

## Analisis Risiko Bahaya Pekerjaan Pengurasan Tangki Asam Fosfat di Industri Pupuk Menggunakan Metode *Confined Space Risk Analysis* (CSRA)

Berliana Azzah Rahmadany<sup>1</sup>, M. Choirul Rizal<sup>1\*</sup>, Nora Amelia Novitrie<sup>1</sup>, dan Ungguh Reza Fahlevy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

<sup>2</sup>Perusahaan Pupuk, Gresik 61119

\*E-mail: [mc.rizal@ppns.ac.id](mailto:mc.rizal@ppns.ac.id)

### Abstrak

Abstrak—*Confined space* memiliki akses yang terbatas atau dibatasi untuk masuk maupun keluar, dan tidak dirancang untuk ditempati tenaga kerja secara kontinyu. Sejak tahun 2011 hingga 2018, diketahui bahwa angka kecelakaan kerja pada *confined space* menyebabkan sebanyak 1.030 pekerja meninggal dunia. Asam fosfat merupakan salah satu bahan baku krusial dari industri pupuk yang disimpan di dalam tangki dan menghasilkan lumpur endapan. Lumpur fosfor mengandung seng, merkuri, kadmium, dan timbal dalam konsentrasi tinggi yang membahayakan keselamatan pekerja saat membersihkan tangki. Permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian ini yaitu analisis risiko bahaya pekerjaan pengurasan tangki asam fosfat menggunakan metode *Confined Space Risk Analysis* (CSRA). CSRA dapat mengidentifikasi serta menilai risiko bahaya secara menyeluruh dengan menganalisis semua faktor risiko suatu pekerjaan di *confined space*. CSRA menguraikan analisis risiko secara detail berdasarkan tujuh kategori risiko. Hasil dari analisis CSRA pada pekerjaan pengurasan tangki asam fosfat menunjukkan adanya 22 potensi bahaya yang terdiri dari *atmospheric*, *ergonomic*, *physical*, *chemical*, *mechanical*, dan *falling*. *Risk assessment* dilakukan untuk mengetahui tingkatan risiko dari pekerjaan yang dilakukan dengan cara melakukan kombinasi penilaian antara keparahan (*consequences*) dan kemungkinan (*likelihood*) dari risiko bahaya terkait, kemudian memberikan rekomendasi pengendalian untuk mengurangi tingkatan risiko. Setelah dilakukan pengendalian, terjadi perubahan signifikan terhadap tingkat risiko setiap potensi bahaya yaitu dari 22 potensi bahaya, terdapat 2 potensi bahaya *high*, 5 potensi bahaya *medium*, dan 15 potensi bahaya *low*. Pengendalian yang dilakukan yaitu memastikan kandungan gas dalam tangki, memasang papan informasi pekerja, dan penggunaan APD wajib sesuai dengan ketentuan perusahaan.

**Kata Kunci:** *Confined Space Risk Analysis*, Industri Pupuk, Pengurasan Tangki

### Abstract

Abstract—*Confined spaces* have limited or restricted access for entry and exit, and are not designed to be occupied by workers continuously. Since 2011 to 2018, it is known that the number of work accidents in confined spaces caused as many as 1,030 workers to die. Phosphoric acid is one of the crucial raw materials of the fertilizer industry that is stored in tanks and produces sludge. Phosphorus sludge contains high concentrations of zinc, mercury, cadmium, and lead that endanger the safety of workers when cleaning the tank. The problem to be solved in this research is the risk analysis of the hazards of phosphoric acid tank draining work using the *Confined Space Risk Analysis* (CSRA) method. CSRA can identify and assess hazard risks thoroughly by analyzing all risk factors of a job in a confined space. CSRA outlines a detailed risk analysis based on seven risk categories. The results of the CSRA analysis on the phosphoric acid tank draining work showed 22 potential hazards consisting of *atmospheric*, *ergonomic*, *physical*, *chemical*, *mechanical*, and *falling*. *Risk assessment* aims to determine the risk level of the work performed by evaluating the combination of consequences and likelihood of the related hazard risk, then providing control recommendations to reduce the risk level. After the control is applied, there is a significant change in the risk level of each potential hazard, namely from 21 potential hazards, there are 2 high potential hazards, 5 medium potential hazards, and 15 low potential hazards. The controls carried out are ensuring the gas content in the tank, installing worker information boards, and the use of mandatory PPE in accordance with company regulations.

**Keywords:** *Confined Space Risk Analysis*, Fertilizer Industry, Tank Draining

## 1. PENDAHULUAN

Setiap tenaga kerja memiliki hak atas perlindungan keselamatan dirinya saat bekerja demi meningkatkan kesejahteraan hidup, produksi, dan produktivitas nasional (Undang-Undang No.1 Tahun 1970). Ruang terbatas (*confined space*) adalah ruang yang cukup besar yang dirancang sedemikian rupa sehingga orang dapat masuk dan bekerja di dalamnya, dengan akses keluar yang terbatas. Ruang terbatas tidak dimaksudkan untuk digunakan secara terus-menerus (Permenaker RI No 11, 2023). Pekerjaan yang sering dilakukan di dalam ruang terbatas yaitu pemeliharaan, perbaikan, inspeksi, pembersihan, dan membuka sumbatan. Semua ruang terbatas harus dianggap berbahaya dan tidak boleh dimasuki hingga seseorang yang memiliki kualifikasi telah memastikan bahwa kondisi ruang terbatas aman (Damien, 2014).

Kecelakaan kerja di ruang terbatas yang menyebabkan luka atau kematian telah banyak terjadi dalam beberapa tahun terakhir (Mardlotillah, 2020). Sejak tahun 2011 hingga 2018, terdapat 1.030 kecelakaan kerja di ruang terbatas (Hartiningih, 2023). Kecelakaan fatal yang banyak terjadi di ruang terbatas karena tertimpa benda runtuh, terperosok, menghirup zat berbahaya, dan terpapar panas (U.S. Bureau of Labor Statistics, 2020).

Ruang terbatas dapat menimbulkan bahaya bagi kesehatan dan keselamatan pekerja karena banyak faktor, seperti desain, konstruksi, lokasi, atmosfer, dan kurangnya ventilasi alami atau mekanis serta bahan atau zat yang terkandung di dalamnya (Chinniah *et. al.*, 2017). Pekerjaan di ruang terbatas tangki penyimpanan bahan kimia dapat menyebabkan kebakaran, keracunan gas kimia, dan terjatuh dari ketinggian, sehingga berpotensi cedera, pingsan, atau kematian pada pekerja (Arjuna, 2022). Industri pupuk memiliki ruang terbatas untuk menyimpan bahan kimia seperti asam fosfat, amonia, asam sulfat, dan lainnya.

Asam fosfat adalah asam mineral anorganik dengan rumus kimia  $H_3PO_4$  (Warlinda, 2019). Asam fosfat adalah bahan kimia penting yang digunakan dalam berbagai industri, termasuk industri pupuk, industri metalurgi untuk melindungi permukaan logam, dan industri makanan sebagai aditif (Wiener, 2017). Asam fosfat yang disimpan di dalam tangki menghasilkan lumpur endapan. Pada pekerjaan pengurusan tangki asam fosfat, pekerja mengeluarkan lumpur serta membersihkan tangki secara manual dan bergantian. Selain mengandung konsentrasi tinggi seng, merkuri, kadmium, dan timbal, lumpur fosfor dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan (tanah, air, dan udara) jika tidak diolah, disimpan di udara terbuka, diangkut, atau dibuang (Salem *et. al.*, 2019).

*Confined Space Risk Analysis* (CSRA) merupakan sebuah alat analisis penilaian risiko khusus untuk *confined space* yang dikembangkan oleh Burlet-Vienney *et. al* (2015). Metode CSRA memiliki kelebihan daripada metode lainnya karena CSRA mampu mengidentifikasi risiko secara komprehensif dengan menganalisis semua faktor risiko di ruang terbatas, mengkategorikan potensi bahaya dan kondisi penyelamatan dengan menggunakan kriteria tertentu. CSRA menguraikan analisis risiko secara detail berdasarkan tujuh kategori risiko (*atmospheric, chemical, biological, falling, mechanical, physical, dan ergonomic*) yang kemudian diuraikan menjadi tipe-tipe risiko (Chinniah, 2017).

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode semi-kuantitatif. Data yang diolah dalam penelitian ini meliputi data primer dan sekunder. Data primer yang digunakan yaitu hasil observasi lapangan, kuesioner CSRA, dan diskusi bersama *expert judgement*. *Expert judgement* terdiri dari 2 *Safety Inspector* dan 1 penanggung jawab area. Data sekunder berasal dari perusahaan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu JSA, *risk matrix*, dan MSDS asam fosfat. Industri pupuk dalam penelitian ini telah memiliki *Job Safety Analysis* (JSA) untuk mengidentifikasi bahaya pada pekerjaan pengurusan tangki asam fosfat. JSA biasanya tidak digunakan untuk meninjau desain atau memahami risiko bahaya dari proses yang sangat kompleks (Rofiq, 2022). Maka dari itu, penelitian ini menggunakan metode *Confined Space Risk Analysis* (CSRA).

CSRA bertujuan untuk mengidentifikasi dan menilai risiko bahaya secara menyeluruh dengan menganalisis semua faktor risiko suatu pekerjaan di ruang terbatas. Metode ini dilakukan melalui kuesioner pertanyaan tertutup dengan pilihan jawaban yang dirancang untuk menggambarkan setiap situasi risiko (Burlet *et. al.*, 2015). Tahapan analisis risiko menggunakan metode *Confined Space Risk Analysis* (CSRA) yaitu (Burlet *et. al.*, 2015):

- a. Identifikasi karakteristik *confined space*, bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya yang terdapat dalam *confined space* menggunakan kuesioner pertanyaan tertutup dengan pilihan jawaban yang telah dirancang untuk menggambarkan setiap situasi risiko.

- b. Identifikasi bahaya, bertujuan untuk menentukan bahaya-bahaya pada situasi terkait yang berdasarkan kondisi tidak aman (*unsafe condition*) dan tindakan tidak aman (*unsafe action*). Identifikasi bahaya dilakukan berdasarkan hasil pengisian kuesioner CSRA oleh *expert judgement*, dimana setiap jawaban akan diuraikan menjadi kategori risiko yang berbeda dan disesuaikan dengan hasil observasi secara langsung di lapangan.
- c. *Risk assessment* awal, bertujuan mengetahui tingkatan risiko dari pekerjaan yang dilakukan dengan cara melakukan kombinasi penilaian antara keparahan (*consequences*) dan kemungkinan (*likelihood*) dari risiko bahaya terkait. Skala *consequences* disajikan dalam Tabel 1.

**Tabel 1. Skala Consequences**

Level	Kategori	Keterangan
5	<i>Catastrophic</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kematian</li> <li>Cacat total tetap akibat Penyakit Akibat Kerja (PAK).</li> </ul>
4	<i>Major</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Lost Time Injury</i> (LTI): Cedera pada pekerja sehingga tidak mampu masuk kerja selama 2 hari atau 2 <i>shift</i> berikutnya secara berturut-turut.</li> <li>Gangguan kesehatan kronis atau cacat pada sebagian tubuh.</li> </ul>
3	<i>Moderate</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Medical Treatment Injury</i> (MTI) atau <i>Restricted Duties Injury</i> (RDI): Pekerja memerlukan perawatan medis dan/atau menyebabkan pekerja bisa masuk kembali namun dengan pembatasan aktivitas.</li> <li>Gangguan kesehatan akut atau cedera permanen ringan seperti korosif / bekas luka bakar.</li> </ul>
2	<i>Minor</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>First Aid Injury</i> (FAI): Kecelakaan ringan yang membutuhkan pertolongan pertama atau P3K.</li> <li>Gangguan kesehatan ringan.</li> </ul>
1	<i>Insignificant</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tidak ada cedera yang berdampak terhadap kemampuan kerja atau kinerja individu.</li> <li>Tidak berbahaya terhadap kesehatan.</li> </ul>

Sumber: Perusahaan, 2021

Tabel 1 merupakan skala *consequences* dari suatu risiko. *Consequences* menggambarkan keparahan dari dampak yang ditimbulkan oleh suatu risiko. Selain itu juga terdapat skala *likelihood* yang disajikan dalam Tabel 2.

**Tabel 2. Skala Likelihood**

Nilai	Kategori	Keterangan	Perkiraan untuk terjadi	Persentase
5	Hampir Pasti ( <i>certain</i> )	Kemungkinan terjadinya risiko sangat tinggi dalam pekerjaan kecuali diadakan perubahan.	Bulanan	> 80 %
4	Mungkin Sekali ( <i>Likely</i> )	Terjadi secara reguler dalam industri dan kemungkinan pengulangan kejadian dapat diperkirakan terjadi.	Tahunan	50 % - 80 %
3	Mungkin ( <i>Moderate</i> )	Pernah terjadi sesekali dan kemungkinan pengulangan kejadian dapat terjadi jika ada faktor lain atau faktor penyebab muncul.	Tiap 5 Tahunan	20 % - 49 %
2	Jarang ( <i>Unlikely</i> )	Pernah terjadi lebih dari satu kali dan kemungkinan pengulangan kejadian jarang.	Tiap 10 Tahun	5 % - 20 %
1	Sangat Jarang ( <i>Rare</i> )	Diketahui pernah terjadi dan kemungkinan terjadi kembali pada pekerjaan ini tidak dapat diprediksi.	> 10 Tahun	< 5 %

Sumber: Perusahaan, 2021

Tabel 2 merupakan skala *likelihood* dari suatu risiko. *Likelihood* menggambarkan kemungkin suatu risiko dapat terjadi. Kemudian, *likelihood* dan *consequences* dilakukan perkalian untuk mengetahui matriks risiko. Matriks risiko disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Matriks Risiko

Deskripsi		Dampak ( <i>Consequences</i> )				
		1 Tidak Signifikan ( <i>Insignificant</i> )	2 Kecil ( <i>Minor</i> )	3 Sedang ( <i>Moderate</i> )	4 Besar ( <i>Major</i> )	5 Bencana ( <i>Catastrophic</i> )
Kemungkinan ( <i>Likelihood</i> )	5 Hampir Pasti ( <i>Certain</i> )	M	H	H	E	E
	4 Mungkin Sekali ( <i>Likely</i> )	L	M	H	H	E
	3 Mungkin ( <i>Moderate</i> )	L	M	M	H	H
	2 Jarang ( <i>Unlikely</i> )	L	L	M	M	H
	1 Sangat Jarang ( <i>Rare</i> )	L	L	L	L	M

Sumber: Perusahaan, 2021

Tabel 3 menggambarkan penilaian risiko (*risk assessment*) yang berasal dari hasil perkalian antara skala *likelihood* dengan *consequences*. Penilaian risiko bertujuan untuk menentukan tingkatan risiko yang dapat ditolerir. Matriks kategori risiko milik Perusahaan terbagi menjadi empat warna. Risiko *low* disimbolkan oleh warna hijau. Risiko *medium* disimbolkan dengan warna kuning. Risiko *high* disimbolkan dengan warna maroon. Risiko *extreme* disimbolkan dengan warna merah. Penjelasan mengenai kategori risiko disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Kategori Risiko

Kategori Risiko	Deskripsi
<b>Extreme (E)</b>	Tingkat risiko sangat tidak bisa diterima, sehingga pekerjaan tidak dapat dilanjutkan. Faktor risiko harus dikurangi melalui hierarki pengendalian bahaya.
<b>High (H)</b>	Tingkat risiko cukup tinggi, memerlukan tindakan lebih lanjut sampai pada level ALARP ( <i>As Low As Reasonably Practicable</i> ).
<b>Medium (M)</b>	Tingkat risiko relative sudah bisa diterima, namun tetap harus dilakukan pengendalian samapi dengan risiko seminimal mungkin atau <i>low</i> dan/atau analisis <i>cost</i> pengendalian lebih kecil daripada <i>benefit</i> .
<b>Low (L)</b>	Tingkat risiko yang bisa diterima.

Sumber: Perusahaan, 2021

Tabel 4 menunjukkan 4 tingkatan kategori risiko. Risiko terbagi menjadi dua bagian yaitu risiko yang dapat diterima dan risiko yang tidak dapat diterima. Suatu risiko dapat diterima memiliki kategori *low* dan *medium*. Sedangkan risiko yang tidak dapat diterima memiliki kategori *high* dan *extreme*.

- d. Pengendalian risiko, bertujuan mengurangi tingkatan risiko menjadi tingkatan yang lebih rendah dengan memberikan saran sesuai dengan hierarki pengendalian yaitu eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, pengendalian administrasi, dan alat pelindung diri.
- e. *Risk assessment* akhir, bertujuan untuk mengetahui efektivitas pengendalian risiko yang telah dilakukan dalam menurunkan tingkatan risiko. *Risk assessment* ditentukan dengan cara menilai kembali *likelihood* dan *consequences* dari setiap risiko berdasarkan pengendalian yang telah dilakukan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuesioner CSRA meliputi faktor-faktor tertentu seperti karakteristik fisik ruang terbatas, kondisi penyelamatan, variasi bahaya, atau kondisi fisik dan psikologis pekerja yang memasuki ruang terbatas. Pengisian kuesioner ini menghasilkan analisis yang lebih mendalam tentang potensi bahaya. Uraian potensi bahaya didapatkan berdasarkan observasi lapangan secara langsung, hasil pengisian kuesioner CSRA oleh responden, dan diskusi bersama *expert judgement*. Kategori risiko yang terdapat pada pekerjaan pengurusan tangki asam fosfat

yaitu meliputi *atmospheric, ergonomic, physical, chemical, mechanical, dan falling*. Kategori risiko, tipe risiko, dan potensi bahaya sudah diketahui sehingga dapat dilanjutkan identifikasi bahaya dan penilaian risiko. Contoh dari hasil identifikasi bahaya dan penilaian risiko disajikan pada Gambar 1.

No	Hazards				Hazardous Activities				1 <sup>st</sup> RA	Control	2 <sup>nd</sup> RA
	Origin	Category	Type	Specifics	Hazardous Action	Who	Hazardous Event	Harm			
3.3	Tangki	Physical	Drowning	Tumpukan <i>sludge</i> asam fosfat yang memiliki ketinggian sekitar 2 m.	Pekerja tidak memakai APD (helm, rompi, masker gas, <i>safety shoes</i> ) dengan benar	Pekerja	Timbunan <i>sludge</i> yang tinggi serta mudah longsor (mengalir bebas)	Tergelincir, iritasi mata dan kulit, kematian	L = 4 C = 5  RA = 20 (Extreme)	1. Memastikan kandungan gas HF < 0,5 ppm 2. Memastikan kandungan O <sub>2</sub> sebesar 19% - 23,5% 3. Memasang papan informasi pekerja yang sedang bekerja di dalam tangki 4. <i>Safety officer</i> bersiaga mengawasi pekerjaan di dalam tangki 5. Menggunakan APD wajib sesuai ketentuan perusahaan	L = 3 C = 4  RA = 12 (High)
3.4	Tangki	Ergonomic	Inadequate lighting/ reduced visibility	Tangki asam fosfat memiliki pencahayaan yang kurang dan terdapat <i>shift</i> yang dilakukan pada malam hari	Pekerja memiliki penglihatan yang kurang baik	Pekerja	Adanya <i>sludge</i> asam fosfat yang kurang terlihat karena pengurangan jarak pandang	Jatuh, memar, cedera, iritasi kulit	L = 3 C = 2  RA = 6 (Medium)	1. Memasang pencahayaan tambahan di dalam tangki 2. Menggunakan APD wajib sesuai ketentuan perusahaan 3. Masing-masing pekerja menggunakan <i>headlamp</i> saat <i>shift</i> malam	L = 2 C = 2  RA = 4 (Low)
3.5	Tangki	Ergonomic	Heat constraints	Area kerja di dalam tangki yang panas disertai dengan penggunaan APD lengkap oleh pekerja	Pekerja melepas penggunaan APD karena suhu kerja terlalu panas	Pekerja	Adanya gas HF dan <i>sludge</i> di dalam tangki	ISPA, nyeri otot, iritasi mata dan kulit	L = 4 C = 3  RA = 12 (High)	1. <i>Safety officer</i> memastikan pekerja tidak bekerja melebihi batas <i>shift</i> yang ditentukan (20 menit) 2. Memastikan <i>blower</i> bekerja dengan baik 3. Menambahkan unit <i>blower</i> saat suhu kerja terlalu panas	L = 2 C = 3  RA = 6 (Medium)

Gambar 1. Cuplikan Hasil Analisis CSRA

Berdasarkan hasil identifikasi bahaya dan penilaian risiko yang dilakukan pada pekerjaan pengurusan tangki asam fosfat menggunakan metode CSRA, terdapat empat tahapan pekerjaan yaitu pembukaan *handhole* dan *manhole* tangki, persiapan pekerjaan dalam tangki, pengurusan *sludge* asam fosfat, dan pekerjaan inspeksi, perbaikan shell dan karet tangki. Gambar 1 menunjukkan pekerjaan pengurusan *sludge* asam fosfat memiliki potensi bahaya *physical* dengan tipe risiko *drowning* karena adanya tumpukan *sludge* yang memiliki ketinggian sekitar 2 meter. Adanya *unsafe action* dari pekerja karena tidak memakai APD dengan benar dan *unsafe event* timbunan *sludge* yang mudah longsor dapat menyebabkan pekerja tergelincir, iritasi mata dan kulit, bahkan kematian. Kemudian dilakukan 1<sup>st</sup> *risk assessment* perkalian antara *likelihood* dan *consequences* yang menghasilkan nilai 20 yaitu tingkatan *extreme*. Rekomendasi pengendalian dilakukan untuk mengurangi nilai dan tingkatan risiko yaitu berupa pemeriksaan kadar gas dalam tangki, pemasangan papan informasi pekerja, pengawasan oleh *safety officer*, dan penggunaan APD wajib. Setelah pengendalian, potensi bahaya dinilai kembali untuk mengetahui efektivitas pengendalian yang telah dilakukan. Hasil yang didapatkan yaitu bernilai 12 dengan tingkatan *high*, dimana tingkatan risiko sudah mengalami penurunan satu tingkat yaitu dari *extreme* menjadi *high*. Rincian potensi bahaya dijelaskan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Potensi Bahaya pada Tangki Asam Fosfat

Tahapan Pekerjaan	Potensi Bahaya							
	A	E	P	C	B	M	F	Σ
1. Pembukaan <i>handhole</i> dan <i>manhole</i> tangki	0	1	0	1	0	1	2	5
2. Persiapan pekerjaan dalam tangki	0	0	3	0	0	0	0	3
3. Pengurusan <i>sludge</i> asam fosfat	1	4	2	1	0	1	0	9
4. Pekerjaan inspeksi, <i>repair shell</i> dan <i>rubber</i> tangki	1	0	2	1	0	0	1	5
<b>Jumlah Potensi Bahaya</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>22</b>
Keterangan : Atmospheric (A), Ergonomic (E), Physical (P), Chemical (C), Biological (B), Mechanical (M), Falling (F), Total (Σ)								

Pada Tabel 5 dapat diketahui bahwa terdapat 22 potensi bahaya yang terdiri dari *atmospheric, ergonomic, physical, chemical, mechanical, dan falling*. Salah satu tahapan pekerjaan yang memiliki potensi bahaya terbesar adalah tahapan pengurasan *sludge* asam fosfat dengan total 9 potensi bahaya karena melibatkan banyak pekerja, alat, dan jam kerja. Beberapa potensi bahaya pada tahapan pengurasan *sludge* asam fosfat yaitu kontak langsung dengan bahan kimia, area kerja yang panas dan minim pencahayaan, penggunaan *loader* dan *excavator*, dan pekerjaan yang menguras tenaga karena *sludge* yang berat.

Potensi bahaya *physical* adalah potensi bahaya yang banyak terjadi dengan total enam potensi bahaya. Banyak bahaya fisik yang ditemukan, seperti potensi bahaya instalasi kelistrikan di area tangki, longsoran *sludge* yang ditangani oleh pekerja, pekerjaan di ketinggian, dan pekerjaan dengan alat mekanis. Selain itu, tidak ada bahaya biologi yang mungkin terjadi selama proses pengurasan tangki asam fosfat karena tidak ada kontak dengan makhluk hidup atau mikroorganisme yang dapat menyebabkan penyakit di tempat kerja. Penilaian risiko pertama dilakukan sebelum adanya pengendalian. Tabel 6 menunjukkan hasil penilaian risiko pertama.

**Tabel 6. Frekuensi Tingkat Risiko Awal**

No	Kategori Risiko	Frekuensi Tingkat Risiko Awal				Jumlah Tingkat Risiko Awal
		E	H	M	L	
1	<i>Atmospheric</i>	0	1	1	0	2
2	<i>Ergonomic</i>	0	1	4	0	5
3	<i>Physical</i>	1	0	6	0	7
4	<i>Chemical</i>	0	1	2	0	3
5	<i>Biological</i>	0	0	0	0	0
6	<i>Mechanical</i>	0	1	1	0	2
7	<i>Falling</i>	0	2	1	0	3
<b>Total</b>		<b>1</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>22</b>

Keterangan : *Extreme* (E), *High* (H), *Medium* (M), *Low* (L)

Tabel 6 menunjukkan hasil dari penilaian risiko pertama (1<sup>st</sup> *Risk Assessment*) yang dilakukan sebelum pengendalian berdasarkan matriks risiko yang dimiliki oleh perusahaan. Diketahui bahwa terdapat 22 potensi bahaya, dengan rincian 1 potensi bahaya *extreme*, 6 potensi bahaya *high*, 15 potensi bahaya *medium*, dan 0 potensi bahaya *low*. Rekomendasi pengendalian kemudian diberikan untuk mengurangi nilai dan tingkatan risiko.

Pekerjaan pengurasan *sludge* asam fosfat termasuk dalam kategori bahaya *physical* dan tipe risiko longsoran. Pekerjaan tersebut termasuk dalam kategori *extreme* karena tumpukan *sludge* asam fosfat setinggi 2 meter bersifat licin yang memungkinkan longsoran terjadi dengan mudah. Guna mengurangi risiko, terdapat beberapa langkah pengendalian yang dilakukan seperti memasang papan informasi pekerja yang sedang bekerja di dalam tangki, memastikan kandungan gas HF tidak lebih dari 0,5 ppm, memastikan kandungan oksigen 19% - 23,5%, dan memastikan bahwa pekerja menggunakan APD sesuai dengan peraturan perusahaan. Pengendalian tersebut dapat menurunkan tingkat risiko *extreme* menjadi *high*.

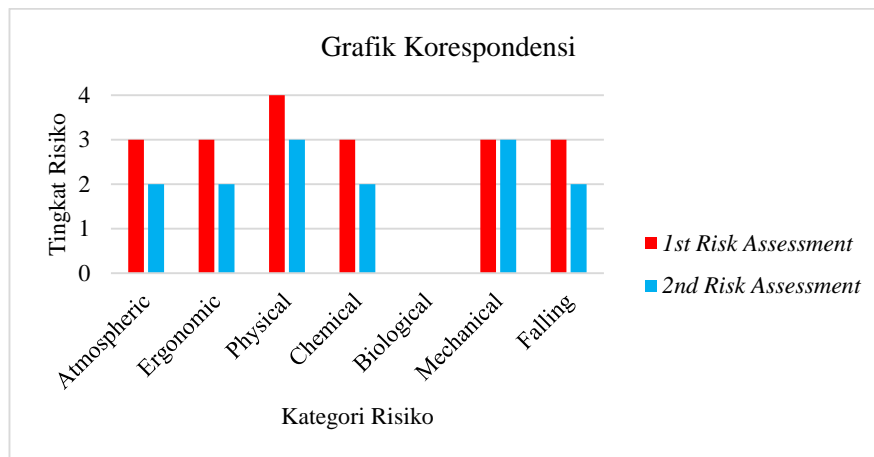
Pengendalian juga dilakukan pada tahapan pekerjaan lainnya untuk menurunkan tingkat risiko. Tingkat risiko yang semula *high* menjadi *medium* dan tingkat risiko *medium* menjadi *low*. Hasil dari penilaian risiko kedua (2<sup>nd</sup> *Risk Assessment*) disajikan dalam Tabel 7 berikut.

**Tabel 7. Frekuensi Tingkat Risiko Akhir**

No	Kategori Risiko	Frekuensi Tingkat Risiko Akhir				Jumlah Tingkat Risiko Akhir
		E	H	M	L	
1	<i>Atmospheric</i>	0	0	1	1	2
2	<i>Ergonomic</i>	0	0	1	4	5
3	<i>Physical</i>	0	1	0	6	7
4	<i>Chemical</i>	0	0	1	2	3
5	<i>Biological</i>	0	0	0	0	0
6	<i>Mechanical</i>	0	1	0	1	2
7	<i>Falling</i>	0	0	2	1	3
<b>Total</b>		<b>0</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>22</b>

Keterangan : *Extreme* (E), *High* (H), *Medium* (M), *Low* (L)

Berdasarkan Tabel 7 diketahui bahwa ada sebanyak 22 potensi bahaya, dengan 2 potensi bahaya *high*, 5 potensi bahaya *medium*, dan 15 potensi bahaya *low*. Potensi bahaya *high* terdapat pada pekerjaan pengurasan *sludge* asam fosfat dengan tumpukan *sludge* setinggi 2 meter yang mudah terjadi longsor, dan pekerjaan yang menggunakan alat mekanis berupa *loader* juga memiliki potensi bahaya *high*. Selanjutnya, hasil penilaian risiko pertama dan kedua digambarkan dalam diagram yang menunjukkan perbedaan tingkat risiko sebelum dan sesudah rekomendasi pengendalian diterapkan. Gambar 2 menunjukkan diagram tingkat risiko.



Gambar 2. Diagram Tingkatan Risiko

Gambar 2 menunjukkan terjadinya penurunan tingkat risiko pada seluruh kategori risiko berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3. Nilai 0 menunjukkan tidak adanya risiko. Nilai 1 menunjukkan tingkat risiko rendah (*low*), nilai 2 menunjukkan tingkat risiko sedang (*medium*), nilai 3 menunjukkan tingkat risiko tinggi (*high*), dan nilai 4 menunjukkan tingkat risiko ekstrem (*extreme*).

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan identifikasi bahaya dan penilaian risiko yang telah dilakukan menggunakan metode *Confined Space Risk Analysis* (CSRA) diketahui bahwa terdapat 22 potensi bahaya yang terdiri dari *atmospheric*, *ergonomic*, *physical*, *chemical*, *mechanical*, dan *falling*. 1<sup>st</sup> Risk assessment dilakukan untuk mengetahui tingkat risiko pada setiap potensi bahaya yang ada. Salah satu potensi bahaya *physical* yang memiliki tingkat risiko *extreme* pada 1<sup>st</sup> Risk Assessment yaitu pekerjaan pengurasan *sludge* asam fosfat dengan tipe risiko longsor. Rekomendasi pengendalian yang diberikan yaitu memasang papan informasi pekerja yang sedang bekerja di dalam tangki, memastikan kandungan gas HF tidak lebih dari 0,5 ppm, memastikan kandungan oksigen 19% -23,5%, dan memastikan bahwa pekerja menggunakan APD sesuai dengan peraturan perusahaan. Pengendalian tersebut dapat menurunkan tingkat risiko yang semula *extreme* menjadi *high*. Setiap potensi bahaya diberikan rekomendasi pengendalian yang disesuaikan dengan kondisi dan tipe risiko terkait. Terjadi penurunan tingkat risiko yang signifikan pada 2<sup>nd</sup> Risk Assessment.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Arjuna, A. B., Adhiwikarta, M. J., & Febriani, C. A. (2022). Analisis Potensi Bahaya Pada Pekerjaan Pembersihan Tangki Penyimpanan Bahan Kimia Dengan Menggunakan Metode Job Safety Analysis. *Sisprotek*, 1(1), 27-31.
- Burlet-Vienney, D., Chinniah, Y., Bahloul, A., & Roberge, B. (2015). Design and application of a 5 step risk assessment tool for confined space entries. *Safety science*, 80, 144-155.
- Chinniah, Yuvin. Bahloul, Ali. Burlet-Vienney, Damien. Roberge, B. (2017) Development of a Confined Space Risk Analysis and Work Categorization Tool.
- Damien Burlet-Vienney, Yuvin Chinniah & Ali Bahloul. (2014). The Need for a Comprehensive Approach to Managing Confined Space Entry: Summary of the Literature and Recommendations for Next Steps, *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 11:8, 485-498, DOI: 10.1080/15459624.2013.877589
- Hartiningsih, D., Nugroho, A., & Novitrie, N. A. (2023, October). Penerapan Confined Space Entry Permit pada Industri Gas. In *Conference on Safety Engineering and Its Application* (Vol. 7, No. 1, pp. 253-262).

- Mardlotillah, N. I. (2020). Manajemen risiko keselamatan dan kesehatan kerja area confined space. HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development), 4(Special 1), 315-327.
- Peraturan Menaker Nomor 11 Tahun 2023 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Ruang Terbatas.
- Rofiq, M. A., & Azhar, A. (2022). Hazards Identification and Risk Assessment In Welding Confined Space Ship Reparation PT. X With Job Safety Analysis Method. BERKALA SAINSTEK, 10(4), 175-186.
- Salem, M., Souissi, R., Souissi, F., Abbas, N., & Moutte, J. (2019). Phosphoric acid purification sludge: Potential in heavy metals and rare earth elements. Waste Management, 83, 46-56.
- Undang-Undang. (1970). "Keselamatan Kerja." Sekretaris Jendral Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI. Jakarta: Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI. 1-15.
- U.S. Bureau of Labor Statistics. (2020). "United States Departement of Labor." United States Departement of Labor. Juli 15. Accessed November 6, 2023. <https://www.bls.gov/iif/factsheets/fatal-occupational-injuries-confined-spaces-2011-19.htm>
- Warlinda, Y. A., & Zainul, R. (2019). Asam Posfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>): Ionic Transformation of Phosphoric Acid in Aqueous Solution.
- Wiener, M. S., & Valdez, B. (Eds.). (2017). Phosphoric Acid Industry - Problems and Solutions. InTech. doi: 10.5772/63661