

DOI: <http://dx.doi.org/10.33846/sf16417>

Integrasi Strategi Berbasis Akar Penyebab dan Perbaikan Berkelanjutan untuk Menurunkan Risiko Kerja dan Meningkatkan Efisiensi Pengelolaan Lingkungan Tambang Secara Sistemik

Dedy Waliyan

Program Studi Magister Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia;
dedywaliyan@gmail.com (koresponden)

Maulana Yusuf

Program Studi Magister Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia;
maulanayusuf@ft.unsri.ac.id

M. Taufik Toha

Program Studi Magister Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia; ttoha@unsri.ac.id

Eddy Ibrahim

Program Studi Magister Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia;
eddyibrahim@ft.unsri.ac.id

Syamsul Komar

Program Studi Magister Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia;
syamsulkomar@ft.unsri.ac.id

Rahmat Wahyudi Putra

Sekolah Pascasarjana Ilmu Lingkungan, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

ABSTRACT

The coal mining industry is a vital sector for national energy security, but it carries a high risk of workplace accidents and environmental damage. The objective of this study is to explore an integrative strategy between occupational health and safety systems and environmental management with a continuous improvement approach at coal mine sites. This study employed a qualitative approach. Data collection techniques used were observation, interviews, and document analysis. Analytical instruments used included a Fishbone diagram to identify root causes and a SWOT-TOWS Matrix to formulate improvement strategies. The results showed a 68% increase in workplace accidents by 2023 due to a weak safety culture, lack of comprehensive training, and indecisive field supervision. The Fishbone analysis identified five main categories of causes: Man, Method, Material, Machine, and Environment. Furthermore, the SWOT analysis revealed internal strengths such as the existence of a mining safety management system and experienced supervisors, but significant weaknesses were found in the reporting culture and monitoring infrastructure. The combined TOWS strategy recommended the integration of safety technology, digital training, and the establishment of an anonymous and participatory incident reporting system. Internal programs have been shown to support safety culture transformation and strengthened operational oversight. This study concludes that the integration of root cause-based strategies, SWOT-TOWS analysis, and a continuous improvement approach can reduce occupational risks and increase the efficiency of mine environmental management systematically.

Keywords: occupational health and safety; environmental management; continuous improvement; coal mine

ABSTRAK

Industri pertambangan batubara merupakan sektor vital dalam ketahanan energi nasional, namun memiliki tingkat risiko tinggi terhadap kecelakaan kerja dan kerusakan lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah mengeksplorasi strategi integratif antara sistem kesehatan dan keselamatan kerja dan pengelolaan lingkungan dengan pendekatan perbaikan berkelanjutan di lokasi tambang batubara. Studi ini menggunakan pendekatan kualitatif, Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah observasi, wawancara, dan analisis dokumen. Instrumen analisis yang digunakan meliputi diagram Fishbone untuk identifikasi akar masalah dan SWOT-TOWS Matrix untuk merumuskan strategi peningkatan. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan angka kecelakaan kerja sebesar 68% selama 2023 yang disebabkan oleh lemahnya budaya keselamatan, minimnya pelatihan menyeluruh, serta ketidaktegasan pengawasan lapangan. Analisis Fishbone mengidentifikasi lima kategori penyebab utama yaitu *Man, Method, Material, Machine, and Environment*. Selanjutnya, analisis SWOT menunjukkan kekuatan internal seperti adanya sistem manajemen keselamatan pertambangan dan pengawas berpengalaman, namun kelemahan signifikan ditemukan dalam budaya pelaporan dan infrastruktur monitoring. Kombinasi strategi TOWS merekomendasikan integrasi teknologi keselamatan, pelatihan digital, serta pembentukan sistem pelaporan insiden yang bersifat anonim dan partisipatif. Program internal terbukti mendukung transformasi budaya keselamatan dan penguatan pengawasan operasional. Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi strategi berbasis akar penyebab, analisis SWOT-TOWS, dan pendekatan *continuous improvement* mampu menurunkan risiko kerja dan meningkatkan efisiensi pengelolaan lingkungan tambang secara sistemik.

Kata kunci: kesehatan dan keselamatan kerja; pengelolaan lingkungan; perbaikan berkelanjutan; tambang batubara

PENDAHULUAN

Pertambangan merupakan sektor ekonomi yang memegang peranan penting dalam ketahanan energi nasional, namun kegiatan tersebut sangat rentan terhadap potensi kecelakaan kerja, kerusakan dan kelestarian lingkungan.⁽¹⁾ Akibatnya, industri pertambangan mutlak menerapkan sistem manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) serta pengelolaan lingkungan secara efektif.⁽²⁾ Budaya keselamatan (*safety culture*) yang positif tidak hanya meningkatkan kinerja K3, tetapi juga mendorong perusahaan mengadopsi praktik ramah lingkungan dan meningkatkan kinerja lingkungan.⁽³⁾ Sehingga, perencanaan dan pelaksanaan yang holistik diperlukan agar setiap tindakan pengendalian keselamatan juga mendukung perlindungan lingkungan di area

tambang.⁽⁴⁾ Penelitian sebelumnya menegaskan bahwa pengelolaan terpadu aspek keselamatan, kesehatan, dan lingkungan (SHE) mampu meminimalkan cedera, penyakit, serta dampak negatif lingkungan.⁽⁵⁾

Dalam kerangka budaya keselamatan, kepemimpinan tambang memainkan peran kunci.⁽⁶⁾ Budaya keselamatan yang kuat, termasuk nilai, sikap, dan praktik di semua tingkatan terbukti berkorelasi dengan penurunan angka kecelakaan tambang. Hal ini tercermin dari komitmen manajemen terhadap keselamatan dan keterlibatan pekerja secara aktif dalam kegiatan K3 secara signifikan menurunkan tingkat kecelakaan dan meningkatkan performa keselamatan.⁽⁷⁾ Strategi peningkatan budaya K3 (melalui pelatihan, komunikasi efektif, dan kepemimpinan yang teladan) harus menjadi fokus utama agar norma-norma keselamatan dapat tertanam dalam keseharian operasional tambang.⁽⁸⁾ Selain itu, pendekatan berkelanjutan menuntut penerapan siklus perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*), sebagaimana dicerminkan dalam prinsip ICMM yang menekankan peningkatan berkelanjutan kinerja K3 menuju nol kecelakaan.⁽⁹⁾

Pendekatan perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) menjadi elemen pendukung vital. Sebagai contoh, perusahaan tambang OKD di Republik Ceko menerapkan filosofi Kaizen sebagai metode utama peningkatan kualitas secara kontinu, dan berhasil meningkatkan pendapatan serta efisiensi operasional.⁽¹⁰⁾ Pendekatan tersebut menekankan kolaborasi dan keterlibatan semua level organisasi dalam memperbaiki proses. Prinsip serupa diadopsi dalam program Insan SAB Berbudaya Keselamatan Pertambangan di perusahaan ini, yang bertujuan membangun budaya keselamatan yang berkelanjutan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif untuk mengeksplorasi strategi integratif K3-LH (Kesehatan dan Keselamatan Kerja serta Lingkungan Hidup) dengan metode perbaikan berkelanjutan di tambang batubara Kalimantan Tengah. Data dikumpulkan melalui wawancara, observasi lapangan, dan analisis dokumen, serta dianalisis menggunakan diagram Ishikawa dan matriks SWOT (*Strength, Weakness, Opportunity, Threat*). Fokus utama adalah memahami dinamika budaya keselamatan dan peran kepemimpinan di lapangan, bukan hanya angka-angka statistik.

Meskipun standar K3 dan upaya pengelolaan lingkungan telah diterapkan, masih sedikit penelitian yang secara integratif mengkaji kedua aspek ini dengan pendekatan perbaikan berkelanjutan di sektor pertambangan Indonesia. Kondisi terkini seperti tren peningkatan kecelakaan tambang dan tuntutan praktik pertambangan berkelanjutan menunjukkan urgensi dilakukannya kajian mendalam untuk menjembatani kesenjangan tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengeksplorasi strategi integratif K3-LH berbasis *continuous improvement* pada salah satu tambang batubara di Kalimantan Tengah, serta merumuskan rekomendasi perbaikan strategis untuk meningkatkan kinerja keselamatan dan lingkungan secara simultan. Secara praktis, temuan penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai acuan bagi perusahaan pertambangan dalam mengembangkan program K3-LH terpadu yang efektif dan berkelanjutan, sementara secara akademis hasil studi ini dapat memperkaya literatur mengenai manajemen keselamatan dan lingkungan di industri pertambangan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis studi kasus. Fokus analisis ditempatkan pada pertambangan batubara di Kalimantan Tengah, mengingat kondisi geografis dan tantangan lingkungan lokal yang signifikan. Desain ini dipilih untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai integrasi sistem K3 dan pengelolaan lingkungan berbasis perbaikan berkelanjutan dalam konteks pertambangan Indonesia. Model penelitian ini juga mengacu pada prinsip triangulasi data, yakni menggabungkan hasil kajian ilmiah terdahulu dengan data empiris yang diperoleh dari lapangan.⁽¹¹⁾ Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bersifat teoretis, tetapi juga aplikatif berdasarkan kondisi aktual dunia pertambangan.

Lokus penelitian ini adalah salah satu perusahaan tambang batubara di Kalimantan Tengah. Wawancara mendalam dilakukan terhadap lima informan kunci yang dipilih secara purposif dari total populasi ± 950 pekerja di perusahaan. Informan terdiri atas seorang manajer K3-LH, supervisor operasional tambang, petugas K3 (*safety officer*), petugas lingkungan (*environmental officer*), dan satu orang perwakilan pekerja. Pemilihan dilakukan berdasarkan posisi strategis mereka dalam pelaksanaan K3 dan pengelolaan lingkungan, serta pengalaman kerja yang relevan (>5 tahun di sektor pertambangan). Meskipun jumlah informan relatif kecil dibanding populasi, pendekatan kualitatif dalam penelitian ini menekankan pada kedalaman informasi (*information richness*), bukan generalisasi statistik. Oleh karena itu, jumlah tersebut dianggap memadai untuk menggambarkan dinamika implementasi sistem K3 dan lingkungan di lokasi studi.

Data primer dikumpulkan melalui observasi lapangan dan wawancara semi-terstruktur. Observasi dilakukan secara langsung oleh peneliti selama tiga minggu pada periode Maret–April 2025, difokuskan pada area operasional utama yang memiliki tingkat risiko tinggi, antara lain area *crusher*, jalan *hauling*, *jetty*, dan zona kerja lapangan lainnya. Objek yang diamati mencakup prosedur kerja harian, kepatuhan terhadap penggunaan alat pelindung diri (APD), penerapan *housekeeping*, kondisi infrastruktur keselamatan (rambu, pagar pengaman, pencatayaan), serta interaksi antar pekerja dan pengawas dalam menerapkan prosedur K3. Observasi dilakukan pada dua *shift* operasional (pagi dan malam) untuk memperoleh gambaran menyeluruh. Hasilnya dicatat dalam buku *log* observasi menggunakan panduan *checklist* indikator K3 dan lingkungan. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur dengan panduan yang mencakup tema seperti persepsi risiko, kepatuhan terhadap SOP (standar operasional prosedur), efektivitas pelatihan, keterlibatan manajemen, pelaporan insiden, dan pengelolaan dampak lingkungan. Panduan ini bersifat fleksibel agar dapat mengeksplorasi informasi tambahan sesuai konteks responden. Seluruh wawancara dicatat dan ditranskrip untuk dianalisis lebih lanjut secara tematik. Sebelum pengumpulan data dilakukan, peneliti telah memperoleh izin resmi dari manajemen perusahaan serta persetujuan tertulis dari partisipan melalui proses *informed consent*. Seluruh partisipan diberikan penjelasan mengenai tujuan, manfaat, dan prosedur penelitian. Penelitian ini tidak melibatkan intervensi berisiko dan tidak menimbulkan dampak negatif bagi informan. Semua data disimpan secara aman, digunakan hanya untuk keperluan ilmiah, dan identitas perusahaan maupun partisipan disamarkan untuk menjaga kerahasiaan.

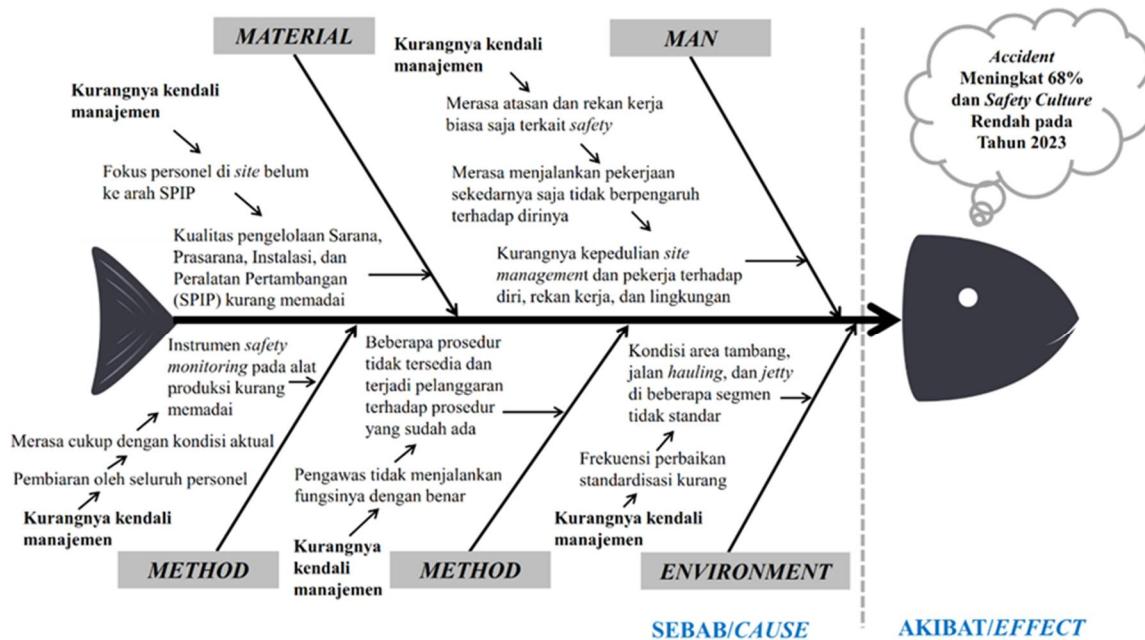
Selain itu, data sekunder diperoleh melalui telaah dokumen internal perusahaan, termasuk laporan kecelakaan kerja periode 2020–2023, hasil audit SMKP Minerba, K3 dan lingkungan, serta catatan program atau

kebijakan K3-LH perusahaan. Untuk ini memperkuat temuan dari observasi dan wawancara dalam kerangka triangulasi sumber data, diperlukan dukungan argumen dari literatur yang kredibel. Studi literatur dilakukan dengan menelaah berbagai publikasi ilmiah dari sumber bereputasi internasional seperti Elsevier, MDPI, Taylor & Francis, dan Google Scholar, dengan kriteria terbit minimal 10 Tahun terakhir. Artikel yang dipilih berfokus pada tiga tema besar, yaitu: (1) sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di sektor pertambangan; (2) integrasi pengelolaan lingkungan dalam kegiatan tambang; dan (3) penerapan *continuous improvement* atau pendekatan perbaikan berkelanjutan pada kegiatan operasional pertambangan. Seluruh sumber yang digunakan merupakan publikasi jurnal atau *prosiding internasional* yang telah melalui proses *peer-review* untuk memastikan validitas dan kredibilitas data. Pendekatan ini mengikuti metode terdahulu,⁽¹²⁾ yang menggunakan tinjauan literatur sistematis untuk memetakan strategi penerapan SMK3 di industri pertambangan.

Sebagai pelengkap dari hasil kajian literatur, penelitian ini juga menyertakan analisis SWOT dan diagram *Fishbone* (*Root Cause Analysis/RCA*) yang bersumber dari hasil observasi dan wawancara internal dengan pihak manajemen serta tim K3 dan lingkungan di lokasi studi (salah satu perusahaan tambang batubara di Kalimantan Tengah). Analisis SWOT digunakan untuk mengidentifikasi kekuatan (*Strengths*), kelemahan (*Weaknesses*), peluang (*Opportunities*), dan ancaman (*Threats*) dalam penerapan sistem integratif K3 dan pengelolaan lingkungan di perusahaan tersebut. Hasil SWOT ini diinterpretasikan berdasarkan kerangka teori *strategic sustainability management* yang dikembangkan terdahulu,⁽¹³⁾ yang menegaskan pentingnya sinergi antara keselamatan, kesehatan, dan lingkungan untuk mencapai efisiensi operasional yang berkelanjutan. Sementara itu, analisis RCA (*Fishbone Diagram*) digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab utama (*root causes*) dari peningkatan angka kecelakaan dan insiden lingkungan yang terjadi di lokasi tambang.⁽¹⁴⁾ Faktor-faktor penyebab dianalisis melalui pendekatan 4M+1E (*Man, Machine, Method, Material, Environment*),⁽¹⁵⁾ dengan data yang diperoleh dari laporan kecelakaan internal perusahaan, hasil audit SMKP Minerba, dan hasil wawancara dengan pengawas lapangan.

HASIL

Temuan lapangan menunjukkan bahwa jumlah kecelakaan kerja di lokasi studi mengalami peningkatan sebesar 68% pada tahun 2023 dibandingkan tahun sebelumnya. Berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan dokumen internal, penyebab utama peningkatan tersebut bersifat sistemik dan berkaitan dengan kelemahan dalam hal manajemen keselamatan, pelaksanaan prosedur kerja, kondisi lingkungan, serta pengendalian risiko secara menyeluruh. Peningkatan ini mendorong kebutuhan untuk memahami secara lebih rinci faktor-faktor penyebab di berbagai aspek operasional. Seperti terlihat pada Gambar 1, hasil analisis akar masalah menggunakan Diagram *Fishbone* mengelompokkan penyebab ke dalam lima kategori utama: *Man* (Manusia), *Method* (Metode), *Machine* (Mesin), *Material*, dan *Environment* (Lingkungan). Setiap kategori mencerminkan sumber risiko yang saling terkait dan membentuk gambaran menyeluruh atas penyebab kecelakaan di lapangan.



Gambar 1. Identifikasi akar masalah menggunakan diagram ishikawa (*fish bone diagram*)

Pada kategori *Man*, faktor dominan yang ditemukan adalah rendahnya persepsi risiko di kalangan pekerja serta lemahnya keteladanan dari pengawas lapangan. Temuan lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar pekerja menjalankan tugas hanya berdasarkan kebiasaan tanpa pemahaman yang cukup tentang risiko kerja. Selain itu, pengawas tidak selalu memberikan contoh perilaku kerja yang sesuai dengan prosedur keselamatan, yang mengakibatkan penurunan budaya K3 di tingkat operasional. Pada kategori *Method*, diketahui bahwa sebagian besar unit kerja tidak memiliki prosedur kerja tertulis yang rinci dan spesifik untuk aktivitas berisiko tinggi. Di beberapa divisi, meskipun dokumen SOP tersedia, implementasinya tidak konsisten dan seringkali tidak diawasi

secara efektif. Hal ini menyebabkan terjadinya variasi dalam praktik kerja, termasuk pelanggaran SOP yang berlangsung tanpa tindak lanjut yang tegas dari atasan langsung.

Dari sisi *Machine* dan *Material*, ditemukan keterbatasan dalam jumlah serta ketersediaan fasilitas keselamatan, seperti sensor gas, sistem alarm bahaya, dan alat pelindung diri (APD) yang sesuai standar. Distribusi APD tidak merata di seluruh divisi operasional. Selain itu, infrastruktur pemantauan seperti CCTV dan dascham belum terpasang di area rawan insiden. Kehadiran ini memperbesar potensi risiko yang tidak terdeteksi secara dini, khususnya pada malam hari atau saat cuaca buruk. Kategori *Environment* menunjukkan bahwa kondisi fisik area kerja belum sepenuhnya memenuhi standar teknis keselamatan. Jalan hauling dalam kondisi licin saat hujan, drainase buruk menyebabkan genangan, dan pencahayaan area kerja terbatas, terutama pada jalur pengangkutan dan dermaga. Lingkungan kerja yang tidak tertata dengan baik berkontribusi langsung terhadap risiko tergelincir, jatuh, dan tabrakan kendaraan tambang.

Analisis terhadap kondisi internal dan eksternal perusahaan diklasifikasikan dalam empat kuadran SWOT sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1. Faktor internal meliputi kekuatan seperti komitmen manajemen terhadap K3 dan keberadaan sistem SMKP yang telah dijalankan secara formal, serta kelemahan berupa rendahnya budaya pelaporan insiden, keterbatasan infrastruktur digital keselamatan, dan tidak meratanya pelatihan antar divisi. Sementara itu, faktor eksternal memperlihatkan peluang melalui dukungan kebijakan nasional terkait tambang berkelanjutan serta ketersediaan teknologi monitoring keselamatan. Namun, tekanan dari lembaga swadaya masyarakat (LSM), media, dan fluktuasi harga batubara global menjadi tantangan yang tidak bisa diabaikan.

Tabel 1. Hasil analisis SWOT

INTERNAL <i>STRENGTHS</i>	EKSTERNAL <i>OPPORTUNITIES</i>
<ul style="list-style-type: none">• Komitmen manajemen terhadap K3 dan lingkungan• Kebijakan SMKP dan ISO 14001 diterapkan• SDM pengawas berpengalaman	<ul style="list-style-type: none">• Regulasi nasional tambang hijau• Teknologi pemantauan keselamatan berkembang• Permintaan pasar terhadap praktik tambang berkelanjutan
WEAKNESSES	THREATS
<ul style="list-style-type: none">• Pelatihan belum merata ke seluruh divisi• Kurangnya infrastruktur digital• Budaya pelaporan insiden belum kuat	<ul style="list-style-type: none">• Fluktuasi harga Batubara global• Risiko pencemaran karena cuaca ekstrem• Tekanan dari publik dan LSM

Dua temuan paling signifikan dari sisi internal adalah lemahnya budaya pelaporan insiden yang menyebabkan hilangnya potensi data untuk tindakan pencegahan, serta ketimpangan pelatihan antar unit kerja yang berdampak pada ketidakteraturan pemahaman dan praktik K3. Sementara dari sisi eksternal, tekanan dari LSM dan media terhadap setiap insiden keselamatan menjadi perhatian utama manajemen karena berkaitan dengan reputasi perusahaan. Selain itu, ketidakpastian pasar batubara global memengaruhi ketersediaan anggaran untuk program keselamatan dan lingkungan. Seluruh temuan ini diperoleh secara induktif dari hasil pengamatan lapangan, wawancara dengan informan kunci, serta telaah dokumen internal perusahaan.

PEMBAHASAN

Temuan RCA di lokasi menunjukkan bahwa kecelakaan kerja meningkat 68% pada tahun 2023 akibat lemahnya pengawasan, rendahnya persepsi risiko pekerja, dan ketidakpatuhan terhadap prosedur operasional. Argumen ini diperkuat oleh studi terdahulu⁽¹⁶⁾ yang menyatakan bahwa dalam industri berisiko tinggi seperti pertambangan, faktor manusia (*human factors*) dan lemahnya budaya keselamatan merupakan determinan utama dalam terjadinya insiden fatal. Dari sisi manajemen dan prosedur, ketidakpenuhannya standar pemantauan keselamatan seperti absennya sensor otomatis pada peralatan produksi dan kurangnya pelatihan fungsional menjadi temuan krusial. Hal ini sejalan dengan penelitian lain yang menemukan bahwa sistem manajemen keselamatan yang tidak disertai inovasi teknologi *monitoring* memiliki efektivitas rendah dalam mencegah kecelakaan kerja.⁽¹⁷⁾ Selain itu, kondisi lingkungan kerja seperti jalan *hauling* dan area *jetty* yang tidak memenuhi standar teknis memperparah eksposur risiko. Kondisi fisik lingkungan kerja yang buruk memiliki korelasi langsung terhadap peningkatan frekuensi insiden dan penurunan produktivitas.⁽¹⁸⁾

Pada elemen *Man*, ditemukan bahwa persepsi pekerja terhadap risiko keselamatan tergolong rendah. Beberapa pekerja merasa menjalankan tugas hanya sebatas formalitas dan tidak berdampak langsung terhadap dirinya sendiri. Selain itu, kurangnya keteladanan dari atasan dan minimnya komunikasi dua arah memperburuk kedulian terhadap rekan kerja dan lingkungan sekitar. Temuan ini sejalan dengan studi lain⁽¹⁹⁾ yang menyatakan bahwa lemahnya budaya keselamatan dalam organisasi erat kaitannya dengan rendahnya keterlibatan kepemimpinan operasional dalam membangun persepsi kolektif terhadap risiko.

Pada kategori *Method*, masalah utama terletak pada tidak tersedianya prosedur kerja tertulis atau lemahnya implementasi SOP yang sudah ada. Pengawas tidak menjalankan fungsi pengawasan secara optimal, dan terdapat pembiaran sistemik terhadap pelanggaran standar operasional. Selain itu, terdapat rasa puas terhadap kondisi kerja yang dianggap ‘cukup aman’, meskipun belum memenuhi standar terbaik. Hal ini konsisten dengan temuan lain⁽²⁰⁾ yang menekankan bahwa ketidakjelasan prosedur dan ketidaktegasan pengawasan meningkatkan kemungkinan pelanggaran keselamatan secara berulang. Di sisi Material, kualitas sarana dan peralatan keselamatan (SPIP) seperti sensor gas, alat pelindung diri, dan sistem pemantauan otomatis masih terbatas. Fokus personal lapangan juga belum diarahkan untuk mendukung sistem integrasi keselamatan secara menyeluruh. Kekurangan alat bantu monitoring seperti alarm bahaya atau sistem pemantauan *real-time* memperbesar potensi terjadinya insiden yang tidak terdeteksi sejak dulu.

Faktor *Environment* menunjukkan bahwa beberapa infrastruktur tambang, termasuk jalan *hauling*, *jetty*, dan area kerja di lapangan tidak memenuhi standar teknis. Frekuensi inspeksi dan perbaikan terhadap kondisi fisik lingkungan kerja juga masih sangat rendah. Kondisi ini memperbesar eksposur risiko terhadap bahaya longsor, tergelincir, maupun paparan zat berbahaya. Dalam penelitian terdahulu dalam konteks tambang terbuka,⁽²¹⁾ kualitas fisik lingkungan sangat menentukan tingkat risiko dan produktivitas kerja.

Terakhir, benang merah dari seluruh kategori adalah lemahnya kendali manajemen. Hampir seluruh simpul permasalahan dalam Fishbone ini menunjukkan bahwa manajemen tidak menjalankan fungsi perencanaan, pengawasan, dan evaluasi secara menyeluruh. Tidak hanya berdampak pada operasional tambang, kondisi ini juga melemahkan sistem budaya keselamatan secara menyeluruh. Dengan demikian, diagram Fishbone ini menegaskan bahwa peningkatan angka kecelakaan dan rendahnya budaya keselamatan bukan hanya akibat dari tindakan individu, tetapi merupakan cerminan dari kegagalan sistemik organisasi dalam mengelola keselamatan dan lingkungan secara holistik.

Penggunaan SWOT dalam evaluasi K3 di industri pertambangan telah dibuktikan efektif,⁽²²⁾ yang menunjukkan bahwa SWOT mampu menstrukturkan isu-isu strategis ke dalam bentuk tindakan sistematis dan terarah. Strategi turunan dari SWOT dianalisis melalui TOWS Matrix. Menurut studi lain,⁽²³⁾ pendekatan TOWS mampu menghubungkan kondisi internal organisasi dengan dinamika eksternal melalui formulasi strategi yang responsif dan berbasis mitigasi risiko.

Analisis SWOT (Tabel 1) memberikan pemetaan strategis terhadap kondisi internal dan eksternal sistem keselamatan dan pengelolaan lingkungan di lokasi studi. Dari sisi kekuatan internal terdapat tiga aspek utama yang menjadi fondasi integrasi K3 dan lingkungan: (1) komitmen manajemen terhadap penerapan kebijakan keselamatan dan keberlanjutan, (2) implementasi Sistem Manajemen Keselamatan Pertambangan (SMKP) dan sertifikasi ISO 14001 sebagai sistem formal, dan (3) pengalaman teknis serta keterampilan dari pengawas lapangan yang cukup memadai. Ketiga kekuatan ini memberikan dasar kuat untuk mengembangkan sistem perbaikan berkelanjutan berbasis prosedur dan perilaku.

Sebaliknya, kelemahan internal adalah pelatihan yang belum merata ke seluruh divisi menunjukkan lemahnya diseminasi informasi dan kapasitas teknis, terutama di kalangan pekerja kontrak dan *shift* malam. Infrastruktur digital yang belum tersedia secara merata, seperti absennya sensor keselamatan otomatis atau pemantauan gas di area produksi, menunjukkan keterbatasan teknologi yang dapat menghambat deteksi dini bahaya. Selain itu, budaya pelaporan insiden yang masih rendah, baik karena rasa takut, tidak percaya diri, atau minimnya sistem *reward* merupakan penghambat utama dalam membangun budaya keselamatan yang partisipatif.

Dari sisi eksternal, peluang yang dapat dimanfaatkan adalah regulasi nasional yang mendukung penerapan tambang hijau dan praktik ESG (*Environmental, Social, Governance*). Selain itu, ketersediaan teknologi monitoring yang makin terjangkau dan meningkatnya permintaan global terhadap praktik pertambangan berkelanjutan memberikan dorongan eksternal bagi perusahaan untuk bertransformasi. Jika dikelola dengan baik, peluang ini dapat menjadi katalis dalam memperkuat sistem K3 dan lingkungan yang lebih terintegrasi.

Sementara itu, ancaman (menunjukkan tantangan yang bersifat fluktuatif maupun struktural. Fluktuasi harga batubara global dapat memengaruhi alokasi anggaran K3 dan program pelatihan. Risiko pencemaran akibat cuaca ekstrem, seperti longsor atau limpasan air asam tambang, mengancam keberlanjutan operasional. Tekanan dari publik dan LSM terhadap insiden yang terjadi juga menambah tekanan reputasi, sehingga mendorong perlunya sistem transparansi dan pelaporan yang lebih akuntabel.⁽²⁴⁾ Ancaman-ancaman ini perlu direspon dengan strategi adaptif, seperti dijabarkan dalam matriks TOWS.

Hasil pemetaan SWOT tersebut tidak hanya memberikan gambaran tentang kondisi aktual organisasi dalam aspek keselamatan dan lingkungan, tetapi juga menjadi dasar untuk menyusun langkah strategis yang bersifat proaktif dan responsif.⁽²⁵⁾ Namun, SWOT pada dasarnya bersifat deskriptif, oleh karena itu, perlu ditindaklanjuti melalui model yang lebih aplikatif yaitu TOWS Matrix.⁽²⁶⁾

TOWS tidak hanya menyusun kombinasi logis antar faktor SWOT, tetapi juga memungkinkan perusahaan merumuskan strategi berdasarkan interaksi spesifik antara kondisi internal dan tekanan eksternal.⁽²⁷⁾ Dalam konteks industri pertambangan yang kompleks, penggunaan TOWS Matrix terbukti efektif untuk mengintegrasikan berbagai perspektif manajerial, teknis, dan sosial guna merancang sistem keselamatan dan pengelolaan lingkungan yang adaptif dan berkelanjutan.⁽²⁸⁾ Secara teoritis, pendekatan TOWS memperkuat kerangka *strategic fit*, yaitu keselarasan antara kapabilitas organisasi dan peluang pasar, sekaligus membangun daya tahan terhadap ancaman luar. TOWS memungkinkan manajer mentransformasikan kekuatan menjadi keunggulan kompetitif dan merancang langkah defensif dari kelemahan yang ada.⁽²⁹⁾

Dalam konteks studi ini, kekuatan seperti komitmen manajemen dan keberadaan sistem SMKP dimanfaatkan untuk mengintegrasikan teknologi keselamatan digital (strategi S-O), sementara kelemahan seperti minimnya pelatihan dan infrastruktur sensor dikompensasi melalui strategi W-O dengan perluasan pelatihan dan penggunaan pendanaan CSR. Pendekatan ini konsisten dengan model manajemen strategis yang menekankan pada pentingnya *resource-based view* dalam menyesuaikan sumber daya internal dengan dinamika eksternal lingkungan bisnis yang berubah cepat⁽³⁰⁾. Berikut merupakan hasil analisis TOWS untuk studi ini (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil analisis matriks TOWS

	OPPORTUNITIES (Peluang)	THREATS (Ancaman)
STRENGTHS (Kekuatan)	<p>Strategi S-O:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Gunakan komitmen manajemen dan sistem SMKP untuk mengintegrasikan teknologi digital keselamatan dan lingkungan. 2) Adopsi sertifikasi lingkungan dan ESG berbasis kekuatan SDM pengawas yang sudah terlatih. 	<p>Strategi S-T:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Gunakan SOP berbasis risiko cuaca dan audit K3L untuk merespons tekanan LSM dan fluktuasi pasar. 2) Tingkatkan sistem pelaporan daring dan transparansi lingkungan berbasis ISO.
WEAKNESSES (Kelemahan)	<p>Strategi W-O:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Perluas pelatihan hingga ke semua unit kerja melalui modul e-learning. 2) Ajukan pendanaan CSR untuk peningkatan infrastruktur pemantauan otomatis dan sensor gas-debu. 	<p>Strategi W-T:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Bangun budaya pelaporan insiden melalui sistem reward dan kanal anonim. 2) Bentuk tim komunikasi eksternal untuk merespons kritik public secara sistematis

Strategi S-O dirancang untuk memaksimalkan kekuatan internal perusahaan dengan memanfaatkan peluang eksternal. Strategi ini mencakup pemanfaatan komitmen manajemen serta sistem SMKP untuk mendorong integrasi teknologi digital keselamatan dan lingkungan secara lebih sistematis. Selain itu, SDM

pengawas yang sudah terlatih menjadi dasar untuk memperluas adopsi sertifikasi berbasis lingkungan seperti ISO 14001 atau standar ESG. Organisasi yang mampu mengkonversi keunggulan internal menjadi keunggulan bersertifikat memiliki daya saing lebih tinggi di sektor industri ekstraktif.⁽³¹⁾

Strategi W-O difokuskan pada penguatan aspek-aspek internal yang masih lemah dengan memanfaatkan dorongan positif eksternal. Pelatihan yang belum merata direspon dengan penggunaan platform e-learning yang memungkinkan keterjangkauan lintas divisi. Kelemahan dalam infrastruktur pemantauan juga diantisipasi dengan memanfaatkan pendanaan CSR untuk investasi pada sensor gas, alat pantau debu, serta perangkat keselamatan otomatis lainnya. Hal ini sejalan dengan temuan lain⁽³²⁾ yang menyatakan bahwa digitalisasi berbasis pelatihan dan penguatan infrastruktur sangat efektif menurunkan risiko kecelakaan kerja di sektor pertambangan.

Strategi S-T menyatakan kekuatan internal dengan respons terhadap ancaman. SOP keselamatan berbasis risiko cuaca dan audit K3L yang adaptif dirancang untuk mengantisipasi fluktuasi pasar serta tekanan dari LSM dan publik. Penguatan sistem pelaporan daring yang terintegrasi dengan transparansi lingkungan berbasis ISO akan meningkatkan legitimasi dan akuntabilitas perusahaan. Strategi ini penting dalam meningkatkan kepercayaan pemangku kepentingan eksternal terhadap kinerja lingkungan perusahaan tambang.⁽³³⁾

Sementara itu, strategi W-T bersifat defensif dan difokuskan pada penanggulangan kelemahan internal yang bersinggungan langsung dengan ancaman eksternal. Salah satu contoh konkret adalah pembangunan budaya pelaporan insiden melalui sistem insentif dan kanal anonim, yang sangat penting untuk mengatasi budaya takut melapor dan memperbaiki deteksi dini risiko. Strategi lainnya adalah pembentukan tim komunikasi eksternal untuk merespons kritik publik secara sistematis. Ini sangat relevan mengingat sorotan masyarakat terhadap isu sosial dan lingkungan di industri pertambangan semakin tinggi.⁽³⁴⁾

Sebagai respons implementatif, perusahaan merancang program “Insan SAB Berbudaya Keselamatan Pertambangan” sebagai penerapan pendekatan continuous improvement berbasis siklus PDCA (*Plan-Do-Check-Act*). Menjadi penting untuk menekankan siklus PDCA dalam menurunkan frekuensi insiden dan mendorong keterlibatan pekerja.⁽³⁵⁾ Program ini mengintegrasikan pelatihan perilaku aman, pelaporan bahaya secara terbuka, inspeksi rutin, serta pemberian insentif non-finansial bagi pelapor aktif. Dengan pendekatan ini, perusahaan mampu membangun budaya keselamatan yang tidak hanya formal (*compliance*) tetapi juga substantif (*commitment*). Selain itu, transformasi budaya ini penting dalam konteks global. Budaya keselamatan berperan sebagai fondasi keempat dalam kerangka pembangunan berkelanjutan di sektor industri berisiko tinggi.⁽³⁶⁾

Sebagai tindak lanjut dari hasil analisis akar masalah dan pemetaan strategi, ditetapkan serangkaian rekomendasi improvement yang diklasifikasikan berdasarkan lima elemen utama dalam sistem operasional pertambangan: *Man, Material, Machine, Method, and Environment* (Tabel 3). Setiap elemen diidentifikasi berdasarkan kondisi aktual di lapangan, permasalahan utama, usulan perbaikan (*improvement*), serta tindakan korektif (*corrective action*) yang spesifik.

Tabel 3. Hasil rekomendasi improvement

FACTOR	ACTUAL	PROBLEM	IMPROVEMENT	CORRECTIVE ACTION
MAN	Kurangnya kepedulian site management dan pekerja terhadap diri, rekan kerja, dan lingkungan	Rendahnya safety operation leadership dan business ownership	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat dan sosialisasi program Insan SAB Berbudaya KPLH; 2. Resosialisasi peraturan keselamatan perusahaan beserta sanksi pelanggaran dan penandatanganan komitmen, sosialisasi ini juga melibatkan Tim HRD, Tim External, Tim Security, dan Tim Community Development; 3. Penunjukan dan pengesahan Komite KPLH, pengawas operasional, pengawas teknis, Penanggung Jawab Area, Penanggung Jawab Operasional, Tenaga Teknis Pertambangan Yang Berkompeten, dan Emergency Response Team; 4. Menggalakkan training internal maupun eksternal terkait keselamatan (safety leadership, POP, AK3 Umum, PERKASA); 5. Monitoring dan evaluasi personel keluar/masuk site melalui surat izin, medical check-up standar, induksi, meeting, dan job pending. 	
MATERIAL	Kualitas pengelolaan Sarana, Prasarana, Instalasi, dan Peralatan Pertambangan (SPIP) kurang memadai	Rendahnya safety operation leadership dan business ownership	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pendataan seluruh Sarana, Prasarana, Instalasi, dan Peralatan Pertambangan (SPIP) di site; 2. Standardisasi dan konsistensi pelaksanaan pemeriksaan dan pemeliharaan pada unit; 3. Standardisasi dan konsistensi pelaksanaan commissioning unit; 4. Penetapan contractor safety management system. 	
MACHINE	Instrumen safety monitoring pada alat produksi kurang memadai	Rendahnya safety operation leadership dan business ownership	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemasangan dan penggunaan teknologi dashcam pada unit; 2. Pemasangan CCTV di area tambang, jalan, jetty, dan beberapa area lainnya. 3. Fleetboard Monitoring untuk identifikasi potensi overspeed pada unit hauling. 4. Inspeksi speed gun pada pengguna unit bergerak roda. 	
METHOD	Beberapa prosedur tidak tersedia dan terjadi pelanggaran terhadap prosedur yang sudah ada	Rendahnya safety operation leadership dan business ownership	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifikasi dan pembuatan dokumen standar kerja di seluruh departemen pada semua proses bisnis perusahaan (manual book, standar operasional prosedur, job safety analysis, checklist form); 2. Pembuatan sistem pelaporan keselamatan berbasis online. 3. Pembuatan jadwal berkala dan evaluasi pelaksanaan inspeksi. 4. Penjadwalan pertemuan komite KPLH dalam periode harian, mingguan, bulanan, dan tahunan. 5. Review pelaksanaan seluruh dokumen keselamatan (buku tambang, buku statistik kecelakaan, surat edaran Kementerian ESDM, prosedur, hasil audit SMKP, hasil penilaian safety maturity level, dan lainnya); 6. Kampanye keselamatan pertambangan dengan massive berbagai media di seluruh area kerja. 	
ENVIRONMENT	Kondisi area tambang, jalan hauling, dan jetty di beberapa segmen tidak standar	Rendahnya safety operation leadership dan business ownership	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membentuk komite KPLH hauling road yang beranggotakan tim operasional dan tim keselamatan perusahaan, Mitra Kerja, dan perusahaan lainnya yang bersinggungan dalam pekerjaan operasional pertambangan; 2. Penjadwalan alat untuk seluruh pekerjaan support dan monitoring konsistensi dalam realisasinya. 	

Pada aspek *Man*, akar masalah utamanya adalah rendahnya kepedulian pekerja dan manajemen lapangan terhadap keselamatan, rekan kerja, dan lingkungan. Permasalahan ini direspon melalui pendekatan pelibatan organisasi dalam program “Insan SAB Berbudaya KPLH”, penegakan peraturan internal beserta sanksi tegas, serta pembentukan struktur pengawasan keselamatan mulai dari level operasional hingga komite KPLH. Tindakan korektif mencakup pelatihan rutin, pembinaan teknis AK3 dan *safety leadership*, serta monitoring kehadiran dan kelengkapan dokumen medis. Pendekatan ini merepresentasikan prinsip “*Plan*” dan “*Do*” dalam siklus PDCA, dengan fokus pada pembangunan budaya keselamatan dan penguatan kepemimpinan fungsional di lapangan.

Faktor *Material* menyangkut pada kualitas sarana, prasarana, dan peralatan pertambangan (SPIP) yang belum memadai. Solusinya meliputi pendataan menyeluruh terhadap infrastruktur, penetapan sistem manajemen keselamatan kontraktor, dan standarisasi pemeriksaan teknis. Koreksi ini dilakukan untuk memastikan bahwa semua peralatan tidak hanya berfungsi, tetapi juga konsisten dalam memenuhi standar K3. Di sisi *Machine*, permasalahan utama adalah kurangnya perangkat pemantauan keselamatan seperti dascham, CCTV, dan fleetboard monitoring. Langkah strategis difokuskan pada pemanfaatan teknologi digital berbasis sistem pengawasan otomatis dan inspeksi ketat, yang selaras dengan strategi S-O dan W-O dari TOWS Matrix.

Dalam dimensi *Method*, sebagian besar prosedur kerja belum terdokumentasi secara sistematis atau tidak dijalankan sebagaimana mestinya. Perbaikan yang disarankan antara lain adalah penyusunan standar kerja tertulis (manual book, SOP, JSA), penerapan sistem pelaporan daring, dan penjadwalan inspeksi berbasis bukti. Strategi ini memperkuat fase “*Check*” dan “*Act*” dalam PDCA dengan menetapkan jadwal evaluasi rutin (harian, mingguan, hingga tahunan), serta pelaksanaan kampanye keselamatan berbasis media di seluruh area kerja. Penekanan pada evaluasi sistem dan pelibatan seluruh unit mencerminkan pemahaman bahwa perbaikan berkelanjutan hanya dapat dicapai jika standar prosedural berjalan paralel dengan pemantauan yang terukur.

Pada aspek *Environment*, permasalahan adalah kondisi area tambang, jalan *hauling*, dan *jetty* yang tidak memenuhi standar keselamatan. Solusi strategisnya adalah pembentukan komite KPLH untuk zona *hauling road*, mencakup tim keselamatan dan mitra kerja eksternal yang berkaitan dengan operasional lapangan. Selain itu, dijadwalkan pengadaan alat monitoring dan dukungan lapangan untuk memastikan konsistensi implementasi. Rekomendasi ini menunjukkan penerapan prinsip kolaboratif dan lintas fungsi sebagai bentuk respons terhadap tekanan eksternal yang diidentifikasi dalam analisis SWOT dan TOWS (khususnya pada strategi S-T dan W-T).

Secara keseluruhan, rekomendasi ini tidak hanya menyangkut perbaikan teknis, tetapi juga budaya, kepemimpinan, dan transformasi sistem secara holistik. Setiap koreksi diarahkan untuk menutup gap antara kondisi aktual dan standar, dengan mempertimbangkan seluruh dimensi manajemen risiko modern di sektor pertambangan. Dengan integrasi yang solid antara analisis masalah (Fishbone), penyusunan strategi (TOWS), dan pendekatan siklus manajemen mutu (PDCA), diharapkan sistem keselamatan dan pengelolaan lingkungan di lokasi studi dapat bertransformasi menuju praktik yang lebih berkelanjutan, efisien, dan partisipatif.

Temuan penelitian ini mengonfirmasi bahwa integrasi antara keselamatan kerja (K3) dan pengelolaan lingkungan di sektor pertambangan tidak hanya membutuhkan perangkat teknis dan regulasi, tetapi juga transformasi budaya organisasi dan kepemimpinan operasional. Hal ini sejalan dengan penelitian lain,⁽³⁷⁾ yang menekankan bahwa sistem manajemen keselamatan yang berhasil tidak hanya bergantung pada teknologi, tetapi juga pada komitmen kepemimpinan dan keterlibatan lintas fungsi dalam menerapkan standar K3 secara konsisten. Rendahnya *safety culture* dan minimnya prosedur yang dijalankan mencerminkan masih kuatnya pendekatan reaktif dibanding preventif, sebagaimana dikritik dalam studi terdahulu,⁽³⁸⁾ pada sebuah industri batu bara China.

Dari sisi implementasi strategi, organisasi memiliki potensi internal yang kuat namun belum dimobilisasi optimal. Misalnya, keberadaan SDM pengawas yang berpengalaman dan adanya sistem SMKP belum diimbangi oleh sistem pelatihan berkelanjutan dan infrastruktur digital yang mendukung. Hal ini juga telah dilaporkan,⁽³⁹⁾ yang menemukan bahwa banyak perusahaan pertambangan di negara berkembang memiliki dokumen sistem yang baik namun lemah dalam eksekusi pelatihan dan pemantauan berbasis data. Penambahan pelatihan melalui *e-learning* serta adopsi teknologi fleet monitoring dalam studi ini menjadi upaya menjembatani celah tersebut.

Penggunaan matriks TOWS terbukti efektif untuk merumuskan langkah praktis. Strategi S-O dan W-T yang disusun, seperti digitalisasi sistem pelaporan dan pembentukan tim komunikasi eksternal, memiliki kemiripan dengan pendekatan terdahulu,⁽⁴⁰⁾ yang menyarankan penggunaan SWOT-TOWS untuk menyusun strategi keberlanjutan pada penambangan di Namibia. Strategi berbasis interaksi faktor lingkungan dan organisasi mampu meningkatkan efektivitas jangka panjang dalam program keselamatan dan lingkungan.

Temuan penelitian ini juga mendukung argumen bahwa budaya keselamatan tidak akan berkembang tanpa adanya sistem pelaporan insiden yang aman, *reward system* yang adil, dan evaluasi kinerja berkala. Studi lain⁽⁴¹⁾ menyatakan bahwa penerapan *safety maturity model* (SMM) secara bertahap, mulai dari pelaporan hingga pelibatan pengawas sebagai *role model* mempercepat internalisasi budaya keselamatan di perusahaan tambang. Dalam konteks studi ini, program “Insan SAB Berbudaya KPLH” menjadi langkah awal transformasi tersebut.

Pendekatan PDCA yang diterapkan dalam program rekomendasi menunjukkan konsistensi dengan prinsip *continuous improvement* yang diadopsi di berbagai praktik terbaik industri. Selain itu, juga perlu perhatian pada pentingnya pelibatan masyarakat dan pemangku kepentingan eksternal sebagai bagian dari sistem manajemen lingkungan yang adaptif.⁽⁴²⁾ Rekomendasi penelitian ini yang mencakup pembentukan komite KPLH lintas tim dan audit *hauling road* mencerminkan integrasi tersebut. Oleh karena itu, hasil studi ini tidak hanya relevan secara lokal, tetapi juga mencerminkan praktik global yang mulai mengarah pada tata kelola keselamatan dan lingkungan berbasis sistem, bukan sekadar kepatuhan administratif.

Sebagai penutup, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, ruang lingkup kajian terbatas pada satu perusahaan tambang batubara di Kalimantan Tengah, sehingga hasil temuan mungkin tidak dapat digeneralisasi secara luas ke industri atau lokasi tambang lain yang memiliki karakteristik berbeda. Kedua, pendekatan kualitatif deskriptif yang digunakan rentan terhadap bias subjektivitas peneliti, meskipun upaya triangulasi data telah dilakukan untuk meningkatkan validitas temuan. Selain itu, data kecelakaan dan lingkungan yang dianalisis bersumber dari laporan internal perusahaan; keterbatasan akurasi dan kelengkapan data tersebut

dapat memengaruhi hasil analisis. Untuk itu, penelitian selanjutnya disarankan melibatkan studi multi-kasus atau menggunakan metode kuantitatif agar dapat mengkonfirmasi dan memperluas temuan ini dalam konteks yang lebih beragam.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi sistem K3 dan pengelolaan lingkungan dalam industri pertambangan tidak dapat berjalan efektif tanpa adanya pendekatan sistemik yang melibatkan budaya organisasi, struktur manajemen, serta strategi berbasis data. Peningkatan insiden kerja berkorelasi kuat dengan lemahnya kontrol manajemen, ketidakkonsistensiannya dalam penerapan SOP, serta rendahnya persepsi risiko pekerja terhadap dampak lingkungan dan keselamatan. Potensi kekuatan internal seperti keberadaan kebijakan SMKP dan pengalaman pengawas, namun diimbangi dengan kelemahan seperti belum meratanya pelatihan dan sistem pelaporan insiden yang belum optimal. Selanjutnya solusi konkret mencakup pelatihan berbasis e-learning, adopsi teknologi pemantauan otomatis, audit SOP berbasis risiko, dan melibatkan masyarakat dalam sistem pengawasan eksternal. Siklus perbaikan berkelanjutan memberikan dampak positif dalam membangun budaya keselamatan yang lebih partisipatif dan responsif. Dengan demikian, integrasi pendekatan *Fishbone*, SWOT-TOWS, dan PDCA dapat digunakan sebagai model strategis dalam penguatan sistem keselamatan dan pengelolaan lingkungan di sektor pertambangan Indonesia. Rekomendasi yang dirumuskan dalam studi ini dapat menjadi rujukan bagi perusahaan tambang lain yang ingin membangun sistem K3-LH yang lebih berkelanjutan, berbasis risiko, dan berorientasi pada perbaikan terus-menerus.

DAFTAR PUSTAKA

1. Cruz-Ausejo L, Cama-Ttito NA, Solano PF, Copez-Lonzoy A, Vera-Ponce VJ. Occupational accidents in mining workers: scoping review of studies published in the last 13 years. *BMJ open*. 2024;14(10):e080572.
2. Florez-Salas JL, Ramos-Saira EM, Joo-García CE, Ramos-Alave R, Del Carpio-Delgado F, Laura-De La Cruz KM. Safety and occupational health management system in mining to reduce fatal accidents in the mining industry. In: International Conference in Information Technology and Education 2023 Jun 29 (pp. 57-67). Singapore: Springer Nature Singapore.
3. Jasulewicz-Kaczmarek M, Antosz K, Wyczółkowski R, Sławińska M. Integrated approach for safety culture factor evaluation from a sustainability perspective. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022 Sep 20;19(19):11869.
4. Rudakov M, Gridina E, Kretschmann J. Risk-based thinking as a basis for efficient occupational safety management in the mining industry. *Sustainability*. 2021 Jan 6;13(2):470.
5. Asah-Kissiedu M, Manu P, Booth CA, Mahamadu AM, Agyekum K. An integrated safety, health and environmental management capability maturity model for construction organisations: A case study in Ghana. *Buildings*. 2021 Dec 13;11(12):645.
6. Rahayu YM, Kurniati P. Membangun budaya keselamatan kerja melalui partisipasi sosial untuk memperkuat kesadaran kewarganegaraan. *Citizen: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*. 2025 Mar 4;5(1):243-9.
7. Haloui I, Li Y. Safety culture and its influence on mining safety performance. *Report*. 2025;8(2):42-48.
8. Doyle K. The safety and sustainability of mining at diverse scales: Placing health and safety at the core of responsibility. *Report*. 2023;6(8):82-88.
9. Farris F, Jumhana E, Fadilah A, Adha A, Novrio MJ, Haki U. Keselamatan dan kesehatan kerja (K3): pilar utama dalam produktivitas dan keberlanjutan. *Bureaucracy Journal: Indonesia Journal of Law and Social-Political Governance*. 2025 Feb 2;5(1):619-33.
10. Vaněk M, Mikolá M, Pomothy L. Continuous improvement management for mining companies. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*. 2015 Feb;115(2):119-24.
11. Schluengger MC, Zumstein-Shaha M, Palm R. Methodologic and data-analysis triangulation in case studies: A scoping review. *Western Journal of Nursing Research*. 2024 Aug;46(8):611-22.
12. Suherry K, Susilawati. Analisis penerapan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja karyawan di pertambangan. *Arrazi*. 2023 Jun. 30;1(1):63-7.
13. Kruse T, Veltri A, Branscum A. Integrating safety, health and environmental management systems: A conceptual framework for achieving lean enterprise outcomes. *Journal of Safety Research*. 2019 Dec 1;71:259-71.
14. Samudra AR, Ismiyah E, Hidayat H. Risk analysis of work accidents in the truck maintenance section of CV. Sumber Rejeki with FMEA and RCA methods. *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*. 2024 Jun 30;6(2):205-12.
15. Setiawan A, Deswita A, Shofiyaturrahmah S, Firmansyah FB, Prastyo Y. Studi kasus analisis defect pada komponen otomotif disertai pemecahan masalah menggunakan diagram Pareto dan Fishbone. *Jurnal Ilmiah Research Student*. 2025 May 26;2(2):53-63.
16. Wang L, Xu W, Li J. Analyzing safety management failure paths in coal mines via the 24Model Accident Causation Framework and fsQCA. *Safety*. 2025 Sep 1;11(3):84.
17. Bęs P, Strzałkowski P, Górnjak-Zimroz J, Szóstak M, Janiszewski M. Innovative Technologies to improve occupational safety in mining and construction industries—Part I. Sensors. 2025 Aug 21;25(16):5201.
18. Nabilah A, Luthfiya A, Nitit PP, Amaliyah A. Analisis pengaruh lingkungan kerja fisik terhadap produktivitas karyawan pada perusahaan di Jawa Timur. *Journal of Exploratory Dynamic Problems*. 2025 Apr 10;2(2):34-55.
19. Rahayu YM, Kurniati P. Membangun budaya keselamatan kerja melalui partisipasi sosial untuk memperkuat kesadaran kewarganegaraan. *Citizen: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*. 2025 Mar 4;5(1):243-9.

20. Maulana I, Harisman H. Perbuatan kelalaian oleh konsultan pengawas konstruksi atas bangunan yang menyebabkan kerugian negara. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*. 2024 Aug 14;6(5):2010-26.
21. KN LK, Tama AS, Hafiz A, Sahlan M, Arsyadona A. Analisis faktor-faktor risiko pada pekerja di sektor pertambangan. *Jurnal Ilmiah Nusantara*. 2025 Jan 6;2(2):313-22.
22. Mawiestin A, Zamriana W, Fitriana R, Indriyati I. Evaluation on the application of occupational safety and health (K3) procedures at PT. IPC during pandemic using the SWOT analysis. *Advances in Transportation and Logistics Research*. 2021 Nov 30;4:692-702.
23. Wulandari I, Sulistyowati E, Endika Y. Analisis perencanaan pengembangan rekam medis elektronik RSUD Kota Yogyakarta dengan pendekatan SWOT-PESTEL. *Nusantara Hasanah Journal*. 2025 Jun 30;5(1):1-4.
24. Surya RK, Sisdianto E. Kajian kritis terhadap laporan kinerja perusahaan dan implikasinya terhadap reputasi dan kepercayaan publik. *Jurnal Intelek Dan Cendikiawan Nusantara*. 2024 Dec 18;1(6):10229-37.
25. Gurl E. SWOT analysis: A theoretical review. *Report*. 2023;6(1):52-58.
26. Žmegač D, Čolig M, Drezgic S. Simulation model of the quantified SWOT/TOWS matrix on an example of situational analysis at subnational level. *Zbornik Veleučilišta u Rijeci*. 2024 Jun 18;12(1):23-35.
27. Skotnicka-Zasadzień B, Zasadzień M, Grebski W. Application of TOWS/SWOT analysis as an element of strategic management on the example of a manufacturing company. *Sci. Pap. Silesian Univ. Technol. Organ. Manag. Ser.* 2023 Dec 28;2023:541-51.
28. Dandage RV, Mantha SS, Rane SB. Strategy development using TOWS matrix for international project risk management based on prioritization of risk categories. *International Journal of Managing Projects in Business*. 2019 Nov 18;12(4):1003-29.
29. Sooampon S. Strategy Formulation: TOWS and other prominent models. In *Fundamentals of Managing Technology Ventures* 2025 Feb 5 (pp. 47-54). Singapore: Springer Nature Singapore.
30. Grant RM. *Contemporary strategy analysis*. John Wiley & Sons; 2021 Nov 22.
31. Esty DC, Winston A. *Green to gold: How smart companies use environmental strategy to innovate, create value, and build competitive advantage*. John Wiley & Sons; 2009 Jan 9.
32. Sarkar F, Sarkar I. Development of proactive mine electrical safety management system (MESMS) for Indian underground hard rock mines: a risk assessment based approach. *Report*. 2021;4(2):22-28.
33. Kusnezowa D, Vang J. Creating legitimacy in the ISO/CEN standard for sustainable and traceable cocoa: an exploratory case study integrating normative and empirical legitimacy. *Sustainability*. 2021 Nov 22;13(22):12907.
34. Setyahuni SW, Subagyo H, Zakaria F. Dampak corporate social responsibility, profitabilitas, dan financial leverage terhadap return saham perusahaan sektor pertambangan terdaftar di BEI periode 2019-2023. *Innovative: Journal of Social Science Research*. 2025 Jul 31;5(4):5716-28.
35. de Paula RA. Contributions to continuous improvement management using its variables to measure productivity, employee engagement and participatory management. *Ecole Polytechnique*. 2022;8(2):12-18.
36. Iqmalia BN, Djunaidi Z. Evaluasi resilience dalam budaya keselamatan organisasi: studi kasus di situs tambang batubara. *Jurnal Penelitian Kesehatan " SUARA FORIKES "*. 2024 Dec 31;16(1):38-43.
37. Kale SR, Kota S, Jasti NV, Soni G, Prakash S. An occupational health and safety management system framework for lean process industries: an interpretive structural modelling approach. *International Journal of Lean Six Sigma*. 2022 Oct 18;13(6):1367-94.
38. Wang L, Zeng W, Jing Z, Xu Y, Li J. Multi-level hierarchical structure analysis of influencing factors of coal mine managers' blame avoidance behavior. *Safety and Health at Work*. 2024 Dec 1;15(4):396-403.
39. Bisschoff RA, Grobbelaar S. Evaluation of data-driven decision-making implementation in the mining industry. *South African Journal of Industrial Engineering*. 2022 Nov 1;33(3):218-32.
40. Moongo TE. Investigating strategies to improve superior sustainable performance in the Namibian mining industry (Doctoral dissertation, University of Namibia).
41. Greeff M. The empirical design of a safety culture maturity development model. *Marcell Greeff*; 2023 May 17;8(1):41-48.
42. Saenz C. Stakeholders, social and environmental impact management as key factors of the corporate social management in the mining industry: A Peruvian case study. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*. 2024 Jan;31(1):697-708.