



Mitigasi Risiko Kecelakaan Kerja pada Gudang Pusat Distribusi Menggunakan Metode HIRADC dan FTA untuk Penyusunan HSE Plan di PT. XYZ

Farhan Alyudin¹✉, Haris Sandi Yudha¹, Agung Widarman¹

⁽¹⁾Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Wastukancana, Purwakarta

DOI: 10.31004/jutin.v8i3.48325

✉ Corresponding author:
[akufarhanalyudin03@gmail.com]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:

HIRADC;
FTA;
HSE Plan;
Mitigasi Risiko;
Keselamatan Kerja;

Tingginya jumlah pekerja di gudang pusat distribusi PT. XYZ tanpa adanya sistem HSE yang disusun berdasarkan analisis risiko menimbulkan kerentanan terhadap kecelakaan kerja, sejalan dengan data nasional BPJS TK yang mencatat 162.327 kasus kecelakaan kerja pada Januari–Mei 2024. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menganalisis tingkat risiko menggunakan metode HIRADC, menelusuri akar penyebab kecelakaan dengan Fault Tree Analysis (FTA), serta merancang dokumen HSE Plan yang sesuai. Hasil identifikasi menunjukkan 50% risiko berada pada kategori high risk, yang kemudian menurun signifikan menjadi 8,3% setelah penerapan pengendalian risiko berbasis hierarki pengendalian. Sementara low risk meningkat menjadi 79,2%, menunjukkan efektivitas strategi mitigasi. Temuan ini menegaskan pentingnya penyusunan sistematis HSE Plan untuk meminimalkan risiko di lingkungan kerja gudang.

Abstract

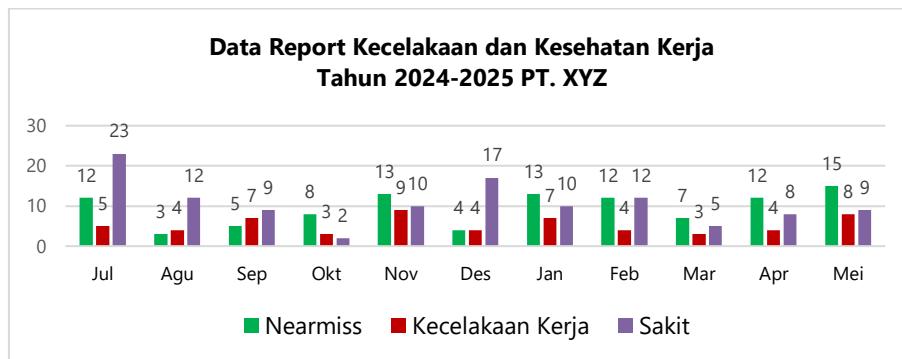
The high number of workers at PT. XYZ's central distribution warehouse, without a systematically structured HSE system based on risk analysis, increases the vulnerability to workplace accidents. This aligns with national data from BPJS TK, which recorded 162,327 work accident cases from January to May 2024. This study aims to identify potential hazards, analyze risk levels using the HIRADC method, trace the root causes through Fault Tree Analysis (FTA), and design an HSE Plan tailored to actual warehouse conditions. The initial assessment showed 50% of risks were classified as high. After implementing risk controls based on the hierarchy of controls, high-risk levels dropped to 8.3%, while low-risk levels increased to 79.2%, indicating successful risk minimization. These findings emphasize the importance of a systematic HSE Plan to reduce workplace risks effectively.

Keywords:

HIRADC;
FTA;
HSE Plan;
Risk Mitigation;
Occupational Safety;

1. PENDAHULUAN

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) telah menjadi perhatian utama dalam industri modern, terlebih pada sektor logistik dan distribusi yang sangat bergantung pada aktivitas fisik dan pengoperasian peralatan berat. Rangkaian kegiatan operasional yang kompleks di sektor ini menciptakan banyak aktifitas yang rawan kecelakaan, sehingga mengharuskan sebuah perusahaan mempunyai sistem pengelolaan risiko yang efektif dan terstruktur.



Gambar 1. Data Report Kecelakaan dan Kesehatan Kerja Tahun 2024-2025 PT. XYZ

Gambar 1 menjelaskan data laporan kecelakaan dan kesehatan kerja PT. XYZ periode tahun 2024-2025, yang mencakup tiga aspek utama yaitu Nearmiss, Kecelakaan Kerja, dan Sakit. Selama periode Juli 2024 hingga Mei 2025, data PT. XYZ menunjukkan bahwa insiden nearmiss berfluktuasi, dengan angka tertinggi pada Mei (15 kasus) dan terendah di Agustus serta Desember (4 kasus). Kecelakaan kerja relatif stabil, dengan puncaknya di November (9 kasus) dan terendah di Oktober (2 kasus). Sementara itu, kasus Sakit mendominasi, terutama pada Juli dengan lonjakan 23 kasus, menurun drastis di Oktober (2 kasus), lalu kembali naik di Desember dan Januari. Dari grafik ini, terlihat bahwa kasus sakit memiliki frekuensi tertinggi dibanding dua kategori lainnya, terutama pada bulan-bulan awal laporan. Hal ini menjadi perhatian penting bagi manajemen PT. XYZ untuk meninjau kembali aspek kesehatan karyawan, termasuk faktor beban kerja, lingkungan kerja, serta pola kehadiran.

Kecelakaan yang terjadi di gudang distribusi dapat berdampak pada berbagai aspek, mulai dari cedera karyawan, kehilangan aset, terhambatnya distribusi barang, hingga rusaknya reputasi perusahaan (Sulistyo et al., 2023). Setiap hari, ratusan pekerja terlibat dalam operasional gudang, menjadikan aspek keselamatan kerja sebagai prioritas yang tidak bisa ditawar. Sayangnya, hingga saat ini PT. XYZ belum memiliki sistem Health, Safety, and Environment (HSE) Plan yang disusun secara sistematis berdasarkan analisis risiko. Padahal, HSE PLAN ini sangat penting sebagai pedoman operasional untuk mencegah kecelakaan kerja.

Selain hal-hal tersebut fenomena tentang kecelakaan kerja juga masih sangat sering terjadi, Indonesia sendiri menghadapi persoalan serupa. Data BPJS Ketenagakerjaan Menurut Provinsi dan Segmen Kepesertaan Pada periode Januari s.d. Mei 2024 tercatat jumlah kasus kecelakaan kerja di Indonesia sebanyak 162.327 kasus.

Metode HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control) merupakan salah satu pendekatan paling mampu menangkap informasi dalam pengelolaan risiko kerja. Studi oleh Perdana (2021) menyatakan bahwa penerapan metode HIRADC di PT. Romi Violeta menunjukkan penurunan jumlah kecelakaan kerja dari 16 kasus pada tahun 2018 menjadi hanya 3 kasus pada tahun 2021 setelah penerapan HIRADC secara konsisten, hasil ini menegaskan efektivitasnya sebagai alat manajemen risiko (Perdana et al., 2021). Sementara itu Mada (2024) menunjukkan bahwa FTA mampu memberikan gambaran visual yang lebih rinci dan logis terhadap faktor penyebab kecelakaan dibandingkan pendekatan analisis kualitatif tradisional(Mada & Marodiyah, 2024).

Metode ini tidak hanya mengidentifikasi bahaya potensial tetapi juga memberikan penilaian terhadap tingkat risikonya dan akan menampilkan strategi pengendalian yang dapat diterapkan secara praktis (Suherdin et al., 2020). Di sisi lain, Fault Tree Analysis (FTA) menawarkan pendekatan deduktif untuk menelusuri akar penyebab (root causes) dari suatu peristiwa kecelakaan potensial. Dengan menggunakan logika pohon kesalahan, metode ini membantu merancang langkah preventif yang lebih tepat sasaran dan efektif (Purbiantoro & Bhaskara, 2019). Oleh karena itu penelitian ini diharapkan mampu menawarkan kontribusi baik dalam ranah teoritis berupa integrasi dua metode analisis risiko, maupun dalam ranah praktis melalui penyusunan dokumen HSE PLAN yang siap pakai. Dengan mempertimbangkan urgensi, manfaat, dan kontribusinya, penelitian ini diharapkan menjadi pijakan awal dalam pengembangan sistem manajemen K3 yang lebih terukur dan responsif di sektor logistik Indonesia.

2. METODE

Jenis Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan studi kasus untuk menggambarkan dan menganalisis proses identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta pengendalian potensi kecelakaan kerja di gudang pusat distribusi PT. XYZ. Studi kasus dipilih karena fokus penelitian berada pada lokasi spesifik, memungkinkan eksplorasi mendalam terhadap kondisi lapangan, sesuai dengan pandangan (Sugiyono, 2017).

2.1 Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah aktivitas dan kondisi kerja di gudang pusat distribusi PT. XYZ, khususnya yang berkaitan dengan potensi risiko kecelakaan kerja yang dapat mengganggu keselamatan dan kesehatan tenaga kerja. Penelitian ini difokuskan pada proses identifikasi bahaya, penilaian risiko, penentuan kontrol serta pengendalian risiko. Objek ini dipilih karena gudang pusat distribusi merupakan salah satu area kerja dengan tingkat risiko tinggi yang melibatkan aktivitas fisik, penggunaan alat berat, serta interaksi antar pekerja dan peralatan secara intensif.

2.2 Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah karyawan operasional warehouse & Supervisor di PT.XYZ, yang bekerja di gudang pusat distribusi PT. XYZ, selain itu seluruh area Gudang Distribusi PT. XYZ juga menjadi subjek pada penelitian ini. Dalam hal ini, subjek penelitian berperan penting dalam memberikan informasi yang mendalam terkait potensi bahaya, penilaian risiko, dan upaya pengendalian yang dilakukan.

2.3 Pengumpulan dan Teknik Pengolahan Data

A. Jenis Data

Penelitian ini menggunakan data primer dari wawancara dan observasi langsung terhadap aktivitas kerja untuk mengidentifikasi potensi bahaya, serta data sekunder dari dokumen perusahaan, studi literatur, dan hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan metode HIRADC dan standar penilaian risiko.

B. *Hazard Identification Risk Assesment And Determining Control (HIRADC)*

HIRADC merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya di tempat kerja, menilai tingkat risiko dari bahaya tersebut, serta menentukan langkah pengendalian yang sesuai (OHSAS 18001, 2007). HIRADC merupakan dasar utama dalam menyusun strategi pencegahan kecelakaan kerja. Dengan mengetahui jenis bahaya dan besarnya risiko yang mungkin terjadi, perusahaan bisa menentukan tindakan yang tepat untuk meminimalkan atau bahkan menghilangkan risiko tersebut (Sadewa & Hafid, 2025). Analisis dilakukan berdasarkan dua parameter yaitu likelihood (kemungkinan) dan consequences (dampak), sebagaimana dijelaskan pada AS/NZS 4360 tahun 2004. Proses ini membantu pemetaan risiko yang tersusun secara sistematis dengan penjelasan nilai dan klasifikasi risiko sebagai bahan evaluasi (AS/NZS 4360, 2004).

C. *Fault Tree Analysis (FTA)*

Fault Tree Analysis (Fta) adalah metode analisis deduktif yang digunakan untuk mengidentifikasi hubungan sebab-akibat dari suatu kegagalan dalam sistem. Pendekatan yang digunakan bersifat *top-down*, dimulai dari dugaan adanya kegagalan pada *top event*, yang kemudian dianalisis secara sistematis hingga ditemukan penyebab utamanya atau *root cause*. Analisis dengan FTA dilakukan terhadap tingkatan risiko *extreme* yang didapat dari hasil analisa HIRADC.

D. Perhitungan Penilaian Risiko

Nilai risiko didapatkan dari hasil perhitungan dengan rumus *Semi-Quanitative Risk Analysis Matrix Level of Risk* AS/NZS 4360 : 2004, sehingga memungkinkan untuk dilakukan perhitungan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Risk Rating (R)} = \text{Likelihood (L)} \times \text{Consequences (C)}$$

Hasil nilai ini kemudian di klasifikasikan berdasarkan matriks risiko AS/NZS 4360 : 2004 menjadi *Low Risk*, *Moderate Risk*, *High Risk* dan *Extrem Risk*.

E. Sistem Mitigasi Risiko Kecelakaan dan Penyakit Akibat Kerja

Sistem mitigasi terhadap risiko kecelakaan dan gangguan kesehatan kerja disusun sebagai langkah tindak lanjut dari hasil identifikasi dan analisis risiko menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) serta Fault Tree Analysis (FTA). Berdasarkan hasil identifikasi bahaya, penilaian

tingkat risiko, serta analisis akar penyebab dari top event yang diperoleh melalui FTA, sistem mitigasi ini dirancang untuk menurunkan kemungkinan terjadinya insiden serta meminimalkan dampak dari potensi bahaya yang telah terdeteksi.

F. Health, Safety, Environment Planning (HSE PLAN)

Penyusunan Dokumen HSE Plan disusun berdasar kebutuhan, kondisi hasil temuan HIRADC dan FTA dan juga tujuan jangka panjang dan regulasi yang mewajibkan penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja juga menjadi landasan dalam penyusunan HSE Plan ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Identifikasi HIRADC Divisi Warehouse PT. XYZ

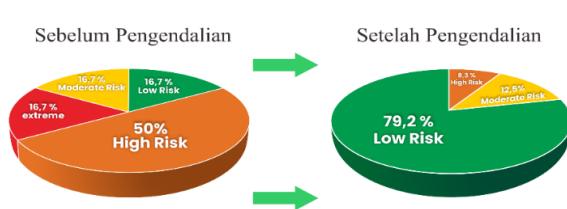
Setelah dilakukan penilaian dan pengendalian risiko menggunakan table HIRADC, selanjutnya hasil dari tingkat risiko dievaluasi untuk menentukan kriteria risiko.

Table 1. Hasil Identifikasi HIRADC

Sebelum Pengendalian			Setelah Pengendalian		
Divisi Warehouse					
No	Pekerjaan	Tingkat Risiko	N o	Pekerjaan	Tingkat Risiko
1	Pekerjaan Persiapan : a. Setting Tombol Indikator Demand.	Extreme Risk	1	Pekerjaan Persiapan : a. Setting Tombol Indikator Demand.	Moderate Risk
	b. Setting Gaet pembuka dus dan penarik	High Risk		b. Setting Gaet pembuka dus dan penarik	Low Risk
	c. Pembersihan Area Line dan Zona	High Risk		c. Pembersihan Area Line dan Zona	Low Risk
2	Picking, Scanning, Packing : a. Picking (Pengambilan)	Moderate Risk	2	Picking, Scanning, Packing : a. Picking (Pengambilan)	Low Risk
	b. Scanning (pemeriksaan)	Moderate Risk		b. Scanning (pemeriksaan)	Low Risk
	c. Packing (Kemas ke Box container)	Moderate Risk		c. Packing (Kemas ke Box container)	Low Risk
3	Storage Processing a. Pemenuhan Produk di Rak Line.	High Risk	3	Storage Processing a. Pemenuhan Produk di Rak Line.	Low Risk
	b. Penyimpanan barang di rak storage.	High Risk		b. Penyimpanan barang di rak storage.	Low Risk
	c. Pengambilan barang di rak storage	High Risk		c. Pengambilan barang di rak storage	Low Risk
	d. Stock opname.	High Risk		d. Stock opname.	Low Risk
	e. Stock Opname di ketinggian	High Risk		e. Stock Opname di ketinggian	Low Risk
	f. Pengiriman barang dari receiving ke lane.	Moderate Risk		f. Pengiriman barang dari receiving ke lane.	Low Risk
4	Proses Kurir (Delivery Area) a. Proses penyusunan container	High Risk	4	Proses Kurir (Delivery Area) a. Proses penyusunan container	Low Risk
5	Proses kerja dengan manual handling	High Risk	5	Proses kerja dengan manual handling	Low Risk
Divisi Issuing					
1	Pekerjaan Persiapan : a. Proses sortir trolley dan kontainer line	Low Risk	1	Pekerjaan Persiapan : a. Proses sortir trolley dan kontainer line	Low Risk
2	Proses Loading Produk Pengiriman a. Proses parking truk	High Risk	2	Proses Loading Produk Pengiriman a. Proses parking truk	Moderate Risk
	b. Penurunan Tailgate truk	Low Risk		b. Penurunan Tailgate truk	Low Risk
	c. Loading trolley dan Kontainer ke truk	Extreme Risk		c. Loading trolley dan Kontainer ke truk	Moderate Risk
Divisi Receiving					
1	a. Unloading	High Risk	1	a. Unloading	Low Risk
	b. Pembersihan Limbah Container	High Risk		b. Pembersihan Limbah Container	Low Risk
	c. Kurir Dolly dan Trolley	Low Risk		c. Kurir Dolly dan Trolley	Low Risk
Divisi Perishable					
1	a. Receiving Buah	Low Risk	1	a. Receiving Buah	Low Risk
	b. Packing Buah Potong	Extreme Risk		b. Packing Buah Potong	High Risk
	c. Packing buah dan roti	Extreme Risk		c. Packing buah dan roti	High Risk

Dari total 24 pekerjaan yang dianalisis menggunakan metode HIRADC, mayoritas (50%) tergolong dalam kategori High Risk, yang menunjukkan potensi bahaya sedang namun signifikan. Sementara itu, kategori Extreme Risk, Moderate Risk, dan Low Risk masing-masing mencakup 16,7% pekerjaan.

Selanjutnya dilakukan analisis perbandingan, ini disusun berdasarkan skenario setelah identifikasi bahaya, penilaian risiko dan penentuan pengendalian, sebagai hasil dari penilaian HIRADC yang menyarankan penerapan langkah-langkah seperti eliminasi, substitusi, rekayasa teknis, administratif, serta penggunaan alat pelindung diri (APD) untuk menurunkan tingkat risiko. Dalam simulasi tersebut, kategori Extreme Risk dapat dieliminasi sepenuhnya, sementara High Risk mengalami penurunan sebesar 83,4%. Sebaliknya, proporsi pekerjaan dengan Low Risk meningkat menjadi 79,2%. Peningkatan proporsi Low Risk dari 16,7% menjadi 79,2% mencerminkan tercapainya tujuan utama dalam manajemen K3, yaitu meminimalkan risiko hingga tingkat yang dapat diterima (as low as reasonably practicable). Dengan demikian, hasil ini memperkuat urgensi integrasi pembentukan sistem HSE dalam proses operasional untuk memastikan keberlanjutan produktivitas dan perlindungan tenaga kerja.

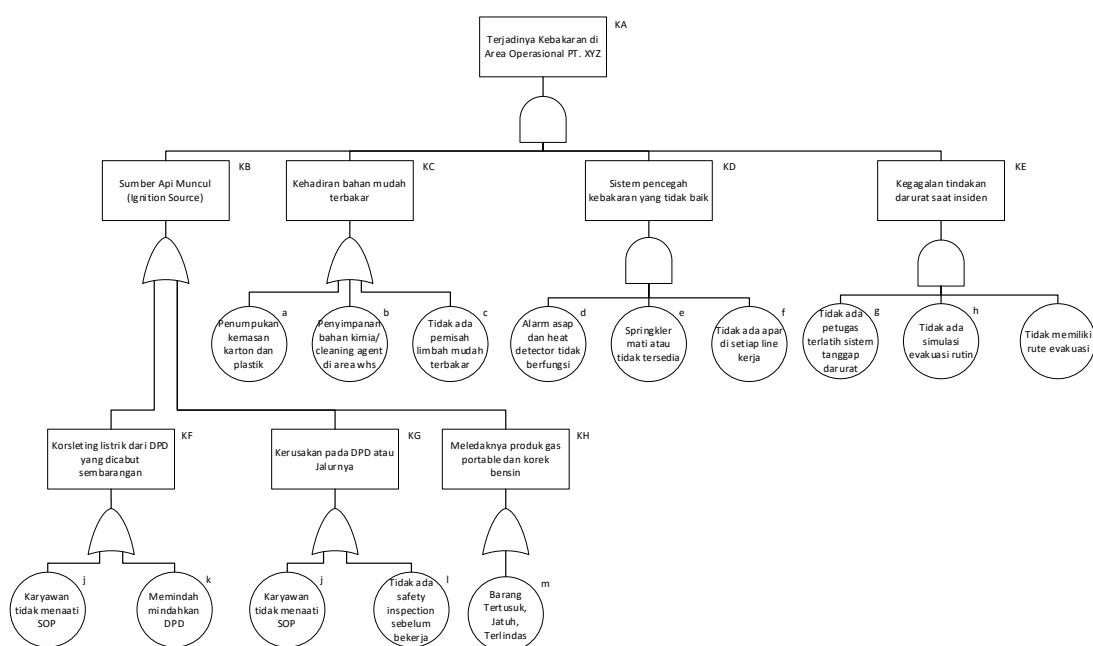


Gambar 2. Perbandingan Hasil HIRADC Sebelum dan Setelah Pengendalian

Hasil Fault Tree Analysis

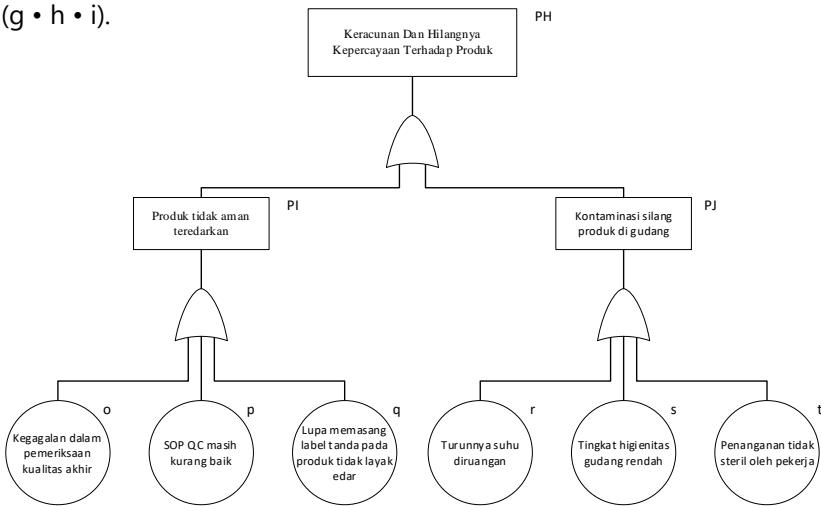
Penilaian risiko dilakukan pada tiap pekerjaan di divisi warehouse, issuing, receiving, dan perishable PT. XYZ menggunakan skor likelihood dan consequences, menghasilkan tingkatan risiko berdasarkan risk matrix. Analisis lanjutan menggunakan metode Fault Tree Analysis (FTA) difokuskan pada tahapan dengan kategori *extreme risk* sebelum pengendalian HIRADC. FTA dipilih karena mampu mengidentifikasi akar penyebab kegagalan sistem melalui diagram sebab-akibat yang terstruktur. Pendekatan ini selaras dengan prinsip proporsionalitas ISO 31000:2018 dan rekomendasi Vesely (2024), di mana FTA diterapkan pada risiko tinggi untuk efektivitas mitigasi (Vesely, 2024).

Rincian tahapan pekerjaan yang memiliki tingkat bahaya *extreme risk* meliputi bahaya kebakaran, barang muatan terjatuh di jalanan, keracunan dan kehilangan kepercayaan konsumen. Berikut ini adalah FTA dan Cutsets dari hasil Analisa tersebut.



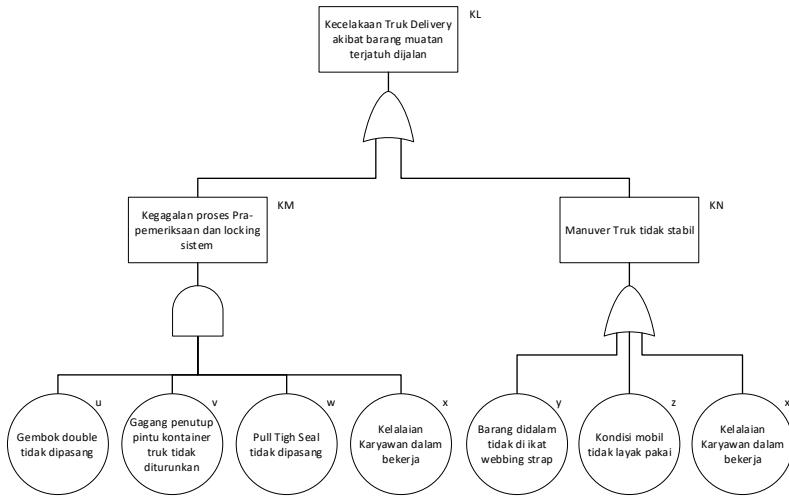
Gambar 3. FTA Kebakaran

Diagram Fault Tree kebakaran menyusun Top Event (KA) dari kombinasi logis sub-event. Sumber api (KB) berasal dari $KF = j + k$, $KG = j + l$, dan $KH = m$, disederhanakan menjadi $KB = j + k + l + m$. Komponen lainnya adalah $KC = a + b + c$, $KD = d + e + f$, dan $KE = g \cdot h \cdot i$. Top Event dirumuskan sebagai $KA = (j + k + l + m) \cdot (a + b + c) \cdot (d + e + f) \cdot (g \cdot h \cdot i)$.



Gambar 4. FTA Barang Muatan Terjatuh Dijalanan

Struktur Fault Tree menunjukkan KL sebagai Top Event, yang disebabkan oleh dua jalur utama: KM dan KN. KM terdiri dari kejadian u, v, w, dan x dengan logika AND ($KM = u \cdot v \cdot w \cdot x$), sedangkan KN melibatkan y, z, dan x dengan logika OR ($KN = y + z + x$). Sehingga, $KL = (u \cdot v \cdot w \cdot x) + (y + z + x)$. Variabel x tidak disederhanakan meski muncul di dua jalur karena perannya berbeda (AND dan OR). Dari struktur ini, diperoleh empat minimal cut set: $u \cdot v \cdot w \cdot x$, y, z , dan x , yang masing-masing dapat memicu terjadinya kecelakaan truk akibat barang muatan terjatuh.



Gambar 5. FTA Keracunan dan Hilangnya Kepercayaan Konsumen

Dalam struktur Fault Tree ini, PH sebagai Top Event berasal dari dua jalur utama, PI dan PJ, yang keduanya disusun dengan logika OR. PI terdiri dari o, p, dan q ($PI = o + p + q$), sedangkan PJ dari r, s, dan t ($PJ = r + s + t$). Maka, $PH = (o + p + q) + (r + s + t)$, yang disederhanakan menjadi $PH = o + p + q + r + s + t$. Artinya, PH terjadi jika salah satu dari enam kejadian dasar terjadi. Keenamnya merupakan minimal cut set, sehingga seluruhnya perlu diperhatikan dalam evaluasi risiko dan pengendalian.

4. KESIMPULAN

Sistem mitigasi risiko kecelakaan dan gangguan kesehatan kerja disusun berdasarkan hasil identifikasi dan analisis menggunakan metode HIRADC dan FTA. Berdasarkan tingkat risiko dan akar penyebab dari top event, sistem ini bertujuan menurunkan kemungkinan insiden dan dampaknya. Strategi mitigasi diterapkan secara bertahap, mulai dari eliminasi bahaya, substitusi, rekayasa teknis, prosedur kerja aman, hingga penggunaan APD. Seluruhnya harus terintegrasi dalam HSE Plan, dengan prioritas ditentukan oleh tingkat risiko. Mitigasi diklasifikasikan berdasarkan temuan HIRADC dan FTA, untuk meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja di area operasional. Sistem mitigasi yang disusun berdasar hasil HIRADC dan FTA ini berisi aspek-aspek yang menjaga dan memberika sistem mitigasi untuk Gudang pusat logistic PT. XYZ adalah seperti dibawah ini :

1. Aspek Emergency Response Plan
2. Aspek Aktivitas Pekerjaan,
3. Aspek Peralatan
4. Aspek Administratif
5. Aspek Kendaraan Berat Dan Kendaraan Angkut
6. Aspek Kesehatan Dan Kesejahteraan Pekerja

Penyusunan dokumen HSE Plan didasarkan pada kebutuhan lapangan, hasil temuan HIRADC dan FTA, serta tujuan jangka panjang perusahaan. Regulasi yang mewajibkan penerapan Sistem Manajemen K3 menjadi landasan utama dalam perencanaan ini.

HSE Plan dirancang sebagai implementasi dari hasil analisis risiko dengan metode HIRADC dan FTA, serta mengacu pada ketentuan perundang-undangan dan standar yang berlaku untuk menjamin sistem K3 yang sistematis, terintegrasi, dan berkelanjutan. Dokumen HSE Plan mencakup:

1. Komitmen Manajemen
2. HSE Performance Indicator
3. Organisasi HSE
4. HIRADC
5. HSE Procedure
6. Program Pengendalian Risiko
7. Emergency Response Plan
8. Investigasi, Inspeksi & Audit
9. Program Pelatihan K3
10. Employee Wellbeing

Berdasarkan hasil analisis terhadap 24 jenis pekerjaan menggunakan metode HIRADC, ditemukan bahwa sebagian besar tergolong dalam kategori High Risk, dengan sejumlah kecil pekerjaan berada pada kategori Extreme, Moderate, dan Low Risk. Namun, setelah diterapkannya langkah-langkah pengendalian risiko yang terstruktur seperti eliminasi, substitusi, rekayasa teknis, pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri, terjadi penurunan tingkat risiko yang signifikan. Kategori Extreme Risk berhasil dieliminasi sepenuhnya, dan proporsi pekerjaan dengan risiko rendah (Low Risk) meningkat drastis menjadi 79,2%. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi metode HIRADC dan Fault Tree Analysis dalam penyusunan HSE Plan bukan hanya mampu memetakan risiko secara menyeluruh, tetapi juga efektif dalam menurunkannya hingga mencapai tingkat risiko yang dapat diterima (*as low as reasonably practicable*). Dengan demikian, penelitian ini menegaskan pentingnya pendekatan sistematis dan berbasis data dalam manajemen keselamatan dan kesehatan kerja untuk menjamin perlindungan tenaga kerja sekaligus menjaga keberlangsungan produktivitas operasional.

5. REFERENSI

- AS/NZS 4360. (2004). Risk Management Guidelines Companion to AS/NZS 4360:2004. *Standards Australia/Standards New Zealand*, 10(5), 31–31.
- Mada, A. K., & Marodiyah, I. (2024.). *Analysis of Work Accident Risk Control in Warehouse Transit Using HIRARC and FTA Methods [Analisis Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja pada Warehouse Transit Menggunakan Metode HIRARC dan FTA]*. 1–12.
- Perdama, F. M., Widjajati, E. P., & Tranggono, T. (2021). Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada

- Departemen Produksi dengan Metode Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) di PT. Romi Violeta Sidoarjo. *Juminten*, 2(6), 144–155. <https://doi.org/10.33005/juminten.v2i6.335>
- Purbiantoro, A., & Bhaskara, A. (2019). Fault Tree Analysis And Accuracy Audits On Application Integrated Construction Work Safety Management System Case Study: Service Building Construction Project (Physical) Tidar Regional Hospital Magelang City, B1 Contractor. *Publication.Petra.Ac.Id*, 1–3.
- Sadewa., Saifullah, H. (2025). *Implementation of Hazard Identification , Risk Assessment , and Determining Control (Hiradc) System for Hazard Risk Management in Mining Work Environment at PT XYZ*. 4(2), 2–6.
- Sugiyono, P. D. (2017). Metode penelitian bisnis: pendekatan kuantitatif, kualitatif, kombinasi, dan R&D. *Penerbit CV. Alfabeta: Bandung*, 225(87), 48–61.
- Suherdin, Widajati, N., Kurniawati, R. D., & Tualeka, A. R. (2020). Risk assessment, risk management, and risk communication at drug industries PT. Kimia Farma (Persero) tbk. Plant bandung. *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 14(1), 423–428. <https://doi.org/10.37506/v14/i1/2020/ijfmt/192935>
- Sulistyo, B., Widyaputra, G., & Arjuni, D. (2023). Analisis Implementasi Sistem Tanggap Darurat (Emergency Response Plan) Berdasarkan Nfpa 1600 Tahun 2019 Di Ptog, Jawa Barat Tahun 2023. *Jurnal Mutiara Kesehatan Masyarakat*, 8(2), 81–91. <https://doi.org/10.51544/jmkm.v8i2.4637>
- Vesely. (1981). Fault Tree Handbook (NUREG-0492). U.S. Nuclear Regulatory Comission, 209. <https://www.nrc.gov/docs/ML1007/ML100780465.pdf>