

PENGEMBANGAN SISTEM ANALISA DATA KECELAKAAN UNTUK INDUSTRI PERTAMBANGAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE *HUMAN FACTOR ANALYSIS AND CLASSIFICATION SYSTEM (HFACS)*

Ade Rivandi Kurniawan^{1*}, Darmawan Saputra Setiawan², Ronny P Tambunan³

^{1,2,3}HSE Operation Departemen

Artikel masuk : 01-02-2024 , Artikel diterima : 26-02-2024

Kata kunci: Pertambangan,
Analisa Kecelakaan, HFACS

Keyword: Mining, Accident
Analysis, HFACS

ABSTRAK

Industri pertambangan adalah industri dengan tingkat risiko keselamatan yang tinggi sehingga dapat mengancam keselamatan para pekerjanya. Dalam rangka mewujudkan nihil kecelakaan pada kegiatan operasionalnya, salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan dan energi melakukan pengembangan pada sistem analisa data kecelakaan sebagai upaya untuk mengetahui lebih spesifik penyebab kasus kecelakaan yang terjadi. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk menghindari kasus kecelakaan dengan penyebab yang sama terulang kembali serta menetapkan rekomendasi perbaikan dan pencegahan yang tepat sasaran. Metode *Human Factors Analysis and Classification System (HFACS)* adalah suatu alat analisa kecelakaan yang digunakan untuk menganalisa suatu kecelakaan pada aspek *Human Factor*. HFACS dikembangkan oleh Wiegmann dan Shappell untuk analisis kecelakaan penerbangan militer dan sipil. Metode ini berdasarkan pada model kesalahan manusia yang menjelaskan empat tingkat kegagalan manusia, yaitu: (1) tindakan tidak aman, (2) prasyarat untuk tindakan tidak aman, (3) kepemimpinan tidak aman, dan (4) pengaruh organisasi. Analisa kecelakaan menggunakan metode HFACS menunjukkan pelanggaran yang bersifat pengecualian serta kesalahan pengambilan keputusan menjadi penyebab tertinggi untuk tindakan tidak aman. Pada prasyarat untuk tindakan tidak aman yang berkontribusi tertinggi adalah keadaan fisik dan mental operator, dan kebugaran untuk bekerja. Pada faktor kepemimpinan antara lain: pengawasan tidak memadai dan kegagalan untuk memperbaiki masalah. Pengaruh organisasi yang berkontribusi terhadap kasus kecelakaan adalah perencanaan yang kurang, serta kurangnya penegakan norma dan aturan. Hasil uji koefisien kontingensi diperoleh nilai $\alpha = 0,047$ yang menunjukkan terdapat asosiasi pada setiap tahapan sehingga semua kegagalan mempengaruhi kegagalan di tingkat lainnya. Hasil analisa tersebut ditindaklanjuti dengan menetapkan tindakan perbaikan dan pencegahan berdasarkan kegagalan pada tingkatan personal dan organisasi.

Ade Rivandi Kurniawan: adekurniawangf@gmail.com

Doi : <https://doi.org/10.36986/impj.v5i2.117>

ABSTRACT

The mining industry is an industry with a high level of safety risk that can threaten the safety of its workers. In order to reach zero accidents in its operational activities, one of the companies, which is engaged in energy and mining company, has developed an accident data analysis system to find out more specifically the causes of accidents that occur. It aims to prevent accidents with the same cause and establish recommendations for corrective and preventive action that are right on target. The Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) method is an accident analysis tool used to analyze an accident on the Human Factor aspect. HFACS was developed by Wiegmann and Shappell for the analysis of military and civil aviation accidents. This method is based on the human error model which describes four levels of human failure, namely: (1) unsafe acts, (2) the preconditions for unsafe acts, (3) unsafe leadership, and (4) organizational influences. Accident analysis using the HFACS method shows exceptional violations and decision errors are the highest causes of unsafe acts. The highest contribute of preconditions for unsafe acts that are the operator's physical and mental state and fitness for duty. Unsafe leadership factor include: inadequate supervision and failed to correct problem. Organizational influences that contribute to accident cases are lack of planning, and lack of enforcement of norms and rules. The contingency coefficient test results obtained a value of $\alpha = 0.047$ which indicates that there is an association at each stage so that all failures affect failures at other levels. The results of the analysis are followed up by establishing corrective and preventive actions based on failures at the personal and organizational levels

PENDAHULUAN

Industri pertambangan adalah industri dengan tingkat risiko keselamatan yang tinggi sehingga dapat mengancam keselamatan para pekerjanya. Industri pertambangan telah meyajikan keberhasilan luar biasa dalam keselamatan selama beberapa dekade terakhir, akan tetapi bekerja di industri pertambangan tetap

menjadi salah satu profesi berisiko tertinggi di seluruh dunia (Coleman dan Kerkering, 2007). Selama kurun waktu operasional ditahun 2021- 2022 terdapat berbagai kasus kecelakaan yang terjadi pada operasional salah satu perusahaan yang kegiatan penambangannya berlokasi di Provinsi Kalimantan Selatan. Perusahaan tersebut merupakan salah satu pemasok utama batubara untuk kebutuhan dalam negeri. Dalam rangka mewujudkan nihil kecelakaan pada kegiatan operasionalnya, dilakukanlah pengembangan pada sistem analisa data kecelakaan sebagai upaya untuk mengetahui lebih spesifik penyebab kasus kecelakaan yang terjadi. Pengembangan sistem analisa data kecelakaan ini diharapkan dapat mengidentifikasi kekurangan dalam sistem perusahaan daripada hanya menyalahkan individu yang terlibat dalam kecelakaan tersebut. Pendekatan sistem menyeluruh untuk investigasi kecelakaan akan mengidentifikasi akar masalah dari kasus kecelakaan yang terjadi. Pengembangan sistem analisa data kecelakaan ini bertujuan untuk menghindari kasus kecelakaan dengan penyebab yang sama terulang kembali serta menetapkan rekomendasi perbaikan dan pencegahan yang tepat sasaran. Selain itu, dengan dilakukannya analisa data kecelakaan akan membantu dalam penyusunan Program Keselamatan yang akan dilaksanakan oleh perusahaan.

METODE PENELITIAN

Metode *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS) adalah suatu alat analisa kecelakaan yang digunakan untuk menganalisa kecelakaan pada aspek *Human Factor*. Metode ini dikembangkan oleh Wiegmann dan Shappell pada tahun 2003 untuk analisa kecelakaan penerbangan militer dan sipil. Metode ini didasarkan pada model kesalahan manusia "Swiss Cheese" yang melihat empat tingkat kegagalan manusia, yaitu: tindakan tidak aman, prasyarat untuk tindakan tidak aman, pengawasan tidak aman, dan pengaruh organisasi (Reason, 1990).



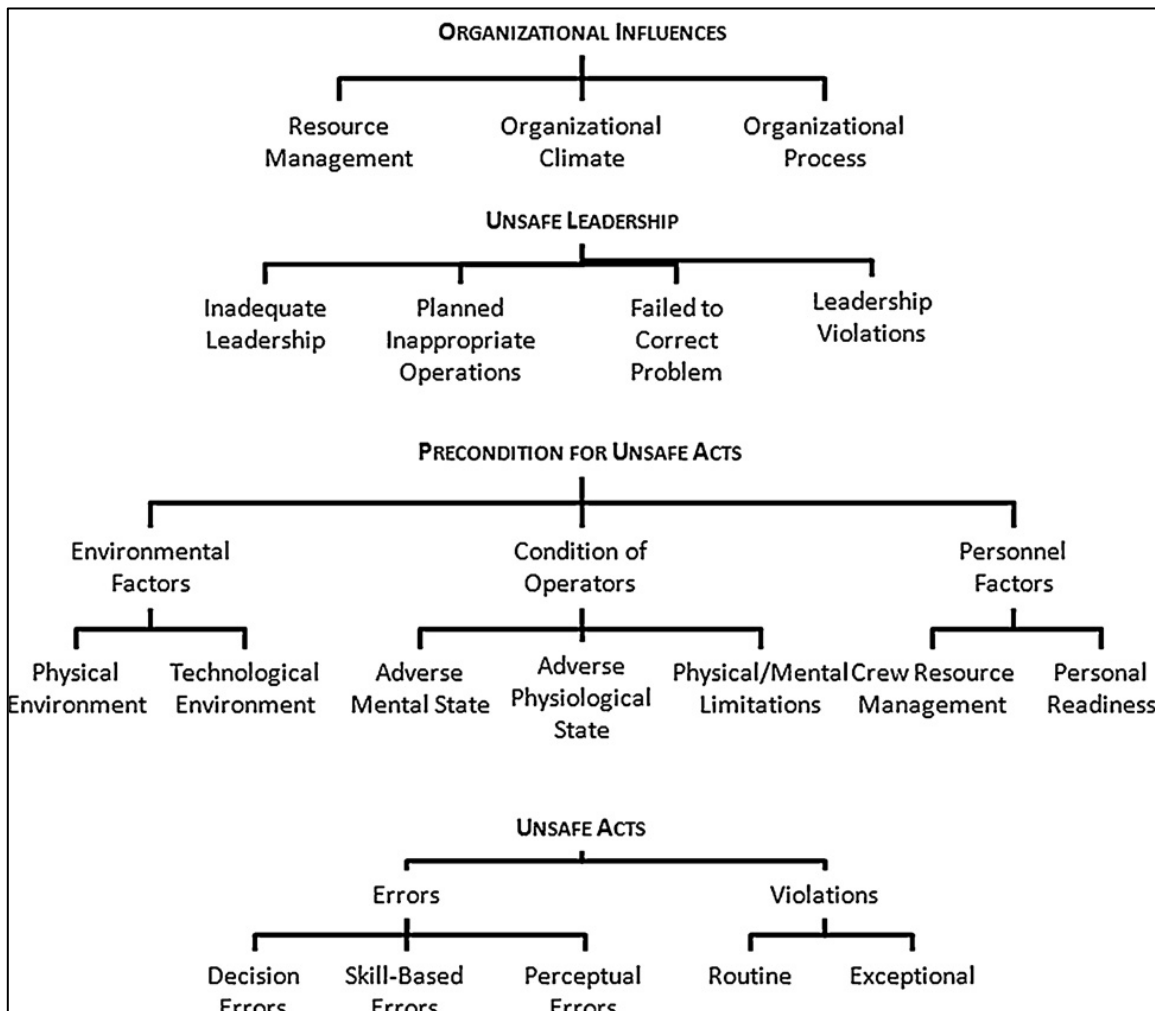
Gambar 1. Reason's Swiss Cheese Model (1990)

Dengan kata lain, kerangka kerja HFACS melampaui identifikasi sederhana tentang kesalahan yang dilakukan pekerja garis depan untuk memberikan pemahaman yang jelas tentang alasan mengapa kesalahan terjadi sejak awal. Dengan cara ini, kesalahan dipandang sebagai konsekuensi dari kegagalan sistem, gejala masalah sistemik yang lebih dalam, sehingga bukan hanya kesalahan karyawan yang bekerja di “ujung tombak”. Kelebihan dari metode ini adalah karena sifatnya umum dan dapat diterapkan di industri manapun termasuk untuk industri pertambangan. Metode HFACS ini mencakup aspek individu dan organisasi yang mudah untuk dipelajari, dan outputnya mudah ditafsirkan sehingga memudahkan peneliti untuk menganalisa kecelakaan yang terjadi. Seperti namanya “*swiss cheese*”, model ini merepresentasikan lubang pada sebuah keju. Lubang tersebut terdiri dari 4 (empat) tingkatan dimana masing-masing tingkatan memiliki

lubang kekeliruan atau kesalahan pada posisi yang acak. Banyak dan besarnya ukuran lubang menunjukkan jumlah kemungkinan terjadinya kecelakaan.

Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data kasus kecelakaan yang terjadi di salah satu perusahaan pertambangan yang beroperasi di Provinsi Kalimantan Selatan pada periode tahun 2022. Data-data yang dikumpulkan merupakan hasil investigasi kasus kecelakaan yang sudah dilakukan oleh tim investigasi dan ditambahkan dengan data pendukung lainnya (*People, Position, Part, and Paper*). Data-data tersebut kemudian dikelompokkan pada kerangka kerja HFACS untuk industri pertambangan.



Gambar 2. Kerangka kerja HFACS pada industri pertambangan

Pengolahan Data

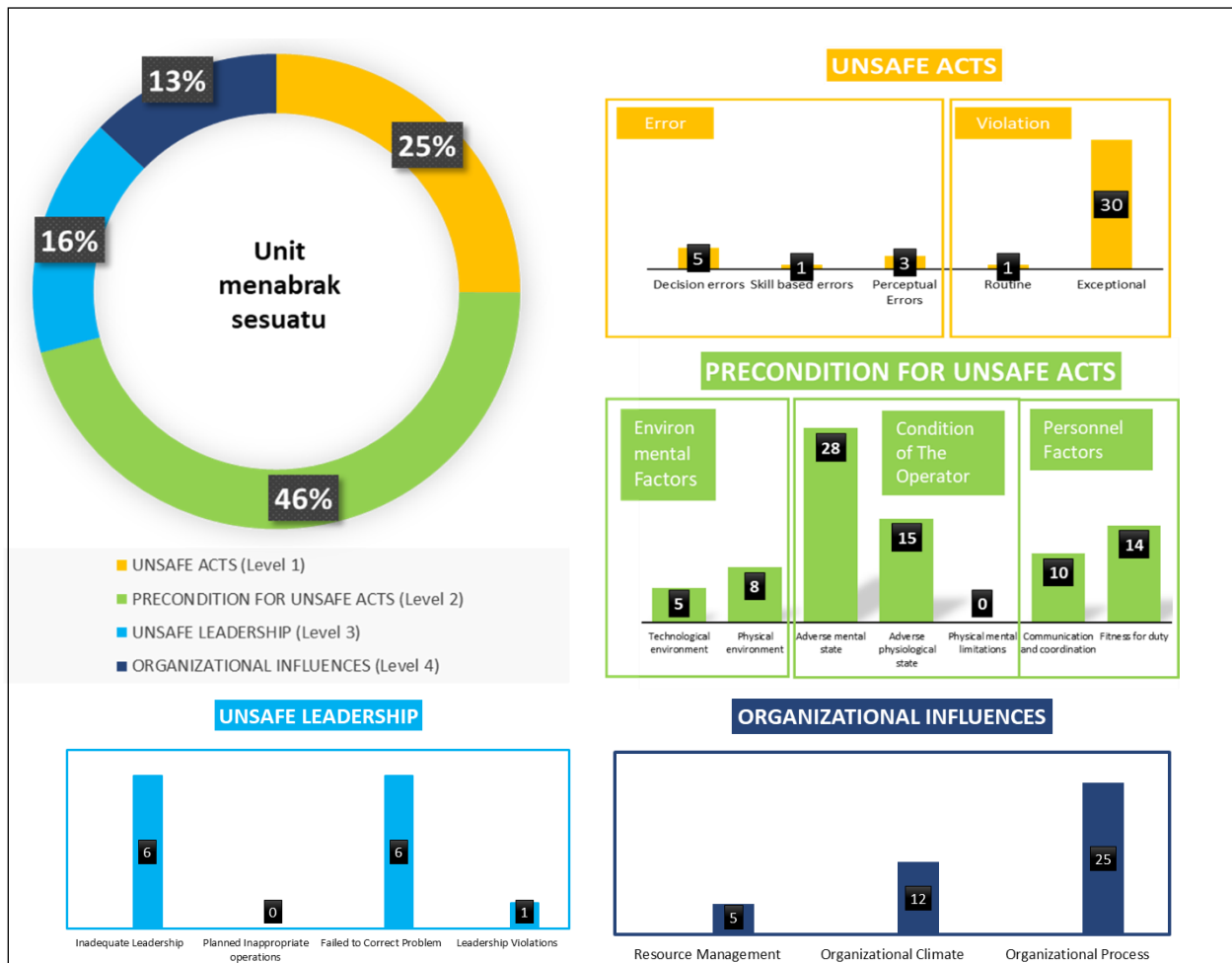
Kasus kecelakaan yang dianalisa adalah kasus kecelakaan dengan tingkat risiko tinggi hingga kritikal. Selanjutnya data tersebut disusun berdasarkan jenis kecelakaan dan frekuensinya. Analisa hubungan

kegagalan pada setiap tingkatan HFACS dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Analisa kuantitatif menggunakan teori uji koefisien kontingensi (C) dengan menggunakan perangkat lunak yaitu SPSS. Sementara analisa kualitatif dilakukan dengan menghubungkan setiap detail penyebab pada setiap tingkatan kegagalan

pada kerangka HFACS. Rekomendasi perbaikan dan pencegahan dari laporan investigasi kasus kecelakaan juga dilakukan analisa untuk melihat perbandingan antara rekomendasi kecelakaan yang berulang. HFACS membantu menganalisa rekomendasi yang efektif yang dapat diberikan agar kecelakaan tidak terus berulang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

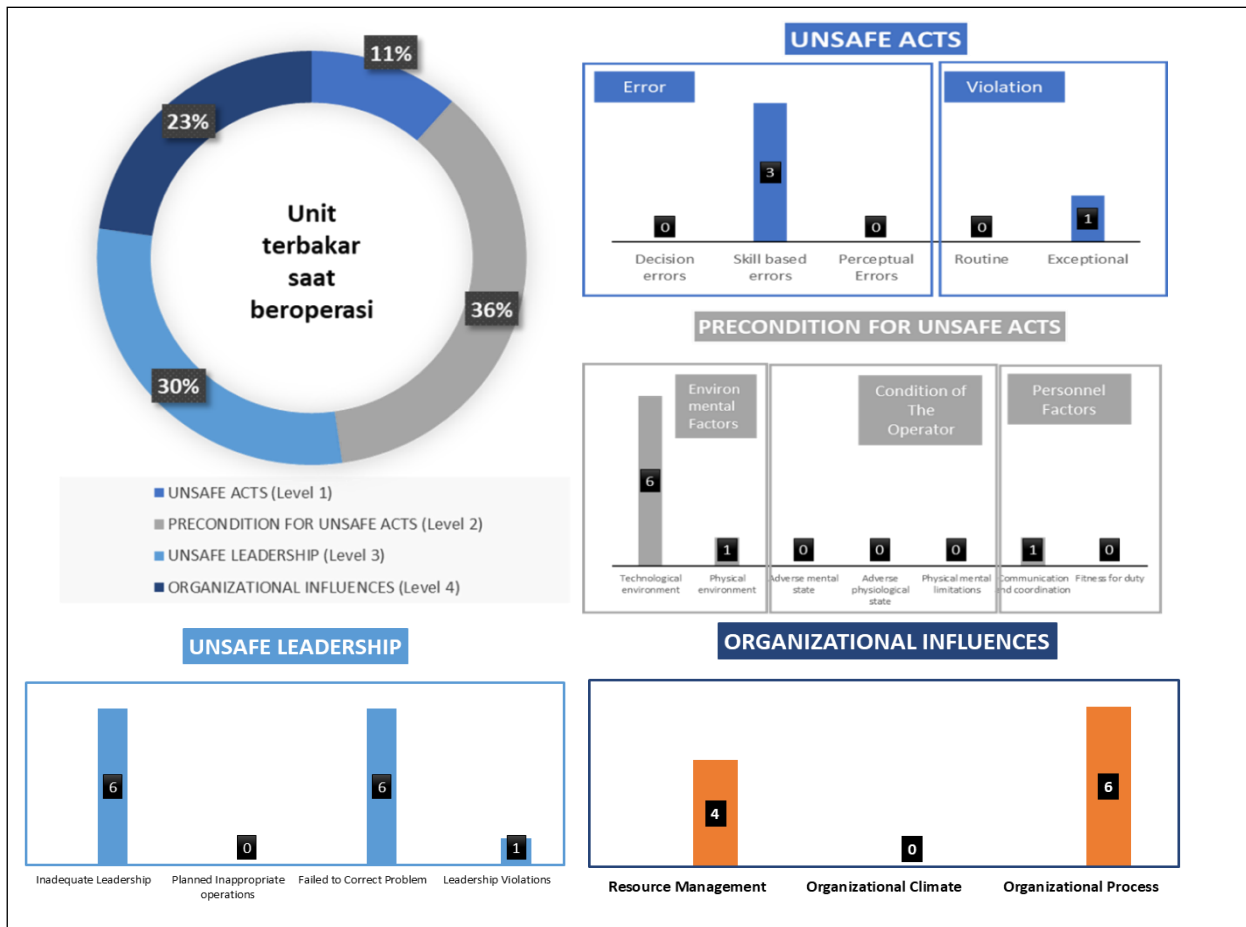
Secara frekuensi kasus kecelakaan yang terjadi dengan persentase tertinggi adalah jenis kecelakaan “menabrak sesuatu” disusul dengan “kebakaran pada unit”. Selanjutnya, hasil investigasi yang berkaitan dengan kategori kasus kecelakaan tersebut dimasukkan ke dalam detail penyebab kecelakaan sesuai dengan kerangka kerja HFACS. Pada jenis kecelakaan “menabrak sesuatu” terlihat pada gambar 3



Gambar 3. Detail penyebab kasus kecelakaan menabrak sesuatu

Pada kasus kecelakaan dengan jenis “menabrak sesuatu” diperoleh hasil bahwa untuk tindakan tidak aman tertinggi adalah pelanggaran yang bersifat pengecualian disusul dengan kesalahan dalam pengambilan keputusan. Beberapa contoh untuk tindakan tidak aman yang dilakukan oleh pekerja antara lain: tidak mengikuti arahan dan prosedur, tidak memenuhi syarat untuk operasional, manuver yang tidak sesuai saat mengoperasikan unit, dan pengambilan keputusan yang tidak tepat. Prasyarat untuk tindakan tidak aman yang berkontribusi tertinggi adalah kondisi operator dan kebugaran untuk bekerja. Kondisi operator yang menjadi penyebab diantaranya adalah kelelahan fisik, merasa yakin/puas, tergesa-gesa, dan motivasi

yang salah tempat. Sementara pada faktor kebugaran untuk bekerja disebabkan oleh pelanggaran persyaratan jam istirahat. Faktor kepemimpinan yang berkontribusi tertinggi terhadap kasus kecelakaan adalah pengawasan tidak memadai disusul dengan kegagalan untuk memperbaiki masalah. Beberapa contoh penyebabnya antara lain: gagal memberikan pengawasan, gagal memulai tindakan perbaikan, dan gagal mengidentifikasi operasional yang berisiko. Pengaruh organisasi yang berkontribusi terhadap kasus kecelakaan adalah perencanaan yang kurang, serta kurangnya penegakan norma dan aturan. Untuk jenis kecelakaan “unit terbakar saat beroperasi” terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Detail penyebab kasus kecelakaan unit terbakar saat beroperasi

Pada kasus kecelakaan dengan jenis “unit terbakar saat beroperasi” tindakan tidak aman yang berkontribusi adalah melewati atau menghilangkan atau mengabaikan langkah di prosedur. Prasyarat untuk tindakan tidak aman adalah alat atau material tidak memadai. Faktor kepemimpinan disebabkan oleh pengawasan yang tidak memadai disusul dengan kegagalan untuk memperbaiki masalah. Pengaruh organisasi yang berkontribusi terhadap kasus kecelakaan adalah desain yang buruk dan belum memadainya standar dan prosedur.

Analisa Kuantitatif

Untuk mengetahui asosiasi pada kegagalan antara tiap tahapan HFACS dilakukan analisa menggunakan uji koefisien kontingensi. Uji koefisien kontingensi digunakan untuk menghitung hubungan antar variabel bila datanya berbentuk nominal. Berikut ini adalah tabel data variabel yang akan digunakan untuk menguji hubungan di tiap tahapan HFACS.

Tabel 1. Distribusi Faktor Penyebab sesuai Kategori HFACS

KRITERIA HFACS			Kasus 1 (Unit menabrak sesuatu)	Kasus 2 (Unit terbakar saat beroperasi)
UNSAFE ACTS (Level 1)	Errors	Decision errors	2	1
		Skill based errors	2	2
		Perceptual Errors	2	1
	Violations	Routine	1	1
		Exceptional	2	2
PRECONDITION FOR UNSAFE ACTS (Level 2)	Environmental Factors	Technological environment	2	2
		Physical environment	2	2
	Condition of The Operator	Adverse mental state	2	1
		Adverse physiological state	2	1
		Physical mental limitations	1	1
	Personnel Factors	Communication and coordination	2	2
		Fitness for duty	2	1
UNSAFE LEADERSHIP (Level 3)	Inadequate Leadership		2	2
	Planned Inappropriate operations		1	1
	Failed to Correct Problem		2	2
	Leadership Violations		2	2
ORGANIZATIONAL INFLUENCES (Level 4)	Resource Management		2	2
	Organizational Climate		2	1
	Organizational Process		2	2

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa terdapat 2 angka yaitu angka 1 dan 2

- 1: Merupakan angka yang menunjukkan bahwa tidak ada kegagalan pada tahapan tersebut
- 2: Terdapat kegagalan pada tahapan HFACS

Setelah memberikan kode kepada masing-masing kasus pada tahapan HFACS, langkah berikutnya adalah melakukan uji koefisien kontingensi.

H0: Tidak ada asosiasi antar tahapan HFACS

H1: Ada asosiasi antar tahapan HFACS

Taraf signifikansi yang digunakan adalah 10% ($\alpha = 0,10$), dimana jika nilai probabilitas (signifikansi) $< 0,10$

maka H0 ditolak atau H1 diterima. Dari uji kontingensi koefisien (C) maka asosiasi yang signifikan dapat digambarkan. Hasil analisa menggunakan perangkat lunak SPSS diperoleh nilai $\alpha = 0,047$ yang menunjukkan terdapat asosiasi pada setiap tahapan sehingga semua kegagalan mempengaruhi kegagalan di tingkat lainnya.

Tabel 2. Hasil pengolahan data menggunakan perangkat lunak SPSS

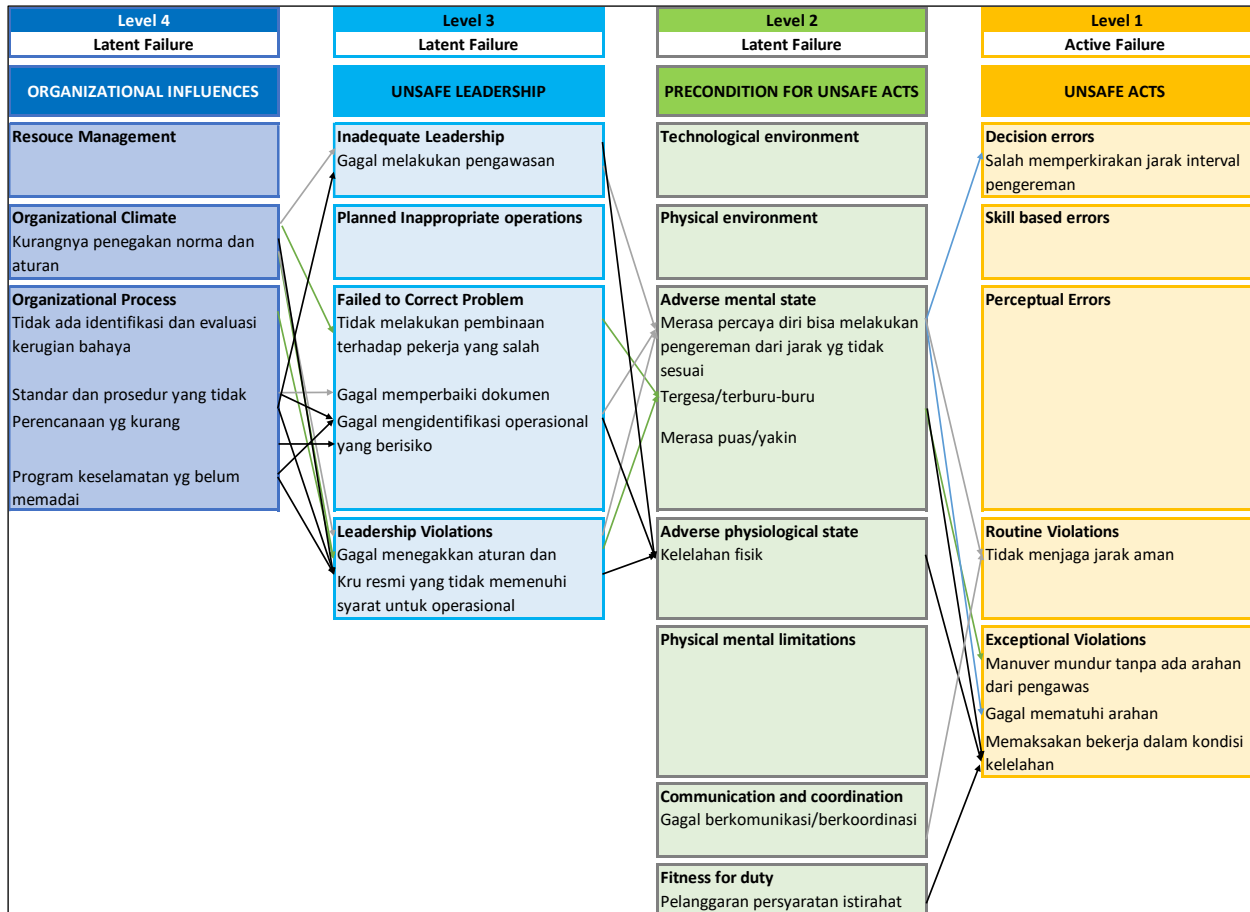
Case Processing Summary						
	Valid		Cases Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Menabrak * Kebakaran	19	100.0%	0	0.0%	19	100.0%

Symmetric Measures			
		Value	Approximate Significance
Nominal by Nominal	Contingency Coefficient	.415	.047
N of Valid Cases		19	

Analisa Kualitatif

Analisa kualitatif dilakukan dengan cara menghubungkan setiap kegagalan pada masing-

masing tingkatan kerangka HFACS. Untuk jenis kecelakaan “menabrak sesuatu” hubungan kegagalan pada masing-masing tingkatan terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan antar penyebab untuk jenis kecelakaan menabrak sesuatu

Dari hasil hubungan antar penyebab diperoleh 4 *pattern* yang menjadi kegagalan aktif dan laten dari

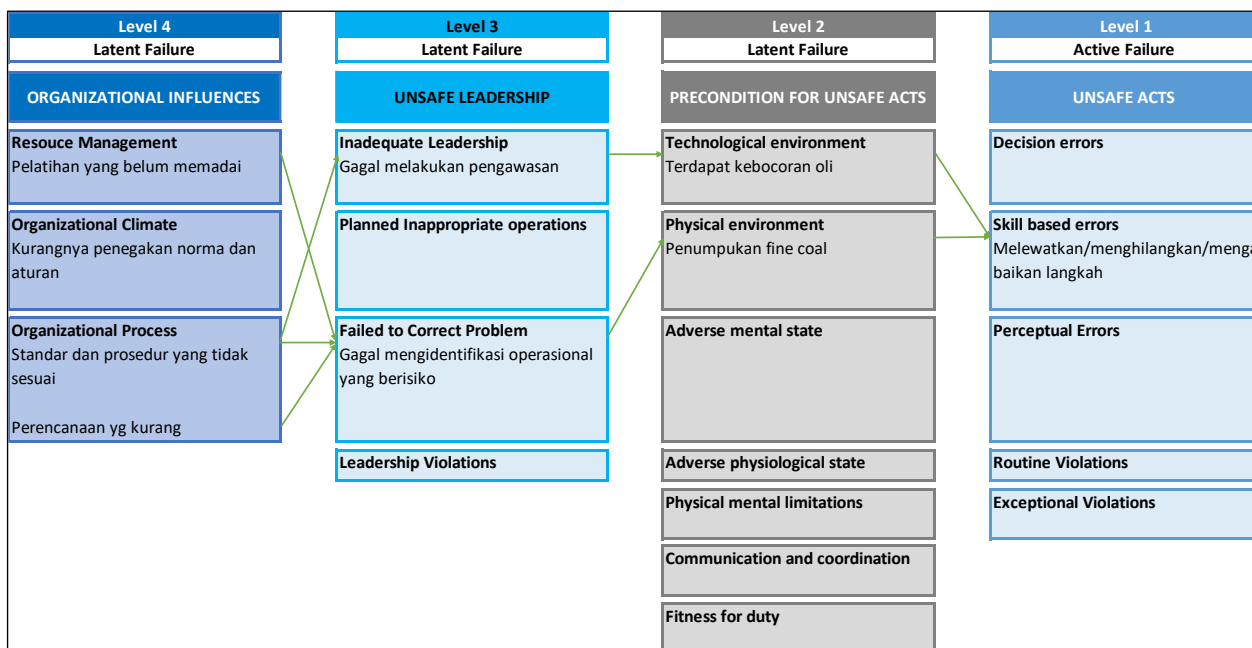
jenis kecalakaan “unit menabrak sesuatu”. Hasil dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hubungan kegagalan aktif dan laten pada kasus unit menabrak sesuatu

Jenis Kecelakaan	Pattern #	Kegagalan aktif	Kegagalan laten	Implikasi
Unit menabrak sesuatu	#1	Manuver mundur tanpa ada arahan dari pengawas	Tergesa atau terburu-buru Tidak melakukan pembinaan terhadap pekerja yang salah Gagal menegakkan aturan dan regulasi	Kurangnya penegakan norma dan aturan Tidak ada identifikasi dan evaluasi kerugian bahaya
	#2	Salah memperkirakan jarak interval pengereman	Merasa percaya diri bisa melakukan pengereman dari jarak yang tidak sesuai	Kurangnya penegakan norma dan aturan
	#3	Tidak menjaga jarak aman beriringan	Merasa percaya diri bisa melakukan pengereman dari jarak yang tidak sesuai	Kurangnya penegakan norma dan aturan

Jenis Kecelakaan	Pattern #	Kegagalan aktif	Kegagalan laten	Implikasi
			Gagal berkomunikasi atau berkoordinasi	Standar dan prosedur yang tidak sesuai
			Gagal melakukan pengawasan	
			Gagal menegakkan aturan dan regulasi	
			Gagal memperbaiki dokumen karena kesalahan	
	#4		Kelelahan Fisik	Kurangnya penegakan norma dan aturan
		Memaksakan bekerja dalam kondisi kelelahan	Merasa puas atau yakin	Perencanaan yang kurang
			Pelanggaran persyaratan istirahat	Standar dan prosedur yang tidak sesuai
			Gagal memberikan pengawasan	Program keselamatan yang belum memadai
			Gagal mengidentifikasi operasional yang berisiko Kru resmi yang tidak memenuhi syarat untuk operasional	

Untuk jenis kecelakaan “Unit terbakar saat beroperasi” hubungan kegagalan pada masing-masing tingkatan terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan antar penyebab jenis kecelakaan unit terbakar saat beroperasi

Pada jenis kecelakaan “unit terbakar saat beroperasi” diperoleh 1 *pattern* kegagalan aktif dan kegagalan laten yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hubungan kegagalan aktif dan laten pada kasus unit terbakar saat beroperasi

Jenis Kecelakaan	Pattern #	Active Failure	Latent Failure	Implication
Unit terbakar saat beroperasi	#5	Melewatkan atau menghilangkan tau mengabaikan langkah dalam proses pencucian atau maintenance unit	Terdapat kebocoran oli Penumpukan <i>fine coal</i> Gagal mengidentifikasi operasional yang berisiko Alat dan material yang tidak memadai	Pelatihan yang belum memadai Standar dan Prosedur (Manajemen Risiko, Checklist pemeriksaan) Perencanaan yang kurang baik

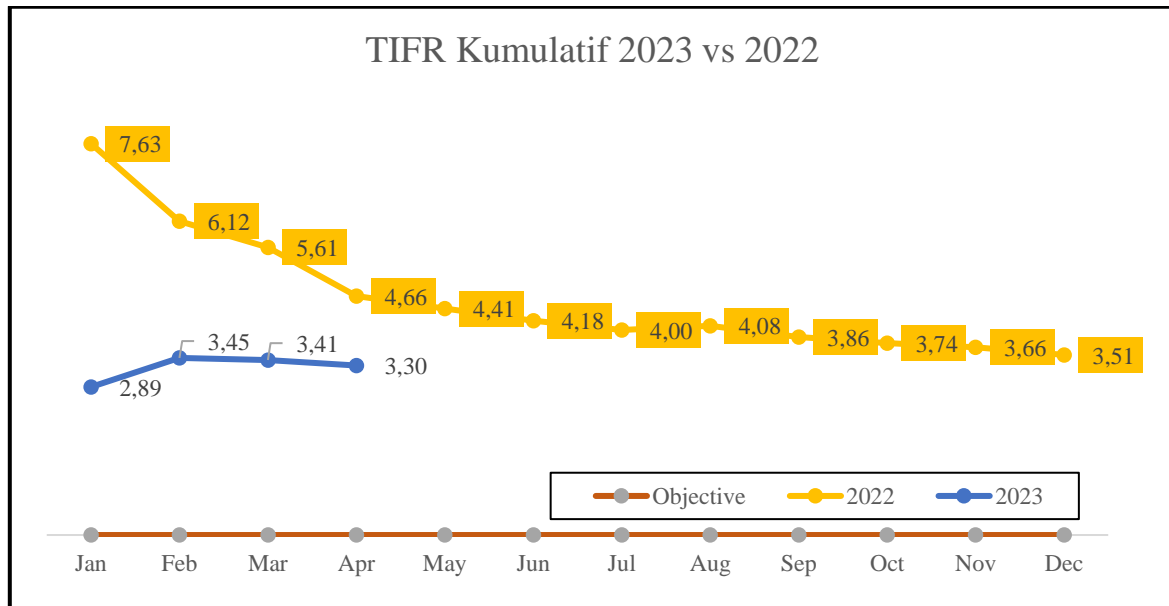
Hasil analisa *pattern* yang diidentifikasi, ditindaklanjuti dengan menetapkan tindakan perbaikan dan pencegahan berdasarkan kegagalan pada tingkatan personal dan organisasi sesuai Tabel 5.

Tabel 5. Tindakan perbaikan dan pencegahan

No	Kode	Permasalahan	Tindakan perbaikan dan pencegahan
1	Pattern #1	Kurangnya penegakan norma dan aturan larangan mundur bagi unit HD	<ul style="list-style-type: none"> a. Resosialisasi kepada semua operator terkait aturan larangan mundur bagi unit produksi b. Peningkatan kampanye <i>Do and Don't</i> di area-area yang berpotensi terjadinya pelanggaran larangan mundur bagi unit <i>Heavy Duty</i> c. Pengawas melakukan patroli parkir liar saat jam istirahat d. Penutupan akses area yang tidak digunakan atau belum di <i>assessment</i> e. Melakukan Identifikasi terhadap area yang tidak digunakan atau belum di <i>assessment</i> seperti <i>Ex Pit Stop</i>, di masukkan dalam laporan inspeksi dan Peta f. Mereview prosedur perencanaan tambang terkait kebutuhan lokasi dengan fungsi sebagai tempat istirahat (contoh: <i>Change Shift Area</i> dan sebagainya)
2	Pattern #2 & Pattern 3	Kurangnya penegakan norma dan aturan tentang menjaga jarak aman beriringan	<ul style="list-style-type: none"> a. Pemahaman kepada semua operator tentang jarak aman beriringan dan keselamatan berlalu lintas b. Peningkatan Sidak jarak beriringan dan aturan berlalu lintas lainnya c. Peningkatan skill operator yang berbasis kompetensi dan dapat diukur pencapaiannya serta dilakukan evaluasi secara berkala d. Pemenuhan parameter keselamatan jalan (<i>Road safety</i>) dan mengevaluasinya secara berkala e. Penggunaan teknologi tambahan seperti: CCTV jalan, Dashboard Camera, dan teknologi lainnya untuk membantu monitoring dan evaluasi penegakan norma dan aturan perusahaan
3	Pattern #4	Pengelolaan kelelahan kerja belum memadai	<ul style="list-style-type: none"> a. Peningkatan hasil penilaian Program Pencegahan Kelelahan Kerja (P2K2) pada setiap perusahaan b. Peningkatan sidak pada waktu yang berpotensi terjadinya kelelahan kerja c. Audit Implementasi Program Pencegahan Kelelahan Kerja (P2K2) secara berkala
4	Pattern #5	Perbaikan dan perawatan unit belum memadai	<ul style="list-style-type: none"> a. Perbaikan kualitas inspeksi pada saat service pada unit b. Peningkatan kualitas pencucian unit c. Merencanakan dengan baik penggantian setiap peralatan atau material yang memasuki atau melebihi masa pakai d. Mengevaluasi kebutuhan fasilitas pencucian unit dan menambahkannya bila terdapat kekurangan fasilitas guna mendukung kebutuhan operasional e. Kampanye pencegahan kebakaran unit kepada semua pekerja

Hasil rekomendasi yang sudah diperoleh diimplementasikan pada kegiatan operasional untuk melihat tingkat keberhasilan dari analisa yang sudah dilakukan. Perbandingan dilakukan dengan melihat seberapa besar penurunan total kasus kecelakaan dan

penurunan kasus kecelakaan jenis “menabrak sesuatu” dan “unit terbakar saat beroperasi”.



Gambar 7. Perbandingan TIFR tahun 2022 dengan 2023

Secara total kasus kecelakaan yang terjadi di tahun 2022 dibandingkan dengan tahun 2023 terjadi penurunan sebesar 45%. Untuk kasus kecelakaan jenis “unit menabrak sesuatu” terjadi penurunan kasus sebesar 42%. Kasus kecelakaan “unit terbakar saat beroperasi” terjadi penurunan sebesar 40%.

KESIMPULAN

1. Hasil analisa menggunakan perangkat lunak SPSS diperoleh nilai $\alpha = 0,047$ yang menunjukkan terdapat asosiasi pada setiap tahapan sehingga semua kegagalan mempengaruhi kegagalan di tingkat lainnya.
2. Terdapat 5 *pattern* yang menjelaskan kegagalan aktif dan laten yang menjadi penyebab kasus kecelakaan yang terjadi dari hasil analisa data kecelakaan menggunakan metode HFACS
3. Secara total kasus kecelakaan yang terjadi di tahun 2022 dibandingkan dengan tahun 2023 terjadi penurunan sebesar 45% setelah rekomendasi yang sudah diperoleh diimplementasikan pada kegiatan operasional
4. Studi ini menunjukkan bahwa kerangka kerja HFACS mampu mengidentifikasi kesalahan-kesalahan dan merencanakan perbaikan sistem yang lebih baik. HFACS dapat digunakan untuk mengidentifikasi secara sistematis penyebab faktor manusia yang mendasari kasus kecelakaan dan kecelakaan

pertambahan. Selain itu, HFACS ini menyediakan pengembangan intervensi kasus kecelakaan berbasis data karena bentuk kesalahan manusia yang berbeda memerlukan jenis intervensi yang berbeda. Mengetahui bentuk kesalahan yang paling umum akan memungkinkan Penanggung Jawab Area (PJA), Penanggung Jawab Pekerjaan (PJPk) dan personil keselamatan untuk mengembangkan intervensi yang ditargetkan.

5. Peran manajemen puncak sangat dibutuhkan dalam melakukan intervensi faktor penyebab kecelakaan pada setiap *pattern* kegagalan aktif (*active failure*) dan kegagalan laten (*latent failure*) di proses/aktivitas yg serupa dan proses lainnya yg berpotensi.
6. Penanggung Jawab Area (PJA), Penanggung Jawab Pekerjaan (PJPk) dan personil keselamatan harus menambahkan faktor-faktor kegagalan aktif (*active failure*) dan kegagalan laten (*latent failure*) sebagai *tool monitoring* kegiatan operasional.
7. Manajemen perusahaan mengevaluasi tindak lanjut perbaikan dan pencegahan setiap kasus kecelakaan apakah sudah dijalankan dan tepat sasaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada Bapak Suhermono, Mursal Hedi Harahap, Didik Triwibowo yang telah memberikan masukan terhadap penelitian ini serta Keluarga besar

HSE Division. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada PERHAPI karena telah menyelenggarakan TPT XXXII PERHAPI dan pihak-pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang membantu penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Coleman, P.J., Kerkering, J.C., (2007): *Measuring mining safety with injury statistics: lost workdays as indicator of risks*. J. Safety. Res. **38**, 523–533.
- Patterson, J.M., Shappell, S.A., (2010): *Operator error and system deficiencies: Analysis of 508 mining incidents and accidents from Queensland, Australia using HFACS*, Accident Analysis and Prevention **42**, 1379–1385.
- Reason, J., (1990): *Human Error*. Cambridge University Press, New York.
- Seohyung, K, (2017): *Application of HFACS (The Human Factors Analysis and Classification System) to the Korean domestic passenger ship accidents*, Disertation Master of Science in Maritime Affair, World Maritime University
- Wiegmann, D.A., Shappell, S.A., (2003): *A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis: The Human Factors Analysis and Classification System*. Ashgate Publishing Company, Burlington, VT.

