

Analisis Manajemen Risiko K3 Pemeliharaan PT. Ajnp Pada Rehab Kolom Pillar Pipe Rack Di PT Petrokimia Gresik Menggunakan Metode HIRARC Dan FMEA

Muchammad Bilal Nur Wahid¹, Moh. Jufriyanto²

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik

Jl. Sumatera 101 GKB, Gresik 61121, Indonesia

Email : bilalmuchammad@gmail.com, jufriyanto@umg.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi potensi bahaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), menilai tingkat risiko, serta menentukan prioritas risiko pada pekerjaan pemeliharaan Rehab *Kolom Pillar Pipe Rack* NPK oleh PT AJNP di PT Petrokimia Gresik. Penelitian menggunakan pendekatan terpadu *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Hasil identifikasi melalui HIRARC menunjukkan terdapat 10 potensi bahaya dengan tingkat risiko yang didominasi kategori tinggi (*High Risk*) dan ekstrem (*Extreme Risk*). Risiko ekstrem terutama berasal dari potensi robohnya scaffolding, ketidakstabilan struktur, dan material jatuh. Analisis FMEA berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) menunjukkan bahwa material jatuh merupakan risiko paling kritis dengan nilai RPN sebesar 250. Risiko berikutnya adalah percikan api yang tidak terkendali dan sling putus dengan nilai RPN masing-masing 180, sedangkan sambungan retak memperoleh nilai RPN sebesar 144. Berdasarkan hasil tersebut, pengendalian K3 perlu diprioritaskan pada pencegahan material jatuh, pengamanan area berpotensi kebakaran, serta inspeksi rutin terhadap peralatan lifting melalui penerapan prosedur kerja yang aman, pengawasan personel kompeten, inspeksi peralatan, dan kepatuhan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD).

Kata kunci : FMEA, HIRARC, K3, Manajemen Risiko, Pemeliharaan.

ABSTRACT

This study aims to identify Occupational Safety and Health (OSH) hazards, assess risk levels, and determine risk priorities in the maintenance work of the NPK Pipe Rack Pillar Column Rehabilitation conducted by PT AJNP at PT Petrokimia Gresik. An integrated approach combining Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) with Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) was employed. The HIRARC analysis identified ten potential hazards, with most classified as High Risk and Extreme Risk. The most critical hazards were associated with scaffold collapse, structural instability, and falling materials. The FMEA results, based on the Risk Priority Number (RPN), revealed that falling materials constituted the highest-priority risk with an RPN of 250. Other significant risks included uncontrolled sparks and sling failure, each with an RPN of 180, followed by cracked joints with an RPN of 144. Based on these findings, OSH risk control efforts should prioritize preventing falling materials, securing fire-prone work areas, and conducting regular inspections of lifting equipment. Effective implementation requires safe work procedures, routine equipment inspections, supervision by competent personnel, and strict compliance with personal protective equipment (PPE) requirements.

Keywords : FMEA, HIRARC, Maintenance, OHS, Risk Management.

Pendahuluan

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan suatu sistem manajemen yang dirancang untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja melalui penciptaan lingkungan kerja yang aman, sehat, dan produktif. Menurut International Labour Organization (ILO, 2021). [1] K3 berfokus pada upaya pencegahan dengan mengendalikan berbagai sumber bahaya yang berasal dari lingkungan kerja, peralatan, maupun aktivitas pekerja sehingga risiko terhadap keselamatan dan kesehatan tenaga kerja dapat diminimalkan (ILO, 2021). [2] Di Indonesia, implementasi K3 memiliki landasan hukum yang kuat melalui Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 tentang

Keselamatan Kerja. Selain itu, penerapan sistem manajemen K3 juga mengacu pada standar internasional ISO 45001:2018 yang menekankan pentingnya identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta penerapan pengendalian secara sistematis sebagai bagian dari upaya peningkatan kinerja keselamatan dan kesehatan kerja (ISO, 2018).[3]

Permasalahan K3 di Indonesia masih menunjukkan kondisi yang mengkhawatirkan, khususnya pada sektor industri dan konstruksi. Berdasarkan Laporan Audit BPJS Ketenagakerjaan (2023) yang disajikan pada Gambar 1,[4] jumlah kasus kecelakaan kerja di Indonesia mengalami tren peningkatan yang tajam dari tahun 2016 hingga 2023. Total klaim kecelakaan kerja melonjak dari 101.367 kasus pada tahun 2016 menjadi 370.747 kasus pada tahun 2023. Sejalan dengan itu, klaim jaminan kematian akibat kecelakaan kerja juga menunjukkan eskalasi dari 21.996 kasus menjadi 152.246 kasus. Tren peningkatan yang beriringan dengan grafik naiknya jumlah tenaga kerja aktif ini menegaskan bahwa tingginya aktivitas di sektor industri dan pemeliharaan fasilitas memiliki kontribusi besar terhadap angka kecelakaan, sehingga menuntut penerapan manajemen risiko yang lebih preventif dan terukur.[5]



Gambar 1. Jumlah Kasus Kecelakaan dan Kematian Terkait Kerja di Indonesia Tahun 2016–2023 (Sumber: Laporan Audit BPJS Ketenagakerjaan RI, diolah oleh HSEPEDIA)

Dalam industri petrokimia, penerapan K3 menjadi sangat krusial karena aktivitas operasionalnya melibatkan bahan kimia berbahaya, sistem bertekanan tinggi, serta struktur berskala besar (Kurniawan & Santoso, 2021).[6] Kegiatan pemeliharaan dan rehabilitasi infrastruktur, seperti pada kolom *pillar pipe rack*, memiliki tingkat risiko yang jauh lebih tinggi dibandingkan operasi normal. Pekerjaan ini melibatkan aktivitas di ketinggian, pembongkaran struktur, pengelasan (*hot work*), serta potensi paparan bahan kimia aktif dari sistem perpipaan.[7] Di area NPK, perpipaan aktif berpotensi mengandung residu amonia, gas proses, debu pupuk kimia, serta zat korosif yang dapat memicu iritasi pernapasan, keracunan, hingga kebakaran atau ledakan jika terjadi kebocoran saat proses pemeliharaan berlangsung.[8]

Pemilihan bagian rehabilitasi dan pemeliharaan (*maintenance*) sebagai fokus manajemen risiko ini didasarkan pada karakteristik pekerjaannya yang jauh lebih dinamis dan berbahaya dibandingkan departemen operasional lainnya.[9] Berbeda dengan aktivitas di departemen produksi atau proses yang umumnya berada dalam lingkungan kerja statis dan terkendali, bagian pemeliharaan infrastruktur seperti *colum pillar pipe rack* melibatkan akumulasi berbagai titik kritis bahaya sekaligus.[10] Pekerjaan di bagian ini secara simultan menghadapi pekerja pada risiko mekanis tingkat tinggi (kerja di ketinggian dan *lifting*), risiko fisik (*hot work*), hingga risiko paparan bahan kimia dari perpipaan aktif. Salah satu cara pembuktiannya adalah melalui data historis perusahaan yang kerap menunjukkan kerentanan insiden kecelakaan kerja yang lebih dominan di area pemeliharaan dibandingkan antar departemen lainnya. Kompleksitas bahaya multi-aspek inilah yang menempatkan departemen pemeliharaan sebagai area dengan tingkat kefatalan kecelakaan paling tinggi, sehingga sangat krusial untuk diprioritaskan dalam pengelolaannya.[11]

urgensi pengelolaan risiko di area ini dibuktikan melalui perbandingan data riwayat kecelakaan kerja antar departemen. Berdasarkan rekapitulasi insiden K3 perusahaan, departemen pemeliharaan (*maintenance*) secara konsisten mencatatkan angka kecelakaan kerja tertinggi dengan total 18 kasus insiden (meliputi *near miss*, cedera ringan, hingga penanganan medis) dalam periode pencatatan terakhir.[12] Angka ini berbanding terbalik secara signifikan dengan departemen produksi yang hanya mencatat 5 kasus, dan departemen logistik yang mencatat 2 kasus pada periode yang sama. Tingginya angka insiden di departemen pemeliharaan—yang merepresentasikan sekitar 72% dari total keseluruhan kecelakaan kerja—menegaskan bahwa kompleksitas bahaya multi-aspek di bagian ini menyumbang probabilitas kecelakaan paling dominan. Oleh karena itu, area pemeliharaan menjadi prioritas paling krusial dan mendesak untuk dikelola melalui pendekatan manajemen risiko yang terstruktur.[13]

PT Adi Jaya Nusantara Perkasa (AJNP) sebagai kontraktor yang menangani pekerjaan pemeliharaan dan rehabilitasi kolom *pillar pipe rack* NPK di PT Petrokimia Gresik dituntut untuk menerapkan manajemen risiko K3 secara sistematis sesuai prinsip Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) dan ISO 45001:2018 (Ramli, 2020).[14] Namun, dalam praktiknya di lapangan, pengendalian risiko sering kali masih bersifat reaktif. Di sisi lain, faktor manusia (*human error*)—seperti ketidakpatuhan terhadap *Standard Operating Procedure* (SOP), penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) yang tidak konsisten, serta perilaku tidak aman (*unsafe behavior*)—juga

menjadi penyumbang dominan kecelakaan kerja.[15] Penelitian sebelumnya lebih banyak membahas risiko mekanis dan konstruksi secara terpisah, namun integrasi analisis antara risiko mekanis, bahaya kimia, dan faktor perilaku pekerja pada satu kesatuan pekerjaan rehabilitasi *pipe rack* di industri petrokimia masih sangat terbatas.



Gambar 2. Pekerja Lupa Mengaitkan *Full Body Harness Double Lanyard* ke *Scaffolding* (Sumber: Dokumentasi Lapangan, 2026)

Perubahan paradigma pengelolaan risiko dari pendekatan yang bersifat reaktif menuju pendekatan preventif memerlukan penerapan metode analisis yang mampu mengevaluasi risiko secara menyeluruh. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan kombinasi metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).[16]. HIRARC dimanfaatkan sebagai tahapan awal untuk mengidentifikasi seluruh potensi bahaya yang berasal dari faktor mekanis, bahan kimia, maupun perilaku pekerja, sekaligus melakukan penilaian awal terhadap tingkat risiko pada setiap aktivitas kerja. Selanjutnya, FMEA digunakan untuk menganalisis secara lebih rinci potensi *failure mode* pada aktivitas pemeliharaan yang memiliki tingkat risiko paling tinggi. Analisis tersebut didasarkan pada tiga parameter utama, yaitu *Severity* sebagai ukuran tingkat keparahan dampak, *Occurrence* sebagai indikator kemungkinan terjadinya kegagalan, dan *Detection* sebagai ukuran efektivitas sistem pengendalian dalam mengenali kegagalan sebelum menimbulkan dampak. Ketiga parameter tersebut selanjutnya diintegrasikan untuk memperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang digunakan sebagai acuan dalam menetapkan prioritas pengendalian risiko.[17]

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, penelitian ini diarahkan untuk mengidentifikasi potensi bahaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), mengevaluasi tingkat risiko yang muncul selama proses pemeliharaan, serta menentukan risiko yang harus diprioritaskan dalam upaya pengendalian. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian menganalisis potensi risiko K3 pada pekerjaan pemeliharaan Rehab Kolom *Pillar Pipe Rack* NPK menggunakan metode FMEA dengan penilaian berdasarkan parameter *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*, kemudian menentukan tingkat prioritas pengendalian melalui nilai *Risk Priority Number* (RPN).[18] Cakupan penelitian dibatasi pada aktivitas pemeliharaan yang dilaksanakan oleh PT AJNP di lingkungan kerja PT Petrokimia Gresik, dengan pengumpulan data observasi yang dilakukan selama periode September hingga Oktober. Penelitian ini berasumsi bahwa seluruh pekerja telah memenuhi kompetensi K3 sesuai ketentuan perusahaan, seluruh pekerjaan dilaksanakan berdasarkan *Job Safety Analysis* (JSA) dan *permit to work*, serta kondisi operasional selama penelitian berlangsung berada pada keadaan normal. Melalui integrasi metode HIRARC dan FMEA, penelitian ini diharapkan menghasilkan dasar evaluasi risiko yang lebih sistematis, terukur, dan dapat dijadikan acuan dalam penyusunan strategi pengendalian K3 yang efektif serta berorientasi pada pencegahan.[19]

Metode Penelitian

Untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan, penelitian ini dijalankan melalui rangkaian tahapan yang terstruktur. Proses diawali dengan melakukan pengamatan langsung (studi lapangan) terhadap penerapan K3 oleh PT AJNP di wilayah *pipe rack* PT Petrokimia Gresik, dilanjutkan dengan penguatan teori melalui studi literatur. Setelah mengidentifikasi rumusan masalah, data penelitian dikumpulkan menjadi dua kategori: data primer yang diperoleh dari wawancara serta observasi langsung bersama pekerja dan pengawas K3, serta data sekunder yang mencakup SOP, dokumen *Job Safety Analysis* (JSA), dan catatan insiden perusahaan. Seluruh data tersebut kemudian dianalisis menggunakan metode integrasi berjenjang yang menggabungkan pendekatan HIRARC dan FMEA.[20]

Tahap Identifikasi Bahaya (HIRARC)

Sebagai instrumen di tahap awal sebelum suatu aktivitas atau pekerjaan dimulai, metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) memegang peranan penting. Fungsi utama HIRARC adalah untuk mengidentifikasi dan membedakan potensi bahaya yang berpeluang muncul, baik dalam operasional harian yang

bersifat rutin maupun non-rutin di dalam organisasi. Implementasi metode ini dilakukan lewat inspeksi menyeluruh di tiap wilayah kerja guna memetakan seluruh aspek risiko cedera maupun kecelakaan secara kualitatif.[21]

Tahap Penilaian Risiko (FMEA)

Setelah data bahaya diidentifikasi, tahapan berikutnya adalah mengintegrasikannya ke dalam analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Penerapan metode FMEA ini berfungsi sebagai langkah lanjutan untuk mendeteksi, mengukur secara kuantitatif, serta meminimalisasi potensi kegagalan di dalam suatu sistem.[22] FMEA menilai Dalam menentukan tingkat risiko, FMEA mengacu pada tiga parameter utama, yaitu:

Severity (S)

Severity (S) merupakan parameter yang menunjukkan tingkat keparahan akibat yang ditimbulkan oleh suatu potensi kegagalan atau kecelakaan kerja[23]. Pada penelitian ini, penilaian *severity* mengacu pada *Incident Severity Scale* (ISS) dan difokuskan pada dampak berupa cedera atau luka yang dapat dialami pekerja. Skala penilaian severity yang digunakan disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1. Skala *Severity*

Skor	Kategori Dampak	Konsekuensi Cedera
10	Dampak katastrofik	Menyebabkan korban meninggal dunia dalam jumlah banyak atau mengakibatkan kematian pekerja secara langsung.
9	Dampak sangat kritis	Mengakibatkan kematian pada satu orang pekerja.
8	Cedera sangat berat	Memerlukan penanganan medis intensif dan berpotensi menimbulkan kecacatan permanen.
7	Dampak berat	Cedera menghambat pekerja untuk kembali beraktivitas normal serta membutuhkan perawatan intensif dengan kerugian yang signifikan.
6	Cedera berat	Memerlukan perawatan medis atau rawat inap lebih dari 12 jam.
5	Dampak sedang	Cedera menyebabkan pekerja tidak dapat menjalankan aktivitas selama 1–2 hari, seperti kram, keseleo, atau terkilir.
4	Cedera ringan	Menimbulkan luka gores, lecet, atau luka bakar ringan yang masih dapat ditangani dengan pertolongan sederhana.
3	Dampak minor	Mengakibatkan cedera ringan, misalnya keseleo ringan, lepuh, terpeleset, atau paparan panas.
2	Dampak sangat kecil	Menimbulkan cedera ringan seperti memar, sayatan kecil, atau sengatan sinar matahari tanpa mengganggu aktivitas secara berarti.
1	Dampak dapat diabaikan	Cedera sangat ringan, misalnya terkena serpihan kecil tanpa memerlukan penanganan khusus

Occurance (O)

Tingkat frekuensi atau probabilitas munculnya pemicu kegagalan yang berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja dalam suatu proyek diukur menggunakan parameter *Occurrence* (O).[24] Indikator ini merepresentasikan seberapa sering suatu kegagalan diprediksi akan terjadi, di mana penilaiannya menggunakan rentang skala antara 1 (menunjukkan kejadian yang sangat jarang) hingga 10 (menunjukkan kejadian yang sangat sering). Adapun standar acuan penilaian *occurrence* yang diterapkan dalam studi ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. Skala *Occurance*

Skor	Kategori Frekuensi	Estimasi Peluang Terjadi
10	Hampir pasti terjadi	Kejadian diperkirakan muncul lebih dari 1 kali dalam 2 kesempatan.
9	Sangat sering	Diperkirakan terjadi sekitar 1 kali dalam 3 kesempatan.
8	Frekuensi tinggi	Memiliki peluang sekitar 1 kejadian pada setiap 8 kesempatan.
7	Cukup sering	Diperkirakan terjadi sekitar 1 kali dalam 20 kesempatan.
6	Frekuensi sedang	Berpotensi terjadi sekitar 1 kali dalam 80 kesempatan.
5	Kadang-kadang terjadi	Kemungkinan kemunculan sekitar 1 kali dalam 400 kesempatan.
4	Jarang	Diperkirakan terjadi sekitar 1 kali dalam 2.000 kesempatan.
3	Sangat jarang	Frekuensi kejadian sekitar 1 kali dalam 15.000 kesempatan.

2	Hampir tidak pernah	Kemungkinan muncul sekitar 1 kali dalam 150.000 kesempatan.
1	Sangat kecil	Kejadian diperkirakan hanya terjadi sekitar 1 kali dalam 1.500.000 kesempatan.

Detection (D)

Detection (D) adalah parameter yang menggambarkan kemampuan risis yang diterapkan untuk mendeteksi potensi kegagalan atau kecelakaan kerja sebelum terjadi. Penilaian detection dilakukan untuk mengetahui efektivitas sistem pengendalian dalam mengidentifikasi dan mencegah terjadinya kegagalan.[25] Skala penilaian detection dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Skala Detection

Skor	Kemampuan Deteksi	Kemampuan Sistem Pengendalian
10	Hampir mustahil dideteksi	Tidak tersedia mekanisme atau alat pengendalian yang mampu mengidentifikasi potensi kegagalan sebelum terjadi.
9	Sangat sulit dideteksi	Sistem pengendalian yang ada memiliki peluang yang sangat kecil untuk mengenali penyebab maupun bentuk kegagalan.
8	Sulit dideteksi	Kemampuan alat atau prosedur pengendalian dalam mendeteksi penyebab kegagalan masih sangat rendah.
7	Relatif rendah	Mekanisme pengendalian hanya memiliki efektivitas terbatas dalam mengidentifikasi potensi penyebab kegagalan.
6	Cukup rendah	Sistem pengendalian mampu mendeteksi sebagian penyebab kegagalan, namun efektivitasnya masih belum optimal.
5	Sedang	Alat atau prosedur pengendalian memiliki kemampuan deteksi pada tingkat moderat terhadap potensi kegagalan.
4	Cukup baik	Sebagian besar penyebab kegagalan dapat dikenali melalui mekanisme pengendalian yang tersedia.
3	Baik	Sistem pengendalian memiliki tingkat efektivitas yang tinggi dalam mendeteksi potensi kegagalan.
2	Sangat baik	Hampir seluruh penyebab kegagalan dapat diidentifikasi sebelum menimbulkan dampak.
1	Hampir pasti terdeteksi	Mekanisme pengendalian mampu mendeteksi potensi kegagalan dengan tingkat keyakinan yang sangat tinggi.

Perhitungan Risk Priority Number (RPN)

Tahap berikutnya adalah menghitung *Risk Priority Number (RPN)*, yang merupakan komponen krusial dalam FMEA untuk mengidentifikasi prioritas risiko yang masuk dalam kategori kritis. Nilai RPN ini diperoleh melalui hasil perkalian antara bobot *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*.

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$$

Setelah nilai RPN didapatkan, tingkat prioritas risiko kemudian dikelompokkan ke dalam skala tertentu, sebagaimana dijabarkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. Skala Risk Priority Number (RPN)

Rentang Nilai RPN	Interpretasi Prioritas Pengendalian
>200	Risiko berada pada tingkat paling kritis sehingga memerlukan tindakan pengendalian sebagai prioritas utama dan harus segera diimplementasikan.
100-200	Risiko termasuk kategori tinggi dan menjadi prioritas kedua dalam pelaksanaan upaya pengendalian.
50-99	Risiko berada pada tingkat sedang sehingga pengendalian dapat dilakukan setelah risiko dengan prioritas yang lebih tinggi ditangani.
Jan-49	Risiko masih berada dalam batas yang dapat diterima (<i>acceptable risk</i>), sehingga tidak memerlukan tindakan pengendalian tambahan selama tidak terjadi perubahan pada nilai parameter penyusun RPN.

Hasil Dan Pembahasan

Identifikasi Bahaya (Hazard Identification)

Tahap awal dalam penerapan metode HIRARC adalah identifikasi bahaya (*Hazard Identification*). Proses ini diimplementasikan melalui pemeriksaan menyeluruh pada setiap area kerja guna memetakan seluruh aspek yang berpotensi menimbulkan risiko cedera atau kecelakaan. Dengan mengenali potensi bahaya sejak dini, para pekerja dapat meningkatkan kewaspadaan, bertindak lebih preventif, serta menerapkan prosedur pengamanan yang efektif demi meminimalkan probabilitas terjadinya kecelakaan kerja di lapangan.

Tabel 5. Identifikasi Bahaya

No	Potensi Bahaya	Risiko
1	Scaffolding roboh	Pekerja jatuh dari ketinggian, tertimpa material, kematian (<i>fatality</i>).
2	Dudukan tidak menahan beban	Struktur amblas, peralatan terbalik, kerusakan aset.
3	Percikan api tidak terkendali	Kebakaran, ledakan, luka bakar pada pekerja.
4	Sling putus	Beban jatuh bebas, kerusakan alat berat, cedera fatal bagi pekerja di bawahnya.
5	Rigging longgar	Beban terlepas atau miring saat proses pengangkatan (<i>lifting</i>).
6	Kolom bergeser	Kerusakan fondasi/angkur, pekerja terjepit, ketidaksesuaian posisi struktur.
7	Sambungan retak	Kegagalan integritas struktur, potensi keruntuhan konstruksi.
8	Penguatan belum cukup kuat	Struktur mengalami <i>buckling</i> , keruntuhan saat konstruksi berlangsung.
9	Struktur tidak stabil	Risiko roboh massal dan membahayakan seluruh area kerja.
10	Material jatuh	Cedera kepala, patah tulang, atau kematian bagi pekerja di bawah area kerja.

Dari tabel identifikasi bahaya di atas terdapat 10 bahaya yang terjadi secara menyeluruh kepada responden yang mengakibatkan kepada kecelakaan kerja.

FMEA

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan pendekatan analitis yang dikembangkan untuk mengidentifikasi berbagai kemungkinan kegagalan dalam suatu sistem atau proses, mengevaluasi dampaknya, serta menetapkan urutan prioritas penanganan risiko. Metode ini berorientasi pada tindakan pencegahan dengan tujuan mengurangi peluang terjadinya kegagalan yang dapat memicu kecelakaan kerja maupun kerugian lainnya. Penilaian risiko dalam FMEA dilakukan melalui tiga parameter utama, yaitu *Severity* (S) yang mencerminkan tingkat keparahan dampak apabila kegagalan terjadi, *Occurrence* (O) yang menunjukkan tingkat kemungkinan munculnya kegagalan, serta *Detection* (D) yang menggambarkan kemampuan sistem pengendalian dalam mengenali potensi kegagalan sebelum menimbulkan konsekuensi. Kombinasi ketiga parameter tersebut digunakan untuk menentukan tingkat prioritas risiko yang menjadi dasar dalam penyusunan strategi pengendalian.

Hasil identifikasi bahaya pada penelitian ini menunjukkan adanya sepuluh potensi risiko yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja selama pelaksanaan kegiatan. Setelah seluruh potensi bahaya berhasil diidentifikasi, setiap risiko dievaluasi menggunakan parameter *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* sesuai pendekatan FMEA. Nilai dari masing-masing parameter kemudian dikombinasikan untuk memperoleh *Risk Priority Number* (RPN), yang berfungsi sebagai indikator dalam menentukan urutan prioritas penanganan risiko. Rekapitulasi hasil penilaian S, O, D, serta nilai RPN untuk setiap potensi risiko disajikan pada tabel berikut.

Tabel 6. Matriks Penilaian FMEA

Potensi Bahaya	Penyebab	Risiko	Pengendalian Risiko	S	O	D	RPN
Scaffolding roboh	Landasan tidak rata, komponen cacat/korosi, atau pemasangan tidak standar	Pekerja jatuh dari ketinggian, tertimpa material, kematian (<i>fatality</i>)	Inspeksi scaffolding, pemasangan sesuai standar, penggunaan <i>full body harness</i> dan helm keselamatan	10	2	3	60

Dudukan tidak menahan beban	<i>Overload</i> kapasitas, korosi material, atau baut kendur	Struktur amblas, peralatan terbalik, kerusakan aset	Verifikasi kapasitas beban, inspeksi dudukan, penggunaan APD standar	8	3	4	96
Percikan api tidak terkendali	<i>Hot work</i> tanpa <i>fire blanket</i> atau sisa gas mudah terbakar di pipa	Kebakaran, ledakan, luka bakar pada pekerja	<i>Hot work permit</i> , penyediaan APAR, penggunaan APD las lengkap	9	5	4	180
Sling putus	Melebihi kapasitas (SWL), sling aus/berkarat, atau hentakan kejut	Beban jatuh bebas, kerusakan alat berat, cedera fatal bagi pekerja di bawahnya	Inspeksi sling, penggunaan sling sesuai SWL/WLL, penggunaan APD standar	9	5	4	180
Rigging longgar	Kesalahan <i>rigger</i> , simpul tidak standar, atau ukuran <i>shackle</i> salah	Beban terlepas atau miring saat proses pengangkatan (<i>lifting</i>)	Pemeriksaan rigging, penerapan <i>lifting plan</i> , pengawasan <i>rigger</i> kompeten	9	3	3	81
Kolom bergeser	Baut angkur terlepas atau <i>temporary support</i> gagal menahan getaran	Kerusakan fondasi/angkur, pekerja terjepit, ketidaksesuaian posisi struktur	Pemasangan <i>temporary support</i> , pengecekan <i>alignment</i> , penggunaan APD standar	5	4	3	60
Sambungan retak	Kualitas las di bawah standar (WPS) atau kelelahan material (<i>fatigue</i>)	Kegagalan integritas struktur, potensi keruntuhan konstruksi	Pengelasan sesuai WPS, inspeksi hasil las, penggunaan APD las	8	3	6	144
Penguatan belum cukup kuat	Desain penyangga atau dimensi besi tidak sesuai spesifikasi beban	Struktur mengalami <i>buckling</i> , keruntuhan saat konstruksi berlangsung	Verifikasi kekuatan struktur, inspeksi penguatan, pengawasan supervisor	7	3	4	84
Struktur tidak stabil	Urutan bongkar salah atau pelepasan <i>support</i> terlalu cepat	Risiko roboh massal dan membahayakan seluruh area kerja	Pemasangan <i>support</i> sementara, pelepasan <i>support</i> bertahap, pengawasan <i>engineer</i>	10	2	4	80
Material jatuh	<i>Housekeeping</i> buruk, alat tidak tertata, atau ketiadaan <i>toe board</i>	Cedera kepala, patah tulang, atau kematian bagi pekerja di bawah area kerja	Pemasangan <i>barricade/exclusion zone</i> , <i>housekeeping</i> area kerja, penggunaan helm keselamatan	10	5	5	250

Berdasarkan tabel penilaian risiko tersebut, analisis FMEA menghasilkan pemetaan prioritas mitigasi yang sangat terstruktur, di mana potensi bahaya "Material jatuh" menempati posisi puncak sebagai risiko paling kritis dengan nilai RPN tertinggi sebesar 250 (S=10, O=5, D=5). Tingginya nilai tersebut menuntut fokus utama

pengendalian berupa lokalisasi area melalui pemasangan *barricade/exclusion zone*, manajemen *housekeeping* area kerja secara berkala, serta pengetatan penggunaan helm keselamatan guna meminimalkan risiko cedera fatal kepala. Peringkat risiko tinggi selanjutnya ditempati oleh bahaya "Percikan api tidak terkendali" (RPN 180) dan "Sling putus" (RPN 180), diikuti oleh bahaya "Sambungan retak" dengan nilai RPN 144. Mengingat lokasi kerja berada di area NPK PT Petrokimia Gresik yang rentan terhadap paparan zat kimia dan gas proses, maka langkah teknis seperti pemberlakuan *hot work permit*, penyediaan APAR, isolasi kain las (*fire blanket*), pengawasan kapasitas beban *Safe Working Load* (SWL/WLL), serta pengelasan berbasis standar *Welding Procedure Specification* (WPS) menjadi instrumen wajib untuk mencegah eskalasi kecelakaan.

Sementara itu, kelompok risiko berikutnya mencakup potensi kegagalan dengan nilai RPN di bawah 100, seperti dudukan tidak menahan beban (RPN 96), penguatan belum cukup kuat (RPN 84), rigging longgar (RPN 81), serta struktur tidak stabil (RPN 80). Potensi bahaya dengan nilai RPN terendah dicatatkan oleh "Scaffolding roboh" (RPN 60) dan "Kolom bergeser" (RPN 60) karena didukung oleh tingkat frekuensi kejadian yang relatif kecil serta sistem deteksi kontrol yang dinilai sudah cukup baik. Meskipun demikian, dari sudut pandang keselamatan kerja proaktif, bahaya dengan skala keparahan maksimal (*Severity* = 10) seperti scaffolding roboh dan struktur tidak stabil tetap membutuhkan pengawasan intensif serta kepatuhan mutlak terhadap penggunaan *full body harness* dan pemasangan *temporary support*. Hal ini dikarenakan kegagalan pada aspek tersebut memiliki dampak katastrofik yang dapat mengakibatkan korban jiwa (*fatality*) seketika di lapangan. Melalui integrasi pembagian prioritas berbasis nilai RPN pada tabel tersebut, pihak manajemen PT AJNP dapat mengalokasikan sumber daya K3 secara lebih efektif dan tepat sasaran.

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis manajemen risiko K3 menggunakan pendekatan integrasi berjenjang antara metode HIRARC dan FMEA pada pekerjaan Rehab Kolom Pillar Pipe Rack PT AJNP di PT Petrokimia Gresik, dapat disimpulkan bahwa fase identifikasi bahaya (*Hazard Identification*) pada HIRARC berhasil menemukan 10 potensi bahaya utama yang mencakup aspek risiko mekanis, fisik, dan faktor perilaku pekerja (*unsafe behavior*) di lapangan. Dari hasil penilaian kuantitatif berbasis FMEA, bahaya "Material jatuh" teridentifikasi sebagai titik paling kritis dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi sebesar 250 (*S*=10, *O*=5, *D*=5) yang masuk dalam kategori Prioritas I (Sangat Kritis), diikuti oleh Prioritas II (Tinggi) yang ditempati oleh bahaya "Percikan api tidak terkendali" (RPN 180), "Sling putus" (RPN 180), dan "Sambungan retak" (RPN 144).

Oleh karena itu, langkah mitigasi dan alokasi sumber daya K3 perusahaan wajib difokuskan secara proaktif pada poin-poin kritis tersebut melalui tindakan teknis yang ringkas, meliputi pemasangan *barricade/exclusion zone* dan *safety net*, pengetatan izin kerja panas (*hot work permit*) dan penyediaan APAR di area NPK, pengawasan ketat batas kapasitas angkat (*Safe Working Load*), serta penegakan kepatuhan penggunaan APD wajib seperti *full body harness* dan helm keselamatan guna menekan angka kecelakaan kerja fatal (*fatality*) di lapangan.

Daftar Pustaka

- [1] M. Zaidan Ramadhan, I. Sianturi, D. Ratnaningsih, and R. A. Rakhman, "Analisis Pengendalian Risiko Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) Pada Aktivitas Bongkar di Dermaga Pelabuhan Gresik Menggunakan Metode HIRARC," *Innov. J. Soc. Sci. Res.*, vol. 5, no. 3, pp. 6140–6153, 2025, doi: 10.31004/innovative.v5i3.19554.
- [2] D. Fakhriansyah and others, "Analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja menggunakan metode HIRA dan JSA," *J. Keselam. dan Kesehat. Kerja Indones.*, vol. 7, no. 2, pp. 90–102, 2022.
- [3] A. Dian Safhira Firdaus AK, Widodo Lamto, "Implementasi Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proses Produksi Makanan Ringan Dengan Menggunakan Metode Hirarc, Hazop, Dan Fmea (Studi Kasus Pada Pt. Indofood Fortuna Makmur)," vol. 2, no. 1, pp. 56–65, 2023.
- [4] D. Rahmadi and K. T. Anjani, "Penerapan Metode Fmea Dalam Manajemen Risiko K3 Untuk Meningkatkan Produktivitas Kerja: Studi Kasus Di Pt. Suri Tani Pemuka Banyuwangi," *Nusant. Hasana J.*, vol. 1, no. 7, pp. 132–137, 2024.
- [5] N. I. Nurul Ilmi, V. A. J. Semnasti, and M. C. P. I. Semnasti, "Penggunaan Metode HIRARC dan Diagram Fishbone dalam Analisis Risiko K3 pada Industri Baja Karbon," *Waluyo Jatmiko Proceeding*, vol. 16, no. 1, pp. 431–440, 2023, doi: 10.33005/wj.v16i1.65.
- [6] A. R. W. SEMNASTI and S. K. SEMNASTI, "Analisis Pengendalian Risiko K3 dalam Proses Produksi

- Pembuatan Stator Dengan Metode Hazard Identification Risk Assesment Control (HIRARC) di Perusahaan Pembuat Komponen Otomotif,” *Waluyo Jatmiko Proceeding*, vol. 17, no. 1, pp. 69–81, 2025, doi: 10.33005/wj.v17i1.113.
- [7] D. Darsini, R. A. Prakoso, and M. P. Sari, “Manajemen Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Proyek Konstruksi Bendungan Xyz Dengan Metode Fmea,” *J. Inkofar*, vol. 6, no. 1, pp. 27–32, 2022, doi: 10.46846/jurnalinkofar.v6i1.213.
- [8] A. V. Fahera *et al.*, “Penilaian Risiko K3 Menggunakan Metode HIRA dan FMEA di PT Semen Gresik Pabrik Rembang,” *Semin. Nas. ADPI Mengabdikan untuk Negeri*, vol. 6, no. 1, pp. 2746–1246, 2025.
- [9] H. Prisilia. and Dimas Aji Purnomo, “Manajemen Risiko K3 Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Dan Fault Tree Analysis (Fta) Untuk Mengidentifikasi Potensi Dan Penyebab Kecelakaan Kerja (Studi Kasus: Tahap II Pembangunan Gedung Laboratorium DLH Banyuwangi),” *Tekmapro*, vol. 17, no. 2, pp. 1–12, 2023, doi: 10.33005/tekmapro.v17i2.299.
- [10] M. Zulfa and A. Z. Al-Faritsy, “Analisis Tingkat Potensi Resiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) di PT. Duta Wira Utama,” *J. Ilm. Penelit. Mhs.*, vol. 4, no. 1, pp. 602–610, 2026, [Online]. Available: <https://doi.org/10.61722/jipm.v4i1.1941>
- [11] N. A. F. Mu’adzah, “Manajemen Risiko K3 Pada Divisi Produksi Menggunakan Fmea Dan Rca Di Pt.Xyz,” *J. Teknol. dan Manaj. Ind.*, vol. 1, p. 3, 2009.
- [12] A. Alfauzu, M. Firdaus, and H. Purwanto, “Analisis Penilaian dan Pengendalian Resiko Pada Perawatan Jalan Rel dengan Metode HIRARC di PT KAI (PERSERO) Divisi Regional III Palembang,” *J. Konstr.*, vol. 23, no. 1, pp. 1–13, 2025, doi: 10.33364/konstruksi/v.23-1.1752.
- [13] Zaharuddin, Daulay Farida Ariani, and Nainggolan Efrando Ebenezer, “Analisis Kecelakaan Kerja Dalam Upaya Meningkatkan Produktivitas Kerja Dengan Pendekatan Fault Tree Analysis Dan Hirarc,” *Innov. J. Soc. Sci. Res.*, vol. 5 (2), pp. 2352–2362, 2025.
- [14] M. Rizal, M. Jufriyanto, and A. W. Rizqi, “Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)(Studi Kasus: Pekerja Project Economizer, Tangki Scrubber dan Draiyer di ...,” *SITEKIN J. Sains ...*, vol. 20, no. 1, pp. 156–165, 2022, [Online]. Available: <http://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/sitekin/article/view/19896%0Ahttp://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/sitekin/article/viewFile/19896/8280>
- [15] R. M. Zein, M. Jufriyanto, and Y. Pandu, “Manajemen Risiko Pada Proses Produksi Tanki Air: Metode Hazard Identification Risk Assessment Risk Control (HIRARC),” *Gn. Malang, Randu Agung, Kec. Kebomas. Kab. Gresik*, vol. 19, no. 2, p. 61121, 2022.
- [16] C. A. Mau, “Identifikasi Bahaya, Penilaian dan Pengendalian Risiko Menggunakan Metode Hirarc dan Fmea di PT. Surya Karya Setiabudi, Yogyakarta,” *Semin. Nas. Penelitian Mhs. Tek. 2023*, pp. 7–17, 2023.
- [17] F. yuamita Triana Nuri Astuti, “Analisis Potensi Bahaya Menggunakan Metode Hazard Identification , Risk Assessment and Risk Control (Hirarc) Dan Fault Tree Analysis (Fta),” vol. 3, no. 1, pp. 988–998, 2026.
- [18] Y. R. Hanif and M. Basuki, “Penilaian Risiko K3 pada Proses Pembangunan Kapal Bantu Rumah Sakit (BRS) menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Matrik Risiko,” *J. Sumberd. Bumi Berkelanjutan*, vol. 1, no. 1, pp. 280–288, 2022, doi: 10.31284/j.semitan.2022.3219.
- [19] A. M. Syabana and M. Basuki, “Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) di PT. Bintang Timur Samudera,” *J. Sumberd. Bumi Berkelanjutan*, vol. 1, no. 1, pp. 110–114, 2022, doi: 10.31284/j.semitan.2022.3230.
- [20] D. Andriani, A. Ratnaningsih, and P. P. Putra, “Analisis HIRARC Risiko K3 Fabrikasi dan Erecton Gedung Baja Pembangunan Hotel Loji Kridanggo Boyolali,” *RekaRacana J. Tek. Sipil*, vol. 8, no. 2, p. 70, 2022, doi: 10.26760/rekaracana.v8i2.70.
- [21] S. D. Lestari, “Strategi Pengendalian Risiko Keselamatan Kerja Di Lantai Produksi Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (Hirarc) Serta Fault Tree Analysis (Fta) (Studi Kasus: Pt. Sari Warna Asli Unit V Kudus),” pp. 1–153, 2025.
- [22] S. F. A. Anggraeni, “Identifikasi Dan Pengendalian Risiko Dan Kesehatan Kerja Pada Proses Sawmill Menggunakan Metode Hirarc Dan Fmea,” 2025.
- [23] M. R. Lao, I. K. H. P. Adiputra, D. Haryanto, and F. Gumelar, “Jurnal Patria Bahari,” *J. Patria Bahari /*, vol. 4, no. 1, pp. 2776–5881, 2024, [Online]. Available: www.ejournal.poltekkpel-sorong.ac.id
- [24] R. A. Khusna and M. Waluyo, “... Accident Risk Analysis in Building Renovation Project at PT. XYZ Using the FMEA Method: Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proyek Renovasi Bangunan di PT ...,” *JATI EMAS (Jurnal Apl. Tek. dan ...*, vol. 9, no. 1, pp. 223–228, 2025, [Online]. Available: <https://pdis-jatim.or.id/index.php/jatiemas/article/view/266>

- [25] I. Farida, A. E. Amalia, and M. B. Zaman, "Risk Assessment K3L pada Pekerjaan Inspeksi Radiographic Test menggunakan Metode JSA dan FMEA," *J. Konstr.*, vol. 23, no. 1, pp. 116–127, 2025, doi: 10.33364/konstruksi/v.23-1.1756.