

**MANAJEMEN RISIKO K3 PADA KEGIATAN CHANGE OUT  
CATALYST DI UNIT REACTOR NAPHTHA PROCESSING  
PT. KPI BALONGAN, JAWA BARAT**

**K3 RISK MANAGEMENT IN CATALYST CHANGE-OUT ACTIVITIES  
IN NAPHTHA PROCESSING REACTOR UNIT  
PT. KPI BALONGAN, WEST JAVA**

**Achmad Fauzi<sup>1</sup>, Sugiarto<sup>2</sup>, Tatan Sukwika<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Magister Manajemen, Universitas Sahid Jakarta, Indonesia

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Sahid Jakarta, Indonesia

email: [tatan.swk@gmail.com](mailto:tatan.swk@gmail.com)

**Abstrak**

Manajemen risiko Kesehatan, Keselamatan, dan Keamanan Kerja (K3) sangat penting dalam industri pengolahan naphtha, terutama pada kegiatan change out catalyst di unit reaktor. Penelitian ini dilakukan di PT. KPI Balongan, Jawa Barat yang menghadapi tantangan besar dalam menjaga keselamatan pekerja dan kelancaran operasional. Penelitian ini menyoroti potensi risiko tinggi yang terkait dengan berbagai tahapan kritis, seperti pra-eksekusi, eksekusi, *unloading catalyst*, *inert entry*, serta *loading catalyst* dan *box up*. Tujuan penelitian ini adalah untuk menilai risiko K3 serta menganalisis pengendalian risiko yang diterapkan di setiap tahap kegiatan. Metode HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control*) digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi bahaya, yang menunjukkan bahwa setiap tahap kegiatan memiliki tingkat risiko yang bervariasi. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa aktivitas pra-eksekusi, eksekusi, dan unloading catalyst serta inert entry dikategorikan sebagai risiko medium hingga tinggi, dengan beberapa aspek mencapai kategori risiko tinggi. Kesimpulan dari penelitian ini menekankan perlunya penguatan langkah-langkah pengendalian risiko dan pelatihan bagi pekerja untuk meningkatkan kesadaran akan keselamatan, guna mencegah insiden yang dapat mengganggu operasi dan membahayakan keselamatan.

**Kata kunci:** Manajemen Risiko K3; *Change Out Catalyst*; HIRADC; *Naphtha Processing*.

**Abstract**

*Occupational Health, Safety, and Security (OHS) risk management is essential in the naphtha processing industry, especially in catalyst change-out activities in the reactor unit. This study was conducted at PT. KPI Balongan, West Java, faces significant challenges in maintaining worker safety and smooth operations. This study highlights the potential for high risks associated with various critical stages, such as pre-execution, execution, unloading catalyst, inert entry, and loading catalyst and box up. This study aims to assess OHS risks and analyze risk controls applied at each stage of the activity. The HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control) method is used to identify and evaluate hazards, which shows that each stage of the activity has varying levels of risk. The study results indicate that pre-execution, execution, and unloading catalyst and inert entry activities are categorized as medium to high risk, with some aspects reaching the high-risk category. The conclusion of this study emphasizes the need to strengthen risk control measures and training for workers to increase safety awareness to prevent incidents that can disrupt operations and endanger safety.*

**Keywords:** *OHS Risk Management; Change Out Catalyst; HIRADC; Naphtha Processing.*

Received: September 15<sup>th</sup>, 2024; 1<sup>st</sup> Revised September 24<sup>th</sup>, 2024;

2<sup>nd</sup> Revised October 11<sup>th</sup>, 2023; Accepted for

Publication : October 18<sup>th</sup>, 2024

© 2024 Achmad Fauzi, Sugiarto, Tatan Sukwika  
Under the license CC BY-SA 4.0

## 1. PENDAHULUAN

Setiap lingkungan kerja selalu mengandung potensi risiko yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Untuk mengurangi atau menghilangkan sumber bahaya di tempat kerja, penerapan manajemen risiko menjadi sangat penting. Manajemen risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan upaya sistematis yang dilakukan untuk mengelola risiko K3 secara komprehensif, terencana, dan terstruktur, dengan tujuan mencegah terjadinya kecelakaan yang tidak diinginkan (1) (2). Dalam konteks ini, manajemen risiko K3 berhubungan erat dengan identifikasi bahaya dan penilaian risiko yang dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan (3).

Salah satu aspek penting dalam manajemen risiko K3 adalah tanggung jawab pengusaha untuk melindungi tenaga kerja dari potensi bahaya yang ada. Hal ini sejalan dengan ketentuan dalam Undang-Undang No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja dan Undang-Undang No. 13 Tahun 2023 tentang Ketenagakerjaan, yang menekankan pentingnya menciptakan kondisi kerja yang aman dan sehat (4). Sistem manajemen K3 juga berfungsi sebagai komponen dalam membangun budaya keselamatan (*safety culture*) di tempat kerja, yang merupakan bagian integral dari sistem manajemen perusahaan secara keseluruhan (5). Penerapan K3 yang efektif dapat meningkatkan produktivitas pekerja dan mengurangi angka kecelakaan kerja.

Untuk mengidentifikasi potensi bahaya di area proyek, metode HIRADC (*Hazard*

*Identification, Risk Assessment, and Determining Control*) dapat digunakan. Metode ini terdiri dari tiga langkah utama: mengidentifikasi bahaya, menilai risiko, dan menentukan tindakan pengendalian yang diperlukan (6). HIRADC memungkinkan perusahaan untuk mendefinisikan karakteristik bahaya yang mungkin terjadi dan mengevaluasi risiko dengan menggunakan matriks penilaian risiko (7). Dengan demikian, tujuan identifikasi risiko adalah untuk mendeteksi potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan dan mengambil langkah-langkah keselamatan untuk meminimalkan risiko tersebut.

Sektor minyak dan gas bumi (migas) memiliki dampak signifikan terhadap perekonomian global, namun juga merupakan salah satu sektor dengan risiko tinggi terkait kecelakaan kerja. Data menunjukkan bahwa pada tahun 2022, faktor risiko kecelakaan kerja di sektor migas di Indonesia didominasi oleh perilaku tidak aman (*unsafe action*) dan kondisi lingkungan yang tidak aman (*unsafe condition*) (8) (9). Rendahnya kesadaran pekerja terhadap praktik K3 berkontribusi terhadap tingginya angka kecelakaan kerja di berbagai sektor industri (10) (11). Oleh karena itu, peningkatan kesadaran dan pemahaman pekerja tentang K3 melalui program pelatihan yang berkelanjutan sangat diperlukan untuk mengurangi risiko kecelakaan (8) (12).

Dalam konteks penelitian ini, penggunaan metode HIRADC di PT. Kilang Pertamina International Unit VI Balongan bertujuan untuk mengelola risiko K3 dengan memanfaatkan hasil identifikasi bahaya di

lingkungan kerja. Metode ini dipilih karena memberikan pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi berbagai bahaya potensial dalam proses produksi, serta memungkinkan perusahaan untuk mengklasifikasikan risiko berdasarkan tingkat keparahan dan kemungkinan terjadinya (10) (13)

Dengan menggunakan matriks penilaian risiko, perusahaan dapat mengevaluasi karakteristik bahaya dan mengklasifikasikan risiko berdasarkan tingkat keparahan dan kemungkinan terjadinya (14) (15) (16). Penerapan metode ini di PT. Kilang Pertamina International Unit VI Balongan diharapkan dapat secara signifikan mengurangi potensi kecelakaan kerja dan meningkatkan standar keselamatan serta kesehatan kerja bagi para pekerja (1) (17) (18) (19).

Novelty dari penelitian ini terletak pada penerapan metode HIRADC dalam konteks spesifik industri migas di Indonesia, yang dikenal memiliki risiko tinggi terkait kecelakaan kerja. Dengan fokus pada identifikasi bahaya dan pengendalian risiko di lingkungan kerja, penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi terhadap literatur yang ada tetapi juga menawarkan solusi praktis untuk meningkatkan keselamatan kerja di sektor yang berisiko tinggi (20) (21) (22). Selain itu, penelitian ini juga menekankan pentingnya pelatihan berkelanjutan untuk meningkatkan kesadaran pekerja terhadap praktik K3, yang merupakan langkah penting dalam menciptakan budaya keselamatan di tempat kerja (1) (4). Tujuan utama penelitian adalah untuk menilai risiko K3 dan

menganalisis pengendalian risiko yang diterapkan pada setiap tahap kegiatan menggunakan metode HIRADC.

## 2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif yang bertujuan untuk mendeskripsikan fenomena yang muncul, baik berupa faktor risiko maupun dampak yang dihasilkan. Dengan menggunakan pendekatan analisis kualitatif observasional, penelitian ini berfokus pada identifikasi, penilaian, dan pengendalian risiko potensi bahaya di *Reactor Naphtha Processing Unit* PT. KPI Unit VI Balongan.

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik observasional yang didasarkan pada formulir penelitian. Penelitian ini juga menyajikan dan mendeskripsikan faktor-faktor yang mendukung identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko dalam kegiatan penggantian katalis di *Reactor Naphtha Processing Unit* PT. KPI Unit VI Balongan. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan dan wawancara dengan enam informan, yang terdiri dari Senior Supervisor NPU, Shift Supervisor NPU, Senior Panelman, Senior Operator, Senior Technician NPU, dan Process Engineer NPU.

Analisis dokumen juga dilakukan, termasuk peraturan K3 yang berlaku di PT. KPI Unit VI Balongan dan dokumentasi prosedur penggantian katalis. Dengan menggabungkan berbagai metode ini, penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang mendalam mengenai tantangan dan peluang dalam manajemen risiko K3 pada kegiatan penggantian katalis di PT KPI Unit VI

Balongan. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan formulir HIRADC serta matriks penilaian risiko yang mengacu pada Manajemen Risiko K3, dengan referensi dari Australian Standard/New Zealand Standard 4360: 2003 dan ISO 31000: 2009, yang telah dimodifikasi untuk keperluan identifikasi bahaya, penilaian, dan pengendalian risiko K3 pada aktivitas penggantian katalis di unit tersebut (17) (18).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Identifikasi Risiko K3

Penelitian ini mengidentifikasi berbagai bahaya dan risiko yang terkait dengan proses *unloading catalyst* dari reaktor dan kegiatan outage menggunakan metode HIRADC untuk mengidentifikasi bahaya, menilai risiko, dan menentukan pengendalian yang diperlukan untuk mengurangi risiko tersebut. Metode ini membantu dalam memastikan keselamatan kerja dan mengurangi potensi kecelakaan di tempat kerja. Berikut hasil identifikasi risiko atau bahaya pada proses *change out catalyst* di PT. KPI Unit VI Balongan.

Tabel 1 hasil penelitian ini menguraikan sepuluh bahaya utama yang dihadapi selama tahap Pra Eksekusi. Bahaya pertama adalah peningkatan tekanan dalam reaktor akibat nitrogen dan uap air, yang dapat menyebabkan kebocoran atau ledakan jika tidak ditangani dengan benar. Bahaya kedua adalah kemungkinan terbakar atau meledaknya hidrokarbon yang tersisa di dalam reaktor, yang dapat mengakibatkan kerusakan peralatan atau luka bakar pada pekerja. Risiko jatuh dari ketinggian dan kecelakaan akibat tidak

stabilnya scaffolding juga diidentifikasi sebagai bahaya serius yang dapat menyebabkan cedera atau kematian. Selain itu, bahaya tertimpa oleh benda yang diangkat atau jatuhnya peralatan dari ketinggian, serta risiko terjepit atau tertimpa saat memasang rigging atau sling pada peralatan yang akan diangkat, juga menjadi perhatian utama. Bahaya kekurangan oksigen dan keracunan gas atau uap di dalam ruang terbatas dapat mengakibatkan kehilangan kesadaran atau kematian. Terakhir, bahaya kebakaran atau ledakan jika gas atau uap mencapai batas penyulut, serta risiko tertimbun atau terjebak di dalam ruang terbatas, juga diidentifikasi sebagai risiko yang dapat mengakibatkan kematian.

Tabel 2 hasil penelitian ini menguraikan lima bahaya utama yang dihadapi selama tahap Eksekusi dalam proses identifikasi berbagai bahaya dan risiko yang terkait dengan proses *change out catalyst*. Pertama, kebocoran gas atau kontaminasi akibat tidak terpasangnya sorokan dengan baik dapat menyebabkan kebocoran gas dan kontaminasi. Kedua, kebakaran atau ledakan akibat udara dalam reaktor dapat mengakibatkan kebakaran dan ledakan. Ketiga, risiko jatuh dari ketinggian saat melakukan pekerjaan dapat menyebabkan cedera fisik dan kecelakaan kerja. Keempat, kecelakaan akibat penggunaan peralatan dan paparan lingkungan berbahaya yang dapat mengakibatkan kecelakaan kerja dan paparan lingkungan berbahaya. Terakhir, kontaminasi atau kebocoran saat melepas inlet distributor dapat menyebabkan kontaminasi dan kebocoran gas.

Tabel 1. Identifikasi Bahaya pada Pra Eksekusi

No.	Sumber Bahaya	Risiko
1	Peningkatan tekanan dalam reaktor akibat Nitrogen dan uap air	Kemungkinan kebocoran atau ledakan jika tidak dilakukan dengan benar
2	Kemungkinan terbakar atau meledaknya hidrokarbon yang tersisa di dalam reaktor	Potensi kerusakan peralatan atau luka bakar pada pekerja
3	Risiko jatuh dari ketinggian	Cedera serius atau kematian jika terjatuh dari <i>scaffolding</i>
4	Potensi tergelincir atau terpeleset pada permukaan <i>scaffolding</i>	Kecelakaan akibat tidak stabilnya <i>scaffolding</i>
5	Bahaya tertimpa oleh benda yang diangkat atau jatuhnya peralatan dari ketinggian	Cedera serius atau kematian jika terkena benda yang jatuh
6	Risiko terjepit atau tertimpa saat memasang rigging atau sling pada peralatan yang akan diangkat	Kecelakaan saat memanipulasi peralatan angkat
7	Bahaya kekurangan oksigen di dalam ruang terbatas	Kehilangan kesadaran atau kematian akibat kekurangan oksigen
8	Bahaya keracunan gas atau uap yang ada di dalam ruang terbatas	Keracunan gas atau uap yang dapat mengakibatkan cedera atau kematian
9	Bahaya kebakaran atau ledakan jika gas atau uap mencapai batas penyulut	Ledakan atau kebakaran jika gas mencapai batas penyulut
10	Risiko tertimbun atau terjebak di dalam ruang terbatas	Kematian akibat tertimbun atau terjebak di dalam ruang terbatas

Sumber: Hasil Olah Data (2024)

Tabel 2. Identifikasi Bahaya pada Eksekusi

No.	Sumber Bahaya	Risiko
1	Kebocoran gas atau kontaminasi akibat tidak terpasangnya sorokan	Kebocoran gas, kontaminasi
2	Kebakaran atau ledakan akibat udara dalam reaktor	Kebakaran, ledakan
3	Jatuh dari ketinggian, kecelakaan kerja	Cedera fisik, kecelakaan kerja
4	Kecelakaan akibat penggunaan peralatan, paparan lingkungan	Kecelakaan kerja, paparan lingkungan berbahaya
5	Kontaminasi atau kebocoran saat melepas <i>inlet</i> distributor	Kontaminasi, kebocoran gas

Sumber: Hasil Olah Data (2024)

Tabel 3 hasil penelitian ini menguraikan sembilan bahaya utama pada Pekerjaan *Unloading Catalyst* dan *Reactor Entry*, serta *Outer Activity* yang dihadapi selama proses tersebut. Pertama, kebocoran listrik, kelelahan

mata, dan tersandung kabel listrik dapat menyebabkan kecelakaan kerja, cedera mata, dan jatuh. Kedua, kebocoran gas, ledakan, dan kebakaran dapat mengakibatkan gangguan pernapasan, kebakaran, dan keracunan gas.

Ketiga, risiko terjatuh dari ketinggian dan penumpukan material di tangga dapat menyebabkan cedera punggung, jatuh, dan tertimbun material. Keempat, kurangnya oksigen, kebocoran gas, dan kecelakaan mekanis dapat mengakibatkan kehilangan kesadaran, keracunan gas, dan kecelakaan fisik. Kelima, cedera tangan, terjepit, dan terbakar dapat menyebabkan iritasi pada saluran

pernapasan dan kulit, serta kerusakan pada peralatan. Selanjutnya, kebocoran vakum dan kelelahan fisik dapat menyebabkan kebocoran gas, kelelahan, dan cedera fisik. Tumpahan bahan dan kebocoran drum dapat mengakibatkan kebocoran dan pencemaran lingkungan. Terakhir, risiko terjepit, terbentur, dan tergelincir dapat menyebabkan luka dan kecelakaan fisik.

Tabel 3. Identifikasi Bahaya pada Pekerjaan *Unloading Catalyst dan Reactor Entry - Outer Activity*

No.	Sumber Bahaya	Risiko
1	Kebocoran listrik, kelelahan mata, tersandung kabel listrik	Kecelakaan kerja, cedera mata, jatuh
2	Kebocoran gas, ledakan, kebakaran	Pernapasan terganggu, kebakaran, keracunan gas
3	Terjatuh dari ketinggian, penumpukan material di tangga	Cedera punggung, jatuh, tertimbun material
4	Kurangnya oksigen, kebocoran gas, kecelakaan mekanis	Kehilangan kesadaran, keracunan gas, kecelakaan fisik
5	Cedera tangan, terjepit, terbakar	Luka, kerusakan pada peralatan
6	Iritasi pada saluran pernapasan dan kulit	Luka, kerusakan pada peralatan
7	Kebocoran vakum, kelelahan fisik	Kebocoran gas, kelelahan, cedera fisik
8	Tumpahan bahan, kebocoran drum	Kebocoran, pencemaran lingkungan
9	Terjepit, terbentur, tergelincir	Luka, kecelakaan fisik

Sumber: Hasil Olah Data (2024)

Tabel 4 hasil penelitian ini menguraikan sembilan bahaya utama pada Pekerjaan *Loading Catalyst Activity* yang dihadapi selama proses tersebut. Pertama, kebocoran listrik, kelelahan mata, dan tersandung kabel listrik dapat menyebabkan kecelakaan kerja, cedera mata, dan jatuh. Kedua, kebocoran gas, ledakan, dan kebakaran dapat mengakibatkan gangguan pernapasan, kebakaran, dan keracunan gas. Ketiga, risiko terjatuh dari ketinggian dan penumpukan material di tangga dapat menyebabkan cedera punggung, jatuh, dan

tertimbun material. Keempat, kurangnya oksigen, kebocoran gas, dan kecelakaan mekanis dapat mengakibatkan kehilangan kesadaran, keracunan gas, dan kecelakaan fisik. Kelima, cedera tangan, terjepit, dan terbakar dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan dan kulit, serta kerusakan pada peralatan. Selanjutnya, kebocoran vakum dan kelelahan fisik dapat menyebabkan kebocoran gas, kelelahan, dan cedera fisik. Tumpahan bahan dan kebocoran drum dapat mengakibatkan kebocoran dan pencemaran

lingkungan. Terakhir, risiko terjepit, terbentur, dan tergelincir dapat menyebabkan luka dan kecelakaan fisik.

Tabel 5 hasil penelitian ini menguraikan sembilan bahaya utama pada Kegiatan *Box Up* yang dihadapi selama proses tersebut. Pertama, kebocoran listrik, kelelahan mata, dan tersandung kabel listrik dapat menyebabkan kecelakaan kerja, cedera mata, dan jatuh. Kedua, kebocoran gas, ledakan, dan kebakaran dapat mengakibatkan gangguan pernapasan, kebakaran, dan keracunan gas. Ketiga, risiko terjatuh dari ketinggian dan penumpukan material di tangga dapat menyebabkan cedera punggung, jatuh, dan

tertimbun material. Keempat, kurangnya oksigen, kebocoran gas, dan kecelakaan mekanis dapat mengakibatkan kehilangan kesadaran, keracunan gas, dan kecelakaan fisik. Kelima, cedera tangan, terjepit, dan terbakar dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan dan kulit, serta kerusakan pada peralatan. Selanjutnya, kebocoran vakum dan kelelahan fisik dapat menyebabkan kebocoran gas, kelelahan, dan cedera fisik. Tumpahan bahan dan kebocoran drum dapat mengakibatkan kebocoran dan pencemaran lingkungan. Terakhir, risiko terjepit, terbentur, dan tergelincir dapat menyebabkan luka dan kecelakaan fisik.

Tabel 4. Identifikasi Bahaya pada Pekerjaan *Loading Catalyst Activity*

No.	Sumber Bahaya	Risiko
1	Potensi jatuhnya katalis dari Crane	Cedera pekerja, kerusakan peralatan
2	Jatuhnya drum katalis dari Crane	Cedera pekerja, kerusakan peralatan
3	Kontaminasi udara oleh debu katalis	Kontaminasi produk, kerusakan peralatan
4	Jatuhnya hopper dari Crane	Cedera pekerja, kerusakan peralatan
5	Tumpahan katalis, kontaminasi area kerja	Kontaminasi produk, kerusakan peralatan
6	Paparan katalis, penumpukan berlebihan	Kontaminasi produk, kerusakan peralatan
7	Jatuhnya ceramic ball dari Crane	Cedera pekerja, kerusakan peralatan

Sumber: Hasil Olah Data (2024)

Tabel 5. Identifikasi Bahaya pada Kegiatan *Box Up*

No.	Sumber Bahaya	Risiko
1	Potensi terjepit atau terluka saat melepas blind	Cedera pada tangan atau bagian tubuh lainnya, atau kerusakan pada blind atau bagian lain dari reaktor.
2	Potensi terjepit saat memasang <i>inlet</i> distributor, atau terluka oleh bagian tajam atau berkarat	Kebocoran atau kebocoran udara jika <i>inlet</i> distributor atau gasket tidak terpasang dengan baik
3	Potensi tergelincir atau terpeleset akibat lantai yang licin karena kotoran atau cairan yang tertumpah	Cedera ringan hingga parah akibat tergelincir atau terpeleset, atau kecelakaan akibat terbentur atau terjatuh karena alat atau material yang tidak ditata dengan baik.

Sumber: Hasil Olah Data (2024)

Tabel 6 hasil penelitian ini menguraikan sembilan bahaya utama yang dihadapi selama proses tersebut. Pertama, kebocoran listrik, kelelahan mata, dan tersandung kabel listrik dapat menyebabkan kecelakaan kerja, cedera mata, dan jatuh. Kedua, kebocoran gas, ledakan, dan kebakaran dapat mengakibatkan gangguan pernapasan, kebakaran, dan keracunan gas. Ketiga, risiko terjatuh dari ketinggian dan penumpukan material di tangga dapat menyebabkan cedera punggung, jatuh, dan tertimbun material. Keempat, kurangnya oksigen, kebocoran gas,

dan kecelakaan mekanis dapat mengakibatkan kehilangan kesadaran, keracunan gas, dan kecelakaan fisik. Kelima, cedera tangan, terjepit, dan terbakar dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan dan kulit, serta kerusakan pada peralatan. Selanjutnya, kebocoran vakum dan kelelahan fisik dapat menyebabkan kebocoran gas, kelelahan, dan cedera fisik. Tumpahan bahan dan kebocoran drum dapat mengakibatkan kebocoran dan pencemaran lingkungan. Terakhir, risiko terjepit, terbentur, dan tergelincir dapat menyebabkan luka dan kecelakaan fisik.

Tabel 6. Penilaian Bahaya Pada Pra Eksekusi

Identifikasi Bahaya		Penilaian Bahaya
Sumber Bahaya	Risiko	Kategori Risiko
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peningkatan tekanan dalam reaktor akibat Nitrogen dan uap air</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kemungkinan kebocoran atau ledakan jika tidak dilakukan dengan benar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>High Risk</i></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kemungkinan terbakar atau meledaknya hidrokarbon yang tersisa di dalam reaktor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potensi kerusakan peralatan atau luka bakar pada pekerja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>High Risk</i></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risiko jatuh dari ketinggian</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cedera serius atau kematian jika terjatuh dari <i>scaffolding</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>High to Moderate Risk</i></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Potensi tergelincir atau terpeleset pada permukaan <i>scaffolding</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kecelakaan akibat tidak stabilnya <i>scaffolding</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Medium to Low Risk</i></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahaya tertimpa oleh benda yang diangkat atau jatuhnya peralatan dari ketinggian</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cedera serius atau kematian jika terkena benda yang jatuh</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>High to Moderate Risk</i></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risiko terjepit atau tertimpa saat memasang rigging atau sling pada peralatan yang akan diangkat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kecelakaan saat memanipulasi peralatan angkat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>High to Moderate Risk</i></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahaya kekurangan oksigen di dalam ruang terbatas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kehilangan kesadaran atau kematian akibat kekurangan oksigen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Medium Risk</i></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahaya keracunan gas atau uap yang ada di dalam ruang terbatas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keracunan gas atau uap yang dapat mengakibatkan cedera atau kematian</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>High to Moderate Risk</i></li> </ul>

Identifikasi Bahaya		Penilaian Bahaya
Sumber Bahaya	Risiko	Kategori Risiko
• Bahaya kebakaran atau ledakan jika gas atau uap mencapai batas penyulut	• Ledakan atau kebakaran jika gas mencapai batas penyulut	• <i>High Risk</i>
• Risiko tertimbun atau terjebak di dalam ruang terbatas	• Kematian akibat tertimbun atau terjebak di dalam ruang terbatas	• <i>Medium Risk</i>

Sumber: Hasil Olah Data (2024)

Tabel 7 hasil penelitian ini menguraikan enam bahaya utama yang dihadapi selama proses tersebut. Pertama, kebocoran gas atau kontaminasi akibat tidak terpasangnya sorokan dengan baik dapat menyebabkan kebocoran gas dan kontaminasi, yang dikategorikan sebagai risiko tinggi. Kedua, kebakaran atau ledakan akibat udara dalam reaktor dapat mengakibatkan kebakaran dan ledakan, juga dikategorikan sebagai risiko tinggi. Ketiga, risiko jatuh dari ketinggian dan kecelakaan kerja dapat menyebabkan cedera fisik dan kecelakaan kerja, dengan tingkat risiko

sedang. Keempat, kecelakaan akibat penggunaan peralatan dan paparan lingkungan berbahaya dapat menyebabkan kecelakaan kerja dan paparan lingkungan berbahaya, dengan tingkat risiko tinggi hingga sedang. Kelima, kontaminasi atau kebocoran saat melepas inlet distributor dapat mengakibatkan kontaminasi dan kebocoran gas, yang dikategorikan sebagai risiko tinggi. Terakhir, paparan kebisingan di area kerja dalam reaktor dapat menyebabkan kehilangan pendengaran, yang juga dikategorikan sebagai risiko tinggi.

Tabel 7. Penilaian Bahaya Pada Eksekusi

Identifikasi Bahaya		Penilaian Bahaya
Sumber Bahaya	Risiko	Kategori Risiko
• Kebocoran gas atau kontaminasi akibat tidak terpasangnya sorokan	• Kebocoran gas, kontaminasi	• <i>High Risk</i>
• Kebakaran atau ledakan akibat udara dalam reaktor	• Kebakaran, ledakan	• <i>High Risk</i>
• Jatuh dari ketinggian, kecelakaan kerja	• Cedera fisik, kecelakaan kerja	• <i>Medium Risk</i>
• Kecelakaan akibat penggunaan peralatan, paparan lingkungan	• Kecelakaan kerja, paparan lingkungan berbahaya	• <i>High to Moderate Risk</i>
• Kontaminasi atau kebocoran saat melepas inlet distributor	• Kontaminasi, kebocoran gas	• <i>High Risk</i>

Sumber: Hasil Olah Data (2024)

Tabel 8. Penilaian Bahaya Pada Pekerjaan *Unloading Catalyst* dan Reactor Entry- Outer Activity

Identifikasi Bahaya		Penilaian Bahaya
Sumber Bahaya	Risiko	Kategori Risiko
• Kebocoran listrik, kelelahan mata, tersandung kabel listrik	• Kecelakaan kerja, cedera mata, jatuh	• <i>High to Moderate Risk</i>

Identifikasi Bahaya		Penilaian Bahaya
Sumber Bahaya	Risiko	Kategori Risiko
• Kebocoran gas, ledakan, kebakaran	• Pernapasan terganggu, kebakaran, keracunan gas	• <i>High Risk</i>
• Terjatuh dari ketinggian, penumpukan material di tangga	• Cedera punggung, jatuh, tertimbun material	• <i>Medium Risk</i>
• Kurangnya oksigen, kebocoran gas, kecelakaan mekanis	• Kehilangan kesadaran, keracunan gas, kecelakaan fisik	• <i>High to Moderate Risk</i>
• Cedera tangan, terjepit, terbakar	• Luka, kerusakan pada peralatan	• <i>High Risk</i>
• iritasi pada saluran pernapasan dan kulit	• Luka, kerusakan pada peralatan	• <i>Medium to Low Risk</i>
• Kebocoran vakum, kelelahan fisik	• Kebocoran gas, kelelahan, cedera fisik	• <i>Medium Risk</i>
• Tumpahan bahan, kebocoran drum	• Kebocoran, pencemaran lingkungan	• <i>High to Moderate Risk</i>
• Terjepit, terbentur, tergelincir	• Luka, kecelakaan fisik	• <i>Medium Risk</i>

Sumber: Hasil Olah Data (2024)

Tabel 8 hasil penelitian ini menguraikan sembilan bahaya utama yang dihadapi selama proses tersebut. Pertama, kebocoran listrik, kelelahan mata, dan tersandung kabel listrik dapat menyebabkan kecelakaan kerja, cedera mata, dan jatuh, yang dikategorikan sebagai risiko tinggi hingga sedang. Kedua, kebocoran gas, ledakan, dan kebakaran dapat mengakibatkan pernapasan terganggu, kebakaran, dan keracunan gas, yang dikategorikan sebagai risiko tinggi. Ketiga, terjatuh dari ketinggian dan penumpukan material di tangga dapat menyebabkan cedera punggung, jatuh, dan tertimbun material, dengan tingkat risiko sedang. Keempat, kurangnya oksigen, kebocoran gas, dan kecelakaan mekanis dapat menyebabkan kehilangan kesadaran, keracunan gas, dan

kecelakaan fisik, dengan tingkat risiko tinggi hingga sedang. Kelima, cedera tangan, terjepit, dan terbakar dapat mengakibatkan luka dan kerusakan pada peralatan, yang dikategorikan sebagai risiko tinggi. Keenam, iritasi pada saluran pernapasan dan kulit dapat menyebabkan luka dan kerusakan pada peralatan, dengan tingkat risiko sedang hingga rendah. Ketujuh, kebocoran vakum dan kelelahan fisik dapat menyebabkan kebocoran gas, kelelahan, dan cedera fisik, dengan tingkat risiko sedang. Kedelapan, tumpahan bahan dan kebocoran drum dapat mengakibatkan kebocoran dan pencemaran lingkungan, yang dikategorikan sebagai risiko tinggi hingga sedang. Terakhir, terjepit, terbentur, dan tergelincir dapat menyebabkan luka dan kecelakaan fisik, dengan tingkat risiko sedang.

Tabel 9. Penilaian Bahaya Pada Pekerjaan Loading Catalyst Activity

Identifikasi Bahaya		Penilaian Bahaya
Sumber Bahaya	Risiko	Kategori Risiko
• Potensi jatuhnya katalis dari Crane	• Cedera pekerja, kerusakan peralatan	• <i>High to Moderate Risk</i>
• Jatuhnya drum katalis dari Crane	• Cedera pekerja, kerusakan peralatan	• <i>High Risk</i>
• Kontaminasi udara oleh debu katalis	• Kontaminasi produk, kerusakan peralatan	• <i>High to Moderate Risk</i>
• Jatuhnya Hopper dari Crane	• Cedera pekerja, kerusakan peralatan	• <i>High Risk</i>
• Tumpahan katalis, kontaminasi area kerja	• Kontaminasi produk, kerusakan peralatan	• <i>High to Moderate Risk</i>
• Paparan katalis, penumpukan berlebihan	• Kontaminasi produk, kerusakan peralatan	• <i>High to Moderate Risk</i>
• Jatuhnya ceramic ball dari Crane	• Cedera pekerja, kerusakan peralatan	• <i>High Risk</i>

Sumber: Hasil Olah Data (2024)

Tabel 9 hasil penelitian ini menguraikan enam bahaya utama yang dihadapi selama proses tersebut. Pertama, potensi jatuhnya katalis dari crane dapat menyebabkan cedera pekerja dan kerusakan peralatan, yang dikategorikan sebagai risiko tinggi hingga sedang. Kedua, jatuhnya drum katalis dari crane dapat mengakibatkan cedera pekerja dan kerusakan peralatan, yang dikategorikan sebagai risiko tinggi. Ketiga, kontaminasi udara oleh debu katalis dapat menyebabkan kontaminasi produk dan kerusakan peralatan, yang dikategorikan sebagai risiko tinggi hingga sedang. Keempat, jatuhnya hopper dari crane dapat menyebabkan cedera pekerja dan kerusakan peralatan, yang dikategorikan sebagai risiko tinggi. Kelima, tumpahan katalis dan kontaminasi area kerja dapat mengakibatkan kontaminasi produk dan kerusakan peralatan, yang dikategorikan sebagai risiko tinggi hingga sedang. Terakhir, paparan katalis dan penumpukan berlebihan dapat menyebabkan kontaminasi produk dan

kerusakan peralatan, yang dikategorikan sebagai risiko tinggi hingga sedang.

Tabel 10 hasil penelitian ini menguraikan lima bahaya utama yang dihadapi selama proses tersebut. Pertama, potensi terjepit atau terluka saat melepas blind dapat menyebabkan cedera pada tangan atau bagian tubuh lainnya, serta kerusakan pada blind atau bagian lain dari reaktor. Risiko ini dikategorikan sebagai risiko tinggi hingga sedang. Kedua, potensi terjepit saat memasang inlet distributor atau terluka oleh bagian tajam atau berkarat dapat menyebabkan kebocoran atau kebocoran udara jika gasket tidak terpasang dengan baik, yang juga dikategorikan sebagai risiko tinggi hingga sedang. Ketiga, potensi tergelincir atau terpeleset akibat lantai yang licin karena kotoran atau cairan yang tertumpah dapat menyebabkan cedera ringan hingga parah, atau kecelakaan akibat terbentur atau terjatuh karena alat atau material yang tidak ditata dengan baik. Risiko ini dikategorikan sebagai risiko sedang hingga

rendah. Keempat, potensi cedera akibat terjepit atau terbentur saat bekerja di area yang sempit atau terbatas dapat menyebabkan cedera fisik yang serius, yang dikategorikan sebagai risiko tinggi. Terakhir, potensi cedera akibat terjatuh

dari ketinggian saat bekerja di area yang tinggi tanpa pengaman yang memadai dapat menyebabkan cedera serius atau kematian, yang dikategorikan sebagai risiko tinggi.

Tabel 10. Penilaian Bahaya Pada Kegiatan Box Up

Identifikasi Bahaya		Penilaian Bahaya
Sumber Bahaya	Risiko	Kategori Risiko
• Potensi terjepit atau terluka saat melepas <i>blind</i>	• Cedera pada tangan atau bagian tubuh lainnya, atau kerusakan pada <i>blind</i> atau bagian lain dari reaktor.	• <i>High to Moderate Risk</i>
• Potensi terjepit saat memasang inlet distributor, atau terluka oleh bagian tajam atau berkarat	• Kebocoran atau kebocoran udara jika inlet distributor atau gasket tidak terpasang dengan baik	• <i>High to Moderate Risk</i>
• Potensi tergelincir atau terpeleset akibat lantai yang licin karena kotoran atau cairan yang tertumpah	• Cedera ringan hingga parah akibat tergelincir atau terpeleset, atau kecelakaan akibat terbentur atau terjatuh karena alat atau material yang tidak ditata dengan baik.	• <i>Medium to Low Risk</i>

Sumber: Hasil Olah Data (2024)

### Pembahasan

Risiko dapat menyebabkan nasib buruk dalam mencapai kesuksesan. Oleh karena itu, perlunya manajemen risiko untuk mengendalikan kerugian akibat risiko yang mungkin terjadi (19). Manajemen risiko dapat dikatakan sebagai proses bisnis utama, dimana oleh tim manajerial perlu mengevaluasi keandalan tujuan dan strategi manajemen risiko dalam kaitannya dengan pengembangan dan keberhasilan perusahaan (20). Terlebih pada perusahaan yang menggunakan alat berat dalam proses operasionalnya maka diperlukan manajemen risiko K3 yang baik. Manajemen risiko merupakan unsur pokok dan bagian internal dari sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja (SMK3). SMK3 dimulai

dengan menetapkan komitmen dan kebijakan K3. Implementasi K3 dimulai dari perencanaan yang baik meliputi, identifikasi bahaya (*hazard identification*), penilaian risiko (*risk assessment*), dan pengendalian risiko (*determining control*) atau yang biasa dikenal dengan HIRADC (*Hazard, Identification, Risk Assesment and Determining Control*). HIRADC merupakan elemen utama dalam sistem manajemen kesehatan dan keselamatan kerja (K3) yang berkaitan langsung dengan upaya pencegahan dan pengendalian bahaya (4) (19).

Pengidentifikasian bahaya menjadi suatu proses yang bisa dilakukan guna mengenali semua kejadian atau situasi yang berpotensi sebagai penyebab kecelakaan dan penyakit

akibat kerja yang mungkin timbul. Bahaya (*Hazard*) adalah sumber potensi bahaya termasuk *human injury*, gangguan kesehatan, kerusakan properti, lingkungan, ataupun kombinasi dari berbagai hal tersebut. Bahaya dibedakan menjadi bahaya kesehatan yaitu bahaya yang berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan dan bahaya keselamatan yaitu bahaya yang berasal dari tempat kerja (23). Identifikasi bahaya harus dilakukan secara benar dengan menggunakan pendekatan sistematis dan terstruktur, sehingga setiap risiko dapat teridentifikasi yang kemudian dianalisis lebih lanjut. Langkah awal dalam identifikasi adalah menetapkan pembagian identifikasi bahaya berdasarkan area atau proses kerja. Setiap proses yang ada, dilakukan identifikasi bahaya yang terjadi berdasar pada berbagai unsur bahaya. Identifikasi menurut unsur bahaya ini dilakukan dengan melihat kepada area kerja, peralatan atau mesin yang dipakai, kebiasaan dan tindakan operator bekerja serta material yang dipakai (20). Identifikasi bahaya pada proses *change out catalyst* di PT. KPI Unit VI Balongan dilakukan sebagai langkah awal dalam menyusun manajemen risiko K3.

*Change out catalyst* dalam sebuah reaktor merujuk pada proses menggantikan katalis yang telah digunakan dengan katalis baru. Katalis merupakan substansi yang digunakan untuk mempercepat reaksi kimia tanpa ikut bereaksi secara langsung. Dalam konteks reaktor kimia atau petrokimia, katalis sering kali digunakan untuk meningkatkan efisiensi proses atau mengubah produk yang dihasilkan. *Change out catalyst* merupakan kegiatan yang memiliki

risiko tinggi dalam operasi reaktor kimia atau petrokimia. Penggantian katalis melibatkan proses yang kompleks dan berpotensi berbahaya jika tidak dilakukan dengan benar.

Identifikasi bahaya penting untuk mengetahui, mengenal, dan memperkirakan adanya bahaya pada suatu sistem yang baik peralatan, tempat kerja, prosedur aturan dan lainnya (21) (22). Identifikasi risiko dilakukan untuk mengetahui bahaya-bahaya potensial dalam proses *change out catalyst* seperti ketika melakukan pengangkatan menggunakan crane atau forklit, kebocoran bahan kimia yang dapat menyebabkan pekerja keracunan, serta kerusakan pada peralatan. Proses *purging* yang mengalami kegagalan dalam prosesnya juga dapat menyebabkan atmosfer yang tidak aman dalam reaktor.

Langkah awal dalam mengidentifikasi masalah ialah dengan meninjau prosedur keselamatan yang ada, selanjutnya menetapkan lokasi potensial terjadinya risiko selama proses penggantian katalis. Identifikasi dilakukan dengan melakukan pemeriksaan terhadap pekerjaan di ruang terbatas, peralatan pendukung, juga adanya kemungkinan kebocoran. Pengamatan secara langsung juga dilakukan guna memastikan kelancaran dan keamanan selama proses penggantian katalis. Perusahaan juga bekerjasama dengan para ahli untuk memeriksa kondisi peralatan yang digunakan dalam proses penggantian katalis. Para ahli dibidangnya bekerjasama dalam mengidentifikasi bahaya potensial yang dapat terjadi dengan adanya pengalaman yang dimiliki dalam memahami dan menguasai

seluruh peralatan dan sistem (8) (9) (17) (18).

Tindakan pemantauan dilakukan oleh Senior Shift Supervisor dalam pelaksanaan langkah dan prosedur *change out catalyst* agar dilakukan dengan benar dan penuh kehati-hatian. Pemantauan dilakukan pada lingkungan kerja, penggunaan peralatan, juga koordinasi antar tim kerja yang efektif. Selain itu, prosedur darurat juga disusun oleh PT. KPI Unit VI Balongan untuk mengatasi situasi terburuk yang mungkin terjadi secara tidak diduga dan pekerja dilatih dengan sangat baik agar dapat mencegah dan menghadapi situasi darurat. Pengembangan dan revisi prosedur keselamatan secara berkala juga dilakukan sesuai dengan penemuan dari analisis risiko. Pelatihan yang tepat menjadi bekal karyawan dalam memastikan kesadaran yang tinggi akan adanya bahaya potensial (14) (15) (16).

Mengidentifikasi bahaya merupakan cara pengendalian bahaya secara awal atau dini yang dapat mencegah cedera dan penyakit maupun kematian (1) (24) (25). Risiko yang perlu diprioritaskan adalah risiko yang berhubungan dengan tenaga kerja seperti saat memasang *scaffolding* di top dan bottom reaktor, dan risiko saat melakukan *lifting operation*. Identifikasi bahaya dalam proses *change out catalyst* di PT. KPI Unit VI Balongan dikategorikan berdasarkan kegiatan yang dilakukan.

#### 4. KESIMPULAN

Simpulan penelitian ini yang dapat ditarik yaitu bahwa berbagai tahap kegiatan memiliki tingkat risiko yang berbeda. Kategori bahaya yang ditemukan pada setiap jenis bahaya yaitu: bahaya pada tahap pra-eksekusi, eksekusi,

pekerjaan *unloading catalyst*, entri ke reaktor, serta aktivitas *loading catalyst* dan *box up* hampir semua memiliki risiko berkategori medium hingga tinggi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para responden dan seluruh pihak-pihak yang telah membantu selama proses penelitian hingga karya ilmiah ini bisa dipublikasikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Fajri NI, Siahaan J. Analisis identifikasi resiko kecelakaan kerja menggunakan metode hazard identification risk assesment and risk control (HIRARC). Sistemik: Jurnal Ilmiah Nasional Bidang Ilmu Teknik. 2023;11(2):60-71.
2. Harahap IM, Firdasasi, Purwandito M. Analisis Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Melalui Metode Hiradc Dan Metode Jsa Pada Proyek Lanjutan Pembangunan Rumah Sakit Regional Langsa. Menara J Tek Sipil [Internet]. 2022 Jul 1;17(2):43–50. Available from: <http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/menara/article/view/26853>
3. Ismail SIC, Irwan I, Lalu NAS. Analysis Of Potential Hazards For Work Accidents Using The Hira (Hazard Identification And Risk Assessment) Method On Gold Mine Workers In East Suwawa District. J Heal Sci Gorontalo J Heal Sci Community [Internet]. 2023 Jan 25;7(1):99–107. Available from: <https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/gojhe/article/view/16187>

4. Syawal SN, Kusnadi K, Sutrisno S. Analisis Potensi Bahaya dengan Metode HIRADC untuk Mencegah Terjadinya Kecelakaan Kerja di Departemen Injection PT. Indonesia Thai summit plastech. *J Serambi Eng* [Internet]. 2023 Jan 2;8(1). Available from: <https://ojs.serambimekkah.ac.id/jse/article/view/5038>
5. Hairunisa N. Occupational Health During the Covid-19 Pandemic. *J Biomedika dan Kesehatan* [Internet]. 2022 Apr 25;5(1):1–3. Available from: <https://jbiomedkes.org/index.php/jbk/article/view/221>
6. Kusmawan D. Hubungan Antara Karakteristik Individu Dengan Keluhan Stres Kerja Di Unit Vi Refinery PT X (Persero) Balongan. *J Ind Hyg Occup Heal* [Internet]. 2022 Apr 10;6(2):1. Available from: <https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/JIHOH/article/view/5577>
7. De Claesyta CS, Koestoer RHS, Pranowo WS, Cahyadi A. Pemodelan Pergerakan Tumpahan Minyak Sebagai Upaya Mitigasi Dampak Lingkungan di Perairan Lampung Timur, Indonesia. *J Kelaut Nas* [Internet]. 2023 Mar 18;18(1):33. Available from: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jkn/article/view/12382>
8. Sukwika T, Riwayando F. Efektivitas Penerapan Program K3LLP pada Kawasan Pengeboran Sumur Parang II Sepanjang Pandemi Covid-19. *J Migasian* [Internet]. 2022 Dec 31;6(2):56–64. Available from: <https://ojs.itpb.ac.id/index.php/jurnal-migasian/article/view/168>
9. Madefri R, Sukwika T. Kajian Kompetensi Ahli K3 Terhadap Kinerja SMK3 pada PLTGU POMU Priuk. *J Migasian* [Internet]. 2021 Dec 31;5(2). Available from: <https://ojs.akamigasbalongan.ac.id/index.php/jurnal-migasian/article/view/160>
10. Kosasih K, Hasibuan B, Sukwika T. Manajemen Pembinaan Kesehatan dan Keselamatan Kerja Bagi Pekerja Las Informal di Bengkel Las Kabupaten Sumedang. *J Untuk Masy Sehat* [Internet]. 2022 Apr 29;6(1):1–15. Available from: <http://ejournal.urindo.ac.id/index.php/jukmas/article/view/1979>
11. Sukwika T, Sutrisno G. Kepemimpinan Keselamatan, Komitmen Ahli K3, Akuntabilitas Terhadap Kepuasan Kerja dan Kinerja Keselamatan. *J Ecodemica J Ekon Manaj dan Bisnis* [Internet]. 2021 Sep 1;5(2):164–74. Available from: <https://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/ecodemica/article/view/10960>
12. Nawawi BM, Sukwika T, Hasibuan B. Penerapan Sistem Manajemen K3 dan Pengaruhnya pada Pengetahuan Perawat Rumah Sakit. *JI-KES (Jurnal Ilmu Kesehatan)*. 2023;6(2):110–5.
13. Daulay RF, Nuruddin M. Analisis K3 Di Bengkel Dwi Jaya Motor Dengan

- Menggunakan Metode HIRA Terintegrasi Metode FTA. JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri). 2022;2(4):571-9.
14. Lazuardi MR, Sukwika T, Kholil K. Analisis Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode HIRADC pada Departemen Assembly Listrik. J Appl Manag Res [Internet]. 2022 Jul 30;2(1):11–20. Available from: <http://jurnal.usahid.ac.id/index.php/jamr/article/view/811>
  15. Irianto D, Basriman I, Sukwika T. Pengembangan Model Metode HIRADC Dalam Analisis Risiko Bekerja Di Ketinggian Pada Proyek Konstruksi Pt. X di Jabodetabek. J Ind Hyg Occup Heal [Internet]. 2022 Oct 29;7(1):53. Available from: <https://ejournal.unida.gontor.ac.id/index.php/JIHOH/article/view/8114>
  16. Sukwika T, Pranata HD. Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja Bidang Freight Forwarder Menggunakan Metode HIRADC. J Tek [Internet]. 2022 Jun 29;20(1):1–13. Available from: <https://jt.ft.ung.ac.id/index.php/jt/article/view/182>
  17. Arifianto EY, Safii A, Hidayat S. Analisis HIRARC Pada Pekerjaan Boiler di Unit Utilities PT Kilang Pertamina Internasional (KPI) Refinery Unit (RU) VI Balongan. J Ind View. 2023;05:81–90.
  18. RTS.Gita Putri Enindra. Evaluasi Efektivitas Penggunaan Hirarc (Hazard Identification, Risk Assessment, And Risk Control Dalam Mengurangi Kecelakaan Kerja Pada Bagian Produksi Di Pt. Pertamina Rokan Hulu, Duri, Riau Tahun 2023. Oshada [Internet]. 2024 Apr 27;1(2):35–40. Available from: <https://nawalaeducation.com/index.php/O/article/view/221>
  19. Pradipta DKA, Jan SFR. Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode HIRADC pada Area Produksi Filling PT Pertamina Lubri.
  20. AlNoaimi FA, Mazzuchi TA. Risk Management Application in an Oil and Gas Company for Projects. Int J Bus Ethics Gov [Internet]. 2021 Sep 30;1–30. Available from: <https://www.ijbeg.com/index.php/1/article/view/77>
  21. Sri Ainun Muhtia, Suharni A. Fachrin, Alfina Baharuddin. Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja dengan Metode HIRARC (Hazard Identification, Risk Assesment, Risk Control) pada Pekerja PT. Varia Usaha Beton Cabang Makassar. Wind Public Heal J [Internet]. 2020 Oct 30;166–76. Available from: <https://jurnal.fkm.umi.ac.id/index.php/woph/article/view/29>
  22. Nurhayati C, Gita S. Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Area Rig dengan Metode HIRARC (Hazard Identification and Risk Assessment & Risk Control) di Perusahaan Penghasil Gas dan Minyak

- di Jambi. KOCENIN Ser Konf. 2020;1(1):1–7.
23. Rahmi A, Lastri S, Hasnur H. PIECES (Performance, Information, Economic, Control, Efficiency, Service) Dengan Pemanfaatan Sistem Informasi Manajemen Puskesmas (SIMPUS). *Jambura J Heal Sci Res [Internet]*. 2024 Apr 22;6(2):146–54. Available from: <https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/jjhsr/article/view/23969>
24. Rizky Febrian, Muhammad Nur, Suherman, Harpito MIH. Analisa Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode Hiradc Dan JSA Pada Bagian Maintenance Workshop di PT. XYZ. *JUTIN J Tek Ind Terintegrasi*. 2023;6(3):652–60.
25. Susanto AT, Maharani MDD, Sukwika T. Evaluasi Penerapan Program “Peka Perisai” (Studi Kasus Bagian Pemboran Dan Wows Pt. Pertamina Ep Asset V). *J Migasian*. 2021;5(2):21–33.