

Analisis Risiko Keselamatan Kerja pada Proses Perbaikan Kapal dengan Metode *Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control* (HIRADC)

(Studi Kasus : PT. Karya Pacific Tehnik Shipyard)

Riyan Jaya¹, Theresia Amelia Pawitra², Dharma Widada³

^{1,2)} Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

Jl.Sambaliung No 9 Kampus Gunung Kelua, Kel. Sempaja Selatan, Kec. Samarinda Utara, Samarinda

Email: riyan125jaya@gmail.com, triciapawitra@gmail.com, widada.dharma@gmail.com

ABSTRAK

PT. Karya Pacific Tehnik Shipyard adalah perusahaan yang bergerak di bidang perbaikan dan perawatan kapal. Beberapa aktivitas perbaikan kapal memiliki potensi bahaya tinggi, terutama pada proses *replating*, *sandblasting*, dan *painting*. Diketahui bahwa kecelakaan kerja yang pernah atau berpotensi terjadi mencakup risiko terkena percikan api, sinar las, terhirup asap las, jatuh dari ketinggian, gangguan pernapasan akibat paparan debu abrasif dan iritasi kulit. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko, dan menentukan pengendalian yang tepat dengan menggunakan metode *Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control* (HIRADC), serta melakukan analisis akar masalah dengan diagram *fishbone* dan mengevaluasi kelayakan pengendalian menggunakan pendekatan *Benefit-Cost Ratio*. Data dikumpulkan melalui observasi lapangan dan wawancara dengan pihak HSE serta supervisor. Hasil penelitian menunjukkan persentase risiko ekstrem sebesar 2,70%, risiko tinggi 27,03%, risiko sedang 59,46%, dan risiko rendah 10,81%. Pengendalian awal seperti penggunaan APD dan izin kerja panas sudah di terapkan, namun belum optimal. Oleh karena itu, direkomendasikan pengendalian tambahan berupa penambahan APAR, APAB dan Hydrant, pengendalian tanggap darurat kebakaran, edukasi, sosialisasi dan budaya keselamatan kerja, pengendalian operasional alat potong, pendampingan dan peningkatan kapasitas tenaga kerja, serta evaluasi K3. Nilai BCR > 1 pada penambahan APAR, APAB dan Hydrant menunjukkan bahwa pengendalian tersebut layak diterapkan untuk menurunkan risiko dan meningkatkan keselamatan kerja.

Kata kunci: HIRADC, penilaian risiko, pengendalian bahaya, perbaikan kapal, *fishbone*, BCR.

ABSTRACT

PT. Karya Pacific Tehnik Shipyard is a company engaged in ship repair and maintenance. Several activities carry high hazard potential, especially during replating, sandblasting, and painting. Accidents that have occurred or may occur include exposure to sparks, welding arcs, inhalation of fumes, falling from heights, respiratory problems due to abrasive dust, and skin irritation. This study aims to identify hazards, assess risk levels, and determine appropriate controls using the Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) method. It also includes root cause analysis with a fishbone diagram and evaluates control feasibility using the Benefit-Cost Ratio (BCR) approach. Data were collected through field observation and interviews with HSE staff and supervisors. The results show extreme risk at 2,70%, high risk at 27,03%, medium risk at 59,46%, and low risk at 10,81%. Initial controls, such as PPE use and hot work permits, are in place but not yet optimal. Therefore, additional controls are recommended, including fire extinguisher (APAR, APAB, and Hydrant) installation, emergency response, safety education, operational control of cutting tools, worker mentoring, and safety evaluation. A BCR value greater than 1 for APAR, APAB, and Hydrant indicates that the control is feasible. These improvements are expected to reduce risks and enhance workplace safety.

Keywords: HIRADC, risk assessment, hazard control, ship repair, *fishbone*, BCR

Pendahuluan

Peningkatan aktivitas ekonomi di sektor kelautan turut mendorong pertumbuhan industri galangan kapal di Indonesia. Perkembangan ini menuntut penerapan sistem Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang optimal untuk mencegah kecelakaan kerja. Risiko kerja merupakan dampak negatif dari aktivitas kerja berdasarkan probabilitas dan tingkat keparahan

[1]. Kecelakaan kerja sendiri didefinisikan sebagai insiden yang terjadi akibat aktivitas atau lingkungan kerja [2]. Berdasarkan data Kementerian Ketenagakerjaan RI tahun 2023, tercatat 370.747 kasus kecelakaan kerja, yang menegaskan pentingnya sistem K3 yang terstruktur dan menyeluruh.

Sejumlah penelitian sebelumnya di industri galangan kapal umumnya berfokus pada identifikasi bahaya dan penilaian risiko menggunakan HIRADC, tanpa menilai kelayakan ekonomi dari penerapan pengendalian keselamatan. Misalnya, studi oleh Willy dkk. (2019) serta Giovanni dkk. (2023) hanya menitikberatkan pada identifikasi bahaya dan rekomendasi pengendalian umum tanpa menganalisis manfaat ekonomi dari intervensi K3. Dengan demikian, terdapat research gap penting berupa belum adanya kajian yang secara spesifik mengevaluasi kelayakan ekonomi pengendalian keselamatan seperti penggunaan dan penempatan APAR menggunakan pendekatan *Benefit-Cost Ratio* (BCR). Hal ini menjadi celah penelitian yang ingin diisi oleh studi ini.

PT. Karya Pacific Tehnik Shipyards merupakan perusahaan galangan kapal yang menjalankan berbagai aktivitas teknis seperti perbaikan lambung kapal, *sandblasting dan painting*, kelistrikan, perbaikan mesin dan lain-lain. Penelitian ini berfokus pada tiga aktivitas utama yang memiliki risiko tinggi yaitu *replating, sandblasting dan painting*. Observasi awal menunjukkan bahwa penggunaan APD oleh pekerja belum optimal, sehingga meningkatkan potensi kecelakaan. Hasil wawancara dengan Kepala Departemen HSE menunjukkan adanya risiko seperti paparan api, sinar las, debu abrasif, jatuh dari ketinggian.

Penelitian ini menggunakan metode Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC) untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, serta menentukan tindakan pengendalian yang sesuai, termasuk memperhitungkan risiko sisa (*residual risk*) setelah pengendalian diterapkan [4]. Selain itu, digunakan pendekatan *Benefit-Cost Ratio* (BCR) yang digunakan untuk mengevaluasi kelayakan pengendalian dari sisi ekonomi. Untuk mengetahui akar penyebab risiko secara sistematis digunakan diagram *fishbone* sebagai alat bantu analisis. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam peningkatan keselamatan kerja di industri galangan kapal khususnya di PT. Karya Pacific Tehnik Shipyards.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan dijelaskan terdiri dari lokasi dan waktu penelitian, subjek penelitian, teknik pengumpulan data, alat ukur penelitian, serta teknik analisis dan pembahasan yang akan dijelaskan berikut.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di PT. Karya Pacific Tehnik Shipyards yang berada di jalan Olah Bebaya, Kelurahan Pulau Atas, Kecamatan Sambutan, Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Kegiatan penelitian dilakukan selama empat bulan. Penelitian akan dilaksanakan pada bulan Juli 2024 – Oktober 2024

Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah aktivitas kerja berisiko pada proses perbaikan kapal tugboat di PT. Karya Pacific Tehnik Shipyards, yang meliputi aktivitas *replating, sandblasting, dan painting*, dengan fokus pada identifikasi bahaya, penilaian risiko, serta usulan pengendalian risiko menggunakan metode HIRADC.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan hal yang penting. Pengumpulan data yang tidak tepat akan membuat data yang dihasilkan bias sehingga hasil dari pengolahan tidak dapat menggambarkan kondisi subjek dengan tepat. Data yang diperlukan dari penelitian ini terdiri dari 2 jenis data sebagai berikut.

1. Data Primer

Data primer dari penelitian ini terdiri dari data uraian aktivitas pekerjaan pada proses *replating, sandblasting dan painting*, data identifikasi bahaya, data penilaian risiko, serta data pengendalian awal oleh perusahaan.

2. Data Sekunder

Data sekunder dari penelitian ini terdiri dari profil perusahaan, struktur organisasi perusahaan, nilai skala kemungkinan (*likelihood*), tingkat keparahan (*severity*), dan peringkat risiko (*risk rating*).

Alat Ukur Penelitian

Alat ukur, metode, atau instrument penelitian yang digunakan terdiri dari 3 alat ukur yang masing-masing untuk mengidentifikasi bahaya, menilai risiko, menentukan kontrol pengendalian, menentukan akar masalah, serta menghitung manfaat terhadap biaya implementasi kontrol. Adapun alat ukur pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control*)

HIRADC merupakan alat bantu yang umum digunakan untuk mengidentifikasi bahaya, menilai resiko, dan melakukan pengendalian bahaya [4]. Terdapat 3 tahapan dalam metode ini yaitu sebagai berikut.

a. Identifikasi Bahaya (*Hazard Identification*)

Langkah awal dari HIRADC adalah mengidentifikasi potensi bahaya yang mungkin muncul dalam setiap aktivitas kerja [4].

b. Penilaian Risiko (*Risk Assessment*)

Tahap ini merupakan tahap penilaian risiko yang dilakukan setelah melakukan identifikasi bahaya. penilaian dilakukan dengan mempertimbangkan kemungkinan kejadian (*likelihood*) serta dampaknya (*severity*), yang kemudian digunakan untuk menentukan peringkat risiko (*risk rating*). Besarnya risiko dihitung dengan menggunakan rumus yang mengalikan tingkat keparahan bahaya (*hazard severity*) dengan probabilitas terjadinya kejadian (*probability of occurrence*) [5]. Berikut adalah rumusnya:

$$\text{Risk} = \text{Severity} \times \text{likelihood} \tag{1}$$

Table 1. Klasifikasi kemungkinan (Likelihood)

Level	Kriteria	Deskripsi
1	Jarang	Terjadi kejadian kurang dari 1 kali dalam 5 Tahun
2	Kemungkinan kecil	Terjadi kejadian 1 kali per 5 tahun
3	Mungkin	Terjadi kejadian 1 kali per 5 tahun sampai 1 kali per 1 tahun
4	Kemungkinan besar	Terjadi kejadian lebih dari 1 kali pertahun sampai 1 kali perbulan
5	Hampir pasti	Terjadi kejadian lebih dari 1 kali pebulan

Table 2. Klasifikasi dampak (Severity)

Level	Urian	Deskripsi
1	Tidak signifikan	Kejadian tidak menimbulkan kerugian
2	Kecil	Menimbulkan cedera ringan, kerugian kecil dan tidak menimbulkan dampak serius terhadap kelangsungan bisnis
3	Sedang	Cidera berat dan dirawat dirumah sakit, tidak menimbulkan cacat tetap, kerugian finansial sedang
4	Berat	Menimmbulkan cedera parah cacat tetap serta kerugian finansial besar, meimbulkan dampak seius terhadap kelangsungan usaha
5	Bencana	Mengakibatkan korban meninggal dunia dan bahkan dapat menghentikan kegiatan usaha selamanya.

Table 3. Klasifikasi tingkat risiko (risk rating)

		Tingkat Risiko				
		5	4	3	2	1
<i>Likelihood</i>	5	H	H	E	E	E
	4	M	H	H	E	E
	3	L	M	H	E	E
	2	L	L	M	H	E
	1	L	L	M	H	H
Skala		1	2	3	4	5
		<i>Severity</i>				

Pada tabel di atas huruf (E) = *extrem* (ekstrem), (H) = *high* (tinggi), M = *medium* (sedang), dan L = *low* (rendah).

c. Menentukan Kontrol (*Determining Control*)

Setelah penilaian risiko dilakukan, tahap selanjutnya adalah pengendalian risiko terhadap bahaya yang telah diidentifikasi, dengan mempertimbangkan peringkat risiko untuk menentukan prioritas dan metode pengendalian [4]. Pengendalian bertujuan untuk meminimalkan potensi gangguan terhadap keselamatan dan kesehatan kerja, dengan mengacu pada *hierarchy of control* yang terdiri dari lima tingkatan yaitu eliminasi, substitusi, kontrol teknik, kontrol administratif, dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Semakin tinggi suatu pengendalian berada dalam hierarki, maka semakin efektif pengendalian tersebut dalam menghilangkan atau mengurangi bahaya secara menyeluruh. Eliminasi dan substitusi berada di tingkat paling atas karena mampu menghapuskan sumber bahaya secara langsung. Sebaliknya, penggunaan APD berada di tingkat paling bawah dan dianggap sebagai langkah terakhir, karena tidak menghilangkan bahaya, melainkan hanya berfungsi sebagai pelindung apabila pengendalian lainnya belum cukup efektif [6].

d. *Risidual Risk*

Mengelola risiko sisa dengan tepat sangat penting untuk memastikan bahwa bahaya yang belum sepenuhnya dieliminasi tetap berada dalam batas yang aman [4].

2. *Fishbone Diagram*

Diagram ini digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari bahaya tertentu yang teridentifikasi. Kategori umum adalah manusia, mesin, metode, material, lingkungan, dan manajemen. Pendekatan ini meningkatkan efektivitas kontrol terhadap penyebab utama kecelakaan [7].

3. *Benefit-Cost Ratio*

Benefit Cost Ratio adalah rasio antara manfaat dan biaya pada waktu yang sama, yang digunakan untuk menilai efektivitas pengendalian risiko. Jika nilai $BCR \geq 1$, maka pengendalian dianggap layak karena manfaatnya melebihi biaya. Sebaliknya, jika $BCR < 1$, pengendalian dinilai tidak layak karena biayanya lebih besar daripada manfaatnya [8]. Berikut adalah rumus BCR.

$$BCR = \frac{\text{Total Manfaat (Benefit)}}{\text{Total Biaya (Cost)}} \tag{2}$$

Teknik Analisis dan Pembahasan

Analisis dan pembahasan yang dilakukan terdiri dari analisis identifikasi bahaya, penilaian risiko, *fishbone* diagram, dan menentukan kontrol.

Hasil Dan Pembahasan

Hasil penelitian pada proses *replating*, *sandblasting*, dan *painting* kapal tugboat di PT. Karya Pacific Tehnik Shipyard dapat dilihat pada Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6, dengan kategori risiko meliputi E (*extrem*), H (*high*), M (*medium*), dan L (*low*).

Table 4. Identifikasi bahaya dan penilaian risiko proses replating

No	Aktivitas	Sumber Bahaya	Risiko	Dampak Bahaya	Pengendalian Awal	Setelah dilakukan pengendalian awal		Nilai Risiko	Risk Rating	
						Likelihood	Severity			
1	Replating	Lokasi yang tinggi dan sempit	Terjepit	Memar	1. Menggunakan APD : Helm pelindung, baju <i>wearpack</i> , kacamata pengaman, sarung tangan, sepatu <i>safety</i> , <i>mask</i> , dan <i>earplugs</i> . 2. SOP <i>replating</i> . 3. <i>Confined space entry permit</i> . 4. <i>Working at height</i> .	1	4	4	H	
				Patahtulang		1	4	4	H	
			Terjatuh	Memar						1
				Patahtulang		1	4	4	H	
		Material plat	Tergores tepi plat	Cedera Kepala	3					2
				Luka robek		3	2	6	M	
		Debu, logam & korosi	Gangguan pernapasan	Batuk	3					2
				Sesak napas		3	2	6	M	
		Gas CO ₂	Keracunan gas CO ₂	Radang tenggorokan	2					2
				Sakit kepala		2	2	4	L	
Oxy-fuel cutting torch (alat potong plat)	Terkena percikan api & paparan panas	Mual	3	4	12					E
		Sesak napas				3	4	12	E	
Potongan plat	Tertimpa plat	Luka bakar	1	4	4					H
		Kebakaran				1	4	4	H	
		Memar								
Potongan plat	Tertimpa plat	Patah tulang	1	4	4	H				
		Cedera kepala					1	4	4	H

		Tergores plat	Luka robek	3	2	6	M
Postur tubuh	<i>Low back pain</i>		Cedera otot punggung	2	3	6	M
		Percikan api las	Luka bakar	3	2	6	M
Mesin las	Asap pengelasan	cahaya api las	Iritasi mata	3	2	6	M
			Batuk				
			Sesak napas Radang tenggorokan	3	2	6	M
Ruang tertutup	Kekurangan oksigen		Pingsan	1	3	3	M

Table 5. Identifikasi bahaya dan penilaian risiko proses sandblasting

No	Aktivitas	Sumber Bahaya	Risiko	Dampak Bahaya	Pengendalian Awal	Setelah dilakukan pengendalian awal		Nilai Risiko	Risk Rating
						Likelihood	Severity		
2	Sandblasting	Lokasi yang sempit dan tinggi	Terjepit	Memar	1. Menggunakan APD : Helm pelindung, baju wearpack, kacamata pengaman, sarung tangan, sepatu safety, mask, dan earplugs. 2. SOP sandblasting. 3. <i>Confined space entry permit.</i> 4. <i>Working at height.</i>	1	4	4	H
				Patah tulang					
		Terjatuh	Memar	1		4	4	H	
			Patah tulang						
		Cedera kepala							
		Material plat	Tergores tepi plat	Luka robek		3	2	6	M
		Debu, logam & korosi	Gangguan pernapasan	Batuk					
				Sesak napas		3	2	6	M
				Radang tenggorokan					
		Gas CO ₂	Keracunan gas CO ₂	Sakit kepala		2	2	4	L
				Mual					
Sesak napas									
Postur tubuh saat mengangkat dan memindahkan peralatan dan bahan abrasif	<i>Low back pain</i>	Cedera otot punggung	2	3	6	M			
Area kerja	Tersandung dan tergelincir	Memar pada kaki	3	2	6	M			
Debu abrasif	Gangguan pernapasan	Batuk							
		Sesak napas	4	2	8	H			
	Radang tenggorokan								
Terkena penyakit kulit	Ruam	Gatal-gatal (<i>pruritus</i>)	4	2	8	H			
		Iritasi kulit							
Gangguan penglihatan	Iritasi mata		3	2	6	M			
Nozzle dan selang	Tekanan nozzle tidak terkendali	Luka robek	2	3	6	M			
		Memar							

		Kebocoran pada selang	Memar cedera mata	2	3	6	M
	bekerja di area ketinggian	Terjatuh	Memar Patah tulang Cedera kepala	1	4	4	H

Table 6. Identifikasi bahaya dan penilaian risiko proses painting

No	Aktivitas	Sumber Bahaya	Risiko	Dampak Bahaya	Pengendalian Awal	Setelah dilakukan pengendalian awal		Nilai Risiko	Risk Rating	
						Likelihood	Severity			
3	Painting	Postur tubuh saat mempersiapkan alat dan bahan painting	<i>Low back pain</i>	Cidera otot punggung	1. Menggunakan APD : <i>Safety Helmet, wearpack, kacamata pengaman, sarung tangan, sepatu safety, dan mask.</i> 2. SOP <i>painting.</i> 3. <i>Working at high.</i>	2	3	6	M	
		Peralatan tidak rapi	Tergelincir	Memar		2	2	4	L	
			Tersandung	Terkilir						
		Bahan kimia (cat dan pelarut)	Paparasi bahan kimia	Keracunan		Iritasi kulit	2	3	6	M
				Iritasi mata						
				Batuk						
		Sumber panas ataupun percikan api	Kebakaran	Sesak napas		Luka bakar	2	3	6	M
				Radang tenggorokan						
		Postur kerja	Kelelahan otot lengan dan bahu	Cidera otot lengan dan bahu		1	3	3	M	
		Kebocoran pada selang dan tangki sprayer	Paparasi bahan kimia	Keracunan		Iritasi kulit	2	3	6	M
				Iritasi mata						
				Batuk						
Tumpahan cat	Terpeleset	Sesak napas	Memar	2	3	6	M			
		Radang Tenggorokan								
bekerja di area ketinggian	Terjatuh	Memar Patah tulang Cedera kepala	1	4	4	H				

Berdasarkan Tabel 4. di atas dan hasil analisis identifikasi serta penilaian risiko terhadap tiga proses dalam pekerjaan perbaikan kapal *tugboat* yaitu *replating*, *sandblasting*, dan *painting*, diketahui bahwa masing-masing proses memiliki karakteristik risiko yang berbeda-beda. Dari hasil tersebut, diperoleh persentase tingkat risiko ekstrem sebesar 2,70%, risiko tinggi sebesar 27,03%, risiko sedang 59,46% dan 10,81% risiko rendah.

1. Pada proses *replating*

Pada proses *replating*, hasil penelitian ini menunjukkan kesamaan dengan beberapa temuan penelitian sebelumnya [9–16], khususnya dalam mengidentifikasi risiko. Pada penelitian ini risiko ekstrem ditemukan

pada aktivitas pemotongan plat lama dan baru menggunakan *oxy-fuel cutting torch*, dengan sumber bahaya berupa percikan api dan paparan panas yang dapat menyebabkan luka bakar serius. Risiko ini memiliki tingkat keparahan tinggi karena berpotensi menimbulkan cedera berat, namun telah dikendalikan melalui penggunaan APD, penerapan SOP, pengawasan petugas K3, dan penerbitan *hot work permit*. Selain itu, risiko tinggi juga terdapat pada sumber bahaya lokasi kerja yang tinggi/sempit, dan potongan plat yang menimbulkan risiko terjepit, terjatuh, dan tertimpa plat. Selain itu risiko tinggi juga di temukan pada saat melaksanakan sandblasting dengan risiko kebakaran. Meskipun dampaknya besar, kemungkinannya rendah karena pengendalian telah diterapkan secara konsisten. Beberapa risiko lain tergolong sedang, seperti tergores plat, *low back pain* akibat postur kerja yang salah, percikan api, cahaya api dan asap yang di sebabkan oleh aktivitas pengelasan serta lingkungan tertutup dengan kadar oksigen rendah juga menjadi perhatian saat pengelasan. Sementara itu, risiko rendah ditemukan pada pekerjaan yang melibatkan pekerja terkena paparan gas CO₂, namun resiko tersebut sudah terkendali melalui prosedur kerja aman dan penggunaan APD.

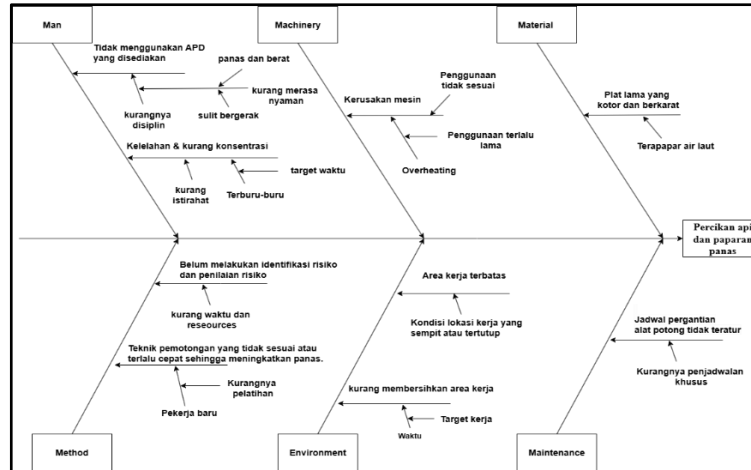
2. Proses *sandblasting*

Pada proses *sandblasting*, hasil penelitian ini menunjukkan kesamaan dengan beberapa temuan penelitian sebelumnya [17-21], khususnya dalam mengidentifikasi risiko. Sementara itu proses *sandblasting*, tidak menunjukkan adanya risiko ekstrem. Risiko tertinggi pada proses *sandblasting* ditemukan pada aktivitas pemeriksaan plat di area sempit dan tinggi, serta saat pelaksanaan *sandblasting* itu sendiri. Bahaya yang muncul meliputi potensi terjatuh dan paparan debu abrasif yang dapat menyebabkan gangguan pernapasan, iritasi kulit, dan gangguan penglihatan. Keparahan akibat jatuh tergolong tinggi, meskipun peluang kejadiannya rendah berkat pengendalian yang disiplin. Sebaliknya, paparan debu abrasif memiliki dampak kesehatan yang lebih ringan namun peluang terjadinya cukup tinggi terutama jika penggunaan APD tidak konsisten atau ventilasi kerja kurang memadai. Risiko sedang teridentifikasi pada tahap pemeriksaan dan persiapan alat, dengan potensi cedera otot akibat postur kerja yang tidak ergonomis, serta risiko terpeleset di area kerja yang tidak tertata. Selain itu, pengaturan alat *sandblasting* juga dapat menyebabkan luka akibat tekanan udara tinggi. Seluruh risiko ini telah diminimalkan melalui pengawasan, penggunaan APD, dan prosedur kerja yang sesuai. Sementara itu, risiko rendah ditemukan pada pekerjaan yang melibatkan pekerja terkena paparan gas CO₂.

3. Pada proses *painting*

Pada proses *painting*, hasil penelitian ini menunjukkan kesamaan dengan beberapa temuan penelitian sebelumnya [22-25], khususnya dalam mengidentifikasi risiko. Sementara itu proses *painting* tidak ditemukan risiko ekstrem, namun risiko tertinggi berada pada tahap pengaplikasian cat *primer*, *sealer*, dan *poling* di area tinggi, dengan bahaya utama berupa risiko terjatuh yang dapat menyebabkan cedera serius. Meskipun dampaknya tinggi, peluang kejadiannya rendah berkat penggunaan APD dan pengawasan ketat. Risiko sedang ditemukan pada tahap persiapan alat dan bahan, pencampuran cat, serta pengaplikasian cat. Sumber bahaya meliputi postur kerja tidak ergonomis, paparan bahan kimia, kebocoran alat semprot, dan potensi kebakaran. Dampaknya mencakup keracunan, iritasi, dan gangguan pernapasan. Namun, pengendalian seperti penggunaan APD, SOP, dan pengawasan rutin dinilai efektif menurunkan potensi insiden. Risiko rendah hanya ditemukan pada tahap persiapan, terutama akibat tumpahan cat atau area kerja yang tidak rapi. Risiko ini telah terkendali dengan baik melalui SOP dan pengawasan lapangan.

Dalam penilaian risiko proses *replating* kapal *tugboat*, ditemukan satu risiko ekstrem pada aktivitas pemotongan plat dengan *oxy-fuel cutting torch*. Risiko ini berpotensi menyebabkan luka bakar serius akibat percikan api dan paparan panas, dengan tingkat keparahan dan kemungkinan terjadinya yang sangat tinggi. Analisis akar penyebab hanya dilakukan pada risiko ekstrem, karena penelitian difokuskan pada dampak paling berbahaya. Metode *fishbone diagram* digunakan untuk mengidentifikasi penyebab utama dari risiko ekstrem ini secara mendalam yang dapat dilihat pada Gambar 3. di bawah ini.



Gambar 1. Diagram fishbone risiko percikan api dan paparan Panas

Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan diagram *fishbone* pada Gambar 3, risiko percikan api dan paparan panas saat pemotongan plat berasal dari dua faktor utama yaitu manusia dan perusahaan. Dari sisi manusia, penyebab utamanya adalah kurangnya kesadaran dan pemahaman pekerja dalam penggunaan APD secara konsisten. Sementara dari sisi perusahaan, akar masalah meliputi tekanan target waktu, beban kerja tinggi, kendala teknis area kerja, dan belum adanya penilaian risiko. Oleh karena itu, tindakan pengendalian ditetapkan untuk menekan potensi risiko ekstrem. Tindakan pengendalian yang diusulkan meliputi *engineering control* dan *administrative control* yang difokuskan pada beberapa aspek keselamatan kerja. Adapun aspek-aspek tersebut adalah sebagai berikut.

1. Pengendalian tanggap darurat kebakaran, yaitu dengan memastikan ketersediaan APAR, APAB dan Hydrant di area kerja yang strategis dan mudah dijangkau, melakukan pelatihan penggunaan APAR, APAB dan Hydrant secara berkala kepada seluruh pekerja, melakukan simulasi pemadaman api secara rutin serta menempelkan instruksi pemakaian alat potong di dekat lokasi kerja,
2. Edukasi dan sosialisasi terkait keselamatan kerja, yaitu dengan melakukan briefing keselamatan (*safety talk*) secara rutin sebelum pekerjaan dimulai tidak hanya kepada pekerja pada shift pagi, tetapi juga kepada pekerja pada shift malam atau pekerja lembur, melakukan *lesson learned* dan kunjungan pasca kecelakaan kerja, memberikan visualisasi insiden akibat tidak menggunakan APD, serta menunjuk *safety role model* atau figur teladan di lapangan guna mempengaruhi kepatuhan pekerja terhadap prosedur.
3. Pengendalian operasional alat potong, yaitu dengan melakukan pemeriksaan alat potong (*daily check*) sebelum digunakan secara rutin, membuat *checklist* inspeksi harian alat potong, serta membatasi durasi pemakaian alat potong secara terus-menerus untuk mencegah *overheating*.
4. Pendampingan serta peningkatan kapasitas tenaga kerja, yaitu dengan melakukan pekerja baru dengan pekerja berpengalaman saat proses kerja, dan mengevaluasi target kerja dan SDM secara periodik.
5. Dokumentasi serta evaluasi rutin terhadap penerapan K3, yaitu dengan melakukan pembuatan pelaporan insiden ringan melalui buku catatan kejadian kerja dan melakukan evaluasi K3 secara periodik.

Analisis *Benefit-Cost Ratio* (BCR) dilakukan untuk menilai kelayakan ekonomi dari usulan pengendalian tambahan berupa pengadaan alat pemadam api berupa APAR, APAB dan Hydrant. Hal ini dikarenakan pengadaan APAR, APAB, dan Hydrant memerlukan biaya yang tidak sedikit, terutama jika harus memenuhi kebutuhan di area kerja dengan potensi risiko tinggi. Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan nilai ekonomis guna memastikan bahwa biaya yang dikeluarkan sebanding dengan manfaat yang diperoleh. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan pihak HSE, direncanakan penambahan APAR, APAB dan hydrant sebagai berikut:

- APAR : 15 unit × Rp500.000/unit = Rp7.500.000
- APAB : 4 unit × Rp6.500.000/unit = Rp26.000.000
- Hydrant : 5 titik × Rp3.700.000/titik = Rp18.500.000
- Total biaya = Rp52.500.000

Harga APAR, APAB, dan hydrant tersebut diperoleh berdasarkan referensi harga dari toko penyedia peralatan *safety* dan *fire equipment* lokal di daerah penelitian. Sementara itu, estimasi manfaat yang diperoleh dihitung dari potensi kerugian akibat kebakaran berat yang berhasil dicegah, yaitu sebesar Rp500.000.000. Adapun perhitungan *Benefit-Cost Ratio* disajikan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{BCR} &= \frac{\text{Total Manfaat (Benefit)}}{\text{Total Biaya (Cost)}} \\ &= \frac{\text{Rp15.000.000}}{\text{Rp52.500.000}} = 9,52. \end{aligned}$$

Dengan demikian, nilai BCR yang diperoleh sebesar 9,52, yang berarti bahwa setiap Rp1 yang dikeluarkan akan menghasilkan manfaat sebesar Rp9,52. Hasil ini menunjukkan bahwa pengadaan APAR, APAB dan Hydrant merupakan langkah pengendalian yang layak secara ekonomis dan direkomendasikan untuk diterapkan.

Simpulan

Pada proses *replating*, risiko yang teridentifikasi meliputi terjepit, terjatuh dari ketinggian, tertimpa plat, terkena percikan api dan paparan panas, gangguan pernapasan, keracunan gas CO₂, kekurangan oksigen, luka bakar akibat pengelasan, iritasi mata, luka robek akibat tepi plat, serta risiko ergonomi seperti *low back pain*. Pada proses *sandblasting*, ditemukan risiko seperti gangguan pernapasan akibat debu abrasif, penyakit kulit, gangguan penglihatan, risiko jatuh, terjepit, tersandung, kebocoran selang, tekanan *nozzle* tidak terkendali, serta postur kerja tidak ergonomis. Sementara pada proses *painting*, risiko meliputi paparan bahan kimia, iritasi kulit dan mata, gangguan pernapasan, kelelahan otot lengan dan bahu, kebakaran akibat sumber panas, serta risiko tersandung dan terjatuh dari area tinggi. Kemudian diperoleh persentase tingkat risiko ekstrem sebesar 2,70%, risiko tinggi sebesar 27,03%, risiko sedang 59,46% dan 10,81% risiko rendah.

Satu-satunya risiko ekstrem ditemukan pada aktivitas pemotongan plat dalam proses *replating*, yaitu risiko terkena percikan api dan paparan panas dari *oxy-fuel cutting torch*. Untuk mengurangi risiko tersebut, diusulkan pengendalian berbasis engineering dan administrative control yang mencakup peningkatan kesiapsiagaan kebakaran, edukasi dan sosialisasi K3, pengaturan operasional alat potong, pendampingan pekerja, serta penguatan dokumentasi dan evaluasi keselamatan. Hasil perhitungan BCR sebesar 9,52 yang menunjukkan bahwa pengadaan APAR, APAB dan Hydrant merupakan pengendalian yang layak secara ekonomis dan penting untuk diterapkan secara konsisten. Temuan ini juga dapat menjadi dasar bagi manajemen galangan kapal dalam merumuskan SOP mitigasi risiko kerja yang mempertimbangkan efektivitas teknis sekaligus efisiensi biaya.

Daftar Pustaka

- [1] A. Liana, W. S., Hasanah, U., & Kusumaningrum, "Manajemen Risiko Usaha Pengolahan Pupuk Organik (Studi Kasus di Kelompok Tani 'Tani Makmur' Desa Pringgowijayan Kecamatan Kutoarjo Kabupaten Purworejo)," *Surya Agritama*, vol. 10, pp. 164–178, 2021.
- [2] D. Sya'bani, A., & Herwanto, "Analisis Potensi Kecelakaan Kerja di Area Mesin Ring Frame Menggunakan Metode HIRADC Pada PT. XYZ," *JENIUS J. Terap. Tek. Ind.*, vol. 4, no. 2, pp. 313–322, 2023, doi: 10.37373/jenius.v4i2.711.
- [3] I. P. Sari, A. Ilasabilirrosyad, Y. E. Tanjov, and S. M. Rahayu, "Occupational Health and Safety Risks in the Shipbuilding Industry, Case Study at PT Blambangan Bahari Shipyard," *Bul. Jalanidhitah Sarva Jivitam*, vol. 5, no. 1, p. 45, 2023, doi: 10.15578/bjsj.v5i1.12226.
- [4] Rexi Ilham A and Minto Basuki, "Penilaian Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pekerjaan Reparasi Kapal Pada PT Dewa Ruci Agung Dengan Menggunakan Metode Hazard Identification And Risk Assesment And Determining Control (HIRADC)," *Ocean Eng. J. Ilmu Tek. dan Teknol. Marit.*, vol. 2, no. 2, pp. 45–56, 2023, doi: 10.58192/ocean.v2i2.1132.
- [5] F. Haslindah, A., Andrie., Aryani, S., & Nurhidayat, "Penerapan Metode HAZOP Untuk Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Bagian Produksi Air Minum Dalam Kemasan Cup Pada PT. Tirta Sukses Perkasa (CLUB)," *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 1, no. 01, pp. 20–24, 2020, doi: 10.47398/justme.v1i01.5.
- [6] M. Timothy and K. Widiawan, "Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) pada CV Lisa Jaya Mandiri Food," *J. Titra*, vol. 10, no. 2, pp. 641–648, 2022.
- [7] K. R. Ririh, "Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode HIRARC dan Diagram Fishbone pada Lantai Produksi PT DRA Component Persada," *Go-Integratif J. Tek. Sist. dan Ind.*, vol. 2, no. 2, pp. 135–152, 2021, doi: 10.35261/gijtsi.v2i2.5658.
- [8] M. R. Uspessy *et al.*, "Evaluasi Kerusakan Permukaan Jalan Menggunakan Metode Bina Marga dan Perioritas Penanganan Berdasarkan Nilai BCR pada Kelas Jalan Provinsi di Kota Depok," *Rekayasa Sipil*, vol. 16, no. 1, pp. 1–8, 2022.
- [9] Tambunan, Willy., Zudhari, F. I., Pawitra, T.A., "Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja Menggunakan Metode Hirarc pada Proses Perbaikan Kapal Tugboat (Studi Kasus PT Marga Surya Shipindo, Samarinda)," *J. Ind. Manuf. Eng.*, vol. 3, no. 1, p. 33, 2019, doi: 10.31289/jime.v3i1.2525.
- [10] M. A. Rofiq and A. Azhar, "Hazards Identification and Risk Assessment In Welding Confined Space

- Ship Reparation PT. X With Job Safety Analysis Method,” *Berk. Sainstek*, vol. 10, no. 4, p. 175, 2022, doi: 10.19184/bst.v10i4.32669.
- [11] W. L. Dhanistha, S. Silvianita, and R. M., “Risk Analysis of Hot Working in Confined Space Using Confined Space Risk Analysis (CRSA) and Bowtie Analysis Method on LPG Tanker Repair Process,” *Marit. Park J. Marit. Technol. Soc.*, vol. 2, no. February, pp. 22–27, 2023, doi: 10.62012/mp.v2i1.25486.
- [12] P. T. Meranti and N. Bahari, “Identifikasi Bahaya dan Risiko Terhadap Pekerjaan Welding pada Bottom Kapal Tongkang di PT. Meranti Nusa Bahari,” *Keselamatan, Kesehat. Kerja dan Lindungan Lingkung.*, vol. 11, no. 1, pp. 143–149, 2025.
- [13] V. R. Mufaidah and E. Dwiyaniti, “Hazard Identification of Welding in Confined Space of the Cement Production Company,” *Indones. J. Public Heal.*, vol. 17, no. 1, pp. 132–144, 2022, doi: 10.20473/ijph.v17i1.2022.132-144.
- [14] S. Oktavianus, A. Waruwu, and A. C. Sembiring, “Minimizing Work Accidents in the Shipyarding Industry Using JSA and HAZOP Methods,” *JKIE (Journal Knowl. Ind. Eng.*, vol. 9, no. 2, pp. 82–88, 2022, doi: 10.35891/jkie.v9i2.3287.
- [15] N. Faizah, E. Purnamawati, and T. Tranggono, “Analisis Risiko K3 Pada Kegiatan Reparasi Kapal dengan Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control (HIRADC) dan Metode Job Safety Analysis (JSA) pada PT. NF,” *Juminten*, vol. 2, no. 5, pp. 74–85, 2021, doi: 10.33005/juminten.v2i5.316.
- [16] A. Giovanni, L. D. Fathimahhayati, and T. A. Pawitra, “Risk Analysis of Occupational Health and Safety Using Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) Method (Case Study in PT Barokah Galangan Perkasa),” *IJIEM - Indones. J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 4, no. 2, p. 198, 2023, doi: 10.22441/ijiem.v4i2.20398.
- [17] Oktaviani.J, Hardiyono, and L. M. Zainul, “Identifikasi Bahaya Dan Penilaian Risiko Pada Proses Sandblasting Pt Budhi Wiguna Prima,” *Sereal Untuk*, vol. 51, no. 1, p. 51, 2018.
- [18] Y. P. Lewaha, Hardiyono, and P. Pongky, “Identifikasi bahaya dan pengendalian risiko pada pekerjaan sandblasting di pt catur elang perkasa,” *J. Keselamatan, Kesehat. Kerja dan Lindungan Lingkung.*, vol. 10, no. 1, pp. 114–120, 2024.
- [19] V. Dekanawati, J. Subekti, E. Budi Santoso, and J. Adinata Lie, “Analisa Risiko Pada Pekerjaan Perbaikan Kapal dengan Hazard Identification Risk Assesment and Determining Control (HIRADC) di Galangan Kapal Banjarmasin,” *Natl. Semin. Marit. Interdiscip. Stud.*, vol. Volume 3, no. 1, pp. 34–39, 2021.
- [20] Baharuddin, H. Rivai, A. H. Sitepu, and T. B. Purba, “Analisa Resiko dengan Job Safety Analysis (JSA) pada Pekerjaan Reparasi Kapal di PT. Afta Teknik Mandiri Shipyard Makassar,” *J. Ris. Teknol. Terap. Kemaritiman*, vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2024, doi: 10.25042/jrtk.062023.01.
- [21] S. Selamat, N. Carlo, and L. Utama, “Analisis Risiko terhadap Keselamatan dan Kesehatan Kerja dalam Proses Penggantian Katalis di Butane Treater di PT. X,” *J. Talent. Sipil*, vol. 8, no. 1, p. 466, 2025, doi: 10.33087/talentsipil.v8i1.675.
- [22] F. Juniarianto and D. Dwisetiono, “Job Safety Analysis Dalam Identifikasi Potensi Bahaya Sebagai Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan Replating Dan Coating Kapal Di Pt. Dok Dan Perkapalan Surabaya (Persero),” *Zo. Laut J. Inov. Sains Dan Teknol. Kelaut.*, vol. 3, no. 2, pp. 13–18, 2022, doi: 10.62012/zl.v3i2.15955.
- [23] S. J. Seo, S. M. Shin, W. Yoon, and S. H. Byeon, “A Health Risk Assessment of Workers Exposed to Organic Paint Solvents Used in the Korean Shipbuilding Industry,” *Toxics*, vol. 12, no. 12, pp. 1–11, 2024, doi: 10.3390/toxics12120903.
- [24] A. I. Ayuningtyas and S. M. Nasri, “Health Risk Assessment of Physical and Chemical Hazards in the Painting Area of a Manufacturing Company,” *Indones. J. Occup. Saf. Heal.*, vol. 10, no. 2, pp. 247–257, 2021, doi: 10.20473/ijosh.v10i2.2021.247-257.
- [25] D. Cavallo *et al.*, “Occupational exposure in industrial painters: Sensitive and noninvasive biomarkers to evaluate early cytotoxicity, genotoxicity and oxidative stress,” *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 18, no. 9, 2021, doi: 10.3390/ijerph18094645.