

ANALISIS *HIRARC* KEGIATAN BONGKAR MUAT PETI KEMAS PADA PEKERJA DI PT PERSERO BATAM

Inasha¹, Mia Syafrina²

Ininasha7@gmail.com¹,

miasyafrina@polibatam.ac.id²

Logistik Perdagangan Internasional¹, Logistik Perdagangan Internasional²,
Politeknik Negeri Batam

ABSTRAK

Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) adalah metode yang digunakan untuk mengolah risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) secara sistematis. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, serta merumuskan usulan pengendalian risiko. Data penelitian diperoleh melalui kuesioner penilaian *likelihood* dan *consequences* yang diisi oleh 15 responden dengan metode teknik pengambilan data yaitu sampling jenuh. Hasil analisis risiko menunjukkan adanya berbagai potensi bahaya yang terbagi ke dalam tingkat risiko *moderate*, *high*, dan *extreme* yaitu terhadap 9 aktivitas kerja. Berdasarkan hasil penilaian tersebut, usulan pengendalian yang dirumuskan meliputi pengawasan Standar Operasional Prosedur (SOP), pelaksanaan inspeksi rutin, peningkatan kesadaran pekerja melalui *safety induction* dan *safety briefing*, serta pelatihan *blind spot awareness*.

Kata Kunci: Analisis risiko, bongkar muat, *HIRARC*, pengendalian risiko, pengendalian bahaya

ABSTRACT

Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) is a method used to systematically manage occupational health and safety (OHS) risks. This study aims to identify potential hazards, assess risk levels, and formulate proposed risk controls. Research data were obtained through questionnaires assessing *likelihood* and *consequences*, completed by 15 respondents using a saturated sampling technique. The risk analysis revealed various potential hazards across nine work activities, categorized into *moderate*, *high*, and *extreme* risk levels. Based on these assessment results, the proposed controls include the supervision of Standard Operating Procedures (SOPs), the implementation of routine inspections, the enhancement of worker awareness through *safety inductions* and *briefings*, and training on *blind spot awareness*.

Keywords: Risk analysis, cargo handling, *HIRARC*, hazard control, risk control.

1. Pendahuluan

Aktivitas yang ada pada pelabuhan yaitu bongkar muat peti kemas yang berperan langsung dalam kelancaran arus barang ekspor dan impor. kegiatan bongkar muat meliputi proses *stevedoring*, *haulage/trucking*, dan *receiving/delivery* yang melibatkan peralatan berat serta tenaga kerja bongkar muat (TKBM). Aktivitas ini memiliki tingkatan risiko kecelakaan kerja yang tinggi disebabkan oleh penggunaan alat berat, pergerakan kontainer besar, serta kondisi kerja di area terbuka yang rentan terhadap cuaca ekstrem. Risiko kecelakaan dapat timbul dari berbagai faktor seperti kerusakan alat, jatuhnya muatan, kelelahan fisik pekerja, kondisi lingkungan yang tidak aman, maupun ketidakpatuhan terhadap prosedur keselamatan kerja (Senjayani & Martiana, 2018; Putri et al., 2023; Sahara & Putri, 2023).

Tabel 1 Data Kecelakaan Kerja Periode 2024

Kategori Kecelakaan	Posisi	Jumlah
Luka Ringan	TKBM	5
Luka Berat	TKBM	2
Korban meninggal	TKBM	2

Sumber (Data Perusahaan, 2024)

PT Persero Batam sebagai operator terminal peti kemas dan pengelola fasilitas pelabuhan di kawasan industri Pulau Batam. Dalam operasinya, perusahaan mengoperasikan alat-alat berat seperti *ship crane*, *reach stacker*, *forklift*, dan *truck trailer*. Meskipun prosedur keselamatan telah diterapkan, data internal perusahaan tahun 2024 menunjukkan bahwa kecelakaan kerja masih terus terjadi pada Tenaga Kerja Bongkar Muat (TKBM), meliputi 5 kasus luka ringan, 2 luka berat, dan 2 korban meninggal dunia. Kecelakaan kerja tertinggi menyebabkan meninggal dunia yaitu pada aktivitas *stevedoring*. Angka kejadian ini mengindikasikan adanya celah dalam pemetaan bahaya yang belum sepenuhnya teridentifikasi dan terkelola secara optimal di lapangan. Untuk mengatasi permasalahan keselamatan kerja secara sistematis, metode *Hazard Identification*, *Risk Assessment*, and *Risk Control* (HIRARC) dapat digunakan.

Penelitian mengenai manajemen risiko di pelabuhan menggunakan HIRARC telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu. Sebagai contoh, Markus et al. (2023) menganalisis risiko kecelakaan kerja pada aktivitas bongkar muat peti kemas di PT Pelabuhan Indonesia (Persero) Regional 4 Cabang Kendari dan menemukan bahwa faktor mekanik pada aktivitas

stevedoring merupakan bahaya paling dominan. Namun, penelitian terdahulu tersebut memiliki keterbatasan: studi yang dilakukan masih terbatas pada pengenalan bahaya secara deskriptif di wilayah lain dan belum merumuskan usulan pengendalian risiko yang terstruktur. Menggunakan metode HIRARC, tujuannya adalah mengetahui *hazard*, tingkat risikonya, dan merencanakan strategi pengendalian pada proses bongkar muat di PT Persero Batam. Penelitian ini diharapkan menjadi acuan bagi manajemen dalam memperkuat Sistem Manajemen K3 (SMK3), menekan angka kecelakaan kerja, dan mendorong terciptanya lingkungan kerja yang aman serta produktif.

2. Kajian Teori, Kajian Literatur

1. Kajian Teori

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) didefinisikan sebagai disiplin ilmu beserta penerapannya yang berfokus pada usaha mitigasi risiko kecelakaan maupun Penyakit Akibat Kerja (PAK) di lingkungan kerja (OHSAS 18001:2007). Implementasi K3 berfungsi untuk melindungi keselamatan pekerja, menjamin keamanan setiap orang di lingkungan kerja, serta memastikan penggunaan dan pemeliharaan sumber daya produksi berjalan secara aman dan efisien.

Bahaya (*Hazard*)

Bahaya (*hazard*) adalah segala sumber, situasi, atau tindakan yang berpotensi menimbulkan kerugian atau cedera pada manusia, kerusakan properti, kerusakan lingkungan kerja, atau kombinasi dari hal-hal tersebut (AS/NZS 4360:2004). Di area bongkar muat, bahaya dapat bersumber dari faktor mekanis (alat berat), fisik (kebisingan, cuaca), lingkungan, maupun perilaku manusia.

Risiko (*Risk*)

Risiko didefinisikan sebagai perpaduan antara tingkat probabilitas terjadinya suatu insiden berbahaya (*likelihood*) dan skala keparahan dampak (*consequence*) yang ditimbulkannya, baik berupa cedera manusia maupun kerusakan aset. Besaran risiko menggambarkan sejauh mana potensi bahaya dapat terwujud serta memberikan dampak merugikan terhadap

kelancaran operasional dan keselamatan tenaga kerja.

Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC)

HIRARC adalah sistematis digunakan untuk mengidentifikasi bahaya di tempat kerja, menilai tingkat risikonya, serta menentukan langkah pengendalian yang tepat. HIRARC berfungsi sebagai fondasi utama untuk meminimalkan potensi kecelakaan hingga mencapai target *zero accident*. Dengan menggunakan analisis tersebut diharapkan dapat mencegah terjadinya bahaya pada kegiatan bongkar muat peti kemas.

Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Berdasarkan Giananta, P., Hutabarat, J., & Soemanto, S. (2020) identifikasi bahaya adalah proses pemeriksaan pada setiap area kerja yang berupa identifikasi bahaya dengan tujuan untuk mengidentifikasi semua bahaya yang ada pada suatu pekerjaan.

Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

Penilaian risiko adalah proses evaluasi tingkat risiko yang timbul dari bahaya yang telah diidentifikasi. *Likelihood* adalah besar kemungkinan kecelakaan yang terjadi, dan *Consequence* adalah seberapa besar dampak yang akan ditimbulkan oleh kecelakaan tersebut. Penilaian diperoleh pada mengalikan nilai kemungkinan (*Likelihood*) dan dampak (*Consequence*) untuk mendapatkan skor atau peringkat risiko (*Risk Rating*).

Tabel 2 *Likelihood*

Kategori		Keterangan
5	<i>Almost certain</i>	Kejadian dipastikan selalu terjadi pada kegiatan kerja
4	<i>Likely</i>	Kejadian yang sangat berpeluang muncul di hampir semua kondisi kerja.
3	<i>Moderate</i>	Kejadian yang berpotensi terjadi sewaktu-waktu atau dalam situasi kerja tertentu.
2	<i>Unlikely</i>	Kejadian bisa saja terjadi dalam situasi tertentu, namun tingkatan terjadinya kecil.
1	<i>Rare</i>	Peristiwa hanya memungkinkan terjadi pada kondisi khusus yang sangat jarang atau langka

Sumber (*Australia/New Zealand 4360:2004*)

Tabel 2 menunjukkan kategori, yaitu kemungkinan terjadinya peristiwa tersebut menurut Standar Australia/New Zealand 4360:2004. Terdapat lima tingkatan kriteria, yang terkecil disebut *rare* dan yang terbesar disebut *almost certain*.

Tabel 3 *Consequence*

Tingkatan	Kriteria	Keterangan
1	<i>Insignificant</i>	Tidak menimbulkan cedera, kerugian materi yang minim.
2	<i>Minor</i>	Membutuhkan pertolongan, kerugian materi kategori rendah, dan pekerja tetap dapat melanjutkan tugas pada hari yang sama.
3	<i>Moderat</i>	Menyebabkan cedera sedang dan memerlukan perawatan medis, berdampak pada kerugian materi yang signifikan, serta menyebabkan kehilangan hari kerja kurang dari 3 hari.
4	<i>Major</i>	Menyebabkan cedera cacat dan kehilangan fungsi tubuh, cedera total, atau kerugian finansial, serta hilangnya hari kerja selama 3 hari atau lebih.
5	<i>Catastrophic</i>	Menyebabkan kematian, kerugian finansial yang besar dengan dampak jangka panjang, serta hilangnya hari kerja

Sumber (*Australia/New Zealand 4360:2004*)

Tabel 3 menunjukkan kategori, yaitu kemungkinan terjadinya peristiwa tersebut menurut Standar *Australia/New Zealand 4360:2004*. Terdapat lima tingkatan kriteria, yang terkecil disebut *insignificant* dan yang terbesar disebut *catastrophic*.

Tabel 4 Tingkat Risiko

Tingkat risiko	Score	Keterangan
<i>Low</i>	1-4	Bisa dikelola.
<i>Moderate</i>	5-11	Tanggung jawab manajemen harus ditetapkan.
<i>High</i>	12-16	Dibutuhkan pengawasan khusus.
<i>Extreme</i>	>16	Dibutuhkan pengendalian segera.

Tingkat risiko ditunjukkan dalam Tabel 4, yang dihasilkan dari perkalian *likelihood* dan *consequence*. Nilai terendah adalah satu, dan nilai tertinggi adalah dua puluh lima.

Tabel 5 *Matriks Risiko*

<i>Likelihood</i>	<i>Consequence</i>				
	<i>Insignificant</i> (1)	<i>Minor</i> (2)	<i>Moderate</i> (3)	<i>Major</i> (4)	<i>Catastrophic</i> (5)
<i>Almost certain</i> (5)	M	M	H	E	E
<i>Likely</i> (4)	L	M	H	H	E
<i>Moderate</i> (3)	L	M	M	H	H
<i>Unlikely</i> (2)	L	L	M	M	M
<i>Rare</i> (1)	L	L	L	L	M

L (*low*) tingkat risiko yang tergolong rendah dan dapat dikelola menggunakan prosedur pada operasional rutin tanpa memerlukan adanya mitigasi khusus.

M (*Moderate*) tingkat risiko yang tergolong rendah, sehingga tidak harus melibatkan manajemen, tetapi penanganan pada teknis harus dilakukan pengambilan tindakan secara cepat.

H (*High*) tingkat risiko yang tergolong tinggi sehingga membutuhkan pengawasan lebih oleh manajemen serta melakukan penanganan perbaikan sesegera mungkin.

E (*Extreme*) tingkat risiko berada pada kategori sangat tinggi atau darurat.

Pengendalian Risiko (*Risk Control*)

Hasil dari penilaian resiko dijadikan sebagai acuan dalam pengerjaan pengendalian resiko. Penanganan bahaya berisiko tinggi (*High*) dan sangat tinggi (*Extreme*) menerapkan pedoman standar OHSAS 18001:2007 berdasar pada hasil evaluasi risiko awal. Proses pengendalian ini diawali dengan mengidentifikasi tingkat kerentanan potensi risiko yang terbagi atas kategori *Low*, *Moderate*, *High*, dan *Extreme* (Giananta, P., Hutabarat, J., & Soemanto, S. 2020). Pengendalian risiko merupakan langkah strategis perusahaan untuk meminimalkan potensi bahaya di tempat kerja. Dalam penerapannya, penetapan prioritas pengendalian menjadi krusial agar alokasi anggaran dapat dioptimalkan serta mampu mencegah dampak kerugian finansial maupun operasional akibat aktivitas kerja berisiko tinggi. Menurut (Putra, F. P. 2022) terdapat empat pengendalian risiko yang dapat dilakukan:

- a. Eliminasi, adalah upaya untuk menghilangkan bahaya.
- b. Substitusi, didefinisikan sebagai menggantikan material berbahaya dengan bahan alternatif lebih aman
- c. *Engineering Control*, usaha dalam mengurangi risiko dengan mengubah tempat kerja, mesin, peralatan, atau proses kerja agar lebih aman.

- d. *Administrative Control*, pengendalian bahaya melalui pengaturan interaksi kerja dan peningkatan kompetensi sumber daya manusia, yang mencakup penerapan rotasi jabatan, penyusunan Prosedur Operasional Standar (SOP), penyesuaian *shift* kerja, serta pelatihan K3.

Diagram Fishbone

Alat analisis sebab-akibat yang digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor mendasar yang menjadi akar penyebab (*root cause*) suatu permasalahan atau kegagalan K3. Diagram ini mengelompokkan akar masalah ke dalam beberapa kategori utama, umumnya mencakup *Man* (manusia/pekerja), *Machine* (mesin/peralatan), *Method* (metode/SOP), *Material* (bahan/kontainer), dan *Environment* (lingkungan kerja).

2. Kajian Literatur

Tabel 6 Kajian Literatur

No	Nama Peneliti	Judul	Variabel	Teknik Analisa	Hasil
1	Kiki Irwan Prasetyo, Pregiwati Pusporini, Deny Andesta (2022)	Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Penerapan Metode Hirarc Di Bagian Produksi PT. Autokorindo Pratama Gresik	Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan wawancara, variabel independen adalah jenis potensi bahaya kerja, dan variabel dependen adalah tingkat risiko kecelakaan kerja	Teknik analisa yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode HIRARC (<i>Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control</i>)	Hasil penelitian tersebut dilakukan pengendalian risiko terhadap bahaya yang memiliki level moderate risk dan high risk, yaitu pada bahaya Terjepit atau tergores akibat tajanya baja, Tangan terjrpit mesin, Tangan terjrpit mesin, Tertimpa material, Kebisingan, Terpeleset , Jari terjepit, Kaki tertimpa material, Kebisingan, terJari terjepit, Terjepit mesin, Sambungn marking lepas, Jari Terjepit, Mata terpercik Gram, Suhu ruangan panas, Tergelincir cairan

					oli.
2	Kencana Verawatia, Nurul Falah (2021)	Analisis Risiko Keselamatan Pekerja PT. Daisy Mutiara Samudra Di Dermaga 101 Dengan Menggunakan Metode Hirarc	Variabel yang digunakan adalah faktor-faktor penyebab bahaya kerja yang diidentifikasi selama aktivitas operasional di dermaga dan tingkat risiko kecelakaan kerja yang timbul akibat dari faktor-faktor tersebut.	Teknik analisa yang digunakan adalah metode HIRARC yang menganalisis tiga tahapan utama, yaitu idensifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko.	Hasil identifikasi bahaya yang dilakukan di 3 tempat di dermaga 101 – 102 terdapat 14 bahaya yang berkaitan dengan keselamatan pekerja. Dari hasil identifikasi faktor terjadinya bahaya terdapat 3 faktor yaitu faktor mekanis, faktor fasilitas, faktor manusia. Berdasarkan hasil penilaian risiko, diketahui presentase tertinggi tingkat risiko di dermaga 101 adalah risiko sedang, yaitu sebesar 58%. Mengatasi risiko tersebut adalah penambahan fasilitas dan perbaikan sistem manajemen pekerja.
3	Maydlin Markus, Jafriati, Sri Tungga Dewi (2023)	Analisis Hirarc Pada Proses Bongkar Muat Peti kemas Di PT. Pelabuhan Indonesia (Persero) Regional 4 Cabang Kendari Tahun 2022	Penelitian ini menggunakan tiga variabel utama yang sesuai dengan pendekatan	Penelitian ini menggunakan metode HIRARC merupakan untuk mengetahui bahaya yang terdapat pada bagian proses bongkar muat.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahaya yang teridentifikasi pada proses bongkar muat peti kemas yaitu bahaya fisik, mekanik dan bahaya ergonomi. Bahaya yang paling dominan pada proses bongkar muat yang teridentifikasi yaitu bahaya mekanik pada bagian <i>Stevedoring</i> dengan persentase 87,5%.

4	Ghika Smarandana, Ade Momon, Jauhari Arifin (2021)	Penilaian Risiko K3 Pada Proses Pabrikasi Menggunakan Metode <i>Hazard Identification, Risk Assessment And Risk Control</i> (Hirarc)	Variabel penelitian yang digunakan dari tiga komponen utama yang sesuai dengan pendekatan metode HIRARC yaitu variabel pertama adalah identifikasi bahaya, kedua penilaian risiko, ketiga pengendalian risiko.	Penelitian ini menggunakan metode HIRARC untuk mengidentifikasi, menilai dan mengendalikan risiko. Model HIRARC digunakan untuk mengidentifikasi bahaya primer dan sekunder yang mungkin terjadi pada kegiatan pekerjaan yang berdampak pada ancaman serius pada kegiatan operasi.	Hasil penilaian menunjukkan 13,3% mempunyai tingkat <i>risiko extreme</i> , 30% <i>high risk</i> , 13,3% <i>medium risk</i> dan 43,34% <i>low risk</i> . Pengendalian risiko untuk pencegahan kecelakaan kerja dapat dilakukan dengan menggunakan di alat pelindung diri di lingkungan pabrik, rekayasa di setiap proses produksi untuk meminimalisir bahaya dan administrasi seperti standard operating procedure agar sesuai dengan standar yang sudah ditentukan perusahaan.
5	Fajar Muhammad Khudhory, Lina Dianati Fathimahhaya, Theresia Amelia Pawitra (2022)	Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode HIRARC (Studi Kasus: CV. Jaya Makmur, Samarinda)	Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan metode HIRARC dan variabel utama dalam penelitian ini adalah risiko kecelakaan kerja. Risiko ini dianalisis berdasarkan tiga tahapan utama yaitu identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko.	Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai risiko, dan mengendalikan risiko menggunakan metode HIRARC.	Berdasarkan hasil observasi, kuesioner, dan wawancara, maka didapatkan 18 potensi bahaya. Terdapat pula 12 risiko level rendah, dan 22 risiko level sedang.
6	Danang Bagus	Analisis Potensi	Variabel-variabel	Penelitian ini	Hasil analisis akan

	P, Gatot Basuki HM (2024)	Bahaya pada Proses Produksi Kursi Penumpang Kereta Api Menggunakan <i>Metode Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control</i> (HIRARC) dan <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA) – Studi Kasus: PT. Empat Putera Utama Bersama	dalam penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat risiko kecelakaan kerja (variabel dependen) sangat dipengaruhi oleh jenis dan jumlah potensi bahaya pada setiap aktivitas kerja (variabel independen).	bertujuan untuk mengidentifikasi jenis bahaya dan melakukan penilaian risiko menggunakan metode HIRARC, sedangkan metode FTA digunakan untuk menemukan akar penyebab masalah.	digunakan untuk memitigasi risiko terkait aktivitas dalam proses produksi kursi penumpang kereta api. Hasil studi menunjukkan adanya 4 aktivitas kerja dan 11 sub-aktivitas kerja yang memiliki potensi bahaya.
7	Greyfi Juita Palengka, Rahmad Inca Liperda (2022)	Analisis Potensi Risiko dan Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, dan Pengendalian Risiko (HIRARC): Studi Kasus Bagian Pendukung Gudang di PT Vale Indonesia Tbk	Variabel pengukuran dalam penelitian ini merupakan elemen-elemen yang dinilai dalam proses identifikasi, penilaian, dan pengendalian risiko kerja. Variabel-variabel tersebut mencakup jenis bahaya dan tingkat risiko, yang diukur berdasarkan kombinasi dua sub-variabel utama—yaitu tingkat kemungkinan dan tingkat keparahan—serta pengendalian risiko.	Penelitian ini akan menggunakan teknik HIRARC (Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, dan Pengendalian Risiko) untuk mengidentifikasi kemungkinan bahaya serta menilai potensi kecelakaan atau kerugian finansial yang dapat dialami oleh perusahaan.	Hasil penelitian menunjukkan adanya berbagai klasifikasi tingkat risiko yang dapat ditemui dalam kegiatan operasional gudang, meliputi tingkat ekstrem, tinggi, sedang, dan rendah. Pada akhirnya, penelitian ini mengusulkan serangkaian rekomendasi perbaikan untuk meminimalkan terjadinya risiko dan bahaya.
8	Karunia Az Zahra, Wateno	Analisis Risiko Pemasangan	Variabel pengukuran yang	Teknik analisis yang digunakan	Penelitian ini dimulai dengan

	Oetomo, Sajiyo (2024)	<i>Steel Box Girder</i> Menggunakan Metode HIRARC (Studi Kasus: Proyek Pembangunan <i>Flyover</i> Aloha Sidoarjo)	digunakan untuk menganalisis risiko kerja didasarkan pada metode HIRARC (Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, dan Pengendalian Risiko).	dalam penelitian ini meliputi wawancara, dan metode yang digunakan adalah metode <i>Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control</i> (HIRARC) yang berpedoman pada Malaysia HIRARC <i>Guidelines</i> (2008).	mengidentifikasi bahaya pada setiap tahapan aktivitas kerja. Penilaian risiko dilakukan, dan hasilnya dapat digunakan sebagai acuan pengendalian risiko guna mengurangi risiko kecelakaan kerja. Analisis terhadap identifikasi bahaya dan risiko pada kelima tahapan kerja tersebut menghasilkan temuan sebanyak 11 potensi bahaya.
9	Awanis Shabrina Qamarani, Resista Vikaliana (2024)	Penerapan Metode Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, dan Pengendalian Risiko pada Proses Pengelasan Rangka Bodi (Studi Kasus di Sebuah Perusahaan di Indonesia)	Variabel pengukuran yang digunakan adalah tingkat risiko kerja yang ditentukan melalui tiga komponen utama dalam HIRARC. Variabel ini diukur berdasarkan probabilitas (kemungkinan terjadinya), tingkat keparahan (beratnya dampak), dan tingkat risiko, yang dikategorikan ke dalam empat tingkatan: rendah, sedang, tinggi, dan ekstrem.	Teknik analisis yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kuantitatif, di mana risiko dari setiap potensi bahaya dihitung dengan mengalikan nilai probabilitas dan tingkat keparahan. Hasilnya dipaparkan untuk menentukan besaran risiko sebelum dan sesudah pengendalian dilakukan.	Hasil penelitian ini menunjukkan adanya 19 potensi bahaya dan 19 risiko, dengan rincian tingkat risiko: 2 dalam kategori ekstrem, 6 dalam kategori tinggi, 8 dalam kategori sedang, dan 3 dalam kategori rendah.
10	Bubung Burhanudin, Rifky	Identifikasi Bahaya dan Risiko	Teknik analisis data dilakukan menggunakan	Variabel pengukuran yang digunakan	Hasil penelitian ini mengungkap 29 risiko yang

	Budiman, Muslim Rafiz, Fathur Rohman Robandi (2024)	Menggunakan Metode HIRARC pada Pembangunan Gedung Kai Boutique Hotel Cihampelas – Bandung	metode HIRARC (Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, dan Pengendalian Risiko). Risiko diidentifikasi dan dinilai berdasarkan tingkat keparahan serta kemungkinan terjadinya, yang kemudian dikategorikan ke dalam skala risiko (rendah, sedang, tinggi). Teknik analisis ini menghasilkan rekomendasi strategis untuk memitigasi risiko keselamatan kerja.	berfokus pada potensi bahaya kerja dalam proyek konstruksi yang dikelompokkan ke dalam sepuluh kategori pekerjaan. Pengukuran variabel dilakukan melalui kuesioner terstruktur yang dibagikan kepada responden. Setiap pertanyaan dalam kuesioner dirancang untuk mengukur dua dimensi utama, yaitu tingkat keparahan dan kemungkinan terjadinya setiap risiko.	teridentifikasi di sepuluh kategori pekerjaan, yang mencakup enam risiko tinggi, 20 risiko sedang, dan tiga risiko rendah. Studi ini menekankan perlunya langkah-langkah keselamatan yang konsisten, seperti penggunaan peralatan pelindung, pelatihan keselamatan, dan kepatuhan terhadap prosedur standar.
--	---	---	---	---	--

Merujuk pada literatur terdahulu, penerapan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control* (HIRARC) telah terbukti secara luas komprehensif dan efektif untuk memetakan serta mengendalikan risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di berbagai sektor industri, mulai dari manufaktur (Prasetyo et al., 2022; Qamarani & Vikaliana, 2024), konstruksi (Az Zahra et al., 2024; Burhanudin et al., 2024), perdagangan (Palengka & Liperda, 2022), hingga kepelabuhanan (Verawati & Falah, 2021; Markus et al., 2023). Persamaan utama penelitian ini dan penelitian terdahulu terlihat pada penggunaan metode HIRARC yang digunakan untuk mengidentifikasi bahaya, mengukur tingkat risiko melalui matriks *likelihood* dan *consequence*, serta tindakan pengendalian risiko berbasis *Hierarchy of Control*. Tetapi, penelitian terdahulu (seperti Verawati & Falah, 2021; Markus et al., 2023) berfokus pada dermaga atau terminal umum dengan karakteristik operasional yang bersifat umum dan skala aktivitas yang relatif terbatas.

3. Metode Penelitian

a. Jenis Penelitian

Menurut Creswell (2017), penelitian kuantitatif bertujuan untuk menganalisis dan menginterpretasikan data secara statistik. Pendekatan kuantitatif dilakukan dengan mengukur nilai risiko yang didapatkan melalui perhitungan. Dengan pendekatan kuantitatif dilakukan dengan mengukur tingkat risiko melalui perhitungan hasil perkalian *likelihood* dan *consequence*.

b. Sumber Data

a) Data Primer

Data primer dapat dilakukan melalui wawancara dengan subjek penelitian, observasi langsung di tempat kerja, atau penyebaran kuesioner kepada responden. Dalam penelitian ini, peneliti memperoleh data secara langsung terhadap responden melalui kuesioner yang berbentuk *google form* yang akan disebar untuk responden.

b) Data Sekunder

Menurut Kurniawati et al., 2022, data sekunder dapat diperoleh dari berbagai sumber, termasuk referensi buku, jurnal, dan internet untuk mendapatkan data sekunder yang diperlukan. Pengambilan data sekunder dari penelitian ini seperti artikel, jurnal ilmiah, ataupun penelitian terdahulu yang masih terkait dengan topik HIRARC.

c. Instrumen Penelitian

Instrumen adalah alat yang digunakan untuk mengukur atau menyusun data dalam suatu rentang untuk menjawab pertanyaan penelitian atau mencapai tujuan penelitian. Data dikumpulkan dengan menggunakan kuesioner untuk pekerja yang berkaitan. Untuk setiap penilaian risiko yang diidentifikasi, memberi penilaian risiko pada aktivitas bongkar muat peti kemas berdasarkan skala likert (1-5) yaitu pada indikator *likelihood* yaitu pada nilai 1 (*rare*), nilai 2 (*unlikely*), nilai 3 (*moderate*), nilai 4 (*likely*), nilai 5 (*almost certain*) serta indikator *consequence* pada nilai 1 (*insignificant*), nilai 2 (*minor*), nilai 3 (*moderate*), nilai 4 (*major*), nilai 5 (*catastrophic*).

d. Lokasi Penelitian

Adapun lokasi penelitian ini yang dilakukan oleh peneliti adalah di PT Persero Batam yang beralamatkan di Jl. Yos Sudarso No.01, Sungai Jodoh, Kec. Batu Ampar, Kota Batam, Kepulauan Riau 29453.

e. Obyek Penelitian

Sebagai obyek penelitian yaitu pada analisis HIRARC yang difokuskan pada aktivitas bongkar muat peti kemas di PT Persero Batam.

f. Populasi

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas objek atau subjek dengan kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari, hingga kemudian ditarik sebuah kesimpulan. Populasi dalam penelitian ini adalah pekerja yang berkaitan dengan aktivitas bongkar muat peti kemas di PT Persero Batam yang bekerja sebagai tenaga kerja bongkar muat, operator STS dan RTG *crane*, serta operator *forklift* dan *reach stacker*.

g. Sampel

Sampel yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 15 responden berasal dari beberapa posisi kerja yang terlibat dalam aktivitas bongkar muat peti kemas di PT Persero Batam. Penentuan jumlah dan anggota sampel dilakukan menggunakan teknik sampling jenuh. Teknik sampling jenuh digunakan ketika seluruh anggota populasi dijadikan sebagai sampel penelitian. Metode ini umumnya diterapkan pada populasi berskala kecil. Teknik sampling jenuh juga sering disebut sebagai metode sensus, karena tidak ada anggota populasi yang dilewatkan dalam pengambilan data (Suriani, N., & Jailani, M. S. 2023).

h. Teknik Pengumpulan Data

a) Kuesioner

Metode pengumpulan data kuantitatif berbasis kuesioner yang digunakan untuk menggali data dan informasi dari populasi sasaran. Pengumpulan data diambil sebanyak 15 orang responden dalam bentuk *Google Form*. Tujuan menggunakan kuesioner agar mendapatkan data responden dengan cepat, efisien, dan akurat terkait dengan aktivitas bongkar muat peti kemas di PT Persero Batam.

i. Operasional Variabel dan Pengukuran

Pengertian operasional variabel adalah prosedur mendefinisikan dan memodifikasi konsep abstrak agar memungkinkan untuk dianalisis atau dievaluasi secara objektif. Operasionalisasi variabel adalah proses mendefinisikan dan mengukur konsep-konsep abstrak dengan cara yang memungkinkannya diamati atau diukur secara objektif. Dengan menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment And Risk Control* (HIRARC) dapat menentukan jenis aktivitas yang dapat diidentifikasi melalui sumber bahaya dan potensinya. Kemudian,

dilakukan penilaian risiko dan pengendalian risiko untuk mengurangi jumlah risiko bahaya pada aktivitas bongkar muat peti kemas.

Tabel 7 Operasional Variabel dan Pengukuran

Variabel	Definisi Variabel	Indikator	Skala	Sumber Data
<i>Hazard Identification, Risk Assessment And Risk Control (HIRARC)</i> pada pekerja di PT Persero Batam	Identifikasi bahaya	Bahaya fisik Bahaya mekanik Bahaya ergonomi	Jenis bahaya	Data kuesioner
	Penilaian Risiko	<i>Likelihood Consequence</i> Tingkat risiko	Likert	
	Pengendalian risiko	Hirarki pengendalian risiko	Jenis pengendalian	

j. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data merupakan pendekatan yang diterapkan untuk mengolah serta menginterpretasikan data numerik guna menjawab rumusan masalah penelitian secara kuantitatif. Dalam analisis HIRARC (*Hazard Identification, Risk Assessment And Risk Control*) pada pekerja aktivitas bongkar muat peti kemas diolah secara sistematis dengan mengidentifikasi potensi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko kedepannya untuk menentukan tindakan perbaikan. Terdapat tiga tahapan dalam HIRARC dalam menganalisis pekerja pada aktivitas bongkar muat peti kemas, yaitu:

a) Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Mengidentifikasi bahaya merupakan suatu proses yang digunakan untuk menentukan ada atau tidaknya bahaya yang berpotensi menimbulkan kecelakaan di tempat kerja. Mengidentifikasi bahaya merupakan titik awal untuk melakukan penilaian risiko atau investigasi kecelakaan. Tanpa memahami bahaya, risiko tidak dapat ditentukan. Oleh karena itu, mitigasi dan penilaian risiko tidak dapat dilakukan. Tujuan dari identifikasi adalah untuk mengetahui potensi bahaya dalam pekerjaan yang pada umumnya dikerjakan dengan baik tetapi memiliki risiko kegagalan apabila tidak dikerjakan dengan baik, menunjukkan cara identifikasi potensi bahaya, sebagai sarana identifikasi alat pelindung diri (APD) yang akan digunakan oleh karyawan, mengurangi stres akibat pekerjaan, dan meningkatkan produktivitas.

b) Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

Tahap penilaian risiko dilaksanakan setelah proses identifikasi bahaya untuk memastikan bahwa seluruh risiko operasional berada pada tingkat yang dapat dikendalikan. Penilaian ini menggabungkan dua aspek yaitu *Likelihood* (L) (probabilitas terjadinya) dan *Consequence* (C) (tingkat keparahan dampak) yang kemudian dihitung untuk menentukan peringkat risiko.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil

Hasil penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang mengandalkan data numerik secara terukur melalui pengukuran data responden pada variabel jenis pekerjaan dan lama bekerja, diuraikan sebagai berikut:

Tabel 8 Data Posisi Pekerjaan

Posisi Pekerjaan	Jumlah	Presentase%
Tenaga Kerja Bongkar Muat (TKBM)	5	33,3%
Operator <i>Reach Stacker</i>	2	13,3%
Operator <i>Forklift</i>	2	13,3%
Operator <i>Ship to Shore Crane</i> (STS)	3	20%
Operator <i>Rubber Tyred Gantry Crane</i> (RTG)	3	20%

Sumber: Data kusioner 15 responden, 2026

Tabel 9 Data Lama Bekerja

Lama Bekerja	Jumlah	Persentase%
< 1 tahun	3	20%
1 – 5 tahun	8	53,3%
5 – 10 tahun	4	26,7%
> 10 tahun	-	0

Sumber: Data kusioner 15 responden, 2026

Berdasarkan tabel distribusi karakteristik responden di atas, dapat disimpulkan bahwa:

Posisi Pekerjaan:

Sebagian besar responden berasal dari bagian Tenaga kerja bongkar muat sebanyak 5 orang (33%), diikuti oleh Operator *Reach Stacker* sebanyak 2 orang (13,3%), Operator *Forklift* sebanyak 2 orang (13,3%), Operator *Ship to Shore Crane* (STS) sejumlah 3 orang (20%) dan Operator *Rubber Tyred Gantry Crane* (RTG) sejumlah 3 orang (20%). Maka, responden dengan jumlah terbanyak pada bagian yang terlibat langsung pada proses bongkar muat peti kemas adalah tenaga kerja bongkar muat.

Lama Bekerja:

Mayoritas responden telah bekerja 1 – 5 tahun, yaitu sejumlah 8 orang (53,3%), diikuti oleh responden

dengan masa kerja 5–10 tahun (26,7%), dan kurang dari 1 tahun (20%). Hal ini menandakan bahwa mayoritas responden memiliki pengalaman kerja yang memadai dan pemahaman yang baik mengenai alur operasional perusahaan. Metode HIRARC digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya dalam kegiatan rutin maupun non-rutin, menilai tingkat risiko, serta merumuskan langkah-langkah pengendalian yang efektif. Penerapan HIRARC terdiri dari tiga tahapan dasar, yaitu:

a. Identifikasi Bahaya

Identifikasi potensi bahaya pada proses bongkar muat peti kemas dilanjutkan dengan tahap penilaian dan pengelompokan risiko ke dalam empat tingkatan, yakni *extreme risk*, *high risk*, *moderate risk*, dan *low risk*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui potensi bahaya yang berdampak. Proses untuk mengidentifikasi bahaya pada tahap pekerjaan bongkar muat yang pertama, kendaraan trailer mengangkut kontainer menuju ke pelabuhan. Pada tahap ini potensi bahaya yang dapat teridentifikasi adalah kecepatan kendaraan tinggi, potensi tabrakan, kerusakan pada kendaraan, kondisi jalan yang kurang memadai atau bergelombang dan pencahayaan yang kurang di malam hari.

Kedua, setelah melakukan registrasi di gate kendaraan trailer membawa kontainer menuju ke lapangan penumpukan. Potensi bahaya yang dapat teridentifikasi adalah kecepatan kendaraan tinggi, kondisi jalan yang kurang memadai atau bergelombang ataupun marka jalan yang kurang jelas.

Ketiga, setelah membawa kontainer ke lapangan penumpukan selanjutnya kendaraan mengantri untuk membawa kontainer keluar dari lapangan penumpukan. Potensi bahaya yang teridentifikasi adalah kecepatan kendaraan tinggi, kondisi jalan yang kurang memadai atau bergelombang ataupun marka jalan yang kurang jelas.

Keempat, aktivitas di dalam lapangan penumpukan yaitu saat kendaraan mengantri untuk mengambil kontainer. Potensi bahaya yang teridentifikasi adalah memarkir kendaraan pada sembarang tempat dan berhenti pada jalur kendaraan melaju.

Kelima, aktivitas operator *Rubber Tyred Gantry* (RTG) adalah menyusun peti kemas di lapangan penumpukan. Peti kemas atau kontainer disusun berdasarkan jenis barang dan tanggal keberangkatan. Potensi bahaya yang teridentifikasi yaitu, kerusakan alat, blindspot, kecepatan kendaraan yang tinggi, posisi kerja duduk, menunduk, dan tidak ergonomis.

Keenam, kendaraan mengantri untuk mengangkat kontainer ke pelabuhan. Potensi bahaya yang teridentifikasi adalah memarkir kendaraan pada sembarang tempat ataupun berhenti pada jalur kendaraan yang sedang melaju.

Ketujuh, alat *Rubber Tyred Gantry* (RTG) atau *Reach Stacker* sedang beroperasi mengangkat kontainer di lapangan penumpukan ataupun meletakkan di atas chassis kendaraan untuk di bawa pada

proses bongkar ataupun muat. Potensi bahaya yang teridentifikasi adalah kendaraan yang melaju di sekitar alat, blindspot, posisi kerja duduk, menunduk, dan tidak ergonomis.

Kedelapan, apabila kendaraan akan mengangkut kontainer menuju ke pelabuhan untuk melakukan pemindahan kontainer ke kapal. Potensi bahaya yang teridentifikasi adalah kecepatan kendaraan, kerusakan alat, kondisi jalan tidak memadai seperti bergelombang atau rusak, cuaca buruk atau ekstrem dan hujan deras.

Kesembilan, pada saat kontainer akan di muat ke kapal dan di susun sesuai dengan lokasi. Potensi bahaya yang teridentifikasi adalah kerusakan alat, cuaca ekstrem, dan hujan deras.

b. Penilaian Risiko

Hasil penilaian risiko ditentukan oleh *consequence* dan *likelihood* yang berdasarkan dengan kegiatan bongkar muat. Tingkat keparahan dan tingkat kemungkinan pada setiap tahapan berkerja berbeda-beda. Pada proses *Receiving/Delivery* teridentifikasi bahwa tingkat *consequence* yaitu pada kategori *moderate*, pada *Haulage/Trucking* tingkat *consequence* termasuk kategori *high* dan tingkat *consequence* pada proses *Stevedoring* termasuk kategori *extreme*. Tingkat *likelihood* yang paling dominan teridentifikasi pada proses *Receiving/Delivery* pada kategori akan terjadi, sedangkan pada proses *Haulage/Trucking* yaitu kemungkinan dapat terjadi dan proses *Stevedoring* termasuk termasuk kategori kemungkinan terjadi. Berdasarkan penilaian risiko yang telah dilakukan kemungkinan terjadinya kecelakaan dapat menyebabkan kerusakan alat dan berdampak pada lingkungan pekerjaan. Berdasarkan penilaian risiko, tingkat risiko yang pada disetiap tahapan pekerjaan berbeda-beda. Tingkat risiko pada *receiving* yaitu tidak diinginkan dan harus ditetapkan tanggung jawab manajemen, tingkat risiko *Haulage/Trucking* yaitu dibutuhkan pengawasan khusus, dan tingkat risiko pada proses *Stevedoring* yaitu membutuhkan pengendalian segera dan tidak dapat diterima.

Tabel 10 Penilaian Risiko

Langkah Kerja	Identifikasi Bahaya			Penilaian Risiko			
	Aktivitas Kerja	Potensi Bahaya	Potensi Risiko	L	C	Risk Rating	Kategori
1	Kendaraan masuk dan registrasi melalui <i>gate</i>	Kecepatan kendaraan tinggi, kondisi jalan yang bergelombang, pencahayaan kurang	Menabrak <i>gate</i> , menabrak kendaraan lain	3	3	9	Moderate
2	Kendaraan	Kecepatan kendaraan	Menabrak	3	3	9	Moderate

	mengangkut kontainer menuju lapangan penumpukan	yang tinggi, kondisi jalan bergelombang, pencahayaan kurang	RTG, atapun <i>tally</i> dan operator yang bertugas				
3	Kendaraan mengangkut kontainer dari CY ke luar	Kecepatan kendaraan yang tinggi, alur jalan kurang jelas, pencahayaan yang kurang	Menabrak RTG, atapun <i>tally</i> dan operator yang bertugas	3	3	9	Moderate
4	Kendaraan mengantri untuk mengambil kontainer	Kondisi jalan yang bergelombang, alur jalan yang kurang jelas, memarkir kendaraan dan berhenti sembarangan	Tertabrak kendaraan yang melaju, terjatuh, tertimpa kontainer	3	3	9	Moderate
5	Kegiatan <i>lift on</i> RTG crane	Kerusakan alat, <i>blindspot</i> , kendaraan kecepatan yang tinggi, posisi kerja menunduk	Kelelahan, kontainer menimpa kendaraan	3	3	9	Moderate
6	Kendaraan mengangkut kontainer	Kondisi jalan bergelombang atau rusak, kecepatan kendaraan tinggi	Terjatuh, menabrak kendaraan lain	3	3	9	Moderate
7	Kegiatan <i>lift off</i> RTG crane	Kerusakan alat, <i>blindspot</i> , kendaraan kecepatan yang tinggi, posisi kerja menunduk	Kelelahan, kontainer menimpa kendaraan	3	3	9	Moderate
8	Mengangkut kontainer ke CY menuju pelabuhan dermaga	Kondisi jalan bergelombang atau rusak, kecepatan kendaraan yang tinggi	Terjatuh, tertimpa	3	3	9	Moderate
9	Mengangkut dan memindahkan kontainer dari kendaraan ke kapal atau sebaliknya	Kcepatan kendaraan yang tinggi, kerusakan alat, cuaca buruk	Kontainer jatuh, tertimpa, kelelahan	3	4	12	High

c. Pengendalian Risiko

Pengendalian risiko adalah suatu tindakan pengelolaan, perencanaan, dan pengendalian kegiatan yang memiliki kemungkinan dapat menimbulkan risiko kecelakaan kerja.

Tabel 11 Pengendalian Risiko

Proses Kerja	Potensi Bahaya	Risiko	Tingkat Kemungkinan	Tingkat Keparahan	Tingkat Risiko	Rekomendasi Pengendalian
--------------	----------------	--------	---------------------	-------------------	----------------	--------------------------

Kendaraan masuk dan registrasi melalui <i>gate</i>	Kecepatan kendaraan tinggi	Menabrak dinding <i>gate</i>	Moderate	Moderate	Dapat dikelola	Memasang papan K3, polisi tidur atau pemabatas pada area <i>gate</i> dan sekitarnya, menggunakan <i>safety shoes</i> .
Kendaraan mengangkut kontainer menuju lapangan penumpukan	Kecepatan kendaraan tinggi	Menabrak RTG, dan menabrak operator yang sedang bertugas	Moderate	Moderate	Dapat dikelola	Mengemudikan kendaraan dengan kecepatan standar, mengikuti SOP dan alur jalan, memasang marka jalur khusus kendaraan ataupun cermin <i>convex</i> .
Kendaraan mengangkut kontainer dari CY ke luar	Kecepatan kendaraan tinggi	Menabrak RTG, dan menabrak operator yang sedang bertugas, menimpa kontainer	Moderate	Moderate	Dapat dikelola	Mengemudikan kendaraan dengan kecepatan standar, mengikuti SOP dan perbaikan alur jalan yang bergelombang atau rusak.
Kendaraan mengantri untuk mengambil kontainer	Kondisi jalan yang bergelombang atau rusak	Terjatuh, terguling, tertimpa	Moderate	Moderate	Dapat dikelola	Perbaikan pada jalan yang rusak, selalu <i>maintenance</i> kendaraan
Kegiatan <i>lift on RTG crane</i>	Posisi kerja duduk dan menunduk, kerusakan alat, <i>blindspot</i>	Kelelahan, kontainer menimpa kendaraan	Moderate	Moderate	Dapat dikelola	Mengikuti SOP, menggunakan APD, <i>maintenance</i> alat, selalu melakukan pemeriksaan dan peregangan, memasang

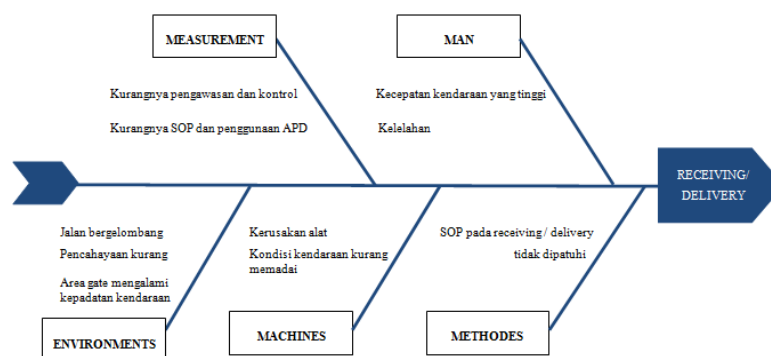
						sistem atau sensor pada RTG <i>crane</i> .
Kendaraan mengangkut kontainer	Kondisi jalan yang bergelombang atau rusak	Terjatuh, terguling, tertimpa	Moderate	Moderate	Dapat dikelola	Perbaikan pada jalan yang rusak, <i>maintenance</i> alat, dan menggunakan APD
Kegiatan <i>lift off</i> RTG <i>crane</i>	Posisi kerja duduk dan menunduk, kerusakan alat, blindspot	Kelelahan, kontainer menimpa kendaraan	Moderate	Moderate	Dapat dikelola	<i>Maintenance</i> alat, mengikuti SOP, menggunakan APD, melakukan peregangan dan kesehatan
Mengangkut kontainer ke CY menuju pelabuhan dermaga	Kecepatan kendaraan yang tinggi, kondisi jalan yang bergelombang	Kontainer menimpa, kelelahan otot	Moderate	Moderate	Dapat dikelola	<i>Maintenance</i> alat berkala, mengikuti SOP, mengemudi pada batas minimal kecepatan, menggunakan APD
Mengangkut dan memindahkan kontainer dari kendaraan ke kapal atau sebaliknya	Kegagalan <i>lock</i> pada tali, posisi kerja duduk dan menunduk	Kelelahan otot, kontainer terjatuh dan tertimpa	Moderate	Major	Dibutuhkan pengawasan khusus	Mengikuti SOP, menggunakan APD, <i>maintenance</i> alat secara berkala, melakukan pemeriksaan dan kesehatan dan peregangan, memasang sistem <i>twist lock</i> pada STS/RTG <i>crane</i>

Akar Permasalahan Menggunakan Diagram *Fishbone*

Fishbone diagram adalah alat bantu visual yang digunakan untuk menemukan akar atau penyebab permasalahan melalui beberapa pengelompokan kategori seperti *Man*, *Method*, *Machine*, *Material*, *Measurement*, dan *Environment*. Berdasarkan hasil analisis menggunakan diagram *fishbone*, maka diperoleh beberapa faktor penyebab memengaruhi terjadinya potensi kecelakaan kerja pada proses *Receiving/Delivery*, *Haulage/Trucking*, dan *Stevedoring*. Dan beberapa hal tersebut, menunjukkan masalah utama yang menjadikan prioritas perbaikan.

Proses *Receiving/Delivery*

Fishbone diagram digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis akar penyebab masalah yang terjadi pada proses *Receiving/Delivery*.



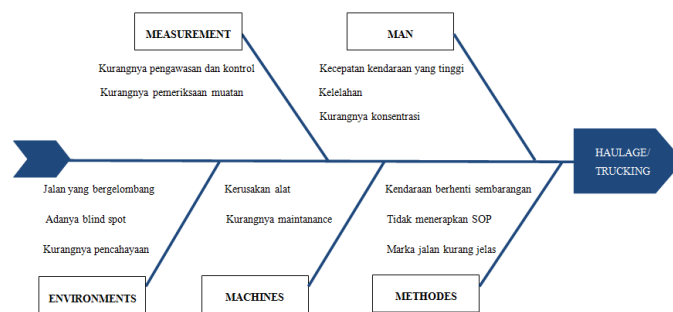
Sumber penyebab pada proses *receiving/delivery* dikelompokkan beberapa aspek, yaitu:

- *Man*: mengemudi dengan kecepatan yang tinggi, kelelahan kerja.
- *Measurement*: kurangnya pengawasan dan kontrol pada area *yard*, kurangnya menerapkan SOP dan penggunaan APD.
- *Methods*: kurang dan belum optimalnya SOP pada proses *receiving/delivery*.
- *Machines*: terlambatnya *maintenance* pada alat dan kendaraan, kerusakan alat sehingga pemakaian tidak optimal.
- *Environments*: kurangnya pencahayaan dan penerangan pada malam hari, area *gate* dan kerja mengalami kepadatan.

Faktor *Man* menjadi pemicu utama dalam potensi kecelakaan kerja, karena adanya keterlibatan langsung dengan proses kegiatan bongkar muat *Receiving/Delivery*. Mengemudi dengan kecepatan tinggi menyebabkan standar kerja yang tidak optimal, kelelahan saat bekerja dapat terjadi sehingga proses kerja tidak terkontrol. Dari hasil analisis tersebut, sehingga ditetapkan sebagai akar masalah utama dengan peluang perbaikan paling signifikan.

Proses *Haulage/Trucking*

Analisis penyebab masalah pada proses *Haulage/Trucking* dilakukan menggunakan diagram *fishbone diagram* untuk memetakan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya kesalahan tersebut



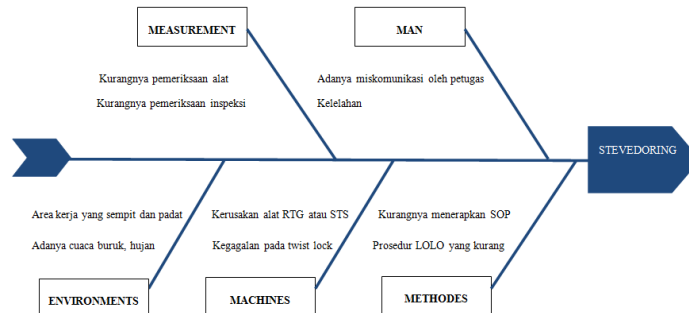
Sumber penyebab pada proses *haulage/trucking* dikelompokkan beberapa aspek, yaitu:

- *Man*: kelelahan bekerja, kurangnya konsentrasi dan kewaspadaan, berkendara dengan kecepatan tinggi dan tidak waspada pada jarak atau batas kendaraan lain.
- *Measurement*: kurangnya pengawasan dan kontrol dari perusahaan dan penggunaan APD yang tidak optimal dan disiplin.
- *Methodes*: kendaraan trailer berhenti sembarangan, pekerja tidak menerapkan SOP, kurangnya pendukung pada pencahayaan yang kurang jelas.
- *Machines*: kerusakan alat akibat kurangnya *maintenance* rutin dari kendaraan.
- *Environments*: kurangnya kondisi fisik lingkungan kerja seperti jalan yang bergelombang, kurangnya pencahayaan.

Faktor *Man* dan *Machines* menjadi penyebab dominan pada proses *Haulage/Trucking* karena berkaitan langsung dengan pengemudi dan petugas bongkar muat. Kerusakan alat dan kurangnya

maintenance menyebabkan kesalahan pada proses *Haulage/Trucking* yang sering terjadi.

Proses *Stevedoring*



Sumber penyebab pada proses *stevedoring* dikelompokkan beberapa aspek, yaitu:

- *Man*: adanya kendala dan kurangnya interaksi antara pekerja, miskomunikasi pada petugas, dan kelelahan dalam bekerja.
- *Measurements*: kurangnya pemeriksaan rutin dan kurangnya pemeriksaan inspeksi pada tim pengawas.
- *Methodes*: kendala teknis operasional berupa sikap pekerja yang kurangnya menerapkan SOP.
- *Machines*: kurangnya faktor teknis peralatan utama, yaitu kerusakan alat RTG atau STS serta terjadinya kegagalan pada *twist lock* saat proses bongkar muat.
- *Environments*: kurangnya kondisi fisik area kerja, seperti area kerja yang sempit dan padat di palka/kapal serta faktor alam berupa adanya cuaca buruk, hujan.

Faktor *Machines* menjadi akar masalah dominan pada proses *Stevedoring* karena kegiatan bongkar muat peti kemas sangatlah mengandalkan alat seperti RTG, STS, dan *Reach Stacker*. Kurangnya *maintenance* pada alat maka kondisi ini menyebabkan gangguan ataupun kegagalan alat dan menyebabkan kontainer tidak stabil, terjatuh, ataupun gagal untuk diangkat.

Usulan Perbaikan

Analisis akar masalah menggunakan diagram *fishbone* mengidentifikasi sejumlah faktor yang berkontribusi terhadap ketidaksesuaian dalam proses aktivitas bongkar muat peti kemas. Atas dasar

temuan tersebut, dirumuskan usulan perbaikan guna menekan potensi penyebab masalah, mengoptimalkan efisiensi proses kerja, serta menjamin ketercapaian standar keselamatan kerja yang telah ditetapkan.

1. Proses *Receiving/Delivery*

Usulan perbaikan dari faktor Man (pengemudi) yaitu melakukan kompetensi dan kesadaran pada kecelakaan kerja melalui *safety induction*, dan pengawasan dalam kepatuhan terhadap batas kecepatan dan jalur kendaraan serta meningkatkan komunikasi antara pengemudi dan petugas gate.

Hasil didapatkan terhadap usulan perbaikan pada faktor *Man* dalam proses *Receiving/Delivery* adalah agar aktivitas penerimaan dan pengeluaran kontainer diharapkan berjalan lebih aman, terkontrol, dan sesuai dengan proses keselamatan kerja yang telah ditetapkan. Dengan adanya penerapan *safety induction* bagi pengemudi, serta peningkatan pengawasan terhadap kepatuhan batas kecepatan dan jalur kendaraan, diharapkan kesalahan dan tindakan tidak aman yang dilakukan oleh pekerja maupun pengemudi dapat diminimalkan. Peningkatan kesadaran, ketelitian, kedisiplinan, dan kompetensi pekerja dalam menjalankan aktivitas *Receiving/Delivery* juga diharapkan mampu mengurangi potensi terjadinya kecelakaan, seperti tabrakan, kendaraan kehilangan kendali, maupun pekerja tertabrak kendaraan. Dengan demikian, penerapan perbaikan pada faktor *Man* diharapkan dapat menciptakan proses *Receiving/Delivery* yang lebih aman dan konsisten serta meningkatkan keselamatan pekerja selama kegiatan operasional.

2. Proses *Haulage/Trucking*

Usulan perbaikan dari faktor Man (pengemudi) yaitu selalu melakukan *safety briefing* serta memahami potensi bahaya pada dalam mengangkut kontainer, menerapkan pelatihan mengenai *blind spot awareness*, meningkatkan komunikasi antara pengemudi, *tally*, dan operator tenaga kerja bongkar muat selama proses *haulage/trucking* dan *Machines* (kendaraan) yaitu selalu melakukan pengecekan dan *pre-start* saat kendaraan akan digunakan, selalu melakukan *maintenance* dan perawatan kendaraan.

Hasil yang diharapkan dari usulan perbaikan faktor *Man* dan *Machine* pada proses *Haulage/Trucking* yaitu agar kegiatan pengangkutan kontainer dapat berlangsung secara aman, tertib, dan sesuai dengan prosedur keselamatan kerja yang telah ditetapkan. Pada faktor *Man* yaitu *blind spot awareness*, penerapan *safety briefing* serta peningkatan komunikasi antara pengemudi dengan petugas terkait diharapkan dapat meningkatkan kesadaran, kedisiplinan, dan kompetensi pengemudi dalam melaksanakan kegiatan pengangkutan. Sementara itu, pada faktor *Machine*, penerapan pemeriksaan kendaraan sebelum operasi (*pre-start inspection*), pemeriksaan kondisi *trailer* dan *twist lock*, pemeriksaan sistem keselamatan kendaraan, serta pelaksanaan *preventive maintenance* secara berkala

diharapkan dapat memastikan kendaraan dan peralatan pengangkutan berada dalam kondisi layak dan aman digunakan. Dengan adanya penerapan perbaikan pada faktor *Man* dan *Machine* tersebut, diharapkan potensi bahaya seperti kecepatan kendaraan yang tidak terkendali, kesalahan pengemudi, *blind spot*, kerusakan kendaraan, serta kegagalan sistem pengunci kontainer dapat diminimalkan sehingga risiko terjadinya tabrakan, kendaraan kehilangan kendali, kerusakan kendaraan, dan jatuhnya kontainer selama proses *Haulage/Trucking* dapat dikurangi serta keselamatan dan kelancaran pada kegiatan pengangkutan.

3. Proses Stevedoring

Usulan perbaikan dari faktor *Machines* (alat) yaitu selalu menerapkan SOP yang berlaku, melakukan pemeriksaan alat sebelum beroperasi, melakukan pemeriksaan sebelum kegiatan *lifting on/off*, melakukan *maintenance* secara berkala, dan melakukan pencatatan riwayat jika terdapat kerusakan dan perawatan alat. Hasil yang diharapkan dari usulan perbaikan faktor *Machine* pada proses *Stevedoring* yaitu agar seluruh peralatan bongkar muat seperti RTG, STS Crane, *reach stacker*, dan *twist lock* berada dalam kondisi layak dan aman digunakan. Dengan penerapan *pre-use inspection*, *preventive maintenance*, serta pemeriksaan berkala terhadap sistem keselamatan alat, diharapkan kerusakan atau kegagalan fungsi peralatan dapat dideteksi dan ditangani sebelum kegiatan bongkar muat dilakukan. Dengan demikian, potensi bahaya seperti kegagalan alat, kontainer tidak terkunci dengan sempurna, kontainer jatuh, serta kerusakan peralatan dapat diminimalkan sehingga kegiatan *Stevedoring* dapat berlangsung dengan lebih aman, efektif, dan terkendali.

5. Penutup

Kesimpulan

Berdasarkan seluruh hasil analisis, identifikasi bahaya dan penilaian risiko melalui metode HIRARC, serta pemetaan akar masalah dengan *Fishbone* Diagram, dapat disimpulkan bahwa data sebanyak 15 responden telah mencakup seluruh lini operasional pelabuhan secara representatif. Dari pemetaan risiko HIRARC, diketahui bahwa setiap tahapan pekerjaan memiliki tingkat risiko yang bervariasi. Proses *Receiving/Delivery* berada pada kategori tingkat keparahan moderate dengan potensi bahaya utama berupa kecepatan kendaraan yang tinggi dan pemarkiran sembarangan di area gate. Tahapan *Haulage/Trucking* meningkat ke kategori high risk akibat kondisi jalan yang kurang memadai, pelanggaran batas kecepatan, serta keterbatasan pandangan pengemudi (*blind spot*). Sementara itu, tahapan *Stevedoring* memiliki tingkat risiko paling kritis atau *extreme risk* yang memerlukan pengendalian segera karena berpotensi mengalami kegagalan alat saat proses pengangkatan (*lifting*),

masalah penguncian kontainer, hingga pengaruh cuaca ekstrem yang dapat berakibat fatal.

Hasil analisis menggunakan *Fishbone* Diagram menegaskan bahwa faktor manusia (*Man*) menjadi pemicu utama bahaya pada proses *Receiving/Delivery* akibat kelalaian dan kelelahan kerja. Pada proses *Haulage/Trucking*, risiko didominasi oleh kombinasi faktor manusia dan mesin (*Machines*), sedangkan pada proses *Stevedoring*, faktor mesin menjadi akar masalah paling dominan mengingat tingginya ketergantungan operasional pada keandalan alat berat seperti RTG, STS, dan *Reach Stacker*. Sebagai langkah perbaikan, pengendalian risiko difokuskan pada tiga upaya utama: peningkatan kompetensi dan kesadaran pekerja melalui *safety induction*, *safety briefing*, dan pelatihan *blind spot awareness*, penerapan inspeksi rutin (*pre-start inspection*) serta perawatan berkala (*preventive maintenance*) pada seluruh unit alat berat dan kendaraan; serta perbaikan infrastruktur jalan dan penegakan pengawasan terhadap standar operasional prosedur SOP di seluruh area kerja.

Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan metode analisis risiko yang digunakan, tidak hanya terbatas pada *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC) dan *Fishbone Diagram*, tetapi juga dikombinasikan dengan metode kuantitatif atau analitis lain seperti *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) atau *Fault Tree Analysis* (FTA), sehingga tingkat risiko operasional di pelabuhan dapat terukur secara spesifik melalui matriks kualitatif dan kuantitatif. Selain itu, penelitian mendatang dapat memperluas objek kajian dengan melibatkan sampel responden yang lebih besar dan mencakup departemen penunjang lainnya.

Perusahaan disarankan untuk memperketat penerapan dan pengawasan Standar Operasional Prosedur (SOP) pada seluruh alur operasional bongkar muat, mulai dari area *gate (Receiving/Delivery)*, jalur *Haulage/Trucking*, hingga dermaga (*Stevedoring*). Peningkatan kompetensi pekerja dan pengemudi perlu dilakukan secara berkelanjutan melalui pelaksanaan *safety induction*, *safety briefing* harian, serta pelatihan *blind spot awareness* guna meminimalkan kelalaian faktor manusia (*Man*). Selain itu, perusahaan harus merealisasikan program perawatan berencana (*preventive maintenance*) dan inspeksi sebelum operasi (*pre-start inspection*) secara ketat pada seluruh alat berat (RTG, STS, dan *Reach Stacker*) untuk mencegah kegagalan mesin (*Machines*). Perbaikan infrastruktur di area lapangan penumpukan peti kemas harus diperbarui dan dilakukan demi menjaga keselamatan kerja dan kelancaran operasional kerja bongkar muat peti kemas.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandhi, I. Y., Safrudin, Y. N., & Susanto, H. (2025). Perancangan Usulan Pengendalian Risiko Menggunakan Metode Hirarc Dan Fmea Untuk Meminimasi Risiko Kecelakaan Kerja Pada Divisi Produksi Pt Xyz. *E-Proceeding of Engineering*, 12(1), 962–971.
- Astuti, T. N., & Ferida Yuamita. (2026). *ANALISIS POTENSI BAHAYA MENGGUNAKAN METODE HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT AND RISK CONTROL (HIRARC) DAN FAULT TREE ANALYSIS (FTA) DALAM PENGENDALIAN RISIKO K3 PADA PT. XYZ*. 3(1), 988–998.
- Darmalaksana, W. (2020). *Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka dan Studi Lapangan*. 1–6. <https://doi.org/10.1145/1658192.1658193>
- Di, H., Ravindo, P. T., Mandiri, P., Ravindo, P. T., Mandiri, P., & Rokan, P. (2022). *Identification , Risk Assessment , And Risk Control Analisis Dan Usulan Perbaikan Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Menggunakan Metode Hazard*.
- Ghika Smarandana, Ade Momon, & Jauhari Arifin. (2021). Penilaian Risiko K3 pada Proses Pabrikasi Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC). *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 7(1), 56–62. <https://doi.org/10.30656/intech.v7i1.2709>
- Giananta, P., & Hutabarat, J. (2020). *KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA MENGGUNAKAN METODE HIRARC DI PT . BOMA BISMA INDRA*. 3(2), 106–110.
- Ibnu, M., Sitepu, G., & Idrus, M. (2023). Analisis Potensi Kecelakaan Kerja Kegiatan Bongkar Muat Peti Kemas Pada Pekerja Di Terminal Peti Kemas Makassar. *Zona Laut Jurnal Inovasi Sains Dan Teknologi Kelautan*, 4(2), 165–170. <https://doi.org/10.62012/zt.v4i2.27571>
- Kencana Vrawati, Hamidi, H. D., Suyadi S, D., Putro, R., Rahmayanti, H., & Costa, A. (2022). Analisis Faktor-Faktor yang Menghambat Kegiatan Bongkar Muat Peti Kemas Impor di Terminal 3 Internasional PT. Tangguh Samudera Jaya. *Logistik*, 15(01), 64–75. <https://doi.org/10.21009/logistik.v15i01.26859>
- Khairul Shaleh Md Asari, M., & Mutalib Leman, A. (2016). Systematic Approach for Hazard

Identification, Risk Assessment and Risk Control (Hirarc) in Workplace According To Dosh Guidelines. *International Graduate Conference on Engineering, Science and Humanities, August 2016*. <https://www.researchgate.net/publication/344135062>

Kholidah, Hidayat, Jamaludin, Leksono, 4Universitas Sultan Ageng Tirtayasa 2023.KAJIAN ETNOSAINS DALAM PEMBELAJARAN IPA UNTUK MENUMBUHKAN NILAI KEARIFAN LOKAL DAN KARAKTER SISWA SD CHANOS CHANOS).MELALUI SATE BANDENG. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, & ISSN. (2023). TEKNIK PENGUMPULAN DATA KUANTITATIF DAN KUALITATIF PADA METODE PENELITIAN. *Jurnal Pendidikan Dasar Dan Sosial Humaniora*, 43(4), 342–346.

Khudhory, F. M., Fathimahhayati, L. D., & Pawitra, T. A. (2022). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode HIRARC (Studi Kasus: CV. Jaya Makmur, Samarinda). *Tekinfo: Jurnal Ilmiah Teknik Industri Dan Informasi*, 10(2), 66–75.

Magdalena, S., Mansur, H. M., Kurniasari, D. E., & Miharja, J. (2022). Risk Assessment Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) pada Pekerjaan Bongkar Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment, & Risk Control pada Pelabuhan Ciwandan di Banten. *Quantum Teknika : Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 4(1), 35–44. <https://doi.org/10.18196/jqt.v4i1.15882>

Markus, M., Jafriati, & Tungga Dewi, S. (2023). Analisis Hirarc Pada Proses Bongkar Muat Petikemas Di Pt. Pelabuhan Indonesia (Persero) Regional 4 Cabang Kendari Tahun 2022 Hirarc Analysis of Container Loading and Unloading Process At Pt. Indonesian Port (Persero) Regional 4 Kendari Branch in 2022. *Jurnal Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Universitas Halu Oleo*, 4(1), 10–19. <http://dx.doi.org/10.37887/jk3-uho>

Muhammad Habibi, Irwan Fadillah Pohan, Muhammad Azhar Ali Wibowo, A. T. F. (2025). ANALISA POTENSI BAHAYA DAN RESIKO KEGIATAN BONGKAR MUAT PETI KEMAS DENGAN METODE HIRARC (STUDI KASUS: PT. ABC). 2(3), 4821–4833.

Muhammad Zaidan Ramadhan, Intan Sianturi, Dyah Ratnaningsih, R. A., & Rakhman. (2025). Analisis Pengendalian Risiko Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) pada Aktivitas Bongkar di Dermaga Pelabuhan Gresik Menggunakan Metode Hirarc. 06(01), 1–18.

Nur Fitria Chaerani, Nurgahayu, N. S. (2025). ANALISIS RISIKO K3 PEKERJA ALAT CONTAINER

CRANE MENGGUNAKAN METODE HIRARC DI PT. PELINDO TERMINAL PETIKEMAS NEW MAKASSAR. 6(1), 204–216.

Pirmansah, I., & Setyawan, I. (2024). ANALISIS MANAJEMEN RISIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) DENGAN METODE JOB SAFETY ANALYSIS (JSA). *Jurnal Bisnis, Logistik Dan Supply Chain*, 4, 96–106. <https://doi.org/https://doi.org/10.55122/blogchain.v4i2.1573>

Prasetyo, K. I. (2023). Analisis Resiko Kecelakaan Kerja Dengan Penerapan Metode Hirarc Di Bagian Produksi Pt. Autokorindo Pratama Gresik. *JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, 3(2), 217. <https://doi.org/10.30587/justicb.v3i2.4866>

Purnama, D. S. (2015). Analisa Penerapan Metode HIRARC Dan HAZOPS Dalam Kegiatan Identifikasi Potensi Bahaya dan Resiko pada Proses Unloading Unit Di PT. Toyota Astra Motor. *Jurnal PASTI*, 3(3), 103–111.

Ramandaputra, I. G. N. D., Navianti, D. R., Insani, I. M., Wangsa, G. D., & Suadarma, I. W. (2024). Analisis Risiko Kegiatan Bongkar Muat Petikemas Di Pt X Dengan Metode Hirarc Untuk Mengurangi Kecelakaan Kerja. *Berkala Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi*, 2(1), 48–56. <https://doi.org/10.19184/berkalafstpt.v2i1.898>

Rohimah Putri, A. (2023). Indikator Keselamatan Kerja pada (Apzur Rohimah Putri, dkk.) Nanggroe: *Jurnal Pengabdian Cendikia*. 2(3), 407–414. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8079584>

Sahara, S., & Jihan Salsabila Putri. (2023). Analisis Keselamatan Kerja Dan Faktor-Faktor Risiko Dalam. 1(10), 2021–2028.

Sam, N. S., Industri, F. R., Salma, S. A., Industri, F. R., Mufidah, I., & Industri, F. R. (2025). Analisis Dan Usulan Pengendalian Risiko Menggunakan Metode Hazard Identification , Risk Assesment and Risk Control (Hirarc) Dan Fault Tree Analysis (Fta) Untuk Mengurangi Potensi Kecelakaan Kerja Di Pt . Xyz. 12(4), 5908–5916.

Senjayani, S., & Martiana, T. (2019). Penilaian Dan Pengendalian Risiko Pada Pekerjaan Bongkar Muat Peti Kemas Oleh Tenaga Kerja Bongkar Muat Dengan Crane. *Journal of Public Health Research and Community Health Development*, 1(2), 120. <https://doi.org/10.20473/jphrecode.v1i2.16244>

- Siti Khayroiayah, Irma Melati, Febi Amelia, Fany Hartanti, P. A. F. (2025). Tahapan Sampling dalam Penelitian Ilmiah pada Pembelajaran Metodologi Penelitian. *Education Achievement*, 6(2), 637–646.
- Sofwatillah, Risnita, Jailani, M. S., & Saksitha, D. A. (2024). Teknik Analisis Data Kuantitatif dan Kualitatif dalam Penelitian Ilmiah. *Journal Genta Mulia*, 15(2), 79–91.
- Surahman, E., Satrio, A., & Sofyan, H. (2020). Kajian Teori Dalam Penelitian. *JKTP: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 3(1), 49–58. <https://doi.org/10.17977/um038v3i12019p049>
- Tamam, T. L. S. A., & Galuh, H. (2025). ANALISA RESIKO KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA DI PT . INDUSTRI KEMASAN SEMEN GRESIK DENGAN METODE HIRARC. *Jurnal Valtech (Jurnal Mahasiswa Teknik Industri)*, 8(1), 92–96.
- Verawatia, K., & Falah, N. (2021). Analisis Risiko Keselamatan Pekerja Pt . Daisy Mutiara Hirarc Work Safety Risk Analysis Pt . Daisy Mutiara Samudra At Pier 101 Using Hirarc Method. *Jurnal Logistik*, 14(01), 37–43. <http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/logistik/>
- Waruwu, M., Natijatul, S., Utami, P. R., & Yanti, E. R. (2025). Metode Penelitian Kuantitatif : Konsep , Jenis , Tahapan dan Kelebihan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 10, 917–932. <https://doi.org/10.29303/jipp.v10i1.3057>
- Willy Afredo, L. (2021). Analisis Resiko Kecelakaan Kerja di CV. Jati Jepara Furniture dengan Metode HIRARC (Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri Prima (JURITI PRIMA)*, 4(2). <https://doi.org/10.34012/juritiprima.v4i2.1816>