

# Minimalisasi Kecelakaan Kerja Pada Kegiatan Bongkar Muat Petikemas Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment, dan Determining Control(HIRADC), Job Safety Analysis(JSA) dan Hazard and Operability Study(HAZOP)

Damai Illam Tumbur<sup>1</sup>, Rivaldo<sup>2</sup>, Sri Wahyuni<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Prima Indonesia  
Jl. Sampul No 3, Sei Putih Bar., Kec. Medan Petisah, Kota Medan Sumatera Utara 20118

Email: [tumburantonang17@gmail.com](mailto:tumburantonang17@gmail.com), [rivaldotamba17@gmail.com](mailto:rivaldotamba17@gmail.com), [sriwahyunitarigan@unprimdn.ac.id](mailto:sriwahyunitarigan@unprimdn.ac.id)

## ABSTRAK

Kegiatan bongkar muat petikemas di pelabuhan merupakan aktivitas yang memiliki tingkat risiko tinggi terhadap keselamatan dan kesehatan kerja (K3) karena melibatkan penggunaan alat berat, pekerjaan di ketinggian, serta interaksi antara manusia dan mesin. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi bahaya dan risiko kerja dalam aktivitas bongkar muat petikemas di PT PIB. Penelitian yang dilakukan ini dilaksanakan di Divisi SPMT Domestik, PT Pelabuhan Indonesia (Persero) Regional 1, yang berlokasi di Jl. Raya Pelabuhan Belawan II Gabion, Bagan Deli, Belawan, Medan – 20414, Sumatera Utara. Dengan menggunakan metode HIRADC didapatkan 57,1% dalam kategori ekstrem, 28,5% kategori risiko tinggi, dan 14,2% tergolong sedang tidak ada aktivitas dengan risiko rendah. Setelah dilakukan pengendalian, tidak ada lagi pekerjaan dengan risiko ekstrem dan tinggi. Sebanyak 43% pekerjaan kategori sedang, dan 57% risiko rendah. Pendekatan JSA terdapat empat tahapan utama yang mengandung risiko ekstrem, yaitu pengangkatan, pemindahan, pengantaran, dan penerimaan petikemas. Sementara itu, analisis HAZOP terdapat potensi deviasi dalam proses operasional seperti kegagalan alat, kesalahan komunikasi, serta penyimpangan dari prosedur kerja standar yang dapat menyebabkan kecelakaan. Dengan penerapan sistem manajemen risiko yang terintegrasi melalui metode HIRADC, JSA, dan HAZOP, perusahaan diharapkan mampu menciptakan lingkungan kerja yang aman dan meminimalisir angka kecelakaan kerja dalam kegiatan bongkar muat petikemas.

**Kata kunci:** Teknik Industri; Penilaian Risiko; Kecelakaan Kerja; HIRADC; JSA; HAZOP

## ABSTRACT

*Container loading and unloading activities at ports are high-risk in terms of occupational safety and health (OSH) because they involve using heavy equipment, working at heights, and interaction between humans and machines. This study analyzes the potential hazards and risks associated with container loading and unloading activities at PT PIB. The research was conducted at the Domestic SPMT Division of PT Pelabuhan Indonesia (Persero) Regional 1, located at Jl. Raya Pelabuhan Belawan II Gabion, Bagan Deli, Belawan, Medan – 20414, North Sumatra. Using the HIRADC method, 57.1% were categorized as extreme, 28.5% as high risk, and 14.2% as moderate, with no activities classified as low risk. After implementing controls, there were no longer any tasks with extreme or high risks. 43% of the work was categorized as moderate, and 57% as low risk. The JSA approach identified four extreme risk stages: lifting, moving, delivering, and receiving containers. Meanwhile, HAZOP analysis identified potential deviations in operational processes, such as equipment failure, communication errors, and deviations from standard operating procedures, which could lead to accidents. By implementing an integrated risk management system using the HIRADC, JSA, and HAZOP methods, the company is expected to create a safe working environment and minimize workplace accidents during container loading and unloading activities.*

**Keywords:** Industrial Engineering; Risk Assessment; Workplace Accidents; HIRADC; JSA; HAZOP

## Pendahuluan

PT. Pelindo adalah sebuah perusahaan yang khusus memberikan berbagai layanan dalam lingkup operasional kepelabuhanan. PT Pelindo kini menjadi perusahaan terintegrasi yang memiliki peran strategis dalam menciptakan konektivitas nasional dan mendukung system logistik yang berdaya saing tinggi. Salah satu pelabuhan utama yang dikelola oleh PT. Pelindo adalah Pelabuhan Belawan di Medan, Sumatera Utara, yang menangani lalu lintas ekspor-impor melalui aktivitas bongkar muat petikemas. Kegiatan bongkar muat petikemas melibatkan serangkaian proses kompleks, mulai dari pembukaan palka kapal, pengangkatan dan pemindahan petikemas menggunakan *container crane* dan *rubber tyred gantry* (RTG),

pengangkutan dengan *terminal traktor*, hingga penataan dan pengiriman ke *container yard*. Proses tersebut melibatkan interaksi antara manusia dan peralatan berat secara intensif dan berkelanjutan, sehingga menciptakan potensi risiko keselamatan dan kesehatan kerja yang tergolong tinggi. Berdasarkan hasil observasi di lapangan dan wawancara dengan tenaga kerja, ditemukan berbagai potensi bahaya seperti kecelakaan akibat alat berat, kesalahan prosedur kerja, kurangnya penggunaan alat pelindung diri, hingga kurangnya pemahaman tentang prosedur keselamatan kerja.

Menurut World Health Organization (WHO), keselamatan dan kesehatan kerja adalah upaya sistematis yang bertujuan untuk meningkatkan dan mempertahankan tingkat tertinggi dari kesejahteraan fisik, mental, dan sosial pekerja di semua sektor kerja. K3 tidak hanya penting untuk mencegah kecelakaan, tetapi juga untuk menciptakan lingkungan kerja yang produktif, sehat, dan berkelanjutan.

Dalam mengidentifikasi dan mengelola bahaya di lingkungan kerja, terdapat berbagai metode analisis risiko yang dapat digunakan, di antaranya HIRADC, JSA, dan HAZOP[1]–[5]. Menurut Achmad et al.[6], HIRADC adalah alat bantu yang efektif dalam mengenali sumber bahaya, menilai kemungkinan dan dampaknya, serta menyusun tindakan pengendalian yang tepat. Sementara itu, JSA dianggap sebagai pendekatan sistematis yang memecah proses kerja menjadi langkah-langkah kecil untuk menilai bahaya setiap tahapan[7]. Fridayanti et al.[8] menjelaskan bahwa JSA sangat berguna dalam perusahaan farmasi untuk meminimalkan risiko cedera kerja. Metode HAZOP juga banyak digunakan di industri karena kemampuannya mendeteksi deviasi dari proses operasi normal. Monoarfa et al.[9] menyatakan bahwa HAZOP sangat cocok digunakan dalam proses industri dan manufaktur, termasuk sektor pelabuhan, karena dapat memprediksi kegagalan sistem dan merekomendasikan tindakan korektif. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Bhastary & Suwardi[10] menunjukkan bahwa lingkungan kerja yang aman dan sehat sangat memengaruhi kinerja karyawan.

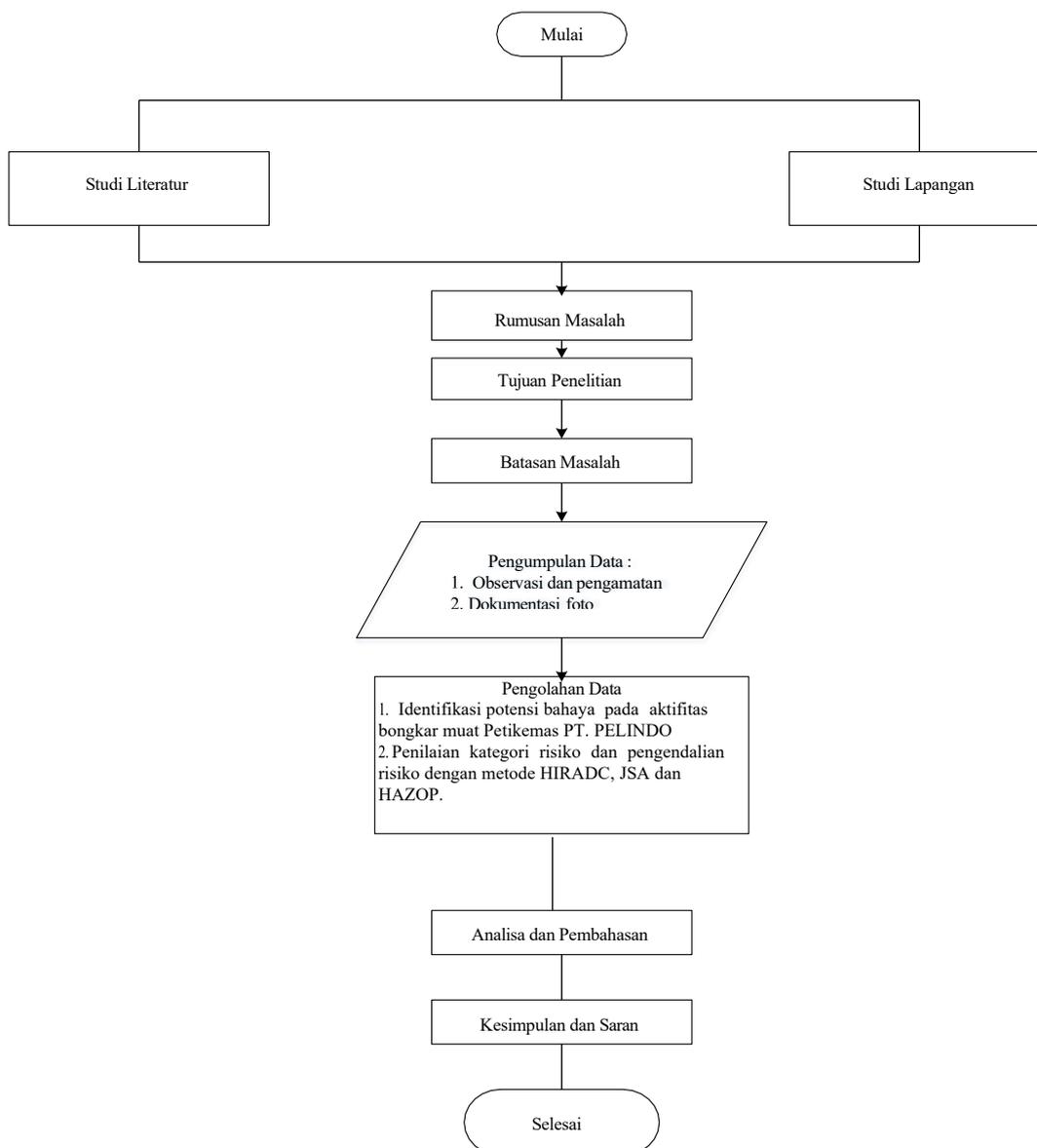
Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya menggunakan satu metode, seperti HIRADC atau JSA secara terpisah, dalam menilai risiko kerja[1]. Padahal, aktivitas bongkar muat di pelabuhan bersifat kompleks dan memiliki potensi deviasi yang tinggi. Penelitian ini menghadirkan pendekatan baru dengan mengintegrasikan tiga metode sekaligus yaitu HIRADC, JSA, dan HAZOP dalam satu analisis terpadu[11]–[13]. Penggabungan ini memberikan gambaran menyeluruh: HIRADC untuk pemetaan awal bahaya, JSA untuk analisis per langkah kerja, dan HAZOP untuk mendeteksi potensi kegagalan sistem. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengintegrasikan ketiga metode (HIRADC, JSA, dan HAZOP) dalam menganalisis dan mengendalikan risiko kerja pada aktivitas bongkar muat petikemas di lokasi penelitian. Dengan demikian, diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi dasar penyusunan strategi keselamatan kerja yang berkelanjutan serta meningkatkan budaya K3 di lingkungan kerja pelabuhan dan industri maritim lainnya.

## Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang berfokus pada pemahaman mendalam terhadap potensi bahaya kerja di lapangan. Data dikumpulkan melalui observasi langsung terhadap aktivitas bongkar muat petikemas serta dokumentasi standar operasional prosedur (SOP) yang berlaku di PT. PIB. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi risiko secara nyata dan relevan dengan kondisi operasional di pelabuhan. Objek penelitian ini adalah aktivitas bongkar muat petikemas di salah satu pelabuhan cabang di Sumatera Utara yang berada di Belawan yang mencakup kegiatan pengangkutan, pemindahan, pengantaran, dan penerimaan petikemas. Aktivitas ini dilakukan dengan melibatkan sejumlah alat berat seperti *Container Crane*, *Rubber tyred gantry*, *Terminal traktor* dan Truk, serta melibatkan tenaga kerja seperti operator, pengawas lapangan, dan pekerja pelaksana bongkar muat. Fokus penelitian ini adalah pada identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan penyusunan tindakan, dan pengendalian terhadap setiap aktivitas tersebut dengan menggunakan pendekatan metode HIRADC, JSA, dan HAZOP. Kombinasi tiga metode dipilih karena masing-masing memiliki keunggulan yang saling melengkapi. HIRADC memberikan gambaran umum mengenai jenis bahaya dan tingkat risikonya, JSA memperinci tahapan kerja untuk mengetahui titik-titik kritis yang memerlukan pengendalian, sedangkan HAZOP membantu mendeteksi deviasi proses yang dapat menimbulkan kegagalan sistemik. Dengan mengintegrasikan ketiganya, analisis risiko menjadi lebih menyeluruh dan akurat, sehingga strategi pengendalian yang dihasilkan dapat lebih tepat sasaran.

Metode HIRADC menurut Ramli[14] dan Achmad et al.[6], proses ini dilakukan untuk mengungkap semua potensi bahaya yang mungkin muncul dalam setiap aktivitas kerja. Bahaya yang ditemukan dapat bersifat mekanis, kimia, fisik, biologis, maupun ergonomis. Penilaian Risiko *Risk Assessment* dilakukan dengan cara menilai tingkat kemungkinan (*likelihood*) dan tingkat keparahan (*consequences*) dari setiap bahaya yang telah diidentifikasi. Hasil penilaian menghasilkan tingkat risiko (tinggi, sedang, rendah) yang digunakan untuk pengambilan keputusan pengendalian

Berikut adalah flowchart pemecahan masalah yang digunakan dalam penelitian ini:



**Gambar 1.** Flowchart Pemecahan Masalah

**Tabel 1.** Kriteria Penilaian Frekuensi Kejadian/ Likelihood

Level	Defenisi/Kriteria	
6	Sering terjadi (Kejadian yang paling sering terjadi)	ST
5	Cenderung terjadi (kemungkinan terjadinya kecelakaan 50:50)	CT
4	Tidak biasa (tidak biasa terjadi namun mempunyai kemungkinan untuk terjadi)	TB
3	Kemungkinan kecil terjadi (kejadian yang kecil kemungkinannya terjadi)	KK
2	Jarang terjadi (tidak pernah terjadi kecelakaan selama tahun-tahun namun mungkin saja terjadi)	JT
1	Hampir tidak mungkin terjadi (sangat tidak mungkin terjadi)	HT

**Tabel 2.** Kriteria Tingkat Keparahan Risiko Consequences/Severity

Level	Defenisi/Kriteria	
6	Bencana besar (kerusakan fatal/parah dari beragam fasilitas, aktivitas dihentikan)	BB
5	Bencana (Kejadian yang berhubungan dengan kematian, kerusakan permanen yang bersifat kecil terhadap lingkungan)	B

4	Sangat serius (terjadi cacat permanen/penyakit parah, kerusakan lingkungan tidak permanen)	SS
3	Serius (terjadi dampak yang serius tapi bukan cedera dan penyakit parah yang permanen, sedikit berakibat buruk bagi lingkungan)	S
2	Penting (membutuhkan penanganan medis, terjadi emisi buangan, diluar lokasi tetapi tidak menimbulkan kerusakan)	P
1	Tampak (terjadi cedera atau penyakit ringan memar bahian tubuh, kerusakan kecil, kerusakan ringan dan terhentinya proses kerja sementara waktu)	T

Tingkat Keparahan	Tingkat Kemungkinan				
	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

Kriteria :

Ekstreme
Resiko Tinggi
Resiko Sedang
Resiko Rendah

**Gambar 2.** Matriks tingkat resiko

Melalui matriks ini, dapat diketahui besarnya nilai risiko serta prioritas tindakan yang perlu diambil. Rumus yang digunakan untuk menentukan tingkat risiko dapat diuraikan sebagai berikut:

Nilai risiko = *likelihood x consequences*

Penentuan Pengendalian (*Determining Control*) menurut Urrohmah & Riandadari[15], langkah ini mengarahkan perusahaan untuk memilih strategi pengendalian bahaya berdasarkan hierarki pengendalian: eliminasi, substitusi, rekayasa, administrasi, dan APD. Metode HIRADC cocok digunakan dalam konteks pelabuhan karena memberikan pemetaan awal terhadap sumber bahaya secara menyeluruh Monoarfa et al.[9], serta memudahkan manajemen dalam merancang sistem kerja yang aman dan efisien. Metode JSA merupakan metode yang menganalisis keselamatan kerja berdasarkan tahapan pekerjaan, dimana setiap aktivitas dipilah menjadi langkah-langkah kerja, dan pada tiap langkah tersebut dicari potensi bahaya serta ditentukan tindakan pencegahannya. Fridayanti et al[8] menyatakan bahwa JSA membantu perusahaan dalam mengurangi risiko kecelakaan kerja secara langsung karena pekerja dan pengawas memahami tahapan kritis di pekerjaan mereka, serta Umairinda et al[7] menambahkan bahwa metode ini sangat efektif dalam mencegah kecelakaan karena memfokuskan perhatian pada pekerjaan yang bersifat rutin dan berulang di industri, seperti bongkar muat petikemas. Dalam konteks penelitian ini, JSA digunakan untuk menganalisis aktivitas seperti pengangkatan, pemindahan, hingga pengantaran petikemas, dengan hasil yang menunjukkan adanya risiko dari jatuhnya benda hingga kontak dengan alat berat. Metode HAZOP (*Hazard and Operability Study*) bertujuan mengevaluasi kemungkinan deviasi dari operasi standar yang dapat menyebabkan gangguan operasional atau kecelakaan kerja, sebagaimana dijelaskan oleh Monoarfa et al[9].

Penelitian ini juga mengacu pada standar manajemen K3 seperti yang diuraikan oleh Soehatman[16] dan konsep pengelolaan operasional pelabuhan dari Djamaluddin[17]. Studi ini mengintegrasikan berbagai aspek manajemen keselamatan kerja berdasarkan teori dan praktik dari berbagai literatur untuk memperoleh gambaran menyeluruh atas risiko dan tindakan mitigasi yang diperlukan.

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) pada aktivitas bongkar muat petikemas, Data dikumpulkan melalui observasi lapangan, wawancara dengan personel terkait, dokumentasi kegiatan operasional, serta studi literatur dari sumber-sumber terdahulu. Proses pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan dengan menerapkan metode HIRADC, JSA, dan HAZOP. Data yang dianalisis berupa potensi bahaya dan risiko yang telah berhasil diidentifikasi sebelumnya. Informasi tersebut kemudian digunakan untuk menentukan tingkat risiko yang ada. Guna menilai seberapa parah dampak serta seberapa besar kemungkinan atau frekuensi terjadinya suatu risiko, diperlukan pedoman kriteria penilaian tertentu sebagai acuan. Dalam penelitian ini, acuan penilaian terhadap tingkat keparahan serta frekuensi terjadinya suatu kejadian disajikan secara rinci pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**. Hasil analisis data yang dilakukan menggunakan metode HIRADC kemudian dikombinasikan dengan pendekatan JSA dan HAZOP guna merancang strategi yang bertujuan untuk menekan tingkat risiko yang ada.

## Hasil Dan Pembahasan

Temuan penelitian menunjukkan bahwa risiko kerja di sektor bongkar muat petikemas bersifat sistemik dan melibatkan berbagai aspek operasional, teknis, dan perilaku manusia. Hal ini sejalan dengan pandangan Ramli[14] dan Soehatman[16]

bahwa keselamatan kerja harus dikelola sebagai sistem, bukan hanya tindakan reaktif. Penerapan metode HIRADC, JSA, dan HAZOP terbukti saling melengkapi. HIRADC memberikan gambaran umum tingkat risiko, JSA merinci langkah kerja dan tindakan pengendalian, sedangkan HAZOP menggali potensi kegagalan sistemis. Kinerja keselamatan kerja di pelabuhan dapat ditingkatkan melalui sinergi antar unit kerja, peran aktif manajemen, serta pembinaan berkelanjutan kepada pekerja lapangan. Penguatan budaya K3 dan konsistensi pengawasan juga menjadi kunci untuk meminimalisir risiko di masa mendatang.

**Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko Bongkar Muat Petikemas**

Langkah awal yang dilakukan pada penelitian ini dengan melakukan identifikasi terhadap potensi bahaya yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja pada setiap jenis aktivitas dan penilaian risikonya. Dari penelitian ini dapat di peroleh pada identifikasi dan penilaian risiko pada **Tabel 3.**

**Tabel 3.** Identifikasi dan penilaian Risiko

No	Proses	Kegiatan	Variabel Risiko	L	S	Matriks Risiko	Level Risiko
1	Stevedoring	Sandar Kapal	Kapal terbentur/menabrak Mengikat Tali dari kapal ke dermaga Tergelincir	2	3	6	Moderate
		Membuka Palka Kapal	Terjatuh dari tangga Terjatuh dari kapal akibat cuaca buruk Operator terjatuh menaiki tangga <i>Container crane</i> (CC) Sling aus atau putus	2	3	6	Moderate
		Pengangkatan dan Pemuatan petikemas	Kerusakan spreader Ban <i>Terminal traktor</i> (TT) terangkat atau terguling <i>Terminal traktor</i> (TT) Menabrak <i>Container crane</i> (CC) <i>Terminal traktor</i> (TT) menabrak <i>Ruber Tyred Gantry</i> (RTG)	3	5	15	Ekstrim
2	Cargodoring	Mengangkut petikemas	Blind spot saat maneuver Operator tergelicir saat menaiki <i>Terminal traktor</i> (TT) <i>Terminal traktor</i> (TT) terguling Terjatuh menaiki tangga <i>Rubber tyred gantry</i> (RTG)	2	3	6	Moderate
		Mengangkat/pemindahan petikemas ke <i>Container yard</i>	Tersenggol petikemas lainnya Sling aus/putus Kerusakan spreader Truk menabrak <i>Rubber tyred gantry</i> (RTG) Kecelakaan di area <i>Container yard</i> (CY) atau Diluar area <i>Container yard</i> (CY)	3	4	12	Ekstrim
3	Delivery	Pengantaran Petikemas	Truk terguling akibat Twistlock tidak terpasang dengan benar Kecelakaan di area <i>Container yard</i> (CY) atau Diluar area <i>Container yard</i> (CY)	3	5	15	Ekstrim
4	Receiving	Penerimaan petikemas	Sling aus/putus Kerusakan spreader	3	5	15	Ekstrim

Berdasarkan hasil identifikasi risiko yang telah dilakukan, ditemukan bahwa terdapat beberapa jenis aktivitas atau pekerjaan yang tergolong dalam kategori risiko tingkat ekstrem, seperti kegiatan *Stevedoring* dengan risiko, yaitu terjatuh dari tangga *Container yard* (CC), sling putus, tertimpa petikemas, petikemas rusak, terjepit tapak, area kerja bising. Kegiatan *Cargodoring* dengan risiko, terjatuh, tersenggol petikemas, sling aus/putus, kerusakan spreader. kegiatan *Delivery* dengan risiko, kecelakaan, terguling. Kegiatan *Receiving* dengan risiko, kecelakaan, sling aus/putus, kerusakan spreader, sling aus/putus.

**Meminimalisasi dengan Metode Job safety Analysis (JSA)**

Penerapan metode *Job Safety Analysis* (JSA) bertujuan untuk mengurangi potensi kecelakaan kerja yang mungkin terjadi dengan risiko tinggi. Berdasarkan hasil identifikasi risiko sebelumnya, diketahui bahwa terdapat 4 pekerjaan yang memiliki tingkat risiko *extreme*, Sehingga dilakukan pengendalian dengan metode JSA pada kegiatan bongkar muat petikemas yang dapat dilihat pada **Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7**

**Tabel 4.** Job Safety Analysis Pengangkatan dan Pemuatan Petikemas

Pekerjaan		Pengangkatan dan pemuatan petikemas	
APD yang diperlukan		Helm, Sepatu safety anti slip, rompi, sarung tangan, HT	
Fasilitas/Peralatan		Container Crane, Terminal traktor	
No	Kegiatan	Potensi Bahaya	Tindakan / prosedur keselamatan yang direkomendasikan
1	Persiapan	Terbentur	Memakai APD saat melakukan pengecekan <i>Container crane</i> (CC)
2	Operator berjalan menuju <i>Container crane</i> (CC)	Tergelincir/terjatuh dari tangga	Gunakan APD lengkap seperti sepatu safety anti slip
3	<i>Terminal traktor</i> menuju dermaga	Menabrak	Pastikan jalur aman dan jaga jarak antar kendaraan
4	<i>Container crane</i> (CC) mengambil petikemas dan dipindahkan ke <i>Terminal traktor</i>	Sling aus/putus Kerusakan spreader	Periksa kondisi sling secara rutin sebelum digunakan Lakukan inspeksi harian terhadap spreader dan hentikan operasi bila ada anomali

**Tabel 5.** Job Safety Analysis Mengangkat dan Memindahkan Petikemas

Pekerjaan		Mengangkat dan memindahkan petikemas dari TT ke CY	
APD yang diperlukan		Helm, Sepatu safety anti slip, rompi, sarung tangan, HT	
Fasilitas/Peralatan		Container Crane, Terminal traktor	
No	Kegiatan	Potensi Bahaya	Tindakan / prosedur keselamatan yang direkomendasikan
1	<i>Terminal traktor</i> (TT) membawa petikemas menuju <i>Container Yard</i> (CY)	Menabrak	Kecepatan kendaraan dibatasi, jalur jelas dan bersih
2	<i>Rubber tyred gantry</i> (RTG) Mengangkat dan memindahkan petikemas dari <i>Terminal traktor</i> (TT) ke <i>Container yard</i> (CY)	Sling aus/putus Kerusakan spreader	Periksa kondisi sling secara rutin sebelum digunakan Lakukan inspeksi harian terhadap spreader dan hentikan operasi bila ada anomali

**Tabel 6.** Job Safety Analysis Pengantaran Petikemas

Pekerjaan		Pengantaran Petikemas	
APD yang diperlukan		Helm, Sepatu safety anti slip, rompi, sarung tangan, HT	
Fasilitas/Peralatan		Container Crane, Terminal traktor	
No	Kegiatan	Potensi Bahaya	Tindakan / prosedur keselamatan yang direkomendasikan
1	Truk menuju ke <i>Container yard</i> Truk Parkir di tempat yang telah di sediakan	Tabrakan Salah posisi parkir	Truk harus ikuti rambu dan SOP lalu lintas pelabuhan Area arker diberi marka dan dikawal petugas darat
2	<i>Rubber tyred gantry</i> Mengangkat dan memindahkan petikemas dari <i>Container yard</i> ke Truk	Sling aus/putus Kerusakan spreader	Periksa kondisi sling secara rutin sebelum digunakan Lakukan inspeksi harian terhadap spreader dan hentikan operasi bila ada anomali
3	Truk melakukan pengantaran petikemas	Kecelakaan di jalan	Cek kondisi truk & sopir, muatan diikat kuat dan stabil

**Tabel 7.** JSA Penerimaan Petikemas

Pekerjaan		Penerimaan Petikemas	
APD yang diperlukan		Helm, Sepatu safety anti slip, rompi, sarung tangan, HT	

Fasilitas/Peralatan		Container Crane, Terminal traktor	
No	Kegiatan	Potensi Bahaya	Tindakan / prosedur keselamatan yang direkomendasikan
1	Truk menuju ke <i>Container yard</i>	Tabrakan	Truk dikendalikan sesuai jalur & instruksi petugas lapangan
	Truk Parkir di tempat yang telah disediakan	Salah posisi, blocking alat	Parkir sesuai marka, tetap berada dalam zona aman
2	<i>Rubber tyred gantry</i> Mengangkat dan memindahkan petikemas dari Truk ke <i>Container yard</i>	Sling aus/putus	Periksa kondisi sling secara rutin sebelum digunakan
		Kerusakan spreader	Lakukan inspeksi harian terhadap spreader dan hentikan operasi bila ada anomali

Melalui hasil penilaian risiko terhadap setiap tahapan dalam proses bongkar muat peti kemas, ditemukan bahwa terdapat 4 kategori pekerjaan yang terlibat dalam kegiatan tersebut yaitu pada **Tabel 4** pengangkatan dan pemuatan petikemas, mengangkat dan memindahkan petikemas ke *Container yard*, pengantaran petikemas, penerimaan petikemas. Pengangkatan dan pemuatan petikemas terdapat 4 tahapan kegiatan yang dilaksanakan, salah satunya merupakan tahap persiapan, yang dalam proses ini berpotensi terjadi bahaya akibat benturan, yang dapat mengakibatkan pekerja mengalami luka atau cedera. Upaya pengendalian yang dapat diterapkan untuk meminimalkan risiko tersebut antara lain adalah dengan pekerja diwajibkan menggunakan APD saat bekerja. Proses kedua adalah operator menuju ke *Container crane* dengan potensi bahaya operator dapat tergelincir atau terpleset saat menaiki *Container crane* karena terdapat risiko yang dapat menyebabkan operator mengalami luka serius yang dapat membahayakan keselamatannya, maka langkah pengendalian yang dapat diterapkan adalah mewajibkan pekerja berhati-hati dan wajib menggunakan APD seperti sepatu safety anti slip. Proses ketiga adalah *Terminal traktor* menuju ke dermaga dengan potensi bahaya dapat mengalami tabrakan/kecelakaan dengan risiko dapat menyebabkan bahaya serius pada operator, maka pengendalian yang dilakukan dengan memastikan jalur yang aman dan jarak yang aman, memasang *traffic line* dan rambu batas kecepatan. Proses yang keempat adalah *Container crane* mengangkat petikemas dan memindahkan ke *Terminal traktor* dimana ada potensi bahaya seperti Kerusakan spreader dengan risiko dapat menimpa apapun yang ada di bawah seperti pekerja, operator *Terminal traktor* yang dapat menyebabkan kematian atau cedera serius, oleh karena itu tindakan pengendalian yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan inspeksi harian terhadap spreader dan memberhentikan kegiatan jika ada yang janggal pada alat.

Pada **Tabel 5** mengangkat dan memindahkan petikemas ke *Container yard*, *Terminal traktor* Membawa petikemas menuju ke *Container yard* dengan potensi bahaya menabrak/kecelakaan karena adanya potensi risiko yang dapat menimbulkan cedera serius pada operator *Terminal traktor* serta berisiko menimbulkan kerusakan, maka langkah pengendalian yang bisa diterapkan adalah dengan menginstruksikan kepada semua operator *Terminal traktor* agar menjaga batas kecepatan dan mengikuti jalur yang sudah ditentukan oleh perusahaan. Proses kedua adalah *Rubber tyred gantry* mengangkat dan memindahkan petikemas dari *Terminal traktor* ke *Container yard*, ada 2 jenis potensi bahaya yaitu sling putus dan spreader rusak dengan resiko yang sama yaitu dapat menyebabkan container terjatuh dan menimpa yang ada di bawahnya seperti operator *Terminal traktor*, tindakan pengendalian yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pemeriksaan rutin terhadap sling sebelum digunakan dan melakukan inspeksi harian terhadap spreader dan sling.

Dalam **Tabel 6** Pengantaran Petikemas, terdapat 3 proses yang dilakukan, yaitu truk menuju ke *Container yard* dengan potensi bahaya terjadinya tabrakan dengan risiko dapat menyebabkan risiko dapat menyebabkan cedera parah buat supir, tindakan pengendalian yang dapat dilakukan dengan menginstruksikan supir-supir harus mengikuti rambu-rambu dan SOP lintas yang ada di dermaga. Proses kedua yaitu *Rubber tyred gantry* mengangkat dan memindahkan petikemas dari *Container yard* ke truk, dengan potensi bahaya sling putus dan kerusakan spreader dengan resiko yang sama yaitu dapat menyebabkan container terjatuh dan menimpa yang ada di bawahnya seperti truk beserta supir dan pekerja lainnya, tindakan pengendalian yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pemeriksaan rutin terhadap sling sebelum digunakan dan melakukan inspeksi harian terhadap spreader dan sling. Proses ketiga adalah Truk melakukan pengantaran petikemas dengan potensi bahaya kecelakaan di jalan, tindakan pengendalian yang dilakukan adalah dengan selalu mengecek kondisi truk dan supir serta muatan petikemas sudah terkunci dengan benar dan stabil. Pada **Tabel 7** Penerimaan Petikemas, terdapat 2 pekerjaan yaitu yang pertama truk menuju ke *Container yard* dengan 2 potensi bahaya tabrakan dan parkir sembarangan dengan risiko menyebabkan cedera serius pada supir truk, maka pengendalian yang dapat dilakukan adalah dengan menginstruksikan supir agar mengikuti sesuai jalur yang telah ditentukan perusahaan dan mengikuti batas kecepatan yang telah ditentukan dan memarkirkan truk sesuai marka dan instruksi dari perusahaan dan agar tetap berada di zona aman. Proses kedua yaitu *Rubber tyred gantry* Mengangkat dan memindahkan petikemas dari truk ke *Container yard* dengan potensi bahaya seperti sling putus dan kerusakan spreader, dengan resiko yang sama yaitu dapat menyebabkan container terjatuh dan menimpa yang ada di bawahnya seperti truk beserta supir dan pekerja lainnya, tindakan pengendalian yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan pemeriksaan rutin terhadap sling sebelum digunakan dan melakukan inspeksi harian terhadap spreader dan sling.

**Identifikasi dengan Metode Hazard Identification, Risk Analysis, and Determine Control (HIRADC)**

Pada fase ini, dilakukan langkah-langkah pengendalian terhadap risiko untuk setiap aktivitas atau jenis pekerjaan yang dianalisis melalui penyusunan tabel HIRADC, yang bertujuan untuk menghitung tingkat risiko sebelum dan sesudah tindakan pengendalian diterapkan dalam proses bongkar muat peti kemas. Dalam proses penyusunan tabel HIRADC ini, penulis didampingi oleh seorang ahli K3 guna memastikan validitas serta keakuratan data melalui proses verifikasi. Hasil dari penyusunan tabel HIRADC dapat ditemukan pada **Tabel 8**.

**Tabel 8.** Identifikasi dengan Metode (HIRADC)

No	Proses Kerja	Risiko (Risk)	L S		Tingkat Risiko	Pengendalian yang Ada / Direkomendasikan	L S		Nilai Risiko
1	Memarkirkan kapal	- Kapal menabrak dermaga saat sandar - Mengikat Tali dari kapal ke dermaga	2	4	8	- Komunikasi aktif HT - Penggunaan tug boat - Pemasangan fender - APD lengkap	2	2	4
2	Membuka Palka kapal	- Tergelincir - Terjatuh dari tangga - Terjatuh dari kapal akibat cuaca buruk	2	3	6	- Pengecekan cuacal - Sepatu anti slip - Prosedur kerja di ketinggian	2	2	4
3	Pengangkatan dan Pemuatan petikemas	- Operator terjatuh menaiki tangga <i>Container crane</i> (CC) - Sling aus atau putus - Kerusakan spreader - Ban <i>Terminal traktor</i> (TT) terangkat atau terguling - <i>Terminal traktor</i> (TT) Menabrak <i>Container crane</i> (CC)	3	5	15	- Inspeksi alat harian - Pelatihan operator - APD - Area steril	2	3	6
		- <i>Terminal traktor</i> (TT) menabrak <i>Rubber tyred gantry</i> (RTG)							
4	Mengangkut petikemas	- Blind spot saat maneuver - Operator tergelicir saat menaiki <i>Terminal traktor</i> (TT) - <i>Terminal traktor</i> (TT) terguling - Terjatuh menaiki tangga <i>Rubber tyred gantry</i> (RTG)	2	4	8	- CCTV blind spot - Kecepatan dibatasi - Sopir bersertifikat - Pengaturan rute	2	2	4
5	Mengangkat/pemindahan petikemas ke <i>Container yard</i> (CY)	- Tersenggol petikemas lainnya - Sling aus/putus - Kerusakan spreader - Truk menabrak <i>Rubber tyred gantry</i> (RTG)	3	4	12	- Inspeksi alat harian - Pembatasan area kerja - Komunikasi antar operator	2	2	4
6	Pengantaran Petikemas	- <i>Rubber tyred gantry</i> (RTG) - Kecelakaan di area	3	4	12	- Pemeriksaan twistlock - Prosedur pengecekan	2	3	6

7	Penerimaan petikemas	<p><i>Container yard</i> (CY) atau Diluar area <i>Container yard</i> (CY)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Truk terguling akibat twistlock tidak terkunci</li> <li>- Truk menabrak <i>Rubber tyred gantry</i> (RTG)</li> <li>- Sling aus atau putus</li> <li>- Kerusakan spreader</li> <li>- Kecelakaan di area <i>Container yard</i> (CY) atau Diluar area <i>Container yard</i> (CY)</li> </ul>	3	5	15	<p>kendaraan</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pelatihan sopir</li> <li>- Inspeksi alat harian</li> <li>- Pengaturan lalu lintas CY</li> <li>- Pemasangan rambu</li> </ul>	2	3	6
---	----------------------	---	---	---	----	---	---	---	---

Setelah dilakukan pengendalian dan pencegahan terhadap risiko bahaya tidak terdapat pekerjaan dengan tingkat *Ekstreme risk*, tingkat *moderate risk* sebanyak 3 pekerjaan yaitu pada pekerjaan Pengangkatan dan pemuatan petikemas, mengangkut petikemas, pengantaran petikemas, tingkat *low risk* terdapat 4 jenis pekerjaan yaitu pada pekerjaan sandaran kapal, membuka palka kapal, mengangkut petikemas, penerimaan petikemas. Dari hasil dilakukannya pengendalian dan pencegahan didapatkan persentase sebagai berikut:

- a) *Ekstreme risk* =  $\frac{0 \text{ pekerjaan}}{7 \text{ pekerjaan}} \times 100\% = 0\%$
- b) *High risk* =  $\frac{0 \text{ pekerjaan}}{7 \text{ pekerjaan}} \times 100\% = 0\%$
- c) *Moderate risk* =  $\frac{3 \text{ pekerjaan}}{7 \text{ pekerjaan}} \times 100\% = 43\%$
- d) *Low risk* =  $\frac{4 \text{ pekerjaan}}{7 \text{ pekerjaan}} \times 100\% = 57\%$

**Identifikasi Tingkat Risiko Berdasarkan skala Likelihood dan Skala Consequences**

proses identifikasi terhadap berbagai potensi risiko yang mungkin timbul dalam aktivitas bongkar muat peti kemas yang dilaksanakan oleh PT Pelindo Belawan. Langkah awal yang dilakukan adalah menentukan nilai kemungkinan terjadinya (*likelihood*) dan dampak yang ditimbulkan (*consequences*) dari masing-masing potensi bahaya yang ada. Selanjutnya, kedua nilai tersebut dikalikan untuk mendapatkan tingkat risiko (*risk level*), yang kemudian dipetakan dalam matriks risiko (*risk matrix*). Hasil identifikasi tingkat risiko berdasarkan skala likelihood dan skala consequences dapat ditemukan pada **Tabel 9**.

**Tabel 9.** Temuan potensi Bahaya (Risk Level)

NO	Alur kerja	Temuan Hazard	Risiko	Sumber Hazard	L	C	S	Risk Level
1.	Persiapan kapal dan terminal	Tabrakan kapal	Kecelakaan fatal	Human eror	2	4	8	Tinggi
		Menaiki tangga kapal	Terjatuh hingga tenggelam	Tangga licin	2	3	6	Sedang
		Lantai licin	Terpleset	Tumpahan oli	2	2	4	Rendah
2.	Pembongkaran dan pemuatan petikemas	Sling alat berat putus	Luka berat, kepala bocor, meninggal dunia	Alat berat	3	5	15	Ekstrim
		Tabrakan alat berat dengan pekerja	Kecelakaan	Human eror	2	5	10	Ekstrim
		Tangan terjepit	Luka-luka Memar	Human eror	3	2	6	Sedang
		Area Kerja bising	Menyebabkan ketulian	Lingkungan kerja	3	2	6	Sedang
		Penempatan tidak stabil	Cedera serius	Human eror	2	3	6	Sedang
3.	Penataan dan penyimpanan petikemas	Paparan bahan kimia	Keracunan	Material bahan kimia	3	3	9	Tinggi
		Area kerja bising	Menyebabkan Ketulian	Lingkungan kerja	3	2	6	Sedang
		Tersenggol petikemas lain/salah meletakkan petikemas	Kerusakan petikemas	Human eror	3	2	6	Sedang

4	Pengiriman barang ke tujuan	Kecelakaan	Kecelakaan/meninggal dunia	Human Error	3	5	15	Ekstrim
---	-----------------------------	------------	----------------------------	-------------	---	---	----	---------

Berdasarkan hasil analisis terhadap skor risiko yang ditampilkan dalam table 8, dapat disimpulkan bahwa terdapat sejumlah potensi bahaya yang berpotensi muncul pada area kegiatan bongkar muat peti kemas. Identifikasi terhadap potensi bahaya tersebut dapat di temukan seperti Risiko extreme, yaitu pada area pengangkatan petikemas, dimana proses ini berlangsung dengan pengangkatan atau pemindahan petikemas dari atas kapal ke *Terminal traktor*, dimana bisa saja terjadi sling putus atau peti kemas terjatuh menimpa pekaerja lainnya yang ada di bawah, atau menimpa *Terminal traktor* yang di mana di dalamnya ada operator *Terminal traktor*. Begitu juga sama dengan terjadinya jika sling pada *Container crane* dan *Rubber tyred gantry* terputus. Risiko Tinggi, ditemukan pada sejumlah area kerja tertentu yang memiliki rincian risiko seperti terjatuh saat menaiki tangga kapal, dapat menyebabkan terluka atau meninggal dunia jika terjatuh ke dalam laut, sama halnya dengan menaiki tangga crane, *Terminal traktor* menabrak, tersenggol petikemas akibat kurangnya pandangan visual dari atas *Rubber tyred gantry* dan kurangnya komunikasi. Risiko sedang, ada beberapa kegiatan yang memiliki uraian risiko seperti lantai licin dapat menyebabkan pekerja terjatuh, Cuaca buruk, terjepit tapak container yang dapat melukai pekerja, Area bising menyebabkan terganggunya pendengaran. Risiko rendah, ditemukan sejumlah area kerja dengan uraian risiko seperti petikemas yang tersenggol dengan petikemas lainnya atau dengan truk di saat pemindahan petikemas, yang mengakibatkan kerusakan pada petikemas dan truk dan dapat juga mengakibatkan supir terluka.

**Meminimalisasi Dengan Metode HAZOP**

Setelah diperoleh nilai kemungkinan (*likelihood*) dan dampak (*consequences*) dari setiap potensi bahaya yang telah diidentifikasi, langkah selanjutnya adalah menyusun tabel HAZOP berdasarkan jenis pekerjaan dan tingkat risiko yang ditemukan di lapangan. Informasi tersebut dirangkum dalam kolom yang memuat sumber bahaya dan bentuk penyimpangannya, yang kemudian dianalisis lebih lanjut untuk mengidentifikasi penyebab, dampak, serta tindakan pengendalian diterapkan terhadap potensi bahaya yang telah teridentifikasi. Penyusunan tabel HAZOP dilakukan untuk setiap tahapan dalam proses operasional dalam proses bongkar muat di PT. Pelindo Belawan yaitu proses pembongkaran dan pemuatan petikemas dan proses pengiriman ke tujuan yang dapat di sajikan pada **Tabel 10** dan **Tabel 11**.

**Tabel 10.** Pengantaran Petikemas

NO	Sumber Bahaya	Penyimpangan	Penyebab	Akibat	Tindakan
1	Sikap pekerja	Truk yang menyimpang dari jalur seharusnya atau kelalaian supir	Supir kurang istirahat yang mengakibatkan mengalami kelelahan dan fatik	Mengakibatkan tabrakan dengan unit yang berlawanan arah	Menyusun SOP yang tegas untuk supir terkait pentingnya keamanan dan keselamatan berkendara serta menjaga kesehatan tubuh

Dari hasil penilaian risiko, ditemukan bahwa terdapat dua tahapan yang termasuk dalam kategori risiko ekstrem, yakni pada kegiatan pembongkaran dan pemuatan peti kemas, serta pada proses pengiriman peti kemas. Dari Hasil pada **Tabel 8** di dapatkan 4 sumber bahaya dengan 2 sumber bahaya Ekstrem, yaitu sling aus atau putus dan tabrakan alat berat dengan pekerja dimana sumber bahaya berikut sangat berisiko terhadap pekerja yang ada di sekitar dermaga yang dapat menyebabkan pekerja mengalami luka serius hingga mengalami kematian. Solusi yang diberikan yaitu dengan melakukan peningkatan pengawasan dan melakukan pengarahan yang tegas kepada semua operator serta pekerja untuk menjaga jarak aman serta menjauhi area berbahaya yang telah di buat, menginstruksikan agar selalu menggunakan APD serta mengikuti SOP yang ada di dermaga. Pada **Tabel 9** proses pengiriman petikemas sumber bahayanya adalah Human eror yang dapat menyebabkan risiko kecelakaan yang mengakibatkan cedera serius hingga meninggal dunia. Untuk solusi yang dapat di berikan adalah agar selalu menginstruksikan kepada semua supir untuk lebih berhati-hati dan mengikuti batas kecepatan yang telah dibuat dan menginstruksikan agar supir selalu melakukan pemeriksaan rutin terhadap unit sebelum menjalankan pekerjaan.

**Tabel 11.** Pembongkaran dan Pemuatan Petikemas

NO	Sumber bahaya	Penyimpangan	Penyebab	Akibat	Tindakan
1	Alat berat	Sling putus saat proses pengangkatan	Sling aus, beban berlebih, alat tidak diperiksa	Cedera berat, kematian, kerusakan barang	Melakukan pemeriksaan rutin alat, penggantian berkala, SOP lifting
2	Pergerakan alat berat (Container Crane,	Alat berat menabrak karena tidak focus disaat bekerja atau	Blind spot, kurang	Cedera parah hingga fatal	Memasang cermin blind spot,

	<i>Rubber tyred gantry, Terminal traktor)</i>	adanya kelalaian dari pekerja	pengawasan, kecepatan tinggi	signboard kecepatan, Menyusun SOP dan tata tertib tentang pentingnya penggunaan APD ( <i>earplug</i> )
3	Kondisi Area kegiatan	Tidak memakai APD lengkap atau tidak sesuai ketentuan SOP	Area kerja bising	Bisa menyebabkan operator mengalami ketulian

### Pembahasan Secara Menyeluruh

Dari hasil analisis terhadap potensi bahaya menggunakan metode HIRADC, Evaluasi tingkat risiko yang dilakukan terlebih dahulu sebelum penerapan tindakan pengendalian di dapatkan hasil sebanyak 4 pekerjaan tingkat risiko *ekstreme risk* dengan nilai persentase sebesar 57,1% , 2 pekerjaan pada tingkat *high risk* dengan persentase nilai sebesar 28,5% , 1 pekerjaan yang termasuk dalam kategori tingkat risiko sedang (*moderate risk*) ditunjukkan dengan nilai persentase banyak 14,2 % , tidak ditemukan adanya pekerjaan yang tergolong dalam kategori risiko rendah (*low risk*) sebelum dilakukan pengendalian. Setelah penerapan berbagai tindakan pengendalian seperti eliminasi, modifikasi teknik (rekayasa), pendekatan administratif, serta penggunaan (APD), terdapat penurunan signifikan pada tingkat risiko. Hasilnya menunjukkan bahwa tidak ada lagi pekerjaan yang berada pada level risiko *ekstrem* maupun tinggi. Sebanyak 3 jenis pekerjaan tercatat memiliki tingkat risiko (*moderate risk*) dengan persentase sebesar 43%, sedangkan 4 pekerjaan lainnya masuk dalam kategori risiko (*low risk*) dengan nilai persentase sebesar 57%.

Tindakan mengangkat dan memuat container ke *Terminal traktor*, mengangkat dan memindahkan kontainer ke *Container yard* , mengantarkan kontainer, dan menerima kontainer diklasifikasikan memiliki tingkat risiko yang ekstrim berdasarkan analisis potensi bahaya yang dilakukan menggunakan pendekatan JSA. Untuk meminimalkan kecelakaan di tempat kerja dan menurunkan tingkat risiko dari kategori risiko ekstrem yang sebelumnya diidentifikasi menjadi kategori risiko sedang dan rendah setelah diidentifikasi, analisis setiap tugas kemudian dilakukan, dimulai melalui pemetaan langkah-langkah kerja secara rinci, kemudian diikuti dengan pengenalan terhadap potensi bahaya yang mungkin muncul, hingga pada akhirnya dilakukan penerapan tindakan pencegahan yang tepat disertai usulan perbaikan sebagai tindak lanjut. Berdasarkan hasil analisis potensi bahaya pada kegiatan operasional melalui metode HAZOP, diperoleh perhitungan tingkat *likelihood* dan *consequence* dari masing-masing sumber potensi bahaya pada aktivitas bongkar muat petikemas. Dari hasil tersebut teridentifikasi bahwa terdapat dua tahapan kerja yang memiliki tingkat risiko ekstrem, yaitu saat proses pembongkaran dan pemuatan petikemas serta saat pengiriman petikemas. Untuk mengatasi hal ini, sejumlah langkah perbaikan dapat diterapkan, seperti melaksanakan pemeriksaan rutin terhadap peralatan, melakukan penggantian komponen secara berkala, menyusun prosedur operasional standar (SOP) yang ketat, menetapkan peraturan tegas mengenai pemakaian alat pelindung diri (APD), serta mewajibkan keikutsertaan dalam safety talk sebelum memulai aktivitas kerja.

### Hasil Perbandingan sebelum dan sesudah pengendalian

Untuk memperjelas efektivitas pengendalian yang telah diterapkan, berikut disajikan perbandingan tingkat risiko pekerjaan sebelum dan sesudah dilakukan upaya pengendalian dalam bentuk tabel ringkasan:

Tabel 12. Perbandingan sebelum dan sesudah pengendalian

Kategori Risiko	Jumlah Pekerjaan (Sebelum)	Persentase (Sebelum)	Jumlah Pekerjaan (Sesudah)	Persentase (Sesudah)
Ekstrem	4	57,1%	0	0%
Tinggi	2	28,5%	0	0%
Sedang	1	14,2%	3	43%
Rendah	0	0%	4	57%
<b>Total</b>	<b>7 pekerjaan</b>	<b>100%</b>	<b>7 pekerjaan</b>	<b>100%</b>

### Simpulan

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode HIRADC, JSA, dan HAZOP, ditemukan berbagai potensi bahaya dalam kegiatan bongkar muat petikemas, seperti risiko operator terluka akibat alat berat, cuaca buruk, tabrakan, kerusakan peralatan, tumpahan oli, kebisingan, serta human error. Strategi pengendalian dilakukan melalui eliminasi bahaya, rekayasa teknik, pengaturan administratif, dan penggunaan alat pelindung diri (APD), yang berhasil menekan risiko ekstrem dan tinggi secara menyeluruh, menyisakan 3 pekerjaan dengan tingkat risiko sedang (43%) dan 4 pekerjaan pada tingkat risiko rendah (57%). Saran dari penelitian ini meliputi perlunya inspeksi rutin terhadap peralatan dan area kerja, pelatihan keselamatan kerja secara berkala untuk seluruh tenaga kerja, serta peninjauan dan revisi SOP secara periodik agar tetap relevan dengan kondisi

lapangan. Potensi penelitian lanjutan dapat diarahkan pada integrasi metode HIRADC, JSA, dan HAZOP dengan teknologi IoT atau sensor untuk deteksi bahaya secara real-time, serta analisis ekonomi terhadap dampak biaya kecelakaan kerja sebagai dasar efisiensi investasi di bidang keselamatan kerja pelabuhan.

### Daftar Pustaka

- [1] M. A.Pratama, A. W.Rizqi, andH.Hidayat, “Analisis Resiko K3 Pada Pekerjaan Fabrikasi Konstruksi Di Cv. Arfa Putra Karya Dengan Metode Jsa (Job Safety Analysis),” *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 2, pp. 314–323, 2022.
- [2] M. Y.BASUKI, “Analisis Potensi Bahaya dengan Menggunakan Metode Job Safety Analysis pada Bengkel Pengelasan di Daerah Kusumodilagan Surakarta,” 2019. Accessed: Jun.26, 2022. [Online]. Available: <http://eprints.ums.ac.id/id/eprint/69670>
- [3] M.Rizki *et al.*, “Aplikasi End User Computing Satisfaction pada Penggunaan E-Learning FST UIN SUSKA,” *SITEKIN J. Sains, Teknol. dan Ind.*, vol. 19, no. 2, pp. 154–159, 2022, Accessed: Jun.05, 2022. [Online]. Available: <http://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/sitekin/article/view/14730>
- [4] R.Zhang, “Energy Efficiency Maximization in RIS-Assisted SWIPT Networks with RSMA: A PPO-Based Approach,” *IEEE J. Sel. Areas Commun.*, vol. 41, no. 5, pp. 1413–1430, 2023, doi: 10.1109/JSAC.2023.3240707.
- [5] A. Z.Abidin andN. A.Mahbubah, “Pemetaan Risiko Pekerja Konstruksi Berbasis Metode Job Safety Analysis Di PT BBB,” *Serambi Eng.*, vol. VI, no. 3, pp. 2111–2119, 2021, Accessed: Jun.26, 2022. [Online]. Available: <http://ojs.serambimekkah.ac.id/jse/article/view/3124>
- [6] C.Achmad, S.Sugeng, S.T, S.Erwin, andN.Risa, “Penerapan Metode Hiradc Sebagai Upaya Pencegahan Risiko Kecelakaan Kerja Pada Divisi Operasi Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap,” *J. Bisnis dan Manaj. (Journal Bus. Manag.*, vol. 20, no. 2, pp. 41–64, 2020.
- [7] M. A.Umaindra, S.Saptadi, andS. T.Mt, “Identifikasi Dan Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode Jsa (Job Safety Analysis) Di Departemen Smoothmill Pt Ebako Nusantara,” *Ind. Eng. Online J.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–10, 2018.
- [8] N.Fridayanti *et al.*, “Penerapan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Di PT Ferron Par Pharmaceuticals Bekasi,” vol. 4, no. 1, pp. 211–234, 2016.
- [9] V.Monoarfa, R.Nur, andB.Miolo, “Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja ( K3 ) Menggunakan Metode HIRARC Pada UMKM Pabrik Tahu,” vol. 02, no. November, pp. 1–6, 2022.
- [10] M. D.Bhastary andK.Suwardi, “Analisis Pengaruh Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Dan Lingkungan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Di Pt.Samudera Perdana,” *J. Manaj. dan Keuang.*, vol. 7, no. 1, pp. 47–60, 2018, doi: 10.33059/jmk.v7i1.753.
- [11] M.Jufriyanto, “Analisis Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Dengan Metode Hazard And Operability (Hazop) Pada Workshop PT. Petrogas Jatim Utama,” *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 2, pp. 472–480.
- [12] M.Nur, “Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode Hazard And Operability Study (HAZOP) Di PT. XYZ,” *J. Tek. Ind.*, vol. 4, no. 2, 2018.
- [13] M.Nur, “Analisis Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode Hazard And Operability Study (HAZOP) Di PT. XYZ,” *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 4, no. 2, p. 133, 2020, doi: 10.24014/jti.v4i2.6627.
- [14] S.Ramli, *Manajemen Risiko K3 Safety*. Jakarta: Mitra Wacana Media, 2019.
- [15] D. S.Urohmah andD.Riandadari, “Identifikasi Bahaya dengan Metode HIRARC dalam Upaya Memperkecil Risiko Kecelakaan Kerja di PT . PAL Indonesia,” *J. Tek. Mesin UNESA*, vol. 08, no. 01, pp. 34–40, 2019.
- [16] R.Soehatman, *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja OHSAS 18001*. Jakarta: Dian Rakyat, 2010.
- [17] A.Djamaluddin, *Manajemen Operasional Pelabuhan*. Jakarta: Maritim Nusantara, 2022.
- [18] T.Haryono, *Manajemen Risiko dalam Bisnis*. Jakarta: PT Guna Widya, 2012.
- [19] J. Y.Waisapi, “Occupational Safety and Health and the Environment Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan Lingkungan,” vol. 1, no. 3, pp. 285–298, 2022.
- [20] E.Zebua, Y.Telaumbanua, A.Lahagu, E.Suka Adil Zebua, E.Telaumbanua, andA.Lahagu, “Pengaruh Program Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Terhadap Motivasi Kerja Karyawan Pada Pt. Pln (Persero) Up3 Nias,” *J. EMBA*, vol. 10, no. 4, pp. 1417–1435, 2022.
- [21] A. N.Achmad, A.Arfaq, LaMente, andM. Z.Murfat, “Pengaruh Keselamatan dan Kesehatan Kerja Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan Bagian Engineering di PT. Industri Kapal Indonesia (IKI) Makassar,” *Cent. Econ. Students J.*, vol. 4, no. 3, pp. 215–224, 2021, doi: 10.56750/csej.v4i3.444.