



ANALISIS DAN PENERAPAN METODE HIRADC DAN FMEA DALAM PENGENDALIAN RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) PADA PEKERJAAN ERECTION DI PROYEK KONSTRUKSI PT ADHI KARYA (PERSERO) TBK.

M. Kaisar*¹, Ayudyah Eka Apsari*²

^{1,2} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi
Yogyakarta

Jl. Glagahsari No.63, Warungboto, Umbulharjo, Yogyakarta 55164

*Penulis Korespondensi Email: m.kaisar@uty.ac.id

Abstract Girder erection work on the Solo-Jogja Toll Road Package 2.2 Project of PT Adhi Karya has a very high risk of work accidents. Accident data from 2023-2025 recorded 13 cases, dominated by near miss (5 cases) as an early warning, falls from heights (2 cases) with severe injuries, and sling cuts (3 cases) indicating inappropriate PPE. This study aims to identify hazards, assess risks, and formulate control recommendations using HIRADC and FMEA methods, as well as 5 Why for root cause analysis. Analysis of 30 priority hazards across 11 work stages showed based on HIRADC, 80% (24 hazards) at Extreme risk level and 20% (6 hazards) at High level. Likelihood 60% Likely, 40% Almost Certain; Consequence 90% Catastrophic (fatality). Based on FMEA, all 30 failure modes had RPN >200 with the highest value of 350 in five failure modes. The main root causes were managerial factors: no rigging inspection SOP, weak PPE supervision, incomplete PPE, work culture prioritizing production targets, and lack of supervisor training. The integration of HIRADC, FMEA, and 5 Why proved effective in providing comprehensive risk analysis.
Keywords: HIRADC, FMEA, Girder Erection, RPN, Occupational Safety and Health

Abstrak. Pekerjaan erection girder pada Proyek Tol Solo-Jogja Paket 2.2 PT Adhi Karya memiliki risiko kecelakaan kerja sangat tinggi. Data kecelakaan 2023-2025 mencatat 13 kasus, didominasi near miss (5 kasus) sebagai peringatan dini kecelakaan fatal, jatuh dari ketinggian (2 kasus) berdampak cedera berat, dan tersayat sling (3 kasus) mengindikasikan APD tidak sesuai. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi potensi bahaya, menilai risiko, dan merumuskan rekomendasi pengendalian menggunakan metode HIRADC dan FMEA, serta 5 Why untuk analisis akar penyebab. Hasil analisis 30 potensi bahaya pada 11 tahapan pekerjaan menunjukkan berdasarkan HIRADC, 80% (24 potensi) pada tingkat risiko Extreme dan 20% (6 potensi) High. Likelihood 60% Likely, 40% Almost Certain; Consequence 90% Catastrophic (kematian). Berdasarkan FMEA, seluruh 30 mode kegagalan memiliki RPN >200 dengan nilai tertinggi 350 pada lima mode kegagalan. Akar penyebab utama adalah faktor manajerial: tidak ada SOP inspeksi rigging, lemahnya pengawasan APD, APD tidak lengkap, budaya kerja target produksi, dan kurangnya pelatihan supervisor. Integrasi HIRADC, FMEA, dan 5 Why terbukti efektif memberikan analisis risiko komprehensif.

Kata Kunci: HIRADC, FMEA, Erection Girder, RPN, K3

PENDAHULUAN

Industri produk bakeri dan kue di Indonesia, termasuk bolu pandan, terus mengalami perkembangan pesat seiring dengan meningkatnya minat masyarakat terhadap variasi pangan olahan (Wahyono & Tobing, 2023). Namun, ketergantungan terhadap bahan pengembang instan atau ragi komersial masih sangat tinggi, yang terkadang menjadi kendala bagi kemandirian pangan lokal. Sejalan dengan pemikiran (Amiruddin et al., 2025), inovasi berbasis sumber daya pangan lokal memiliki potensi besar untuk mendukung ketahanan pangan sekaligus meningkatkan nilai ekonomi bahan baku yang melimpah di daerah namun belum dimanfaatkan

secara optimal. Pemanfaatan potensi lokal ini tidak hanya berfungsi sebagai diversifikasi produk, tetapi juga sebagai langkah strategis dalam menciptakan inovasi pangan yang lebih mandiri dan berkelanjutan dengan memanfaatkan karakteristik spesifik sumber daya alam yang tersedia di lingkungan sekitar.

Potensi nira sebagai agen pengembang alami didasarkan pada karakteristik mikrobiologisnya yang kaya akan mikroflora fungsional. Secara alami, nira merupakan media yang sangat baik bagi pertumbuhan mikroorganisme karena kandungan total padatan terlarutnya yang didominasi oleh gula dan mineral (Sholiha et al., 2025). Di dalam nira segar, terdapat aktivitas mikroorganisme fermentatif, terutama khamir jenis *Saccharomyces cerevisiae* dan bakteri *Acetobacter* yang secara spontan melakukan metabolisme karbohidrat (Sholiha et al., 2025). Keberadaan *Saccharomyces cerevisiae* dalam nira berperan krusial dalam proses fermentasi adonan, di mana khamir tersebut akan memecah gula menjadi gas karbondioksida (CO₂). Gas inilah yang nantinya akan terjebak dalam struktur gluten adonan bolu, sehingga menciptakan porositas dan daya kembang yang diinginkan tanpa memerlukan tambahan ragi sintetis.

Nira yang digunakan dalam penelitian ini secara spesifik diambil dari pohon aren atau enau (*Arenga pinnata*) melalui proses penyadapan tongkol bunga jantan. Pemilihan nira aren didasarkan pada karakteristik kimianya yang sangat potensial sebagai media tumbuh mikroorganisme. Nira aren segar memiliki kandungan total padatan terlarut (TPT) yang tinggi, yakni berkisar antara 10–15% yang didominasi oleh gula sederhana seperti sukrosa, glukosa, dan fruktosa. Selain kaya akan sumber karbon, nira aren juga mengandung nutrisi esensial lainnya seperti senyawa nitrogen (protein dan asam amino), mineral (kalium, magnesium, kalsium), serta vitamin B kompleks dan vitamin C. Kelengkapan komposisi gizi inilah yang menjamin viabilitas dan mendukung aktivitas metabolik khamir fungsional di dalamnya untuk bekerja sebagai agen pengembang adonan.

Penggunaan ragi roti (baker's yeast) komersial dalam industri pangan skala kecil maupun besar memang memberikan keuntungan berupa stabilitas fermentasi. Sebagai organisme anaerob fakultatif, *Saccharomyces cerevisiae* dalam ragi komersial bekerja dengan memecah senyawa organik untuk menghasilkan energi dan gas (Qui, 2023). Namun, ketergantungan pada produk pabrikaan ini seringkali menimbulkan masalah bagi produsen rumahan terkait biaya produksi dan ketersediaan stok yang konsisten di daerah terpencil. Selain itu, ragi komersial terkadang memberikan aroma fermentasi yang terlalu tajam yang dapat menutupi aroma asli bahan tambahan alami. Oleh karena itu, diperlukan alternatif starter yang lebih terjangkau namun memiliki kemampuan fermentasi yang setara dengan ragi komersial untuk diaplikasikan pada produk pangan tradisional seperti bolu pandan.

Selama ini, industri pembuatan kue konvensional sangat bergantung pada penggunaan ragi komersial atau ragi instan pabrikan. Secara umum, ragi komersial merupakan biakan murni tunggal (monoculture) dari sel khamir aktif *Saccharomyces cerevisiae* yang telah mengalami dehidrasi hingga kadar airnya tersisa 6–8% (Qui, 2023). Walaupun mampu menghasilkan gas karbondioksida (CO₂) secara instan dan terukur, ragi komersial seringkali mengandung bahan tambahan pangan (BTP) sintetis seperti bahan pengemulsi (sorbitan monostearate) untuk menjaga stabilitasnya selama penyimpanan. Ketergantungan terhadap produk pabrikan ini mengabaikan potensi mikrobiologi lokal. Selain itu, ragi komersial tidak mampu menghasilkan kompleksitas

aroma dan rasa sekunder yang khas jika dibandingkan dengan starter alami seperti nira aren yang bersifat multikultur karena dihuni oleh khamir dan bakteri fungsional secara bersamaan.

Sinergi antara penggunaan nira sebagai starter alami dan penambahan daun pandan memberikan nilai tambah yang signifikan pada produk bolu pandan yang dihasilkan. Daun pandan (*Pandanus amaryllifolius*) tidak hanya berfungsi sebagai pemberi aroma dan pewarna alami, tetapi juga memiliki potensi sebagai pengawet alami karena kandungan senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, dan polifenol yang bersifat antimikroba (Mubarak et al., 2023). Penambahan pandan dalam nira diketahui mampu membantu menjaga stabilitas pH dan menghambat pertumbuhan mikroba kontaminan yang dapat merusak kualitas fermentasi (Mubarak et al., 2023). Dengan demikian, penggabungan kedua bahan lokal ini diharapkan dapat menciptakan produk bolu pandan yang memiliki daya kembang optimal, aroma yang kuat, serta masa simpan yang lebih baik secara alami tanpa ketergantungan pada bahan kimia sintetis.

Upaya pengembangan produk pangan berbasis fermentasi alami ini juga didukung oleh beberapa penelitian terdahulu yang relevan. Sebagai acuan, (Qui, 2023) telah mengkaji optimasi ragi komersial pada karakteristik fisik roti, sementara (Mubarak et al., 2023) berhasil membuktikan bahwa penambahan ekstrak pandan mampu bertindak sebagai antimikroba fungsional yang menjaga stabilitas pH nira. Di sisi lain, pengujian karakteristik sensoris pada komoditas lokal juga telah dipetakan oleh Daulay et al. (2023). Berpijak dari penelitian-penelitian tersebut, letak kebaruan (novelty) dari penelitian ini adalah melakukan integrasi secara langsung dengan memanfaatkan nira aren (*Arenga pinnata*) segar sebagai substitusi total ragi komersial, yang kemudian disinergikan dengan pemanfaatan pandan wangi langsung pada adonan bolu pandan untuk menghasilkan produk yang unggul secara fisik maupun organoleptik.

Berdasarkan Penelitian terdahulu yang diacu dalam studi ini adalah riset oleh Tulung et al. (2026), mengenai pembuatan donat substitusi tepung kacang hijau (150 g) menggunakan agen pengembang alami nira aren (P3) yang dibandingkan dengan ragi komersial (P2) dan tanpa pengembang (P1). Hasil krusial dari uji mikrobiologis menunjukkan bahwa proses penggorengan dengan perlakuan panas efektif menekan cemaran mikroba secara signifikan. Nilai akhir Angka Kapang Khamir (AKK) pada donat nira aren tercatat sebesar $1,75 \times 10^2$ CFU/g dan donat ragi komersial sebesar $2,25 \times 10^2$ CFU/g, di mana kedua hasil tersebut berada jauh di bawah ambang batas maksimum aman yang ditetapkan oleh SNI (4×10^3 CFU/g, sehingga produk dinyatakan sangat layak dikonsumsi.

Dari segi karakteristik fisik dan sensoris, adonan dengan pengembang nira aren terbukti mampu mengembang optimal hingga mencapai tinggi 3 cm setelah proses fermentasi selama 3 jam, menyamai tinggi akhir adonan yang menggunakan ragi komersial. Meskipun hasil uji hedonik menunjukkan panelis lebih menyukai donat ragi komersial karena teksturnya yang lebih empuk, ringan, dan memiliki pori-pori adonan yang merata, produk donat dengan fermentasi nira aren dinilai memiliki keunikan tersendiri. Donat nira aren menghasilkan karakteristik sensori berupa tekstur yang cenderung lebih padat dan lembap akibat tingginya kadar gula alami, aroma manis yang dominan, serta cita rasa khas dengan sedikit sentuhan asam segar dari nira yang tetap dinilai layak serta dapat diterima dengan baik oleh konsumen.

Berdasarkan berbagai potensi dan permasalahan tersebut, penelitian mengenai pemanfaatan nira sebagai pengganti ragi komersial dalam pembuatan bolu pandan menjadi sangat relevan untuk dilakukan. Fokus utama penelitian ini adalah untuk menemukan formulasi yang tepat agar starter alami dari nira dapat menghasilkan kualitas fisik dan sensoris yang bersaing dengan produk

konvensional. Melalui pendekatan bioteknologi sederhana ini, diharapkan dapat tercipta inovasi produk bolu pandan yang lebih sehat, ekonomis, dan berbasis kearifan lokal, yang sekaligus dapat menjadi referensi bagi pengembangan industri kreatif di bidang pangan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas dua perlakuan, yaitu P1 (bolu pandan menggunakan starter alami nira aren) dan P2 (bolu pandan menggunakan ragi komersial) sebagai pembanding. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni–Juli 2026 di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara untuk proses pembuatan starter alami nira aren, pembuatan bolu pandan, serta pengujian karakteristik fisik dan mikrobiologi. Sementara itu, pengujian organoleptik dilaksanakan di lingkungan kampus dengan melibatkan 20 panelis tidak terlatih yang berasal dari mahasiswa. Bahan utama yang digunakan meliputi tepung terigu, telur, gula pasir, mentega, sari daun pandan (*Pandanus amaryllifolius*), nira aren, ragi instan, serta bahan pendukung lainnya, sedangkan peralatan yang digunakan antara lain inkubator, pH meter, neraca analitik, mixer, blender, oven, autoklaf, dan peralatan laboratorium mikrobiologi lainnya.

Tahapan penelitian diawali dengan sterilisasi alat, pembuatan media Yeast Extract Agar (YEA), ekstraksi sari daun pandan, serta persiapan starter alami dari nira aren melalui proses fermentasi. Selanjutnya dilakukan pembuatan bolu pandan sesuai dengan masing-masing perlakuan, yaitu menggunakan starter alami nira aren dan ragi komersial. Produk yang dihasilkan kemudian dianalisis meliputi karakteristik fisik berupa daya kembang, uji angka kapang khamir, pengukuran pH, serta uji organoleptik yang mencakup warna, aroma, rasa, dan tekstur menggunakan skala hedonik lima tingkat. Data kuantitatif yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan Analisis Ragam (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Apabila terdapat perbedaan yang nyata antarperlakuan, analisis dilanjutkan dengan Duncan's Multiple Range Test (DMRT) atau Tukey untuk mengetahui perlakuan yang memberikan hasil terbaik secara signifikan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara, diidentifikasi 30 potensi bahaya pada 11 tahapan pekerjaan erection girder. Rekapitulasi potensi bahaya per aktivitas menunjukkan bahwa tahapan lifting girder ke multiaxle memiliki 4 potensi bahaya, mobilisasi girder 3 potensi bahaya, pemasangan lifting frame 2 potensi bahaya, peletakan bearing pad 3 potensi bahaya, load test crane 2 potensi bahaya, lifting girder ke pier head 2 potensi bahaya, swing crane girder 2 potensi bahaya, positioning girder 3 potensi bahaya, peletakan girder ke bearing pad 3 potensi bahaya, bracing girder 2 potensi bahaya, dan pelepasan lifting frame 2 potensi bahaya. Jenis bahaya yang dominan meliputi risiko sling putus atau terlepas, jatuh dari ketinggian, tangan atau kaki terjepit, pekerja berada di bawah beban tergantung, kehilangan keseimbangan, serta kebakaran akibat percikan api.

Data kecelakaan kerja pada pekerjaan erection dalam kurun waktu 3 tahun (2023-2025) mencatat 13 kasus kecelakaan. Pada tahun 2023 terjadi 2 kasus jatuh dari ketinggian dengan dampak cedera berat (patah tulang) dan 1 kasus tertimpa material dengan dampak

cedera sedang. Pada tahun 2024 terjadi 1 kasus tertabrak crane dengan dampak cedera berat (patah tulang) dan 3 kasus tersayat sling dengan dampak cedera ringan. Pada tahun 2025 terjadi 5 kasus near miss dengan tidak ada cedera dan 1 kasus tertimpa bracing dengan dampak cedera sedang.

Penilaian Risiko HIRADC

Penilaian risiko dilakukan dengan mengalikan skor Likelihood dan Consequence. Hasil penilaian menunjukkan bahwa dari total 30 potensi bahaya, sebanyak 24 potensi bahaya (80%) berada pada tingkat risiko Extreme dan 6 potensi bahaya (20%) berada pada tingkat risiko High. Tidak ditemukan potensi bahaya pada kategori Moderate maupun Low. Proporsi ini menggambarkan bahwa sebagian besar risiko berada pada tingkat extreme sehingga memerlukan penghentian aktivitas dan tindakan perbaikan segera karena berpotensi menyebabkan cedera fatal hingga kematian.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Penilaian Risiko HIRADC

No	Tahapan Pekerjaan	Jumlah Potensi Bahaya	Level Risiko	Keterangan
1	Lifting girder ke multiaxle	4	1 High, 3 Extreme	Dominasi extreme
2	Mobilisasi girder	3	1 High, 2 Extreme	Dominasi extreme
3	Pemasangan lifting frame	2	2 Extreme	Seluruh extreme
4	Peletakan bearing pad	3	3 Extreme	Seluruh extreme
5	Load test crane	2	2 Extreme	Seluruh extreme
6	Lifting girder ke pier head	2	2 Extreme	Seluruh extreme
7	Swing crane girder	2	1 High, 1 Extreme	Dominasi extreme
8	Positioning girder	3	3 Extreme	Seluruh extreme
9	Peletakan girder ke bearing pad	3	3 Extreme	Seluruh extreme
10	Bracing girder	2	2 Extreme	Seluruh extreme
11	Pelepasan lifting frame	2	2 Extreme	Seluruh extreme
12	Seluruh tahapan erection	2	1 High, 1 Extreme	Dominasi extreme
Total		30	6 High (20%), 24 Extreme (80%)	

Analisis FMEA (RPN)

Berdasarkan analisis FMEA, seluruh 30 mode kegagalan memiliki nilai RPN >200 yang termasuk dalam kategori Prioritas Sangat Tinggi. Nilai RPN tertinggi sebesar 350 ditemukan pada lima mode kegagalan, yaitu:

ANALISIS DAN PENERAPAN METODE HIRADC DAN FMEA DALAM
PENGENDALIAN RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) PADA
PEKERJAAN ERECTION DI PROYEK KONSTRUKSI PT ADHI KARYA (PERSERO)
TBK.

Tabel 2 Analisis FMEA

No	Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya	S	O	D	RPN	Priori
1	Lifting girder ke multiaxle	Girder berayun saat diangkat	8	6	5	240	Sanget Tinggi
2	Lifting girder ke multiaxle	Tangan/kaki terjepit saat lowering	9	6	6	324	Sanget Tinggi
3	Lifting girder ke multiaxle	Sling terlepas dari titik angkat	10	5	7	350	Sanget Tinggi
4	Lifting girder ke multiaxle	Sling putus saat pengangkatan	10	4	8	320	Sanget Tinggi
5	Mobilisasi girder	Kendaraan umum melintas terlalu dekat	8	6	5	240	Sanget Tinggi
6	Mobilisasi girder	Girder bergeser/bergoyang	10	5	6	300	Sanget Tinggi
7	Mobilisasi girder	Kegagalan sistem rem	10	4	7	280	Sanget Tinggi
8	Pemasangan lifting frame	Tangan terjepit saat pemasangan	9	6	6	324	Sanget Tinggi
9	Pemasangan lifting frame	Pekerja jatuh saat naik ke atas girder	10	5	7	350	Sanget Tinggi
10	Peletakan bearing pad	Pekerja terpeleset di atas pier head	10	5	6	300	Sanget Tinggi
11	Peletakan bearing pad	Bearing pad jatuh dari ketinggian	10	5	6	300	Sanget Tinggi
12	Peletakan bearing pad	Tidak ada sistem pengaman jatuh	10	4	8	320	Sanget Tinggi

1. Sling terlepas dari titik angkat (S=10, O=5, D=7)
2. Pekerja jatuh saat naik ke atas girder (S=10, O=5, D=7)
3. Tangan di area jepit girder dan pier (S=10, O=5, D=7)
4. Tangan/kaki terjepit antara girder dan bearing pad (S=10, O=5, D=7)
5. Pekerja kehilangan keseimbangan saat bekerja di atas girder (S=10, O=5, D=7)

Nilai RPN yang sangat tinggi ini disebabkan oleh kombinasi Severity level 10 (Kematian tanpa peringatan), Occurrence level 5 (cukup sering terjadi), serta Detection level 7 (sulit dideteksi sebelum kejadian).

Analisis Akar Masalah (5 Why)

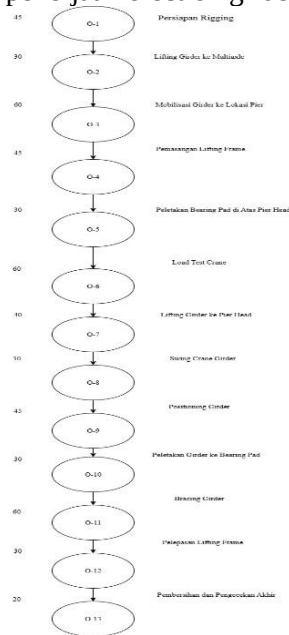
Hasil analisis akar masalah menggunakan metode 5 Why menemukan bahwa kecelakaan kerja pada pekerjaan erection girder tidak hanya disebabkan oleh faktor teknis atau kelalaian pekerja semata, tetapi juga oleh kelemahan sistem manajemen K3. Faktor-faktor tersebut meliputi:

1. **Faktor Manajemen dan Pengawasan:** Tidak adanya SOP inspeksi rigging dari manajemen dan lemahnya sistem pengawasan kepatuhan APD. Pada kasus jatuh dari ketinggian, akar masalahnya adalah lemahnya pengawasan supervisor dan belum adanya jadwal patroli K3 yang spesifik.
2. **Faktor Spesifikasi Alat/APD:** Ketersediaan APD yang tidak lengkap dan tidak sesuai dengan potensi bahaya. Kasus tersayat sling disebabkan oleh sarung tangan katun biasa yang tidak sesuai untuk wire sling, serta ketiadaan sarung tangan cut-resistant.
3. **Faktor Metode dan Fasilitas Kerja:** Metode kerja yang masih mengandalkan tenaga manual tanpa alat bantu, diperparah dengan tekanan target produksi yang mendesak.

4. **Faktor Pemeliharaan:** Kurangnya jadwal perawatan rutin pada komponen crane dan sistem hidrolik.
5. **Faktor Budaya Kerja:** Budaya kerja yang lebih mengutamakan target produksi daripada keselamatan, di mana pekerja dan supervisor cenderung mengambil jalan pintas demi mengejar waktu penyelesaian proyek.

Operation Process Chart (OPC)

Setelah dilakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko, disusun Operation Process Chart (OPC) untuk menggambarkan urutan aktivitas pekerjaan erection girder secara sistematis. Berikut adalah OPC pekerjaan erection girder:



Gambar 2 OPC

Rekomendasi Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko dirumuskan berdasarkan hirarki K3 yang meliputi eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, administratif, dan APD. Rekayasa teknik menjadi pengendalian yang paling banyak direkomendasikan karena efektif mengisolasi pekerja dari bahaya tanpa bergantung pada perilaku pekerja. Beberapa rekomendasi pengendalian utama meliputi:

1. **Pengendalian Teknik:** Pemasangan safety latch pada hook, load indicator dan LMI crane, barikade permanen di area swing crane, tag line pada kedua ujung girder, anchor point dan lifeline untuk pekerjaan di ketinggian, serta penyediaan APAR dan fire blanket.
2. **Pengendalian Administratif:** Pembuatan SOP inspeksi rigging untuk pengecekan sling, shackle, dan hook sebelum setiap lifting; pembentukan tim safety patrol dengan jadwal rutin minimal dua kali per shift; penerapan sistem reward and punishment; peningkatan frekuensi pelatihan K3 menjadi minimal tiga bulan sekali; serta penerapan permit work at height dan hot work permit.
3. **Alat Pelindung Diri (APD):** Melengkapi ketersediaan APD yang sesuai dengan potensi bahaya seperti sarung tangan cut-resistant, full body harness dengan double lanyard, safety shoes steel toe, serta APAR dan fire blanket untuk antisipasi kebakaran.

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi metode HIRADC, FMEA, dan 5 Why terbukti efektif dalam memberikan gambaran risiko yang komprehensif pada pekerjaan erection girder.

ANALISIS DAN PENERAPAN METODE HIRADC DAN FMEA DALAM
PENGENDALIAN RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) PADA
PEKERJAAN ERECTION DI PROYEK KONSTRUKSI PT ADHI KARYA (PERSERO)
TBK.

HIRADC memetakan level risiko, FMEA menentukan prioritas berdasarkan RPN, dan 5 Why menggali akar penyebab hingga ke level manajemen. Hasil ini sejalan dengan penelitian Fairussihan dan Setiono (2023) yang menemukan 12 variabel potensi bahaya dengan 5 risiko tinggi pada proses perbaikan kapal, serta penelitian Tanisri et al. (2022) yang menemukan banyak potensi bahaya pada industri kerupuk. Namun, tingkat risiko yang ditemukan dalam penelitian ini jauh lebih tinggi (80% Extreme) dibandingkan penelitian-penelitian tersebut, yang disebabkan oleh karakteristik pekerjaan erection girder yang melibatkan beban berat (hingga puluhan ton), ketinggian (pier head >10 meter), dan peralatan berat dengan konsekuensi fatal jika terjadi kegagalan.

Penelitian ini juga memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 350, lebih rendah dibandingkan penelitian Fatullah (2022) yang mencapai 490 pada aktivitas lifting by crane. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan karakteristik objek penelitian dan parameter penilaian yang digunakan. Namun, temuan akar penyebab utama berupa faktor manajerial menjadi kontribusi penting penelitian ini, menunjukkan bahwa kecelakaan kerja pada pekerjaan erection girder sebenarnya dapat dicegah jika manajemen perusahaan lebih serius dalam menerapkan sistem K3, mulai dari pembuatan SOP, pengawasan APD, penyediaan peralatan safety, hingga perubahan budaya kerja.

Kesimpulan:

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai analisis dan penerapan metode HIRADC dan FMEA dalam pengendalian risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada pekerjaan erection girder Proyek Tol Solo-Jogja Paket 2.2 PT Adhi Karya (Persero) Tbk., dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

Proses identifikasi bahaya menggunakan metode HIRADC menunjukkan bahwa hampir seluruh tahapan pekerjaan erection girder di PT Adhi Karya memiliki potensi bahaya kerja yang bersumber dari faktor mekanis, fisik, dan ergonomi. Potensi bahaya tersebut ditemukan pada 11 tahapan pekerjaan meliputi lifting girder ke multiaxle, mobilisasi girder, pemasangan lifting frame, peletakan bearing pad, load test crane, lifting girder ke pier head, swing crane girder, positioning girder, peletakan girder ke bearing pad, bracing girder, dan pelepasan lifting frame. Jenis bahaya yang dominan meliputi risiko sling putus atau terlepas, jatuh dari ketinggian, tangan atau kaki terjepit, pekerja berada di bawah beban tergantung, kehilangan keseimbangan, serta kebakaran akibat percikan api.

Hasil penilaian risiko menggunakan metode HIRADC menunjukkan bahwa dari total 30 potensi bahaya prioritas yang dianalisis, sebagian besar berada pada kategori risiko Extreme dan High. Tingkat risiko Extreme mendominasi dengan persentase 80% atau sebanyak 24 potensi bahaya, sedangkan tingkat risiko High sebesar 20% atau sebanyak 6 potensi bahaya. Tidak ditemukan potensi bahaya pada kategori Moderate maupun Low. Kondisi ini sejalan dengan data kecelakaan kerja perusahaan dalam kurun waktu tiga tahun terakhir, di mana kasus kecelakaan paling banyak terjadi pada tahapan lifting, positioning, dan bracing dengan dampak cedera berat hingga fatal. Hal tersebut mengindikasikan bahwa risiko kecelakaan kerja pada pekerjaan erection girder masih sangat signifikan dan memerlukan pengendalian yang lebih optimal dan segera.

Berdasarkan analisis FMEA, seluruh 30 mode kegagalan atau 100% memiliki nilai RPN di atas 200 yang termasuk dalam kategori Prioritas Sangat Tinggi. Nilai RPN tertinggi sebesar 350 ditemukan pada lima mode kegagalan, yaitu sling terlepas dari titik angkat, pekerja jatuh saat naik ke atas girder, tangan di area jepit girder dan pier, tangan atau kaki terjepit antara girder dan bearing pad, serta pekerja kehilangan keseimbangan saat bekerja di atas girder. Nilai RPN yang sangat tinggi ini disebabkan oleh kombinasi Severity level 10 yang berarti kematian tanpa peringatan, Occurrence yang cukup sering terjadi, serta Detection yang sulit dideteksi sebelum kejadian.

Analisis akar masalah menggunakan metode 5 Why menemukan bahwa kecelakaan kerja pada pekerjaan erection girder tidak hanya disebabkan oleh faktor teknis atau kelalaian pekerja semata, tetapi juga oleh kelemahan sistem manajemen K3. Faktor-faktor tersebut meliputi tidak adanya SOP inspeksi rigging dari manajemen, lemahnya sistem pengawasan kepatuhan APD, ketersediaan APD yang tidak lengkap dan tidak sesuai dengan potensi bahaya, budaya kerja yang lebih mengutamakan target produksi daripada keselamatan, kurangnya kompetensi dan pelatihan supervisor, serta kurangnya investasi perusahaan pada peralatan safety.

Berdasarkan hasil risk control, pengendalian risiko dirumuskan berdasarkan hirarki K3 yang meliputi eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, administratif, dan APD. Rekayasa teknik menjadi pengendalian yang paling banyak direkomendasikan karena efektif mengisolasi pekerja dari bahaya tanpa bergantung pada perilaku pekerja, sementara APD tetap diperlukan sebagai last line of defense. Pengendalian administratif diterapkan untuk seluruh potensi bahaya karena pelatihan dan SOP selalu diperlukan. Lima prioritas tertinggi yang memerlukan tindakan segera adalah sling terlepas dari titik angkat, pekerja jatuh saat naik ke atas girder, tangan di area jepit girder dan pier, tangan atau kaki terjepit antara girder dan bearing pad, serta pekerja kehilangan keseimbangan saat bekerja di atas girder.

Secara keseluruhan, penerapan metode HIRADC dan FMEA serta pendekatan analisis akar masalah menggunakan metode 5 Why terbukti efektif dalam mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, menentukan prioritas pengendalian, serta merumuskan rekomendasi yang komprehensif pada pekerjaan erection girder Proyek Tol Solo-Jogja Paket 2.2 PT Adhi Karya. Integrasi ketiga metode ini dapat menjadi dasar yang sistematis bagi perusahaan dalam meningkatkan implementasi K3 dan mendukung terciptanya lingkungan kerja yang lebih aman, sehat, dan produktif.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfitra, M. M., Indah, S., & Sari, K. (2023). Penilaian risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada proses grinding di PT Inka (Persero) menggunakan metode failure mode and effect analysis (FMEA) dan root cause analysis (RCA). *Jurnal Teknik Industri*, 1(1), 46–57.
- Angelin, D. A., & Suparjo. (2024). Analisis sistem manajemen K3 melalui pendekatan metode HIRARC dan job safety analysis (Studi kasus PT XYZ). *Jurnal Teknik Industri Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*, 27(2), 15–26.
- Azizah, N., & Prabowo, H. (2023). Manajemen risiko K3 pada industri migas. *Jurnal Teknik Industri*, 8(1), 1–10.
- Dan, H., Di, H., Fabrikasi, A., Akbar, K. M., & Jufriyanto, M. (2027). Analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja menggunakan metode. *Jurnal Teknik*, 4(4), 2027–2034.
- Dwisetiono, & Fairussihan, J. D. (2020). Analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menggunakan metode HIRARC pada proses perbaikan kapal tugboat (Studi kasus PT Marga Surya Shipindo, Samarinda pada jasa UMKM Yuli Laundry). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 4(2), 45–55.
- Fairussihan, J. D., & Setiono, D. (2023). Analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada proses perbaikan kapal di PT Dock dan Perkapalan Surabaya menggunakan metode HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control). *Zona Laut: Jurnal Inovasi Sains dan Teknologi Kelautan*, 4(1), 23–29. <https://doi.org/10.62012/zl.v4i1.18977>
- Fauzan, R., & Utami, D. (2023). Penerapan FMEA pada sistem distribusi energi. *Jurnal Teknik Energi*, 7(1), 50–60.
- Gunawan, T. I., Rizqi, A. W., Industri, T., Teknik, F., & Gresik, U. M. (2025). Analisis tingkat risiko kesehatan dan keselamatan kerja dengan menggunakan metode HAZOP di PT FJM. *Jurnal Teknik Industri*, 8, 2078–2083.
- Jannah, M. R., Unas, S. E., & Hasyim, M. H. (2021). Analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) melalui pendekatan HIRADC dan metode job safety analysis pada studi kasus proyek pembangunan menara X di Jakarta. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya*, 12(3), 1138–1145.

ANALISIS DAN PENERAPAN METODE HIRADC DAN FMEA DALAM
PENGENDALIAN RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) PADA
PEKERJAAN ERECTION DI PROYEK KONSTRUKSI PT ADHI KARYA (PERSERO)
TBK.

- Juraman, M. F. T., & Beatrix, M. (2023). Evaluasi penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menggunakan metode HIRARC pada proyek preservasi jalan rigid pavement Babat-Lamongan-Gresik. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, 3(1), 463–473.
- Lestari, & Kurniawan. (2021). Evaluasi kegagalan sistem kerja berbasis FMEA. *Jurnal Sistem Industri*, 5(2), 88–97.
- Monoarfa, V., & Miolo, R. N. B. (2022). Penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menggunakan metode HIRARC pada UMKM pabrik tahu. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 1–6.
- Nadilazulpa. (2023). Analisis risiko K3 ketinggian pengecoran pipa beton berdiameter 3500 menggunakan metode HIRARC di PT Bonna Indonesia. *SISTEMIK: Jurnal Ilmiah Nasional Bidang Ilmu Teknik*, 11(1), 41–47.
- Pagoray, G. L. (2022). Penilaian risiko K3 dengan metode HIRARC dan safety policy pada preservasi jalan Oransbari-Mameh di Kabupaten Manokwari. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 22(3), 475–486.
- Prabowo, H., & Setiawan, A. (2024). Analisis risiko distribusi BBM berbasis metode terintegrasi. *Jurnal Teknik Migas*, 9(2), 112–125.
- Pratama, F., Ismiah, E., & Rizqi, A. W. (2022). Analisis risiko (K3) metode identifikasi bahaya penilaian risiko dan pengendalian risiko (HIRARC) di departemen laboratorium PT ABC. *Jurnal Ilmiah GIGA*, 25(2), 88–95.
- Pratama, Y., & Hidayat, F. (2023). Identifikasi dan pengendalian risiko K3 menggunakan metode HIRADC. *Jurnal Teknik Industri*, 6(1), 30–40.
- Putra, A., dkk. (2020). Analisis risiko produksi menggunakan metode FMEA. *Jurnal Teknik Manufaktur*, 4(1), 20–28.
- Putri, D., Asril, & Yulianto, B. (2021). Analisis keselamatan kesehatan kerja (K3) terhadap risiko bahaya lingkungan fisik dengan metode HIRARC di rumah potong hewan Kota Pekanbaru tahun 2020. *Media Kesmas (Public Health Media)*, 1(2), 216–225.
- Ramadhan, A., & Fauzan, M. (2022). Analisis risiko K3 pada industri manufaktur menggunakan metode FMEA. *Jurnal Teknik Manufaktur*, 5(2), 45–55.
- Risiko, A., Dan, K., Kerja, K., Namangge, S., Punuhsingon, C. S. C., Neyland, J. S. C., Teknik, J., Fakultas, M., Universitas, T., & Ratulangi, S. (n.d.). Analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja pada perusahaan bongkar muat menggunakan metode hazard and operability study (HAZOP). *Jurnal Tekno Mesin*, 9(2), 121–130.
- Saputra, B. R., & Widodo, I. D. (2023). Analisis pengendalian risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dengan metode failure mode and effect analysis (FMEA) di PT ABC. *Jurnal Manajemen Pemasaran dan Manajemen Industri (JMPM)*, 7(2), 128–140.
- Syahputra, D., & Azizah, N. (2022). Analisis risiko K3 terintegrasi menggunakan HIRADC dan FMEA. *Jurnal Teknik Industri Terapan*, 3(2), 75–85.
- Tanisri, R. H. A., Kharisno, & Siregar, D. (2022). Pengendalian bahaya dan risiko K3 menggunakan metode HIRADC dan FTA pada industri kerupuk. *Journal of Industrial and Engineering System (JIES)*, 3(2), 128–139.
- Wibowo, A., & Santoso, R. (2021). Evaluasi risiko keselamatan dan kesehatan kerja pada terminal BBM. *Jurnal Teknik Migas*, 6(2), 88–97.
- Yogyakarta, U. T., Apsari, A. E., & Yogyakarta, U. T. (2024). Analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menggunakan metode failure mode and effect analysis (FMEA) dan fault tree analysis (FTA). *Jurnal Teknik Industri*, 2(1), 55–65 ma.