

***Literature Review : Peran Kelengkapan Sumber Daya Manusia
(SDM) Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Dalam
Meningkatkan Efektivitas Sistem Manajemen Keselamatan
Pertambangan (SMKP) Risiko***

Dwi Retno Apriani Putri ¹, Devanda Faiqh Albyn²

dwiretnoaprianiputri1@gmail.com

dfaiqhalbyn@gmail.com

¹STIKMA, Makassar

²KBIS Annisa, Bogor

Info Artikel

| **Submitted:** 10 November 2025

| **Revised:** 15 January 2026

| **Accepted:** 19 January 2026

How to cite: Dwi Retno Apriani Putri, etc. , "Literature Review: Peran Kelengkapan Sumber Daya Manusia (SDM) Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Dalam Meningkatkan Efektivitas Sistem Manajemen Keselamatan Pertambangan (SMKP) Risiko", *Medical : Jurnal Kesehatan Dan Kedokteran*, Vol. 1 No. 1, Mei, 2024, hlm. 1-15.

ABSTRACT

Background: The mining sector worldwide, including Indonesia, is one of the industries with the highest risk of occupational accidents and diseases (OIDs) (ILO, 2023). Methods: In this study, researchers limited the study to 17 journal articles deemed most relevant and eligible for further analysis as a basis for discussion. This limitation was established to maintain the focus of the analysis and depth of synthesis in answering the previously formulated research questions. Urgency: This research will be conducted to address the operational complexity, high risks, and knowledge gaps that still exist in the mining sector. Through a synthesis of the latest scientific evidence, this study aims to identify patterns, best practices, and challenges in implementing OHS HR in SMK3. Objective: To identify patterns, best practices, and challenges in implementing OHS HR in SMK3. Significant expected contributions include: (1) developing more effective, evidence-based OHS policies, (2) developing targeted and relevant OHS HR training and competency development programs tailored to industry needs, (3) improving company OHS management practices, particularly in optimizing the role of OHS HR, and (4) improving worker safety and well-being by reducing the number of accidents and occupational diseases in the mining environment. Conclusion: Implementation of the OHS Management System (SMK3), Technology Integration in OHS Management, Evaluation of OHS Management and Financial Performance, Gaps in the Quality and Quantity of OHS HR, and the Role of OHS HR in the Implementation of the SMK3.

Keywords: Human Resources; Mining; Occupational Health and Safety.

ABSTRAK

Background : Sektor pertambangan di seluruh dunia, termasuk Indonesia, merupakan salah satu industri dengan tingkat risiko kecelakaan dan penyakit akibat kerja (PAK) tertinggi (ILO, 2023), **Metode :** Dalam kajian ini, peneliti menetapkan batasan sebanyak 17 artikel jurnal yang dinilai paling relevan dan memenuhi syarat untuk dianalisis lebih lanjut sebagai dasar pembahasan. Batasan ini ditetapkan untuk menjaga fokus analisis dan kedalaman sintesis dalam menjawab pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan sebelumnya. **Urgensi :** Penelitian ini akan dilaksanakan untuk menjawab kompleksitas operasional, tingginya risiko, dan kesenjangan pengetahuan yang masih ada di sektor pertambangan. Melalui sintesis bukti-bukti ilmiah terkini, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi pola, praktik terbaik, dan tantangan implementasi SDM K3 dalam SMK3. **Tujuan :** mengidentifikasi pola, praktik terbaik, dan tantangan implementasi SDM K3 dalam SMK3. Kontribusi signifikan yang diharapkan meliputi: (1) pengembangan kebijakan K3 berbasis bukti yang lebih efektif, (2) penyusunan program pelatihan dan pengembangan kompetensi SDM K3 yang terarah dan relevan dengan kebutuhan industri, (3) perbaikan praktik manajemen K3 perusahaan khususnya dalam optimalisasi peran SDM K3, serta (4) peningkatan keselamatan dan kesejahteraan pekerja melalui pengurangan angka kecelakaan dan penyakit akibat kerja di lingkungan pertambangan. **Kesimpulan :** Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan (SMK3), Integrasi Teknologi dalam Manajemen K3, Evaluasi Manajemen K3 dan Kinerja Keuangan, Kesenjangan Kualitas dan Kuantitas SDM K3, dan Peran SDM K3 dalam Implementasi SMK3.

Kata Kunci: Sumber Daya Manusia; Pertambangan; Keselamatan Kesehatan Kerja.

Pendahuluan

Pendahuluan Sektor pertambangan di seluruh dunia, termasuk Indonesia, merupakan salah satu industri dengan tingkat risiko kecelakaan dan penyakit akibat kerja (PAK) tertinggi (ILO, 2023). Karakteristik dari pekerjaan ini, seperti penggunaan alat berat skala besar, kondisi lingkungan yang dinamis dan sering kali ekstrem (misalnya, di bawah tanah, ketinggian, atau area terpencil), serta potensi paparan beragam bahaya fisik, kimia, biologis, dan psikososial, menjadikan pekerja tambang sangat rentan terhadap insiden serius, mulai dari cedera ringan hingga kematian (Cruz-Ausejo et al., 2024; Jiang et al., 2019; Mori et al., 2024; Usukhbayar & Choi, 2020). Berbagai penelitian mengidentifikasi faktor-faktor kompleks yang berkontribusi pada insiden ini. Faktor individu seringkali melibatkan human error yang berasal dari kurangnya kepatuhan

terhadap protokol atau keterampilan yang tidak memadai (Firescu & Filip, 2025; Lenné et al., 2012; Patterson & Shappell, 2010; Swami et al., 2016; Verma & Chaudhari, 2017). Sementara itu, faktor lingkungan kerja mencakup kondisi fisik yang kurang memadai, seperti pencahayaan buruk atau kegagalan peralatan. Tidak kalah penting, faktor organisasi seperti praktik manajemen yang lemah dan minimnya pelatihan K3 juga turut berkontribusi signifikan terhadap kerentanan insiden (Lenné et al., 2012; Naji et al., 2021; Silviani et al., 2022; Wu et al., 2022; Wyganowska & Tobór-Osadnik, 2022; Yani & Author, 2025).

Mengingat tingginya potensi bahaya tersebut, penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Pertambangan (SMKP) menjadi sangat krusial sebagai kerangka kerja terstruktur untuk mengelola risiko K3 secara sistematis. Kepatuhan terhadap keselamatan ini juga diperkuat oleh regulasi di Indonesia, seperti Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 1827K/30/MEM/2018 dan Keputusan Direktur Jenderal Mineral dan Batubara Nomor 166.K/KP.05.04/DJB/2022, yang secara spesifik menjadi pedoman pelaksanaan kaidah teknik pertambangan yang baik. Namun, realitas di lapangan menunjukkan adanya kesenjangan yang kontras antara regulasi dan tujuan SMKP dengan efektivitas implementasi di lapangan. Berdasarkan laporan Kementerian Ketenagakerjaan dan Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan, sektor pertambangan di Indonesia masih mencatat angka kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja yang tinggi. Dari tahun 2019 hingga 2021, sektor ini menduduki peringkat ketujuh dengan total 12.190 kasus, menunjukkan tren peningkatan yang mengkhawatirkan dari 2.494 kasus di tahun 2019 menjadi 6.565 kasus di tahun 2021 (Kemenker, 2022). Lebih lanjut, data dari Kementerian ESDM Indonesia mencatat 153 kasus kecelakaan kerja di pertambangan mineral dan batubara pada tahun 2023, di mana 67% di antaranya disebabkan oleh faktor manusia (ESDM, 2023). Data statistik ini secara tegas mengindikasikan bahwa meskipun kerangka SMKP dan regulasi telah ada, implementasinya belum mencapai tingkat optimal, terutama terkait dengan aspek human factor yang krusial. Penelitian ini akan dilaksanakan untuk

menjawab kompleksitas operasional, tingginya risiko, dan kesenjangan pengetahuan yang masih ada di sektor pertambangan. Melalui sintesis bukti-bukti ilmiah terkini, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi pola, praktik terbaik, dan tantangan implementasi SDM K3 dalam SMKP. Kontribusi signifikan yang diharapkan meliputi: (1) pengembangan kebijakan K3 berbasis bukti yang lebih efektif, (2) penyusunan program pelatihan dan pengembangan kompetensi SDM K3 yang terarah dan relevan dengan kebutuhan industri, (3) perbaikan praktik manajemen K3 perusahaan khususnya dalam optimalisasi peran SDM K3, serta (4) peningkatan keselamatan dan kesejahteraan pekerja melalui pengurangan angka kecelakaan dan penyakit akibat kerja di lingkungan pertambangan.

Metode Penelitian

Metode ini ditulis secara Strategi penelusuran literatur akan dirancang secara sistematis menggunakan kombinasi kata kunci dan operator Boolean. Kata kunci akan dikelompokkan berdasarkan elemen PICO penelitian ini:

1. Populasi/Kontek (P): "mining industry", "coal mining", "mineral extraction", "safety management system", "occupational health and safety management".
2. Intervensi/Paparan (I): "human resources", "personnel", "workforce", "occupational health and safety", "OHS", "EHS", "competence", "qualification", "training", "skill", "staffing", "adequacy", "completeness", "safety personnel".
3. Luaran (O): "effectiveness", "performance", "accident reduction", "injury reduction", "accident rate", "compliance", "safety culture".

Operator Boolean AND akan digunakan untuk menggabungkan konsep yang berbeda, sementara OR akan digunakan untuk menggabungkan sinonim dalam satu konsep. Tanda kutip (" ") akan digunakan untuk pencarian frasa eksak, dan tanda asterik (*) untuk mencari variasi kata (misalnya, *competenc**).

Batasan pencarian akan diterapkan untuk menyaring hasil yang relevan, meliputi: jenis artikel hanya berjenis artikel jurnal, bahasa menggunakan bahasa inggris atau bahasa indonesia, dan rentang tahun publikasi mulai 2019 hingga

2025 untuk memastikan relevansi terkini. Detail string pencarian spesifik akan disesuaikan dengan sintaks masing-masing database dan didokumentasikan untuk transparansi.

Metode yang digunakan yaitu *Systematic literature review* didapatkan dari beberapa sumber studi pustaka yang berkaitan dengan topik yang akan dibahas. Selanjutnya jurnal yang didapatkan dari pemanggilan kata kunci akan di proses menggunakan protokol PRISMA yang sudah sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah penulis tetapkan.

Hasil dan pembahasan

Dalam kajian sistematik ini, distribusi tahun publikasi artikel yang dikaji menunjukkan dinamika perkembangan perhatian terhadap peran SDM K3 dalam implementasi Sistem Manajemen Keselamatan Pertambangan (SMKP) selama tujuh tahun terakhir. Berdasarkan hasil penelusuran dan seleksi artikel, ditemukan bahwa publikasi terkait topik ini tersebar dari tahun 2019 hingga pertengahan 2025. Tahun 2019 mencatat dua publikasi yang relevan. Pada tahun 2020, terjadi sedikit penurunan dengan hanya satu artikel yang memenuhi kriteria inklusi. Namun, pada tahun 2021 kembali terjadi peningkatan dengan dua publikasi. Puncak perhatian terhadap isu ini terjadi pada tahun 2022, di mana sebanyak enam artikel ilmiah berhasil diidentifikasi dan memenuhi kriteria seleksi. Pada tahun 2023 dengan hanya dua artikel, dan stabil hingga tahun 2024 dan 2025 dengan masing-masing dua publikasi per tahun. Dalam kajian ini, terdapat keragaman desain penelitian yang digunakan oleh para peneliti untuk mengkaji peran Sumber Daya Manusia (SDM) K3 dalam implementasi Sistem Manajemen Keselamatan Pertambangan (SMKP). Keberagaman ini menunjukkan bahwa isu SDM dalam konteks keselamatan pertambangan tidak hanya dilihat dari satu pendekatan metodologis, tetapi dikaji melalui berbagai sudut pandang sesuai dengan tujuan dan konteks penelitian masing-masing.

Desain kuantitatif menjadi pendekatan yang dominan, baik dalam bentuk murni maupun gabungan. Sebanyak empat artikel menggunakan desain studi survei

kuantitatif, yang mengandalkan instrumen seperti kuesioner terstruktur untuk mengukur persepsi, kepatuhan, dan efektivitas program K3 di kalangan pekerja tambang. Selain itu, terdapat dua studi lain yang secara eksplisit menggunakan label studi kuantitatif, dan dua artikel lagi menggunakan desain studi cross-sectional kuantitatif, sehingga total terdapat delapan artikel yang mengandalkan data numerik dan analisis statistik dalam mendalami isu peran SDM K3. Di sisi lain, pendekatan kualitatif juga memainkan peran penting. Satu studi menyebut dirinya sebagai studi kualitatif secara eksplisit, dan satu lagi menggunakan pendekatan studi kasus kualitatif, yang berfokus pada konteks spesifik dalam suatu lokasi pertambangan. Selain itu, terdapat satu artikel yang mengadopsi pendekatan cross sectional kualitatif, menunjukkan bahwa desain potong lintang tidak hanya digunakan dalam pendekatan kuantitatif, tetapi juga dimanfaatkan untuk menggali data deskriptif dan naratif dari lapangan.

Selanjutnya, pendekatan mixed method juga digunakan dalam beberapa artikel. Satu artikel menggunakan desain mixed method secara umum, sementara satu lainnya secara spesifik menggunakan desain cross sectional mixed method. Pendekatan ini mencerminkan kebutuhan untuk menggabungkan kekuatan data kuantitatif dan kedalaman data kualitatif guna mendapatkan gambaran yang lebih utuh terkait faktor-faktor SDM dalam SMKP. Selain itu, terdapat satu artikel yang menggunakan desain studi eksperimental, yang relatif jarang digunakan dalam konteks K3 pertambangan karena keterbatasan etis dan logistik dalam melakukan intervensi langsung terhadap pekerja atau sistem di lingkungan berisiko tinggi. Namun, studi ini menjadi penting karena memberikan bukti kausal yang lebih kuat terkait efektivitas intervensi SDM tertentu terhadap indikator keselamatan. Secara keseluruhan, keragaman desain studi ini memperkaya pemahaman kita terhadap dinamika SDM dalam keselamatan pertambangan. Dominasi pendekatan kuantitatif menunjukkan kecenderungan untuk mengukur dan membandingkan variabel-variabel keselamatan secara statistik, sedangkan hadirnya pendekatan kualitatif dan mixed methods menandakan adanya kebutuhan untuk menggali makna, persepsi, dan praktik kontekstual yang tidak selalu bisa ditangkap oleh angka semata.

Dalam studi-studi yang dikaji, penggunaan instrumen penelitian menunjukkan variasi pendekatan dalam mengumpulkan data, tergantung pada tujuan, desain studi, dan konteks operasional penelitian. Secara umum, instrumen yang paling banyak digunakan adalah kuesioner, baik secara tunggal maupun dikombinasikan dengan metode lain. Sebanyak lima artikel menggunakan kuesioner sebagai alat utama untuk mengumpulkan data. Kuesioner ini biasanya berisi item-item terstruktur yang dirancang untuk mengukur persepsi, pengetahuan, sikap, serta perilaku pekerja atau manajemen terkait aspek keselamatan kerja dan peran SDM dalam sistem tersebut. Instrumen ini efektif digunakan dalam studi kuantitatif dan survei, di mana pengumpulan data dalam skala besar diperlukan. Satu artikel bahkan menggabungkan kuesioner dengan observasi, untuk memperkaya data dengan cara membandingkan antara tanggapan responden dan kondisi lapangan secara langsung. Observasi juga digunakan secara tersendiri dalam dua artikel, menandakan adanya upaya untuk melihat langsung implementasi kebijakan K3 atau perilaku kerja di lapangan. Observasi memberikan keuntungan dalam menangkap situasi nyata tanpa terlalu bergantung pada persepsi subjektif responden. Selain itu, satu studi memadukan observasi dengan wawancara, memperlihatkan pendekatan triangulasi data agar hasil penelitian lebih mendalam dan kredibel. Sementara itu, metode wawancara menjadi bagian dari kombinasi instrumen dalam dua artikel, digabungkan dengan dokumentasi. Wawancara memungkinkan peneliti menggali informasi yang lebih dalam, termasuk motivasi, hambatan, dan konteks sosial-budaya yang mempengaruhi implementasi SMK3. Dalam studi-studi kualitatif, wawancara sangat penting karena memberikan insight yang tidak dapat diperoleh hanya melalui instrumen tertutup. Metode dokumentasi sendiri muncul pada dua artikel sebagai satu-satunya sumber data, dan digunakan dalam empat artikel lainnya sebagai kombinasi dengan metode analitis, test, atau wawancara. Dokumentasi umumnya mencakup analisis terhadap kebijakan perusahaan, catatan kecelakaan, laporan audit, dan dokumen pelatihan SDM K3. Dengan instrumen ini, peneliti dapat mengevaluasi konsistensi antara regulasi tertulis dan pelaksanaannya di lapangan.

Tabel : Deskripsi Artikel

N o	Nama Penulis	Tahu n	Judul	Desain Studi	Instrumen Penelitian	Hasil Pembahasan
A. Perencanaan dan Pendekatan Preventif						
1	Du & Chen	2025	<i>Coal Mine Accident Risk Analysis with Large Language Models and Bayesian Networks</i>	Studi Kuantitatif	LLM model, Bayesian Network, data laporan kecelakaan	Tujuan: Menganalisis faktor risiko kecelakaan tambang batu bara menggunakan kombinasi Model Bahasa Besar (LLM) dan Jaringan Bayesian. Metode: Menganalisis lebih dari 700 laporan kecelakaan tambang batu bara untuk membangun jaringan sebab-akibat dari faktor risiko tersembunyi. Mengintegrasikan <i>association rule mining</i> dan analisis sensitivitas. Hasil: Pendekatan ini mampu mengidentifikasi faktor risiko kunci kecelakaan tambang dengan akurasi dan efisiensi tinggi (mengidentifikasi tujuh faktor risiko utama), memberikan metode proaktif baru untuk evaluasi risiko di industri berisiko tinggi ini.

2	Yuan et al.	2024	<i>Investment strategies for sustainable safe development of Chinese coal mine employees driven by digital intelligence</i>	Kuantitatif	Sistem pengawasan digital, pengukuran perubahan perilaku	Tujuan: Membandingkan efektivitas investasi pada perangkat digital versus modal manusia untuk pembangunan keselamatan berkelanjutan karyawan tambang batu bara Tiongkok. Metode: Mengadopsi kerangka kerja teoretis 'regulasi-situasi-perilaku' dan mendirikan model persamaan struktural melalui analisis empiris mendalam terhadap perusahaan. Hasil: Investasi pada manajemen pengawasan cerdas (digital intelligence) menghasilkan nilai utilitas total 4,292 kali lebih tinggi dibandingkan manajemen demonstrasi tim, utamanya karena dampak positif besar pada perilaku keselamatan aktif penambang melalui umpan balik instan dan pemantauan berkelanjutan.
3	Paul et al.	2025	<i>Estimation of risk perception of mine workers in underground metalliferous mines using multivariate structural equation modelling</i>	Studi Survei (Kuantitatif)	Kuesioner, Model Persamaan Struktural (MSEM)	Tujuan: Mengestimasi persepsi risiko pekerja tambang di tambang metaliferus bawah tanah menggunakan MSEM, menganalisis efek langsung dan tidak langsung dari berbagai faktor persepsi risiko.

						Metode: Kuesioner dengan skala Likert lima poin dirancang untuk mengukur variabel manifes dan laten, termasuk persepsi risiko tempat kerja sebagai parameter hasil akhir. Survei dilakukan pada dua kelompok pekerja: 'Non-Accident Group (NAG)' dan 'Accident Group (AG)'. Hasil: Pemahaman mendalam tentang faktor-faktor yang memengaruhi persepsi risiko pekerja sangat krusial untuk efektivitas sistem manajemen keselamatan; pekerja yang meremehkan risiko cenderung tidak patuh, sementara yang memiliki persepsi tinggi menunjukkan kepatuhan dan pelaporan yang lebih baik.
4	Gridina et al.	2022	<i>Hazard Mapping as a Fundamental Element of OSH Management Systems Currently Used in the Mining Sector</i>	Studi Kualitatif	Observasi visual, wawancara pekerja	Tujuan: Membahas pentingnya pemetaan bahaya sebagai elemen fundamental dalam sistem manajemen K3 di sektor pertambangan. Metode: Menjelaskan penggunaan visualisasi seperti <i>hazard maps</i>, diagram jalur evakuasi, dan zonasi tingkat risiko di tempat kerja. Hasil: Pemetaan bahaya membantu dalam

						identifikasi, visualisasi, dan manajemen risiko secara proaktif, sehingga memungkinkan alokasi sumber daya yang lebih efisien untuk mitigasi bahaya dan pencegahan kecelakaan. Integrasi elemen visual ini ke dalam perencanaan K3 terbukti mampu meningkatkan partisipasi dan kesadaran pekerja.
B. Organisasi, Personel, dan Kompetensi SDM						
1	Jiang et al.	2019	<i>Relevance proof of safety culture in coal mine industry</i>	Studi Survei (Kuantitatif)	Kuesioner (30 pertanyaan, mengukur budaya keselamatan, sistem manajemen keselamatan, pengetahuan, kesadaran, dan kebiasaan keselamatan)	Tujuan: Memverifikasi korelasi antara budaya keselamatan dengan sistem manajemen keselamatan, pengetahuan keselamatan, kesadaran keselamatan, dan kebiasaan keselamatan di industri tambang batu bara Tiongkok. Metode: Kuesioner berisi 30 pertanyaan (1-5 budaya keselamatan, 6-22 sistem manajemen keselamatan, 23-30 pengetahuan, kesadaran, kebiasaan keselamatan) didistribusikan kepada karyawan 27 perusahaan tambang batu bara. Hasil: Ditemukan korelasi kuat antara budaya keselamatan dengan elemen-elemen kunci lainnya, menegaskan bahwa

						budaya keselamatan yang positif esensial untuk keberhasilan SMKPT dan peningkatan kinerja keselamatan secara keseluruhan, terutama dalam konteks model perilaku keselamatan "2-4".
2	Bae et al.	2021	<i>Promoting the Quarry Workers' Hazard Identification Through Formal and Informal Safety Training</i>	Studi Kasus (Kualitatif)	Pelatihan berbasis simulasi vs konvensional	Tujuan: Menguji keterampilan identifikasi bahaya pekerja tambang galian (quarry workers) melalui studi kasus, berfokus pada peran pelatihan keselamatan. Metode: Wawancara semi-terstruktur dilakukan dengan delapan pekerja tambang galian. Data tambahan dikumpulkan melalui catatan lapangan, catatan pertemuan ahli keselamatan, dan foto lokasi. Hasil: Pelatihan keselamatan, baik formal maupun informal, secara signifikan meningkatkan kemampuan pekerja dalam mengidentifikasi bahaya, keterampilan krusial untuk partisipasi efektif dalam SMKPT.
3	Hoebbel et al.	2022	<i>Exploring Worker Experience as a Predictor of Routine and Non-routine Safety Performance Outcomes in the</i>	Studi Kuantitatif	Survei (mengukur kinerja keselamatan)	Tujuan: Mengeksplorasi pengalaman kerja sebagai prediktor kinerja keselamatan rutin dan non-rutin di industri pertambangan.

			Mining Industry		rutin dan kompetensi persepsian dalam pengetahuan , keterampilan , dan kemampuan non-rutin)	Metode: Dua survei (satu mengukur kinerja keselamatan rutin, satu mengukur kompetensi persepsian dalam KSA non-rutin untuk respons darurat) diberikan kepada dua sampel pekerja tambang (N=2.020 dan 696) selama periode 2 tahun. Delapan item demografi umum diuji asosiasinya. Hasil: Pekerja dengan pengalaman kerja lebih banyak cenderung memiliki kinerja keselamatan non-rutin yang lebih baik, terutama dalam menghadapi situasi tak terduga, menekankan pentingnya pengalaman dan pembelajaran berkelanjutan dalam SMK. P.
C. Implementasi dan Budaya Keselamatan						
1	Klik atau ketuk di sini untuk memasukkan teks.	2020	<i>The Implementation of Contractor Safety Management System to Prevent Work Accidents at Coal Mining Company</i>	Studi Cross-sectional (Kualitatif)	Observasi perilaku, wawancara, rekaman kecelakaan	Tujuan: Menganalisis implementasi Sistem Manajemen Keselamatan Kontraktor (CSMS) di sebuah perusahaan tambang batu bara di Indonesia. Metode: Studi <i>cross-sectional</i> dilakukan di perusahaan tambang batu bara di Kalimantan Selatan pada tahun 2017. Tahapan CSMS dan programnya diperoleh

						melalui observasi langsung menggunakan daftar periksa dan studi dokumen. Hasil: Tahapan CSMS (penilaian risiko, prakualifikasi, kualifikasi, pra-kerja, pemantauan, dan evaluasi) sangat penting untuk mencegah kecelakaan yang melibatkan kontraktor. Ditemukan bahwa penerapan program <i>Behaviour-Based Safety</i> (BBS) mampu menurunkan kecelakaan akibat <i>unsafe act</i> hingga 45% dalam setahun.
2	Li et al.	2019	<i>Impact of safety attitude on the safety behavior of coal miners in China</i>	Studi Survei (Kuantitatif)	Kuesioner sikap dan perilaku K3	Tujuan: Menganalisis dampak sikap keselamatan terhadap perilaku keselamatan penambang batu bara di Tiongkok. Metode: Menggunakan skala sikap keselamatan penambang dan skala perilaku keselamatan untuk menganalisis dampaknya dan menyelidiki korelasi antara empat dimensi sikap keselamatan dan dua jenis perilaku keselamatan. Hasil: Sikap keselamatan yang positif memiliki efek positif dan signifikan terhadap perilaku keselamatan (aktif maupun pasif), menegaskan bahwa

						membentuk sikap proaktif terhadap keselamatan sangat penting untuk mengurangi perilaku tidak aman di lingkungan kerja yang berisiko tinggi.
3	Molek-Winiarska & Kawka	2021	<i>Reducing Work-Related Stress Through Soft-Skills Training Intervention in the Mining Industry</i>	Studi Eksperimental	Kuesioner (<i>Job Demands-Resources model</i>)	Tujuan: Memverifikasi apakah intervensi pelatihan <i>soft-skills</i> efektif dalam mengurangi stres terkait pekerjaan di kalangan penambang. Metode: 96 karyawan sukarelawan dibagi menjadi kelompok intervensi (n=48) dan kelompok perbandingan (n=48). Pelatihan disesuaikan selama 16 jam mencakup komunikasi, pembangunan tim, dan manajemen diri. Hasil: Pelatihan <i>soft-skills</i> secara signifikan membantu mengurangi tingkat stres terkait pekerjaan di kalangan penambang, menunjukkan bahwa keterampilan lunak berfungsi sebagai sumber daya untuk mengatasi tuntutan lingkungan kerja yang tinggi.
4	Di et al.	2022	<i>Defining the Primary Work Stress Factors of Chinese Coal Miners – A Mixed-Methods Study</i>	Studi Mixed Method	Kuesioner lingkungan kerja, observasi	Tujuan: Mengidentifikasi faktor-faktor utama penyebab stres kerja pada penambang batu bara Tiongkok.

					performa	Metode: Menggunakan pendekatan metode campuran (wawancara mendalam dan kuesioner) untuk mengumpulkan data tentang faktor stres kerja. Hasil: Stres kerja memiliki dampak negatif signifikan terhadap perilaku keselamatan penambang dan kesehatan fisik mereka, menggarisbawahi pentingnya manajemen stres sebagai bagian integral dari strategi K3 untuk mencegah kesalahan manusia di lingkungan kerja yang menuntut.
D. Pemantauan, Evaluasi, dan Intervensi Proaktif						
1	Hall et al.	2023	<i>Submission of mandatory respiratory health examinations among US coal miners participating in the Coal Workers' Health Surveillance Program</i>	Studi Cross-Sectional	Data dari Program Pengawasan Kesehatan Pekerja Batubara (CWHSP) NIOSH (radiografi dada dan spirometri)	Tujuan: Mendeskripsikan kepatuhan penambang batu bara AS terhadap persyaratan pemeriksaan kesehatan pernapasan wajib yang diamanatkan oleh program CWHSP. Metode: Menganalisis data dari 115.093 penambang unik yang berpartisipasi dalam CWHSP antara 30 Juni 1971 hingga 15 Maret 2022, dengan fokus pada penambang baru setelah regulasi 2014. Hasil: Mengidentifikasi tingkat partisipasi

						dan kepatuhan terhadap pemeriksaan radiografi dan spirometri wajib, menunjukkan pentingnya program pengawasan kesehatan untuk deteksi dini penyakit paru-paru seperti pneumokoniosis dan COPD pada penambang, serta memberikan data untuk perbaikan program.
2	H. Wang et al.	2023	<i>Development and Internal Validation of Risk Assessment Models for Chronic Obstructive Pulmonary Disease in Coal Workers</i>	Studi Cross-Sectional (Kuantitatif)	Data kesehatan dari penambang batu bara (fokus pada data rekam medis, durasi paparan debu, kondisi ventilasi, riwayat merokok)	Tujuan: Mengembangkan dan memvalidasi model penilaian risiko untuk Penyakit Paru Obstruktif Kronis (PPOK) pada pekerja tambang batu bara. Metode: Mengembangkan model prediksi risiko PPOK menggunakan data lapangan seperti durasi paparan debu, kondisi ventilasi, dan riwayat merokok. Hasil: Berhasil mengembangkan model prediksi risiko COPD yang dapat digunakan sebagai alat penting untuk skrining dan pencegahan dini PPOK di kalangan pekerja tambang, berkontribusi pada manajemen kesehatan komprehensif dalam SMKP.
3	Y. Wang et al.	2022	<i>Evaluation of Occupational Health and Safety Management</i>	Studi Survei (Kuantitatif)	Analisis data laporan	Tujuan: Mengevaluasi manajemen K3 perusahaan-perusahaan energi terdaftar di

			<i>of Listed Companies in China's Energy Industry Based on the Combined Weight-Cloud Model: From the Perspective of FPE Information Disclosure</i>		keuangan publik dan model Combined Weight-Cloud	Tiongkok berdasarkan pengungkapan informasi K3 mereka. Metode: Menggunakan model <i>Combined Weight-Cloud</i> untuk menganalisis data laporan keuangan publik terkait pengungkapan informasi K3. Hasil: Transparansi informasi K3 dapat mendorong peningkatan manajemen K3 dan akuntabilitas perusahaan, memotivasi kepatuhan standar keselamatan yang lebih tinggi. Mengevaluasi manajemen K3 perusahaan-perusahaan energi terdaftar di Tiongkok berdasarkan pengungkapan informasi K3 mereka. Metode: Menggunakan model Combined Weight-Cloud untuk menganalisis data laporan keuangan publik terkait pengungkapan informasi K3. Hasil: Transparansi informasi K3 dapat mendorong peningkatan manajemen K3 dan akuntabilitas perusahaan, memotivasi kepatuhan standar keselamatan yang lebih tinggi.
4	Aram et al.	2021	<i>Occupational health and safety</i>	Studi Cross-	Wawancara	Tujuan: Memprediksi probabilitas

			<i>in mining: Predictive probabilities of Personal Protective Equipment (PPE) use among artisanal goldminers in Ghana</i>	sectional (Kuantitatif)	semi-struktural, observasi	penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) di kalangan penambang emas artisanal di Ghana dan hubungannya dengan kesehatan dan keselamatan kerja. Metode: Kuesioner/survei dilakukan untuk mengumpulkan data tentang penggunaan APD dan masalah kesehatan/keselamatan. Hasil: Rendahnya kepatuhan terhadap penggunaan APD berkorelasi langsung dengan tingginya prevalensi masalah kesehatan dan keselamatan kerja, termasuk cedera muskuloskeletal dan paparan merkuri. Penggunaan faktual APD hanya berkisar 22–25%, sering dipicu oleh faktor akses dan kenyamanan.
E. Tantangan dalam Tambang Skala Kecil (ASM)						
1	Singo et al.	2022	<i>Occupational Hazards in Artisanal Gold Mining in Zimbabwe</i>	Studi Cross-Sectional (Mixed Method)	Formulir HIRA, wawancara	Tujuan: Menganalisis prevalensi kecelakaan, cedera, dan praktik keselamatan di kalangan penambang emas artisanal dan skala kecil (ASM) di Zimbabwe. Metode: Melakukan survei terhadap 401 penambang emas artisanal di Zimbabwe

						menggunakan metode campuran termasuk HIRA. Hasil: Ditemukan prevalensi tinggi terhadap paparan debu silika, kebisingan, dan runtuhnya lubang tambang, dengan lebih dari 35% penambang mengalami kecelakaan dan 25,7% mengalami cedera. Menyoroti lemahnya pemahaman terhadap kontrol risiko dasar (hierarki pengendalian bahaya) serta minimnya pelatihan dan kesadaran.
2	Aram et al.	2021	<i>Occupational health and safety in mining: Predictive probabilities of Personal Protective Equipment (PPE) use among artisanal goldminers in Ghana</i>	Studi Cross-sectional (Kuantitatif)	Wawancara semi-struktural, observasi	Tujuan: Memprediksi probabilitas penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) di kalangan penambang emas artisanal di Ghana dan hubungannya dengan kesehatan dan keselamatan kerja. Metode: Kuesioner/survei dilakukan untuk mengumpulkan data tentang penggunaan APD dan masalah kesehatan/keselamatan. Hasil: Rendahnya kepatuhan terhadap penggunaan APD berkorelasi langsung dengan tingginya prevalensi masalah kesehatan dan keselamatan kerja, termasuk cedera muskuloskeletal dan paparan

						merkuri. Penggunaan faktual APD hanya berkisar 22-25%, sering dipicu oleh faktor akses dan kenyamanan.
--	--	--	--	--	--	--

Pembahasan

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan pondasi utama dalam menciptakan lingkungan kerja yang tidak hanya aman, tetapi juga mendukung keberlangsungan usaha serta kesejahteraan tenaga kerja. Dalam skala global, berbagai lembaga seperti *International Labour Organization* (ILO) dan *World Health Organization* (WHO) menempatkan K3 sebagai prioritas dalam membangun sistem kerja yang sehat, produktif, dan manusiawi. Melalui konvensi dan rekomendasi internasional, seperti ILO Convention C155 dan ILO-OSH 2001, pendekatan preventif dan promotif menjadi standar dalam mencegah kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja. Pendekatan ini menekankan pentingnya mengelola risiko sebelum risiko itu berkembang menjadi insiden yang merugikan. Di Indonesia, semangat tersebut diterjemahkan ke dalam kebijakan nasional melalui PP No. 50 Tahun 2012 dan secara lebih spesifik pada sektor pertambangan melalui Permen ESDM No. 26 Tahun 2018. Regulasi ini tidak hanya menetapkan kewajiban formal, tetapi juga mendorong perusahaan tambang untuk menginternalisasi nilai-nilai K3 sebagai bagian dari strategi manajemen risiko dan keberlanjutan operasional mereka.

Dalam konteks industri pertambangan yang sarat risiko baik dari segi keselamatan fisik akibat kondisi kerja yang ekstrem maupun dari sisi kesehatan akibat paparan jangka panjang terhadap debu, getaran, dan zat berbahaya penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Pertambangan (SMKP) menjadi keniscayaan. SMKP, yang berakar dari standar internasional seperti ISO 45001, bertujuan menciptakan sistem kerja yang terstruktur, terukur, dan responsif terhadap perubahan risiko di lapangan. SMKP tidak hanya menitikberatkan pada aspek dokumentasi atau formalitas administratif, tetapi lebih dari itu, mengedepankan prinsip continuous improvement melalui siklus PDCA (*Plan Do Check Act*). Dengan demikian, SMKP menjadi tulang punggung dalam menciptakan budaya keselamatan yang berkelanjutan.

Organisasi dan personel menjadi elemen kunci yang menentukan keberhasilan implementasi sistem secara menyeluruh. Elemen ini menekankan

pentingnya struktur organisasi yang jelas, penempatan personel yang tepat, dan pengembangan kompetensi SDM K3 agar mampu menjawab tantangan kompleks di lingkungan tambang. SDM yang tidak hanya cukup secara jumlah, tetapi juga andal secara kompetensi teknis, legal, dan manajerial, merupakan aset strategis dalam menggerakkan sistem keselamatan dari tataran kebijakan menjadi praktik nyata di lapangan. Oleh karena itu, pembahasan selanjutnya akan difokuskan pada bagaimana dimensi kelengkapan dan kompetensi SDM K3 berperan secara nyata dalam meningkatkan efektivitas SMKP di sektor pertambangan.

Penutup

Kesimpulan

Beberapa temuan kunci dari tinjauan ini meliputi:

1. Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan (SMK3): Implementasi sistematis seperti Contractor Safety Management System (CSMS) terbukti secara signifikan mengurangi tingkat kecelakaan, menunjukkan pentingnya kerangka kerja terstruktur.
2. Integrasi Teknologi dalam Manajemen K3: Adopsi teknologi modern seperti big data dan kecerdasan digital menunjukkan evolusi SMKP menuju sistem yang lebih prediktif dan real-time dalam mengelola risiko dan mempromosikan perilaku aman.
3. Evaluasi Manajemen K3 dan Kinerja Keuangan: Evaluasi menyeluruh terhadap manajemen K3 di perusahaan energi menunjukkan bahwa tingkat manajemen K3 yang baik berkorelasi positif dengan skala dan kinerja keuangan perusahaan, menegaskan manfaat strategis dari investasi K3.
4. Kesenjangan Kualitas dan Kuantitas SDM K3: Kesenjangan kompetensi dan kuantitas SDM K3 seringkali ditemukan, yang berdampak pada kurang optimalnya pengawasan, pelatihan, dan penanaman budaya keselamatan
5. Peran SDM K3 dalam Implementasi SMKP: SDM K3 merupakan aktor

utama dalam mengidentifikasi bahaya, menilai risiko, menerapkan kontrol, melakukan pelatihan, serta memantau dan mengevaluasi kinerja K3.

Saran

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan yang dilakukan berdasarkan metode Peningkatan kualitas SDM K3 dan Penerapan dan Peningkatan Efektifitas SMK3 di tempat kerja sebagai membangun kesadaran atas kesehatan dan keselamatan di area kerja. Supaya memperoleh hasil yang lebih baik maka ada beberapa saran yang diberikan guna untuk melengkapi atau melanjutkan penelitian sejenis, yaitu:

1. Perlu adanya audit, evaluasi, pembaruan dalam meninjau SMKP agar dapat mengetahui faktor penentu keberhasilan integrasi dan tantangan di lapangan.
2. Perlunya memperhatikan kelengkapan kualitas dan kuantitas SDM K3 agar dapat tercipta lingkungan kerja yang lebih aman.
3. Perusahaan pertambangan dan lembaga pendidikan/pelatihan K3 perlu menyusun program pelatihan dan pengembangan kompetensi SDM K3 yang lebih terarah dan relevan dengan kebutuhan spesifik industri pertambangan. Ini mencakup pelatihan yang berfokus pada identifikasi bahaya, manajemen risiko, penggunaan teknologi K3 modern, serta pengembangan keterampilan non-teknis seperti kepemimpinan dan komunikasi keselamatan.
4. Pemanfaatan Teknologi untuk mendukung manajemen K3, dengan mendorong perusahaan untuk mengadopsi dan memanfaatkan teknologi ini secara optimal.

Daftar Pustaka

- Amalina, N. N., & Larasati, H. E. (2020). The Implementation of Contractor Safety Management System to Prevent Work Accidents at Coal Mining Company. *Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, 9(3), 338-348. <https://doi.org/10.20473/ijosh.v9i3.2020.338-348>
- Anwar, M., Salasa, H., Suryo Sumitro, E., Alfianto, A., Anam, K., Pramono, A. Y., & Adaro, P. T. (2024). *Penilaian Kinerja Keselamatan Pertambangan di PT Putra*



- Perkasa Abadi: Dampak Implementasi Sistem Manajemen Keselamatan Pertambangan (SMKP) terhadap Kesehatan dan Keselamatan Kerja.
- Aram, S. A., Saalidong, B. M., Appiah, A., & Utip, I. B. (2021). Occupational health and safety in mining: Predictive probabilities of Personal Protective Equipment (PPE) use among artisanal goldminers in Ghana. *PLoS ONE*, 16(9 September). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257772>
- Bae, H., Simmons, D. R., & Polmear, M. (2021). Promoting the Quarry Workers' Hazard Identification Through Formal and Informal Safety Training. *Safety and Health at Work*, 12(3), 317–323. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2021.02.003>
- Chan, S. C. H., & Mak, W. M. (2012). High performance human resource practices and organizational performance: The mediating role of occupational safety and health. *Journal of Chinese Human Resources Management*, 3(2), 136–150. <https://doi.org/10.1108/20408001211279238>
- Cruz-Ausejo, L., Cama-Ttito, N. A., Solano, P. F., Copez-Lonzoy, A., & Vera-Ponce, V. J. (2024). Occupational accidents in mining workers: scoping review of studies published in the last 13 years. *BMJ Open*, 14(10). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-080572>
- Deming. (1986). *PDSA Cycle*. <https://deming.org/explore/pdsa/>
- Di, H., Ali, S., & Lu, Y. (2022). Defining the Primary Work Stress Factors of Chinese Coal Miners – A Mixed-Methods Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(21). <https://doi.org/10.3390/ijerph192114593>
- Dimov Ivanov, I., & Corvalan, C. (2018). *Preventing disease through a healthier and safer workplace*. <https://www.researchgate.net/publication/326146236>
- Direktur Jenderal Mineral dan Batubara. (2022). KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL REPUBLIK INDONESIA.
- Du, G., & Chen, A. (2025). Coal Mine Accident Risk Analysis with Large Language Models and Bayesian Networks. *Sustainability (Switzerland)*, 17(5). <https://doi.org/10.3390/su17051896>
- ESDM. (2023). MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL REPUBLIK INDONESIA.
- Firescu, V., & Filip, D. (2025). Human Factors and Ergonomics in Sustainable Manufacturing Systems: A Pathway to Enhanced Performance and Wellbeing. *Machines*, 13(7), 595. <https://doi.org/10.3390/machines13070595>
- Gridina, E., Kovshov, S., & Borovikov, D. (2022). HAZARD MAPPING AS A FUNDAMENTAL ELEMENT OF OSH MANAGEMENT SYSTEMS CURRENTLY USED IN THE MINING SECTOR. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 1, 107–115. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2022-1/107>
- Hall, N. B., Reynolds, L., Blackley, D. J., & Laney, A. S. (2023). Submission of mandatory respiratory health examinations among US coal miners participating in the Coal Workers' Health Surveillance Program. *Occupational and Environmental Medicine*, 80(6), 327–332. <https://doi.org/10.1136/oemed-2022-108644>
- Hoebbel, C. L., Haas, E. J., & Ryan, M. E. (2022). Exploring Worker Experience as a Predictor of Routine and Non-routine Safety Performance Outcomes in the

- Mining Industry. *Mining, Metallurgy and Exploration*, 39(2), 485–494.
<https://doi.org/10.1007/s42461-021-00536-2>
- ICMM. (2024). *Occupational health in mining and metals sector*.
- ILO. (1981). *C155-Occupational Safety and Health Convention, 1981 (No. 155) Preamble*.
- ILO. (2006). *C187-Promotional Framework for Occupational Safety and Health Convention, 2006 (No. 187) Preamble*.
- ILO. (2023). *The Fundamental Conventions on Occupational Safety and Health : an overview of the Occupational Safety and Health Convention, 1981 (No. 155) and the Promotional Framework for Occupational Safety and Health Convention, 2006 (No. 187)*. ILO.
- ILO C176. (1995). *Search User guide NORMLEX Information System on International Labour Standards*.
- ILO-OSH. (2001). *Guidelines on occupational safety Guidelines on occupational safety and health management systems and health management systems*.
- ISO 45001. (2018).
- Jiang, W., Liang, C., & Han, W. (2019a). Relevance proof of safety culture in coal mine industry. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph16050835>
- Jiang, W., Liang, C., & Han, W. (2019b). Relevance proof of safety culture in coal mine industry. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph16050835>
- Kemenker. (2022). *Profil Keselamatan dan Kesehatan Kerja Nasional Indonesia Tahun 2022*.
- Lenné, M. G., Salmon, P. M., Liu, C. C., & Trotter, M. (2012). A systems approach to accident causation in mining: An application of the HFACS method. *Accident Analysis and Prevention*, 48, 111–117. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.05.026>
- Li, Y., Wu, X., Luo, X., Gao, J., & Yin, W. (2019a). Impact of safety attitude on the safety behavior of coal miners in China. *Sustainability (Switzerland)*, 11(22). <https://doi.org/10.3390/su11226382>
- Li, Y., Wu, X., Luo, X., Gao, J., & Yin, W. (2019b). Impact of safety attitude on the safety behavior of coal miners in China. *Sustainability (Switzerland)*, 11(22). <https://doi.org/10.3390/su11226382>
- Ma, M., Tam, V. W. Y., Huang, Z., Sing, M. C. P., & Shen, L. (2019). Evaluation of workplace safety performance in the Chinese petroleum industry. *Organization, Technology and Management in Construction*, 11(1), 1904–1910. <https://doi.org/10.2478/otmcj-2018-0013>
- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). (2018). *Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K 30 MEM 2018*.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., Antes, G., Atkins, D., Barbour, V., Barrowman, N., Berlin, J. A., Clark, J., Clarke, M., Cook, D., D'Amico, R., Deeks, J. J., Devereaux, P. J., Dickersin, K., Egger, M., Ernst, E., Gøtzsche, P. C., ... Tugwell, P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. In *PLoS Medicine* (Vol. 6, Issue 7). Public Library of Science. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

- Molek-Winiarska, D., & Kawka, T. (2024). Reducing Work-Related Stress Through Soft-Skills Training Intervention in the Mining Industry. *Human Factors*, 66(5), 1633–1649. <https://doi.org/10.1177/00187208221139020>
- Mori, T., Nagata, T., Odagami, K., Nagata, M., Purwito Adi, N., & Mori, K. (2024). A prospective cohort study of perceived organizational support and occupational accidents and near-miss events among Japanese workers. *Journal of Safety Research*, 89, 19–25. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2024.01.002>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. In *The BMJ* (Vol. 372). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Patterson, J. M., & Shappell, S. A. (2010). Operator error and system deficiencies: Analysis of 508 mining incidents and accidents from Queensland, Australia using HFACS. *Accident Analysis and Prevention*, 42(4), 1379–1385. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.02.018>
- Paul, P. S., Sarkar, F., Vikram, S., & Fissha, Y. (2025). Estimation of risk perception of mine workers in underground metalliferous mines using multivariate structural equation modelling. *Scientific Reports*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-99086-6>
- PERATURAN PEMERINTAH. (2012). *PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA*.
- Pérez, J., Díaz, J., Garcia-Martin, J., & Tabuenca, B. (2020). Systematic literature reviews in software engineering – enhancement of the study selection process using Cohen’s Kappa statistic. *Journal of Systems and Software*, 168, 110657. <https://doi.org/10.1016/J.JSS.2020.110657>
- PERMEN ESDM. (2018). *Peraturan ESDM 26 2018*.
- Sammarco, J. J., Pollard, J. P., Porter, W. L., Dempsey, P. G., & Moore, C. T. (2012). The effect of cap lamp lighting on postural control and stability. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 42(4), 377–383. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2012.04.001>
- Singo, J., Isunju, J. B., Moyo, D., Bose-O'Reilly, S., Steckling-Muschack, N., & Mamuse, A. (2022). Accidents, Injuries, and Safety among Artisanal and Small-Scale Gold Miners in Zimbabwe. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(14). <https://doi.org/10.3390/ijerph19148663>
- Swami, P. C., Raval, R., Kaur, M., & Kaur, J. (2016). Accidental intraoral injection of formalin during extraction: Case report. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 54(3), 351–352. <https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2015.09.016>
- Usukhbayar, R., & Choi, J. (2020). Critical safety factors influencing on the safety performance of construction projects in Mongolia. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 19(6), 600–612. <https://doi.org/10.1080/13467581.2020.1770095>
- Verma, S., & Chaudhari, S. (2017). Safety of Workers in Indian Mines: Study, Analysis, and Prediction. *Safety and Health at Work*, 8(3), 267–275. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2017.01.001>

- Wang, H., Meng, R., Wang, X., Si, Z., Zhao, Z., Lu, H., Wang, H., Hu, J., Zheng, Y., Chen, J., Zheng, Z., Chen, Y., Yang, Y., Li, X., Xue, L., Sun, J., & Wu, J. (2023). Development and Internal Validation of Risk Assessment Models for Chronic Obstructive Pulmonary Disease in Coal Workers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4). <https://doi.org/10.3390/ijerph20043655>
- Wang, Y., Chen, H., Long, R., Jiang, S., & Liu, B. (2022). Evaluation of Occupational Health and Safety Management of Listed Companies in China's Energy Industry Based on the Combined Weight-Cloud Model: From the Perspective of FPE Information Disclosure. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(14). <https://doi.org/10.3390/ijerph19148313>
- WHO. (2010). *Healthy workplaces : a model for action : for employers, workers, policy-makers and practitioners*. WHO.
- WHO. (2010). *WHO Healthy Workplace Framework and Model: Background and Supporting Literature and Practices*.
- WHO. (2011). *Health in the green economy : health co-benefits of climate change mitigation : housing sector*. WHO.
- Wu, X., Li, H., Wang, B., & Zhu, M. (2022). Review on Improvements to the Safety Level of Coal Mines by Applying Intelligent Coal Mining. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 14, Issue 24). MDPI. <https://doi.org/10.3390/su142416400>
- Yin, Y., Li, C., Ye, Q., Wei, C., & Li, M. (2025). Evaluating regulatory influences on coal mine accidents in China using a fuzzy multi-criteria decision-making approach. *Scientific Reports*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-83116-w>
- Yu, K., Zhou, L., Cao, Q., & Li, Z. (2019). Evolutionary game research on symmetry of workers' behavior in coal mine enterprises. *Symmetry*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/sym11020156>
- Yuan, Y., Cheng, G., Peng, W., Yang, X., & Du, Y. (2024). Investment strategies for sustainable safe development of Chinese coal mine employees driven by digital intelligence. *Frontiers in Public Health*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1464930>
- Soekanto, Soerjono. *Penelitian Hukum Normatif: Suatu Tinjauan Singkat*, cet. 9. Jakarta: Rajawali Press, 2006.
- Sujatmoko, Andrey. "Pengadilan Campuran ("Hybrid Tribunal") sebagai Forum Penyelesaian atas Kejahatan Internasional", *Jurnal Hukum Humaniter* Volume 3, Nomor 5, 2007,