

## KAJIAN LITERATUR SISTEMATIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI BUDAYA KESELAMATAN DI INDUSTRI PERTAMBANGAN

Hadiyan<sup>1</sup>, Dadan Erwandi<sup>2</sup>

Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia<sup>1,2</sup>  
hadiyan12@ui.ac.id<sup>1</sup>, dadan@ui.ac.id<sup>2</sup>

### ABSTRACT

*Enhancing safety culture is one of the best recommendations in efforts to reduce workplace accidents, including in the mining industry. However, a overview of the scientific literature on the factors influencing the safety culture of the mining industry in Indonesia is still limited. The purpose of this literature review is to determine the factors that influence safety culture within the mining industry. In a systematic literature review (SLR) study using the Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses (PRISMA) review method, 30 articles related to safety culture in the mining industry have been identified from several countries such as South Africa, the United States, Brazil, China, Ghana, India, Kenya, Russia, Sweden, Taiwan and Turkey. This qualitative study uses three main search sources, such as Science Direct, Scopus, and Web of Science. Three main topics have been developed, namely behavioral, psychological, and situational factors, and resulted in 17 sub-themes. In the literature it is found that behavioral factors are the most dominant factor in building a positive safety culture (47%), observed through situational factors (29%), and psychological factors (24%). Likewise, management commitment is the biggest contributor in building a safety culture in the mining industry. In conclusion, it's miles was hoping that the consequences of this systematic literature evaluation can increase recognition in imparting a higher knowledge of safety way of life to reduce mining accidents inside the future.*

**Keywords** : Accident, Mining, Psychosocial, Safety Culture

### ABSTRAK

Peningkatan budaya keselamatan merupakan salah satu rekomendasi terbaik dalam upaya mengurangi kecelakaan di tempat kerja, termasuk pada industri pertambangan. Namun, kajian literatur ilmiah tentang faktor-faktor yang memengaruhi budaya keselamatan industri pertambangan di Indonesia masih terbatas. Tujuan dari kajian literatur ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi budaya keselamatan di industri pertambangan. Pada studi tinjauan pustaka yang sistematis atau *systematic literature review* (SLR) dengan menerapkan metode tinjauan *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses* (PRISMA) telah diidentifikasi sebanyak 30 artikel terkait budaya keselamatan di industri pertambangan dari beberapa negara seperti Afrika Selatan, Amerika Serikat, Brasil, Cina, Ghana, India, Kenya, Rusia, Swedia, Taiwan, dan Turki. Kajian kualitatif ini menggunakan tiga sumber pencarian utama, seperti *Science Direct*, *Scopus*, dan *Web of Science*. Tiga topik utama telah dikembangkan, yaitu faktor perilaku, psikologis, dan situasional, serta menghasilkan 17 subtema. Dalam literatur ditemukan bahwa faktor perilaku merupakan faktor paling dominan dalam membangun budaya keselamatan yang positif (47%), diikuti oleh faktor situasional (29%), dan faktor psikologis (24%). Demikian pula, komitmen manajemen merupakan kontributor terbesar dalam membangun budaya keselamatan di industri pertambangan. Kesimpulannya, dari hasil kajian literatur sistematis ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran dalam memberikan pemahaman yang lebih baik terkait budaya keselamatan untuk mengurangi kecelakaan pertambangan dimasa yang akan datang.

**Kata Kunci** : Budaya Keselamatan, Kecelakaan, Pertambangan, Psikososial

### PENDAHULUAN

Keselamatan dan kesehatan kerja dikatakan sebagai bidang multidisiplin

yang berkaitan dengan keselamatan, kesehatan, dan kesejahteraan setiap orang di tempat kerja. Sebagaimana didefinisikan oleh *World Health Organization* (WHO),

"kesehatan kerja berkaitan dengan semua aspek kesehatan dan keselamatan di tempat kerja dan memiliki fokus yang kuat pada pencegahan bahaya primer". Namun, setiap industri memiliki persoalan kecelakaan kerja yang cukup besar di bidangnya masing-masing. Berdasarkan statistik Organisasi Perburuhan Internasional (ILO), diperkirakan 2,3 juta pekerja yang meninggal setiap tahunnya sebagai dampak dari kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja, sementara jutaan pekerja menderita cedera serta penyakit non-fatal (Takala, et al., 2014; WHO/ ILO, 2021). Permasalahan K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) sebagai sesuatu yang krusial dan penting untuk diperhatikan. Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Kesehatan Republik Indonesia melalui Permenaker No. 5/ 2018 mengeluarkan upaya peningkatan penanganan dilema K3 secara regulatif yang terkait pada kegiatan upaya menjamin serta melindungi keselamatan dan kesehatan para pekerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja serta penyakit akibat kerja. Upaya ini dilakukan dengan tujuan untuk peningkatan serta pemeliharaan yang setingginya bagi pekerja pada seluruh level jabatan, pencegahan tidak sesuai kondisi kesehatan yang disebabkan oleh kondisi karyawan, proteksi karyawan dari risiko akibat faktor yang merugikan kesehatan, penempatan, serta pemeliharaan karyawan pada suatu lingkungan kerja yang mengadaptasi antara karyawan dengan manusia dan manusia dengan jabatannya (Direktorat P2PTM, 2021).

Industri pertambangan menjadi salah satu industri yang dikenal paling berisiko di dunia (Jiang et al., 2020; Zhang et al., 2020) dan memiliki potensi yang tinggi untuk terjadinya kecelakaan atau bencana. Negara lain yang juga melaporkan terkait kecelakaan pertambangan adalah negara bagian Amerika Serikat (Duzgun dan Leveson, 2018), Brazil (Cordeiro et al., 2019; Lyra, 2019), India (Prasad et al., 2015; Aliabadi et al., 2018, 2019), dan Spanyol (Gil-jimenez et al., 2017;

Sanmiquel-pera & Baskompta, 2019). Adapun penyebab utama kecelakaan pertambangan yang dilaporkan oleh penelitian sebelumnya: (1) Kesalahan individu (Geng dan Saleh et al., 2015; Li et al., 2019; Tong et al., 2019; Xiang et al., 2019), (2) Perilaku tidak aman (Bonsu et al., 2017; Jiang et al., 2017), (3) Tindakan tidak aman (Sanmiquel et al., 2015; Bonsu et al., 2017), (4) Kurangnya pelatihan terkait keselamatan (Bonsu et al., 2017; Xiang et al., 2019), (5) Kurangnya pendidikan terkait keselamatan (Qiao et al., 2018; Li et al., 2019; Sanmiquel-pera & Bascompta, 2019), (6) Pekerja tidak memiliki pengalaman bekerja (Sanmiquel et al., 2015; Bonsu et al., 2017; Qiao et al., 2018), (7) Kurangnya kepengawasan (Liu et al., 2015; Pons, 2016; Wang et al., 2016), (8) Pengaruh faktor organisasi (Dash et al., 2016; Pons, 2016; Aliabadi et al., 2018; Lyra, 2019), (9) Kegagalan mekanikal (Shao, 2019; Wang & Zhang., 2019; Xiang et al., 2019), (10) Faktor geologis (Düzgün dan Leveson, 2018; Wang dan Zhang, 2019), (11) Lingkungan tempat kerja yang buruk (Bonsu et al., 2017; Düzgün dan Leveson, 2018), (12) Kurangnya budaya keselamatan (Geng dan Saleh, 2015; Düzgün dan Leveson, 2018), (13) Kesadaran keselamatan (Wang et al., 2018; Aliabadi et al., 2019; Li et al., 2019), (14) Laporan terkait keselamatan yang tidak baik (Geng dan Saleh, 2015; Spada dan Burgherr, 2016; Düzgün dan Leveson, 2018), (15) Peraturan yang lemah (Geng dan Saleh, 2015; Liu et al., 2015; Bonsu et al., 2016; Düzgün dan Leveson, 2018; Wang et al., 2018; Qiao et al., 2019; Sanmiquel-pera & Bascompta, 2019), dan (16) Pengelolaan keselamatan yang kurang baik (Li et al., 2019; Xiang et al., 2019).

Terdapat empat fase utama dalam penelitian keselamatan di industri pertambangan (Bloch, 2012). Fase pertama ialah rekayasa teknik dan fase kedua berfokus pada kebijakan, prosedur, serta peraturan keselamatan di pertambangan. Kedua fase ini menyepakati bahwa 95% kecelakaan dan insiden pada kegiatan

pertambangan adalah dikarenakan faktor manusia (Bloch, 2012). Pencegahan kecelakaan konvensional yang berfokus kepada rekayasa teknik dan kesalahan manusia telah bergeser ke budaya keselamatan berbasis perilaku atau disebut perilaku budaya keselamatan serta transformasi masalah keselamatan dalam mengurangi kecelakaan pertambangan pada bagian berikutnya. Karena itu, fase ketiga menjadi lebih dikenal sebagai *Behaviour Based Safety* (BBS), yang dengan kuat terfokus pada perilaku manusia sebagai sesuatu hal yang dapat mengubah keselamatan menjadi lebih baik. Dalam tahapan ini, konsep awal budaya keselamatan juga mendapat perhatian dari berbagai industri di seluruh dunia sebagai solusi memperkecil potensi terjadinya bencana dan kecelakaan skala besar (Cooper, 2000).

Fase keempat dikenal sebagai *Culture Based Behavioural Safety*, yang merupakan kombinasi dari perilaku budaya keselamatan dan transformasi dari permasalahan terkait dengan keselamatan. Inti dari fase ini adalah bukan hanya membentuk perubahan budaya perusahaan tambang, meningkatkan angka keselamatan serta produksi, dan juga membentuk lingkungan kerja yang aman, tetapi juga menggunakan budaya dari pekerja sebagai sarana untuk menggunakan hati dan pikiran mereka agar menciptakan produksi yang aman. Hubungan yang kuat dibentuk melalui keterikatan pada seluruh level tingkat jabatan, setiap pekerja terfokus untuk memberikan hal yang terbaik sesuai kebutuhan dari perusahaan dan ini menjadi satu kesatuan yang utuh (Bloch, 2012). Saat ini, sebagian besar kecelakaan pada industri pertambangan dilaporkan karena buruknya budaya keselamatan (Jiang et al., 2020; Zhang et al., 2020). Banyak peneliti sudah mengubah upaya pencegahan kecelakaan yang konvensional menuju upaya mempromosikan sebuah budaya keselamatan yang sehat pada organisasi (Jiang et al., 2019; Loow et al., 2019; Stemn et al., 2020). Budaya keselamatan diakui sebagai

langkah, cara, atau strategi baru untuk mengurangi kecelakaan dengan skala besar pada industri. Hal ini berfokus melalui identifikasi akar penyebab kecelakaan serta upaya pencegahan untuk menghindari terjadinya kecelakaan (Porkka et al., 2016; Abdelhamid dan Everett, 2000; Jiang et al., 2020). Selain itu, mengelola dimensi perilaku budaya keselamatan antara pekerja tambang merupakan suatu hal penting karena merupakan bagian dari mekanisme upaya pencegahan kecelakaan pertambangan. Perilaku positif budaya keselamatan dapat menyebabkan produksi dan juga operasi yang aman di pertambangan, membentuk pekerja tambang yang bertanggung jawab, menghasilkan sebuah lingkungan tempat kerja yang aman, serta memperkecil terjadinya kecelakaan pertambangan.

Banyak sekali model atau teori budaya keselamatan yang telah dikembangkan, seperti *Social Learning Theory* (Bandura, 1977), *Schein's Theory* (Schein, 1992), *Total Safety Culture* atau *Geller's Theory* (Geller, 1994), *Reason Safety Culture Model* (Reason, 1997), *Reciprocal Safety Culture Model* (Cooper, 2000), *Guldenmund's Three Layered Organisational Culture* (Goldenmund, 2000), *Reiners Model/ P2T Model* (Reiners, 2011), dan *The Egg Aggregated Model* (Vierendeels et al., 2018). Keseluruhan model ini berfokus pada psikologis (*how people feel*), situasional (*what the organization has*), dan perilaku (*how people do*) untuk dijadikan sebagai ukuran dalam upaya pencegahan yang dapat mengurangi terjadinya kecelakaan serta menciptakan sebuah budaya keselamatan yang sehat di organisasi, hal ini berlaku untuk beraneka macam jenis industri.

Salah satu kesulitan dalam menerapkan budaya keselamatan di pertambangan adalah ketidakpedulian pada keselamatan diantara pekerja tambang (Loow et al., 2019). Untuk menghasilkan kemajuan budaya keselamatan yang lebih baik, pengetahuan terkait keselamatan harus

diperkuat terlebih dahulu, seperti halnya pengetahuan terkait produksi dan peralatan produksi, penanganan mesin kerja, kesadaran keselamatan, pengetahuan tentang keterampilan dan kompetensi, dan pelatihan tentang perlindungan diri (Wang dan Wu, 2019; Jiang et al., 2020; Miao et al., 2020; Zhang et al., 2020). Selain itu, untuk menumbuhkan budaya keselamatan di pertambangan, sangat penting bagi pemilik tambang untuk menyediakan lingkungan kerja yang lebih aman bagi pekerja (Jiang et al., 2020; Rubin et al., 2020). Meskipun memiliki berbagai model atau teori, disebutkan bahwa budaya keselamatan dipengaruhi oleh pentingnya psikologis (individu/ orang), situasional (lingkungan kerja), serta perilaku dalam membentuk sebuah budaya keselamatan yang baik dalam organisasi, oleh karena itu kajian *Systematic Literature Review* (SLR) ini dilakukan untuk memahami faktor-faktor yang memengaruhi budaya keselamatan di industri pertambangan.

## METODE

Kajian literatur ini memakai metode *Systematic Literature Review* (SLR). *Systematic literature review* mengacu pada identifikasi, evaluasi, dan penjabaran seluruh penelitian yang ada serta relevan dengan pertanyaan penelitian tertentu, area pembahasan atau fenomena yang menarik dengan menggunakan replika dan metodologi yang detail (Cook et al., 1995; Kitchenham, 2004). Hal ini menjadi alasan kritis mengapa *systematic literature review* dilakukan dengan langkah-langkah metodologis yang telah ditentukan dan transparan. Metode *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews & Meta-Analysis* (PRISMA) digunakan dalam penelitian ini untuk membangun *systematic literature review* (SLR) tentang budaya keselamatan pada industri pertambangan.

Empat langkah utama untuk PRISMA meliputi identifikasi, penyaringan, kelayakan dan abstraksi data, serta analisis. Langkah pertama dalam proses tinjauan sistematis adalah identifikasi, yaitu identifikasi proses. Tiga *database* terkemuka dan terindeks yang digunakan untuk tinjauan ini yaitu *Science Direct*, *Scopus*, dan *Web of Sains*. Dengan menggunakan kata kunci dan *string* pencarian “budaya keselamatan”, “kecelakaan”, “pertambangan”, dan “psikososial”, proses ini menghasilkan sebuah hasil yaitu 1850 artikel dari *Science Direct*, 1210 artikel dari database *Scopus*, dan 940 artikel dari *Web of Sains* (WoS).

Langkah kedua adalah proses penyaringan yang meliputi atau mengecualikan artikel sesuai dengan kriteria yang ditentukan oleh penulis dengan bantuan *database* tertentu. Dalam proses penyaringan, kriteria kelayakan, inklusi, dan eksklusi ditentukan untuk menemukan artikel yang sesuai untuk dimasukkan dalam proses tinjauan sistematis. Setelah proses identifikasi, ada 4000 artikel yang akan disaring. Hasilnya disajikan 99 artikel setelah tahap *screening* yang diseleksi artikel yang diterbitkan dari Januari 2018 hingga Desember 2022 dan fokus pada budaya keselamatan di industri pertambangan saja. Jurnal yang disertakan berupa tinjauan sistematis atau tinjauan makalah, adapun makalah konferensi, prosiding, bab dalam buku, seri buku, dan buku maka dikecualikan. Tujuannya ialah untuk fokus pada penelitian yang sesuai terkait budaya keselamatan di lokasi pertambangan.

Langkah ketiga adalah proses kelayakan dimana artikel dimasukkan atau dikecualikan berdasarkan kriteria spesifik penulis. Terdapat 29 artikel serupa yang dikeluarkan di kedua database untuk tahap selanjutnya, yang menyisakan 60 dokumen

Tabel 1. Hasil SLR Berdasarkan Tahun, Negara, Jumlah Artikel, Judul Jurnal, dan Quartil.

Tahun	Negara	Jumlah Artikel Terbit	Judul Jurnal	Quartil
2022	Cina	6	<i>Process Safety and Environmental Protection</i>	Q1
			<i>Resources Policy</i>	Q1
			<i>Safety Science</i>	Q1
			<i>Safety and Health at Work</i>	Q2
	Ghana	1	<i>Journal of Research</i>	Q1
	India	1	<i>Safety Science</i>	Q1
	Kenya	1	<i>Safety and Health at Work</i>	Q1
2021	Cina	7	<i>International Journal of Enviromental Research and Public Health</i>	Q1
			<i>Processes</i>	Q2
			<i>Progress in Nuclear Energy</i>	Q2
			<i>Resources Policy</i>	Q1
			<i>Safety Science</i>	Q1
	Kenya	1	<i>Safety Science</i>	Q1
	Swedia	1	<i>Resources Policy</i>	Q1
2020	Afrika Selatan	1	<i>Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy</i>	Q4
	Cina	1	<i>Safety Science</i>	Q1
	Turki	1	<i>Safety Science</i>	Q1
2019	Brazil	1	<i>Gestao &amp; Producao (Management and Operations Review)</i>	Q3
	Cina	3	<i>Safety Science</i>	Q1
			<i>Petroleum Science</i>	Q1
			<i>Sustainability</i>	Q1
	Rusia	1	<i>Ecology, Environmet, and Conservation</i>	Q2
	Taiwan	1	<i>Sustainability</i>	Q2
USA	1	<i>International Journal of Mining Science and Technology</i>	Q1	
2018	Cina	1	<i>Accident Analysis and Prevention</i>	Q1

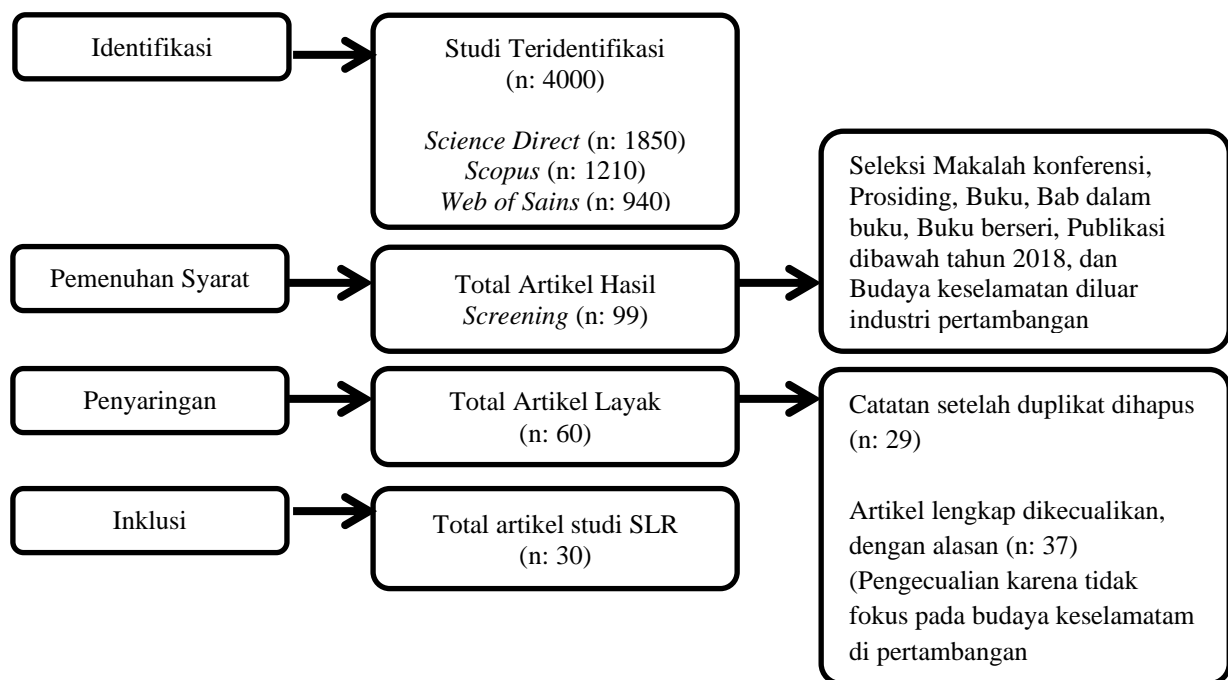
untuk proses kelayakan. Artikel ini kemudian disaring secara manual untuk literatur yang berfokus pada kecelakaan pertambangan dan kriteria dari proses penyaringan sebelumnya (kriteria inklusi dan eksklusif).

Seleksi tersebut berhasil mendapatkan 30 artikel terpilih terkait budaya keselamatan pada industri pertambangan. Langkah terakhir adalah abstraksi serta analisis data. Artikel yang tersisa dievaluasi, dicermati, serta dianalisis dan 30 artikel terpilih (studi) dibahas secara rinci dalam artikel ini seperti yang ditabelkan pada Tabel 1. (dalam konteks utama setiap artikel). Rangkuman proses SLR ditunjukkan pada Gambar 1. Untuk mengidentifikasi tema-tema yang terkait dengan faktor-faktor yang memengaruhi budaya keselamatan,

dilakukan analisis tematik. Isu utama, persamaan, dan perbedaan yang disorot serta digambarkan dalam 30 artikel diidentifikasi dan dikategorikan.

## HASIL

Hasil *review* mendapatkan 30 artikel terpilih dari 11 negara, yaitu Afrika Selatan, Amerika Serikat, Brasil, Cina, Ghana, India, Kenya, Rusia, Swedia, Taiwan, dan Turki yang memberikan laporan terkait dengan budaya keselamatan di industri pertambangan. Berdasarkan jenis penambangannya, 27 artikel membahas budaya keselamatan di pertambangan batubara Amerika Serikat, Brazil, China, Ghana, India, Rusia, Taiwan, dan Turki. 3 artikel lainnya membahas budaya keselamatan di industri pertambangan emas.



Gambar 1. Tinjauan Literatur Sistematis Metode PRISMA Untuk Studi SLR

Tabel 1 menunjukkan jumlah artikel yang diterbitkan dalam budaya keselamatan di industri pertambangan dari dua belas negara untuk tahun 2018 hingga 2022. Secara keseluruhan, Cina adalah negara terkemuka dalam penerbitan artikel 5 tahun yang lalu dengan 19 artikel, Amerika Serikat (2 artikel), Kenya (2 artikel) dan diikuti oleh masing-masing 1 artikel dari Afrika Selatan, Brasil, Ghana, India, Taiwan, Turki, dan Swedia. Selanjutnya, 15 artikel sepenuhnya kuantitatif, 8 artikel kualitatif, dan 7 artikel campuran kualitatif dan kuantitatif. Tabel 1 menunjukkan hasil SLR berdasarkan tahun, negara, jumlah artikel yang diterbitkan, judul jurnal, dan peringkat. Rincian setiap artikel tentang studi SLR ditunjukkan pada Tabel 2. Sebagian besar artikel yang diperoleh dalam studi SLR menggunakan pendekatan PRISMA memiliki reputasi yang sangat

baik di *Journal Impact Quartile*, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Dengan menerapkan analisis tematik, dihasilkan tiga tema utama dan 17 subtema. Tema dimensi juga mengacu pada model budaya keselamatan yang telah ditetapkan, seperti *Social Learning Theory* (Bandura, 1977), *Schein's Theory* (Schein, 1992), *Total Safety Culture* atau *Geller's Theory* (Geller, 1994). *Reason Safety Culture Model* (Reason, 1997), *Reciprocal Safety Culture Model* (Cooper, 2000), dan *Guldenmund's Three Layered Organisational Culture* (Guldenmund, 2000). Berdasarkan SLR, 47% dilaporkan pada dimensi perilaku, diikuti oleh 29% pada dimensi situasional dan 24% pada dimensi psikologis budaya keselamatan di industri pertambangan.

Tabel 2. Hasil SLR Untuk Budaya Keselamatan di Industri Pertambangan

Penulis (Tahun)	Jenis Penelitian	Jenis Tambang	Negara	Dimensi Psikologi				Dimensi Situasional					Dimensi Perilaku						
				1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7
Ajith et al.(2022)	QN	Gold	Kenya		v										v		v	v	

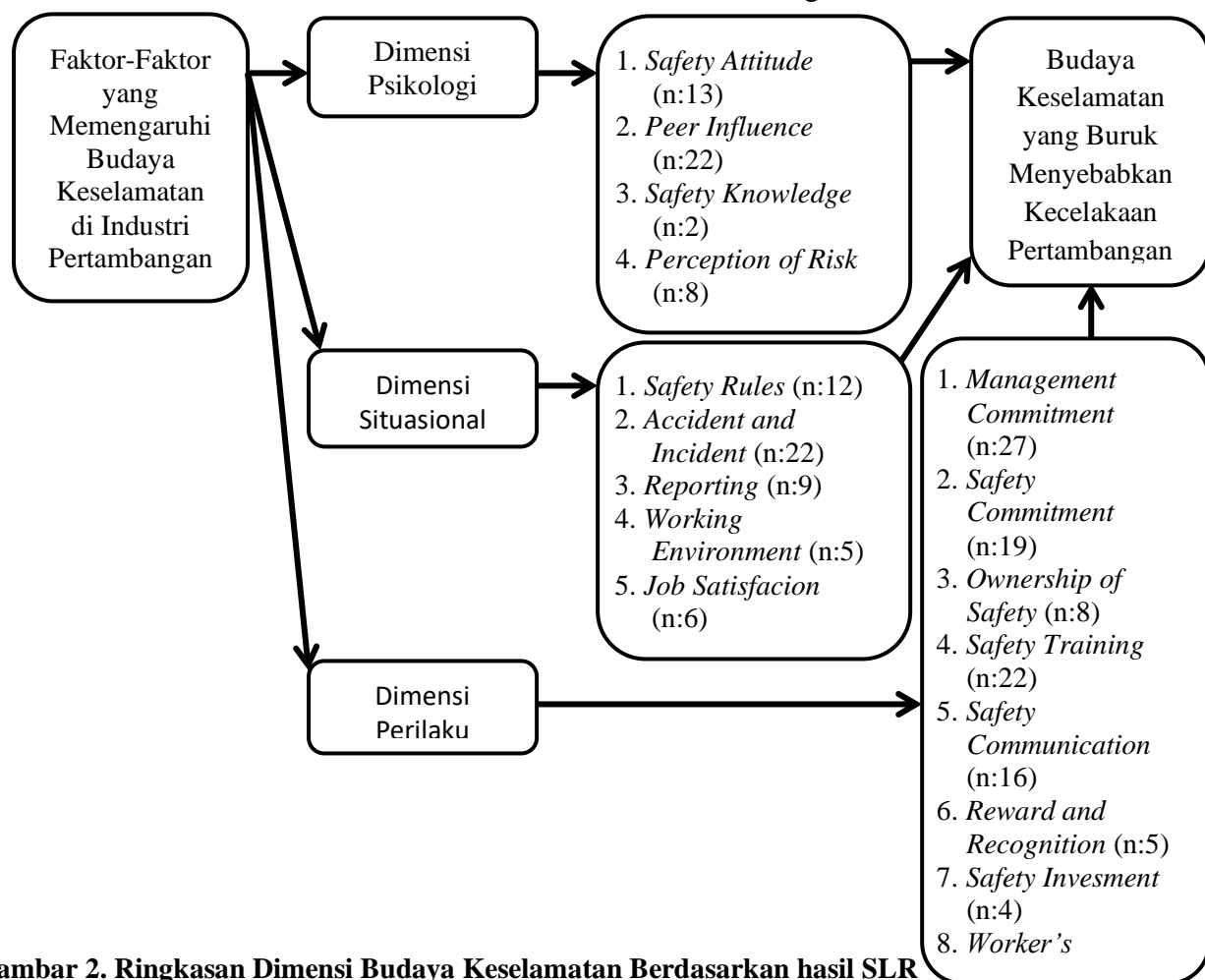
Bhatta et al.(2022)	QL	Coal	India		v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
Fu et al.(2022)	QN	Coal	China	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	
Jiang et al.(2022)	QN	Coal	China	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
Liu et al.(2022)	QL	Coal	China	v	v				v	v				
Miao et al.(2022)	MM	Coal	China		v		v	v				v		v
Rubin et al.(2022)	QN	Coal	China	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
Stemn et al.(2022)	QN	Coal	Ghana	v			v	v	v	v	v	v	v	v
Yorio et al.(2022)	QN	Coal	USA				v	v	v			v	v	
Zhang et al.(2022)	MM	Coal	China	v	v	v		v	v	v	v	v	v	v
Ajith et al. (2021)	QN	Gold	Kenya				v		v	v	v			
Cao et al.(2021)	MM	Coal	China		v	v	v	v	v	v	v	v	v	
Fu et al. (2021)	MM	Coal	China	v	v	v		v	v	v	v	v	v	v
Jiang et al.(2021)	QN	Coal	China	v	v				v	v	v			
Loow et al.(2021)	QL	Coal	Swedia	v	v			v	v	v	v	v	v	v
Qiao et al.(2021)	QL	Coal	China				v	v	v		v	v	v	v
Tong et al.(2021)	MM	Coal	China	v	v			v	v	v	v	v	v	v
Wang and W(2021)	MM	Coal	China	v	v			v	v	v	v	v	v	
Yu et al.(2021)	MM	Coal	China	v	v			v	v	v	v	v	v	v
Hussain et al.(2020)	QN	Gold	Afrika		v		v				v	v		
Duzgun et al.(2020)	QL	Coal	Turki		v	v		v	v	v		v	v	
Wang et al.(2020)	MM	Coal	China	v	v	v		v	v	v	v	v	v	v
Fu et al.(2019)	QL	Coal	China		v	v			v					v
Komlje et al.(2019)	QL	Coal	USA					v	v	v	v			
Nikulin et al.(2019)	QL	Coal	Rusia			v		v	v	v	v		v	v
Vassem et al.(2019)	QN	Coal	Brazil		v				v	v		v		
Wu et al.(2019)	MM	Coal	China	v		v	v	v	v	v	v	v		
Yeh (2019)	QN	Coal	Taiwan				v	v				v		
Zhang et al.(2019)	QN	Coal	China		v	v	v		v	v	v			v
Zhang et al.(2018)	QN	Coal	China	v	v	v		v	v		v	v	v	v

Jenis Penelitian	Dimensi Psikologi	Dimensi Situasional	Dimensi Perilaku
QL: Quantitatif	1: <i>Safety Attitude</i>	1: <i>Safety Rules</i>	1: <i>Management Commitment</i>
QN: Kualitatif	2: <i>Peer Influence</i>	2: <i>Accident and Incident</i>	2: <i>Safety Commitment</i>
MM: Mix Mode	3: <i>Safety Knowledge</i>	3: <i>Reporting</i>	3: <i>Ownership of Safety</i>
	4: <i>Perception of Risk</i>	4: <i>Working Environment</i>	4: <i>Safety Training</i>
		5: <i>Job Satisfacion</i>	5: <i>Safety Communication</i>
			6: <i>Reward and</i>

**PEMBAHASAN**

Tujuan utama dari studi ini adalah melakukan tinjauan sistematis faktor-faktor yang memengaruhi budaya keselamatan di pertambangan di industri. Tinjauan saat ini mengidentifikasi 30 studi yang menyajikan faktor-faktor pengaruh yang signifikan untuk dimensi psikologis, situasional, dan perilaku budaya keselamatan di industri pertambangan.

Pengetahuan keselamatan pada proses produksi, peralatan produksi, penanganan mesin, kesadaran keselamatan, pengetahuan tentang keterampilan dan kompetensi, pelatihan perlindungan diri adalah sebagian pengetahuan yang diperlukan di industri pertambangan karena penting untuk memastikan pekerja tambang memiliki kepercayaan diri yang cukup dan pengetahuan yang tepat dalam menangani potensi kecelakaan, risiko, atau bahaya di lokasi tambang.



**Gambar 2. Ringkasan Dimensi Budaya Keselamatan Berdasarkan hasil SLR**

Hal ini didukung oleh Wu et al. (2017). Dia menyelidiki 725 penambang batu bara dan menyimpulkan bahwa 84% penambang memiliki latar belakang pendidikan rendah

yang menyebabkan sikap fatalis dan motivasi diri yang rendah diantara para penambang. Zhang dkk. (2020) juga menyebutkan bahwa undang-undang dan



peraturan keselamatan yang diabaikan adalah contoh dari sikap keselamatan yang buruk di kalangan penambang. Regulasi dan sistem keselamatan yang buruk untuk produksi tambang, manajemen dan pengawasan yang buruk, pengabaian aturan keselamatan merupakan kontributor potensial terhadap bencana pertambangan (Ajith et al., 2019). Rubin dkk. (2020) mengungkapkan bahwa beberapa penambang tidak melaporkan beberapa kecelakaan dan nyaris celaka karena kekurangan dalam kerahasiaan.

Selain itu, Zhang et al. (2020) disebutkan tentang pelanggaran aturan keselamatan di antara penambang, seperti sistem manajemen darurat yang tidak sempurna, kegagalan untuk mengikuti sistem produksi keselamatan, operasi pengambilan risiko yang tidak sah dan penggunaan peralatan. Faktor penyebab ketidaktahuan tentang aturan keselamatan adalah karena kurangnya pengetahuan terkait dengan keselamatan itu sendiri dan hal ini akan menyebabkan bencana pertambangan. Selain itu, lingkungan yang tidak mendukung di industri pertambangan harus segera diatasi karena juga dapat menyebabkan ketidakpuasan kerja dan berdampak buruk pada produktivitas pekerja tambang. Ada banyak masalah lingkungan keselamatan yang terkait dengan industri pertambangan.

Organisasi pertambangan dan pekerja tambang harus bekerja sama dalam menghasilkan lingkungan kerja yang aman. Aturan keselamatan perlu diperbarui secara berkala dan informasi keselamatan harus disebarluaskan ke semua tingkat pekerja tambang dengan cara yang efisien melalui saluran komunikasi, seperti pertemuan keselamatan, minggu keselamatan, dan tanda keselamatan. Kepemimpinan seorang supervisor juga penting untuk memantau dan mengawasi semua pekerja tambang dan memastikan mereka mengikuti peraturan keselamatan dengan baik sehingga budaya keselamatan menjadi gaya hidup dan praktik kerja mereka. Komitmen manajemen, komitmen keselamatan,

kepemilikan atas keselamatan, pelatihan keselamatan, komunikasi keselamatan, penghargaan dan pengakuan, investasi keselamatan, kompetensi pekerja adalah faktor-faktor yang memengaruhi dimensi perilaku yang berkontribusi pada pembentukan budaya keselamatan di industri pertambangan berdasarkan temuan SLR. Misalnya, Yorio et al. (2020) menganalisis 24.910 tambang di AS dan mengungkapkan 469 kecelakaan dan kematian terjadi karena kelemahan keselamatan organisasi dan komitmen manajemen terhadap penanganan masalah keselamatan di antara pekerja tambang. Zhang dkk. (2020) mengungkapkan bahwa budaya keselamatan yang buruk mencerminkan lemahnya komitmen manajemen terhadap tuntutan keselamatan. Selain itu, kemampuan kepemimpinan dan koordinasi yang baik merupakan elemen kunci bagi manajemen untuk membangun budaya keselamatan yang baik (Düzgün et al., 2018).

Menurut Grote (2018) dan Porkka (2016), budaya keselamatan harus memainkan peran penting dalam keputusan tingkat tinggi, seperti perencanaan kerja, lingkup pekerjaan individu serta dalam sumber daya dan perencanaan anggaran. Pentingnya struktur organisasi dan budaya keselamatan dibahas oleh Schulman et al. (2020). Mengelola kesehatan dan keselamatan kerja di industri pertambangan sangat penting untuk mengurangi kecelakaan pertambangan seperti yang dilaporkan oleh Jiang et al. (2020). Studi lain oleh Stemn et al. (2019) menunjukkan pentingnya hubungan antara kematangan budaya keselamatan dan kinerja keselamatan industri pertambangan untuk mengurangi kecelakaan di lokasi tambang. Selanjutnya, manajemen pertambangan harus memberikan pelatihan keselamatan dan kursus kompetensi kepada pekerja tambang untuk mendidik mereka tentang masalah keselamatan dan meningkatkan keterampilan pekerja. Pelatihan keselamatan dan pendidikan keselamatan yang baik akan meningkatkan kesadaran

keselamatan di kalangan penambang dan budaya keselamatan dapat terbentuk dengan mudah. Sebuah studi yang dilakukan oleh Zhang et al. (2020) di tambang batu bara di China mengungkapkan bahwa 80,6% pekerja tambang memiliki latar belakang pendidikan yang buruk, kurangnya pelatihan kerja yang sistematis dan konten pelatihan yang tidak sesuai yang menyebabkan kurangnya budaya keselamatan. Oleh karena itu, penambang yang kompeten harus diciptakan agar produksi dapat berjalan dalam kondisi kerja yang aman dan baik. Selain itu, tingkat pendidikan yang rendah dan keterampilan kejuruan yang buruk juga berkontribusi pada rendahnya kompetensi pekerja dan menyebabkan kecelakaan tambang besar di Cina (Zhang et al., 2020; Lo ow et al., 2019).

Saluran atau platform komunikasi yang baik harus diperkuat untuk membentuk budaya keselamatan yang baik di industri pertambangan karena akan menimbulkan saling pengertian antara pekerja tambang dan organisasi, dan informasi dapat disebarluaskan secara efektif. Komunikasi keselamatan yang disepakati oleh peneliti sebelumnya menjadi kriteria utama untuk membangun budaya keselamatan di industri pertambangan.

Secara praktis, manajer tambang, pemilik tambang, dan praktisi keselamatan mungkin menganggap penelitian ini berguna untuk memahami faktor-faktor yang berkontribusi pada pembentukan budaya keselamatan di industri pertambangan dan membantu mereka membangunnya dengan cara yang terarah. Temuan dari studi ini juga membantu dalam mengidentifikasi kelemahan yang dapat menghambat pembentukan budaya keselamatan di lokasi tambang mereka untuk menghasilkan lingkungan kerja yang *safe* serta mencegah kecelakaan pertambangan di masa depan. Berbagai *database* dapat digunakan untuk memperluas pengetahuan tentang studi yang ada tentang budaya keselamatan di industri pertambangan, seperti

menggunakan *Google Scholar*. Selain itu, disarankan untuk menggunakan berbagai teknik pencarian, seperti menghubungi ahli, pelacakan kutipan, pencarian referensi, dan bola salju, untuk mendukung teknik yang ada yang diterapkan pada studi budaya keselamatan SLR.

## KESIMPULAN

SLR (*systematic literature review*) pada faktor-faktor yang memengaruhi psikologis, situasional, dan perilaku masalah budaya keselamatan di industri pertambangan untuk tahun 2018 hingga 2022 telah berhasil dikembangkan. Tiga puluh tiga artikel terpilih dari *Science Direct*, *Scopus*, dan Basis data *Web of Science* memiliki ulasan sistematis menggunakan pendekatan PRISMA. Studi ini menemukan bahwa dimensi perilaku memiliki pengaruh terbesar menarik faktor membangun sebuah budaya keselamatan (47%), diikuti oleh dimensi situasional (29%) dan dimensi psikologis (24%). Komitmen manajemen merupakan faktor penyumbang terbesar bagi pembentukan budaya keselamatan dan harus diperkuat untuk memastikannya dapat dieksekusi lancar. Tinjauan ini semoga mendorong pemilik tambang menyediakan lebih baik pemahaman dan tekanan pada itu masalah terkait ke budaya keselamatan dan membuat nalar ke relevan penambang, pemerintah, dan penetapan kebijakan dalam rangka mengurangi insiden pertambangan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pembimbing yang sudah mendukung proses penulisan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdelhamid, T.S., Everett, J.G., 2000. *Identifying root causes of construction accidents*. J. Construct. Eng. Manag. 126 (1), 52–60.

- Ajith, M.M., Ghosh, A.K., 2019. *Comparison of parameters for likelihood and severities of injuries in artisanal and small-scale mining (ASM)*. Saf. Sci. 118 (April), 212–220. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.04.010>.
- Ajith, M.M., Ghosh, A.K., Jansz, J., 2020. *Risk factors for the number of sustained injuries in artisanal and small-scale mining operation*. Safety and Health at Work 11 (1), 50–60. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.01.001>
- Aliabadi, M.M., Aghaei, H., Kalatpour, O., Soltanian, A.R., Seyedtabib, M., 2018. *Effects of human and organizational deficiencies on workers' safety behavior at a mining site in Iran*. 1–9. Epidemiology and Health 40, 9. <https://doi.org/10.4178/epih.e2018019>. Article ID: e2018019.
- Aliabadi, M.M., Aghaei, H., Kalatpuor, O., Soltanian, A.R., Nikraves, A., 2019. *Analysis of the severity of occupational injuries in the mining industry using a Bayesian network*. 1–7. Epidemiology and Health 41, 7. <https://doi.org/10.4178/epih.e2019017>. Article ID: e2019017.
- Bandura, A., 1977. *Social Learning Theory*. Prentice-Hall.
- Bhattacharjee, R.M., Dash, A.K., Paul, P.S., 2020. *A root cause failure analysis of coal dust explosion disaster-gaps and lessons learnt*. Eng. Fail. Anal. 111, 104229. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.104229>.
- Bloch, L., 2012. *The 4th Wave: culture-based behavioural safety*. The Southern African Institute of Mining and Metallurgy Platinum 2012 163–176.
- Bonsu, J., Dyk, W. Van, Franzidis, J., Petersen, F., Isafiade, A., 2016. *A systems approach to mining safety: an application of the Swiss Cheese Model*. 777–784. J. S. Afr. Inst. Min. Metall 16. <https://doi.org/10.17159/2411-9717/2016/v116n8a10>.
- Bonsu, J., Dyk, W. Van, Franzidis, J., Petersen, F., Isafiade, A., 2017. *A Systemic Study of Mining Accident Causality: an Analysis of 91 Mining Accidents from a Platinum Mine in South Africa*, pp. 59–66.
- Cao, Q., Yu, K., Zhou, L., Wang, L., Li, C., 2019. *In-depth research on qualitative simulation of coal miners' group safety behaviors*. Saf. Sci. 113, 210–232. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.11.012>.
- Cook, D.J., Sackett, D.I., Spitzer, W.O., 1995. *Methodological guidelines for systematic reviews of randomized control trials in health care from the postdam consultation on meta-analysis*. J. Clin. Epidemiology 48, 167–171.
- Cooper, M.D., 2000. *Towards a model of safety culture*. Saf. Sci. 36, 111–136.
- Cordeiro, M.C., Garcia, G.D., Rocha, A.M., Tschoeke, D.A., Campeao, M.E., Appolinario, L.R., Soares, A.C., Leomil, L., Froes, A., Bahiense, L., Rezende, C.E., de Almeida, M.G., Rangel, T.P., De Oliveira, B.C.V., de Almeida, D.Q.R., Thompson, M. C., Thompson, C.C., Thompson, F.L., 2019. *Insights on the freshwater microbiomes metabolic changes associated with the world's largest mining disaster*. Sci. Total Environ. 654, 1209–1217. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.112>.

- Dash, A.K., Bhattacharjee, R.M., Paul, P.S., 2016. *Lessons learnt from Indian inundation disasters: an analysis of case studies*. International Journal of Disaster Risk Reduction 20 (May), 93–102.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2016.10.013>.
- Direktorat P2PTM. (2021). *Apakah yang dimaksud Stres itu?* - Direktorat P2PTM.
- Düzgün, H.S., Leveson, N., 2018. *Analysis of soma mine disaster using causal analysis based on systems theory (CAST)*. Saf. Sci. 110 (December), 37–57.  
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.07.028>.
- Fu, G., Zhao, Z., Hao, C., Wu, Q., 2019a. *The accident path of coal mine gas explosion based on 24 Model: a case study of the Ruizhiyuan Gas explosion accident*. Processes 7 (2).  
<https://doi.org/10.3390/pr7020073>.
- Fu, Gui, Zhao, Ziqi, Hao, Chuanbo, Wu, Qiang, 2019b. *The accident path of coal mine gas explosion based on 24Model: a case study of the ruizhiyuan gas explosion accident*. Processes 2019, 7, 73.  
<https://doi.org/10.3390/pr7020073>.
- Fu, G., Xie, X., Jia, Q., Tong, W., Ge, Y., 2020. *Accidents analysis and prevention of coal and gas outburst: understanding human errors in accidents*. Process Saf. Environ. Protect. 134, 1–23.  
<https://doi.org/10.1016/j.psep.2019.11.026>.
- Geller, E.S., 1994. *Ten principles for achieving a total safety culture*. Prof. Saf. 39 (9), 18–24.
- Geng, F., Saleh, J.H., 2015. *Challenging the emerging narrative: critical examination of coalmining safety in China, and recommendations for tackling mining hazards*. Saf. Sci. 75, 36–48.  
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.01.007>.
- Gil-jim´enez, E., Manzano, J., Casado, E., Ferrer, M., 2017. *Science of the Total Environment the role of density-dependence regulation in the misleading effect of the Aznalcollar mining spill on the booted eagle fecundity*. Sci. Total Environ. 583, 440–446.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.098>.
- Grote, G., 2018. *On the importance of culture for safety*. In: Gilbert, C. (Ed.), Safety Cultures, Safety Models. Springer Briefs in Safety Management. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-95129-4\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-95129-4_9).
- Guldenmund, F., 2000. *The nature of safety culture: a review of theory and research*. Saf. Sci. 34 (1–3), 215–257.  
[https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(00\)00014-X](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(00)00014-X).
- Hussain, I., Cawood, F.T., Ali, S., 2018. *Towards safer mining: scientific measurement approaches that could be applied for imaging and locating the buried container lamp-room at lily mine*. J. S. Afr. Inst. Min. Metall 118 (2), 185–192.  
<https://doi.org/10.17159/2411-9717/2018/v118n2a12>.
- Jiang, W., Zhu, Z.M., Xiang, Y.C., 2017. *Study on the unsafe acts and education function in coal mine accidents caused by rescue*. 8223(11), 6203–6209. EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education ISSN 1305–8223 (9), 6203–6209.

- <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01059a> (online) 1305-8215 (print) 201713.
- Jiang, W., Liang, C., Han, W., 2019. *Relevance proof of safety culture in coal mine industry*. Int. J. Environ. Res. Publ. Health 16 (5), 4–8. <https://doi.org/10.3390/ijerph16050835>.
- Jiang, W., Fu, G., Liang, C. yang, Han, W., 2020. *Study on quantitative measurement result of safety culture*. Saf. Sci. 128 (11), 104751. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104751>.
- Kitchenham, B., 2004. *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Jt. Tech. Report. Keele Univ.
- Komljenovic, D., Loiselle, G., Kumral, M., 2017. *Organization: a new focus on mine safety improvement in a complex operational and business environment*. International Journal of Mining Science and Technology 27 (4), 617–625. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2017.05.006>
- Li, Y., Wu, X., Luo, X., Gao, J., Yin, W., 2019. *Impact of safety attitude on the safety behavior of coal miners in China*. Sustainability 11 (22), 1–21. <https://doi.org/10.3390/su11226382>.
- Liu, D., Xiao, X., Li, H., Wang, W., 2015. *Historical evolution and benefit – cost explanation of periodical fluctuation in coal mine safety supervision. An evolutionary game analysis framework*. Eur. J. Oper. Res. 243 (3), 974–984. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.12.046>.
- Liu, Q., Dou, F., Meng, X., 2020. *Building Risk Precontrol Management Systems for Safety in China's Underground Coal Mines*. Resources Policy, February, p. 101631. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101631>.
- Lo'ow, J., Nygren, M., 2019. *Initiatives for increased safety in the Swedish mining industry: studying 30 years of improved accident rates*. Saf. Sci. 117 (April), 437–446. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.04.043>.
- Lyra, M.G., 2019. *The extractive industries and society challenging extractivism: activism over the aftermath of the fundao disaster*. The Extractive Industries and Society 6 (3), 897–905. <https://doi.org/10.1016/j.exis.2019.05.010>.
- Miao, C., lin Duan, M., meng, Sun, xiu, X., Wu, X. yu, 2020. *Safety management efficiency of China's coal enterprises and its influencing factors—based on the DEATobit two stage model*. Process Saf. Environ. Protect. 140, 79–85. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.04.020>.
- Nikulin, A., Nikulina, A.Y., 2017. *Assessment of occupational health and safety effectiveness at a mining company*. Ecol. Environ. Conserv. 23 (1), 351–355.
- Pons, D.J., 2016. *Pike river mine disaster: systems-engineering and organisational contributions*. Safety 2016 2, 21. <https://doi.org/10.3390/safety2040021>.
- Porkka, P.L., 2016. *Functional model for organisational and safety culture*. Chemical Engineering Transactions 48, 907–912. <https://doi.org/10.3303/CET1648152>.
- Prasad, S., Reddy, T.B., Vadde, R., 2015. *Environmental aspects and impacts its mitigation measures of. Corporate Coal Mining 11, 2–7*.

- <https://doi.org/10.1016/j.proeps.2015.06.002>.
- Qiao, W., Liu, Q., Li, X., Luo, X., Wan, Y., 2018. *Using data mining techniques to analyse the influencing factor of unsafe behaviors in Chinese underground coal mines*. *Resour. Pol.* 59 (April), 210–216.  
<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.07.003>.
- Qiao, W., Li, X., Liu, Q., 2019. *Systemic approaches to incident analysis in coal mines: comparison of the STAMP, FRAM and “2–4” models*. *Resour. Pol.* 63 (May), 101453  
<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101453>.
- Reason, J., 1997. *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Ashgate, Aldershot.
- Rubin, M., Giacomini, A., Allen, R., Turner, R., Kelly, B., 2020. *Identifying safety culture and safety climate variables that predict reported risk-taking among Australian coal miners: an exploratory longitudinal study*. *Saf. Sci.* 123, 104564  
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.104564>.
- Sanmiquel, L., Rossell, J.M., Vintro, C., 2015. *Study of Spanish mining accidents using data mining techniques*.  
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.01.016>, 75, 49-55.
- Sanmiquel-pera, L., Bascompta, M., 2019. *Analysis of a historical accident in a Spanish coal mine*. *Int. J. Environ. Res. Publ. Health* 16, 3615.  
<https://doi.org/10.3390/ijerph16193615>.
- Schein, E., 1992. *Organizational Culture and Leadership, second ed.* Jossey-Bass, San Francisco.
- Schulman, P.R., 2020. *Organizational structure and safety culture: conceptual and practical challenges*. *Saf. Sci.* 126, 104669  
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104669>.
- Shao, L., 2019. *Geological disaster prevention and control and resource protection in mineral resource exploitation region*. February, 142–146. *International Journal of Low-Carbon Technologies* 2019 14, 142–146.  
<https://doi.org/10.1155/2019/1269537>  
doi:10.1093/ijlct/ctz003.
- Spada, M., Burgherr, P., 2016. *An aftermath analysis of the 2014 coal mine accident in Soma, Turkey : use of risk performance indicators based on historical experience*. *Accid. Anal. Prev.* 87, 134–140.  
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.11.020>.
- Stemn, E., Bofinger, C., Cliff, D., Hassall, M.E., 2019. *Examining the relationship between safety culture maturity and safety performance of the mining industry*. *Saf. Sci.* 113, 345–355.  
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.12.008>.
- Stemn, E., Ntsiful, F., Azadah, M.A., Joe-Asare, T., 2020. *Incident causal factors and the reasons for conducting investigations: a study of five Ghanaian large-scale mines*. *Saf. Now.* 6 (1)  
<https://doi.org/10.3390/safety6010009>.
- Takala, J., Hamalainen, P., Saarela, K.L., Yun, L.Y., Manickam, K., Jin, T.W., Lim, S., 2014. *Global estimates of the burden of injury and illness at work in 2012*. *J. Occup. Environ. Hyg.* 11 (5), 326–337.

- Tong, R., Yang, X., Li, H., Li, J., 2019. *Dual process management of coal miners' unsafe behaviour in the Chinese context: evidence from a meta-analysis and inspired by the JD-R model*. *Resour. Pol.* 62 (April), 205–217.  
<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.03.019>.
- Vassem, A.S., Fortunato, G., Bastos, S.A.P., Balassiano, M., 2017. *Factors that make up safety culture: a look at mining industry*. *Gest~ ao Produç~ ao* 24 (4), 719–730.  
<https://doi.org/10.1590/0104-530X1960-16>.
- Vierendeels, G., Reniers, G., van Nunen, K., Ponnet, K., 2018. *An integrative conceptual framework for safety culture: the Egg Aggregated Model (TEAM) of safety culture*. *Saf. Sci.* 103, 323–339.  
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.12.021>.
- Wang, B., Wu, C., 2019. *Safety culture development, research, and implementation in China: an overview*. *Prog. Nucl. Energy* 110, 289–300.  
<https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2018.10.002>.
- Wang, J., Zhang, J., 2019. *Research on high-power and high-speed hydraulic impact testing machine for mine anti-impact support equipment*. 2019. *Shock Vib.* 2019  
<https://doi.org/10.1155/2019/6545980>.  
Article ID 6545980, 12 pages.
- Wang, Q., Wang, H., Qi, Z., 2016. *An application of nonlinear fuzzy analytic hierarchy process in safety evaluation of coal mine*. *Saf. Sci.* 86, 78–87.  
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.02.012>.
- Wang, L., Cao, Q., Zhou, L., 2018. *Research on the influencing factors in coal mine production safety based on the combination of DEMATEL and ISM*. *Saf. Sci.* 103, 51–61.  
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.11.007>.
- WHO. (n.d). *Occupational health and chemical safety*. Retrieved from <https://www.who.int/thailand/health-topics/occupational-health>
- WHO/ILO. (2021). [Press release]. Retrieved from <https://www.who.int/news/item/16-09-2021-who-ilo-almost-2-million-people-die-from-work-related-causes-each-year>
- Wu, X., Yin, W., Wu, C., Li, Y., 2017. *Development and validation of a safety attitude scale for coal miners in China*. *Sustainability* 9 (12).  
<https://doi.org/10.3390/su9122165>.
- Xiang, C., Zhou, E., Hong, R., Liu, H., Xu, X., 2019. *Brittleness Risk Evaluation of Mine Safety Based on Brittle Relational Entropy*. 2019.
- Yeh, L.T., 2017. *Incorporating workplace injury to measure the safety performance of industrial sectors in Taiwan*. *Sustainability* 9 (12).  
<https://doi.org/10.3390/su9122241>.
- Yorio, P.L., Haas, E.J., Bell, J.L., Moore, S.M., Greenawald, L.A., 2020. *Lagging or leading? Exploring the temporal relationship among lagging indicators in mining establishments 2006–2017*. *J. Saf. Res.* 74, 179–185.  
<https://doi.org/10.1016/j.jsr.2020.06.018>.
- Yu, K., Cao, Q., Xie, C., Qu, N., Zhou, L., 2019. *Analysis of intervention strategies for coal miners' unsafe behaviors based on analytic network*

*process and system dynamics*. Saf. Sci. 118, 145–157.  
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.05.002>.

Zhang, J., Chen, N., Fu, G., Yan, M., Kim, Y.C., 2016. *The safety attitudes of senior managers in the Chinese coal industry*. Int. J. Environ. Res. Publ. Health 13 (11).  
<https://doi.org/10.3390/ijerph13111147>

Zhang, S., Shi, X., Wu, C., 2017. *Measuring the effects of external factor on leadership safety behavior: case study of mine enterprises in China*. Saf. Sci. 93, 241–255.  
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.12.017>.

Zhang, J., Fu, J., Hao, H., Fu, G., Nie, F., Zhang, W., 2020. *Root causes of coal mine accidents: characteristics of safety culture deficiencies based on accident statistics*. Process Saf. Environ. Protect. 136, 78–91.  
<https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.01.024>.