

Analisis Bahaya dan Risiko di Departemen QHSE PetroChina Jabung Ltd. Menggunakan Metode EAIA-HIRADC

Nurul Putri S^{1*}, Hotmartua Sitompul¹, Daumi Rahmatika¹, Sela Handayani¹, Afrizal²

¹Program Studi Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Jambi

²Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Jambi

*Corresponding author, e-mail: nurulputrishafira@gmail.com

ABSTRACT

The oil and gas industry has a high level of risk to occupational safety and the environment, thus requiring an integrated and systematic risk management system. This study used a case study method with a descriptive approach through field observation, document study, and analysis of the EAIA-HIRADC form. The results showed that there were 69 items of potential hazards and environmental aspects identified from the QHSE Department's activities. The initial risk assessment indicated that 12 items (17.4%) were in the high risk category, while the rest were in the medium risk category. After implementing controls based on the risk control hierarchy, there was a significant reduction in the risk level, where 62 items (89.85%) were in the low risk category and 7 items (10.15%) were in the medium risk category, with no high risks remaining. Most of the remaining risks were in the As Low as Reasonably Practicable (ALARP) category, indicating that the risks had been reduced to an acceptable level through the implementation of technical and administrative controls and the use of personal protective equipment. The results of this study prove that the EAIA-HIRADC method is effective as an integrated risk management tool and can be used as a basis for strategic decision-making in improving QHSE performance in the oil and gas industry.

Keyword: EAIA-HIRADC, QHSE, Risk Management, Oil and Gas Industry, Occupational Safety

ABSTRAK

Industri minyak dan gas bumi memiliki tingkat risiko yang tinggi terhadap keselamatan kerja dan lingkungan sehingga memerlukan sistem manajemen risiko yang terintegrasi dan sistematis. Penelitian ini menggunakan metode studi kasus dengan pendekatan deskriptif melalui observasi lapangan, studi dokumen, serta analisis formulir EAIA-HIRADC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 69 item potensi bahaya dan aspek lingkungan yang teridentifikasi dari aktivitas Departemen QHSE. Penilaian risiko awal menunjukkan bahwa 12 item (17,4%) berada pada kategori risiko tinggi, sedangkan sisanya berada pada kategori risiko sedang. Setelah penerapan pengendalian berdasarkan hierarki pengendalian risiko, terjadi penurunan tingkat risiko secara signifikan, di mana 62 item (89,85%) berada pada kategori risiko rendah dan 7 item (10,15%) berada pada kategori risiko sedang, tanpa adanya risiko tinggi yang tersisa. Sebagian besar risiko sisa berada pada kategori As Low as Reasonably Practicable (ALARP), yang menunjukkan bahwa risiko telah ditekan hingga tingkat yang dapat diterima melalui penerapan pengendalian teknis, administratif, dan penggunaan alat pelindung diri. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa metode EAIA-HIRADC efektif sebagai alat manajemen risiko terintegrasi dan dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan strategis dalam peningkatan kinerja QHSE di industri migas.

Kata kunci: EAIA-HIRADC, QHSE, Manajemen Risiko, Industri Migas, Keselamatan Kerja

PENDAHULUAN

Industri minyak dan gas bumi (migas) merupakan salah satu sektor industri strategis yang berperan penting dalam penyediaan energi nasional dan global. Namun

demikian, industri ini juga dikenal sebagai industri dengan tingkat risiko yang tinggi terhadap keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan. Aktivitas eksplorasi, produksi, pengolahan, hingga distribusi minyak dan gas melibatkan penggunaan bahan kimia berbahaya, sistem

bertekanan tinggi, temperatur ekstrem, serta peralatan berat yang berpotensi menimbulkan kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja, dan pencemaran lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik [1].

Tingginya tingkat risiko pada industri migas menuntut penerapan sistem manajemen keselamatan dan lingkungan yang terstruktur, sistematis, dan berkelanjutan. Di Indonesia, kewajiban penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) telah diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2012 yang menekankan pentingnya identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta pengendalian risiko sebagai bagian dari upaya pencegahan kecelakaan kerja [2]. Selain regulasi nasional, perusahaan migas juga banyak mengadopsi standar internasional seperti ISO 45001 untuk keselamatan dan kesehatan kerja serta ISO 14001 untuk manajemen lingkungan guna meningkatkan kinerja keselamatan dan keberlanjutan operasional.

Quality, Health, Safety, and Environment (QHSE) merupakan sistem manajemen terpadu yang mengintegrasikan aspek mutu, keselamatan kerja, kesehatan kerja, dan perlindungan lingkungan dalam satu kerangka pengelolaan. Penerapan QHSE bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh aktivitas operasional perusahaan berjalan sesuai dengan standar keselamatan, meminimalkan potensi kecelakaan dan dampak lingkungan, serta meningkatkan efisiensi dan reputasi perusahaan [3]. Dalam implementasinya, sistem QHSE menuntut adanya pendekatan proaktif dalam mengidentifikasi dan mengelola risiko sebelum terjadinya insiden.

Salah satu elemen kunci dalam sistem QHSE adalah proses identifikasi bahaya dan penilaian risiko. Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) merupakan metode yang umum digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya keselamatan kerja, menilai tingkat risiko, serta menentukan langkah pengendalian sesuai

Metode ini menekankan pada penilaian tingkat prioritas kemungkinan (likelihood) dan tingkat keparahan (severity) dari suatu bahaya untuk menentukan prioritas pengendalian risiko [4].

Selain risiko keselamatan kerja, aktivitas industri migas juga memiliki potensi dampak signifikan terhadap lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan khusus untuk mengidentifikasi aspek dan dampak lingkungan yang timbul dari setiap aktivitas operasional. Environmental Aspect Identification and Assessment (EAIA) merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi aspek lingkungan, menilai dampak yang ditimbulkan, serta menentukan tingkat signifikansi dampak tersebut. Integrasi antara EAIA dan HIRADC dalam satu metode penilaian risiko memungkinkan perusahaan untuk mengelola risiko keselamatan dan lingkungan secara lebih komprehensif dan terpadu.

Metode EAIA-HIRADC memberikan keunggulan dibandingkan pendekatan terpisah karena mampu menyajikan gambaran risiko yang lebih menyeluruh, baik dari aspek keselamatan kerja maupun lingkungan. Pendekatan ini juga sejalan dengan prinsip manajemen risiko modern yang menekankan pentingnya pencegahan, pengendalian berjenjang, dan perbaikan berkelanjutan (continuous improvement) [5]. Dari perspektif Teknik Industri, integrasi identifikasi bahaya dan aspek lingkungan ini berperan penting dalam analisis sistem kerja, peningkatan efisiensi operasional, serta pengambilan keputusan berbasis risiko.

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas penerapan identifikasi bahaya dan penilaian risiko menggunakan metode HIRADC pada berbagai sektor industri berisiko tinggi, termasuk industri migas. Penelitian Nurdiansyah et al. [6] menunjukkan bahwa penerapan penilaian risiko terstruktur mampu membantu perusahaan dalam menentukan prioritas pengendalian risiko keselamatan kerja. Sementara itu, Mahmood [7] menekankan efektivitas metode HIRADC dalam menurunkan tingkat kecelakaan kerja melalui pengendalian berbasis hierarki risiko. Di sisi lain, penelitian Suryanegara dan Dwiyantri [13] lebih menitikberatkan pada identifikasi aspek dan dampak lingkungan melalui pendekatan Environmental Aspect Identification and Assessment (EAIA) sebagai bagian dari sistem manajemen lingkungan.

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih menerapkan HIRADC dan EAIA secara terpisah, dengan fokus dominan pada salah satu aspek, yaitu keselamatan kerja atau lingkungan. Kajian yang mengintegrasikan kedua pendekatan tersebut dalam satu kerangka analisis risiko terpadu, khususnya pada level departemen pengendali sistem QHSE, masih relatif terbatas. Selain itu, belum banyak penelitian yang secara spesifik mengevaluasi efektivitas integrasi EAIA–HIRADC dalam menurunkan risiko sisa (residual risk) hingga mencapai tingkat As Low As Reasonably Practicable (ALARP) pada industri migas di Indonesia.

Penelitian ini memiliki kebaruan dibandingkan penelitian terdahulu, yaitu dengan mengintegrasikan metode EAIA dan HIRADC secara simultan dalam mengidentifikasi, menilai, dan mengendalikan risiko keselamatan kerja serta dampak lingkungan pada Departemen QHSE PetroChina International Jabung Ltd. Integrasi ini memungkinkan analisis risiko dilakukan secara lebih komprehensif, tidak hanya berorientasi pada potensi kecelakaan kerja, tetapi juga pada konsekuensi lingkungan yang dapat timbul dari aktivitas operasional yang sama.

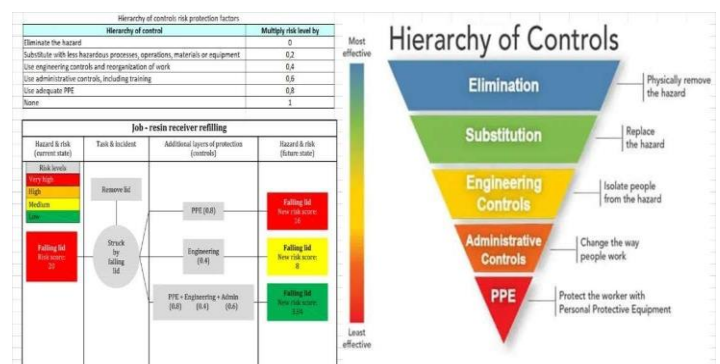
Secara ilmiah, integrasi EAIA–HIRADC penting karena memberikan kontribusi pada pengembangan pendekatan manajemen risiko terpadu yang selaras dengan prinsip risk-based thinking dalam standar ISO 45001 dan ISO 14001. Pendekatan ini memperkuat landasan teoritis bahwa risiko keselamatan dan lingkungan bersifat saling terkait dan perlu dikelola dalam satu sistem yang terintegrasi. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi praktis bagi perusahaan, tetapi juga memperkaya kajian akademik di bidang Teknik Industri, khususnya dalam pengembangan model analisis risiko terintegrasi pada industri migas berisiko tinggi.

PetroChina Jabung Ltd. merupakan salah satu perusahaan migas yang beroperasi di Indonesia dan telah dapat menerapkan sistem QHSE sebagai bagian dari kebijakan perusahaan. Operasional perusahaan ini mencakup berbagai aktivitas dengan tingkat risiko yang bervariasi, mulai dari kegiatan lapangan hingga aktivitas inspeksi dan pengawasan keselamatan. Kompleksitas

aktivitas tersebut menuntut adanya evaluasi berkala terhadap efektivitas sistem identifikasi bahaya dan aspek lingkungan yang diterapkan, khususnya di Departemen QHSE yang berperan sebagai pengendali dan pengawas utama implementasi sistem keselamatan dan lingkungan.

Berdasarkan hasil observasi selama kegiatan kerja praktik, masih ditemukan aktivitas dengan potensi bahaya dan aspek lingkungan yang memerlukan pengendalian yang konsisten dan terdokumentasi dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan kajian yang lebih mendalam mengenai penerapan metode EAIA-HIRADC di Departemen QHSE PetroChina International Jabung Ltd. Geragai, khususnya dalam mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, serta mengevaluasi efektivitas pengendalian risiko yang telah diterapkan.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi perusahaan dalam meningkatkan kinerja QHSE serta menjadi referensi akademik bagi pengembangan kajian manajemen risiko keselamatan dan lingkungan di industri migas. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi rujukan bagi mahasiswa dan praktisi Teknik Industri dalam memahami penerapan metode EAIA-HIRADC sebagai bagian dari analisis sistem kerja dan manajemen risiko terintegrasi.



Gambar 1. Hirarki QHSE Petrochina International Jabung Ltd

METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Penelitian dilakukan di Departemen Quality, Health, Safety, and Environment (QHSE) PetroChina International Jabung Ltd. Geragai

selama periode kerja praktik. Pendekatan studi kasus dipilih untuk memperoleh gambaran mendalam mengenai penerapan identifikasi bahaya, penilaian risiko keselamatan kerja, serta aspek dan dampak lingkungan secara aktual di lingkungan kerja industri migas.

Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Data primer, diperoleh melalui observasi langsung terhadap aktivitas kerja Departemen QHSE, inspeksi lapangan, serta wawancara informal dengan personel terkait.
2. Data sekunder, diperoleh dari dokumen perusahaan seperti kebijakan QHSE, standar operasional prosedur (SOP), formulir EAIA-HIRADC, laporan inspeksi keselamatan, serta laporan audit internal.

Tahapan analisis risiko menggunakan metode EAIA-HIRADC. Analisis risiko dilakukan secara sistematis melalui integrasi metode Environmental Aspect Identification and Assessment (EAIA) dan Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) dengan tahapan sebagai berikut:

1. Identifikasi aktivitas kerja yang dilakukan oleh Departemen QHSE. Seluruh aktivitas kerja yang dilakukan oleh Departemen QHSE diidentifikasi, meliputi inspeksi lapangan, audit keselamatan, pengawasan pekerjaan kontraktor, serta pengelolaan limbah.
2. Identifikasi potensi bahaya keselamatan dan aspek lingkungan dari setiap aktivitas. Pada setiap aktivitas kerja dilakukan identifikasi potensi bahaya keselamatan dan kesehatan kerja (fisik, kimia, mekanis, ergonomi, dan psikososial) serta identifikasi aspek lingkungan seperti emisi, limbah B3, tumpahan bahan kimia, dan konsumsi energi.
3. Penilaian tingkat risiko berdasarkan kombinasi tingkat kemungkinan (likelihood) dan tingkat keparahan (severity). $Risiko = Likelihood \times Severity$.

4. Penentuan pengendalian risiko berdasarkan hierarki pengendalian, yaitu eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri (APD).
5. Evaluasi risiko sisa (residual risk) setelah pengendalian diterapkan.

Skala likelihood dan severity yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada standar perusahaan dan praktik umum industri migas, sebagaimana dijelaskan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Skala Likelihood (Kemungkinan)

Nilai	Kategori	Keterangan
1	Sangat jarang	Hampir tidak pernah terjadi
2	Jarang	Terjadi dalam kondisi tertentu
3	Kadang-kadang	Dapat terjadi beberapa kali
4	Sering	Terjadi secara rutin
5	Sangat sering	Hampir pasti terjadi

Tabel 2. Skala Severity (Keparahan)

Nilai	Kategori	Keterangan
1	Sangat ringan	Cedera ringan tanpa kehilangan waktu kerja
2	Ringan	Cedera ringan dengan P3K
3	Sedang	Cedera memerlukan perawatan medi
4	Berat	Cedera serius atau cacat
5	Sangat berat	Kematian atau kerusakan besar

Berdasarkan kombinasi nilai likelihood dan severity, tingkat risiko diklasifikasikan ke dalam kategori Low, Medium, dan High, serta dikaitkan dengan prinsip As Low As Reasonably Practicable (ALARP) untuk menentukan prioritas pengendalian. Penilaian aspek lingkungan dilakukan secara kuantitatif dengan

mempertimbangkan beberapa kriteria utama, yaitu: yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Besarnya dampak lingkungan
2. Frekuensi terjadinya dampak
3. Tingkat pengendalian yang ada
4. Kepatuhan terhadap regulasi

Setiap aspek lingkungan diberi skor numerik berdasarkan kriteria tersebut. Nilai signifikansi aspek lingkungan diperoleh dari hasil penjumlahan atau perkalian skor, sesuai dengan metode EAIA yang diterapkan perusahaan. Aspek dengan nilai signifikansi tertinggi diprioritaskan untuk pengendalian lebih lanjut.

Tabel 3. Contoh Formulir EAIA–HIRADC

Aktivitas	Aspek lingkungan	Dampak	Likelihood	Severity	Nilai	Kategori risiko	Pengendalian
Inspeksi Lapangan	Paparan Gas	Infeksi Nafas	4	4	16	High	Detektor gas, APD
Pengolahan Limbah B3	Tumbuhan Bahan Kimia	Pencemaran Tanah	3	4	12	Medium	SOP, pelatihan
Audit K3	Kelelahan kerja	Penurunan Konsentrasi	2	2	4	Low	Pengaturan jam kerja

Evaluasi Risiko Sisa

Setelah pengendalian diterapkan sesuai hierarki pengendalian risiko (eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, administratif, dan APD), dilakukan evaluasi risiko

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Bahaya dan Aspek Lingkungan

Hasil Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi metode EAIA–HIRADC mampu mengidentifikasi dan mengevaluasi risiko keselamatan kerja serta aspek lingkungan secara sistematis di Departemen QHSE PetroChina International Jabung Ltd. Sebanyak 69 item potensi bahaya dan aspek lingkungan yang teridentifikasi menggambarkan kompleksitas aktivitas kerja QHSE yang tidak hanya bersifat administratif, tetapi juga melibatkan interaksi langsung dengan area proses berisiko tinggi.

Dominasi bahaya fisik dan kimia menunjukkan bahwa aktivitas inspeksi lapangan dan pengawasan operasional masih menjadi sumber utama risiko. Hal ini sejalan dengan karakteristik industri migas yang memiliki potensi paparan gas berbahaya, tekanan tinggi, serta bahan kimia berbahaya [9]. Secara analitis, kondisi ini menegaskan bahwa peran Departemen QHSE tidak terlepas dari risiko operasional, meskipun fungsi utamanya bersifat pengendalian dan pengawasan.

Penilaian Risiko

Penilaian risiko awal menunjukkan bahwa sebagian aktivitas memiliki tingkat risiko sedang hingga tinggi. Risiko tertinggi ditemukan pada aktivitas inspeksi di area proses yang berpotensi terpapar gas berbahaya dan aktivitas pengelolaan limbah B3. Hal ini sejalan dengan karakteristik industri migas yang memiliki potensi bahaya tinggi apabila pengendalian tidak dilakukan secara optimal [4].

Pengendalian Risiko dan Evaluasi Risiko Sisa

Penilaian risiko awal menunjukkan bahwa 12 item (17,4%) berada pada kategori risiko tinggi. Nilai ini mengindikasikan bahwa tanpa pengendalian yang memadai, sebagian aktivitas berpotensi menimbulkan dampak serius baik terhadap keselamatan pekerja maupun lingkungan. Aktivitas seperti inspeksi di area proses, pekerjaan ketinggian, serta pengelolaan limbah B3 memiliki skor

risiko awal yang tinggi karena kombinasi likelihood yang relatif sering dan severity yang berat. Temuan ini memperkuat konsep HIRADC bahwa risiko tinggi umumnya muncul pada aktivitas dengan paparan langsung terhadap sumber bahaya utama industri migas [7]. Setelah penerapan pengendalian risiko berdasarkan hierarki pengendalian, terjadi penurunan tingkat risiko yang signifikan, di mana 89,85% risiko berada pada kategori rendah dan 10,15% pada kategori sedang, tanpa adanya risiko tinggi yang tersisa. Secara analitis, penurunan ini menunjukkan bahwa pengendalian teknis seperti pemasangan detektor gas dan rekayasa sistem kerja memiliki pengaruh yang lebih dominan dibandingkan pengendalian administratif dan penggunaan APD saja. Hal ini sejalan dengan teori hierarki pengendalian risiko yang menyatakan bahwa efektivitas pengendalian meningkat seiring semakin tingginya level pengendalian yang diterapkan [8].

Dari perspektif EAIA, aspek lingkungan dengan nilai signifikansi tinggi umumnya berkaitan dengan limbah B3 dan potensi tumpahan bahan kimia. Penurunan tingkat risiko lingkungan setelah pengendalian menunjukkan bahwa penerapan SOP, sistem pengelolaan limbah, serta kepatuhan terhadap regulasi lingkungan telah berkontribusi dalam menekan dampak lingkungan hingga tingkat yang dapat diterima. Dengan demikian, integrasi EAIA dalam HIRADC tidak hanya bersifat pelengkap, tetapi berfungsi sebagai instrumen penting dalam pengambilan keputusan berbasis risiko lingkungan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi EAIA dan HIRADC memberikan pendekatan yang lebih komprehensif dalam pengelolaan risiko keselamatan dan lingkungan. Metode ini membantu perusahaan dalam memprioritaskan risiko yang signifikan dan menentukan pengendalian yang tepat. Dari perspektif Teknik Industri, EAIA-HIRADC dapat mendukung peningkatan efisiensi sistem kerja dan pengambilan keputusan berbasis risiko. komprehensif dalam pengelolaan risiko keselamatan dan lingkungan. Metode ini membantu perusahaan dalam memprioritaskan risiko yang signifikan dan menentukan pengendalian yang tepat. Dari perspektif Teknik Industri,

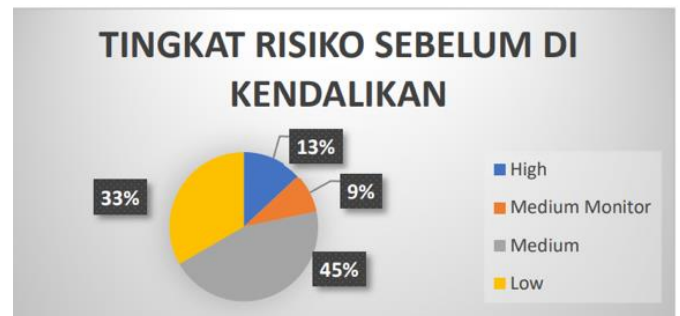
EAIA-HIRADC dapat mendukung peningkatan efisiensi sistem kerja dan pengambilan keputusan berbasis risiko.

Tabel 4. Tabel tingkat risiko sebelum dikendalikan

Tingkat resiko	nilai	%	keterangan
High	9	13.04	-
Medium minitor	6	8.96	-
Medium	31	44.92	Perlu pengendalian
Low	23	33.35	Dapat di terima dengan kontrol
Total	69	100	

Tabel 5. Tabel tingkat risiko sebelum dikendalikan

Tingkat resiko	nilai	%	keterangan
High	-	-	-
Medium minitor	-	-	-
Medium	7	10.15	Perlu pengendalian
Low	62	89.85	Dapat di terima dengan kontrol
Total	69	100	



Gambar 2. Tingkat Resiko sebelum di kendalikan



Gambar 3. Tingkat Resiko setelah di kendalikan

Tabel 4, Tabel 5, Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan distribusi tingkat risiko setelah penerapan pengendalian risiko. Secara visual terlihat bahwa mayoritas risiko berada pada kategori rendah, yaitu sebesar 89,85%, sedangkan risiko kategori sedang sebesar 10,15%. Tidak terdapat risiko pada kategori tinggi, yang mengindikasikan efektivitas penerapan pengendalian berbasis hierarki risiko dalam menurunkan tingkat risiko keselamatan dan lingkungan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode Environmental Aspect Identification and Assessment (EAIA)–Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) di Departemen QHSE PetroChina International Jabung Ltd. terbukti mampu mengidentifikasi, menilai, dan mengendalikan risiko keselamatan kerja serta aspek lingkungan secara sistematis dan terintegrasi.

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa terdapat 69 item potensi bahaya dan aspek lingkungan yang berasal dari berbagai aktivitas Departemen QHSE, seperti inspeksi lapangan, audit keselamatan, pengawasan pekerjaan kontraktor, dan pengelolaan limbah. Potensi bahaya yang dominan berasal dari kategori bahaya fisik dan kimia, yang mencerminkan karakteristik industri migas dengan tingkat paparan risiko operasional yang tinggi, meskipun aktivitas QHSE bersifat pengawasan dan pengendalian.

Penilaian risiko awal menggunakan matriks risiko berbasis likelihood dan severity menunjukkan bahwa 12 item (17,4%) berada pada kategori risiko tinggi, sementara sisanya berada pada kategori risiko sedang. Risiko tinggi umumnya ditemukan pada aktivitas dengan paparan langsung terhadap sumber bahaya utama, seperti area proses, potensi paparan gas berbahaya, serta pengelolaan limbah B3. Temuan ini menegaskan bahwa tanpa pengendalian yang memadai, aktivitas tersebut berpotensi menimbulkan dampak serius terhadap keselamatan pekerja dan lingkungan. Setelah penerapan pengendalian risiko berdasarkan hierarki pengendalian (eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri), terjadi penurunan tingkat risiko yang signifikan. Sebanyak 62 item (89,85%) berada pada kategori risiko rendah dan 7 item (10,15%) berada pada kategori risiko sedang, tanpa adanya risiko tinggi yang tersisa. Penurunan ini menunjukkan bahwa pengendalian yang diterapkan, khususnya pengendalian teknis dan administratif, efektif dalam menekan tingkat risiko hingga berada pada batas yang dapat diterima.

Dari aspek lingkungan, penerapan EAIA memungkinkan identifikasi dan kuantifikasi dampak lingkungan secara lebih terstruktur. Aspek lingkungan dengan nilai signifikansi tinggi, seperti limbah B3 dan potensi tumpahan bahan kimia, dapat diprioritaskan untuk pengendalian sehingga risiko lingkungan dapat ditekan hingga kategori As Low As Reasonably Practicable (ALARP). Hal ini menunjukkan bahwa integrasi EAIA dalam HIRADC tidak hanya meningkatkan keselamatan kerja, tetapi juga mendukung kepatuhan terhadap regulasi dan keberlanjutan lingkungan.

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa metode EAIA–HIRADC efektif sebagai alat manajemen risiko terintegrasi dalam sistem QHSE, serta mampu mendukung pengambilan keputusan berbasis risiko di industri migas. Metode ini dapat digunakan sebagai dasar evaluasi dan peningkatan kinerja QHSE secara berkelanjutan, khususnya dalam memastikan bahwa risiko keselamatan dan lingkungan dikelola secara simultan, sistematis, dan berorientasi pada pencegahan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. N. Bahagia, *Sistem Inventori*. Bandung, Indonesia: Penerbit ITB, 2006.
- [2] Republik Indonesia, *Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*, 2012.
- [3] ISO 45001, *Occupational Health and Safety Management Systems—Requirements with Guidance for Use*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 2018.
- [4] ISO 14001, *Environmental Management Systems—Requirements with Guidance for Use*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 2015.
- [5] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung, Indonesia: Alfabeta, 2013.
- [6] Y. Nurdiansyah, B. N. Siswanto, I. K. Widnyana, dan F. Sabila, “Analisis ABC dan VESO untuk pengendalian persediaan spare parts dan apparel,” *Jurnal Manajemen Logistik dan Transportasi*, vol. 5, no. 2, pp. 122–134, 2019.
- [7] A. Mahmood, “Integrated risk management using HIRADC method in high-risk industries,” *Journal of Safety Engineering*, vol. 12, no. 2, pp. 45–53, 2024.
- [8] M. Ramli, *Pedoman Praktis Manajemen Risiko dalam Perspektif K3*. Jakarta, Indonesia: Dian Rakyat, 2010.
- [9] I. Wignarajah and J. Leung, “Risk assessment and control in oil and gas industry operations,” *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, vol. 26, no. 3, pp. 512–521, 2020.
- [10] E. Rahmadhika dan N. U. Handayani, “Perbaikan tata letak penempatan barang menggunakan metode analisis ABC,” *E-Journal UNDIP*, vol. 6, no. 1, pp. 1–10, 2020.
- [11] Y. A. Nugraha, D. Safitriani, dan C. A. Putong, “Perancangan tata letak gudang dengan metode class-based storage,” *Jurnal Sebatik*, vol. 26, no. 2, pp. 753–760, 2022.
- [12] A. R. Widya dan S. B. Rahardjo, “Penerapan inventory management system berdasarkan klasifikasi VESO,” *Jurnal Pelita Bangsa*, vol. 2, no. 2, pp. 26–32, 2022.
- [13] M. Suryanegara dan E. Dwiyantri, “Environmental aspect identification and risk assessment in oil and gas industry,” *Journal of Industrial Engineering Research*, vol. 9, no. 1, pp. 1–10, 2024.
- [14] International Labour Organization, *Guidelines on Occupational Safety and Health Management Systems*. Geneva, Switzerland: ILO, 2001.
- [15] Sucofindo, “Tips membuat manajemen pergudangan secara efektif,” 2022. [Online]. Available: www.sucofindo.co.id. [Accessed: Jul. 23, 2024].