

ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA PADA PROSES REPARASI KAPAL MENGUNAKAN METODE FMEA DAN FTA

Bagas Junianta Nur Ambiyaa¹⁾, Aditya Maharani²⁾, dan Medi Prihandono³⁾

¹⁾Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

²⁾Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

³⁾Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

E-mail: juniantasecond@yahoo.com

Abstract

The ship repair process in shipyards involves various high-risk activities that can lead to occupational accidents. Workplace accidents in shipyards are a serious issue, as they can affect worker safety, productivity, and overall company operations. One private shipyard in Surabaya experienced a workplace accident that resulted in a complete operational shutdown for several weeks. This study aims to identify occupational risks occurring during the ship repair process, analyze their root causes, and design effective mitigation strategies. The methods used in this research include FMEA to assess risks based on severity, occurrence, and detectability, and FTA to identify the root causes of these risks. This research identified 15 occupational accident risks in the ship repair process. The FMEA analysis revealed the 2 risks with the highest RPN values: workers entangled in mooring ropes and workers involved in explosions. The FTA analysis identified 9 basic events. The proposed mitigation strategies include direct observation, pre-work briefings, mandatory PPE usage, workplace inspection, development of SOPs, and equipment checks.

Keywords: *FMEA, FTA, Occupational Accidents, Risk Analysis, Ship Repair*

Abstrak

Proses reparasi kapal di galangan kapal merupakan kegiatan yang melibatkan berbagai pekerjaan berisiko tinggi yang dapat memicu terjadinya kecelakaan kerja. Kecelakaan kerja di galangan kapal merupakan masalah yang serius karena dapat memengaruhi keselamatan pekerja, produktivitas, serta operasional perusahaan. Salah satu galangan kapal swasta di Surabaya pernah mengalami insiden kecelakaan kerja yang mengakibatkan penghentian operasional perusahaan selama beberapa minggu. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko kecelakaan kerja yang terjadi selama proses reparasi kapal, menganalisis akar penyebabnya, dan merancang strategi mitigasi yang efektif. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode FMEA untuk menganalisis risiko berdasarkan tingkat keparahan, kemungkinan dan deteksi, dan FTA untuk mengidentifikasi akar penyebab risiko tersebut. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 15 risiko kecelakaan kerja yang teridentifikasi pada proses reparasi kapal. Analisis FMEA menghasilkan 2 risiko dengan nilai RPN tertinggi: pekerja terjatuh tali kapal dan pekerja terkena ledakan. Analisis FTA mengidentifikasi 9 *basic event*. Strategi mitigasi mencakup observasi langsung, *briefing*, penggunaan APD, inspeksi lingkungan, penyusunan SOP, dan pemeriksaan peralatan.

Kata kunci: Analisis Risiko, FMEA, FTA, Kecelakaan Kerja, Reparasi Kapal

1. Pendahuluan

Galangan kapal memiliki peranan penting dalam memastikan kapal dapat beroperasi secara optimal. Sebagai fasilitas yang menyediakan layanan reparasi dan pemeliharaan, galangan kapal dilengkapi dengan berbagai infrastruktur dan teknologi untuk mendukung pekerjaan seperti pengelasan, pengecatan, perbaikan mesin, dan perawatan struktur kapal. Proses reparasi ini sering melibatkan aktivitas berisiko tinggi,

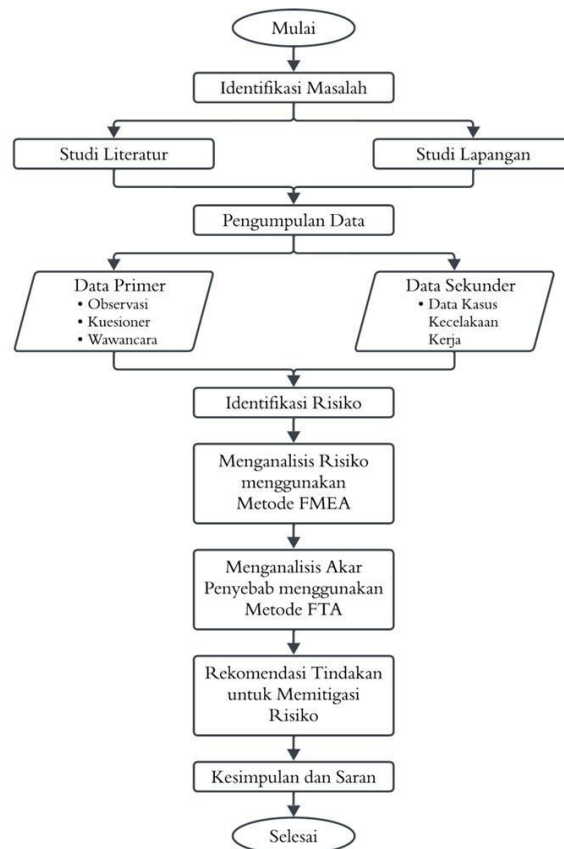
seperti penggunaan alat berat, pengangkatan beban, pekerjaan di ketinggian, serta aktivitas di ruang terbatas (Faizah dkk., 2021). Faktor-faktor seperti kurangnya pelatihan, ketidaksesuaian alat pelindung diri (APD), dan ketidakpatuhan terhadap prosedur keselamatan dapat meningkatkan risiko kecelakaan kerja di galangan kapal (Dwisetiono & Fairussihan, 2022).

Kecelakaan kerja di galangan kapal merupakan masalah serius karena tidak hanya berdampak pada keselamatan pekerja, tetapi juga produktivitas dan keberlangsungan operasional perusahaan. Salah satu insiden yang disebabkan oleh kelalaian pekerja terjadi di galangan kapal swasta di Surabaya yang menyebabkan penghentian total operasional selama beberapa minggu, yang berdampak signifikan pada jadwal dan kepercayaan pelanggan. Kerugian perusahaan meliputi pembayaran kompensasi, perbaikan peralatan, serta biaya material yang terbuang, sementara bagi pekerja dapat berupa cedera, cacat permanen, hingga kematian (Hartono dkk., 2023).

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: Bagaimana mengidentifikasi potensi risiko kecelakaan kerja pada proyek reparasi kapal dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fault Tree Analysis*? Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi potensi risiko kecelakaan kerja pada proyek reparasi kapal menggunakan metode FMEA dan FTA.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif yang bertujuan untuk mengidentifikasi risiko kecelakaan kerja pada proyek reparasi kapal. Identifikasi risiko dilakukan melalui perhitungan nilai prioritas risiko menggunakan metode FMEA dan FTA. Data primer diperoleh melalui wawancara dan penyebaran kuesioner *expert judgement* kepada 3 orang *expert* perusahaan yang dapat mewakili keseluruhan, sedangkan data sekunder berasal dari catatan kecelakaan kerja perusahaan. Berikut diagram alir penelitian:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Identifikasi dan Pengukuran Risiko dengan Metode FMEA

Tabel 1
Identifikasi dan Pengukuran Risiko

Jenis Pekerjaan	Kode	Failure Mode	S	O	D	Nilai RPN
Docking dan Undocking	DOC1	Pekerja terjatuh tali kapal pada proses penambatan kapal.	10,0	2,7	7,0	186,7
	DOC2	Pekerja terjatuh akibat permukaan dok yang licin.	7,3	2,0	6,0	88,0
	DOC3	Pekerja terjatuh akibat permukaan kapal yang licin.	5,3	4,7	6,0	149,3
Konstruksi Badan Kapal	KBK1	Pekerja terkena semburan pasir bertekanan tinggi saat pembersihan lambung kapal.	6,3	3,7	7,0	162,6
	KBK2	Pekerja kehilangan kesadaran saat pembersihan tangki karena kurangnya ventilasi.	10,0	2,0	4,0	80,0

	KBK3	Pekerja keracunan saat pembersihan tangki karena menghirup gas berbahaya.	10,0	2,3	4,0	93,3
	KBK4	Pekerja terkena ledakan saat membuka tutup manhole.	9,7	2,7	6,0	154,7
	KBK5	Pekerja tergores benda tajam saat proses replating.	3,3	5,7	7,0	132,2
	KBK6	Pekerja terjatuh dari ketinggian saat proses pengelasan.	6,7	1,7	7,0	77,8
	KBK7	Pekerja terkena percikan api saat proses pengelasan.	4,3	5,7	7,0	171,9
	KBK8	Pekerja terkena ledakan akibat kebocoran tangki gas oksigen.	10,0	1,7	6,7	111,1
	KBK9	Pekerja terjatuh dari ketinggian saat proses pengecatan lambung.	6,7	1,7	7,0	77,8
	KBK10	Pekerja terpapar partikel cat saat proses pengecatan lambung.	4,3	5,7	7,0	171,9
Peralatan dan Perlengkapan Kapal	PPK1	Pekerja tersandung rantai yang tidak tertata.	3,3	2,0	7,0	46,7
Sistem Propulsi dan Kemudi	SPK1	Pekerja tertimpa beban berat saat proses reparasi bagian mesin.	7,7	2,3	7,0	125,2

Sumber: Hasil Olahan Data, 2025

Tabel 1 menunjukkan 15 risiko kecelakaan kerja teridentifikasi pada empat jenis pekerjaan utama, yaitu 3 pada docking dan undocking, 10 pada konstruksi badan kapal, serta masing-masing 1 pada peralatan/ perlengkapan kapal dan sistem propulsi/kemudi. Penilaian risiko dilakukan dengan menghitung nilai *severity*, *occurrence*, dan *detectability* untuk memperoleh RPN, yang kemudian digolongkan ke dalam empat tingkat risiko (low, moderate, high, dan significant) menggunakan matriks risiko guna mempermudah penentuan prioritas penanganan (Maulana & Yuamita, 2025).

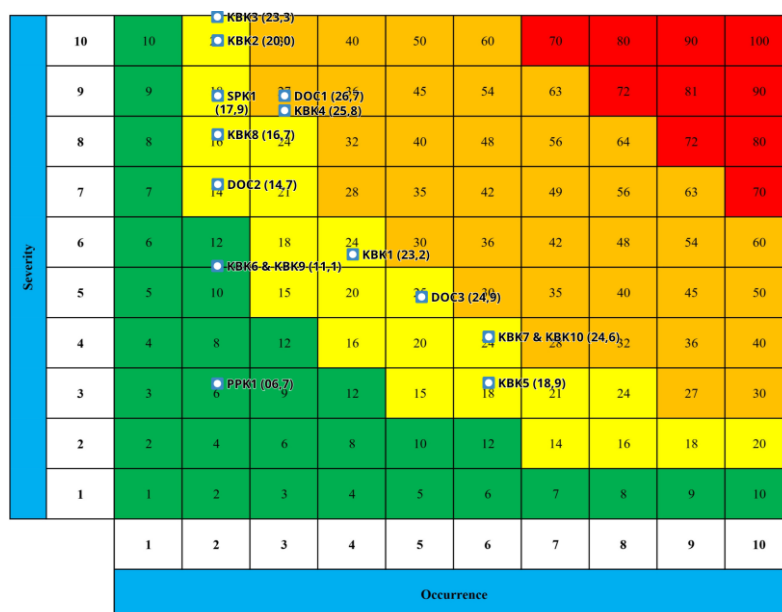
4.2. Penilaian Risiko

Tabel 2 Pembobotan *Level of Risk*

Jenis Pekerjaan	Kode	Failure Mode	S	O	Risk Score	Level of Risk
Docking dan Undocking	DOC1	Pekerja terjatuh tali kapal pada proses penambatan kapal.	10,0	2,7	26,7	High
	DOC2	Pekerja terjatuh akibat permukaan dok yang licin.	7,3	2,0	25,8	High
	DOC3	Pekerja terjatuh akibat permukaan kapal yang licin.	5,3	4,7	24,9	Mid
Konstruksi Badan Kapal	KBK1	Pekerja terkena semburan pasir bertekanan tinggi saat pembersihan lambung kapal.	6,3	3,7	24,6	Mid

Jenis Pekerjaan	Kode	Failure Mode	S	O	Risk Score	Level of Risk
	KBK2	Pekerja kehilangan kesadaran saat pembersihan tangki karena kurangnya ventilasi.	10,0	2,0	24,6	Mid
	KBK3	Pekerja keracunan saat pembersihan tangki karena menghirup gas berbahaya.	10,0	2,3	23,3	Mid
	KBK4	Pekerja terkena ledakan saat membuka tutup manhole.	9,7	2,7	23,2	Mid
	KBK5	Pekerja tergores benda tajam saat proses replating.	3,3	5,7	20,0	Mid
	KBK6	Pekerja terjatuh dari ketinggian saat proses pengelasan.	6,7	1,7	18,9	Mid
	KBK7	Pekerja terkena percikan api saat proses pengelasan.	4,3	5,7	17,9	Mid
	KBK8	Pekerja terkena ledakan akibat kebocoran tangki gas oksigen.	10,0	1,7	16,7	Mid
	KBK9	Pekerja terjatuh dari ketinggian saat proses pengecatan lambung.	6,7	1,7	14,7	Mid
	KBK10	Pekerja terpapar partikel cat saat proses pengecatan lambung.	4,3	5,7	11,1	Low
Peralatan dan Perlengkapan Kapal	PPK1	Pekerja tersandung rantai yang tidak tertata.	3,3	2,0	11,1	Low
Sistem Propulsi dan Kemudi	SPK1	Pekerja tertimpa beban berat saat proses reparasi bagian mesin.	7,7	2,3	6,7	Low

Sumber: Hasil Olahan Data, 2025



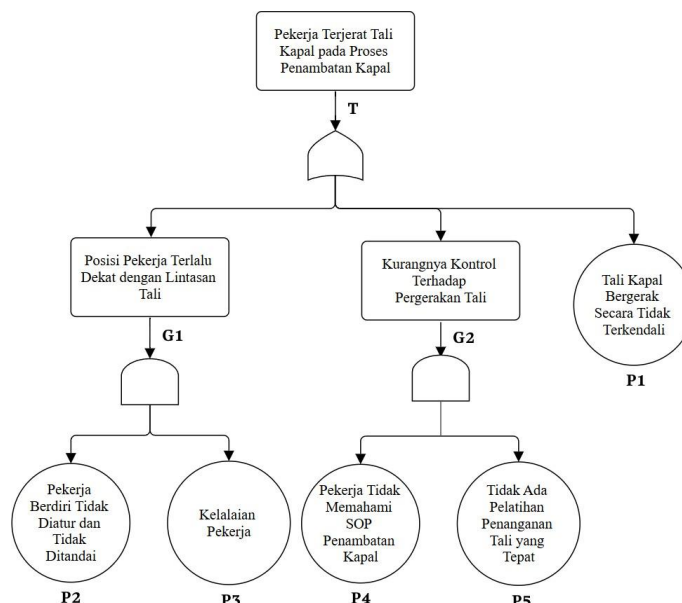
Gambar 2. Matriks Risiko
(Sumber: Hasil Olahan Data, 2025)

Gambar 2 menunjukkan menunjukkan hasil penilaian risiko berdasarkan *risk score* yang telah diklasifikasikan ke dalam empat tingkatan risiko. Berdasarkan hasil

tersebut, risiko (DOC1) – Pekerja terjerat tali kapal pada proses penambatan kapal memiliki nilai *risk score* tertinggi yaitu sebesar 26,7. Risiko lain yang juga termasuk dalam tingkat high dan perlu segera ditangani adalah (KBK4) – Pekerja terkena ledakan saat membuka tutup manhole dengan skor 25,8.

4.3. Penentuan Akar Penyebab Risiko dengan Metode FTA

Pada tahap ini, analisis dilakukan untuk menentukan akar penyebab dari risiko dengan *risk score* tertinggi menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Diagram disusun melalui brainstorming dengan ahli perusahaan untuk mengidentifikasi hubungan antara risiko dan penyebab – penyebab yang mendasari.



Gambar 3. FTA Pekerja Terjerat Tali Kapal
(Hasil Olahan Data, 2025)

Pada Gambar 3 teridentifikasi bahwa top event Pekerja Terjerat Tali Kapal pada Proses Penambatan Kapal disebabkan oleh tiga cabang penyebab, yaitu posisi pekerja terlalu dekat dengan lintasan tali (G1), kurangnya kontrol terhadap pergerakan tali (G2), atau tali kapal bergerak secara tidak terkendali (P1). Posisi pekerja terlalu dekat dengan lintasan tali (G1) disebabkan oleh dua faktor, pekerja berdiri tidak diatur dan tidak ditandai (P2) atau kelalaian pekerja (P3). Sementara itu, kurangnya kontrol terhadap pergerakan tali (G2) disebabkan oleh dua faktor, pekerja tidak memahami SOP penambatan kapal (P4) atau tidak ada pelatihan penanganan tali yang tepat (P5).

$$P(G1) = P2 \times P3$$

$$= 0.08 \times 0.18$$

$$= 0.0144$$

$$P(G2) = P4 \times P5$$

$$= 0.04 \times 0.06$$

$$= 0.0024$$

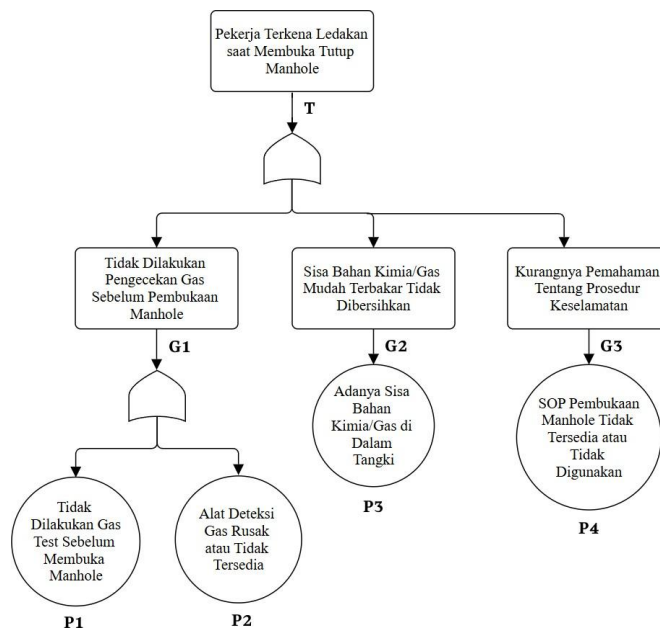
$$P(T) = P(G1)+P(G2)+P1 - [P(G1) \times P(G2)] - [P(G1) \times P1] - [P(G2) \times P1] + [P(G1) \times P(G2) \times P1]$$

$$= 0.0144 + 0.0024 + 0.12 - [0.0144 \times 0.0024] - [0.0144 \times 0.12] - [0.0024 \times 0.12] + [0.0144 \times 0.0024 \times 0.12]$$

$$= 0.1368 - 0.000034 - 0.0017 - 0.0003 + 0.000004$$

$$= 0.1348$$

Jadi, nilai probabilitas top event Pekerja Terjerat Tali Kapal pada Proses Penambatan Kapal adalah 0.1348 atau 13.48%



Gambar 4. FTA Pekerja Terkena Ledakan *Manhole*
(Hasil Olahan Data, 2025)

Pada Gambar 4 teridentifikasi bahwa top event Pekerja Terkena Ledakan saat Membuka Tutup *Manhole* disebabkan oleh tiga cabang penyebab, yaitu tidak dilakukan pengecekan gas sebelum pembukaan *manhole* (G1), sisa bahan kimia/gas mudah terbakar tidak dibersihkan (G2), atau kurangnya pemahaman tentang prosedur keselamatan (G3). Tidak dilakukan pengecekan gas sebelum pembukaan *manhole* (G1) disebabkan oleh dua faktor, tidak dilakukan *gas test* sebelum membuka *manhole* (P1) atau alat deteksi gas rusak atau tidak tersedia (P2). Sementara itu, sisa bahan kimia/gas mudah terbakar tidak dibersihkan (G2) disebabkan oleh adanya sisa bahan kimia/gas di dalam tangki (P3). Adapun kurangnya pemahaman tentang prosedur keselamatan (G3) disebabkan oleh SOP pembukaan *manhole* tidak tersedia atau tidak digunakan (P4).

$$P(G1) = P1 + P2 - (P1 \times P2)$$

$$= 0.04 + 0.02 - (0.04 \times 0.02)$$

$$= 0.06 - 0.0008$$

$$= 0.0592$$

$$P(G2) = P3 = 0.06$$

$$P(G3) = P4 = 0.03$$

$$P(T) = P(G1) + P3 + P4 - [P(G1) \times P3] - [P(G1) \times P4] - [P3 \times P4] + [P(G1) \times P3 \times P4]$$

$$= 0.0592 + 0.06 + 0.03 - [0.0592 \times 0.06]$$

$$- [0.0592 \times 0.03] - [0.06 \times 0.03]$$

$$+ [0.0592 \times 0.06 \times 0.03]$$

$$= 0.1492 - 0.00356 - 0.00178 - 0.0018 + 0.0001$$

$$= 0.1422$$

Jadi, nilai probabilitas *top event* Pekerja Terkena Ledakan saat Membuka Tutup *Manhole* adalah 0.1422 atau 14.22%

4.4. Strategi Mitigasi

Strategi mitigasi risiko dalam penelitian ini disusun berdasarkan acuan dari peraturan-peraturan resmi, seperti peraturan keselamatan kerja dan standar industri, serta didukung oleh referensi dari berbagai jurnal ilmiah. Selanjutnya, strategi tersebut dikaji ulang dan divalidasi melalui diskusi dengan *expert* perusahaan agar sesuai dengan kondisi

lapangan dan dapat diterapkan secara efektif. Berikut merupakan strategi mitigasi risiko berdasarkan pengelompokan yang telah ditentukan:

Tabel 3 Strategi Mitigasi Risiko

Kelompok <i>Basic Event</i>	Strategi Mitigasi
Kelalaian dan Perilaku Pekerja	- Melakukan observasi langsung dan pengawasan di lapangan. - Melakukan pemberian umpan balik secara konstruktif kepada pekerja. - Melaksanakan <i>briefing</i> sebelum pekerjaan dimulai.
Penggunaan dan Ketersediaan APD	- Mewajibkan pekerja untuk menggunakan APD sebelum pekerja diperbolehkan untuk bekerja.
Pelatihan dan Kompetensi	- Melakukan pemberian pelatihan terlebih dahulu yang diawasi oleh supervisor dari masing-masing bidang sebelum pekerja mulai bekerja. - Mewajibkan pekerja untuk memiliki sertifikat kompetensi sesuai bidang pekerjaan yang dilakukan.
Area Kerja dan Lingkungan	- Melakukan inspeksi rutin terhadap kondisi lingkungan kerja setelah pekerjaan selesai. - Mewajibkan pekerja untuk menjaga dan membersihkan lingkungan kerja setelah menyelesaikan pekerjaannya.
Prosedur Keamanan dan Pemeriksaan	- Menyusun dan menerapkan Standar Operasional Prosedur (SOP) untuk masing-masing pekerjaan. - Mewajibkan seluruh pekerja untuk memahami SOP sebelum memulai pekerjaan.
Alat dan Peralatan Kerja	- Melakukan pengecekan secara berkala terhadap peralatan kerja, serta memastikan peralatan dalam kondisi layak digunakan. - Mewajibkan pekerja untuk segera melapor jika terdapat permasalahan pada peralatan yang tidak terduga.

Sumber: Hasil Olahan Data, 2025

Tabel 3 menyajikan strategi mitigasi untuk setiap *basic event* yang telah dikelompokkan ke dalam kategori risiko yang telah ditentukan seperti: kelalaian dan perilaku pekerja, penggunaan dan ketersediaan APD, pelatihan dan kompetensi, area kerja dan lingkungan, prosedur keamanan dan pemeriksaan, serta alat dan peralatan kerja. Setiap strategi penanganan disusun secara spesifik sesuai dengan sumber risiko, sehingga diharapkan mampu mengurangi kemungkinan terjadinya risiko yang sama di masa mendatang.

5. Kesimpulan

Penelitian ini mengidentifikasi 15 risiko kecelakaan kerja pada proses reparasi kapal, di antaranya pekerja terjerat tali kapal (26,7), terkena ledakan *manhole* (25,8), sebagai risiko dengan nilai *risk score* tertinggi. Dari 2 risiko tersebut, analisis FTA menemukan 9 *basic event*. Pada risiko “Pekerja terjerat tali kapal”, ditemukan 5 *basic event* yaitu pekerja berdiri tidak diatur, kelalaian pekerja, pekerja tidak memahami SOP, tidak ada pelatihan penanganan tali, dan tali kapal tidak terkendali. Risiko “Pekerja terkena ledakan saat membuka tutup *manhole*”, ditemukan 4 *basic event* yaitu tidak dilakukan *gas test* sebelum membuka *manhole*, alat deteksi gas rusak/tidak tersedia, adanya sisa bahan kimia dalam tangki, dan SOP pembukaan *manhole* tidak tersedia. Strategi mitigasi kemudian dikelompokkan ke dalam enam kategori utama, yaitu perilaku pekerja, APD, pelatihan, lingkungan kerja, prosedur keamanan, serta peralatan kerja. Upaya mitigasi meliputi observasi langsung, briefing, pelatihan, kewajiban APD, sertifikasi kompetensi, inspeksi dan pembersihan rutin, penerapan SOP, pengecekan peralatan, serta pelaporan kerusakan untuk menekan probabilitas kejadian dan meminimalkan risiko kecelakaan kerja. Perusahaan diharapkan menyusun dan menerapkan SOP yang rinci untuk setiap jenis pekerjaan serta menerapkan strategi mitigasi yang telah disusun guna meminimalkan kecelakaan kerja dan potensi kerugian. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data statistik yang lebih luas dan melibatkan lebih banyak responden agar hasil lebih teruji secara generalisasi.

Referensi

Dwisetiono, & Fairussihan, J. D. (2022). Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Proses Perbaikan Kapal di PT. Dock dan Perkapalan Surabaya Menggunakan Metode HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control). *HEXAGON Jurnal Teknik dan Sains*, 10-16.

Faizah, N., Purnamawati, E., & Tranggono. (2021). Analisis Risiko K3 pada Kegiatan Reparasi Kapal dengan Menggunakan Metode Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control (HIRARC) dan Metode Job Safety Analysis (JSA) pada PT. NF. Juminten : *Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi*, 74-85.

Hartono, W., Handayani, D., & Sabrina, F. (2023). Analisis Manajemen Risiko Dampak Kecelakaan Kerja Pada Proyek Konstruksi Jembatan Beton dengan Standar AS/NZS 4360:2004. *Jurnal Matriks Teknik Sipil*, 384- 390.

Maulana, M. I., & Yuamita, F. (2025). Analisis Perawatan dan Perbaikan Mesin Carding dengan Menggunakan Metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Inovasi*, 13-24.