

Research Article

Identification of High Potential Person (HIPO) pada Fatigue Risk Management Operasi Perusahaan Pertambangan

Patmasari¹, Dadan Erwandi^{2*}

^{1,2} Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia

Abstract

Fatigue among heavy equipment operators is a major occupational risk that contributes significantly to workplace accidents in the mining industry. High workload demands, extended working hours, and Shift systems particularly night Shifts substantially increase fatigue risk. This study aimed to examine the relationship between operator fatigue and workplace accidents and to evaluate the effectiveness of fatigue risk management through the High Potential Person (HIPO) program. An observational analytic study with a cross-sectional design was conducted using secondary data collected from the Defender and Jigsaw fatigue monitoring systems between January and August 2025. The study population comprised all 947 active heavy equipment operators at PT Petrosea, Kideco Jaya Agung site, and total sampling was applied. Descriptive and analytical analyses were performed to assess the distribution of fatigue incidents, accident occurrences, and their associations. The findings revealed that fatigue incidents were more prevalent during night Shifts, and operators experiencing repeated fatigue events had a significantly higher risk of workplace accidents. The implementation of fatigue risk management strategies including real-time fatigue monitoring, identification of HIPO operators, Shift scheduling adjustments, and targeted preventive interventions effectively reduced repeated fatigue incidents. This study highlights the critical role of systematic fatigue risk management in improving occupational safety and enhancing operational productivity in the mining sector.

Keywords: *Fatigue, Risk, Management, HIPO, Mining*

Pendahuluan

Kelelahan (*fatigue*) pada operator alat berat di tambang batu bara merupakan salah satu faktor risiko utama dalam kecelakaan kerja di sektor pertambangan. Kelelahan dapat mengurangi kewaspadaan dan kemampuan reaksi operator dalam mengendalikan alat berat, yang pada gilirannya meningkatkan risiko kesalahan manusia yang dapat menyebabkan kecelakaan serius. Studi global menunjukkan bahwa kelelahan berkontribusi terhadap 15%–30% dari

seluruh insiden kecelakaan kerja yang dilaporkan, khususnya pada industri berisiko tinggi dengan sistem kerja *Shift* dan jam kerja panjang (Sprajcer et al., 2022). Di Indonesia, laporan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) 2025 menunjukkan bahwa sektor pertambangan masih mencatat sejumlah insiden akibat *fatigue*, termasuk kecelakaan fatal pada operator alat berat (Susanto, 2025).

Menurut (Wang et al., 2022) menyatakan jam kerja yang terlalu panjang, serta rendahnya dukungan sosial, menjadi faktor penyebab meningkatnya *work fatigue*. Temuan ini sejalan dengan penelitian di sektor industri berisiko yang menunjukkan bahwa jam kerja panjang dan kualitas tidur yang buruk secara signifikan meningkatkan tingkat kelelahan pekerja (Mansyur

*corresponding author: Dadan Erwandi

Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia

Email: dadan.erwandi@ui.ac.id

Submitted: 12-10-2025 Revised: 23-01-2026

Accepted: 30-01-2026 Published: 05-02-2026

et al., 2021). Seseorang yang mengalami *work fatigue* cenderung merasa bosan, jemu, dan mengalami peningkatan emosional yang tinggi, jika kondisi tersebut terus dibiarkan, maka besar kemungkinan pekerjaan yang dilaksanakan tidak akan berjalan dengan baik (Luthans, 2017). Rasa lelah dan bosan yang terus dirasakan dalam bekerja mendorong tindakan ceroboh serta menurunkan kewaspadaan pekerja, sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja (Useche et al., 2017). Kecelakaan kerja tentu menjadi risiko yang tidak dapat dihindari oleh pekerja, namun penting bagi organisasi untuk memikirkan cara mengurangi terjadinya kecelakaan kerja, salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan mengidentifikasi *High Potential Person* (HIPO) sebagai kelompok pekerja dengan tingkat risiko kelelahan yang lebih tinggi dan memerlukan pengendalian khusus (Maisey et al., 2022).

Hasil identifikasi *Human Resources Development* PT. Petrosea Site Kideco Jaya Agung menunjukkan bahwa pada tahun 2023 terjadi 4 insiden kelelahan pada operator alat berat, sedangkan pada tahun 2024 hanya terjadi 1 kasus, dan pada 2025 nol kasus. Tren ini menunjukkan adanya perbaikan, namun kondisi kerja operator yang melibatkan jam kerja panjang, beban kerja tinggi, serta penerapan sistem *shift* terutama *shift* malam masih berpotensi meningkatkan risiko kelelahan fisiologis dan psikologis. Penelitian menunjukkan bahwa kerja *shift* malam berhubungan erat dengan gangguan ritme sirkadian, penurunan kualitas tidur, dan peningkatan kelelahan kronis pada pekerja (Nasution & Harahap, 2024). Namun, penurunan jumlah insiden tidak serta-merta menjamin pengelolaan kelelahan yang optimal, karena faktor risiko individu dan pola kerja *Shift* tetap dapat menimbulkan kejadian berulang, seperti perbedaan toleransi kelelahan antar operator, kualitas tidur yang terganggu, dan akumulasi kelelahan akibat rotasi *shift* yang tidak seimbang (Mansyur et al., 2021). Oleh karena itu, pengembangan sistem identifikasi *High Potential*

Person (HIPO) berbasis analitik data kelelahan menjadi penting.

Permasalahan utama yang muncul dari kondisi di atas adalah tingginya risiko kecelakaan akibat *fatigue* pada operator alat berat di tambang batubara yang bekerja dalam *shift* panjang. Secara konseptual, kerja dengan durasi panjang dan sistem *shift* khususnya *shift* malam dapat mengganggu ritme sirkadian, menurunkan kewaspadaan, serta memperlambat waktu reaksi operator, sehingga meningkatkan probabilitas terjadinya kesalahan operasional dan kecelakaan kerja (Sprajcer et al., 2022). Meskipun data insiden menurun, risiko masih tinggi bagi individu yang memiliki frekuensi kejadian *fatigue* repetitif, durasi pengambilan jam *fatigue* yang panjang, atau bekerja pada hari pertama setelah RnR/Off, yang dalam praktiknya sering dikaitkan dengan kurang optimalnya adaptasi fisiologis pasca-istirahat (Maisey et al., 2022). Kondisi kerja yang bersifat repetitif dan monoton pada pengoperasian alat berat berkontribusi terhadap akumulasi kelelahan fisik dan mental, yang secara kausal meningkatkan risiko penurunan konsentrasi, pengambilan keputusan yang tidak optimal, serta terjadinya kecelakaan kerja (Latief, 2024). Hal ini menjadi penting untuk ditangani secara sistematis melalui identifikasi HIPO dan intervensi preventif (Al-Mekhlafi et al., 2021).

Justifikasi penelitian ini didasarkan pada kebutuhan untuk meningkatkan keselamatan kerja operator alat berat melalui pendekatan *data-driven*, memanfaatkan sistem *Defender* dan *Jigsaw* untuk memantau *fatigue* secara real-time. Pendekatan ini sejalan dengan pengembangan *Fatigue Risk Management System* (FRMS) *modern* yang menekankan pemanfaatan data objektif dan sistematis untuk mengidentifikasi pekerja berisiko tinggi dan mencegah kecelakaan sebelum terjadi (Sprajcer et al., 2022; Maisey et al., 2022). Pendekatan ini diharapkan dapat menurunkan risiko insiden berulang, meningkatkan efisiensi penggunaan jam istirahat, dan menyediakan dasar pengambilan keputusan yang lebih tepat sasaran bagi manajemen SHE di lapangan.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan desain *cross-sectional* yang bertujuan untuk mengevaluasi hubungan antara kelelahan operator alat berat dan kejadian kecelakaan kerja di PT. Petrosea site Kideco Jaya Agung. Desain cross-sectional dalam penelitian ini digunakan untuk menganalisis keterkaitan (asosiasi) antara variabel kelelahan dan kejadian kecelakaan kerja pada satu kerangka waktu observasi, sehingga hasil penelitian tidak ditujukan untuk menarik kesimpulan hubungan sebab-akibat, melainkan hubungan statistik antar variabel. Desain cross-sectional dipilih karena penelitian ini menggunakan data sekunder dari sistem monitoring kelelahan operator yang dikumpulkan pada periode tertentu, yaitu Januari hingga Agustus 2025, sehingga memungkinkan peneliti untuk menganalisis hubungan antar variabel dalam satu periode studi (Sekaran & Bogie, 2016). Data sekunder diperlakukan sebagai potret kondisi kelelahan dan kejadian kecelakaan yang dianalisis secara simultan pada periode observasi yang telah ditentukan, sehingga pendekatan cross-sectional tetap relevan meskipun data bersumber dari dokumen terdokumentasi. Lokasi penelitian adalah PT. Petrosea site Kideco Jaya Agung di Kalimantan Timur, tempat seluruh operator alat berat bekerja dan sistem pemantauan kelelahan telah diterapkan.

Populasi penelitian ini adalah seluruh operator alat berat yang aktif bekerja di PT. Petrosea site Kideco Jaya Agung selama periode studi, sebanyak 947 operator. Metode total sampling diterapkan, sehingga seluruh populasi dijadikan sampel penelitian. Kriteria inklusi mencakup operator yang memiliki catatan kelelahan lengkap dari sistem *Defender* dan *Jigsaw* selama periode Januari–Agustus 2025. Operator yang datanya tidak lengkap atau tidak bekerja penuh dalam periode tersebut dikecualikan. Eksklusi juga mencakup operator yang keluar, dipindahkan lokasi kerja, atau tidak lagi menjalankan fungsi operasional alat berat selama periode pengamatan, yang berpotensi menimbulkan bias eksklusi dan

membatasi generalisasi hasil penelitian. Populasi penelitian ini mencakup operator alat berat berstatus karyawan tetap dan kontrak aktif, sementara operator trainee dan tenaga outsourcing non-operasional tidak termasuk dalam populasi penelitian.

Variabel utama dalam penelitian ini terbagi menjadi dua kelompok. Variabel independen adalah tingkat kelelahan operator, yang diukur melalui frekuensi kejadian kelelahan berdasarkan *Defender* dan *Jigsaw*. *Defender* adalah sistem monitoring *real-time* berbasis sensor yang mendeteksi tanda-tanda kelelahan dan distraksi operator alat berat, seperti menguap, mata terpejam, atau kehilangan fokus, dan memberikan alarm sebagai peringatan dini (Rehman et al., 2020). Validitas penggunaan sistem monitoring berbasis sensor seperti *Defender* dalam mendeteksi kelelahan operator telah didukung oleh penelitian lima tahun terakhir yang menunjukkan akurasi tinggi dalam mendeteksi penurunan kewaspadaan dan microsleep pada operator alat berat dan kendaraan industri (Maisey et al., 2022). *Jigsaw* adalah sistem pelaporan kelelahan yang mencatat kejadian *fatigue* berdasarkan laporan operator dan telah digunakan sebagai bagian dari *Fatigue* Risk Management System (FRMS) di berbagai industri berisiko tinggi, dengan tingkat reliabilitas pelaporan yang memadai ketika dikombinasikan dengan sistem objektif (Sprajcer et al., 2022). Data dari kedua sistem ini digabung untuk memperoleh total frekuensi kejadian kelelahan per operator. Variabel dependen adalah kejadian kecelakaan kerja, yang mencakup seluruh insiden pada operator alat berat selama periode studi, termasuk near-miss, kerusakan alat, cedera ringan, maupun kecelakaan fatal. Data kecelakaan diperoleh dari database perusahaan PT. Petrosea site Kideco Jaya Agung untuk periode 2020–2025, namun analisis difokuskan pada kejadian kecelakaan yang relevan dengan periode pemantauan kelelahan Januari–Agustus 2025, sehingga penautan antara variabel kelelahan dan kecelakaan tetap berada dalam kerangka waktu yang sebanding.

Pengumpulan data dilakukan secara retrospektif. Data kelelahan diambil dari sistem *Defender* Dan *Jigsaw*, kemudian divalidasi dan digabung berdasarkan identitas operator serta tanggal kejadian untuk menghindari duplikasi. Data kecelakaan kerja diekstraksi dari database internal perusahaan dan diverifikasi oleh tim SHE. Semua data dianonimkan menggunakan kode unik untuk menjaga kerahasiaan identitas operator. Sistem kerja operator di lokasi penelitian menerapkan pembagian *Shift* siang dan malam, di mana *Shift* siang berlangsung pukul 07.00–19.00 dan *Shift* malam pukul 19.00–07.00, yang menjadi salah satu faktor penting dalam analisis risiko kelelahan.

Analisis data dilakukan menggunakan pendekatan deskriptif dan analitik. Analisis deskriptif digunakan untuk menampilkan distribusi kejadian kelelahan dan karakteristik operator, serta jumlah dan jenis kecelakaan kerja selama periode studi. Analisis analitik dilakukan untuk menguji hubungan antara kelelahan operator dan kejadian kecelakaan kerja, menggunakan uji *Chi-Square* atau *Fisher's Exact Test* (Hair et al., 2019). Analisis korelasi Spearman juga digunakan untuk melihat hubungan antara jumlah kejadian *fatigue* dan frekuensi kecelakaan. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, serta

diinterpretasikan untuk mengevaluasi hipotesis penelitian (Hair et al., 2022).

Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian PT Petrosea Tbk yang diterbitkan oleh Departemen *External Affairs* – SHE PT Petrosea Tbk, dengan Nomor *Ethical Approval*: 4304C/EXT-SHE/2025/0106. Penelitian ini juga telah mendapatkan izin resmi dari manajemen PT Petrosea Tbk. Seluruh data yang digunakan bersifat anonim, dan identitas operator tidak dicantumkan dalam proses pengolahan maupun publikasi hasil penelitian. Pelaksanaan penelitian telah sesuai dengan prinsip-prinsip etika penelitian, termasuk Deklarasi Helsinki serta peraturan penelitian yang berlaku di Indonesia sehingga, penelitian ini dinyatakan memenuhi kelaikan etik untuk dilaksanakan dan dipublikasikan.

Hasil

Demografis Responden

Penelitian melibatkan 947 operator alat berat di PT. Petrosea site Kideco Jaya Agung. Analisis distribusi *Shift* menunjukkan mayoritas operator bekerja pada *Shift* malam, sedangkan *Shift* siang lebih sedikit. Distribusi ini penting untuk memahami risiko *fatigue* berdasarkan jam kerja. Berdasarkan hasil identifikasi data yang telah dilakukan diperoleh distribusi operator menurut *Shift*, seperti terlihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Distribusi Operator Berdasarkan *Shift*

| Shif | Jumlah | Percentase |
|--------------------|--------|------------|
| <i>Shift</i> Malam | 413 | 43.6% |
| <i>Shift</i> Siang | 534 | 56.4% |
| Total | 947 | 100% |

Tabel 2. Distribusi kejadian *fatigue* per *Shift*

| Shif | Operator Dengan ≥ 1 Kejadian <i>Fatigue</i> | Total Kejadian <i>Fatigue</i> | Rata-Rata Kejadian Per Operator |
|--------------------|--|-------------------------------|---------------------------------|
| <i>Shift</i> Malam | 320 | 1150 | 3,59 |
| <i>Shift</i> Siang | 450 | 1900 | 4,22 |
| Total | 770 | 3050 | 3,96 |

Berdasarkan tabel 1 distribusi operator alat berat di PT. Petrosea Site Kideco Jaya Agung menunjukkan bahwa sebagian besar operator

bekerja pada *Shift* siang, yaitu sebanyak 534 orang (56,4%), sedangkan operator yang bekerja pada *Shift* malam berjumlah 413 orang (43,6%).

Meskipun proporsi operator pada *Shift* siang lebih besar, jumlah operator yang bekerja pada *Shift* malam juga tergolong tinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa hampir setengah dari total operator terlibat dalam sistem kerja *Shift* malam, yang secara operasional memiliki risiko kelelahan lebih tinggi akibat gangguan ritme sirkadian, durasi kerja panjang, dan keterbatasan waktu pemulihan, sehingga perlu mendapat perhatian khusus dalam pengelolaan kelelahan dan keselamatan kerja. Data *fatigue* digabung dari sistem *Defender* dan *Jigsaw*. Operator yang mengalami ≥ 1 kejadian *fatigue* selama periode Januari–Agustus 2025 dicatat. Hasil menunjukkan *Shift* malam memiliki kejadian *fatigue* lebih tinggi dibanding *Shift* siang.

Berdasarkan tabel 2 kejadian *fatigue* ditemukan pada operator yang bekerja baik pada *Shift* siang (DS) maupun *Shift* malam (NS). Jumlah operator dengan ≥ 1 kejadian *fatigue* pada *Shift* siang tercatat sebanyak 320 orang dengan total 1.150 kejadian *fatigue*, menghasilkan rata-rata 3,59 kejadian per operator. Sementara itu, pada *Shift* malam terdapat 450 operator yang mengalami ≥ 1 kejadian *fatigue* dengan total 1.900

kejadian, sehingga rata-rata kejadian *fatigue* per operator lebih tinggi, yaitu 4,22. Secara keseluruhan, sebanyak 770 operator mengalami kejadian *fatigue* dengan total 3.050 kejadian, dan rata-rata kejadian *fatigue* per operator sebesar 3,96.

Temuan ini menunjukkan bahwa *Shift* malam memiliki frekuensi dan intensitas kejadian *fatigue* yang lebih tinggi dibandingkan *Shift* siang, yang mengindikasikan bahwa kerja pada *Shift* malam berpotensi meningkatkan risiko kelelahan pada operator alat berat. Mayoritas *fatigue* terjadi pada *Shift* malam, terutama setelah periode *RnR/Off*, menandakan periode rawan *fatigue* pasca cuti dan *off*. Hal tersebut disebabkan setelah cuti pada umumnya pekerja yang mendapatkan shif malam, harus kembali membiasakan diri untuk bekerja, ketikan penyesuaian kembali berjalan dengan lambat, hal tersebut cenderung meningkatkan risiko kecelakaan kerja (Mittal & Bhakar, 2018; Samantha & Almalik, 2019). Durasi *fatigue* dihitung dari kolom “duration/minute” di data *Jigsaw* + *Defender*. Distribusi durasi *fatigue* digunakan untuk menilai tingkat keparahan kelelahan operator.

Tabel 3 Durasi *Fatigue* Per Operator

| Durasi <i>Fatigue</i> (Menit) | Jumlah Kejadian | Percentase |
|-------------------------------|-----------------|------------|
| <10 | 215 | 7 |
| 10–20 | 980 | 32 |
| 21–40 | 1200 | 39 |
| 41–60 | 480 | 16 |
| >60 | 175 | 6 |

Tabel 4 Identifikasi HIPO Menurut *Shift*

| Shift | Jumlah | Percentase |
|--------------------|--------|------------|
| <i>Shift</i> Malam | 45 | 37.2 |
| <i>Shift</i> Siang | 76 | 62.8 |
| Total | 121 | 100 |

Tabel 5. Hubungan Kejadian *Fatigue* dengan Insiden Kecelakaan Kerja

| Kategori <i>Fatigue</i> | Pernah Kecelakaan | Tidak Kecelakaan | Total | P-value |
|-------------------------|-------------------|------------------|-------|---------|
| <i>Shift</i> Malam | 34 | 736 | 770 | 0.001 |
| <i>Shift</i> Siang | 3 | 174 | 177 | |
| Total | 37 | 910 | 947 | |

Berdasarkan tabel 3 sebagian besar kejadian *fatigue* berada pada durasi 21–40 menit, yaitu sebanyak 1.200 kejadian (39%), yang menunjukkan bahwa kelelahan umumnya dialami operator dalam rentang waktu kerja menengah. Durasi *fatigue* 10–20 menit juga cukup dominan dengan 980 kejadian (32%), sementara durasi 41–60 menit tercatat sebanyak 480 kejadian (16%). Kejadian *fatigue* dengan durasi lebih dari 60 menit meskipun memiliki persentase lebih kecil, yaitu 175 kejadian (6%), menunjukkan tingkat kelelahan yang lebih berat dan berpotensi menimbulkan dampak keselamatan yang serius. Operator dengan durasi *fatigue* lebih dari 60 menit memiliki risiko kecelakaan kerja yang lebih tinggi sehingga menjadi prioritas dalam intervensi pengendalian kelelahan. Fakta ini menunjukkan bahwa kecelakaan kerja cenderung rawan terjadi pada fase awal pekerjaan maupun setelah pekerjaan berlangsung selama sekitar satu jam, ketika akumulasi kelelahan mulai memengaruhi kewaspadaan dan konsentrasi operator.

Berdasarkan tabel 4 identifikasi *High Potential Person* (HIPO) menunjukkan bahwa dari total 121 operator yang termasuk kategori HIPO, mayoritas berasal dari *Shift* malam (NS), yaitu sebanyak 76 orang (62,8%), sedangkan operator pada *Shift* siang (DS) berjumlah 45 orang (37,2%). Secara keseluruhan, dari 947 operator alat berat, sebanyak 121 orang (12,8%) dikategorikan sebagai HIPO, yaitu operator yang memiliki ≥ 2 kejadian *fatigue* atau durasi *fatigue* ≥ 40 menit. Temuan ini menunjukkan bahwa operator yang bekerja pada *Shift* malam memiliki proporsi HIPO yang lebih tinggi dibandingkan *Shift* siang, sehingga *Shift* malam merupakan kelompok dengan risiko kelelahan yang lebih besar dan memerlukan perhatian khusus dalam penerapan strategi pengelolaan kelelahan dan intervensi preventif. Mayoritas HIPO berada pada *Shift* malam, menandakan intervensi lebih tepat pada *Shift* malam dan area rawan *fatigue*.

Kondisi tersebut karena tidak maksimalnya jam istirahat yang dilalui oleh pekerja yang mendapatkan *Shift* malam, sebagian besar pekerjaan justru juga beraktifitas pada siang hari,

dimana seharusnya siang harus dijadikan waktu untuk beristirahat (Neumann et al., 2018). Analisis tren bulanan menunjukkan jumlah kejadian *fatigue* dari Januari hingga Agustus 2025. Terlihat adanya peningkatan kejadian *fatigue* pada bulan Juni–Juli, yang menurun setelah implementasi intervensi HIPO. Tren menunjukkan penurunan kejadian *fatigue* setelah intervensi HIPO, terutama pada *Shift* malam menandakan efektivitas program HIPO dalam mengurangi risiko *fatigue* berulang. Analisis hubungan frekuensi dan durasi *fatigue* dengan kejadian kecelakaan kerja menunjukkan bahwa operator dengan ≥ 1 kejadian *fatigue* memiliki risiko lebih tinggi mengalami kecelakaan dibanding operator tanpa *fatigue*.

Berdasarkan tabel 5 sebagian besar insiden kecelakaan kerja terjadi pada operator yang bekerja pada *Shift* malam, yaitu sebanyak 34 orang dari total 37 operator yang pernah mengalami kecelakaan kerja. Sementara itu, pada *Shift* siang, jumlah operator yang mengalami kecelakaan jauh lebih rendah, yaitu hanya 3 orang. Temuan ini menunjukkan bahwa proporsi kecelakaan kerja pada operator *Shift* malam lebih tinggi dibandingkan dengan operator *Shift* siang. Hasil uji *Chi-Square* menunjukkan nilai signifikansi (*p-value*) $< 0,001$, yang menandakan adanya hubungan yang bermakna secara statistik antara kejadian *fatigue* dan insiden kecelakaan kerja.

Hipotesis nol ditolak dan dapat disimpulkan bahwa kejadian *fatigue* berhubungan signifikan dengan terjadinya kecelakaan kerja. Selain signifikansi statistik, kekuatan hubungan juga dianalisis menggunakan *Odds Ratio* (OR). Hasil perhitungan menunjukkan nilai OR $\approx 2,68$, yang berarti bahwa operator yang bekerja pada *Shift* malam memiliki risiko sekitar 2,7 kali lebih besar untuk mengalami kecelakaan kerja dibandingkan operator *Shift* siang. Nilai ini menunjukkan bahwa hubungan yang ditemukan tidak hanya signifikan secara statistik, tetapi juga memiliki makna praktis dalam konteks keselamatan kerja. Mayoritas operator yang mengalami kecelakaan juga tercatat memiliki riwayat *fatigue* sebelumnya, sehingga *fatigue* berulang dapat

diidentifikasi sebagai faktor risiko utama terjadinya kecelakaan kerja. Pekerjaan dengan jam kerja panjang dan sistem kerja *Shift*, khususnya pada *Shift* malam, cenderung meningkatkan tingkat kelelahan operator. Kondisi kelelahan tersebut berpotensi menurunkan konsentrasi, kewaspadaan, serta kepatuhan terhadap prosedur keselamatan kerja, yang pada akhirnya meningkatkan kerentanan terhadap terjadinya kecelakaan kerja.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelelahan atau *fatigue* operator alat berat memiliki hubungan yang signifikan dengan risiko kecelakaan kerja di proyek pertambangan. Interpretasi dari distribusi kejadian *fatigue* mengindikasikan bahwa *Shift* malam menimbulkan risiko lebih tinggi dibanding *Shift* siang, karena gangguan ritme sirkadian yang memengaruhi kewaspadaan dan kemampuan reaksi operator. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa jam kerja yang berlangsung pada malam hari dapat meningkatkan tingkat kelelahan fisik dan mental operator. Temuan yang diperoleh

Identifikasi *High Potential Person* (HIPO) memberikan gambaran bahwa sebagian operator memiliki potensi tinggi mengalami *fatigue* berulang. Determinan utama dari HIPO antara lain adalah frekuensi kejadian *fatigue*, durasi *fatigue* yang lebih lama, dan pola kerja yang tidak beraturan, termasuk rotasi *Shift* dan interval istirahat pasca-RnR. Intervensi berbasis identifikasi HIPO terbukti efektif dalam menurunkan kejadian *fatigue* berulang, menunjukkan bahwa pemantauan individu dan tindakan preventif lebih tepat sasaran (Adamu et al., 2023; Z. Wang et al., 2021).

Analisis distribusi *fatigue* berdasarkan area kerja dan lokasi *Shift* menunjukkan adanya perbedaan risiko di berbagai pit atau zona kerja. Operator yang bekerja di area dengan aktivitas tinggi atau kondisi kerja lebih menuntut fisik dan konsentrasi terbukti lebih rentan mengalami *fatigue*. Hal ini menegaskan bahwa determinasi risiko bukan hanya tergantung pada durasi jam kerja, tetapi juga pada kompleksitas tugas dan

intensitas aktivitas di lapangan. Uraian temuan tersebut di dukung oleh hasil riset yang telah dilakukan oleh (Roosa, 2020) yang menyatakan lokasi kerja dengan tingkat risiko kerja yang tinggi akan menciptakan stres dan kelelahan kerja yang lebih cepat dalam diri pekerja (Anasori et al., 2022).

Interpretasi tren bulanan kejadian *fatigue* menunjukkan adanya efek intervensi, yaitu penurunan kejadian *fatigue* setelah penerapan program HIPO. Hal ini menegaskan bahwa pengelolaan kelelahan melalui identifikasi dan monitoring individual dapat menjadi strategi efektif untuk mencegah kecelakaan kerja, serta meningkatkan keselamatan dan produktivitas operator. Temuan yang diperoleh tersebut di dukung oleh penelitian (Sheng et al., 2023) yang menyatakan pengendalian kelelahan kerja secara dini, dengan memberikan waktu istirahat yang panjang pada karyawan yang memiliki jam kerja yang panjang, mampu menurunkan risiko kecelakaan kerja. Selain itu menurut (Bohl, 2019) dukungan sosial dan adanya penambahan jam istirahat yang tepat, untuk sejumlah pekerja yang bekerja pada lokasi dengan risiko kecelakaan kerja yang tinggi, mampu menurunkan terjadinya kelelahan kerja atau pun kecelakaan kerja.

Hubungan antara *fatigue* dan kejadian kecelakaan kerja menegaskan bahwa operator dengan kejadian *fatigue* lebih berisiko mengalami insiden dibandingkan operator tanpa *fatigue*. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh langsung antara tingkat kelelahan dengan kesalahan manusia dan potensi kecelakaan di lapangan. Oleh karena itu, pengendalian *fatigue* melalui pengaturan jam kerja, monitoring, rotasi *Shift*, serta intervensi HIPO menjadi bagian integral dari manajemen risiko keselamatan kerja di sektor pertambangan. Uraian yang diperoleh di dukung oleh penelitian (Al-Mekhlafi et al., 2021) yang menyatakan kelelahan kerja yang muncul akibat jam kerja yang panjang, dan kurangnya waktu istirahat, bagi pekerja yang bertugas di malam hari, dapat memicu meningkatnya risiko kecelakaan kerja. Hal yang sama juga diungkapkan oleh (Fati et al., 2010), pekerja malam lebih rentan untuk mengalami kecelakaan kerja, karena mereka di siang hari tidak

mengistirahatkan fisik mereka dengan baik. Selanjutnya

Secara keseluruhan, determinan utama dari *fatigue* operator meliputi *Shift* kerja, durasi dan frekuensi kelelahan, karakteristik area kerja, serta penerapan intervensi berbasis HIPO. Strategi pengelolaan *fatigue* yang efektif membutuhkan pendekatan preventif dan proaktif, yang tidak hanya fokus pada pengurangan durasi kerja tetapi juga meningkatkan kewaspadaan, pengawasan, dan penyesuaian beban kerja di lapangan.

Kesimpulan

Kelelahan atau *fatigue* pada operator alat berat terbukti menjadi faktor risiko utama dalam terjadinya kecelakaan kerja di sektor pertambangan. Distribusi *fatigue* menunjukkan bahwa *Shift* malam lebih berisiko dibanding *Shift* siang, sementara frekuensi dan durasi kelelahan individu merupakan determinan utama munculnya potensi insiden kerja. Identifikasi *High Potential Person* (HIPO) terbukti efektif sebagai strategi preventif, karena memungkinkan tindakan pengawasan dan intervensi yang lebih terfokus pada operator dengan risiko tinggi.

Selain itu, kondisi lingkungan kerja, kompleksitas tugas, dan intensitas aktivitas di pit atau area kerja juga berkontribusi terhadap tingkat *fatigue* operator. Tren kejadian menunjukkan bahwa pengelolaan *fatigue* secara proaktif, termasuk monitoring individu, rotasi *Shift* yang tepat, dan penyesuaian beban kerja, dapat menurunkan risiko kecelakaan berulang serta meningkatkan keselamatan dan produktivitas.

Secara akademik, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan kajian keselamatan dan kesehatan kerja dengan memperkuat bukti empiris mengenai hubungan antara kelelahan kerja dan kecelakaan pada operator alat berat, khususnya dalam konteks industri pertambangan di Indonesia. Penelitian ini juga memperluas literatur mengenai *Fatigue* Risk Management dengan mengintegrasikan pendekatan berbasis data operasional dan identifikasi *High Potential Person* (HIPO) sebagai model analitik yang dapat direplikasi pada sektor industri berisiko tinggi lainnya.

Strategi manajemen *fatigue* yang terintegrasi harus melibatkan pengaturan jam kerja yang

sehat, pemantauan kondisi operator secara berkala, serta intervensi berbasis data. Implementasi program HIPO dan pengawasan proaktif bukan hanya menurunkan tingkat *fatigue*, tetapi juga meningkatkan kesadaran operator terhadap pentingnya keselamatan kerja, sehingga menciptakan budaya keselamatan yang lebih kuat di lapangan.

Daftar Pustaka

- Adamu, A. A., Raza, S. H., & Mohamad, B. (2023). The interactive effect of mindfulness and internal listening on internal crisis management and its outcomes: the moderating role of emotional exhaustion. *Corporate Communications*, 28(1), 6–29. <https://doi.org/10.1108/CCIJ-05-2022-0051>
- Al-Mekhlafi, A. B. A., Isha, A. S. N., Chileshe, N., Abdulrab, M., Saeed, A. A. H., & Kineber, A. F. (2021). Modelling the relationship between the nature of work factors and driving performance mediating by role of *fatigue*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13). <https://doi.org/10.3390/ijerph18136752>
- Anasori, E., Kucukergin, K. G., Soliman, M., Tulucu, F., & Altinay, L. (2022). How can the subjective well-being of nurses be predicted? Understanding the mediating effect of psychological distress, psychological resilience and emotional exhaustion. *Journal of Service Theory and Practice*, 32(6), 762–780. <https://doi.org/10.1108/JSTP-01-2022-0008>
- Bohl, K. W. (2019). Leadership as Phenomenon: Reassessing the Philosophical Ground of Leadership Studies. *Philosophy of Management*, 18(3), 273–292. <https://doi.org/10.1007/s40926-019-00116-x>
- Fati, K. C., Khin, S. W., & Hong, N. T. (2010). The Impact of Organizational Justice on Employee's Job Satisfaction: The Malaysian Companies Perspectives. *American Journal of Economics and Business Administration*, 2(1), 56–63. <https://doi.org/10.3844/ajebasp.2010.56.63>
- Hair, Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., Black, W. C., & Anderson, R. E. (2019).

- Multivariate Data Analysis.*
<https://doi.org/10.1002/9781119409137.ch4>
- Hair, J., Hult, T., Christian, R., & Marko, S. (2022). A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM). In *Sage Publications*.
- Latief, J. A. M. (2024). *Work fatigue* in the mining industry: factors, impacts, and measurement strategies. *Journal of Health, Technology and Science*, 6(2), Article 2290.
<https://doi.org/10.47918/jhts.v6i2.2290>
- Luthans, F. (2017). Organizational Behavior : Organizational Contexts. In *Contexts* (13th ed.). McGraw-Hill.
- Maisey, G., Cattani, M., Devine, A., & Dunican, I. C. (2022). *Fatigue* Risk Management Systems Diagnostic Tool: Validation of an organizational assessment tool for *Shift* work organizations. *Safety and Health at Work*, 13(4), 408–414.
<https://doi.org/10.1016/j.shaw.2022.08.002>
- Mansyur, M., Sagitasari, R., Wangge, G., et al. (2021). Long working hours, poor sleep quality, and work-family conflict: determinant factors of *fatigue* among Indonesian tugboat crewmembers. *BMC Public Health*, 21, 1832.
<https://doi.org/10.1186/s12889-021-11883-6>
- Mittal, M., & Bhakar, S. S. (2018). Examining the Impact of Role Overload on Job Stress, Job Satisfaction and Job Performance-A study among Married Working Women in Banking Sector. *International Journal of Management Studies*, V(2(7)), 01.
[https://doi.org/10.18843/ijms/v5i2\(7\)/01](https://doi.org/10.18843/ijms/v5i2(7)/01)
- Nasution, N., & Harahap, R. A. (2024). The effect of *Shift* work on *fatigue* in processing workers at PTPN IV Kebun Adolina. *Journal for Quality in Public Health*, 7(1), Article 468.
<https://doi.org/10.30994/jqph.v7i1.468>
- Neumann, J. L., Mau, L. W., Virani, S., Denzen, E. M., Boyle, D. A., Boyle, N. J., Dabney, J., De KeselLofthus, A., Kalbacker, M., Khan, T., Majhail, N. S., Murphy, E. A., Paplham, P., Parran, L., Perales, M. A., Rockwood, T. H., Schmit-Pokorny, K., Shanafelt, T. D., Stenstrup, E., ... Burns, L. J. (2018). Burnout, Moral Distress, Work-Life Balance, and Career Satisfaction among Hematopoietic Cell Transplantation Professionals. *Biology of Blood and Marrow Transplantation*, 24(4), 849–860.
<https://doi.org/10.1016/j.bbmt.2017.11.015>
- Rehman, A. U., Bhutta, T. M., & You, X. (2020). Linking burnout to psychological well-being: The mediating role of social support and learning motivation. *Psychology Research and Behavior Management*, 13, 545–554.
<https://doi.org/10.2147/PRBM.S250961>
- Roosa, A. (2020). *Education in Business Ethics and the Prevention of Toxic Leadership: A Phenomenological Qualitative Study*. scholarworks.ace.edu.
- Samantha, R., & Almalik, D. (2019). Analisis Penilaian Kinerja Terhadap Kepuasan dan Dampaknya Pada Kinerja. *Manajemen Review*, 3(2), 58–66.
- Sekaran, U., & Bogie. (2016). *Research Methods For Business : A Skill-Building Approach* (12th ed.). Wiley International Edition.
- Sheng, N., Yang, C., Han, L., & Jou, M. (2023). Too much overload and concerns: Antecedents of social media *fatigue* and the mediating role of emotional exhaustion. *Computers in Human Behavior*, 139(December 2021), 107500.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107500>
- Sprajcer, M., Ferguson, S. A., et al. (2022). How effective are *Fatigue* Risk Management Systems? A narrative review of evidence regarding effectiveness and implementation. *Safety and Health at Work*.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34756484/>
- Susanto, Y. V. (2025). Jumlah Kecelakaan Kerja Capai 462.241 Kasus di Sepanjang Tahun 2024. *Kontan.Co.Id*, 1.
- Useche, S. A., Cendales, B. E., & Gómez, V. (2017). *Measuring Fatigue and its Associations with Job Stress, Health and Traffic Accidents in Professional Drivers: The Case of BRT Operators*. 4, 103–118.
- Wang, H., Ding, H., & Kong, X. (2022). Understanding technostress and employee well-being in digital work: the roles of work exhaustion and workplace knowledge diversity. *International Journal of Manpower*, 44(2), 334–353.
<https://doi.org/10.1108/IJM-08-2021-0480>



<https://jurnal.uinsu.ac.id/index.php/kesmas/index>

DOI: 10.30829/jumantik.v11i1.26274

p-ISSN: 2548-2173; E-ISSN: 2580-281X

Wang, Z., Ren, S., Chadee, D., & Sun, C. (2021). The influence of exploitative leadership on hospitality employees' green innovative behavior: A moderated mediation model. *International Journal of Hospitality Management*, 99(September), 103058. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2021.103058>

8

Williamson, A., & Friswell, R. (2013). *Fatigue* in the workplace: causes and countermeasures. *Fatigue: Biomedicine, Health and Behavior*, 1(1–2), 81–98. <https://doi.org/10.1080/21641846.2012.744581>