalaian dalam pemeriksaan peralatan.
Kesalahan Urutan *(Mis-ordering)* a. Ketidaktepatan dalam urutan prosedur kerja. b. Kesalahan *sequence* pengoperasian peralatan. c. Ketidaksesuaian tahapan penggunaan APD.	**Teknik yang Buruk *(Poor Technique)*** a. Keterbatasan keterampilan pengoperasian peralatan. b. Teknik yang tidak sesuai dalam penggunaan APD. c. Penanganan alat yang tidak tepat.

B. *INTENDED ACTION* (Tindakan Disengaja)

1. *Ruled-based Errors*

Kesalahan Penerapan Aturan yang Baik *(Misapplication of Good Rules)* a. Ketidakpatuhan terhadap SOP Keselamatan. b. Kesalahan interpretasi prosedur keselamatan. c. Pengabaian protokol keselamatan standar. d. Kesalahan dalam implementasi sistem pengamanan. e. Ketidaktepatan dalam penerapan standar pengamanan. f. Ketidaktepatan dalam penerapan standar operasional.	**Penerapan Aturan yang Buruk** a. Pengambilan jalan pintas dalam pelaksanaan tugas. b. Modifikasi prosedur tanpa kajian risiko. c. Penyimpanan dari standar keselamatan. d. Pengabaian sistem pelaporan system. e. Pelanggaran terhadap regulasi keselamatan.

2. *Knowledge-based Errors*

Selektivitas *(Selectivity)* a. Kesenjangan dalam pemahaman risiko pekerjaan. b. Pengambilan jalan pintas dalam pelaksanaan tugas. c. Ketidaktahuan terhadap prosedur keselamatan.	**Keterbatasan Ruang Kerja Mental *(Workspace Limitations)*** a. Kurangnya pemahaman tentang prosedur keselamatan. b. Keterbatasan keterampilan dalam mengoperasikan peralatan. c. Stress dan tekanan psikologis. d. Gangguan konsentrasi.
Kecenderungan Mengabaikan hal yang Tidak Terlihat *(Out of Sight Out of Mind)* a. Pengabaian penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). b. Kurangnya kesadaran akan bahaya yang tidak terlihat langsung. c. Pengabaian protokol keselamatan. d. Keterbatasan dalam inspeksi rutin.	**Bias Konfirmasi *(Confirmation Bias)*** a. Kepercayaan diri berlebihan dalam melakukan pekerjaan. b. Kecenderungan mengabaikan tanda bahaya. c. Masa kerja dan familiritas dengan tugas.
Kepercayaan Diri Berlebihan *(Overconfidence)* a. Kepercayaan diri berlebihan dalam	**Kesulitan Memahami Hubungan Sebab-Akibat dan Kompleksitas *(Problem with Causality and Complexity)***

melakukan pekerjaan. b. Kecenderungan menjadi terlalu percaya diri seiring bertambahnya pengalaman. c. Pengambilan risiko yang tidak perlu.	a. Keterbatasan dalam pemahaman risiko pekerjaan. b. Kesulitan dalam mengantisipasi konsekuensi dari tindakan tidak aman. c. Kurangnya pemahaman tentang interaksi berbagai faktor keselamatan.

TTA pada pekerja pertambangan berdasarkan teori *Human Error* James Reason diuraikan pada Tabel 4. Klasifikasi tindakan tidak aman (TTA) dibagi ke dalam dua kategori utama yaitu Tindakan Tidak Disengaja *(Unintended Action)* dan Tindakan Disengaja *(Intended Action)*, yang masing-masing memiliki beragam subkategori dan contoh spesifik terkait kesalahan manusia di lingkungan kerja, khususnya pada sektor pertambangan. Dalam kategori *Unintended Action*, terdapat empat jenis kesalahan: *Skill-based Errors* (gangguan konsentrasi dan kelelahan), kelalaian (lalai dalam menggunakan APD), kesalahan urutan (ketidaktepatan prosedur), dan teknik yang buruk (keterbatasan keterampilan). Sementara pada *Intended Action*, terdapat dua kelompok utama yaitu *Ruled-based Errors* (kesalahan penerapan aturan) dan *Knowledge-based Errors* (termasuk selektivitas, keterbatasan ruang kerja mental, dan bias konfirmasi), yang secara komprehensif menggambarkan potensi risiko dan faktor manusia yang dapat memengaruhi keselamatan kerja.

KESIMPULAN

Penelitian ini menegaskan bahwa kecelakaan kerja di sektor pertambangan merupakan hasil interaksi kompleks antara aspek manusia, organisasi, dan lingkungan. Faktor manusia terbukti menjadi kontributor utama dalam tindakan tidak aman, dengan indikator kunci seperti kurangnya pengetahuan prosedur keselamatan, rendahnya motivasi penggunaan Alat Pelindung Diri (APD), dan ketidakpatuhan terhadap protokol kerja. Data statistik dari BPJS dan MODI menunjukkan gambaran signifikan, dengan 34,43% kecelakaan kerja disebabkan oleh tindakan tidak aman, serta fluktuasi jumlah kecelakaan yang menarik perhatian, termasuk penurunan kecelakaan ringan namun peningkatan kecelakaan berat dan fatal. Menggunakan Teori *Human Error* oleh James Reason, penelitian mengklasifikasikan tindakan tidak aman menjadi dua kategori utama yaitu tindakan tidak disengaja dan tindakan disengaja, yang memberikan pemahaman mendalam tentang mekanisme terjadinya kesalahan manusia.

Temuan penelitian menggarisbawahi pentingnya pendekatan komprehensif dalam mencegah kecelakaan kerja, yang meliputi penguatan program pelatihan keselamatan. Perusahaan perlu meningkatkan kualitas dan frekuensi pelatihan dengan fokus pada penggunaan APD dan kepatuhan *Standard Operational Procedure* (SOP). Simulasi rutin harus diadakan untuk meningkatkan kesiapan pekerja dalam menghadapi kondisi darurat. Implementasi sistem pengawasan berbasis teknologi, seperti sensor pada alat berat dan CCTV, dapat memastikan kepatuhan prosedur keselamatan. Pelatihan khusus bagi supervisor juga perlu dilakukan untuk meningkatkan kompetensi pengawasan.

Peningkatan infrastruktur keselamatan merupakan aspek kritis dalam meminimalkan risiko kecelakaan kerja. Perusahaan harus memastikan peralatan kerja selalu dalam kondisi baik melalui inspeksi dan perawatan rutin, serta meningkatkan fasilitas pendukung keselamatan seperti ventilasi, pencahayaan, dan penyediaan peralatan keselamatan aktif berkualitas tinggi. Membangun budaya keselamatan memerlukan kampanye berkelanjutan untuk menanamkan kesadaran K3 di semua level organisasi. Pemberian insentif bagi pekerja atau tim yang menunjukkan perilaku aman dapat mendorong transformasi budaya kerja. Terakhir, penerapan sistem manajemen keselamatan berbasis standar internasional dan penguatan mekanisme pelaporan serta tindak lanjut insiden akan membantu mencegah terulangnya kejadian serupa di masa mendatang.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Departemen *Health, Safety & Technical Training* Divisi Concentrating PT Freeport Indonesia (PTFI) beserta Manajemen Divisi Concentrating PTFI. Juga disampaikan kepada Divisi *Learning & Organizational Division*

(LOD) PTFI yang telah memberikan dukungan untuk pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sianitawati S. & Prasetyo A.H. (2022) Rancangan Manajemen Risiko Korporat Terintegrasi pada Perusahaan Pertambangan Batu Bara Tahun 2023-2024. *Jurnalku;* 2(4): 482-501. https://jurnalku.org/index.php/jurnalku/article/view/302
2. Dondo S.M., Kiyai B., Palar N. (2021). Dampak Sosial Pengelolaan Tambang Emas di Desa Bakan Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jurnal Administrasi Publik;* 7(101): 63-72. https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/JAP/article/view/33297
3. Fadhilah F., Amrina E., Gusvita R.E. (2023). Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control (HIRADC) in Mining Operations at PT Semen Padang. *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering,* 5(3): 473-484. https://motivection.imeirs.org/index.php/motivection/article/view/249
4. Fadillah M.R., Yuliana L. (2024). Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko pada Proses Kegiatan Loading Material Overburden di Area Pertambangan PT ABC. *Identifikasi*, 10(1): 168-174. https://jurnal.d4k3.uniba-bpn.ac.id/index.php/identifikasi/article/view/342
5. Harahap R., Susilawati S. (2023). Analisis Faktor Penyebab Kecelakaan Kerja di Pertambangan. *ZAHRA: Journal of Health And Medical Research*; 3 (2): 205-211. https://adisampublisher.org/index.php/aisha/article/view/439
6. Novaryan O.Y., Setyaningsih Y., Suroto S. (2021). Intervensi Pemaparan Modul Resiko Utama Tambang Bawah Tanah terhadap Peningkatan Pengetahuan, Sikap, dan Praktik Kontrol Kritis Resiko Fatal pada Petugas Safety Lapangan. *JST (Jurnal Sains Terapan)*; 7(1): 33-42. https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/jst/article/view/1160
7. Nugroho S.A., Akbar S.A., Rahmatullah I. (2014). Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kecelakaan Kerja Pada Operator Dump Truck Di Bagian Produksi Di Perusahaan Tambang Batubara. *Faletehan Health Journal*; 11(02): 217-226.
8. Agustiya H., Listyandini R., Ginanjar R. (2020). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Tindakan Tidak Aman (Unsafe Action) Pada Pekerja. *Promotor*; 3(5): 473-487. https://journal.lppm-stikesfa.ac.id/index.php/FHJ/article/view/703
9. Larasatie A., Fauziah M., Dihartawan D., Herdiansyah D., Ernyasih E. (2022). Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Tindakan Tidak Aman (Unsafe Action) pada Pekerja Produksi PT. X. *Environmental Occupational Health and Safety Journal*; 2(2): 133-146.
10. Minerba One Data Indonesia (MODI). (2024). Jumlah Kecelakaan Tambang. https://modi.esdm.go.id/kecelakaantambang
11. Wijaya M.Y.T., Ramdhan D.H. (2022). Studi Kasus Kecelakaan Kerja Akibat Gas Beracun Tambang Bawah Tanah: Literature Review. *Prepotif*: *Jurnal Kesehatan Masyarakat*; 6(2): 1373-1378. https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/prepotif/article/view/4266
12. Fauziah E.A., Susilawati S. (2024). Analisis Faktor-faktor Penyebab Terjadinya Kecelakaan Kerja di Tambang Batubara. *Alahyan Jurnal Pengabdian Masyarakat Multidisiplin*; 2(2): 181-185. https://jurnal.alahyansukabumi.com/index.php/ecos-preneurs/article/view/138/131
13. Putri V.N.E., Wahyuningsih A.S. (2022). Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Kecelakaan Kerja di PT. X, Desa Jladri, Kecamatan Buayan, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*; 10(6): 643-655. https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/36483
14. Sinaga N.E., Susilawati S. Literatur Review: Analisis Faktor-faktor Resiko Bahaya pada Pekerja di Pertambangan. *Jurnal Ventilator*; 2(2): 45-53. https://jurnal.stikeskesdam4dip.ac.id/index.php/Ventilator/article/view/1167
15. Zuchri F., Erwandi D. (2023). Analisis Faktor Manusia dalam Kecelakaan

Tambang. *Jurnal Kesehatan Tambusai*; 4(2): 1579-5. https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jkt/article/view/15696

16. Permatasari I., Windusari Y., Novrikasari N., Sunarsih E., Fajar N.A. (2024). Faktor Penyebab Kejadian Kecelakaan Kerja pada Pekerja Perusahaan Tambang di Indonesia: Sistematik Literatur Review. *Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal*; 14(2): 677-84. https://journal2.stikeskendal.ac.id/index.php/PSKM/article/view/1845
17. Tardeli A.S., Djunadi Z., Nurdiansyah W. (2024). Analisis Kontribusi *Human Factors* pada Kejadian Kecelakaan Tambang Berakibat Fatal di Perusahaan Pertambangan Mineral dan Batubara Tahun 2022. *Jurnal Cahaya Mandalika*; 3(3):1874-89. https://ojs.cahayamandalika.com/index.php/jcm/article/view/2983
18. Rifdha A., Susilawati S. (2024). Analisis Faktor Faktor Kecelakaan Kerja pada Pekerja Tambang: Literature Review. *Jurnal Anestesi*; 2(3): 23-30. https://jurnal.stikeskesdam4dip.ac.id/index.php/Anestesi/article/view/1101
19. Center for Chemical Process Safety (CCPS). (1994). Guidelines for Preventing Human Error in Process Safety. *American Institute of Chemical Engineers*: New York.
20. Maulana F.R., Pradana R.K., Setiawan M.I., Firmansyah M.R., Radianto D.O. (2024). Analisis Faktor Faktor yang Mempengaruhi Kecelakaan Kerja di Kapal Perspektif K3. *Konstruksi: Publikasi Ilmu Teknik, Perencanaan Tata Ruang dan Teknik Sipil*; 2(2): 181-188. https://journal.aritekin.or.id/index.php/Konstruksi/article/view/264