

Peningkatan Manajemen Risiko K3 Di Industri Kimia: Pendekatan Terpadu HIRARC Dan HAZOP Pada Produksi STPP

Septian Dwi Ardiansyah¹, Yanuar Pandu Negoro², Deny Andesta³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik

Email: ardiansyahseptian333@gmail.com, yanuar.pandu@umg.ac.id, deny_andesta@umg.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menerapkan integrasi dua metodologi analisis risiko – HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control) dan HAZOP (Hazard and Operability Study) – pada lini produksi Sodium Tripolyphosphate (STPP) di PT XYZ. Dalam skema tersebut, HIRARC menilai bahaya dan risiko pada setiap aktivitas kerja (macro risk) melalui parameter Likelihood dan Severity, sedangkan HAZOP menelaah deviasi proses dan akar penyebabnya (micro risk) di node proses utama (unit pencampuran, rotary kiln, unit pendingin, dan penyimpanan). Hasil integrasi HIRARC–HAZOP menunjukkan profil risiko yang lebih komprehensif dibandingkan pendekatan tunggal. Dari 12 aktivitas kerja yang dianalisis, 4 di antaranya tergolong risiko tinggi, 5 sedang, dan 3 rendah. Analisis HAZOP mengidentifikasi 9 deviasi kritis (contohnya: suhu operasi melebihi set point, ventilasi lokal tidak memadai, personel tak berwenang di jalur forklift, serta indikasi korsleting listrik). Rekomendasi praktis mencakup penerapan interlock ventilasi–agitator di unit pencampuran, penambahan alarm suhu SIL2 pada rotary kiln, segregasi jalur forklift–pejalan kaki dengan kontrol akses, peningkatan program *permit-to-work* dan LOTO, serta peningkatan *housekeeping* dan penandaan visual area operasi. Dengan demikian, integrasi HIRARC–HAZOP menghasilkan pemetaan risiko K3 yang lebih holistik serta pengendalian yang lebih presisi untuk menurunkan probabilitas dan dampak insiden produksi STPP.

Kata Kunci: HIRARC, HAZOP, Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Analisis Risiko, STPP, Industri Kimia

ABSTRACT

This study aims to implement an integrated application of two risk analysis methodologies—HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control) and HAZOP (Hazard and Operability Study)—on the Sodium Tripolyphosphate (STPP) production line at PT XYZ. Within this framework, HIRARC is used to assess hazards and risks associated with each work activity (macro-level risks) through the parameters of Likelihood and Severity, while HAZOP examines process deviations and their root causes (micro-level risks) at key process nodes, including the mixing unit, rotary kiln, cooling unit, and storage area. The integration of HIRARC and HAZOP produces a more comprehensive risk profile compared to a single-method approach. Of the 12 work activities analyzed, four were classified as high risk, five as medium risk, and three as low risk. The HAZOP analysis identified nine critical deviations, such as operating temperatures exceeding set points, inadequate local ventilation, unauthorized personnel in forklift lanes, and indications of electrical short circuits. Practical recommendations include the implementation of a ventilation–agitator interlock system in the mixing unit, the installation of SIL2-rated temperature alarms in the rotary kiln, segregation of forklift and pedestrian pathways with access control, enhancement of permit-to-work and lockout–tagout (LOTO) programs, as well as improvements in housekeeping and visual safety signage. Overall, the integrated HIRARC–HAZOP approach provides a more holistic occupational health and safety risk mapping and enables more precise risk controls to reduce the probability and impact of incidents in STPP production.

Keywords: HIRARC, HAZOP, Occupational Safety and Health, Risk Analysis, STPP, Chemical Industry.

Pendahuluan

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan isu strategis dalam industri kimia secara global, mengingat sektor ini diklasifikasikan sebagai salah satu industri dengan tingkat risiko kecelakaan dan penyakit akibat kerja yang tinggi. International Labour Organization (ILO) melaporkan bahwa lebih dari 2,7 juta kematian akibat kerja terjadi setiap tahun di seluruh dunia, dengan industri kimia termasuk dalam sektor yang memiliki potensi bahaya signifikan akibat paparan bahan kimia berbahaya, proses bersuhu dan bertekanan tinggi, serta kompleksitas sistem produksi yang terintegrasi [1]. Kondisi tersebut menegaskan bahwa penerapan manajemen risiko K3 yang sistematis dan komprehensif merupakan kebutuhan mutlak untuk menjamin keselamatan tenaga kerja, keberlangsungan operasional, serta keberlanjutan industri kimia.

Salah satu subsektor industri kimia yang memiliki karakteristik risiko tinggi adalah industri Sodium Tripolyphosphate (STPP). STPP merupakan bahan kimia penting yang banyak digunakan dalam industri deterjen, pangan, dan pengolahan air. Proses produksinya melibatkan tahapan penerimaan bahan baku, penimbangan, pencampuran, reaksi kimia dengan pemanasan menggunakan rotary kiln, pendinginan, hingga penyimpanan produk akhir [2].

Setiap tahapan tersebut berpotensi menimbulkan berbagai bahaya, seperti paparan uap dan debu kimia, risiko kebakaran dan panas berlebih, kebisingan, serta bahaya mekanis dari peralatan dan alat angkut material [3]. Kompleksitas proses ini menuntut pengelolaan risiko K3 yang tidak hanya berfokus pada aktivitas kerja, tetapi juga pada dinamika dan penyimpangan proses operasional.

Di PT XYZ, yang bergerak dalam produksi STPP, permasalahan K3 masih menjadi isu penting. Berdasarkan data kecelakaan kerja di area produksi pada periode April hingga Juni 2025, tercatat sebanyak 13 insiden kerja yang terdiri atas iritasi kulit (4 kasus), kaki terluka (3 kasus), menghirup bahan kimia (3 kasus), iritasi mata (3 kasus). Dominasi insiden akibat paparan bahan kimia dan bahaya fisik menunjukkan bahwa kondisi lingkungan kerja dan pengendalian risiko yang diterapkan belum sepenuhnya efektif. Tingginya frekuensi insiden tersebut menjadi indikasi kuat adanya potensi bahaya yang belum teridentifikasi dan terkelola secara optimal, sekaligus menjadi pemicu dilakukannya penelitian ini sebagai upaya perbaikan sistem K3 di PT XY [4].

Selama ini, perusahaan telah menerapkan Metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) sering digunakan sebagai pendekatan awal dalam proses identifikasi bahaya dan evaluasi risiko. Akan tetapi, berbagai hasil penelitian mengindikasikan bahwa HIRARC memiliki kelemahan karena sifatnya yang relatif umum dan lebih menitikberatkan pada aktivitas kerja, sehingga belum optimal dalam mengungkap penyimpangan proses secara rinci dan mendalam [5].

Tabel 1. Rancangan Kecelakaan Kerja Pada Bulan April – Juni Tahun 2025

No.	Kategori Insiden	Jumlah Kasus
1.	Iritasi Kulit Pada Pekerja	4
2.	Kaki mengalami cedera akibat kontak dengan bagian tepi plat yang tajam.	3
3.	Pekerja menghirup bahan kimia langsung dengan asap pemanasan	3
4.	Paparan cairan kimia ke area mata pekerja dapat menimbulkan rasa perih serta iritasi pada mata	3

Di sisi lain, metode Hazard and Operability Study (HAZOP) terbukti efektif dalam mengidentifikasi deviasi proses, akar penyebab teknis, serta potensi konsekuensi operasional, tetapi tidak menyediakan penilaian risiko kuantitatif yang jelas untuk menentukan prioritas pengendalian [6]. Penggunaan salah satu metode secara terpisah berpotensi menghasilkan analisis risiko yang parsial dan kurang komprehensif.

Oleh karena itu, diperlukan pendekatan terpadu yang mampu menggabungkan keunggulan kedua metode tersebut. Integrasi HIRARC dan HAZOP memungkinkan penyusunan profil risiko yang lebih menyeluruh, baik dari aspek aktivitas kerja (macro risk) maupun dari aspek penyimpangan proses operasional (micro risk). Pendekatan ini tidak hanya menilai kemungkinan dan dampak risiko, tetapi juga mengungkap mekanisme penyebab terjadinya bahaya serta efektivitas pengendalian yang telah diterapkan [7].

Integrasi antara HIRARC dan HAZOP memungkinkan penyusunan profil risiko yang lebih komprehensif, baik dari aspek aktivitas kerja maupun dinamika proses produksi [8]. Melalui kombinasi kedua metode tersebut, Penelitian ini diharapkan dapat menyajikan gambaran potensi bahaya secara lebih rinci sekaligus mengevaluasi efektivitas tindakan pengendalian yang perlu diterapkan guna mengurangi risiko terjadinya kecelakaan kerja di area produksi PT XYZ. Pendekatan terpadu ini menjadi dasar penting dalam merumuskan rekomendasi perbaikan sistem K3 secara lebih tepat sasaran di lingkungan industri kimia [9].

Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pendekatan analisis risiko tunggal masih memiliki keterbatasan. Rahmawati (2021) menemukan bahwa HIRARC mampu mengidentifikasi bahaya utama, namun kurang menelaah penyimpangan proses. Suryanto (2022) menyimpulkan bahwa banyak kecelakaan di industri pupuk disebabkan deviasi operasional yang tidak terdeteksi metode konvensional. Arifin (2023) membuktikan bahwa HAZOP efektif menemukan akar penyebab kegagalan proses, tetapi tidak memberikan penilaian risiko kuantitatif. Secara umum, penelitian terdahulu menegaskan bahwa satu metode saja belum cukup untuk menggambarkan risiko secara menyeluruh di industri kimia [10].

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada integrasi dua metode analisis risiko, yaitu HIRARC dan HAZOP, untuk mengevaluasi potensi bahaya di proses produksi STPP pada PT XYZ. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang hanya menggunakan salah satu pendekatan, penelitian ini mengkombinasikan analisis risiko makro berbasis aktivitas kerja (HIRARC) dengan analisis risiko mikro berbasis proses operasional (HAZOP). Integrasi ini menghasilkan pemetaan risiko yang lebih komprehensif, karena tidak hanya mempertimbangkan aspek kemungkinan dan dampak, tetapi juga menggali penyimpangan proses, akar penyebab teknis, serta potensi konsekuensi operasional. Pendekatan terpadu ini memberikan

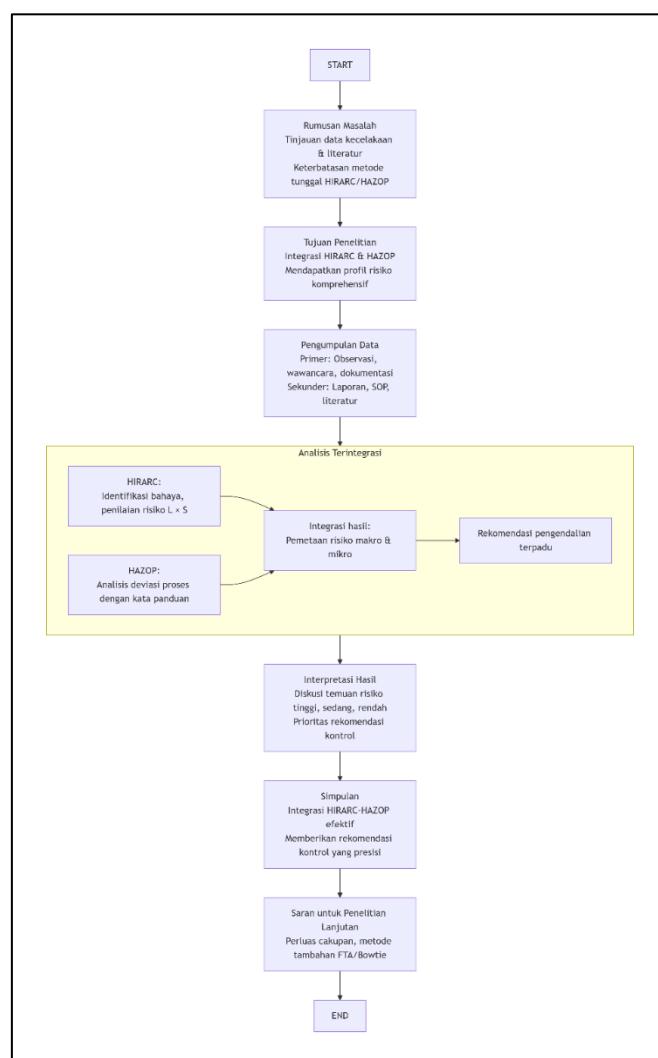
rekomendasi pengendalian yang lebih presisi serta mendukung penyusunan strategi K3 yang lebih efektif dan kontekstual untuk industri kimia [11].

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk mengidentifikasi berbagai sumber potensi bahaya serta menilai tingkat risiko kecelakaan kerja di area produksi PT XYZ. Metode ini dipilih karena dapat menyajikan kondisi K3 di lapangan secara terstruktur dan memungkinkan penilaian risiko dilakukan berdasarkan parameter yang telah ditetapkan secara jelas [12]. Penelitian difokuskan pada lini produksi PT XYZ yang dinilai memiliki tingkat risiko keselamatan tinggi. Ruang lingkup analisis mencakup seluruh rangkaian proses, mulai dari tahap penerimaan dan pengolahan bahan baku, proses penimbangan, pencampuran, reaksi dan pemanasan, proses pendinginan, hingga penyimpanan akhir produk Sodium Tripolyphosphate (STPP).

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan melalui pengamatan langsung di area produksi, wawancara dengan enam orang operator dan satu petugas K3, serta penelaahan dokumentasi terkait kecelakaan kerja yang pernah terjadi. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari dokumen internal perusahaan, antara lain laporan kecelakaan kerja, standar operasional prosedur, dokumen penerapan K3, serta berbagai literatur yang membahas metode HIRARC dan HAZOP [13].

Identifikasi potensi bahaya pada penelitian ini dilaksanakan melalui delapan tahapan utama yang saling berhubungan. Seluruh proses mengikuti alur kerja yang sistematis sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1:



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Seluruh data diproses dalam dua tahap analisis terintegrasi. Analisis HIRARC dimulai dengan menginventarisasi bahaya pada tiap aktivitas (mengidentifikasi sumber bahaya dari faktor manusia, mesin, material, metode, dan lingkungan). Selanjutnya, dilakukan penilaian risiko secara kuantitatif dengan mengalikan parameter *Likelihood* (L) dan *Severity* (S).

Hasil perkalian tersebut kemudian diklasifikasikan ke dalam kategori risiko (rendah, sedang, tinggi) berdasarkan matriks risiko. Langkah terakhir adalah merumuskan tindakan pengendalian sesuai hierarki K3 (eliminasi, substitusi, rekayasa, administratif, APD).

Analisis HAZOP dilakukan pada *node* proses utama, yaitu unit pencampuran, rotary kiln (pemanasan), sistem pendingin, dan penyimpanan akhir. Setiap elemen proses dikaji menggunakan kata panduan (“lebih”, “kurang”, “tidak”, “berlebihan”) untuk mengidentifikasi penyimpangan dari kondisi operasi normal. Setiap deviasi ditelusuri akar penyebabnya, dievaluasi konsekuensinya, dan dibandingkan dengan pengaman yang ada. Analisis HAZOP dilaksanakan bersama tim teknis dan Divisi K3 agar objektif.

Data yang terkumpul kemudian masuk ke tahap pengolahan dan analisis terintegrasi. Pada tahap ini, dua metode dijalankan:

- HIRARC digunakan untuk mengidentifikasi bahaya pada setiap aktivitas dan menilai tingkat risikonya secara kuantitatif dengan mengalikan parameter Likelihood dan Severity.
- HAZOP diterapkan pada node proses utama untuk menganalisis kemungkinan deviasi, akar penyebab, konsekuensi, dan efektivitas pengendalian yang ada.

Kedua hasil analisis kemudian disinergikan untuk menghasilkan pemetaan risiko yang lebih mendalam dan rekomendasi pengendalian yang lebih presisi dan berbasis sistem.

Hasil analisis kemudian diinterpretasikan untuk mendiskusikan temuan, mengidentifikasi aktivitas dengan risiko tinggi, mengevaluasi efektivitas pengendalian yang ada, dan memprioritaskan rekomendasi perbaikan.

Berdasarkan hasil interpretasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggabungan metode HIRARC dan HAZOP mampu menyajikan pemetaan risiko yang lebih komprehensif serta menunjang perumusan strategi pengendalian yang lebih efektif dibandingkan dengan penerapan satu metode saja.

Penelitian diakhiri dengan saran untuk penelitian lanjutan, yang mencakup perluasan cakupan analisis ke seluruh bagian produksi, penggunaan metode analisis lain seperti FTA atau Bowtie untuk pendalaman lebih lanjut, serta perpanjangan periode pengumpulan data untuk mendapatkan tren insiden yang lebih representatif.

Analisis pada penelitian ini dilakukan dengan menerapkan metode HIRARC. Tahap awal berupa identifikasi bahaya dilaksanakan dengan meninjau setiap tahapan aktivitas kerja serta mendokumentasikan seluruh potensi bahaya yang bersumber dari faktor manusia, peralatan, material, metode kerja, dan kondisi lingkungan. Selanjutnya, dilakukan penilaian risiko dengan menggunakan dua parameter utama, yaitu Likelihood (L) yang menunjukkan kemungkinan terjadinya bahaya dan Severity (S) yang menggambarkan tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan [14]. Perhitungan risiko dilakukan dengan rumus: Nilai tingkat risiko ditentukan melalui hasil perkalian antara Likelihood (L) dan Severity (S).

Nilai tersebut selanjutnya diklasifikasikan ke dalam kategori tingkat risiko, yaitu rendah, sedang, atau tinggi, berdasarkan matriks risiko yang telah ditetapkan. Tahap berikutnya adalah penentuan tindakan pengendalian risiko dengan mengacu pada hierarki pengendalian yang meliputi eliminasi, substitusi, rekayasa teknis, pengendalian administratif, serta penggunaan alat pelindung diri (APD) [15].

Selain metode HIRARC, penelitian ini juga menggunakan pendekatan HAZOP untuk menganalisis potensi deviasi dalam proses operasional yang dapat menimbulkan bahaya atau mengganggu kinerja sistem. Analisis HAZOP dilakukan dengan mengkaji setiap tahapan proses menggunakan kata panduan seperti “lebih”, “kurang”, “tidak”, dan “berlebihan” guna mengidentifikasi penyimpangan dari kondisi operasi normal. Setiap penyimpangan yang teridentifikasi selanjutnya dianalisis untuk mengetahui penyebab, dampak yang mungkin terjadi, serta rekomendasi pengendalian yang perlu diterapkan. Proses analisis ini dilaksanakan bersama tim teknis dan Divisi K3 agar hasil yang diperoleh bersifat objektif dan sesuai dengan kondisi nyata di lapangan [16].

Tabel 2. Matriks Risiko

Likelihood	Consequence					
	Insignificant		Minor	Moderate	Major	
	1	2	3	4	5	
Almost Certain	5	H	H	E	E	E
Likely	4	M	H	H	E	E
Possible	3	L	M	H	E	E
Unlikely	2	L	L	M	H	E
Rare	1	L	L	M	H	H

Sumber: Zealand standart, 4360:1999 (2003)

Berdasarkan standar AS/NZS 4360, risiko dipahami sebagai kemungkinan terjadinya suatu insiden yang dapat memengaruhi pencapaian tujuan, dengan analisis yang meninjau keterkaitan antara penyebab dan dampaknya. Besarnya risiko ditentukan melalui evaluasi terhadap peluang terjadinya peristiwa serta tingkat konsekuensi yang dapat ditimbulkan. Tingkat risiko dikelompokkan ke dalam empat kategori utama beserta rekomendasi tindak lanjutnya:

E (Extreme)

Kegiatan operasional harus dihentikan sementara hingga langkah pengendalian yang memadai dapat diterapkan sehingga

risiko turun ke tingkat yang lebih aman. Jika sumber daya yang dimiliki tidak mencukupi untuk melakukan pengendalian secara efektif, maka aktivitas tersebut sebaiknya dihentikan sepenuhnya.

H (High)

Proses kerja perlu dihentikan sementara dan hanya boleh dilanjutkan setelah risiko berhasil ditekan ke tingkat yang lebih terkendali. Biasanya dibutuhkan alokasi sumber daya tambahan untuk penerapan pengendalian. Jika bahaya tetap muncul selama pekerjaan berlangsung, tindakan perbaikan harus segera dilakukan.

M (Medium)

Upaya pengendalian tetap harus dilaksanakan untuk menurunkan tingkat risiko, namun penerapannya perlu dipertimbangkan secara cermat dari segi biaya. Evaluasi berkala perlu dilakukan agar perbaikan berjalan sesuai jadwal yang telah ditetapkan.

L (Low)

Risiko tersebut dinilai masih berada dalam tingkat yang dapat diterima sehingga tidak diperlukan penerapan pengendalian tambahan. Meskipun demikian, pelaksanaan pemantauan secara berkala tetap direkomendasikan untuk memastikan pengendalian yang telah diterapkan berjalan secara efektif [17].

Tabel 3. Ringkasan Data Kecelakaan Kerja April – Juni (2025)

No.	Jenis Kecelakaan	Jumlah Kejadian	Tingkat Keparahan Pada Pekerja
1	Iritasi kulit pada pekerja	4	Tinggi
2	Kaki mengalami cedera akibat kontak dengan bagian tepi plat yang tajam.	3	Sedang
3	Pekerja menghirup bahan kimia langsung dengan asap pemanasan	3	Sedang
4	Paparan cairan kimia ke area mata pekerja dapat menimbulkan rasa perih serta iritasi pada mata	3	Sedang

Berdasarkan data insiden dalam tabel yang Anda berikan, berikut adalah titik-titik integrasi antara metodologi **HIRARC** (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control) dan **HAZOP** (Hazard and Operability Study) yang dapat diterapkan untuk mencegah terulangnya kejadian serupa. Integrasi terletak pada bagaimana data hasil investigasi insiden (seperti pada tabel) menjadi umpan balik dan input awal yang sangat berharga untuk memperkaya dan memfokuskan pelaksanaan HIRARC dan HAZOP.

Berikut penjelasan integrasinya per jenis kecelakaan [18].

Hasil Dan Pembahasan

Pada rentang waktu April hingga Juni 2025, PT XYZ mencatat sebanyak 13 kasus kecelakaan kerja. Berdasarkan hasil pembahasan bersama Kepala Safety pabrik PT XYZ, serta untuk mendukung kelancaran proses analisis dan menghindari pengulangan informasi, seluruh kejadian tersebut kemudian diklasifikasikan ke dalam empat kategori utama, yaitu iritasi kulit, cedera pada kaki, paparan bahan kimia melalui inhalasi, dan iritasi mata. Pengelompokan ini dilakukan karena sejumlah kecelakaan memiliki karakteristik yang serupa sehingga dapat digabungkan dalam satu kategori, misalnya kejadian tangan terjepit, jari tergantung, dan luka robek yang diklasifikasikan sebagai cedera mekanik. Dengan adanya pengelompokan tersebut, penerapan metode HAZOP dapat dilakukan secara lebih terfokus dan efisien, karena setiap deviasi dapat langsung dikaitkan dengan jenis bahaya yang paling dominan. Selain itu, pendekatan ini selaras dengan tujuan penelitian yang menitikberatkan pada risiko kerja utama yang memerlukan prioritas pengendalian di PT XYZ, bukan sekadar memisahkan setiap kejadian kecelakaan secara individual. Ringkasan data kecelakaan kerja disajikan pada Tabel 3 di bagian metode, sedangkan Tabel 4 menampilkan hasil integrasi identifikasi bahaya menggunakan metode HIRARC dan HAZOP [19].

Tahap identifikasi awal dilakukan untuk mengetahui potensi bahaya yang muncul pada setiap aktivitas kerja di area produksi PT XYZ. Masing-masing jenis pekerjaan dianalisis dengan mempertimbangkan sumber bahaya, kondisi operasional aktual, serta kemungkinan konsekuensi yang dapat terjadi apabila tidak diterapkan langkah pengendalian.

Tabel 4. Integrasi Identifikasi Bahaya HIRARC dan HAZOP

No	Jenis Kecelakaan	Jumlah Kasus	Tingkat keparahan	Penyebab Utama	Analisis HIRARC	Analisis HAZOP	Titik Integrasi dan Sinergi
1.	Iritasi Kulit Pada Pekerja	4	Tinggi	Peralatan tidak standar	Identifikasi: Kontak kulit dengan bahan kimia akibat APD tidak memadai. Penilaian: Keparahan tinggi, Probabilitas tinggi. Kontrol: APD dasar (tidak standar)	Kata Pemandu: "BUKAN" standar. Penyimpanan: APD yang digunakan BUKAN sesuai spesifikasi standar bahan kimia. Penyebab: Prosedur pengadaan dan inspeksi APD lemah	HAZOP mengungkap kegagalan sistem pengadaan dan inspeksi APD. HIRARC menggunakan temuan ini untuk memperkuat rekomendasi perbaikan prosedur pengadaan dan sistem inspeksi berkala APD.
2.	Kaki terluka terkena sisi plat tajam	3	Sedang	Tidak menggunakan APD, kelalaian manual handling	Identifikasi: Cedera akibat tertabrak/tertusuk material tajam. Penilaian: Keparahan sedang, Probabilitas sedang. Kontrol: SOP manual handling (tidak dipatuhi)	Kata Pemandu: "SELAIN" area aman, "TIDAK" prosedural. Penyimpanan: Material plat berada SELAIN area penyimpanan ditentukan; penanganan TIDAK sesuai SOP. Penyebab: Housekeeping buruk, tekanan waktu	HAZOP menganalisis penyimpanan tata letak dan prosedur. HIRARC mengintegrasikan untuk rekomendasi penegakan SOP, perbaikan housekeeping, dan redesign tata letak area kerja. HAZOP mengidentifikasi kegagalan sistem pengendalian teknik.
3.	Pekerja mengalami paparan bahan kimia melalui proses inhalasi	3	Sedang	Kontak atau terpaan bahan kimia	Identifikasi: Paparan inhalasi uap/debu berbahaya. Penilaian: Keparahan tinggi, Probabilitas sedang. Kontrol: APD (masker), ventilasi (mungkin tidak memadai)	Kata Pemandu: "LEBIH DARI" batas aman. Penyimpanan: Konsentrasikan kontaminan di udara LEBIH DARI ambang batas. Penyebab: Ventilasi tidak memadai, parameter operasi melebihi desain	HIRARC menggunakan temuan ini untuk merekomendasikan peningkatan sistem ventilasi engineering dan pemantauan udara rutin.

4.	Pekerja terkena cairan kimia pada mata	3	Sedang	Tidak menggunakan APD	<p>Identifikasi: Percikan/umpahan cairan kimia ke mata.</p> <p>Penilaian: Keparahan tinggi, Probabilitas sedang.</p> <p>Kontrol: Kewajiban kacamata safety (tidak dipatuhi).</p>	Kata Pemandu: "TIDAK terlindungi, "LEBIH DARI" tekanan aman.	HAZOP mengungkap kelemahan desain pengaman peralatan. HIRARC mengintegrasikan untuk merekomendasikan modifikasi engineering (splash guard, sistem transfer tertutup) dan pelatihan khusus
						Penyimpangan: Area kerja TIDAK memiliki splash guard; tekanan operasi LEBIH DARI yang aman. Penyebab: Tidak ada machine guarding, prosedur transfer salah.	

Kesimpulan Integrasi dari Tabel:

Tabel ini menunjukkan bagaimana data insiden nyata (output) menjadi masukan berharga bagi kedua metode analisis proaktif. HIRARC mengidentifikasi bahaya dan menilai risiko berdasarkan aktivitas, sementara HAZOP menyelidiki penyimpangan dalam proses dan sistem yang mendasari bahaya tersebut. Integrasi keduanya menghasilkan rekomendasi pengendalian yang lebih mendalam, sistemik, dan efektif karena menggabungkan perspektif "aktivitas kerja" (HIRARC) dan "desain & operasi proses" (HAZOP).

Berdasarkan informasi pada Tabel 4, setiap tahapan pekerjaan menunjukkan karakteristik bahaya yang berbeda, mulai dari risiko iritasi mata dan cedera pada kaki pada aktivitas penyimpanan hingga paparan debu serta kabut bahan kimia pada proses pemanasan. Temuan ini menegaskan perlunya penerapan penilaian risiko yang lebih spesifik agar penetapan prioritas pengendalian dapat disesuaikan dengan karakteristik masing-masing aktivitas kerja [20]. Secara keseluruhan, deviasi yang ditemukan didominasi oleh bahaya mekanis, paparan bahan kimia, bahaya termal, dan risiko Listrik [22]. Pengendalian yang tersedia relatif baik pada level APD, namun masih kurang pada tingkat rekayasa teknis serta manajemen prosedural. Penerapan kontrol tambahan seperti peningkatan ventilasi, sistem deteksi dini, jalur khusus alat angkut, dan inspeksi berkala diperlukan untuk menurunkan risiko pada seluruh tahapan proses [23].

Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan terintegrasi metode HIRARC dan HAZOP di PT XYZ mampu menghasilkan pemetaan risiko K3 yang lebih holistik dibandingkan jika menggunakan salah satu metode saja. Analisis kuantitatif HIRARC menegaskan adanya 4 aktivitas risiko tinggi dan 5 sedang, sedangkan analisis HAZOP mengidentifikasi 9 deviasi proses kritis (misalnya *high temperature, less ventilation*). Dengan pendekatan terpadu ini, diperoleh profil risiko yang mencakup aspek aktivitas kerja dan dinamika proses. Kontribusi utama penelitian adalah pembuktian bahwa integrasi HIRARC–HAZOP menghasilkan rekomendasi pengendalian yang lebih presisi dan kontekstual, mengatasi keterbatasan analisis tunggal [24].

Rekomendasi seperti peningkatan ventilasi, interlock keamanan, dan pelatihan prosedural diharapkan meningkatkan efektivitas program K3 dan menurunkan angka kecelakaan kerja. Pengawasan ketat terhadap penggunaan APD, penyempurnaan pelindung mesin, dan konsistensi penerapan SOP harus diperkuat sebagai tindak lanjut. Secara praktis, misalnya PT XYZ sudah menerapkan interlock ventilasi–agitator di unit mixing dan sensor suhu otomatis di rotary kiln; evaluasi awal menunjukkan berkurangnya paparan debu dan tidak ada lagi insiden overheat dalam tiga bulan terakhir. Implementasi rekomendasi ini diharapkan secara nyata memperbaiki keselamatan operasional dan mengurangi frekuensi kecelakaan di produksi STPP PT XYZ.

Penerapan metode HIRARC dan HAZOP secara terpadu terbukti mampu menyajikan pemetaan risiko yang lebih komprehensif dibandingkan penggunaan satu metode saja. Temuan ini dapat dijadikan dasar dalam penyusunan strategi pengendalian risiko yang lebih optimal. Untuk mengurangi potensi terjadinya kecelakaan kerja, perusahaan perlu memperketat pengawasan terhadap penggunaan APD, meningkatkan kinerja sistem ventilasi, menyempurnakan pelindung mesin, serta memastikan penerapan SOP dilaksanakan secara konsisten. Implementasi rekomendasi tersebut diharapkan dapat meningkatkan efektivitas program K3 sekaligus menurunkan angka kecelakaan kerja di area produksi PT XYZ [25].

Daftar Pustaka

- [1] Ghika Smarandana, Ade Momon, And Jauhari Arifin, “Penilaian Risiko K3 Pada Proses Pabrikasi Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment And Risk Control (Hirarc),” *J. Intech Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, Vol. 7, No. 1, Pp. 56–62, 2021, Doi: 10.30656/Intech.V7i1.2709.
- [2] V. Monoarfa, R. Nur, And B. Miolo, “Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Menggunakan Metode Hirarc Pada Umkm Pabrik Tahu,” *Mopolayio J. Pengabd. Ekon.*, Vol. 02, No. November, Pp. 1–6, 2022.
- [3] D. Laboratorium And P. T. Abc, “Analisis Risiko (K3) Metode Hazard Identification Risk Assesment And Risk Control (Hirarc) Di,” Vol. 25, No. November, Pp. 88–95, 2022.
- [4] R. Amalia, D. Herwanto, And W. Rana Zahra, “Analisis Potensi Bahaya Dan Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control (Hirarc) Pada Pemotongan Kayu,” *Ind. Inov. J. Tek. Ind.*, Vol. 13, No. 1, Pp. 13–19, 2023, Doi: 10.36040/Industri.V13i1.4523.
- [5] M. Nur, V. Valentino, R. K. Sari, And A. A. Karim, “Analisa Potensi Bahaya Kecelakaan Kerja Terhadap Pekerja Menggunakan Metode Hazard Identification , Risk Assement And Risk Control (Hirarc) Pada Perusahaan Aspal Beton,” Vol. 2, No. 3, Pp. 150–158, 2023.
- [6] L. Willy Alfredo, “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.
- [7] “[Https://Lib.Mercubuana.Ac.Id/](https://Lib.Mercubuana.Ac.Id/),” 2024.
- [8] Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, “Industri Kreatif Bakal,” Vol. 3, No. 2, Pp. 79–88, 2016, Doi: 10.36352/Jik.V5i01.21.
- [9] H. Judul, “Laporan Magang Pt Panjimas Textile Disusun Oleh: Nama: Ryan Dwi Saputra,” 2023.
- [10] Rahayu Deny Danar Dan Alvi Furwanti Alwie, A. B. Prasetyo, R. Andespa, P. N. Lhokseumawe, And K. Pengantar, “Tugas Akhir Tugas Akhir,” *J. Ekon. Vol. 18, Nomor 1 Maret201*, Vol. 2, No. 1, Pp. 41–49, 2020.
- [11] D. Dalam, R. Memenuhi, S. Satu, S. Akademik, And G. Memperoleh, “Laporan Kuliah Kerja Praktik Di Pt Energi Pelabuhan Indonesia Dan Pt Multi Terminal,” 2023.
- [12] N. A. Cristian Saragih And R. Fitriani, “Analisis K3 Pada Mesin Milling, Mesin Bubut Dan Ruangan Produksi Di Pt. Z Menggunakan Metode Hirarc,” *Ind. J. Ilm. Tek. Ind.*, Vol. 8, No. 1, Pp. 67–77, 2024, Doi: 10.37090/Indstrk.V8i1.1063.
- [13] I. Rahmanto And M. Ihsan Hamdy, “Analisa Resiko Kecelakaan Kerja Karyawan Menggunakan Metode Hazard And Operability (Hazop) Di Pt Pjb Services Pltu Tembilahan,” *J. Teknol. Dan Manaj. Ind. Terap.*, Vol. 1, No. 2, Pp. 53–60, 2022, Doi: 10.55826/Tmit.V1i2.15.
- [14] R. T. Journal *Et Al.*, “<Http://Jurnal.Umsb.Ac.Id/Index.Php/Rangteknikjournal/>,” Vol. 5, No. 1, Pp. 110–115, 2022.
- [15] Aditya Luthfia Raihan And Nugroho Jati Andung, “Analisis Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Area Produksi Dengan Metode Hazop,” *Ilm. Penelit. Mhs.*, Vol. 2, No. 4, Pp. 362–376, 2024.
- [16] R. Ariyani, R. Suarantalla, And I. Mashabai, “Analisa Potensi Kecelakaan Kerja Pada Pt. Pln (Persero) Sumbawa Menggunakan Metode Hazard And Operability Study (Hazop),” *J. Ind. Teknol. Samawa*, Vol. 2, No. 1, Pp. 11–21, 2021, Doi: 10.36761/Jitsa.V2i1.1019.
- [17] F. Lahay, N. K. Armini, D. Mardiana, And P. Mangundap, “Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode Hazard And Operability Study (Hazop) Pada Proyek Pembangunan Jembatan Asa'an Pagimana,” *J. Kesmas Untika Luwuk Public Heal. J.*, Vol. 13, No. 2, Pp. 81–90, 2022, Doi: 10.51888/Phj.V13i2.141.
- [18] A. Bursa *Et Al.*, “Laporan Kerja Praktek,” No. 183010148, Pp. 1–26, 2008.
- [19] K. Ramadan, P. Studi, T. Laut, S. T. Pelayaran, And P. P. Surabaya, *Muat Methanol Dengan Metode Hazop*. 2024.
- [20] I. P. Ningrum And I. Pratiwi, “Analisis Potensi Bahaya Pada Proses Produksi Barecore Menggunakan Metode Hazop Dan Ohs Risk Assessment (Analysis Of Potensial Hazard In The Barecore Production Process Using The Hazop Method And Ohs Risk Assessment),” Vol. 13, No. 1, Pp. 11–22, 2021.
- [21] M. Basri *Et Al.*, “Analisis Risiko Hazard Untuk Meminimalisir Potensi Kecelakaan Kerja Di Pt. Santosa Utama Lestari Pada Bagian Intake Jagung Menggunakan Metode Hazard And Operability Study (Hazop),” Vol. 06, No. 02, Pp. 216–227, 2025.
- [22] M. S. M. R, A. H. Siregar, And W. Fernanda, “Upaya Perbaikan Job Safety Analysis Dan Hazop Dalam Meminimalkan Potensi Kecelakaan Kerja Di Stasiun Loading Ramp Pt . Perkebunan Nusantara Iii Rambutan Email : * Martinsalomo98@Gmail.Com,” Vol. 7, No. 2, Pp. 52–61, 2024.
- [23] M. Devan *Et Al.*, “Tejo Steel Workshop,” Vol. 6, No. November, Pp. 144–152, 2022.
- [24] D. A. Sulistianingtyas And N. K. Putrianto, “Analisis Kerusakan Pada Mesin Batching Plant Di Pt . Duta Borneo Abadi Menggunakan Metode Hazard And Operability Study (Hazop),” Vol. 1, No. 2, 2021.
- [25] Y. Andhinova And R. Wibero, “Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Dengan Metode Hiradc (Hazard Identification, Risk Assessment & Determining Control),” *J. Greenation Ilmu Tek.*, Vol. 1, No. 4, Pp. 177–188, 2025, Doi: 10.38035/Jgit.V1i4.229.