

Penerapan Metode HIRARC Dan HAZOP Dalam Mengidentifikasi Potensi Bahaya Di Area Fabrikasi

Mohammad Syabib Ravi Newazali¹, Moh. Jufriyanto²

^{1,2}) Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik

Jl. Sumatera No. 101, GKB, Gresik, Jawa Timur, 61121.

Email: mohsyabibravinewazali@gmail.com¹, jufriyanto@umg.ac.id²

ABSTRAK

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) memiliki peran penting dalam menjamin keberlanjutan proses produksi, khususnya pada area fabrikasi yang sarat dengan bahaya mekanis dan operasional. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi potensi bahaya di area fabrikasi PT ABC melalui kombinasi metode *Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC) dan *Hazard and Operability Study* (HAZOP). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara, serta peninjauan dokumen kecelakaan selama Mei - Juni 2025. Hasil analisis menunjukkan bahwa lima kategori kecelakaan utama meliputi luka robek, benturan *sling crane*, luka bakar percikan las, terpeleset, dan tersandung. Penilaian HIRARC menemukan bahwa 80% risiko berada pada kategori sedang, sedangkan risiko tertinggi terdapat pada operasi crane dengan nilai 15. HAZOP mengidentifikasi deviasi seperti *unstable load*, *wrong position*, *excess spray*, dan *inadequate ventilation*. Integrasi kedua metode memberikan gambaran risiko yang lebih komprehensif dibandingkan pendekatan tunggal, sekaligus menegaskan bahwa kombinasi HIRARC dan HAZOP pada area fabrikasi masih jarang diterapkan dalam penelitian sebelumnya. Temuan ini memberikan dasar bagi penyusunan strategi pengendalian yang lebih tepat sasaran untuk meningkatkan efektivitas manajemen K3 di PT ABC.

Kata kunci: HIRARC, HAZOP, Fabrikasi, Kecelakaan Kerja, Pengendalian Risiko

ABSTRACT

Occupational Health and Safety (OHS) is essential for maintaining production continuity, especially in fabrication areas where mechanical and operational hazards are prominent. This study aims to evaluate workplace hazards in the fabrication area of PT ABC using a combination of the Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) and Hazard and Operability Study (HAZOP) methods. Data were collected through field observations, interviews, and reviews of accident documentation conducted between May and June 2025. The results indicate five major accident categories: lacerations, crane sling impact injuries, welding burns, slips, and trips. HIRARC analysis shows that 80% of risks fall into the medium category, while the highest risk—15—is associated with crane operations. HAZOP reveals several deviations, including unstable load, wrong position, excess spray, and inadequate ventilation. The integration of HIRARC and HAZOP provides a more comprehensive hazard assessment than single-method approaches and underscores that this combined analysis remains limited in fabrication-related studies. These findings provide a foundation for developing more targeted control strategies to enhance OHS performance at PT ABC.

Keywords: HIRARC, HAZOP, Fabrication, Workplace Accidents, Risk Control

Pendahuluan

Area fabrikasi merupakan salah satu lingkungan kerja dengan tingkat risiko kecelakaan yang tinggi karena melibatkan pengoperasian mesin berkecepatan tinggi, proses pemotongan logam, pengelasan, serta aktivitas pengangkatan beban menggunakan *crane* [1]. Kondisi tersebut menimbulkan potensi bahaya mulai dari cedera mekanis, paparan asap dan panas, hingga kecelakaan akibat beban yang tidak stabil [2]. Data kecelakaan kerja di PT ABC menunjukkan bahwa kasus luka robek, terpeleset, tersandung, luka bakar, serta benturan akibat *sling crane* masih sering terjadi, sehingga menunjukkan bahwa pengendalian risiko yang tersedia belum berjalan optimal [3].

Meskipun perusahaan telah menerapkan sejumlah prosedur keselamatan, berbagai insiden yang muncul memperlihatkan bahwa evaluasi K3 yang dilakukan masih terbatas pada inspeksi rutin dan pelaporan insiden [4]. Pendekatan tersebut belum mampu menggambarkan potensi bahaya secara komprehensif pada tiap proses fabrikasi, khususnya terkait penyimpangan operasional yang dapat terjadi selama aktivitas produksi [5]. Kondisi ini menimbulkan kebutuhan untuk melakukan analisis risiko yang lebih sistematis dan terukur [6]. Dalam

praktiknya, implementasi K3 di area fabrikasi masih menghadapi sejumlah tantangan, seperti kurangnya pengawasan harian [7], ketidakpatuhan sebagian pekerja terhadap prosedur keselamatan [8], keterbatasan fasilitas pengendalian, serta belum adanya evaluasi menyeluruh di setiap tahapan proses kerja [9]

Kondisi tersebut menyebabkan kecelakaan tetap terjadi meskipun fasilitas keselamatan telah disediakan [10]. Insiden yang umum dijumpai meliputi luka bakar akibat percikan api, iritasi mata dari asap pengelasan, dan gangguan pernapasan saat pemotongan material. Sehingga diperlukan metode evaluasi risiko yang lebih komprehensif dan terstruktur [11].

Salah satu metode yang digunakan untuk menilai risiko kerja secara sistematis adalah *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) [12]. Yang berfokus pada identifikasi bahaya, penilaian tingkat risiko, dan penentuan langkah pengendalian [13]. Selain itu, metode *Hazard and Operability Study* (HAZOP) memberikan analisis lebih mendalam terhadap potensi deviasi operasional melalui penggunaan kata kunci seperti “lebih”, “kurang”, atau “tidak” untuk mengidentifikasi penyebab, dampak, dan rekomendasi perbaikan [14]. HIRARC menyediakan pemetaan risiko yang terukur, sedangkan HAZOP mengungkap penyimpangan proses yang sering menjadi pemicu kecelakaan [15].

Penerapan kedua metode secara terintegrasi diharapkan dapat meningkatkan efektivitas manajemen K3 melalui analisis risiko yang lebih sistematis, pembaruan prosedur kerja, peningkatan kepatuhan pekerja, serta penurunan angka kecelakaan di lingkungan produksi [16]. Selain memperkuat budaya keselamatan, langkah ini juga mendukung terciptanya lingkungan kerja yang aman, produktif, dan berkelanjutan bagi seluruh tenaga kerja [17].

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk menilai potensi bahaya pada area fabrikasi PT ABC. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung dan peninjauan dokumen kecelakaan kerja. Observasi dilaksanakan selama 41 hari kerja dengan durasi rata-rata 8 jam per hari, mencakup seluruh aktivitas utama produksi. Sebanyak 60 operator dari bagian *frais*, *crane*, pengelasan, pembubutan, dan perakitan diikutsertakan sebagai responden utama dalam identifikasi bahaya. [18].

Data primer diperoleh melalui pengamatan proses kerja, pencatatan kondisi mesin, perilaku pekerja, serta pengukuran kondisi lingkungan kerja. Sementara itu, data sekunder meliputi laporan kecelakaan, *Standard Operating Procedure* (SOP), dan dokumen inspeksi keselamatan. Penelitian ini juga menggunakan beberapa alat bantu analisis, seperti *checklist* HIRARC, form HAZOP dengan kata kunci (*guide words*), serta lembar observasi aktivitas kerja. [19].

Proses analisis risiko dilakukan melalui tahapan *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC). Tahap identifikasi bahaya mencakup penelaahan setiap aktivitas kerja berdasarkan aspek manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan [20]. Pada tahap penilaian risiko, nilai *likelihood* (L) dan *severity* (S) diberikan berdasarkan pengamatan aktual di lapangan. Skor risiko dihitung melalui perkalian $L \times S$, kemudian diklasifikasikan ke dalam kategori rendah, sedang, atau tinggi. [21]

Selain itu, metode *Hazard and Operability Study* (HAZOP) diterapkan untuk mengidentifikasi deviasi operasional dari kondisi normal. Setiap proses dianalisis menggunakan kata kunci seperti *more*, *less*, *no*, dan *other than* untuk menemukan potensi penyimpangan, penyebab, konsekuensi, serta rekomendasi pengendalian. Analisis HAZOP dilakukan melalui diskusi terarah (*focused group discussion*) bersama tiga personel K3 dan dua operator senior guna memastikan interpretasi deviasi sesuai kondisi di lapangan. [22].



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Tabel 1. Ringkasan Data Kecelakaan Kerja PT. ABC Mei – Juni 2025

No	Jenis Kecelakaan	Jumlah Kasus	Penyebab Utama	Tingkat Keparahan
1	Terkena Goresan Mata Pisau <i>Frais</i>	1	Tidak Memakai Sarung Tangan <i>Safety</i>	Tinggi
2	Terkena <i>Sling</i> Rantai <i>Crane</i>	1	Pekerja Tidak Menggunakan <i>Webbing Sling</i> Yang Di Isyaratkan	Tinggi
3	Terpecik Elektroda Las	1	Pekerja Tidak Menggunakan Pelindung Diri Kap las	Ringan
4	Terpeleset Oleh Oli	1	Oli Tercecer	Ringan
5	Terpelosok Kedalam Lubang	1	Berlubang	Ringan

Sumber : Hasil Rekapitan PT. ABC

Tabel 2. Penilaian Risiko

Skala	Dampak <i>Severity</i>				
Kemungkinan/ <i>Likelihood</i>	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

Risiko Tinggi / High Risk: 15-25 Kegiatan tidak boleh dilaksanakan atau dilanjutkan sampai risiko telah tereduksi. Jika tidak memungkinkan mereduksi risiko, maka pekerjaan harus segera dihentikan

Risiko Sedang / Medium Risk: 5-12 Perlu pendekatan yang direncanakan untuk mengendalikan bahaya dan berlaku tindakan sementara jika diperlukan

Risiko Rendah / Low Risk: ≤ 4 Risiko dapat diterima dan pengendalian tambahan tidak diperlukan

Setelah proses penilaian dilakukan, nilai risiko dimasukkan ke dalam matriks risiko untuk menentukan tingkat bahaya dari setiap potensi kecelakaan yang telah teridentifikasi. Skala penilaian pada matriks tersebut ditampilkan pada tabel berikut. Apabila nilai ≤ 4 , risiko dinilai masih berada pada batas yang dapat diterima sehingga tidak membutuhkan tindakan pengendalian tambahan[23]. Untuk nilai 5–12, risiko memerlukan pengendalian yang lebih terencana serta kemungkinan penerapan tindakan sementara jika dibutuhkan. Sementara itu, nilai 15–25 menunjukkan bahwa aktivitas tidak boleh dilakukan atau dilanjutkan sebelum tingkat risikonya berhasil diturunkan; apabila pengurangan risiko tidak memungkinkan, maka pekerjaan harus dihentikan[24].

Sebagai ilustrasi, pada kasus pertama, nilai *likelihood* (L) = 4 dan *consequences* (C) = 4 menghasilkan perhitungan $L \times C = 16$. Nilai ini berada pada zona merah sehingga diklasifikasikan sebagai risiko tinggi. Contoh berikutnya, dengan *likelihood* (L) = 4 dan *consequences* (C) = 3 menghasilkan nilai $L \times C = 12$, yang berada pada zona kuning dan termasuk dalam kategori risiko sedang [25].

Hasil dan pembahasan

Selama periode observasi Mei - Juni 2025, tercatat lima kategori utama kecelakaan kerja di area fabrikasi PT ABC, yaitu luka robek akibat pisau *frais*, benturan lengan dari *sling crane*, luka bakar dari percikan las, cedera akibat terpeleset, serta memar karena tersandung. Pengelompokan ini dilakukan untuk memudahkan identifikasi pola dan sumber bahaya yang dominan pada proses produksi. Hasil penilaian risiko menggunakan HIRARC menunjukkan bahwa empat dari lima insiden berada pada kategori risiko sedang, sedangkan kecelakaan akibat *sling crane* diklasifikasikan sebagai risiko tinggi dengan nilai 15.

Secara agregat, komposisi tingkat risiko menunjukkan bahwa 20% potensi bahaya berada pada tingkat tinggi dan 80% berada pada tingkat sedang. Temuan ini menegaskan bahwa sebagian besar aktivitas masih memiliki potensi bahaya signifikan yang memerlukan tindakan pengendalian terencana, sementara risiko tinggi pada operasi *crane* harus ditangani segera sebelum pekerjaan dilanjutkan. Ringkasan kejadian kecelakaan ditampilkan pada Tabel 1 di bagian metode, dan tabel rekapitulasi lebih lanjut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Identifikasi Bahaya Di PT. ABC

No	Jenis Pekerjaan	Potensi Bahaya	Dampak Utama
1	Proses <i>Frais</i>	pekerja terkenne pisau <i>frais</i>	Luka robek

2	Proses Crane	<i>Sling</i> rantai berputar dan mengenai pekerja	Lengan mengalami benturan langsung dari <i>sling</i> rantai yang berat timbul memar biru keunguan nyeri dan bengkak
3	Proses Pengelasan	pekerja terpapar langsung dengan asap pemotongan	Bisa menyebabkan iritasi, luka, pada bagian kornea, atau kebutaan sementara
4	Proses Pembubutan	Di area pembubutan ada ceceran oli dan menyebabkan luka gores akibat terpeleset	Luka memar, lecet pada bagian tangan / kaki, terkilir, cedera punggung
5	Proses Pengelasan	Di area pengelasan di temukan lubang yang menimbulkan luka memar	Mengalami pembengkakan

Analisis lanjutan dilakukan dengan metode HIRARC menggunakan pendekatan semi-kuantitatif, yaitu mengalikan nilai *Severity* (S) dan *Likelihood* (L) untuk memperoleh skor risiko. Ringkasan penilaian risiko ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Ringkasan Penilaian Risiko Berdasarkan 4 Kategori Kecelakaan

No	Jenis Kecelakaan	Severity (S)	Likelihood (L)	Risk Score	Level
1	Terkena Goresan Mata Pisau <i>Frais</i>	4	3	12	Sedang
2	Terkena <i>Sling</i> Rantai Crane	5	3	15	Tinggi
3	Terpelek Elektroda Las	4	3	12	Sedang
4	Terpeleset	3	3	9	Sedang
5	Terpelosok	2	3	6	Sedang

Kecelakaan akibat *sling crane* merupakan risiko paling serius. Nilai *severity* yang tinggi muncul karena potensi beban jatuh dapat mengakibatkan cedera fatal, sedangkan *likelihood* tetap pada tingkat sedang akibat pola kerja yang berulang setiap hari. Hasil ini mencerminkan rendahnya pemeriksaan *sling*, penggunaan *webbing sling* yang tidak sesuai standar, serta kurangnya pelatihan operator *crane*.

Pada proses *frais*, risiko sedang muncul akibat kontak tidak terkendali antara tangan pekerja dan mata pisau. Penyebab dominan meliputi posisi kerja yang kurang aman, minimnya penggunaan pelindung mesin, serta kepatuhan APD yang belum optimal. Sementara itu, insiden terpeleset disebabkan oleh tumpahan oli di area pembubutan, menunjukkan bahwa praktik housekeeping belum dijalankan secara konsisten.

Proses pengelasan juga menghasilkan risiko sedang, terutama akibat percikan elektroda yang tidak terkendali. Penyebab utama mencakup tidak konsistennya penggunaan pelindung wajah, kabel las yang tidak diperiksa rutin, serta kurangnya pemisahan area las dari bahan mudah terbakar. Analisis lebih lanjut menggunakan metode HAZOP dilakukan untuk mengidentifikasi deviasi dari kondisi operasi normal, penyebab, konsekuensi, serta rekomendasi pengendalian. Hasil analisis HAZOP ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 5. Ringkasan Analisis HAZOP di PT. ABC

No	Jenis Pekerjaan	Devisiasi/Kata Kunci	Konsekuensi	Rekomendasi
1	Proses <i>frais</i>	<i>Wrong Position / Uncontrolled Contact</i>	Tangan tergores, luka dalam, pendarahan	- Gunakan <i>guarding</i> / penutup pelindung - APD anti-cut - Pelatihan prosedur aman
2	Proses <i>crane</i>	<i>Unstable Load / Improper Locking</i>	Beban jatuh dan berpotensi fatal	- Pemeriksaan <i>sling</i> sebelum operasi - Operator <i>crane</i> bersertifikat - Area <i>lifting</i> diberi pembatas - Gunakan <i>welding curtain</i>
3	Proses pengelasan	<i>Excess Spray / Uncontrolled Spark</i>	Luka bakar, iritasi mata, potensi kebakaran	- APD lengkap (sarung tangan, masker, apron) - Pengecekan kabel & <i>holder</i>
4	Proses pembubutan	<i>Misalignment / Excess Speed</i>	Benda kerja terlempar, cedera serius	- Pastikan <i>chuck</i> terkunci kuat - Operator tidak memakai baju longgar - <i>Guarding</i> mesin dipasang - Gunakan <i>exhaust fan</i> dan ventilasi memadai
5	Proses pengelasan	<i>Inadequate Ventilation / Excess Fume</i>	Gangguan pernapasan, iritasi mata, paparan gas kimia	- Respirator sesuai standar - Pemeriksaan kualitas udara

Hasil HAZOP menunjukkan berbagai deviasi proses yang berkaitan erat dengan temuan HIRARC. Pada proses *crane*, deviasi utama berupa *unstable load* dan *improper locking* mengindikasikan ketidakstabilan muatan dan teknik penguncian yang tidak tepat. Deviasi ini berpotensi menyebabkan beban terlepas, sehingga selaras dengan kategori risiko tinggi pada hasil HIRARC.

Proses *frais* menunjukkan deviasi *wrong position* dan *uncontrolled contact*, yang terjadi ketika operator menempatkan tangan terlalu dekat dengan mata pisau atau ketika benda kerja tidak terpasang dengan benar. Dampaknya dapat berupa luka robek dan pendarahan.

Dalam proses pengelasan, deviasi *excess spray* dan *uncontrolled spark* menunjukkan penyimpangan dari parameter kerja normal, berpotensi menimbulkan luka bakar dan risiko kebakaran. Faktor pemicu antara lain kondisi peralatan yang tidak diperiksa, serta disiplin penggunaan APD yang rendah.

Sedangkan pada proses pembubutan, deviasi *misalignment* dan *excess speed* muncul akibat benda kerja yang tidak terjepit sempurna pada chuck atau pengaturan kecepatan mesin yang tidak sesuai. Kondisi ini dapat menyebabkan benda kerja terlepas dan mencederaikan operator. Pada area pengelasan dengan ventilasi terbatas, deviasi *inadequate ventilation* dan *excess fume* merupakan temuan utama. Paparan asap dan gas berlebih memiliki risiko jangka panjang berupa gangguan pernapasan dan iritasi mata. Minimnya sistem pembuangan udara dan ketidakpatuhan penggunaan respirator memperburuk kondisi tersebut.

Integrasi kedua metode menghasilkan gambaran risiko yang lebih komprehensif. Risiko tinggi pada operasi *crane* yang diperoleh melalui HIRARC terbukti konsisten dengan deviasi teknis signifikan pada HAZOP, seperti *unstable load* dan *improper locking*. Hal ini menunjukkan bahwa akar masalah tidak hanya terkait perilaku pekerja, tetapi juga kondisi teknis *sling* dan ketepatan metode pengangkatan.

Demikian pula, risiko sedang pada proses pengelasan dan *frais* sejalan dengan deviasi HAZOP seperti *excess spray*, *wrong position*, dan *uncontrolled spark*. Hubungan ini menegaskan bahwa kecelakaan tidak hanya dipicu oleh faktor manusia, tetapi juga kondisi mesin, inspeksi peralatan, ventilasi, dan *housekeeping*.

Secara keseluruhan, temuan penelitian menunjukkan bahwa peningkatan disiplin penggunaan APD, pemeriksaan rutin peralatan, perbaikan ventilasi, serta penerapan *machine guarding* merupakan intervensi teknis yang diperlukan untuk menurunkan risiko secara signifikan. Pengendalian administratif seperti penguatan SOP, pelatihan operator, dan penataan alur kerja juga menjadi faktor penting untuk memutus rantai penyebab kecelakaan.

Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa proses fabrikasi di PT ABC memiliki potensi bahaya yang signifikan, dengan kecelakaan kerja terbesar terjadi pada lima kategori utama: luka robek akibat mata pisau *frais*, benturan lengan akibat *sling crane*, luka bakar dari percikan las, cedera akibat terpeleset, serta memar karena tersandung. Hasil penilaian HIRARC menunjukkan bahwa 80% risiko berada pada kategori sedang, sedangkan risiko tertinggi ditemukan pada operasi *crane* dengan nilai 15, yang berkaitan dengan beban tidak stabil dan teknik penguncian yang tidak tepat.

Analisis HAZOP mengungkap bahwa setiap proses memiliki deviasi operasional yang jelas, seperti *wrong position*, *unstable load*, *excess spray*, *misalignment*, dan *inadequate ventilation*. Deviasi ini memperlihatkan bahwa akar penyebab kecelakaan tidak hanya berasal dari perilaku pekerja, tetapi juga dari kelemahan pengendalian teknis, kurangnya inspeksi peralatan, serta tidak memadainya prosedur operasional di area produksi.

Upaya pengendalian risiko prioritas meliputi peningkatan disiplin penggunaan APD, inspeksi rutin *sling* dan peralatan las, penerapan *machine guarding* pada mesin *frais* dan bubut, peningkatan sistem ventilasi, serta pelatihan operator *crane* dan *welder*. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan evaluasi kuantitatif terhadap frekuensi kecelakaan dalam rentang waktu lebih panjang serta penerapan metode analisis lanjutan seperti *Bow-Tie* atau *Fault Tree Analysis* (FTA) guna memperdalam identifikasi akar penyebab secara sistematis.

Daftar Pustaka

- [1] D. Oleh, "Disusun Oleh:," *Anal. Potensi Bahaya Pada Area Produksi Dan Finish. Dengan Pendekatan Hazard Identif. Risk Assesment Dan Job Saf. Anal. (Studi Kasus Dep. Produksi Pt Aneka Adhilogam Karya*, 2024.
- [2] P. Studi, T. Industri, P. Sarjana, F. T. Industri, And U. I. Indonesia, "Analisis Potensi Bahaya Dan Penilaian Risiko K3 Dengan Metode Hazard Identification And Risk Assesment (Hira) Dan Job Safety Analysis (Jsa) D I Bengkel Las ' Trisno Rapi ,' " 2025.
- [3] S. P. Collins *Et Al.*, "Analisa Kecelakaan Kerja Job Pertamina-Medco E&P Tomori Sulawesi (Job Tomori) Tahun 2014-2022 Dengan Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control (Hirarc) Dan Systematic Cause Analysis Technique (Scat) Tugas," Pp. 167–186, 2021.
- [4] Dkk Dzulfian Syafrian, "Analisis Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Dalam Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Pt Pln Ulp Kersik Tuo, Kayu Aro, Kerinci, Jambi," *Sustain.*, Vol. 11, No. 1, Pp. 1–14, 2025, [Online]. Available: [Http://Scioteca.Caf.Com/Bitstream/Handle/123456789/1091/Red2017-Eng-](http://Scioteca.Caf.Com/Bitstream/Handle/123456789/1091/Red2017-Eng-)

- 8ene.Pdf?Sequence=12&Isallowed=Y%0ahttp://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Regsciurbeco.2008.06.005%0ahttps://Www.Researchgate.Net/Publication/305320484_Sistem_Pembetulan_Terpusat_Strategi_Melestari
- [5] Nur Fahmi DwiYansah, Tri Ngudi Wiyatno, And Dwi Indra Prasetya, “Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Metode Hira,” *J. Teknol. Dan Manaj. Ind. Terap.*, Vol. 4, No. 3, Pp. 888–895, 2025, Doi: 10.55826/Jtmit.V4i3.1068.
 - [6] N. Fanny And A. Soviani, “Infokes : Jurnal Rekam Medis Dan Informasi Kesehatan Analisis Manajemen Risiko Di Ruang Filingsud Dr Soediran Mangun Sumarso Wonogiritahun 2020,” *J. Ilm. Rekam Medis Dan Inform. Kesehat.*, Vol. 10, No. 2, Pp. 12–19, 2020.
 - [7] Alege, M. R. Meidianto, N. M. Pasaribu, And Z. A. Z. Ismail, “Jurnal Safety Helmet,” Vol. 2, No. 1, Pp. 92–102, 2025.
 - [8] N. Arofatin And T. E. Sandari, “Peningkatan Kualitas Layanan Jasa Perbaikan Kapal Di Pt Ganesha Energi Indonesia Melalui Audit Kepatuhan Terhadap Implementasi Standar Operasional Prosedur (Sop),” *J. Masharif Al-Syariah J. Ekon. Dan Perbank. Syariah*, Vol. 9, No. 5, Pp. 3595–3608, 2024, [Online]. Available: <https://Journal.Um-Surabaya.Ac.Id/Mas/Article/View/24782>
 - [9] K. R. Andayani And T. A. Rahmanto, “Evaluasi Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Dengan Metode Hiradc Dan Jsa Pada Proses Penyedotan Tinja,” *J. Serambi Eng.*, Vol. X, No. 3, 2025.
 - [10] S. J.I. Pangkey, V. P.K. Lengkong, And R. Trifena Saerang, “Analisis Implementasi Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Sebagaiupaya Terhadap Pencegahan Kecelakaan Kerja Di Pt. Pln (Persero) Up3manado,” *J. Emba*, Vol. 11, No. 4, Pp. 200–211, 2023.
 - [11] I. P. Agus, E. Pratama, M. Toby, And S. Pratika, “Manajemen Risiko Teknologi Informasi Terkait Manipulasi Dan Peretasan Sistem Pada Bank Xyz,” *J. Telemat.*, Vol. 15, No. 2, Pp. 63–70, 2020, [Online]. Available: <https://Journal.Ithb.Ac.Id/Telematika/Article/View/333%0ahttps://Journal.Ithb.Ac.Id/Telematika/Article/Download/333/302>
 - [12] L. Willy Afredo, “Analisis Resiko Kecelakaan Kerja Di Cv. Jati Jepara Furniture Dengan Metode Hirarc (Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control),” *J. Ilm. Tek. Ind. Prima (Juriti Prima)*, Vol. 4, No. 2, 2021, Doi: 10.34012/JuritiPrima.V4i2.1816.
 - [13] A. A. Cholil, S. Santoso, T. R. Syahrial, E. C. Sinulingga, And R. H. Nasution, “Penerapan Metode Hiradc Sebagai Upaya Pencegahan Risiko Kecelakaan Kerja Pada Divisi Operasi Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap,” *J. Bisnis Dan Manaj. (Journal Bus. Manag.)*, Vol. 20, No. 2, Pp. 41–64, 2020, [Online]. Available: <https://Jurnal.Uns.Ac.Id/Jbm/Article/View/54633>
 - [14] S. Wirayudha, “Pengendalian Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Industri Rotan Dengan Menggunakan Metode Hirarc (Studi Kasus : Cv. Farindo),” *Univ. Islam Indones.*, 2024.
 - [15] F. Pulansari And I. Nugraha, “Analysis Of The Application Of The Hirarc Method (Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control) And Hazops (Hazard And Operability Study) In Identifying Potential Hazards And Risks In The Assembling Contractor Company Division,” Vol. 2023, Pp. 177–183, 2023, Doi: 10.11594/Nstp.2023.3625.
 - [16] Damai Illam Tumbur, R. Tamba, And Sri Wahyuni, “Minimalisasi Kecelakaan Kerja Pada Kegiatan Bongkar Muat Petikemas Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment, Dan Determining Control (Hiradc), Job Safety Analysis (Jsa) Dan Hazard And Operability Study (Hazop),” *J. Teknol. Dan Manaj. Ind. Terap.*, Vol. 4, No. 3, Pp. 686–697, 2025, Doi: 10.55826/Jtmit.V4i3.906.
 - [17] R. A. Firdaus, A. Yhuto, And W. Putra, “Scripta Technica : Journal Of Engineering And Applied Technology Peran Karyawan Dalam Budaya Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pt . Yura Putra Pratama,” Vol. 1, No. 2, 2025.
 - [18] Z. A. Sadtomo, “Analisis Pengendalian Risiko Keselamatan Dan kesehatan Kerja (K3) Pada Proses Produksi Garpu Tanah(Studi Kasus Umkm Putra Cendana),” 2024, [Online]. Available: <https://Dspace.Uii.Ac.Id/Bitstream/Handle/123456789/50395/20522025.Pdf?Sequence=1&Isallowed=Y>
 - [19] D. Anastryani, “Analisis Kecelakaan Kerja Di Pt Papertech Indonesia Unit Ii Magelang Dengan Pendekatan Incidence Dan Metode Hira,” Pp. 1–64, 2020.
 - [20] S. Kasus, P. Pt, P. Cakrawala, A. A. Gani, N. Rahdiana, And W. T. Sasmi, “Penerapan Metode Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control (Hirarc) Sebagai Pengendalian Risiko Kecelakaan Kerja,” Vol. 4, No. 4, Pp. 1519–1527, 2025.
 - [21] M. A. Fazariliawan, “Analisis Pengendalian Risiko Operasional Berdasarkan Pendekatan Enterprise Risk Management (Erm) Pada Kampung Batik Giriloyo,” *Univ. Islam Indones.*, Vol. 4, No. March, Pp. 1–19, 2021.
 - [22] S. Namangge, C. S. C. Punuhsingon, And J. S. C. Neyland, “Pada Perusahaan Bongkar Muat Menggunakan Metode Hazard And Operability Study (Hazop) Jurnal Tekno Mesin / Volume 9 Nomor 2 Jurnal Tekno Mesin / Volume 9 Nomor 2,” Vol. 9, Pp. 121–130.

- [23] A. Safitri, D. Mafulla, M. W. Nichlah, R. M. Roykhan, S. Devi, And U. Absor, “Analisis Identifikasi Risiko, Penilaian Risiko Dan Pengendalian Risiko Pada Cv Sinar Jaya Mandiri,” *J. Ilm. Keuang. Akunt. Bisnis*, Vol. 3, No. 2, Pp. 513–518, 2024, Doi: 10.53088/Jikab.V3i2.160.
- [24] F. A. Mas’ud, “Identifikasi Risiko Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Pada Pekerjaan Plesteran Dinding Luar Dengan Metode Hirarc (Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control) (Studi Kasus : Proyek Pediatric Tower Rumah Sakit Jih - Yogyakarta),” 2025.
- [25] La Mboni, “Industrial Engineering Journal – System Latanza Menggunakan Metode Likelihood Dan Consequence Risk Matriks Industrial Engineering Journal – System,” Vol. 02, No. 2, Pp. 78–83, 2024.