



JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Penerapan Metode HIRARC Berbasis Analisis Statistik Multivariant Dalam Studi Risiko K3 Pada Proses Reparasi Kapal Di Galangan Kapal PT. XXXX Jawa Tengah

Dedi Setyawan¹⁾, Untung Budiarto²⁾, Good Rindo³⁾

¹⁾Laboratorium Teknologi Material, Las dan Produksi Kapal

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

e-mail : dedisetyawan@students.undip.ac.id

Abstrak

Industri reparasi kapal memiliki karakteristik lingkungan kerja yang kompleks dan berisiko tinggi, sehingga rawan terhadap terjadinya kecelakaan kerja. Kondisi ini menuntut adanya sistem keselamatan kerja yang efektif dan sistematis untuk melindungi tenaga kerja dan menjaga kelangsungan operasional perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi bahaya, menilai tingkat risiko, serta merumuskan strategi pengendalian guna menekan angka kecelakaan kerja di galangan kapal PT. XXXX di Jawa Tengah. Metode yang digunakan adalah Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) dengan pendekatan mixed method, serta analisis data kualitatif menggunakan model Miles dan Huberman. Pengumpulan data dilakukan melalui kuesioner, wawancara, dan studi dokumentasi kecelakaan kerja, dengan pengujian instrumen menggunakan Content Validity Index (CVI) dan Cronbach's Alpha. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 61 potensi bahaya dari 11 aktivitas kerja, dengan 51 aktivitas dikategorikan berisiko tinggi dan 10 aktivitas berisiko sedang. Jenis bahaya yang ditemukan meliputi aspek fisik, kimia, ergonomi, dan psikosial. Strategi pengendalian disusun berdasarkan hierarki pengendalian risiko yang mencakup eliminasi, substitusi, rekayasa teknis, pengendalian administratif, serta penggunaan alat pelindung diri (APD). Temuan ini menekankan pentingnya evaluasi risiko yang menyeluruh dan berkelanjutan untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan efisien di industri galangan kapal.

Kata Kunci : Analisis risiko, Reparasi kapal, HIRARC, K3

1. PENDAHULUAN

Keselamatan dan kesehatan kerja merupakan berbagai faktor dan kondisi yang dapat mempengaruhi kesejahteraan serta keamanan para pekerja maupun individu lain yang terlibat dalam kegiatan di lingkungan kerja. Optimalisasi penerapan standarisasi K3 dilakukan melalui penggunaan sistem yang telah testandarisasi untuk menurunkan tingkat kecelakaan kerja yang cukup tinggi di perusahaan. Standarisasi penerapan K3 pada perusahaan berperan penting dalam meningkatkan kesadaran terhadap potensi bahaya, mengurangi risiko kecelakaan, dan menciptakan budaya kerja yang lebih tertib dan aman [1].

Kecelakaan kerja memiliki kaitan erat dengan aktivitas di tempat kerja yang berpotensi

menyebabkan cedera ringan hingga meningkatkan risiko kematian. Sistem penanggulangan dalam bentuk keselamatan dan kesehatan kerja diperlukan untuk mengurangi serta menekan jumlah kecelakaan kerja. Faktor kelelahan muncul sebagai salah satu penyebab utama kecelakaan kerja. Kelelahan dalam bekerja dapat memengaruhi konsentrasi dan kemampuan fisik pekerja sehingga dapat menurunkan produktivitas kerja secara signifikan. Temuan ini memperkuat urgensi implementasi sistem K3 yang mempertimbangkan faktor kelelahan sebagai bagian dari upaya pencegahan [2].

Berdasarkan laporan tahunan BPJS Ketenagakerjaan, dalam tujuh tahun terakhir (2017-2023), jumlah kecelakaan kerja di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2017,

tercatat 124.041 kasus kecelakaan kerja, dan angka tersebut terus bertambah hingga mencapai 370.747 kasus pada tahun 2023. Jumlah kecelakaan kerja yang terus meningkat disebabkan oleh masih rendahnya kesadaran akan pentingnya penerapan standar keselamatan dan kesehatan kerja (K3) baik di kalangan industri maupun masyarakat umum. Penerapan manajemen risiko K3 oleh perusahaan menjadi langkah penting agar potensi kecelakaan dapat diminimalkan sejak tahap awal identifikasi [3].

Industri reparasi kapal memiliki tingkat risiko kecelakaan kerja yang tinggi akibat proses kerja yang berbahaya, kondisi lingkungan yang tidak aman, serta penerapan standar K3 yang belum optimal. [4]. Pekerja yang terlibat dalam proses reparasi kapal memiliki risiko tinggi terhadap paparan debu dan logam berat melalui inhalasi, baik di ruang semi-terbatas maupun terbuka. Kondisi tersebut menegaskan perlunya kontrol teknis seperti semprotan air dan ventilasi untuk mengurangi risiko [5]. Selain itu, perbaikan di galangan kapal menghasilkan emisi partikel nano, halus, dan kasar yang mengandung logam berbahaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas seperti penggunaan alat semprot cat menjadi sumber nanopartikel, yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan [6]. Pelatihan keselamatan, manajemen stres, dan budaya keselamatan positif yang diterapkan di perusahaan terbukti dapat meminimalkan risiko kecelakaan kerja. Pemahaman terhadap kesalahan manusia dan menerapkan langkah mitigasi seperti analisis terhadap sumber bahaya dapat mendorong terbentuknya lingkungan kerja yang nyaman dan aman [7].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi sumber bahaya, menilai tingkat risiko, dan merumuskan strategi pengendalian pada seluruh proses perbaikan kapal di PT. XXXX yang berlokasi di Jawa Tengah menggunakan metode HIRARC guna menurunkan tingkat kecelakaan kerja. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi industri galangan kapal dalam meningkatkan standar K3 serta merancang strategi mitigasi risiko yang lebih efektif. Hasil penelitian ini juga dapat digunakan sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya serta bahan pembelajaran bagi akademisi yang mendalami analisis risiko K3 di sektor maritim.

2. METODE

Penelitian ini menerapkan metode *mixed method* dengan pendekatan *sequential explanatory*. Pendekatan ini digunakan untuk memperoleh data penelitian yang lebih akurat dan mendalam melalui

kombinasi metode kuantitatif dan kualitatif yang dilakukan secara berurutan [8]. Metode ini dipilih karena mampu meningkatkan validitas dan kredibilitas hasil penelitian dengan memanfaatkan kelebihan masing-masing pendekatan. Metode ini juga mempermudah dalam mengidentifikasi hubungan sebab-akibat serta memperkuat interpretasi hasil dengan mempertimbangkan konteks yang lebih luas.

Metode kuantitatif dalam penelitian ini digunakan untuk mengumpulkan dan menganalisis data numerik guna mengidentifikasi pola atau tren tertentu. Penerapan metode kualitatif dilakukan setelahnya untuk menggali lebih dalam temuan yang telah diperoleh, sehingga dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai fenomena yang diteliti. Pendekatan ini diharapkan menghasilkan data yang lebih valid, reliabel, komprehensif, serta objektif [9]. Temuan dari data kuantitatif dapat diperjelas dan diperdalam melalui data kualitatif, sehingga menghasilkan interpretasi yang lebih menyeluruh terhadap fenomena yang diteliti.

2.1. Populasi dan Sampel Penelitian

Dalam suatu penelitian, penentuan populasi dan sampel menjadi langkah penting untuk memperoleh data yang representatif dan relevan. Penelitian ini melibatkan seluruh pekerja yang berpartisipasi dalam proses perbaikan dan reparasi kapal di PT. XXXX yang berlokasi di Jawa Tengah, dengan total sebanyak 83 pekerja sebagai populasi. Sampel merupakan bagian dari populasi yang dipilih untuk mewakili atau mencerminkan kondisi serta karakteristik suatu fenomena yang diteliti. [10] Penentuan sampel dalam penelitian ini dilakukan dengan *metode purposive sampling*, yaitu dengan memilih 10 pekerja yang memiliki karakteristik sesuai dengan kriteria penelitian. Pemilihan sampel ini didasarkan pada pengalaman kerja, tingkat keterlibatan dalam proses perbaikan dan reparasi kapal, serta pemahaman terhadap prosedur keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di lingkungan perusahaan. Deskripsi umum mengenai data responden dalam penelitian ini dapat dipaparkan sebagai berikut:

Tabel 1. Deskripsi Sampel Penelitian

| Nama | Jobdesk | Durasi Kerja |
|-------------|------------------|--------------|
| Responden 1 | Material Control | 10 Tahun |
| Responden 2 | HRD dan K3 | 28 Tahun |
| Responden 3 | Welding Engineer | 10 Tahun |
| Responden 4 | Drafter | 8 Tahun |
| Responden 5 | Quality Control | 12 Tahun |
| Responden 6 | Outfitting | 15 Tahun |
| Responden 7 | Pengawas K3 | 17 Tahun |

| Nama | Jobdesk | Durasi Kerja |
|--------------|------------------------------------|--------------|
| Responden 8 | <i>Painting & Sandblasting</i> | 9 Tahun |
| Responden 9 | <i>Mechanical Engineer</i> | 14 Tahun |
| Responden 10 | <i>Welding Inspector</i> | 16 Tahun |

2.2. Data Penelitian, Variabel, dan Skala Penelitian

2.2.1 Data Penelitian

Sumber data dalam suatu penelitian berperan penting untuk memastikan keakuratan dan validitas temuan. Secara umum, sumber data dalam suatu penelitian dapat dikategorikan ke dalam dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari sumber informasi atau informan tanpa perantara. Pengumpulan data primer dalam penelitian *mixed method* terbagi menjadi dua jenis pengumpulan data primer, yaitu pengumpulan data kuantitatif melalui penyebaran kuesioner serta pengumpulan data kualitatif yang dilakukan melalui observasi, wawancara mendalam, dan analisis dokumentasi. Data ini dikumpulkan secara langsung dari responden atau pihak yang memiliki keterkaitan dengan objek penelitian untuk memperoleh informasi yang lebih spesifik dan akurat.

Data sekunder adalah data penelitian yang didapatkan dari sumber secara tidak langsung, seperti dokumen, laporan, atau arsip yang sudah ada sebelumnya dan relevan dengan penelitian. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari dokumen resmi perusahaan, khususnya catatan kecelakaan kerja di PT. XXXX selama periode 2018 hingga 2024. Data sekunder tersebut dimanfaatkan sebagai bahan pendukung untuk memperkuat temuan penelitian dan memberikan gambaran lebih luas mengenai tren kecelakaan kerja di industri reparasi kapal.

2.2.2 Variabel dan Skala Penelitian

Untuk menjawab rumusan masalah dan mencapai tujuan penelitian, penting untuk mengidentifikasi variabel-variabel yang terlibat dalam suatu penelitian. Variabel penelitian adalah elemen yang diamati atau diukur dalam suatu studi. Berdasarkan kategorinya, variabel dapat dibagi menjadi dua kelompok utama, yaitu variabel bebas atau *independent* dan variabel terikat atau *dependent*. Variabel bebas mencakup faktor-faktor bahaya kerja seperti jenis bahaya, sumber bahaya, dan aktivitas kerja yang dapat memicu risiko. Variabel terikat mencakup pengukuran nilai *likelihood* dan *severity*, yang menggambarkan

kemungkinan terjadinya suatu kejadian serta tingkat keparahannya.

Pada pendekatan kuantitatif, penggunaan skala pengukuran sangat penting untuk mengubah data observasi menjadi data yang dapat dianalisis secara statistik. Skala pengukuran yang digunakan dalam pengisian kuesioner pada tahap *risk assessment* adalah skala *likert*, yang terdiri dari lima kategori untuk menilai aspek *likelihood* dan *severity*. Penggunaan skala *likert* dalam penelitian ini bertujuan untuk mempermudah informan dalam mengklasifikasikan tingkat keparahan risiko bahaya berdasarkan kedua aspek tersebut. Penggunaan skala ini dapat memberikan penilaian yang lebih terstruktur dan konsisten, sehingga data yang diperoleh lebih akurat dalam menggambarkan tingkat risiko di lingkungan kerja.

2.3 Uji Validitas dan Uji Reliabilitas

Pengujian terhadap instrumen penelitian bertujuan untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan benar-benar mencerminkan variabel yang diteliti. Oleh karena itu, dilakukan uji validitas dan uji reliabilitas terhadap butir-butir pertanyaan dalam kuesioner yang digunakan. Uji validitas merupakan suatu metode analisis yang digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana butir-butir dalam suatu kuesioner penelitian benar-benar mengukur apa yang seharusnya diukur. Uji validitas dalam penelitian ini berjenis uji validitas isi atau *content validity*, yang bertujuan untuk menilai kelayakan instrumen penelitian berdasarkan pendapat para ahli di bidang terkait. Sebuah instrumen penelitian dapat dikatakan memiliki validitas yang sangat tinggi apabila nilai *Content Validity Index* atau CVI berada dalam rentang 0,80 hingga 1,00. Penilaian CVI dapat bervariasi tergantung pada jumlah ahli yang dilibatkan dalam proses validasi. Berikut adalah kategori penentuan CVI berdasarkan jumlah ahli yang terlibat dalam uji validitas isi:

Tabel 2. Kriteria CVI Berdasarkan Jumlah Tenaga Ahli

| Jumlah Tenaga Profesional | Nilai CVI yang memenuhi syarat | Sumber referensi |
|---------------------------|--------------------------------|------------------|
| 2 | Minimal 0,80 | [11] |
| 3 s/d 5 | Harus 1,0 | [12] |
| Minimal 6 | Minimal 0,83 | [12] |
| 6 s/d 8 | Minimal 0,83 | [13] |
| Minimal 9 | Minimal 0,78 | [13] |

Uji reliabilitas merupakan suatu tahapan untuk menilai konsistensi atau kestabilan suatu instrumen penelitian dalam menghasilkan data yang akurat. Uji reliabilitas dalam penelitian ini

menggunakan metode Cronbach's Alpha, dengan bantuan software IBM SPSS Statistics 30.0. Setelah pengujian dilakukan, diperoleh koefisien reliabilitas yang menunjukkan tingkat keandalan instrumen. Instrumen penelitian dianggap reliabel dan dapat digunakan dalam penelitian apabila nilai Cronbach's Alpha lebih dari 0,60 dan dianggap tidak reliabel dan perlu diperbaiki apabila nilai Cronbach's Alpha kurang dari 0,60. Berikut adalah kategori hasil uji reliabilitas berdasarkan nilai Cronbach's Alpha:

Tabel 3. Kategori Hasil Uji Reliabilitas

| No | Nilai Reliabilitas | Keterangan |
|----|--------------------|---------------|
| 1 | 0,80 s/d 1,00 | Sangat Kuat |
| 2 | 0,60 s/d 0,79 | Kuat |
| 3 | 0,40 s/d 0,59 | Cukup |
| 4 | 0,20 s/d 0,39 | Rendah |
| 5 | 0,00 s/d 0,19 | Sangat Rendah |

2.4 HIRARC

Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control (HIRARC) merupakan suatu proses sistematis yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya dalam aktivitas kerja, baik rutin maupun non-rutin, di industri perkapalan [14]. Penilaian risiko pada metode HIRARC bertujuan untuk menentukan tingkat bahaya yang mungkin terjadi. Hasil penilaian ini kemudian digunakan sebagai acuan dalam merancang sistem pengendalian risiko yang efektif.

Identifikasi bahaya atau *hazard identification* adalah tahap awal dalam program pengendalian dan pencegahan kecelakaan kerja. Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi serta menentukan potensi bahaya dalam berbagai aktivitas kerja di industri perkapalan. Aktivitas *docking* dan *undocking* kapal memiliki tingkat risiko tinggi karena dilakukan di area terbuka yang rentan terhadap genangan air laut, tumpahan oli, dan curah hujan. Permukaan lantai yang basah serta struktur lantai galangan yang kurang memiliki sistem drainase yang efektif menciptakan kondisi licin, sehingga pekerja berisiko tinggi untuk terpeleset. Selain itu, penggunaan tali tambat kapal yang tidak tersusun rapi menyebabkan ruang gerak terhambat serta meningkatkan risiko tersangkut atau terjatuh.

Aktivitas inspeksi kapal mengharuskan pekerja memeriksa bagian atas dan bawah kapal, termasuk komponen di area tinggi seperti *superstructure*. Pemeriksaan tersebut sering dilakukan di ketinggian antara 5 hingga 10 meter tanpa dilengkapi pagar pengaman atau sabuk pengaman, yang seharusnya wajib digunakan sesuai Permenaker No. 5 Tahun 2018 tentang K3

pada Pekerjaan di Ketinggian. Pelaksanaan kegiatan di malam hari dengan pencahayaan kurang dari 100 lux juga menyebabkan gangguan visibilitas. Kondisi tersebut, ditambah beban kerja yang tinggi dan jam kerja panjang, memperbesar risiko kelelahan serta penurunan fokus pekerja saat berada di area berisiko jatuh.

Proses *sandblasting* menggunakan pasir bertekanan tinggi dengan tekanan hingga 100 psi untuk mengikis karat dari permukaan logam kapal. Aktivitas ini menghasilkan kebisingan sekitar 105–115 dB, jauh melebihi ambang batas paparan kebisingan harian yang ditetapkan Kementerian Ketenagakerjaan sebesar 85 dB selama 8 jam kerja. Selain itu, partikel halus dari pasir menyebabkan risiko penyakit paru seperti silikosis jika pekerja tidak menggunakan respirator tipe N95 atau SCBA (*Self-Contained Breathing Apparatus*). Pemotongan pelat logam dilakukan menggunakan *oxy-fuel cutting* atau mesin potong mekanik. Proses ini menghasilkan percikan api dengan suhu tinggi serta serpihan logam tajam yang melayang di udara. Area kerja yang tidak bersih dari tumpukan bahan mudah terbakar menambah risiko kebakaran. Cedera pada mata dan wajah sering terjadi akibat minimnya penggunaan pelindung wajah atau *face shield* dan kacamata keselamatan. Posisi kerja yang memaksa postur tubuh membungkuk dalam waktu lama juga menyebabkan kelelahan otot dan penurunan konsentrasi.

Pekerjaan *scrapping* dilakukan secara manual menggunakan alat seperti *wire brush* dan *chipping hammer*. Proses ini menghasilkan serpihan logam kecil yang dapat menyebabkan luka terbuka jika mengenai kulit atau mata. Tanpa pelindung yang sesuai, risiko infeksi luka akibat kontaminasi lingkungan kerja sangat tinggi. Selain itu, posisi kerja yang tidak ergonomis selama proses *scrapping* menyebabkan kelelahan otot punggung dan tangan, yang dapat menurunkan kewaspadaan dan memicu kecelakaan kerja sekunder seperti tergelincir atau kehilangan keseimbangan. Pengecekan tangki dilakukan dalam ruang terbatas dengan dimensi sempit dan minim ventilasi. Pengukuran kadar oksigen dalam tangki menunjukkan konsentrasi oksigen dapat turun hingga 17%, di bawah ambang batas normal 19,5% yang ditetapkan OSHA. Udara dalam tangki juga dapat mengandung gas sisa pembakaran atau uap cat yang mudah terbakar. Tanpa sistem deteksi gas dan ventilasi mekanik, pekerja berisiko mengalami hipoksia atau bahkan ledakan jika gas mencapai batas bawah ledakan LEL. Ketiadaan pengawasan dan komunikasi dua arah dengan pengawas di luar tangki memperburuk kondisi darurat jika terjadi insiden.

Aktivitas pengelasan dilakukan dengan peralatan listrik yang memiliki arus tinggi dan menghasilkan panas ekstrem serta percikan api. Pemeriksaan alat menunjukkan isolasi kabel sering kali aus atau rusak, menimbulkan potensi tersetrum. Selain itu, percikan api dari pengelasan dapat mencapai radius 1–2 meter dan menyebabkan kebakaran jika mengenai material mudah terbakar. Pekerja yang tidak menggunakan *apron* tahan panas, sarung tangan las, dan pelindung wajah berisiko mengalami luka bakar berat. Pembersihan tangki dilakukan dalam ruang tertutup dengan ventilasi terbatas dan permukaan licin akibat residu oli atau air laut. Keberadaan cairan berbahaya di dasar tangki meningkatkan risiko terpelelet dan terpapar zat kimia. Ketiadaan sistem evakuasi darurat serta alat bantu keluar masuk seperti *tripod rescue system* memperparah potensi cedera jika terjadi kecelakaan. Selain itu, pencahayaan di bawah 50 lux menyebabkan visibilitas rendah dan menyulitkan identifikasi bahaya di sekeliling pekerja.

Penilaian risiko terhadap sumber bahaya dilakukan setelah tahap identifikasi bahaya, dengan mengacu pada standar AS/NZS yang menggunakan dua parameter utama yaitu *severity* atau tingkat keparahan dan *likelihood* atau kemungkinan terjadinya bahaya. Berikut adalah tabel *likelihood* berdasarkan *Guidelines for HIRARC*:

Tabel 4. Kategori Penilaian *Likelihood*

| <i>Likelihood</i> | Contoh | Rating |
|--------------------|---|--------|
| Dipastikan terjadi | Kecelakaan kerja bisa terjadi setidaknya sekali seminggu. | 5 |
| Sering terjadi | Kecelakaan kerja bisa terjadi 1–2 kali dalam satu hingga empat minggu. | 4 |
| Dapat terjadi | Kecelakaan kerja jarang terjadi, hanya sekali dalam satu hingga enam bulan. | 3 |
| Kadang-kadang | Kecelakaan kerja jarang terjadi, hanya sekali setahun. | 2 |
| Jarang terjadi | Kecelakaan kerja sangat jarang, kurang dari sekali setahun. | 1 |

Severity adalah nilai yang menunjukkan tingkat dampak yang ditimbulkan akibat suatu risiko bahaya. Menurut *Guidelines for HIRARC*, *severity* dikategorikan menjadi lima tingkat sebagai berikut:

Tabel 5. Kategori Penilaian *Severity*

| <i>Severity</i> | Contoh | Rating |
|-----------------|--------------------------------|--------|
| Fatal | Menyebabkan pekerja meninggal. | 5 |

| <i>Severity</i> | Contoh | Rating |
|------------------|---|--------|
| Berat | Menyebabkan kecacatan secara tetap dan cedera parah. | 4 |
| Sedang | Menyebabkan cedera berat dan dibutuhkan perawatan di rumah sakit namun tidak menyebabkan cacat tetap. | 3 |
| Kecil | Menyebabkan cedera ringan dan kerugian finansial kecil pada pekerja. | 2 |
| Tidak Signifikan | Tidak menyebabkan kerugian. | 1 |

Likelihood Index dan *Severity Index* adalah perhitungan yang menentukan persentase akhir risiko berdasarkan kemungkinan dan tingkat keparahan kecelakaan kerja di galangan kapal. Perhitungan kedua indeks ini dapat dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$LI = \frac{\sum_{i=1}^5 a_i \times n_i}{5N} \times 100\% \quad (1)$$

$$SI = \frac{\sum_{i=1}^5 a_i \times n_i}{5N} \times 100\% \quad (2)$$

LI adalah untuk rumus perhitungan *likelihood index* dan *SI* adalah rumus perhitungan *severity index*, a_i adalah skala penilaian dari 1 sampai 5, n_i adalah total responden setiap skala penelitian, dan N yaitu total responden dalam penelitian. Persentase akhir *Likelihood Index* dan *Severity Index* kemudian diklasifikasikan dalam tabel *Moderately Effective* untuk menentukan nilai akhir yang akan digunakan dalam perhitungan *Relative Risk*. Tabel *Moderately Effective* dapat dikategorikan sebagai berikut:

Tabel 6. *Moderately Effective Likelihood*

| Deskripsi | Persentase <i>likelihood index</i> | Nilai |
|--|------------------------------------|-------|
| Dapat dipastikan terjadi (<i>almost certain</i>) | 81-100 | 5 |
| Sering terjadi (<i>likely</i>) | 61-80 | 4 |
| Dapat terjadi (<i>possible</i>) | 41-60 | 3 |
| Kadang-kadang (<i>unlikely</i>) | 21-40 | 2 |
| Jarang terjadi (<i>rare</i>) | 0-20 | 1 |

Tabel 7. *Moderately Effective Severity*

| Deskripsi | Persentase <i>Severity index</i> | Nilai |
|--------------------------------|----------------------------------|-------|
| Fatal (<i>catastrophile</i>) | 81-100 | 5 |
| Berat (<i>major</i>) | 61-80 | 4 |
| Sedang (<i>moderate</i>) | 41-60 | 3 |
| Kecil (<i>minor</i>) | 21-40 | 2 |

| Deskripsi | Persentase <i>Severity index</i> | Nilai |
|--|-------------------------------------|-------|
| Tidak Signifikan (<i>insignificant</i>) | 0-20 | 1 |

Nilai *Likelihood* dan *Severity* yang diperoleh dari tabel *Moderately Effective* kemudian digunakan untuk menghitung nilai akhir penilaian risiko. Penilaian risiko ini dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Relative Risk = Likelihood (L) \times Severity (S)$$

Tahapan pengendalian risiko adalah tahapan yang dilakukan setelah dilakukan perhitungan terhadap sumber bahaya pada seluruh aktivitas kerja. Pengendalian risiko bertujuan melindungi perusahaan dari kerugian akibat kecelakaan kerja. Tahapan pengendalian risiko mencakup penggunaan alat pelindung diri dan prosedur tanggap darurat. Kombinasi beberapa metode pengendalian bahaya seperti eliminasi, substitusi, *engineering control*, pengendalian administratif, dan APD sering kali dianggap lebih efektif untuk menurunkan tingkat kecelakaan kerja. Penentuan pengendalian bahaya dilakukan dengan mempertimbangkan tabel matriks risiko untuk menentukan prioritas pengendalian bahaya. Skala pengendalian bahaya dalam tabel matriks risiko dapat dikategorikan sebagai berikut:

| Likelihood (L) | Severity (S) | | | | |
|----------------|--------------|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| 4 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| 3 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| 2 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

Gambar 1. Matriks Risiko

Hasil penilaian risiko dapat dikategorikan menjadi tiga yaitu risiko rendah dengan nilai bahaya 1 sampai 4, risiko sedang dengan nilai bahaya 5 sampai 14, dan risiko tinggi dengan nilai bahaya 15 sampai 25.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Uji Validitas dan Uji Reliabilitas

Uji validitas adalah proses untuk menentukan hubungan antar variabel dalam suatu instrumen penelitian guna memastikan keakuratan pengukuran. Uji validitas dalam penelitian ini mencakup 11 aktivitas kerja dengan total 61 butir pertanyaan yang diisi oleh tiga responden dengan hasil akhir perhitungan CVI sebesar 1,0 sehingga memenuhi ambang batas nilai CVI. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa seluruh butir pertanyaan dalam kuesioner ini valid.

Uji reliabilitas dalam penelitian ini menggunakan Cronbach's Alpha dengan IBM SPSS Statistics 30.0. Instrumen dianggap reliabel jika nilai Cronbach's Alpha lebih dari 0,60, sedangkan nilai di bawahnya dianggap tidak reliabel. Hasil uji reliabilitas disajikan sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil Uji Reliabilitas *Likelihood*

| <i>Reliability Statistic</i> | |
|------------------------------|------------|
| Cronbach's Alpha | N of Items |
| 0.684 | 61 |

Tabel 9. Hasil Uji Reliabilitas *Severity*

| <i>Reliability Statistic</i> | |
|------------------------------|------------|
| Cronbach's Alpha | N of Items |
| 0.735 | 61 |

Hasil uji reliabilitas pada *likelihood* kecelakaan kerja menunjukkan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,684, yang melebihi batas minimum 0,60. Hasil perhitungan ini membuktikan bahwa seluruh pernyataan dalam kuesioner terkait *likelihood* dinyatakan reliabel. Sedangkan uji reliabilitas pada *severity* kecelakaan kerja menunjukkan nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,735, yang melebihi batas minimum 0,60. Hasil perhitungan ini membuktikan bahwa seluruh pernyataan dalam kuesioner terkait *severity* dinyatakan reliabel.

3.2. Identifikasi Bahaya

Berdasarkan observasi dan wawancara terhadap para pekerja, ditemukan berbagai potensi risiko dalam proses reparasi kapal di PT. XXXX. Risiko bahaya yang muncul pada proses reparasi kapal berasal dari 11 aktivitas kerja dengan total 61 sumber bahaya. Risiko tersebut tidak hanya terbatas pada cedera fisik, tetapi juga mencakup penyakit akibat kecelakaan kerja. Identifikasi bahaya dalam setiap aktivitas kerja disajikan dalam **Tabel 10.**

Identifikasi 61 sumber bahaya dalam 11 aktivitas kerja memberikan gambaran menyeluruh mengenai potensi risiko yang dapat mengancam keselamatan dan kesehatan pekerja. Temuan ini menjadi dasar dalam analisis risiko serta perumusan strategi pengendalian yang efektif untuk mengurangi kecelakaan kerja di PT. XXXX.

3.3. Penilaian Risiko

Penelitian ini menggunakan kuesioner sebagai instrumen penilaian risiko untuk mengidentifikasi serta menganalisis probabilitas terjadinya kecelakaan kerja atau *likelihood* dan tingkat

keparahannya atau *severity* pada berbagai aktivitas di PT. XXXX. Responden, yang terdiri dari tenaga kerja di perusahaan tersebut, memberikan penilaian terhadap setiap pernyataan dalam kuesioner dengan menggunakan skala Likert bernilai 1 hingga 5. Hasil penilaian risiko pada *likelihood* dan *severity* disajikan pada **Tabel 10**.

Berdasarkan hasil perhitungan *relative risk*, terdapat 11 aktivitas kerja dengan rincian 61 sumber bahaya yang terdiri dari 10 risiko bahaya sedang dan 51 risiko bahaya tinggi. Hasil dari penilaian ini dapat menjadi acuan dalam penentuan pengendalian bahaya yang dapat digunakan untuk menurunkan tingkat kecelakaan kerja pada seluruh proses reparasi kapal di perusahaan.

3.4. Pengendalian Bahaya

Penelitian di PT. XXXX mengidentifikasi berbagai potensi bahaya yang berisiko terhadap keselamatan dan kesehatan pekerja di lingkungan perusahaan. Risiko tersebut meliputi bahaya fisik, seperti paparan kebisingan dan kemungkinan

kecelakaan kerja, bahaya kimia akibat penggunaan zat beracun, serta faktor ergonomi dan psikososial yang dapat memengaruhi kesejahteraan serta kenyamanan tenaga kerja. Hasil pengendalian risiko yang diperoleh dari penelitian ini disajikan dalam **Tabel 10**.

Risiko bahaya yang terdiri dari 61 sumber bahaya dalam 11 aktivitas kerja di PT. XXXX, telah dibuat prosedur pengendalian mencakup eliminasi dan substitusi, rekayasa teknis, serta pengendalian administratif. Upaya ini meliputi pemasangan ventilasi, peredam kebisingan, modifikasi peralatan, penyusunan SOP, pelatihan keselamatan, serta pembatasan waktu kerja di area berisiko tinggi. Selain itu, penggunaan alat pelindung diri (APD) seperti helm, sarung tangan, dan masker diwajibkan sesuai dengan jenis bahaya yang dihadapi. Berikut ini adalah pemaparan hasil identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko dengan menggunakan metode HIRARC yaitu sebagai berikut:

Tabel 10. Identifikasi Bahaya, Penilaian Risiko, dan Pengendalian Risiko Pada Seluruh Aktivitas Kerja

| No. | Aktivitas Pekerjaan | Sumber Bahaya | Risiko | Nilai | | Risk Rating | Risk Level | Pengendalian Risiko | Hirarki Pengendalian |
|-----|-----------------------|-------------------------|----------------------------|-------|---|-------------|------------|---|----------------------------|
| | | | | L | S | | | | |
| B1 | Docking dan Undocking | Terjatuh dan Terpeleset | Cedera s/d luka berat | 4 | 4 | 16 | High | Memasang permukaan bertekstur atau anti-slip di area kerja yang rawan licin | Engineering Control |
| B2 | | Tersandung | Cedera s/d luka berat | 4 | 3 | 12 | Medium | Menetapkan SOP terkait tata letak dan penyimpanan alat selama pekerjaan berlangsung | Pengendalian Administratif |
| B3 | | Tersetrum | Cedera s/d Meninggal dunia | 4 | 4 | 16 | High | Memasang sistem pemutus arus otomatis (circuit breaker) untuk menghentikan aliran listrik saat terjadi gangguan | Engineering Control |
| B4 | | Tersangkut Tali | Cedera s/d Meninggal dunia | 4 | 4 | 16 | High | Menggunakan sistem mekanis atau hidrolis untuk mengurangi interaksi langsung pekerja dengan tali seling | Substitusi |
| B5 | | Penggunaan Airbag | Cedera s/d Meninggal dunia | 4 | 4 | 16 | High | Mewajibkan prosedur SOP yang jelas terkait penggunaan airbag dan | Pengendalian Administratif |

| No. | Aktivitas Pekerjaan | Sumber Bahaya | Risiko | Nilai | | Risk Rating | Risk Level | Pengendalian Risiko | Hirarki Pengendalian |
|-----|---------------------|--------------------------|----------------------------|-------|---|-------------|------------|---|----------------------------|
| | | | | L | S | | | | |
| | | | | | | | | memberikan pelatihan keselamatan kerja | |
| B6 | | Terjatuh dan Terpeleset | Cedera s/d Meninggal dunia | 3 | 3 | 9 | Medium | Memasang permukaan bertekstur atau anti-slip di area kerja yang rawan licin | Engineering Control |
| B7 | Inspeksi Kapal | Tersandung dan Tersetrum | Cedera s/d Meninggal dunia | 4 | 4 | 16 | High | Menetapkan SOP terkait tata letak dan penyimpanan alat selama pekerjaan berlangsung | Pengendalian Administratif |
| B8 | | Tertimpa Material | Cedera s/d Meninggal dunia | 4 | 4 | 16 | High | Menggunakan alat bantu angkat seperti crane atau hoist untuk memindahkan muatan atau material secara aman | Engineering Control |
| B9 | | Terpapar Pasir | Iritasi Saluran Pernafasan | 4 | 4 | 16 | High | Memasang sistem ventilasi atau dust collector untuk menyaring debu. | Engineering Control |
| B10 | | Tersandung | Cedera s/d Luka Berat | 4 | 4 | 16 | High | Menetapkan SOP terkait tata letak dan penyimpanan alat selama pekerjaan berlangsung | Pengendalian Administratif |
| B11 | Sandblasting | Kebisingan | Penurunan Pendengaran | 4 | 4 | 16 | High | Mewajibkan pekerja menggunakan earplug atau earmuff peredam suara di area bising | APD |
| B12 | | Terpeleset | Cedera s/d Luka Berat | 4 | 4 | 16 | High | Memasang permukaan bertekstur atau anti-slip di area kerja yang rawan licin. | Engineering Control |
| B13 | | Ledakan Kompresor | Cedera s/d Meninggal Dunia | 4 | 4 | 16 | High | Memasang katup pengaman tekanan pada kompresor untuk mencegah ledakan | Engineering Control |
| B14 | | Aktivitas di Malam Hari | Cedera | 4 | 4 | 16 | High | Memasang sistem pencahayaan tambahan di sekitar area kerja | Engineering Control |
| B15 | | Ketinggian | Cedera s/d Meninggal Dunia | 4 | 4 | 16 | High | Memasang permukaan bertekstur atau anti-slip di area kerja yang rawan | Engineering Control |

| No. | Aktivitas Pekerjaan | Sumber Bahaya | Risiko | Nilai | | Risk Rating | Risk Level | Pengendalian Risiko | Hirarki Pengendalian |
|-----|---------------------|-------------------------|-----------------------------|-------|---|-------------|------------|---|----------------------------|
| | | | | L | S | | | | |
| | | | | | | | | licin | |
| B16 | | Kelelahan | Cedera s/d Luka Berat | 4 | 4 | 16 | High | Menetapkan jadwal istirahat yang teratur | Pengendalian Adminidtratif |
| B17 | | Terjepit di Area Bottom | Cedera s/d Luka Berat | 4 | 5 | 20 | High | Menghindari pekerjaan di ruang terbatas jika memungkinkan dengan menggunakan teknikalternatif seperti sistem <i>sandblasting</i> otomatis | Eliminasi |
| B18 | | Terjatuh dan Terpeleset | Cedera s/d Meninggal Dunia | 4 | 4 | 16 | High | Memasang permukaan bertekstur atau anti-slip di area kerja yang rawan licin. | Engineering Control |
| B19 | | Percikan Api | Cedera s/d Luka Bakar Parah | 4 | 4 | 16 | High | Menggunakan helm las <i>auto-darkening</i> untuk perlindungan mata | APD |
| B20 | Pemotongan Pelat | Kebakaran | Cedera s/d Meninggal Dunia | 4 | 4 | 16 | High | Memasang detektor gas dan sistem pemantauan atmosfer | Engineering Control |
| B21 | | Tertimpa Material | Cedera s/d Meninggal Dunia | 4 | 4 | 16 | High | Menggunakan alat bantu angkat seperti <i>crane</i> atau <i>hoist</i> untuk memindahkan muatan atau material secara aman | Engineering Control |
| B22 | | Ketinggian | Cedera s/d Meninggal Dunia | 4 | 4 | 16 | High | Memasang permukaan bertekstur atau anti-slip di area kerja yang rawan licin | Engineering Control |
| B23 | | Kelelahan | Cedera s/d Meninggal Dunia | 4 | 4 | 16 | High | Menetapkan jadwal istirahat yang teratur | Pengendalian Administratif |
| B24 | | Paparan Zat Kimia | Penyakit Jangka Panjang | 4 | 4 | 16 | High | Memasang sistem ventilasi dan <i>exhaust fan</i> | Engineering Control |
| B25 | | Menghirup Cat | Gangguan Syaraf Pusat | 4 | 4 | 16 | High | Memasang sistem ventilasi dan <i>exhaust fan</i> | Engineering Control |
| B26 | Pengecatan | Kebakaran dan Ledakan | Cedera s/d Meninggal Dunia | 4 | 4 | 16 | High | Memasang detektor gas dan sistem pemantauan atmosfer | Engineering Control |

| No. | Aktivitas Pekerjaan | Sumber Bahaya | Risiko | Nilai | | Risk Rating | Risk Level | Pengendalian Risiko | Hirarki Pengendalian |
|-----|---------------------|---|-------------------------------|-------|---|-------------|------------|---|----------------------------|
| | | | | L | S | | | | |
| B27 | | Ketinggian | Cedera s/d Meninggal Dunia | 4 | 4 | 16 | High | Memasang permukaan bertekstur atau anti-slip di area kerja yang rawan licin | Engineering Control |
| B28 | | Kelelahan | Cedera s/d Meninggal Dunia | 4 | 4 | 16 | High | Menetapkan jadwal istirahat yang teratur | Pengendalian Administratif |
| B29 | | Terjepit | Cedera s/d Luka Berat | 4 | 4 | 16 | High | Menghindari pekerjaan di ruang terbatas jika memungkinkan dengan menggunakan teknik alternatif seperti sistem <i>scrapping</i> dari luar area <i>bottom</i> | Eliminasi |
| B30 | Scrapping | Serpihan Karang | Luka Terbuka s/d Cedera parah | 4 | 4 | 16 | High | Memasang pembatas atau pelindung mekanis | Engineering Control |
| B31 | | Terpeleset | Cedera s/d Luka Berat | 4 | 4 | 16 | High | Memasang permukaan bertekstur atau anti-slip di area kerja yang rawan licin. | Engineering Control |
| B32 | | Tersandung | Cedera s/d Luka berat | 4 | 4 | 16 | High | Menetapkan SOP terkait tata letak dan penyimpanan alat selama pekerjaan berlangsung | Pengendalian Administratif |
| B33 | | Aroma Tidak Sedap | Gangguan Pernafasan | 4 | 4 | 16 | High | Memasang sistem ventilasi atau <i>exhaust fan</i> | Engineering Control |
| B34 | | Paparan gas CO ₂ , LEL, dan H ₂ S | Gangguan Pernafasan | 3 | 3 | 9 | Medium | Memasang sistem ventilasi dan <i>exhaust fan</i> | Engineering Control |
| B35 | | Ledakan dan Kebakaran | Luka Bakar s/d Kematian | 4 | 4 | 16 | High | Memasang detektor gas dan sistem pemantauan atmosfer | Engineering Control |
| B36 | Pengecekan Tangki | Ketinggian | Cedera s/d Meninggal Dunia | 4 | 4 | 16 | High | Memasang permukaan bertekstur atau anti-slip di area kerja yang rawan licin | Engineering Control |
| B37 | | Zat Kima Beracun | Gangguan Pernafasan | 4 | 4 | 16 | High | Memasang sistem ventilasi dan <i>exhaust fan</i> | Engineering Control |
| B38 | | Aroma Tidak Sedap | Ketidaknyamanan | 4 | 3 | 12 | Medium | Memasang sistem ventilasi dan <i>exhaust fan</i> | Engineering Control |

| No. | Aktivitas Pekerjaan | Sumber Bahaya | Risiko | Nilai | | Risk Rating | Risk Level | Pengendalian Risiko | Hirarki Pengendalian |
|-----|------------------------------------|-------------------------|----------------------------|-------|---|-------------|------------|--|----------------------|
| | | | | L | S | | | | |
| B39 | | Serpihan Logam | Luka s/d Luka Berat | 4 | 4 | 16 | High | Memasang pembatas atau pelindung mekanis | Engineering Control |
| B40 | | Tersetrum | Cedera s/d Meninggal Dunia | 4 | 4 | 16 | High | Memasang sistem pemutus arus otomatis (<i>circuit breaker</i>) untuk menghentikan aliran listrik saat terjadi gangguan | Engineering Control |
| B41 | Pengelasan | Kebakaran | Cedera s/d Meninggal Dunia | 4 | 4 | 16 | High | Memasang detektor gas dan sistem pemantauan atmosfer | Engineering Control |
| B42 | | Gas Beracun dan Asap | Gangguan Pernafasan | 4 | 4 | 16 | High | Memasang sistem ventilasi dan <i>exhaust fan</i> | Engineering Control |
| B43 | | Sinar Radiasi | Radang Kornea | 4 | 3 | 12 | Medium | Menggunakan helm las <i>auto-darkening</i> untuk perlindungan mata | APD |
| B44 | | Percikan Api | Luka Bakar Ringan | 4 | 3 | 12 | Medium | Menggunakan helm las <i>auto-darkening</i> untuk perlindungan mata | APD |
| B45 | | Serpihan Benda Tajam | Luka s/d Cedera Berat | 4 | 4 | 16 | High | Memasang pembatas atau pelindung mekanis | Engineering Control |
| B46 | | Tertimpa Material | Cedera s/d Meninggal Dunia | 4 | 4 | 16 | High | Menggunakan alat bantu angkat seperti <i>crane</i> atau <i>hoist</i> untuk memindahkan muatan atau material secara aman | Engineering Control |
| B47 | Pemasangan dan Perbaikan Propeller | Ketinggian | Cedera s/d Meninggal Dunia | 4 | 4 | 16 | High | Memasang permukaan bertekstur atau anti-slip di area kerja yang rawan licin | Engineering Control |
| B48 | | Tersetrum dan Kosleting | Cedera s/d Luka Bakar | 3 | 4 | 12 | Medium | Memasang sistem pemutus arus otomatis (<i>circuit breaker</i>) untuk menghentikan aliran listrik saat terjadi gangguan | Engineering Control |
| B49 | | Zat Kimia Berbahaya | Gangguan Pernafasan | 3 | 4 | 12 | Medium | Memasang sistem ventilasi dan <i>exhaust fan</i> | Engineering Control |
| B50 | | Kebisingan | Gangguan Pendengaran | 4 | 4 | 16 | High | Mewajibkan pekerja menggunakan <i>earplug</i> atau <i> earmuff</i> peredam | APD |

| No. | Aktivitas Pekerjaan | Sumber Bahaya | Risiko | Nilai | | Risk Rating | Risk Level | Pengendalian Risiko | Hirarki Pengendalian |
|-----|---------------------|-------------------------------|----------------------------|-------|---|-------------|------------|---|----------------------------|
| | | | | L | S | | | | |
| | | | | | | | | suara di area bising | |
| B51 | | Kelelahan | Cedera s/d Luka Berat | 3 | 4 | 12 | Medium | Menetapkan jadwal istirahat yang teratur | Pengendalian Administratif |
| B52 | | Zat Kimia Beracun | Gangguan Pernafasan | 4 | 4 | 16 | High | Memasang sistem ventilasi dan exhaust fan | Engineering Control |
| B53 | | Kebakaran | Luka bakar s/d Kematian | 4 | 4 | 16 | High | Memasang detektor gas dan sistem pemantauan atmosfer | Engineering Control |
| B54 | Pembersihan Tangki | Paparan gas CO2, LEL, O2, H2S | Gangguan Pernafasan | 4 | 4 | 16 | High | Memasang sistem ventilasi dan exhaust fan | Engineering Control |
| B55 | | Ledakan | Luka bakar s/d Kematian | 4 | 4 | 16 | High | Memasang detektor gas dan sistem pemantauan atmosfer | Engineering Control |
| B56 | | Ketinggian | Cedera s/d Kematian | 4 | 4 | 16 | High | Memasang permukaan bertekstur atau anti-slip di area kerja yang rawan licin | Engineering Control |
| B57 | | Ketinggian | Cedera s/d Meninggal Dunia | 3 | 3 | 9 | Medium | Memasang permukaan bertekstur atau anti-slip di area kerja yang rawan licin | Engineering Control |
| B58 | Inspeksi Perlatan | Tersandung | Cedera s/d Meninggal Dunia | 4 | 4 | 16 | High | Menetapkan SOP terkait tata letak dan penyimpanan alat selama pekerjaan berlangsung | Pengendalian Administratif |
| B59 | | Tersetrum | Cedera s/d Meninggal Dunia | 4 | 4 | 16 | High | Memasang sistem pemutus arus otomatis (circuit breaker) untuk menghentikan aliran listrik saat terjadi gangguan | Engineering Control |
| B60 | | Terpeleset | Cedera s/d Meninggal Dunia | 3 | 4 | 12 | Medium | Memasang permukaan bertekstur atau anti-slip di area kerja yang rawan licin. | Engineering Control |
| B61 | | Tertimpa Material | Cedera s/d Meninggal Dunia | 4 | 4 | 16 | High | Menggunakan alat bantu angkat seperti crane untuk memindahkan muatan atau material secara aman | Engineering Control |

Pada **Tabel 8**, tercatat sebanyak 61 sumber bahaya yang berhasil diidentifikasi dalam proses perbaikan kapal di PT. XXXX. Setiap bahaya tersebut diberi kode mulai dari B1 hingga B61, yang merupakan hasil dari tahap awal identifikasi bahaya. Selanjutnya, dilakukan proses penilaian risiko melalui pendekatan kuantitatif dengan mengalikan nilai *likelihood* dan *severity* untuk masing-masing sumber bahaya. Hasil perhitungan ini digunakan untuk menentukan tingkat risiko dan menyusun strategi pengendalian yang paling tepat guna menurunkan potensi kecelakaan kerja yang mungkin terjadi.

Penyusunan strategi pengendalian menggunakan lima tingkatan dalam hierarki pengendalian risiko, yaitu eliminasi, substitusi, *engineering control* (pengendalian teknis), pengendalian administratif, dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Setiap sumber bahaya kemudian dianalisis untuk menentukan pendekatan pengendalian yang paling sesuai berdasarkan karakteristik dan tingkat risikonya. Dari lima hirarki tersebut, dipilih satu bentuk pengendalian yang menjadi prioritas untuk masing-masing bahaya. Pemilihan ini mempertimbangkan efektivitas pengendalian dalam menurunkan tingkat kecelakaan kerja, serta kelayakan implementasinya di lingkungan galangan kapal.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi 61 potensi sumber bahaya dari 11 aktivitas kerja dalam proses perbaikan kapal di PT. XXXX. Berdasarkan hasil penilaian risiko menggunakan metode HIRARC, ditemukan bahwa 51 aktivitas tergolong berisiko tinggi, sedangkan 10 lainnya berisiko sedang. Jenis bahaya yang terdeteksi meliputi risiko fisik, kimia, ergonomi, dan psikososial yang dapat berdampak pada keselamatan serta kesehatan pekerja.

Sebagai upaya mitigasi, strategi pengendalian risiko disusun berdasarkan hierarki pengendalian, mulai dari eliminasi dan substitusi, rekayasa teknis atau *engineering control*, pengendalian administratif, hingga penggunaan alat pelindung diri (APD). Langkah-langkah ini diharapkan dapat membantu pihak galangan dalam menurunkan tingkat kecelakaan kerja serta menciptakan lingkungan kerja yang lebih aman dan sehat bagi pekerja. Temuan ini memperkuat pentingnya evaluasi risiko secara menyeluruh dalam sektor perkapalan dan diharapkan mampu mendukung peningkatan sistem keselamatan kerja yang lebih efektif dan berkelanjutan di lingkungan galangan kapal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Sebagai penutup, penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. XXXX yang telah memberikan izin dan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pekerja yang telah berpartisipasi dalam pengisian kuesioner serta kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan dan masukan selama proses penelitian. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi peningkatan keselamatan dan kesehatan kerja di industri perkapalan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Benakka, L. Z. Gharbi, S. Bacroume, Z. Bejjaji, and M. Aouane, "The implementation of the occupational health and safety management system according to OHSAS 18001/2007 in a Moroccan telecommunication company," in *E3S Web of Conferences*, EDP Sciences, Feb. 2021. doi: 10.1051/e3sconf/202123400074.
- [2] D. Okumus *et al.*, "The impact of fatigue on shipyard welding workers' occupational health and safety and performance," *Ocean Engineering*, vol. 285, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.oceaneng.2023.115296.
- [3] 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 - Indonesian Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 4, no. 2, p. 198, Jun. 2023, doi: 10.22441/ijiem.v4i2.20398.
- [4] J. Park, H. Kim, J. Yoon, H. Kim, C. Park, and D. Hong, "Development of an ultrasound technology-based indoor-location monitoring service system for worker safety in shipbuilding and offshore industry," *Processes*, vol. 9, no. 2, pp. 1–16, Feb. 2021, doi: 10.3390/pr9020304.
- [5] S. A. Gunbeyaz *et al.*, "Workers' exposure to dust and potentially toxic elements during steel cutting in two ship dismantling cases," *Ocean Engineering*, vol. 270, Feb. 2023, doi: 10.1016/j.oceaneng.2023.113628.
- [6] M. López *et al.*, "Size-resolved chemical composition and toxicity of particles released from refit operations in shipyards," *Science of the Total Environment*, vol. 880,

- Jul. 2023, doi:
10.1016/j.scitotenv.2023.163072.
- [7] A. Gonçalves, A. Dutra, and C. C. Mussi, “Occupational risks and health and safety management strategies in the port sector: A systematic literature review,” Apr. 01, 2025, *Elsevier B.V.* doi: 10.1016/j.ssci.2024.106767.
- [8] A. Prastowo, *Menguasai Teknik-teknik Koleksi Data Penelitian Kualitatif*. Jogjakarta: DIVA Press, 2010.
- [9] J. W. Creswell, “Pendekatan Metode Kualitatif, Kuantitatif dan Campuran,” 2017.
- [10] R. Agustina, Yuniaristanto, and W. Sutopo, “Factors Influencing Electric Motorcycle Adoption in Indonesia: Comprehensive Psychological, Situational, and Contextual Perspectives,” *World Electric Vehicle Journal*, vol. 16, no. 2, Feb. 2025, doi: 10.3390/wevj16020106.
- [11] L. Davis, “Instrument review: Getting the most form a panel of experts. Applied Nursing Research,” vol. 5(4), pp. 194–197, 1992.
- [12] D. Polit, C. Beck, and S. Owen, . “Is the CVI an acceptable indicator of content validity? Appraisal and recommendations. Research in Nursing and Health,” vol. 30(4), pp. 459–467, 2007.
- [13] M. Lynn, “Determination and qualification of content validity. Nursing Research,” vol. 35(6), pp. 382–385, 1986.
- [14] Dwi Iryaning Handayani, “TEKNIK MITIGASI DAN STRATEGI MENCAPAI ZERO WORK ACCIDENT,” Malang, 2017.