Assessment Penilaian Risiko K3 Proyek Kilang Minyak Pertamina Balikpapan Dengan Metode HAZOPS

Rahmansyah[1*], Inge Anggitasari[2]
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kahuripan Kediri, Kediri, Indonesia
Email: romansa.boz@gmail.com[1], inge@kahuripan.ac.id[2]

Abstrak

Industri minyak dan gas, khususnya pada proyek kilang minyak, merupakan sektor dengan tingkat risiko kesehatan dan keselamatan kerja (K3) yang sangat tinggi. Kompleksitas operasional di kilang, seperti di proyek Kilang Minyak Pertamina Balikpapan, melibatkan peralatan berteknologi tinggi, bahan kimia berbahaya, serta kondisi kerja ekstrem yang rentan terhadap kecelakaan dan insiden operasional. Setiap kegagalan dalam pengelolaan risiko K3 dapat berakibat fatal, mulai dari cedera serius, kehilangan nyawa, kerugian material, hingga dampak negatif terhadap lingkungan. Hal ini menunjukkan pentingnya penerapan sistem manajemen risiko K3 yang efektif dan berkelanjutan untuk melindungi pekerja dan operasional perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, menilai, dan mengurangi risiko kesehatan dan keselamatan kerja (K3) di proyek Kilang Minyak Pertamina Balikpapan, serta mendukung komitmen perusahaan terhadap kepatuhan regulasi K3. Metode yang digunakan adalah *Hazard and Operability Study* (HAZOPS), yang bertujuan menemukan potensi penyimpangan dalam operasi kilang, mengidentifikasi penyebab situasi abnormal, serta menilai dampak negatif dari penyimpangan tersebut. Hasil penelitian menunjukkan terdapat lima faktor risiko dengan kategori risiko sangat tinggi (*Extreme High Risk*), yaitu kegagalan reaktor dan kesalahan pengoperasian, kegagalan peralatan akibat prosedur uji coba yang tidak memadai, kegagalan sistem pengawasan serta kurangnya kalibrasi alat, ketidakpatuhan terhadap standar konstruksi dan penggunaan bahan berkualitas rendah, dan kontaminasi akibat kesalahan pengiriman.

Kata Kunci: Penerapan *Assessment* Risiko K3; HAZOPS; Keselamatan Kesehatan Kerja

ABSTRACT

The oil and gas industry, especially in oil refinery projects, is a sector with a very high level of occupational health and safety (OHS) risk. The operational complexity in refineries, such as in the Pertamina Balikpapan Oil Refinery project, involves high-tech equipment, hazardous chemicals, and extreme working conditions that are prone to accidents and operational incidents. Any failure in managing OHS risks can have fatal consequences, ranging from serious injuries, loss of life, material losses, to negative impacts on the environment. This shows the importance of implementing an effective and sustainable OHS risk management system to protect workers and company operations. This study aims to identify, assess, and reduce occupational health and safety (OHS) risks in the Pertamina Balikpapan Oil Refinery project, as well as support the company's commitment to complying with OHS regulations. The method used is the Hazard and Operability Study (HAZOPS), which aims to find potential deviations in refinery operations, identify the causes of abnormal situations, and assess the negative impacts of these deviations. The results of the study showed that there were five risk factors with a very high risk category (Extreme High Risk), namely: reactor failure and operational errors, equipment failure due to inadequate test procedures, failure of the monitoring system and lack of equipment calibration, non-compliance with construction standards and use of low-quality materials, and contamination due to shipping errors.

Keywords: *Implementation Of K3 Risk Assessment; HAZOPS; Occupational Health Safety*

1. PENDAHULUAN

Proyek Kilang Minyak Balikpapan atau yang lebih dikenal dengan nama *Refinery Development Master Plan* (RDMP) Pertamina Balikpapan merupakan proyek strategis yang bertujuan meningkatkan kapasitas produksi kilang minyak di Balikpapan, Indonesia. Kilang minyak ini memainkan peran penting dalam mendukung ketahanan energi nasional, mengingat kebutuhan akan bahan bakar terus meningkat seiring pertumbuhan populasi dan ekonomi. Namun, proyek ini juga membawa risiko tinggi terkait kesehatan dan keselamatan kerja (K3), mengingat kompleksitas operasional yang melibatkan peralatan berteknologi tinggi, bahan kimia berbahaya, dan kondisi kerja ekstrem (Fadolly, 2021).

Dalam industri migas, bahaya K3 dibagi menjadi dua kategori utama yaitu bahaya keselamatan kerja dan bahaya kesehatan kerja. Bahaya keselamatan kerja berhubungan dengan risiko kecelakaan fisik yang dapat menyebabkan cedera, kematian, serta kerusakan pada aset perusahaan. Sementara itu, bahaya kesehatan kerja berfokus pada dampak jangka panjang terhadap kesehatan pekerja, seperti paparan bahan kimia berbahaya yang dapat menyebabkan penyakit terkait pekerjaan. Menurut Moniaga & Rompis (2019), bahaya adalah sumber, kondisi, atau aktivitas yang memiliki risiko terhadap kesehatan dan keselamatan manusia, sehingga pengelolaan risiko ini sangat penting untuk mencegah kecelakaan di tempat kerja.

Metode manajemen risiko, seperti yang dijelaskan oleh Hakim et al. (2023), diperlukan untuk mengidentifikasi, menilai, dan mengendalikan potensi bahaya di tempat kerja. Manajemen risiko mencakup penilaian risiko, pengendalian risiko, dan evaluasi berkelanjutan guna memastikan bahwa langkah-langkah yang diambil efektif dalam mengurangi kemungkinan kecelakaan. Metode *Hazard and Operability Study* (HAZOPS) adalah salah satu pendekatan yang digunakan untuk mendeteksi dan menganalisis potensi bahaya dalam operasi kilang minyak (Bastuti, 2021a). Melalui HAZOPS, penyimpangan dari operasi normal dapat diidentifikasi, dan tindakan pencegahan dapat dirumuskan sebelum risiko tersebut berkembang menjadi insiden serius(Bastuti, 2021b).

Sebuah studi oleh Widodo et al. (2022) menyatakan bahwa HAZOPS adalah analisis yang sistematis dan terorganisir untuk mendeteksi masalah yang dapat membahayakan orang, properti, atau menghambat kelancaran proses. Dengan melibatkan tim multidisiplin, HAZOPS menggunakan kata-kata panduan seperti "*No," "Less," "More,"* dan "*Reverse*" untuk mengeksplorasi berbagai skenario deviasi yang mungkin terjadi dalam suatu parameter proses, seperti aliran, tekanan, suhu, dan komposisi. Tabel yang disusun oleh Fenita Purnama

Sari Indah et al. (2023) menunjukkan bahwa analisis HAZOPS mencakup berbagai parameter, termasuk laju aliran, tekanan, dan suhu, serta potensi deviasi yang dapat mempengaruhi jalannya proses operasi di kilang.

Dalam konteks proyek RDMP Pertamina Balikpapan, aplikasi HAZOPS diharapkan dapat mendeteksi risiko K3 secara lebih akurat dan memungkinkan pengelolaan risiko yang lebih efektif. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada peningkatan kesadaran K3 di lingkungan proyek, tetapi juga mendukung upaya perusahaan dalam mematuhi regulasi K3 serta menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan produktif.

Studi ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang mendalam tentang bagaimana metode *Hazard and Operability Study* (HAZOPS) diterapkan untuk mengidentifikasi dan mengurangi risiko kesehatan dan keselamatan kerja (K3) dalam Proyek *Refinery Development Master Plan* Pertamina Balikpapan. Dengan menggunakan pendekatan ini, diharapkan akan diperoleh informasi yang jelas mengenai potensi bahaya yang ada dan langkah-langkah mitigasi yang dapat diambil untuk memastikan keselamatan kerja di lingkungan kilang minyak.

Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui berbagai upaya yang telah dilakukan dalam meningkatkan kesadaran K3 di lingkungan proyek. Diharapkan bahwa hasil studi ini dapat memberikan rekomendasi konkret mengenai bagaimana praktik-praktik keselamatan kerja dapat diintegrasikan lebih efektif ke dalam Proyek *Refinery Development Master Plan*. Hal ini mencakup strategi pelatihan, sosialisasi, dan kampanye kesadaran yang dapat meningkatkan pemahaman dan kepatuhan pegawai terhadap protokol keselamatan.

Dengan menerapkan *assessment* risiko K3 menggunakan metode HAZOPS, studi ini diharapkan dapat memberikan bukti konkret tentang komitmen Pertamina terhadap penerapan standar keselamatan kerja yang tinggi dan kepatuhan terhadap peraturan yang berlaku. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung perusahaan dalam mencapai tujuan keselamatan kerja yang lebih baik, serta memenuhi persyaratan regulasi yang ditetapkan oleh pemerintah dan lembaga terkait.

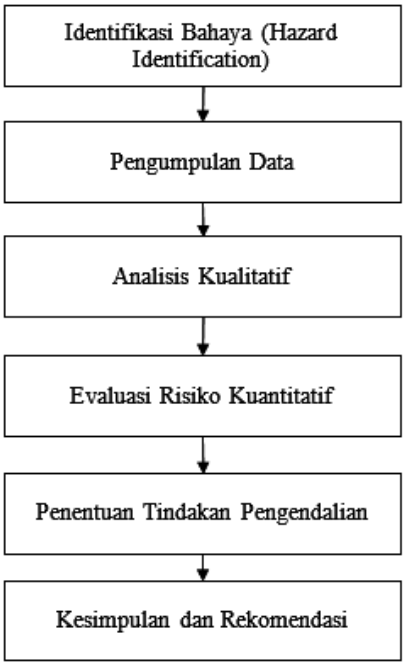
2. METODE

Studi ini menggunakan strategi pendekatan campuran (*mix method*) dengan menggabungkan teknik penelitian deskriptif kuantitatif dan kualitatif (Subagyo & IP, 2020). Alasan pemilihan metode ini karena sesuai dengan tujuan penelitian kami, yaitu tidak untuk menguji hipotesis tetapi untuk memberikan gambaran yang akurat mengenai risiko K3 yang

terkait dengan Proyek *Master Plan* Pengembangan Kilang Pertamina Balikpapan. Untuk menemukan bahaya yang mungkin terjadi, mengevaluasi risiko, dan menerapkan kontrol di tempat kerja, studi ini menggunakan metodologi HAZOPS. Strategi pengumpulan data yang dilakukan adalah dengan menggunakan daftar periksa untuk mengamati implementasi K3, melakukan wawancara mendalam dengan pemangku kepentingan proyek, dan menyebarkan kuesioner penilaian risiko terkait HAZOPS.

Metode kualitatif yang digunakan dalam studi ini didasarkan pada model Miles dan Huberman, yang menjabarkan langkah-langkah reduksi data, penyajian data, dan perumusan kesimpulan atau verifikasi. Tujuan dari prosedur ini adalah untuk mengorganisir dan mengevaluasi informasi yang dikumpulkan melalui survei, wawancara, dan observasi langsung. Selanjutnya, dengan mempertimbangkan kemungkinan terjadinya risiko dan dampaknya, metode kuantitatif digunakan saat menilai risiko (Fadli, 2021).

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode campuran (mix method) yang menggabungkan teknik penelitian deskriptif kuantitatif dan kualitatif, dengan tujuan untuk memberikan gambaran yang akurat mengenai risiko kesehatan dan keselamatan kerja (K3) yang terkait dengan Proyek Master Plan Pengembangan Kilang Pertamina Balikpapan. Metode ini tidak digunakan untuk menguji hipotesis melainkan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengendalikan risiko di tempat kerja dengan menggunakan metodologi *Hazard and Operability Study* (HAZOPS).



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

Gambar 1 menampilkan tahapan penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini, yang melibatkan beberapa langkah penting yang terstruktur secara sistematis sebagai berikut:

1. Identifikasi Bahaya (Hazard Identification): Tahap awal penelitian adalah melakukan identifikasi potensi bahaya di proyek kilang minyak melalui observasi dan wawancara. Data dikumpulkan menggunakan daftar periksa yang memuat aspek-aspek implementasi K3, serta kuesioner HAZOPS untuk pemangku kepentingan yang terkait.
2. Pengumpulan Data: Strategi pengumpulan data dilakukan melalui survei lapangan, wawancara mendalam dengan pemangku kepentingan proyek (misalnya: manajer proyek, petugas K3), dan pengisian kuesioner untuk menilai risiko spesifik yang terkait dengan operasional kilang. Observasi langsung juga dilakukan untuk melihat implementasi K3 di lapangan.
3. Analisis Kualitatif: Data yang dikumpulkan dari wawancara dan observasi dianalisis menggunakan model Miles dan Huberman. Langkah ini melibatkan reduksi data (pemilihan data penting), penyajian data (menyusun data agar lebih mudah dipahami), dan perumusan kesimpulan awal. Data yang dianalisis bertujuan untuk mendalami pandangan para pemangku kepentingan mengenai bahaya yang dihadapi serta respons terhadap penerapan HAZOPS.
4. Evaluasi Risiko Kuantitatif: Metode kuantitatif diterapkan dengan menggunakan algoritma Zhi (1995) untuk menentukan nilai tingkat risiko berdasarkan kemungkinan terjadinya bahaya dan dampaknya. Pendekatan ini memungkinkan perbandingan antara berbagai bahaya dan penentuan prioritas bahaya yang paling kritis untuk dilakukan tindakan pengendalian.
5. Penentuan Tindakan Pengendalian: Berdasarkan hasil evaluasi risiko, prioritas bahaya yang paling kritis ditetapkan dan tindakan pengendalian yang diperlukan dirancang untuk mengurangi risiko tersebut. Hal ini meliputi rekomendasi praktis yang dapat diterapkan di proyek untuk meningkatkan keselamatan kerja.
6. Kesimpulan dan Rekomendasi: Setelah semua tahap analisis dilakukan, kesimpulan ditarik mengenai risiko-risiko utama yang ditemukan dan efektivitas implementasi K3 di proyek kilang. Rekomendasi dibuat untuk perbaikan ke depan dalam rangka meningkatkan keselamatan kerja serta mengurangi kemungkinan terjadinya insiden berbahaya.

Penelitian yang dilakukan oleh Anita et al. (2023) menghasilkan sebuah algoritma untuk menentukan tingkat nilai risiko; hal ini memungkinkan seseorang untuk membandingkan bahaya yang berbeda dan memprioritaskan bahaya yang paling kritis dalam proyek konstruksi, persamaan 1 menunjukkan perhitungan nilai risiko tersebut.

Nilai Risiko = Frekuensi x Dampak…… (1)

Keterangan:

Frekuensi : Probabilitas seringnya risiko tersebut terjadi

Dampak : Penilaian pengaruh risiko terhadap biaya dan waktu proyek

Z : Jumlah variabel risiko

Nilai pada frekuensi : (a) = 1 s/d 5

Nilai pada dampak : (b) = 1 s/d 5

Nilai Risiko : a x b

Probabilitas risiko ialah tingkat kemungkinan risiko tersebut terwujud menurut langkah-langkah yang diambil dalam analisis statistik (penilaian pengalaman). Seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 1 di bawah, peringkat probabilitas berkisar dari 1 (sangat kecil) hingga 5 (sangat besar).

Tabel 1. Kriteria Pengukuran / Peluang

No.	Pengukuran	Nilai	Kriteria Kuantitatif	Kriteria Kualitatif
1	Sangat kecil	1	Kemungkinan terjadi < 10%	Jarang terjadi
2	Kecil	2	10% < kemungkinan terjadi < 40%	Kadang terjadi pada setiap kondisi
3	Sedang	3	40% < kemungkinan terjadi < 60%	Terjadi pada kondisi tertentu
4	Besar	4	60% < kemungkinan terjadi < 80%	Sering terjadi pada setiap kondisi
5	Sangat Besar	5	80% < kemungkinan terjadi < 95%	Selalu terjadi pada setiap kondisi

Di sisi lain, skala dampak mengambil dasar evaluasi dan mengubahnya menjadi nilai antara satu dan lima, yang mencerminkan tingkat pengaruh atau dampak yang merugikan pencapaian tujuan dan, sebagai akibatnya, merugikan perusahaan. Tabel 2 menjelaskan tentang kriteria evaluasi.

Tabel 2. Kriteria Pengukuran / Rating Dampak (*Consequencies*)

No.	Pengukuran	Nilai	Kriteria Kuantitatif	Kriteria Kualitatif
1	Sangat kecil	1	0% < deviasi 2%	Kerugian keuangan tidak begitu berarti (tidak berpengaruh)
2	Kecil	2	2% < deviasi 5%	Kerugian keuangan menjadi biaya overhead (berpengaruh pada area minor/internal)
3	Sedang	3	5% < deviasi10%	Kerugian keuangan cukup berarti (berpengaruh pada area

No.	Pengukuran	Nilai	Kriteria Kuantitatif	Kriteria Kualitatif
				mayor/eksternal)
4	Besar	4	10% < deviasi 15%	Adanya kegagalan, kerugian keuangan serisu (berpengaruh pada core bisnis & asset)
5	Sangat Besar	5	Kerugian besar	Kerugian besar (berpengaruh pada reputasi & aset utama)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Tinjauan pustaka merupakan tahap awal identifikasi risiko. Tujuan dalam melakukan studi ini adalah mengidentifikasi bahaya keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang paling umum di Kilang Minyak Bumi Unit V Balikpapan. Setelah itu, risiko tersebut dikirimkan kepada orang-orang yang telah dipilih untuk memberikan pengetahuan khusus di lapangan. Tabel 3 di bawah ini mencantumkan dua puluh variabel risiko yang relevan.

Tabel 3. Identifikasi Risiko di Kilang Pertamina Refenery Unit V Balikpapan

Aktivitas		No	Faktor Resiko	*Potential Incident*
Persiapan Lokasi	Identifikasi lokasi yang sesuai pengembangan kilang minyak	E1	Kesalahan dalam pemilihan lokasi, kurangnya analisis dampak lingkungan	Dampak negatif terhadap lingkungan, konflik dengan masyarakat lokal, penundaan proyek karena lokasi tidak sesuai
	Evaluasi dan mitigasi risiko lingkungan	E2	Tidak memadai atau kesalahan dalam evaluasi risiko lingkungan	Kontaminasi tanah dan air, kerusakan habitat alami, denda regulasi
	Persiapan lokasi (pembersihan, pembebasan lahan, dan infrastruktur dasar)	E3	Kegagalan dalam prosedur pembebasan lahan, pembersihan yang tidak sesuai standar	Konflik hukum, penundaan proyek, biaya tambahan untuk remediasi lingkungan
Konstruksi Bangunan dan Instalasi Peralatan Utama	Persiapan situs (pembersihan lahan, pengaturan fondasi, dan pembangunan infrastruktur dasar seperti jalan dan saluran air)	E4	Stabilitas tanah yang buruk, kesalahan konstruksi fondasi	Ambruknya bangunan, penurunan fondasi, kecelakaan kerja
	Proses konstruksi bangunan utama (pekerjaan struktural, pemasangan atap, dinding, dan penyelesaian interior)	E5	Ketidakpatuhan terhadap standar konstruksi, penggunaan bahan berkualitas rendah	Runtuhnya struktur, cedera pada pekerja, kebakaran

	Aktivitas	No	Faktor Resiko	*Potential Incident*
Pengadaan dan Pengiriman Peralatan dan Material Konstruksi	Instalasi peralatan utama seperti tangki penyimpanan, kolom destilasi, penukar panas, dan peralatan pemrosesan minyak lainnya	E6	Kesalahan instalasi, kegagalan pengujian peralatan	Kebocoran bahan kimia, ledakan, kerusakan peralatan, kebakaran
	Tim proyek bekerja sama dengan pemasok untuk memesan peralatan dan material konstruksi yang diperlukan sesuai dengan jadwal proyek	E7	Kesalahan spesifikasi, keterlambatan pengiriman	Penundaan proyek, biaya tambahan, penggunaan material yang tidak sesuai
	Pengiriman peralatan dan material	E8	Risiko kerusakan selama transportasi, kesalahan logistik	Kerusakan peralatan, keterlambatan proyek, kehilangan material
	Proses pengiriman melibatkan logistik untuk mengkoordinasikan transportasi dari pabrik atau gudang ke lokasi proyek	E9	Kesalahan koordinasi, kecelakaan transportasi	Kerusakan atau kehilangan peralatan/material, penundaan proyek, kecelakaan lalu lintas
Uji Coba dan Komisioning	Uji coba peralatan dan fasilitas	E10	Kegagalan peralatan, prosedur uji coba yang tidak memadai	Kebocoran, ledakan, kebakaran, cedera pada pekerja
	Penyesuaian dan perbaikan berdasarkan hasil uji coba	E11	Kesalahan penyesuaian, ketidakcocokan komponen	Kerusakan lebih lanjut pada peralatan, penundaan operasi
	Persiapan untuk komisioning dan mulai operasi penuh	E12	Kesalahan dalam prosedur komisioning, kurangnya pelatihan operator	Kerusakan peralatan, kegagalan operasional, cedera pada pekerja
Operasi dan Pemeliharaan	Penerimaan minyak mentah dari sumur-sumur minyak atau kapal tanker	E13	Kontaminasi, kesalahan pengiriman	Kebocoran minyak, polusi lingkungan
	Proses pemisahan minyak mentah dengan distilasi fraksional	E14	Kegagalan proses, ketidakstabilan suhu	Kebocoran bahan kimia, ledakan
	Proses pemurnian dengan hidrodesulfurisasi untuk mengurangi kadar sulfur	E15	Kesalahan operasional, kegagalan katalis	Produksi yang tidak memenuhi standar, polusi udara
	Proses pemurnian dengan katalitik cracking untuk meningkatkan jumlah bensin	E16	Kegagalan reaktor, kesalahan pengoperasian	Ledakan, kebakaran, kerusakan peralatan
	Proses hidrogenasi untuk mengurangi kandungan senyawa-senyawa tidak	E17	Ketidakstabilan proses, kesalahan pengoperasian	Kebocoran hidrogen, ledakan

Aktivitas	No	Faktor Resiko	*Potential Incident*
diinginkan			
Pengawasan kualitas selama proses pengolahan untuk memastikan produk akhir memenuhi standar yang ditetapkan	E18	Kegagalan sistem pengawasan, kurangnya kalibrasi alat	Produk tidak sesuai standar, pencemaran produk
Pengemasan dan penyimpanan untuk mencegah kontaminasi dan menjaga kualitas produk	E19	Kesalahan pengemasan, kegagalan penyimpanan	Kontaminasi produk, degradasi kualitas
Pendistribusian produk melibatkan penggunaan kapal tangker, truk tangki, dan jalur pipa	E20	Kecelakaan transportasi, kebocoran selama transportasi	Kebocoran produk, pencemaran lingkungan, kecelakaan lalu lintas

Beberapa kategori ditetapkan dari dua puluh variabel risiko signifikan terhadap Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) yang muncul dari proses identifikasi awal di Kilang Minyak Bumi Unit V Balikpapan. Kami menghapus dari daftar identifikasi risiko faktor-faktor yang dianggap tidak relevan dengan proyek ini. Berikut ini adalah contoh skala indeks yang digunakan dalam studi ini :

Jarang = 1
Kemungkinan Kecil = 2
Kemungkinan Sedang = 3
Kemungkinan Besar = 4
Hampir Pasti = 5

Tabulasi data yang dikumpulkan dari kuesioner studi yang diberikan kepada peserta memungkinkan penentuan skala potensi kejadian risiko. Tabulasi data untuk kemungkinan ditampilkan dalam Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Kemungkinan Risiko

No	Faktor Resiko	Skor Rata-Rata	Keterangan
E1	Kesalahan dalam pemilihan lokasi, kurangnya analisis dampak lingkungan	2,5	Kemungkinan Kecil
E2	Tidak memadai atau kesalahan dalam evaluasi risiko lingkungan	2,65	Kemungkinan Kecil

No	Faktor Resiko	Skor Rata-Rata	Keterangan
E3	Kegagalan dalam prosedur pembebasan lahan, pembersihan yang tidak sesuai standar	2	Kemungkinan Kecil
E4	Stabilitas tanah yang buruk, kesalahan konstruksi fondasi	1,95	Jarang
E5	Ketidakpatuhan terhadap standar konstruksi, penggunaan bahan berkualitas rendah	3,9	Kemungkinan Sedang
E6	Kesalahan instalasi, kegagalan pengujian peralatan	2,9	Kemungkinan Kecil
E7	Kesalahan spesifikasi, keterlambatan pengiriman	2,25	Kemungkinan Kecil
E8	Risiko kerusakan selama transportasi, kesalahan logistik	2,25	Kemungkinan Kecil
E9	Kesalahan koordinasi, kecelakaan transportasi	2,8	Kemungkinan Kecil
E10	Kegagalan peralatan, prosedur uji coba yang tidak memadai	4	Kemungkinan Besar
E11	Kesalahan penyesuaian, ketidakcocokan komponen	2,4	Kemungkinan Kecil
E12	Kesalahan dalam prosedur komisioning, kurangnya pelatihan operator	2,9	Kemungkinan Kecil
E13	Kontaminasi, kesalahan pengiriman	3,8	Kemungkinan Sedang
E14	Kegagalan proses, ketidakstabilan suhu	2,9	Kemungkinan Kecil
E15	Kesalahan operasional, kegagalan katalis	2,45	Kemungkinan Kecil
E16	Kegagalan reaktor, kesalahan pengoperasian	3,95	Kemungkinan Sedang
E17	Ketidakstabilan proses, kesalahan pengoperasian	2,45	Kemungkinan Kecil
E18	Kegagalan sistem pengawasan, kurangnya kalibrasi alat	4	Kemungkinan Besar
E19	Kesalahan pengemasan, kegagalan penyimpanan	2,25	Kemungkinan Kecil
E20	Kecelakaan transportasi, kebocoran selama transportasi	2,95	Kemungkinan Kecil

Berdasarkan analisa risiko berdasarkan dampak pada kelompok risiko didapatkan 5 faktor risiko yang memiliki dampak risiko yang besar sehingga dapat mengganggu operasional perusahaan. Sehingga faktor risiko tersebut harus dianalisis penyebab dan dampak yang ditimbulkan. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode *House of Risk*. Adapun ke 5 faktor risiko yang memiliki dampak risiko paling besar ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Faktor Risiko dengan Dampak Risiko Paling Besar

No	Sumber Daya	Potential Incident	Skor Ranking	Peringkat Resiko		Penanganan Resiko	Ranking
E16	Kegagalan reaktor, kesalahan pengoperasian	Ledakan, kebakaran, kerusakan peralatan	17	***Extreme High Risk***	E	*Risk Avoidance*	**1**
E10	Kegagalan peralatan, prosedur uji coba yang tidak memadai	Kebocoran, ledakan, kebakaran, cedera pada pekerja	17	***Extreme High Risk***	E	*Risk Avoidance*	**2**
E18	Kegagalan sistem pengawasan, kurangnya kalibrasi alat	Produk tidak sesuai standar, pencemaran produk	17	***Extreme High Risk***	E	*Risk Avoidance*	**3**
E5	Ketidakpatuhan terhadap standar konstruksi, penggunaan bahan berkualitas rendah	Runtuhnya struktur, cedera pada pekerja, kebakaran	16	***Extreme High Risk***	E	*Risk Avoidance*	**4**
E13	Kontaminasi, kesalahan pengiriman	Kebocoran minyak, polusi lingkungan	15	***Extreme High Risk***	E	*Risk Avoidance*	**5**

3.2. Analisis Hasil Data

Hasil penilaian risiko menunjukkan bahwa semua insiden potensial yang teridentifikasi memiliki peringkat risiko yang sangat tinggi (*extreme high risk*), dengan skor ranking tertinggi mencapai 17. Hal ini menandakan bahwa insiden-insiden tersebut memiliki potensi yang signifikan untuk menyebabkan kerugian serius, baik dalam hal keselamatan pekerja maupun dampak lingkungan.

3.2.1 Kegagalan Reaktor dan Kesalahan Pengoperasian (E16)

Skor 17 menandakan risiko ledakan dan kebakaran yang dapat menyebabkan kerusakan peralatan serta menciptakan situasi yang sangat berbahaya. Penanganan risiko yang direkomendasikan adalah *risk avoidance*, yang mengindikasikan perlunya langkah-langkah untuk menghindari situasi ini, seperti pelatihan intensif bagi operator dan peningkatan prosedur pengoperasian(Harnawati, 2024).

3.2.2 Kegagalan Peralatan dan Prosedur Uji Coba yang Tidak Memadai (E10)

Dengan skor yang sama, risiko dari kebocoran dan cedera pada pekerja menunjukkan betapa pentingnya prosedur uji coba yang memadai. Evaluasi ulang prosedur ini dan

pemeliharaan preventif perlu menjadi prioritas untuk menghindari insiden yang bisa merugikan.

3.2.3 Kegagalan Sistem Pengawasan dan Kurangnya Kalibrasi Alat (E18)

Potensi produk yang tidak sesuai standar dan pencemaran lingkungan menyoroti pentingnya sistem pengawasan yang efektif. Kegagalan dalam aspek ini tidak hanya membahayakan keselamatan pekerja, tetapi juga dapat merusak reputasi perusahaan dan mempengaruhi kepatuhan terhadap regulasi lingkungan.

3.2.4 Ketidakpatuhan terhadap Standar Konstruksi (E5)

Skor 16 mencerminkan risiko yang sangat serius dari runtuhnya struktur yang dapat mengakibatkan cedera berat. Ini menunjukkan perlunya audit dan pemantauan berkelanjutan terhadap standar konstruksi yang diterapkan dalam proyek.

3.2.5 Kontaminasi Akibat Kesalahan Pengiriman (E13)

Skor 15 menunjukkan potensi kebocoran minyak yang tidak hanya mengancam keselamatan kerja tetapi juga berdampak pada lingkungan. Pengawasan yang ketat dalam rantai pasokan dan pelatihan untuk staf pengiriman sangat penting untuk mengurangi risiko ini.

Dari analisis di atas, dapat disimpulkan bahwa semua faktor risiko yang teridentifikasi memerlukan perhatian serius dan tindakan yang cepat untuk mengurangi kemungkinan terjadinya insiden. Penggunaan metode *risk avoidance* di setiap kasus menunjukkan komitmen untuk memprioritaskan keselamatan dan kesehatan kerja di Proyek *Refinery Development Master Plan* Pertamina Balikpapan. Upaya untuk meningkatkan kesadaran K3, pelatihan yang lebih baik, dan kepatuhan terhadap standar operasional sangat penting untuk mitigasi risiko ini.

3.3. Rekomendasi untuk Perusahaan

1. Diperlukan upaya yang lebih besar untuk memperkuat sistem pemeliharaan dan kalibrasi alat. Penjadwalan rutin untuk pemeriksaan dan perawatan peralatan, serta pelatihan bagi teknisi pemeliharaan, sangat penting untuk mencegah kegagalan peralatan yang dapat menimbulkan risiko tinggi.
2. Perusahaan harus meningkatkan desain dan penggunaan material yang berkualitas tinggi, serta memastikan bahwa semua bahan yang digunakan memenuhi standar konstruksi yang ditetapkan. Audit berkala terhadap pemasok juga dapat membantu memastikan kualitas material.

3. Memberikan pelatihan yang komprehensif mengenai prosedur keselamatan, serta meningkatkan pengawasan di lapangan untuk memastikan bahwa semua pekerja mematuhi prosedur K3. Hal ini juga termasuk pelatihan khusus tentang situasi darurat dan pengoperasian peralatan dengan aman.
4. Penggunaan sistem pengawasan yang lebih ketat, termasuk penggunaan teknologi monitoring berbasis sensor, dapat membantu dalam mendeteksi penyimpangan operasional lebih awal dan mengurangi potensi risiko.
5. Melibatkan semua pemangku kepentingan, termasuk pekerja, dalam proses identifikasi dan mitigasi risiko K3. Hal ini akan meningkatkan kesadaran dan komitmen terhadap keselamatan kerja di seluruh organisasi.

4. PENUTUP

Simpulan dan Saran

Dengan penerapan metode HAZOPS dalam Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) di Kilang Pertamina Refinery Unit V Balikpapan, dapat disimpulkan bahwa terdapat 20 potensi risiko yang teridentifikasi dalam proyek tersebut. Risiko-risiko ini kemudian dikategorikan berdasarkan tingkat keparahan dari yang paling besar hingga paling kecil, mencakup lima kategori utama yaitu persiapan lokasi, konstruksi bangunan dan instalasi peralatan, pengadaan dan pengiriman peralatan serta material konstruksi, uji coba dan komisioning, serta operasi dan pemeliharaan. Kategori-kategori ini bertujuan untuk memudahkan pengawasan K3 dan penanggulangan risiko di setiap tahapan kerja, dengan fokus pada analisis risiko yang paling sering terjadi. Hasil penerapan *assessment* risiko K3 menunjukkan bahwa terdapat lima faktor yang diklasifikasikan sebagai *Extreme High Risk*, yaitu kegagalan reaktor, kesalahan pengoperasian, kegagalan peralatan, kegagalan sistem pengawasan, ketidakpatuhan terhadap standar konstruksi, dan kontaminasi akibat kesalahan pengiriman. Selain itu, dua faktor dikategorikan sebagai *High Risk*, yaitu kecelakaan transportasi dan kesalahan operasional. Berdasarkan temuan ini, disarankan agar perusahaan memperkuat sistem pemeliharaan dan kalibrasi untuk mencegah kegagalan peralatan, meningkatkan desain serta penggunaan material berkualitas tinggi agar sesuai standar, serta memberikan pelatihan komprehensif dan pengawasan ketat guna mengurangi risiko operasional. Saran untuk penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi penggunaan teknologi baru, seperti sensor pintar dan analitik data besar, dalam meningkatkan sistem pengawasan dan pemantauan K3 di proyek kilang minyak. Hal ini dapat memberikan wawasan tambahan tentang bagaimana teknologi dapat mengurangi risiko.

DAFTAR PUSTAKA

Anita, S. Y., Kustina, K. T., Wiratikusuma, Y., Sudirjo, F., Sari, D., Rupiwardani, I., Nugroho, L., Rakhmawati, I., Harahap, A. K., & Anwar, S. (2023). Manajemen Risiko. *Jakarta: Global Eksekutif Teknologi*.

Bastuti, S. (2021a). Analisis Tingkat Risiko Bahaya K3 Pada Pengelolaan Apartemen Menggunakan Metode Hazard Operability Study (Hazops). *Jurnal Intech Teknik Industri Universitas Serang Raya*. Https://Doi.Org/10.30656/Intech.V7i1.2664

Bastuti, S. (2021b). Apartemen Menggunakan Metode Hazard Operability Study (Hazops). *Jurnal Intech Teknik Industri Universitas Serang Raya*.

Fadli, M. R. (2021). Memahami Desain Metode Penelitian Kualitatif. *Humanika*, *21*(1), 33–54. Https://Doi.Org/10.21831/Hum.V21i1.38075

Fadolly, A. (2021). *Essays On The Development Of Oil Refinery And Power Generation In Indonesia: Optimization And System Dynamic Model*.

Fenita Purnama Sari Indah, Junaida Rahmi, Ribka Milenia Elsaday Manurung, Tri Okta Ratnaningtyas, & Syaiful Bahri. (2023). Analysis Of Occupational Safety And Health Risk Using The Hazard And Operational Study (Hazops) Method For Repairman. *Texas Journal Of Medical Science*. Https://Doi.Org/10.62480/Tjms.2023.Vol27.Pp143-147

Hakim, T. L., Suriyani, M. Y., Paramita, A., & Harliyanti, W. (2023). Identifikasi Bahaya Dan Penilaian Risiko Untuk Mengendalikan Potensi Kecelakaan Kerja Di Laboratorium Klima Dasar Institut Teknologi Kalimantan (Itk). *Science And Physics Education Journal (Spej*. Https://Doi.Org/10.31539/Spej.V7i1.8071

Harnawati, R. A. (2024). *Manajemen Risiko Dengan Pendekatan Keselamatan, Kesehatan, Keamanan, Dan Lingkungan (K3l)*. Penerbit Nem.

Moniaga, F., & Rompis, V. S. (2019). Analisa Sistem Manajemen Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (Smk3) Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Hazard Identification And Risk Assessment. *Jurnal Ilmiah Realtech*. Https://Doi.Org/10.52159/Realtech.V15i2.86

Subagyo, A., & Ip, S. (2020). Aplikasi Metode Riset: Praktik Penelitian Kualitatif, Kuantitatif & Mix Methods. *Inteligensia Media*.

Widodo, T. T., Bil'haq, A., & Putri, M. V. (2022). Analisa Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode Hazard Identification Risk Assessment And Risk Control (Hirarc) Dan Hazard And Operability Study (Hazops) Di Pt.Xyz. *Engineering And Technology International Journal*. Https://Doi.Org/10.55642/Eatij.V4i02.207