

Analisis Kebutuhan Instruktur Pelatihan Keselamatan Kerja Pertambangan Menggunakan Metode FTE

Shafira Sari Alisya, Taufiq Ihsan*

Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang, Indonesia

*Corresponding author: taufiqihsan@eng.unand.ac.id

Abstrak: Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan pilar utama dalam industri pertambangan berisiko tinggi. Pemenuhan kompetensi pekerja melalui pelatihan keselamatan kerja mandatori menjadi kewajiban regulasi Sistem Manajemen Keselamatan Pertambangan (SMKP). Namun, fluktuasi jumlah peserta sering kali menimbulkan ketidakseimbangan beban kerja instruktur yang berpotensi menghambat ketepatan waktu penyelesaian program pelatihan dan menciptakan antrean kepesertaan di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penerapan *Training Needs Analysis* (TNA), menganalisis efektivitas pengelolaan dan ketelusuran rekaman penilaian kompetensi, serta mengkuantifikasi kebutuhan ideal instruktur keselamatan kerja menggunakan metode *Full-Time Equivalent* (FTE) di PT Freeport Indonesia. Desain penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Populasi penelitian mencakup seluruh program pelatihan keselamatan di bawah *Mining Safety Division*. Sampel yang diambil adalah 21 jenis pelatihan mandatori pada Divisi *Technical Support* dengan total target beban mengajar instruktur sebanyak 10.872 jam pelatihan (dari akumulasi frekuensi sesi kelas dikalikan durasi pelatihan). Variabel penelitian meliputi total jam pelatihan, kapasitas kelas, frekuensi pelatihan, tata kelola rekaman, dan waktu kerja efektif instruktur. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan dan rekapitulasi data sekunder TNA perusahaan. Analisis data menggunakan evaluasi komparatif normatif dan perhitungan matematis indeks FTE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mekanisme pelaksanaan TNA dan pelatihan secara normatif telah berjalan sistematis, namun pengelolaan rekaman fisik Lembar Observasi Supervisor (LOS) masih menimbulkan inefisiensi administratif. Analisis kuantitatif beban kerja menunjukkan nilai indeks FTE instruktur 14,28 yang mengindikasikan beban kerja berlebih. Dapat disimpulkan bahwa penguatan sistem digitalisasi rekaman dan ketersediaan 15 – 16 instruktur, dibutuhkan untuk menuntaskan target pelatihan mandatori dalam jangka waktu enam bulan secara optimal dan aman.

Kata kunci: analisis kebutuhan pelatihan, full-time equivalent (FTE), PT Freeport Indonesia, pelatihan K3, sistem manajemen keselamatan pertambangan (SMKP).

Abstract: Occupational Health and Safety (OHS) is a fundamental pillar in the high-risk mining industry. Ensuring worker competence through mandatory safety training is a regulatory obligation under the Mining Safety Management System (SMKP). However, fluctuations in the number of training participants often lead to an imbalance in the workload of trainers, which can potentially delay the timely completion of training schedules and create participant backlogs in the field. This study aims to evaluate the implementation of Training Needs Analysis (TNA), analyze the effectiveness of competency assessment records management and traceability, and quantify the ideal requirement for safety trainers using the Full-Time Equivalent (FTE) method at PT Freeport Indonesia. The research design is descriptive quantitative. The research population includes all safety training programs under the Mining Safety Division. The sample taken consists of 21 mandatory training types within the Technical Support Division, with a total workload target of 10,872 training hours (based on the accumulated frequency of class sessions multiplied by the training duration). The research variables include total training hours, classroom capacity, training frequency, records management system, and the effective working time of the trainers. Data collection was conducted through field observations and the recapitulation of the company's secondary TNA data. Data analysis utilizes normative comparative evaluation and mathematical calculations of the FTE index. The results show that the mechanism for implementing TNA and training has normatively run systematically, yet the manual archiving of Supervisor Observation Sheets (LOS) creates administrative inefficiencies. Furthermore, quantitative workload analysis reveals an FTE index of 14.28, indicating significant trainer overload. It can be concluded that strengthening record digitalization and ensuring availability of 15 – 16 dedicated trainers are essential to complete mandatory training targets safely and effectively within a six-month period.

Keywords: analysis of training needs, full-time equivalent (fte), occupational safety and health training, pt freeport indonesia, safety management system.

Pendahuluan

Industri pertambangan merupakan salah satu sektor industri yang memiliki karakteristik risiko operasional sangat tinggi, kompleks, dan padat modal (Radebe & Chipangamate, 2024). Di Indonesia, skala operasional pertambangan yang masif, khususnya pada area dataran tinggi maupun tambang bawah tanah (*underground mining*), menuntut komitmen mutlak terhadap perlindungan tenaga kerja melalui penerapan kaidah teknik pertambangan yang baik (Sharda, 2025; Stevianingrum & Erwandi, 2022; Sultan et al., 2023).

Pemerintah Republik Indonesia secara tegas mengatur aspek perlindungan ini melalui Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (Kepmen ESDM) Nomor 1827 K/30/MEM/2018 yang mewajibkan setiap pemegang izin usaha pertambangan untuk menerapkan Sistem Manajemen Keselamatan Pertambangan (SMKP) Mineral dan Batubara secara konsisten. Standar internasional ISO 45001:2018 mengenai Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) juga menekankan bahwa pemenuhan kompetensi pekerja merupakan instrumen inti yang wajib dikuasai organisasi industri untuk mengidentifikasi, memitigasi, dan mengendalikan risiko bahaya di tempat kerja secara berkelanjutan. Sebagai salah satu pengelola tambang terbesar di dunia, PT Freeport Indonesia (PTFI) mengintegrasikan regulasi nasional dan standar internasional tersebut ke dalam kebijakan internal perusahaan yang dikenal sebagai *Freeport Safety & Health Management System* (FRESH MS) Manual. Melalui pilar Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan (K3L) ini, perusahaan melibatkan puluhan ribu pekerja dan kontraktor yang wajib dipastikan kesiapan serta kompetensi teknisnya sebelum diterjunkan langsung ke lingkungan operasional tambang.

Pelatihan K3 merupakan sarana utama yang digunakan organisasi untuk menutup kesenjangan (*gap*) antara kapasitas aktual tenaga kerja dengan standar kompetensi keselamatan yang dipersyaratkan dalam melaksanakan tugas operasional (Bęś & Strzałkowski, 2024; Casey et al., 2021). Keberhasilan program pembelajaran ini sangat bergantung pada tahap perancangan awal, di mana organisasi dituntut melakukan investigasi sistematis untuk mengidentifikasi persoalan dan memetakan materi yang relevan melalui proses *Training Needs Analysis* (TNA) (Cotes & Ugarte, 2021; Merriman et al., 2023). Melalui TNA yang terstruktur, pelaksanaan pelatihan dapat berjalan secara efektif, efisien, tepat sasaran, serta mampu mengoptimalkan produktivitas tenaga kerja sekaligus menekan biaya operasional.

Di PT Freeport Indonesia, pengelolaan edukasi K3 ini dikendalikan oleh *Safety Training Section* di bawah *Mining Safety Division* (MSD). Namun, masalah inti muncul ketika volume pekerja yang harus mendapatkan pelatihan mandatori teknis sangat masif, sementara ketersediaan instruktur internal di lapangan sangat terbatas. Akibatnya, terjadi penumpukan jadwal dan keterlambatan pemenuhan sertifikasi mandatori, yang berisiko menempatkan pekerja di area operasional berisiko tinggi sebelum seluruh kompetensi keselamatan dipenuhi secara formal. Berdasarkan data evaluasi

internal pada Divisi *Technical Support*, sebagian besar pekerja baru maupun kontraktor tercatat baru menyelesaikan tahap *General Induction*, namun mengalami keterlambatan dalam menyelesaikan rangkaian pelatihan mandatori teknis lanjutan akibat jadwal kelas yang belum seimbang dengan kapasitas instruktur. Penumpukan kepesertaan ini berpotensi menimbulkan ketidaksiapan pekerja dalam menghadapi risiko bahaya di lapangan, yang pada akhirnya dapat memicu peningkatan tindakan tidak aman (*unsafe action*) serta kondisi tidak aman (*unsafe condition*) di area berisiko tinggi (Kim et al., 2025; Raeisinafchi et al., 2025; Wang et al., 2026).

Kondisi keterlambatan pelatihan mandatori ini memicu dilema manajerial yang memerlukan pembuktian secara empiris dan terukur. Berbagai literatur terdahulu mengenai evaluasi K3 di sektor pertambangan umumnya didominasi oleh kajian teknis mengenai pemetaan risiko fisik, analisis tren kecelakaan kerja, atau evaluasi alat pelindung diri (Chen, 2025; Noraishah Ismail et al., 2021; Petroutsatou et al., 2024; Stevianingrum & Erwandi, 2022). Di sisi lain, studi mengenai beban kerja menggunakan metode *Full-Time Equivalent* (FTE) lebih banyak diimplementasikan pada sektor administratif, pelayanan perbankan, manufaktur umum, atau tenaga medis di rumah sakit (Maryani et al., 2025; Nurok et al., 2024; Wicaksono & Fadillah, 2021).

Celah penelitian dalam kajian ini terletak pada masih jarangnyanya integrasi analisis kuantitatif beban kerja SDM (menggunakan metode FTE) untuk mengevaluasi efektivitas sistem manajemen pelatihan keselamatan di industri ekstraktif skala internasional. Kebaruan dari penelitian ini ditunjukkan melalui penerapan formula matematis indeks FTE untuk membedah kondisi beban kerja aktual dan kecukupan instruktur keselamatan pada *Mining Safety Division*, yang disandingkan langsung dengan pemenuhan kewajiban elemen 3 (Organisasi dan Personel) SMKP Minerba serta klausul 7.2 ISO 45001:2018. Melalui pendekatan ini, kekurangan atau kelebihan beban kerja instruktur tidak lagi didasarkan pada asumsi kualitatif, melainkan dihitung secara presisi berdasarkan total jam pelatihan riil, kapasitas kelas, dan waktu kerja efektif di lapangan. Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang telah dipaparkan, penelitian ini dirancang dengan pendekatan pemecahan masalah yang berorientasi pada data kuantitatif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penerapan proses TNA di *Safety Training* PTFI, menganalisis efektivitas pengelolaan dan ketelusuran rekaman penilaian kompetensi, serta melakukan perhitungan matematis indeks FTE guna mengkuantifikasi kebutuhan instruktur pelatihan mandatori. Melalui integrasi ketiga tujuan tersebut, diharapkan penelitian ini dapat memberikan rekomendasi strategis bagi manajemen industri pertambangan dalam mengoptimalkan tata kelola administrasi pelatihan, mengatasi ketimpangan beban kerja instruktur, serta menjamin kepatuhan terhadap standar SMKP dan ISO 45001:2018 secara berkelanjutan.

Metode

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif kuantitatif yang dikombinasikan dengan pendekatan evaluatif manajemen industri (Sugiyono, 2019). Pendekatan deskriptif digunakan untuk menggambarkan kondisi aktual penyelenggaraan pelatihan keselamatan kerja, sedangkan pendekatan kuantitatif diterapkan melalui perhitungan matematis indeks beban kerja untuk mengkuantifikasi kebutuhan sumber daya manusia secara objektif. Penelitian dilaksanakan di PT Freeport Indonesia (PTFI), secara spesifik bertempat pada *Safety Training Section* di bawah koordinasi *Mining Safety Division* (MSD) yang beroperasi di Kabupaten Mimika, Provinsi Papua Tengah. Waktu pengambilan data lapangan dan pengamatan langsung dilakukan selama periode tiga bulan, terhitung mulai tanggal 11 Juli hingga 10 Oktober 2025.

Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh program penyelenggaraan pelatihan dan penilaian kompetensi keselamatan kerja yang dikelola oleh MSD PTFI. Sementara itu, sampel penelitian ditentukan menggunakan metode *purposive sampling*, dengan pemilihan sampel didasarkan pada kriteria tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian (Arikunto, 2002). Kriteria sampel yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah seluruh program pelatihan keselamatan kerja kategori mandatori yang diperuntukkan bagi pekerja di Divisi *Technical Support*. Berdasarkan metode tersebut, diperoleh sampel sebanyak 21 jenis pelatihan mandatori, yang terbagi ke dalam tiga kelompok utama, yaitu sembilan pelatihan mandatori umum, enam pelatihan kelompok *Operations Supervisor* (SSW) berbasis *Computer Based Test* (CBT), dan enam pelatihan kelompok *Critical Training* berbasis CBT.

Secara spesifik, materi pelatihan keselamatan yang dievaluasi mencakup modul pencegahan kecelakaan fatal tingkat lanjutan untuk staf teknis (*Fatality Prevention Program* (FPP) Staf) dan tingkat pengawas operasional lini pertama (*Fatality Prevention Program* (FPP) Pratama). Total beban volume peserta dari sampel tersebut mencakup karyawan tetap PTFI, tenaga kerja kontraktor, serta pekerja berstatus Non-ID yang diakumulasikan ke dalam target penyelesaian program selama jangka waktu enam bulan. Penetapan waktu enam bulan (satu semester) ini didasarkan pada siklus evaluasi capaian pelatihan semesteran perusahaan, batas toleransi masa transisi pekerja baru sebelum penempatan penuh di area operasional tambang, serta sinkronisasi dengan periode audit internal pemenuhan SMKP.

Variabel yang diteliti dalam penelitian ini terdiri dari variabel operasional manajemen pelatihan dan variabel analisis beban kerja. Variabel operasional manajemen meliputi mekanisme perencanaan TNA, prosedur pelaksanaan metode pelatihan (*Off the Job, On the Job, Lembar Observasi Supervisor/LOS*), serta efektivitas sistem pengelolaan rekaman dokumen penilaian kompetensi. Di sisi lain, variabel analisis beban kerja kuantitatif meliputi total jumlah peserta yang belum mengikuti pelatihan mandatori, kapasitas maksimum ruangan kelas per sesi, durasi waktu pelaksanaan masing-masing jenis pelatihan, frekuensi penyelenggaraan kelas yang dibutuhkan,

total jam beban mengajar instruktur (frekuensi kelas × durasi pelatihan), faktor kelonggaran (*allowance*), serta total waktu kerja efektif yang tersedia bagi instruktur. Penentuan frekuensi kelas dihitung secara matematis dengan membagi total peserta pelatihan terhadap kapasitas maksimum ruangan kelas per sesi, yang kemudian dibulatkan ke atas ke bilangan bulat terdekat guna memastikan seluruh pekerja terakomodasi dalam jadwal pelatihan, sebagaimana dinyatakan dalam formula:

$$\text{Frekuensi Kelas (Sesi)} = \lceil \text{Total Peserta Pelatihan} / \text{Kapasitas Ruangan Kelas} \rceil$$

Selanjutnya, total jam beban mengajar instruktur diperoleh dari hasil perkalian antara frekuensi kelas yang terbentuk dengan durasi waktu pelaksanaan masing-masing materi pelatihan. Seluruh variabel tersebut diukur untuk mendapatkan gambaran menyeluruh mengenai keseimbangan antara tanggung jawab volume kerja dengan kapasitas riil instruktur di lapangan.

Metode pengumpulan data dilakukan melalui kombinasi penarikan data primer dan sekunder untuk menjaga ketelusuran informasi. Data primer diperoleh melalui teknik observasi lapangan secara langsung terhadap proses belajar-mengajar di kelas, pengamatan tata cara pengarsipan berkas fisik, serta wawancara terstruktur bersama staf *Technical Support*, instruktur keselamatan, dan tim pengawas pelatihan PTFI. Sementara itu, data sekunder diperoleh melalui studi dokumentasi terhadap berkas regulasi internal perusahaan berupa FRESH MS Manual, Instruksi Kerja WI-STRN-3.10-001 hingga WI-STRN-3.10-003, serta rekapitulasi data riil cetak biru TNA tahun 2025 yang diperoleh dari sistem database Safety Training Section. Guna mendukung keabsahan data kualitatif mengenai faktor kelonggaran instruktur, instrumen penelitian juga merujuk pada standar penilaian tingkat kelelahan fisik berdasarkan kategori kerja dari literatur ergonomi formal (Xu & Hall, 2021).

Metode analisis data dalam penelitian ini menerapkan analisis komparatif normatif dan analisis matematis kuantitatif. Analisis komparatif normatif digunakan untuk mengevaluasi variabel manajemen pelatihan dengan cara menyandingkan realita pelaksanaan TNA dan pengelolaan rekaman di lapangan terhadap teori tahapan TNA normatif (Merriman et al., 2023), standar ISO 45001:2018 Klausul 7.5.3 (Šolc et al., 2022), serta regulasi Pemerintah pada Kepmen ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018 Elemen 6 (Amelia, 2025). Selanjutnya, analisis kuantitatif diterapkan menggunakan pendekatan metode FTE untuk mengonversi total waktu aktivitas pelatihan menjadi indeks nilai kebutuhan personel. Guna menjaga konsistensi waktu antara beban kerja (pembilang) dan kapasitas kerja (penyebut) pada formula FTE, waktu kerja tersedia instruktur dikonversikan ke dalam periode enam bulan yang sama. Tahapan perhitungan FTE dimulai dengan menetapkan waktu kerja tersedia instruktur dalam setahun (224 hari kerja efektif setelah dikurangi cuti dan izin sakit) yang dikalikan dengan 8 jam kerja per hari untuk mendapatkan total 1.792 jam per tahun atau setara 829 jam per periode enam bulan. Nilai kelonggaran instruktur ditetapkan sebesar 15% (setara 134,4 jam per enam bulan) berdasarkan akumulasi faktor tenaga yang

dikeluarkan, sikap kerja berdiri, kelelahan mata, dan kebutuhan pribadi pria/wanita (Taufan et al., 2023). Langkah terakhir adalah menghitung total jam beban mengajar instruktur yang dibutuhkan untuk menyelesaikan target 21 jenis pelatihan mandatori (10.872 jam kerja instruktur, bukan jam kumulatif peserta) dan membaginya dengan total waktu kerja efektif instruktur yang telah dikurangi kelonggaran melalui formula matematis formal:

$$FTE = \text{Total Jam Pelatihan} \div (\text{Total Waktu Tersedia selama 6 Bulan} - \text{Kelonggaran})$$

Hasil akhir dari perhitungan formula tersebut berupa indeks nilai FTE yang dikategorikan ke dalam tiga kondisi beban kerja, yaitu *underload* (nilai 0 sampai 0,99), normal (nilai 1 sampai 1,28), dan *overload* (nilai di atas 1,28) sesuai dengan ketentuan pedoman analisis beban kerja Badan Kepegawaian Negara (KemenPAN&RB Indonesia, 2020). Keseluruhan data yang telah dianalisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel rekapitulasi terstruktur untuk ditarik kesimpulan ilmiahnya.

Hasil dan Pembahasan

Penyelenggaraan pelatihan keselamatan kerja di *Safety Training Section* PTFI diawali dengan mekanisme perencanaan program melalui TNA. Persiapan draf kebutuhan ini dilaksanakan oleh *Crew Leader Delivery* dan *Crew Leader Assessment* dengan meninjau dokumen legal kementerian, profil kompetensi jabatan, laporan analisis insiden, serta matriks HIRADC. Hasil identifikasi awal dibahas secara kolektif bersama unit kerja terkait melalui forum *Focus Group Discussion* (FGD) paling lambat akhir bulan Oktober setiap tahunnya. Draft TNA final yang memuat informasi nama, nomor identitas karyawan, posisi jabatan, subjek pelatihan, dan lokasi kerja unit divalidasi oleh Kepala Unit Organisasi pelanggan sebelum dikirimkan ke unit *Safety Training* melalui sistem *call center* untuk dijadwalkan.

Mekanisme pelaksanaan program pelatihan di lapangan dibagi ke dalam empat tahapan wajib, yaitu pembelajaran teoritis di kelas (*Off the Job*), praktik lapangan (*On the Job*), pemantauan mandiri di area kerja oleh atasan langsung melalui Lembar Observasi Supervisor (LOS), serta asesmen kompetensi formal. Seluruh rekaman yang dihasilkan dari rangkaian proses tersebut dikelola menggunakan kombinasi media cetak (*hard copy*) untuk dokumen fisik pendukung audit dan media digital (*soft copy*) berbasis *platform SharePoint* untuk transparansi ketelusuran data. Tata cara pengelolaan rekaman dokumentasi fisik dilaksanakan dengan sistem amplop tersegel dan pengkodean dokumen digital menggunakan format serialisasi terstruktur. Evaluasi sistematis terhadap implementasi tata kelola rekaman penilaian kompetensi dan dokumen LOS disajikan pada Tabel 1. Mengacu pada evaluasi pada Tabel 1, sistem pengelolaan rekaman secara umum telah memenuhi regulasi dokumentasi formal, namun tingginya ketergantungan pada media manual LOS menciptakan beban administratif tambahan bagi instruktur sebelum dapat fokus pada aktivitas pengajaran.

Tabel 1. Matriks Evaluasi Tata Kelola Rekaman Penilaian Kompetensi dan Lembar Observasi Supervisor (LOS)

Komponen Evaluasi	Kondisi Aktual di Lapangan	Kesesuaian Standar (ISO 45001 / SMKP)	Dampak Operasional / Kendala
Media Pengarsipan	Kombinasi berkas cetak (<i>hard copy</i>) dalam amplop tersegel dan berkas digital (<i>soft copy</i>) pada SharePoint.	Sesuai secara normatif (Klausul 7.5.3 ISO 45001:2018 tentang Informasi Terdokumentasi).	Penyimpanan ganda membutuhkan ruang fisik dan verifikasi manual yang berulang.
Verifikasi & Validasi Dokumen LOS	Pengisian manual berbasis kertas oleh pengawas lini, lalu dikumpulkan secara berkala ke instruktur.	Memenuhi persyaratan pemantauan kompetensi lapangan (Elemen III SMKP Minerba).	Keterlambatan pengembalian berkas fisik dari lapangan menghambat pembaruan status kelulusan peserta.
Ketertelusuran (<i>Traceability</i>) Rekaman	Pencarian riwayat kompetensi individual memerlukan pengecekan silang antara arsip fisik dan basis data.	Sebagian memenuhi standar ketertelusuran data kompetensi personel (Klausul 7.2 ISO 45001:2018).	Waktu telusur lambat; instruktur menyita jam produktif untuk menyortir dan menata dokumen secara manual.
Aksesibilitas & Keamanan Data	Akses fisik terbatas di ruang arsip <i>Safety Training Section</i> , berkas digital diakses via jaringan internal.	Sesuai prinsip pengendalian akses dan pencegahan kerusakan dokumen.	Pengawasan kepatuhan pelatihan di tingkat departemen operasional tidak dapat dipantau secara <i>real-time</i> .

Berdasarkan penarikan data cetak biru TNA tahun 2025 pada Divisi *Technical Support*, diidentifikasi adanya kelompok pekerja yang meliputi karyawan tetap PTFI, tenaga kerja kontraktor, serta personel yang belum memiliki nomor identitas resmi (Non-ID) yang belum menyelesaikan kewajiban pelatihan mandatori keselamatan. Distribusi jumlah total peserta yang belum mengikuti pelatihan dikelompokkan ke dalam 21 jenis subjek materi pelatihan yang disajikan pada Tabel 2. Perhitungan jumlah frekuensi sesi kelas pada Tabel 2 diperoleh melalui formula pembagian jumlah total peserta dengan kapasitas maksimal kelas yang dibulatkan ke atas. Adapun pada kelompok materi berbasis CBT (*Computer Based Test*), frekuensi kelas disesuaikan dengan alokasi kuota kapasitas operasional (batch allocation) dalam cetak biru TNA perusahaan guna mengakomodasi sistem rotasi kerja (*shift*) pekerja di area tambang, keterbatasan ketersediaan stasiun kerja CBT, serta penjadwalan kelas bersama antar-divisi. Akumulasi hasil kali antara frekuensi kelas dan durasi waktu pada ke-21 materi tersebut menghasilkan total beban waktu mengajar instruktur sebesar 10.872 jam kerja.

Tabel 2. Rekapitulasi Jumlah Peserta, Kapasitas Kelas, Durasi, dan Frekuensi Pelatihan Mandatori Divisi Technical Support

Kode Pelatihan	Nama Materi Pelatihan Keselamatan Kerja	Total Peserta (Orang)	Kapasitas Kelas (Sesi)	Durasi Pelatihan (Jam)	Frekuensi Kelas (Sesi)	Waktu Total Pelatihan (Jam)
A	Kelompok Mandatory Training					
SFT 311	<i>General New Hire Induction</i>	716	80	4	9	36
SFT 312	<i>Area Safety Induction Non UG National</i>	789	80	4	10	40
SFT 453	<i>Fatality Prevention Program (FPP) Staf</i>	322	15	16	21	336
SFT 452	<i>Fatality Prevention Program (FPP) Pratama</i>	2.148	15	8	143	1.144

LNS068	<i>Hand for A Safe Tools Basic Principles of</i>	2.744	25	4	110	440
SFT 203	<i>Occupational Safety & Health</i>	2.550	25	8	102	816
SFT 314	<i>HIRA Non Staff</i>	2.500	25	4	100	400
SFT 322	<i>Introduction to Ergonomics</i>	3.427	25	4	137	548
SFT 306	<i>Manual Lifting</i>	2.657	25	4	106	424
B	Kelompok Operations Supervisor (SSW) – CBT					
NFT 016	Analisis Keselamatan Pekerjaan	537	8	8	100*	800
NFT 029	Melaksanakan Investigasi Kecelakaan	454	8	8	100*	800
NFT 208	Identifikasi Bahaya dan Pengendalian Risiko	564	8	8	100*	800
NFT 212	Melaksanakan Inspeksi	537	8	8	100*	800
NFT 213	Melaksanakan Pertemuan KP Terencana	541	8	8	9**	72
NFT 216	Melaksanakan Peraturan KP	519	8	8	9**	72
C	Kelompok Critical Training – CBT					
NFT 032	Pekerja di Ruang Terbatas (<i>Confined Space</i>)	304	6	8	100*	800
NFT 033	Melaksanakan Pekerjaan Isolasi Energi (<i>LOTO</i>)	628	8	8	100*	800
NFT 034	Melaksanakan Kerja Panas (<i>Hot Work</i>)	260	8	8	100*	800
NFF 001	Pemadam Kebakaran dan Fire Warden	429	8	8	100*	800
NFT 301	Tenaga Kerja pada Bangunan Tinggi	638	6	8	9**	72
NFT 467	Tenaga Kerja pada Tebing	70	6	8	9**	72
Total	Kumulatif Keseluruhan Program Pelatihan	-	-	-	-	10.872

*) Frekuensi kelas ditetapkan berdasarkan kuota batas kapasitas perencanaan operasional (maximum batch allocation) pada cetak biru TNA tahun berjalan untuk mengakomodasi jadwal shift rotasi pekerja tambang dan fasilitas laboratorium komputer

**) Frekuensi kelas mencerminkan alokasi kuota sesi gabungan per periode semester

Analisis pemenuhan target akumulasi beban mengajar sebanyak 10.872 jam pelatihan dalam jangka waktu penyelesaian enam bulan memerlukan perhitungan parameter waktu kerja instansi. Penetapan nilai kelonggaran waktu instruktur di lapangan mengacu pada parameter kondisi fisik operasional yang disajikan secara terperinci pada Tabel 3. Kuantifikasi hari kerja efektif dan proyeksi jam kerja produktif yang tersedia bagi setiap instruktur dihitung berdasarkan kalender operasional perusahaan tahun berjalan, dengan detail rumusan waktu yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 3. Distribusi Parameter Persentase Kelonggaran (*Allowance*) Instruktur

No	Faktor Kelonggaran Kerja	Kategori Kondisi Kerja Lapangan	Nilai Persentase (%)
1	Tenaga yang dikeluarkan	Sangat Ringan	6
2	Sikap kerja	Berdiri di atas dua kaki	1
3	Gerakan kerja	Normal	0
4	Kelelahan mata	Pandangan yang putus-putus	0
5	Keadaan temperatur	Normal	2
6	Keadaan atmosfer	Baik	0

7	Keadaan lingkungan	Keadaan-keadaan luar biasa	1
8	Kebutuhan pribadi	Kebutuhan primer Pria/Wanita	2
Total Nilai Kelonggaran			15

Tabel 4. Parameter Perhitungan Hari dan Jam Kerja Efektif Instruktur Keselamatan

Kategori Perhitungan Waktu Operasional	Nilai Parameter	Satuan Waktu
Durasi Jam Kerja Harian	8	Jam / Hari
Jumlah Hari Kerja Mingguan	5	Hari / Minggu
Jumlah Hari Kerja Bulanan	22	Hari / Bulan
Jumlah Hari Kerja Tahunan	264	Hari / Tahun
Hak Cuti Tahunan Karyawan	39	Hari / Tahun
Batas Izin Sakit (Rata-rata)	1	Hari / Tahun
Akumulasi Hari Libur dan Pengurangan Kerja	40	Hari / Tahun
Total Hari Kerja Efektif Karyawan Per Tahun	224	Hari / Tahun

Melalui integrasi nilai parameter operasional yang bersumber dari data ergonomi kerja dan ketentuan internal perusahaan, dilakukan proses konversi matematis untuk mengukur kapasitas ketersediaan waktu instruktur dalam satu periode kerja. Berdasarkan evaluasi beban kumulatif, total waktu kerja mengajar yang harus dialokasikan oleh instruktur untuk melaksanakan seluruh sesi pada 21 jenis pelatihan mandatori tercatat sebesar 10.872 jam kerja instruktur (diperoleh dari total frekuensi sesi kelas dikalikan durasi per sesi pada masing-masing modul). Sementara itu, total waktu kerja yang tersedia bagi seorang instruktur dalam kurun waktu satu tahun adalah 1.792 jam kerja tersedia, yang diperoleh dari hasil perkalian antara 224 hari kerja efektif dengan durasi 8 jam kerja per hari. Mengingat target penyelesaian program pelatihan ini dirancang untuk jangka waktu semesteran, maka kapasitas waktu kerja tersedia per periode enam bulan adalah sebesar 896 jam kerja tersedia. Selain ketersediaan waktu normatif, perhitungan ini juga mengintegrasikan faktor kelonggaran sebesar 15% dari total jam kerja tahunan, yang setara dengan 268,8 jam kelonggaran per tahun atau 134,4 jam kelonggaran untuk periode pengamatan enam bulan.

Perhitungan kuantitatif beban kerja, substitusi seluruh parameter ke dalam formula matematis metode FTE disajikan secara bertahap sebagai berikut:

Waktu Kerja Efektif Neto Instruktur (per 6 Bulan) = Waktu Kerja Tersedia – Kelonggaran

= 896 jam – 134,4 jam = 761,6 jam/instruktur

Indeks FTE = Total Jam Beban Mengajar Instruktur (21 Modul) / Waktu Kerja Efektif Neto per Instruktur (6 Bulan)

Indeks FTE = 10.872 jam / 761,6 jam = 14,28

Kebutuhan Instruktur Ideal = [Indeks FTE] = [14,28] = 15 orang (atau 16 orang dengan alokasi cadangan)

Penerapan seluruh parameter nilai konversi tersebut ke dalam formula matematis metode FTE menghasilkan kuantifikasi indeks beban kerja instruktur yang terukur. Nilai indeks diperoleh dengan membagi total waktu aktivitas utama pelatihan sebesar 10.872 jam dengan hasil pengurangan antara waktu kerja tersedia per enam bulan sebesar 896 jam dan nilai kelonggaran

waktu sebesar 134,4 jam, sehingga menghasilkan pembagi neto sebesar 761,6 jam kerja efektif. Melalui pembagian tersebut, hasil kalkulasi indeks akhir menunjukkan bahwa beban aktivitas mengajar berada pada angka indeks 14,28. Berdasarkan pedoman analisis beban kerja, angka indeks yang melebihi batas 1,28 ini secara kuantitatif menunjukkan adanya beban kerja berlebih (*overload*) pada unit pelatihan keselamatan kerja. Melalui konversi nilai pembulatan ke atas terhadap indeks beban kerja tersebut, diidentifikasi bahwa pemenuhan total beban jam pelatihan mandatori untuk ruang lingkup Divisi Technical Support dalam target jangka waktu enam bulan membutuhkan kontribusi kapasitas minimal dari 15 instruktur keselamatan yang beroperasi penuh (atau dialokasikan 16 instruktur dengan mempertimbangkan sistem cadangan/rotasi *shift*). Sementara itu, berdasarkan struktur organisasi *Safety Training Section*, jumlah instruktur keselamatan yang tersedia saat ini hanya berjumlah 5 orang. Perbandingan antara ketersediaan aktual (5 orang) dan hasil kalkulasi matematis FTE (16 orang) menunjukkan adanya kekurangan sebanyak 11 instruktur (defisit sebesar 68,75%), yang menjadi faktor utama terjadinya penumpukan jadwal dan keterlambatan (*backlog*) penyelesaian pelatihan mandatori di lapangan.

Hasil kuantifikasi menggunakan metode FTE dalam penelitian ini menunjukkan nilai indeks beban kerja instruktur sebesar 14,28, yang mengindikasikan bahwa instruktur berada dalam kondisi beban kerja berlebih pada unit pelatihan keselamatan MSD PTFI. Temuan utama ini memberikan bukti empiris bahwa target untuk menuntaskan 21 jenis pelatihan mandatori bagi ribuan pekerja di Divisi *Technical Support* dalam kurun waktu enam bulan tidak seimbang dengan kapasitas riil jumlah instruktur yang ada saat ini. Penggunaan enam bulan merupakan parameter penting dalam mitigasi risiko K3 pertambangan; penundaan pelatihan mandatori melebihi periode semesteran berisiko memperpanjang masa kerja pekerja tanpa kualifikasi keselamatan formal di area berisiko tinggi. Dengan ketersediaan eksisting sebanyak 5 orang instruktur, unit pelatihan menghadapi defisit kapasitas sebesar 10 – 11 orang instruktur untuk menuntaskan total beban kerja 10.872 jam pelatihan.

Kesenjangan kapasitas ini secara langsung memicu antrean panjang (*backlog*) kepesertaan pelatihan di lapangan. Ketika seorang instruktur dipaksa beroperasi melampaui batas waktu kerja efektifnya, konsentrasi dan kualitas transfer pengetahuan taktis mengenai mitigasi bahaya pertambangan berisiko tinggi berpotensi mengalami degradasi (Creagh et al., 2025). Fenomena penumpukan jadwal kelas ini tidak hanya menghambat pemenuhan hak kompetensi pekerja, tetapi juga menciptakan kerentanan operasional berupa keterlambatan pekerja dalam menguasai prosedur keselamatan kritis di area tambang bawah tanah maupun pit terbuka (Yang et al., 2021).

Apabila ditinjau dari perspektif kepatuhan terhadap regulasi, kondisi beban kerja berlebih pada instruktur keselamatan ini berdampak langsung pada optimalisasi pemenuhan Elemen II (Perencanaan) dan Elemen III (Organisasi dan Personel) dari Sistem Manajemen Keselamatan Pertambangan (SMKP) sebagaimana diamanatkan oleh Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827

K/30/MEM/2018. Secara normatif, dokumen perencanaan TNA yang disusun oleh perusahaan telah berjalan sangat sistematis melalui integrasi matriks risiko jabatan dan forum diskusi terpumpun bersama pelanggan.

Namun, efektivitas pengelolaan dan ketelusuran rekaman kompetensi di tingkat individu masih menghadapi hambatan akibat ketergantungan pada pengarsipan berkas fisik Lembar Observasi Supervisor (LOS). Ketergantungan manual ini menciptakan inefisiensi waktu kerja produktif instruktur untuk tugas administratif non-edukatif, seperti penyortiran, verifikasi, dan penataan berkas fisik secara konvensional (Raeisinafchi et al., 2025), yang memperparah kondisi beban kerja berlebih (*overload*) dengan nilai indeks FTE 14,28. Selaras dengan ketentuan klausul 7.2 dan 7.5.3 dari standar internasional ISO 45001:2018 serta Elemen III SMK Minerba (Kepmen ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018), modernisasi arsip menuju sistem digital (*paperless system*) dan pemenuhan kapasitas minimal 16 instruktur merupakan langkah strategis untuk menjaga ketelusuran rekaman sekaligus memulihkan kualitas edukasi keselamatan kerja di lapangan.

Argumen mengenai urgensi keseimbangan beban kerja instruktur K3 ini didukung kuat oleh berbagai studi terdahulu di bidang manajemen industri dan keselamatan kerja. Riset mengenai beban kerja instruktur mengindikasikan bahwa kelelahan kognitif dan fisik yang dialami oleh tenaga pendidik keselamatan berkorelasi positif dengan penurunan tingkat kelulusan ujian pemahaman peserta pelatihan (Creagh et al., 2025; Pessiglione et al., 2025; Sharma & Kumar, 2024). Selain itu, dalam konteks industri ekstraktif berisiko tinggi, keterlambatan pemenuhan kualifikasi *Critical Training* seperti prosedur *Lockout Tagout* (LOTO) dan izin kerja di ruang terbatas (*confined space*) secara empiris diidentifikasi sebagai salah satu faktor pemicu meningkatnya peluang terjadinya tindakan tidak aman (*unsafe action*) oleh pekerja di area operasional (Delpla et al., 2023; Foussard, 2026; Illankoon et al., 2019).

Temuan indeks FTE sebesar 14,28 dalam kajian ini memperkuat teori ergonomi kerja bahwa penentuan kapasitas sumber daya manusia tidak dapat didasarkan pada asumsi populasi makro semata, melainkan harus dikuantifikasi berdasarkan total jam aktivitas riil dan faktor kelonggaran biologis pekerja. Kajian ini berhasil mengisi kesenjangan penelitian dengan memperluas pemanfaatan metode matematis FTE—yang umumnya didominasi pada sektor perbankan dan medis—menjadi sebuah instrumen evaluasi audit yang valid bagi pemenuhan elemen organisasi sistem manajemen keselamatan sektor pertambangan skala internasional.

Kontribusi ilmiah dari temuan penelitian ini memberikan pengayaan bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi manajemen keselamatan industri, khususnya bagi masyarakat praktisi K3 pertambangan. Secara teoretis, penelitian ini memberikan gambaran bahwa efektivitas keselamatan kerja di lapangan tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan teknologi mitigasi bencana fisik, melainkan dipengaruhi secara fundamental oleh tingkat efisiensi sistem edukasi keselamatan yang menopangnya. Bagi masyarakat industri, angka proyeksi 16 instruktur hasil

kalkulasi riset ini memberikan landasan pengambilan keputusan berbasis data bagi pihak manajemen untuk segera merancang strategi redistribusi personel, melakukan rekrutmen berbasis kebutuhan riil, atau mempercepat proses digitalisasi sistem manajemen pelatihan. Transformasi pengarsipan dari dokumen fisik LOS menuju platform digital terintegrasi (*paperless system*) diusulkan sebagai solusi teknologi adaptif untuk memangkas waktu kerja tidak produktif instruktur. Melalui eliminasi beban administratif tersebut, instruktur dapat fokus meningkatkan kualitas pelatihan interaktif yang pada akhirnya berkontribusi langsung pada upaya penurunan risiko kecelakaan kerja secara berkelanjutan, menjamin keberlanjutan ekonomi perusahaan, serta melindungi keselamatan jiwa seluruh pekerja pertambangan sebagai aset sosial kemasyarakatan yang utama.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap sistem manajemen pelatihan keselamatan di sektor industri pertambangan berisiko tinggi, dapat disimpulkan bahwa efektivitas implementasi *Training Needs Analysis* (TNA) secara normatif telah memenuhi fondasi struktural Elemen III Sistem Manajemen Keselamatan Pertambangan (SMKP). Namun, terdapat kesenjangan antara perencanaan program pada tingkat unit dengan pelaksanaan teknis pada tingkat individual pekerja. Kesenjangan ini dibuktikan secara empiris melalui perhitungan kuantitatif metode *Full-Time Equivalent* (FTE) yang menghasilkan nilai indeks sebesar 14,28. Angka ini mengonfirmasi adanya beban kerja berlebih pada instruktur keselamatan, dengan pemenuhan 10.872 jam pelatihan mandatori teknis dalam target waktu enam bulan secara objektif membutuhkan kapasitas minimal dari 16 instruktur yang beroperasi penuh. Celah implementasi ini diperlebar oleh inefisiensi tata kelola administrasi akibat ketergantungan pada pengarsipan rekaman fisik seperti Lembar Observasi Supervisor (LOS), yang menyita waktu produktif instruktur dan menghambat pemenuhan hak kompetensi keselamatan pekerja secara dinamis dan telusur sesuai standar ISO 45001:2018.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen Teknik Lingkungan Universitas Andalas atas dukungan yang diberikan dalam publikasi riset ini melalui Kegiatan Pembiayaan Penelitian Dosen Departemen Teknik Lingkungan dengan Nomor Kontrak: B/60/UN16.09/SPK/PT.01.03/RKAT-UNAND/2026. Apresiasi dan ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada pihak manajemen *Mining Safety Division* PT Freeport Indonesia yang telah memberikan izin lokasi, akses data TNA, serta bimbingan teknis selama proses pengumpulan data lapangan sehingga artikel penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

Referensi

- Amelia, M. P. (2025). Implementation of Kepmen ESDM No 1827 K/30/MEM/2018 Concerning Guidelines for the Implementation of Good Mining Techniques for the Utilization of Coal Post-Mining Reclamation in the Form of Tourism. *Journal of Law, Politic and Humanities*, 5(3), 2113–2125.
- Arikunto, S. (2002). *Prosedur Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Bęś, P., & Strzałkowski, P. (2024). Analysis of the Effectiveness of Safety Training Methods. In *Sustainability* (Vol. 16, Issue 7, p. 2732). <https://doi.org/10.3390/su16072732>
- Casey, T., Turner, N., Hu, X., & Bancroft, K. (2021). Making safety training stickier: A richer model of safety training engagement and transfer. *Journal of Safety Research*, 78, 303–313. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2021.06.004>
- Chen, X. (2025). Integrated multimethod analysis of miners' safety behavior and risk interaction for practical applications. *Scientific Reports*, 15(1), 34722. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-18454-4>
- Cotes, J., & Ugarte, S. M. (2021). A systemic and strategic approach for training needs analysis for the International Bank. *Journal of Business Research*, 127, 464–473. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.05.002>
- Creagh, S., Thompson, G., Mockler, N., Stacey, M., & Hogan, A. (2025). Workload, work intensification and time poverty for teachers and school leaders: a systematic research synthesis. *Educational Review*, 77(2), 661–680. <https://doi.org/10.1080/00131911.2023.2196607>
- Delpla, V., Kenné, J.-P., & Hof, L. A. (2023). Integration of operational lockout/tagout in a joint production and maintenance policy of a smart production system. *International Journal of Production Economics*, 263, 108925. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108925>
- Foussard, C. (2026). Representing what protects Us: From action to meaning in lockout-tagout procedures. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 100, 105871. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2025.105871>
- Illankoon, P., Manathunge, Y., Tretten, P., Abeysekara, J., & Singh, S. (2019). Lockout and Tagout in a Manufacturing Setting from a Situation Awareness Perspective. In *Safety* (Vol. 5, Issue 2, p. 25). <https://doi.org/10.3390/safety5020025>
- KemenPAN&RB Indonesia. Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2020 Tentang Pedoman Analisis Jabatan Dan Analisis Beban Kerja, 1 (2020).
- Kim, G. Y., Kwon, Y. B., Ban, H., Kim, H. K., & Park, J. Y. (2025). The Impact of Work Sequence-Based Safety Training on Workers' Cognitive Effectiveness at Construction Sites. In *Buildings* (Vol. 15, Issue 9, p. 1409). <https://doi.org/10.3390/buildings15091409>
- Maryani, R., Imran, R. A., Muhammad, K., & Wisudawati, T. (2025). Workload Analysis and Determination of Financial Service Employee Requirements using the Full-Time Equivalent Method. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 24(1), 23–28.
- Merriman, S. E., Plant, K. L., Revell, K. M. A., & Stanton, N. A. (2023). A new approach for Training Needs Analysis: A case study using an Automated Vehicle. *Applied Ergonomics*, 111, 104014. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2023.104014>
- Noraishah Ismail, S., Ramli, A., & Abdul Aziz, H. (2021). Research trends in mining accidents study: A systematic literature review. *Safety Science*, 143, 105438. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105438>
- Nurok, M., Flynn, B. C., Pineton de Chambrun, M., Kazemian, M., Geiderman, J., & Nunnally, M. E. (2024). A Review and Discussion of Full-Time Equivalency and Appropriate Compensation Models for an Adult Intensivist in the United States Across Various Base Specialties. *Critical Care Explorations*, 6(4), e1064. <https://doi.org/10.1097/CCE.0000000000001064>
- Pessiglione, M., Blain, B., Wiehler, A., & Naik, S. (2025). Origins and consequences of cognitive fatigue. *Trends in Cognitive Sciences*, 29(8), 730–749. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2025.02.005>
- Petroutsatou, K., Antoniou, F., & Markoulatos, E. S. (2024). Qualitative prioritization of accident risks in the mining industry. *Life Cycle Reliability and Safety Engineering*, 13(4), 483–503. <https://doi.org/10.1007/s41872-024-00276-4>
- Radebe, N., & Chipangamate, N. (2024). Mining industry risks, and future critical minerals and metals supply chain resilience in emerging markets. *Resources Policy*, 91, 104887. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.104887>

- Raeisinafchi, R., Bhandari, S., Perry, L., Hallowell, M. R., Albert, A., & Correll, J. (2025). Comparing training delivery methods: Impact on learning outcomes and engagement among construction workers. *Safety Science*, 187, 106870. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2025.106870>
- Sharda, A. Y. (2025). Safety , Compliance , and Productivity in Indonesian Coal Mines : A Regulatory Assessment. *SSRG International Journal of Economics and Management Studie*, 12(7), 50–61. <https://doi.org/10.14445/23939125/IJEMS-V12I7P107>
- Sharma, Sakshi, & Kumar, Sudesh. (2024). Understanding the Facets of Work-Related Fatigue Moderated by Cognitive, Behavioural and Contemplative Coping Strategies: A Conceptual Analysis. *NMIMS Management Review*, 32(4), 257–264. <https://doi.org/10.1177/09711023241310292>
- Šolc, M., Blaško, P., Girmanová, L., & Kliment, J. (2022). The development trend of the occupational health and safety in the context of ISO 45001: 2018. *Standards*, 2(3), 294–305.
- Stevianingrum, A., & Erwandi, D. (2022). Faktor-Faktor Dominan Budaya Keselamatan di Sektor Tambang Batubara : Kajian Literatur. *Prepotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6, 1018–1026.
- Sugiyono, P. D. (2019). Metode Penelitian Pendidikan (Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D dan Penelitian Pendidikan). *Metode Penelitian Pendidikan*, 67(2019), 18.
- Sultan, M., Setyadi, D., Ramdan, I. M., Haviluddin, H., & Hidayati, T. (2023). Work accident reporting in coal mining, Indonesia: A systematic literature review. *Periodicals of Occupational Safety and Health*, 2 (SE-Articles), 51–59. <https://doi.org/10.12928/posh.v2i1.7761>
- Taufan, S., Rahmawati, R., Mujiyono, M., & Iskandar, D. A. (2023). Workload analysis with the full time equivalent method approach to determine workforce required. *Jurnal STEI Ekonomi*, 32(2), 211–222. <https://doi.org/10.36406/jemi.v32i02.1371>
- Wang, Yan, Liu, Chunpeng, & Zhao, Wenchao. (2026). Effects of safety training and accident experience on construction workers' safety behavior. *WORK*, 83(2), 406–418. <https://doi.org/10.1177/10519815251368901>
- Wicaksono, S., & Fadillah, A. M. (2021). Implementation of Full Time Equivalent Method in Determining the Workload Analysis of Logistics Admin Employees of PT X in Jakarta , Indonesia. *European Journal of Business and Management Research*, 6(5), 159–162.
- Xu, S., & Hall, N. G. (2021). Fatigue, personnel scheduling and operations: Review and research opportunities. *European Journal of Operational Research*, 295(3), 807–822. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.03.036>
- Yang, L., Birhane, G. E., Zhu, J., & Geng, J. (2021). Mining Employees Safety and the Application of Information Technology in Coal Mining: Review. *Frontiers in Public Health*, Volume 9. <https://www.frontiersin.org/journals/public-health/articles/10.3389/fpubh.2021.709987>