

ANALISIS KEHANDALAN PENGENDALIAN KRITIKAL RISIKO TABRAKAN PADA ALAT BERAT DI PERUSAHAAN PERTAMBANGAN PT X TAHUN 2019 – 2023

Kusnu Hariyanto¹⁾, *Fatma Lestari²⁾

Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia

*Correspondence author: fatma@ui.ac.id, Jakarta, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.37012/jik.v16i1.2193>

ABSTRAK

Aktivitas penambangan merupakan salah satu industri dengan risiko kecelakaan yang tinggi, termasuk risiko tabrakan alat berat yang dapat menyebabkan cedera serius atau kematian. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kehandalan pengendalian kritis dalam mengurangi risiko tabrakan alat berat di PT X selama periode 2019-2023. Metode penelitian menggunakan analisis deskriptif analitik dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Data sekunder berupa laporan insiden digunakan untuk mengukur tingkat implementasi dan efektivitas pengendalian kritis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun tingkat implementasi pengendalian kritis cukup tinggi (73%), efektivitasnya dalam mencegah insiden masih rendah (26%). Variasi efektivitas pengendalian dari tahun ke tahun mengindikasikan perlunya evaluasi dan perbaikan rutin. Beberapa pengendalian seperti sabuk pengaman menunjukkan efektivitas tinggi, sementara yang lain seperti sistem pemantauan kecepatan kurang efektif. Rekomendasi utama mencakup peningkatan program pelatihan operator, evaluasi dan peningkatan pengendalian yang tidak efektif, penerapan teknologi baru, serta peningkatan pengawasan dan audit rutin. Dengan langkah-langkah ini, PT X diharapkan dapat meningkatkan kehandalan pengendalian kritis dan mengurangi risiko kecelakaan kerja yang berpotensi fatal.

Kata kunci: Risiko, Pengendalian Kritis, BowTie

ABSTRACT

Mining activities are one of the industries with high accident risks, including heavy equipment collisions that can cause serious injury or death. This study aims to analyze the reliability of critical controls in reducing the risk of heavy equipment collisions at PT X during the period 2019-2023. The research method uses descriptive analytic analysis with qualitative and quantitative approaches. Secondary data from incident reports are used to measure the implementation and effectiveness levels of critical controls. The results show that although the implementation rate of critical controls is relatively high (73%), their effectiveness in preventing incidents remains low (26%). The variation in control effectiveness from year to year indicates the need for regular evaluation and improvement. Some controls, like seat belts, show high effectiveness, while others, like speed monitoring systems, are less effective. Key recommendations include enhancing operator training programs, evaluating and improving ineffective controls, implementing new technologies, and increasing supervision and regular audits. With these steps, PT X is expected to improve the reliability of critical controls and reduce the risk of potentially fatal workplace accidents.

Keywords: Risk, Critical Control, BowTie

PENDAHULUAN

Aktivitas penambangan adalah salah satu industri paling berbahaya dengan tingkat kecelakaan tinggi (Tubis et al., 2020). Keselamatan menjadi aspek penting dalam penerapan Good Mining Practice untuk menjamin pekerja selamat pulang ke rumah (Ir. Irwandy Arif Msc, 2021). Keselamatan pertambangan mencakup pengelolaan keselamatan kerja dan kesehatan kerja (Ditjen Minerba, 2019).

Semua tahapan teknis pertambangan melibatkan risiko tinggi yang dapat menyebabkan kematian dan cedera serius. Data Minerba One Data Indonesia menunjukkan fluktuasi jumlah kecelakaan tambang dari tahun 2015 hingga 2024, dengan rata-rata tahunan 24 kecelakaan ringan, 33 kecelakaan berat, dan 2 kecelakaan mati, serta puncak kecelakaan ringan dan berat terjadi pada tahun 2020 (MODI, n.d.). Manajemen risiko adalah bagian utama dari keselamatan kerja pertambangan, dimulai dari penetapan objektif hingga pelaporan risiko (Hutchins, 2018). Identifikasi pengendalian kritikal penting untuk mengurangi risiko yang bisa menyebabkan kematian (ICMM, 2015a). Pengendalian yang mencegah lebih dari satu risiko diklasifikasikan sebagai pengendalian kritikal (ICMM, 2015b).

International Council on Mining and Metals (ICMM) berupaya mengurangi kerugian terhadap manusia dan planet melalui perbaikan kesehatan dan keselamatan kerja. Namun, banyak kejadian yang mengakibatkan cedera dan kematian terjadi karena kontrol risiko tidak efektif (ICMM, n.d.). Critical Control Management (CCM) berfokus pada pengelolaan risiko paling kritis untuk kesehatan dan keselamatan, dengan tujuan utama mencegah kejadian yang dapat menyebabkan kematian banyak orang. Perusahaan yang menerapkan CCM ingin mengetahui kehandalan pengendalian kritikal dalam mencegah peristiwa tersebut, di mana penelitian menunjukkan kinerja kontrol tergantung pada kehandalan dalam berfungsi di lingkungan kerja (Roelen et al., 2018; Selleck et al., 2022)..

PT X adalah perusahaan pertambangan dan pemurnian nikel yang mengidentifikasi aktivitas kritikal yang berpotensi menyebabkan kematian berdasarkan sejarah insiden. Pengoperasian alat berat di tambang adalah aktivitas kritikal dengan risiko tinggi. Data menunjukkan PT X mengalami 24 insiden berpotensi menyebabkan kematian antara 2018-2023. Implementasi pengendalian kritikal dimulai pada 2018, tetapi insiden berpotensi kematian masih terjadi. Pada tahun 2019, tercatat hanya 1 insiden berpotensi kematian.

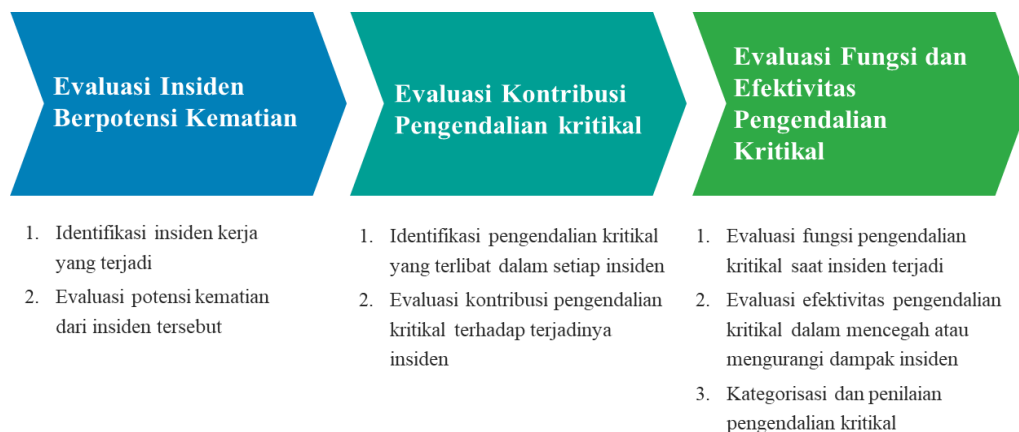
Jumlah ini meningkat drastis pada tahun 2020 menjadi 7 insiden. Pada tahun 2021, jumlah insiden menurun menjadi 5 insiden, dan lebih lanjut menurun menjadi 2 insiden pada tahun 2022. Namun, pada tahun 2023, terjadi lonjakan signifikan dengan jumlah insiden mencapai 9 insiden, tertinggi dalam periode yang diamati.

Penelitian ini sangat penting dilakukan di PT X karena meskipun pengendalian kritisal telah diimplementasikan, jumlah insiden berpotensi menyebabkan kematian masih fluktuatif dan bahkan mengalami lonjakan tajam pada tahun 2023. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kehandalan pengendalian kritisal dalam mengelola risiko pengoperasian alat berat selama 2019-2023, memahami kehandalan pengendalian tersebut, dan menyusun strategi perbaikan untuk meningkatkan keselamatan pekerja di PT X.

METODE

Metode penelitian ini merupakan penelitian deskriptif analitik yang menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif untuk mengevaluasi kehandalan pengendalian kritisal. Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa laporan insiden yang berpotensi menyebabkan kematian maupun kecelakaan kerja dari PT X selama 2019-2023. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Januari – Februari 2024 dengan menggunakan laporan insiden sejumlah 24 laporan insiden. Analisis kualitatif dilakukan untuk mengevaluasi peran pengendalian kritisal di setiap insiden melalui Focus Group Discussion (FGD) dengan staf senior EHS Improvement, General Manajer K3, Manajer K3, Inspektur, dan Pemilik Risiko. Analisis kuantitatif melibatkan penggunaan statistik untuk mengukur rata-rata implementasi, efektivitas, dan kehandalan pengendalian kritisal berdasarkan data insiden. Hasil investigasi insiden dipetakan terhadap Bowtie yang dikembangkan oleh PT X, mencakup 11 penyebab, 16 pengendalian kritisal, dan 1 konsekuensi.

Proses kategorisasi dan penilaian pengendalian kritisal dilakukan pada setiap pengendalian kritisal, mengkonversi data kualitatif menjadi data kuantitatif untuk mendapatkan nilai rasio implementasi dan keefektifan. Rasio ini kemudian dikalikan untuk mendapatkan nilai kehandalan dari masing-masing pengendalian kritisal. Hasil dari proses ini digunakan untuk menghitung rasio implementasi, efektivitas, dan kehandalan dari setiap pengendalian kritisal dalam format persentase (Selleck et al., 2022).



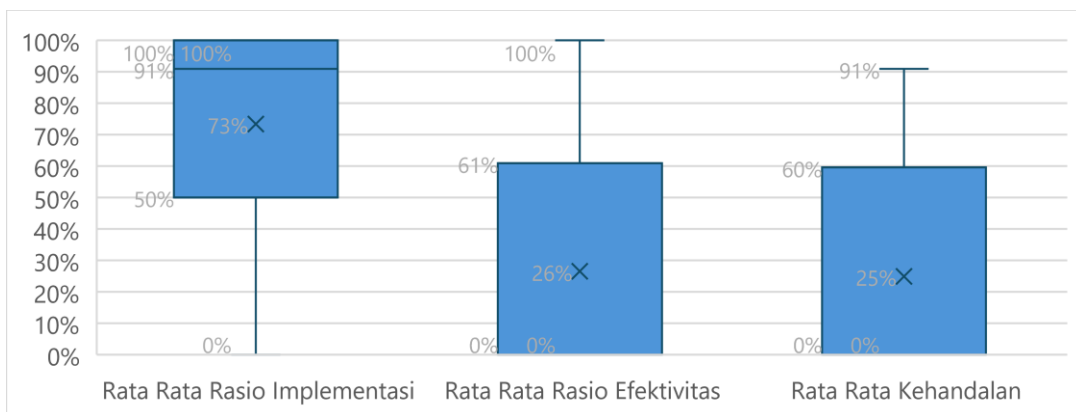
Gambar 1. Alur tahap evaluasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menganalisis kehandalan pengendalian kritical dalam mengelola risiko pengoperasian alat berat di PT X selama periode 2019-2023. Data menunjukkan adanya fluktuasi dalam jumlah insiden berpotensi menyebabkan kematian selama lima tahun tersebut. Pada tahun 2019, terdapat satu insiden berpotensi kematian, yang meningkat menjadi tujuh insiden pada tahun 2020. Jumlah insiden menurun menjadi lima pada tahun 2021 dan dua pada tahun 2022, tetapi kembali meningkat tajam menjadi sembilan insiden pada tahun 2023.

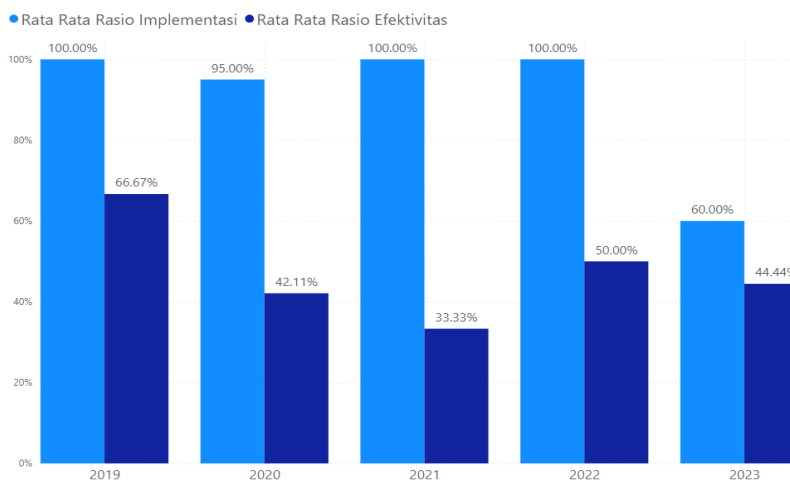
Analisis data terkait rasio implementasi dan efektivitas berbagai pengendalian kritical di risiko tabrakn alat berat ditemukan beberapa pola signifikan yang dapat mempengaruhi strategi manajemen risiko. Data menunjukkan bahwa terdapat variasi dalam rata-rata rasio implementasi di 73% dan rata-rata efektivitas pengendalian kritical di 26%, dengan standar deviasi masing-masing sebesar 37% dan 37%. Hasil tersebut menghasilkan nilai rata-rata kehandalan semua pengendalian kritical sebesar 25% dengan standar deviasi sebesar 35%.

Informasi rata-rata rasio implementasi sebesar 73% menunjukkan hampir sebagian besar pengendalian kritical berfungsi 100% sesuai fungsi saat diuji pada saat terjadi insiden dan sisanya menunjukkan bahwa pengendalian kritical sudah diterapkan tetapi tidak berfungsi dan/atau tidak ada saat insiden terjadi. Rasio efektivitas sebesar 26% memberikan gambaran bahwa dari rata-rata pengendalian kritical yang terimplementasi sebesar 73% hanya sedikit yang bisa mengintervensi insiden secara menghilangkan penyebab ataupun mengurangi eskalasi (*ICMM*, n.d.) sehingga insiden terjadi.



Gambar 2. Hasil Analisa Rata-Rata Implementasi, Efektivitas dan Kehandalan

Hasil analisis perbandingan implementasi pengendalian kritikal tiap tahun menunjukkan konsistensi yang tinggi setiap tahunnya dengan tingkat implementasi hampir selalu mencapai 100% yang memberikan informasi bahwa hampir semua pengendalian kritikal berfungsi sesuai dengan fungsinya secara umum di tiap tahunnya. Hasil analisis perbandingan efektivitas tiap tahun dari pengendalian kritikal memperlihatkan variasi yang signifikan dan cenderung menurun dari tahun 2019 hingga 2023 dan ini menunjukkan pengendalian kritikal mengalami penurunan dalam melakukan intervensi dalam insiden yang terjadi. Pada tahun 2019 efektivitas kontrol berada pada tingkat yang cukup baik di 66,67% namun mulai menurun secara drastis pada tahun-tahun berikutnya dengan efektivitas hanya mencapai 42,11% pada tahun 2020, 33,33% pada tahun 2021, dan sedikit meningkat menjadi 50% pada tahun 2022. Namun pada tahun 2023 efektivitas kembali menunjukkan tren penurunan dengan angka 44,44%, ini menunjukkan banyak pengendalian kritikal yang tidak berfungsi dan tidak bisa melakukan intervensi ke insiden.



Gambar 5. Rata-rata kinerja pengendalian kritikal setiap tahun

Hasil analisis kinerja ini menunjukkan ketika kenaikan insiden di tahun 2023, kinerja kehandalan pengendalian kritikal di tahun 2023 sangat rendah yang menjadi kontribusi kenaikan insiden. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian (Ternov, 2000) yang berkesimpulan kinerja pengendalian kritikal yang rendah dalam pengendalian lalu lintas udara mungkin dapat dikaitkan dengan peningkatan insiden dimana dalam sistem pengendalian lalu lintas udara, kekurangan dalam pengendalian kritikal keselamatan dan malfungsi sistem memiliki potensi untuk mengakibatkan kecelakaan akibat desain yang tidak memadai dan protokol keselamatan yang tidak mencukupi, sehingga membuat sistem kurang toleran terhadap kesalahan. Kehandalan ini ditekan juga oleh (Hollnagel, 1999) yang mengatakan bahwa barrier adalah pengendalian kritikal yang dapat mencegah peristiwa atau mengurangi dampaknya. Barrier dapat membuat tindakan tertentu menjadi tidak mungkin atau memperlambat pelepasan materi dan energi untuk membatasi konsekuensi. Rendahnya kehandalan pengendalian kritikal bisa disebabkan oleh berbagai faktor, seperti memprioritaskan kehandalan perangkat keras daripada kehandalan manusia yang ditekankan oleh (Grattan, 2018).

Apapun yang salah maka akan salah (*Hukum Murphy - Wikipedia Bahasa Indonesia, Ensiklopedia Bebas*, n.d.). Hasil penelitian terhadap laporan insiden menemukan faktor-faktor yang menurunkan kehandalan pengendalian kritikal dimana hasil ini menjadi faktor penting dalam kecukupan untuk mencegah insiden dan jika tidak cukup maka diperlukan pengendalian kritikal tambahan (Hollnagel, 2016).

Tabel 1. Distribusi kinerja pengendalian kritikal

Pengendalian Kritikal	Rasio Implementasi	Rasio Efektivitas
Pembatasan kecepatan jalan dan sistem pemantauan lokasi dan kecepatan (telemetri)	100.00%	0.00%
Tanggul Pelindung	100.00%	83.33%
Kamera Video	100.00%	0.00%
Kualifikasi dan pelatihan	92.86%	38.46%
Sabuk pengaman (3 titik)	90.91%	100.00%
Sistem peringatan kedekatan antar peralatan	87.50%	0.00%
Sistem deteksi kantuk operator	85.71%	16.67%
Inspeksi	50.00%	0.00%
Pemeliharaan preventif dan inspeksi	0.00%	

Berdasarkan hasil analisis, kualifikasi dan pelatihan bagi operator memiliki tingkat implementasi 92,86% tetapi efektivitasnya hanya 38,46% sehingga menunjukkan perlunya peningkatan kualitas pelatihan. Salah satu penyebab kurang efektifnya pelatihan adalah kurang memahami mengenai kesalahan manusia, kurangnya penekanan pada kualitas pelatihan, dan kurangnya standarisasi dalam efektivitas pelatihan (Fidan et al., 2023). Hasil analisis terkait pemeliharaan preventif dan inspeksi sebelum penggunaan serta inspeksi berkala menunjukkan tingkat implementasi dan efektivitas yang rendah. Pemeliharaan harus menjadi prioritas karena sangat penting dan harus berbasis risiko karena jika tidak dilakukan akan meningkatkan kekritisannya dan usia peralatan (Pujitresnani & Mulyatno, 2021). Hasil analisis terhadap sistem peringatan kedekatan antar peralatan diimplementasikan dengan tingkat implementasi 87,50% tetapi efektivitasnya masih 0%. Penyebab tidak efektifnya bisa diakibatkan oleh kesalahan manusia dalam merespon *warning* karena terdistraksi atau kurang waspada (Marks & Teizer, n.d.).

Hasil analisis terhadap pengendalian kritikal kamera video menunjukkan telah diimplementasikan dengan tingkat implementasi 100% tetapi efektivitasnya masih 0% karena tertutup lumpur. Peningkatan sistem kamera ini dengan tambahan cover dan wiper dapat meningkatkan fungsi kamera (Mug, 2008). Hasil analisis pembatasan kecepatan jalan dan sistem pemantauan lokasi dan kecepatan (telemetri) diimplementasikan dengan tingkat implementasi 100%, tetapi efektivitasnya 0%. Penelitian menyebutkan bahwa pemantauan kecepatan terbukti mengurangi kecelakaan yang diakibatkan terlalu mengemudi dengan cara memberikan peringatan ke pengemudi untuk mengurangi kecepatannya (Kodali & Sairam, 2016), sehingga hal ini menjadi perhatian PT X untuk menemukan atau menganalisa terhadap pemilihan pengendalian kritikal ini atau menempatkan faktor yang dapat meningkatkan efektivitas alat.

Hasil analisis sistem deteksi kantuk operator menunjukkan telah diimplementasikan dengan tingkat implementasi 85,71% dan efektivitas 16,67%, menunjukkan bahwa meskipun sistem ini diterapkan dengan baik, efektivitasnya dalam mencegah insiden masih rendah, penelitian lain menemukan bahwa terkadang operator menyadari tanda-tanda dan tingkat keparahan kelelahan dan sistem pemantauan kelelahan saat ini dianggap tidak efektif (Drews et al., 2020). Hasil penelitian mengenai sabuk pengaman (3 titik) memiliki tingkat implementasi 90,91% dan efektivitas 100%, menunjukkan kontrol yang sangat efektif tetapi terdapat hal yang menurunkan implementasi terkait kenyamanan penggunaan sabuk

pengaman atau APD. Hubungan kenyamanan ini juga didukung penelitian dengan temuan bahwa dengan perilaku penggunaan mempunyai hubungan yang bermakna (Setianingsih et al., 2022) sehingga kenyamanan menjadi faktor yang harus dipertimbangkan untuk peningkatan implementasi.

Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang menemukan di sektor konstruksi menunjukkan bahwa keandalan pengendalian kritisal sebagaimana dinilai dari implementasi dan efektivitasnya, rata-rata hanya ditemukan sebesar 42% (Selleck et al., 2022). Penelitian tersebut menonjolkan kekurangan yang signifikan dalam kemampuan manusia dan elemen organisasi termasuk identifikasi risiko, pengambilan keputusan, keahlian, pengawasan, penjadwalan proyek, dan komunikasi.

Berdasarkan hasil analisis kinerja pengendalian kritisal dan faktor-faktor yang memperlemah pengendalian kritisal menunjukkan bahwa meskipun pengendalian kritisal telah diimplementasikan dengan baik tetapi ada kebutuhan mendesak untuk mengevaluasi dan memperbaiki faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas pengendalian kritisal tersebut agar tujuan pengendalian risiko dapat tercapai dengan lebih optimal.

SIMPULAN

Penelitian ini mengungkap bahwa meskipun PT X telah mengimplementasikan pengendalian kritisal sejak 2018, fluktuasi insiden berpotensi fatal tetap terjadi, dengan puncak insiden pada tahun 2023. Temuan ini menunjukkan bahwa kehandalan pengendalian kritisal masih perlu ditingkatkan melalui pemantauan berkelanjutan, pelatihan yang memadai, dan pemeliharaan rutin. Penelitian ini sejalan dengan studi sebelumnya yang menekankan pentingnya keandalan pengendalian dalam lingkungan kerja. Perbedaan dengan penelitian lain menunjukkan adanya faktor spesifik di PT X yang memerlukan penelitian lebih lanjut. Rekomendasi untuk penelitian masa depan meliputi penerapan teknologi pemantauan terbaru dan analisis faktor-faktor spesifik yang mempengaruhi keandalan pengendalian kritisal di PT X, serta pengembangan strategi mitigasi yang lebih efektif. Selain itu, meningkatkan keterlibatan manajemen dan memperkuat budaya keselamatan di semua tingkat organisasi akan sangat penting untuk mencapai perbaikan yang berkelanjutan.

REFERENSI

1. Ditjen Minerba. (2019). Keputusan Dirjen Minerba No 185.K/37.04/DJB/2019 Tentang Petunjuk Teknis Pelaksanaan Keselamatan Pertambangan dan Pelaksanaan, Penilaian, dan Pelaporan Sistem Manajemen Keselamatan Pertambangan Minerla dan Batubara. In *KESDM*. KESDM.
2. Drews, F. A., Rogers, W. P., Talebi, E., & Lee, S. (2020). The Experience and Management of Fatigue: A Study of Mine Haulage Operators. *Mining, Metallurgy & Exploration*, 37(6), 1837–1846. <https://doi.org/10.1007/s42461-020-00259-w>
3. Fidan, V., Atacan, C., & Düzbastılar, F. O. (2023). EFFECTIVENESS OF BASIC SAFETY TRAINING AMONG RATINGS. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 15(1), 94–107. <https://doi.org/10.18613/deudfd.1080404>
4. Grattan, D. (Dave) J. (2018). Improving barrier effectiveness using human factors methods. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 55, 400–410. <https://doi.org/10.1016/J.JLP.2018.07.016>
5. Hollnagel, E. (1999). ACCIDENT ANALYSIS AND BARRIER FUNCTIONS. *Project TRAIN*. <https://www.it.uu.se/research/project/train/papers/AccidentAnalysis.pdf>
6. Hollnagel, E. (2016). *Barriers and Accident Prevention*. Routledge.
7. *Hukum Murphy - Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas*. (n.d.). Retrieved June 22, 2024, from https://id.wikipedia.org/wiki/Hukum_Murphy
8. Hutchins, G. (2018). *ISO 31000: 2018 Enterprise Risk Management*. Greg Hutchins.
9. *ICMM*. (n.d.). Retrieved April 1, 2023, from <https://www.icmm.com/en-gb/our-work/innovation-for-sustainability/health-and-safety/health/critical-control-management>
10. ICMM. (2015a). CRITICAL CONTROL MANAGEMENT IMPLEMENTATION GUIDE 2 Critical Control Management Implementation Guide Part 1: How to support critical control management implementation. *ICMM*. https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/health-and-safety/2015/guidance_ccm-implementation.pdf
11. ICMM. (2015b). HEALTH AND SAFETY CRITICAL CONTROL MANAGEMENT GOOD PRACTICE GUIDE. *ICMM*. https://www.icmm.com/website/publications/pdfs/health-and-safety/2015/guidance_ccm-good-practice.pdf
12. Ir. Irwandy Arif Msc. (2021). *Good Mining Practice di Indonesia*. PT Gramedia.
13. Kodali, R. K., & Sairam, M. (2016). Over speed monitoring system. *2016 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics (IC3I)*, 752–757. <https://doi.org/10.1109/IC3I.2016.7918061>

14. Marks, E., & Teizer, J. (n.d.). Proximity Sensing and Warning Technology for Heavy Construction Equipment Operation. In *Construction Research Congress 2012* (pp. 981–990). <https://doi.org/10.1061/9780784412329.099>
15. MODI. (n.d.). *Tingkat Kecepatan dan Keparahan Kecelakaan Tambang*. Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral. Retrieved March 27, 2023, from <https://modi.esdm.go.id/kecelakaantambang>
16. Mug, S. J. (2008). *A camera protective device for heavy equipment*.
17. Pujitresnani, A., & Mulyatno, M. (2021). Analisis Indeks Preventive Maintenance Peralatan Medis Ruang Intensive Care Unit Menggunakan Model Kano dan Quality Function Deployment. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 13(2), 208–215. <https://doi.org/10.37012/jik.v13i2.538>
18. Roelen, A., van Aalst, R., Karanikas, N., Kaspers, S., Piric, S., & de Boer, R. J. (2018). Effectiveness of risk controls as indicator of safety performance. *AUP Advances*, 1(1), 175–189. <https://doi.org/10.5117/ADV2018.1.012.ROEL>
19. Selleck, R., Hassall, M., & Cattani, M. (2022). Determining the Reliability of Critical Controls in Construction Projects. *Safety*, 8(3), 64. <https://doi.org/10.3390/safety8030064>
20. Setianingsih, A., Santosa, B., & Setiawan, A. (2022). Hubungan Pengetahuan, Sikap, Persepsi dan Kenyamanan Terhadap Perilaku Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) Pada Perawat. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 14(2), 184–194. <https://doi.org/10.37012/jik.v14i2.985>
21. Ternov, S. (2000). *Reliability analysis of air traffic control*. http://www.atmseminar.org/seminarContent/seminar3/papers/p_029_SSS.pdf
22. Tubis, A., Werbińska-Wojciechowska, S., & Wroblewski, A. (2020). Risk Assessment Methods in Mining Industry—A Systematic Review. *Applied Sciences 2020, Vol. 10, Page 5172*, 10(15), 5172. <https://doi.org/10.3390/APP10155172>