

Prioritas Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Tahap *Assembly* Pembangunan Kapal Menggunakan *Metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)*

Hery Indria Dwi Puspita¹, Mohammad Farezi Rachmadani², Gandu Eko Julianto Suyoso³

¹Teknik Konstruksi Perkapalan, Universitas Jember, heryindria.teknik@unej.ac.id

²Teknik Konstruksi Perkapalan, Universitas Jember, yrezy14@gmail.com

³Manajemen Informasi Kesehatan, Politeknik Negeri Jember, gandu.eko.js@polije.ac.id

ABSTRAK

Proses pembangunan kapal terdiri dari tahapan kerja *fabrication*, *assembly*, dan *erection*. Tahap *assembly* mencakup kegiatan meliputi proses *fit-up*, pengelasan, dan penghalusan hasil las. Masing-masing kegiatan tersebut memiliki risiko bagi keselamatan dan kesehatan pekerja di galangan kapal. Penelitian ini bertujuan menganalisis risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dalam proses pembangunan kapal di PT. XYZ, dengan fokus utama pada tahap *assembly* menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Pengumpulan data dukung dilakukan melalui wawancara pada penanggung jawab proyek yang terlibat langsung dalam seluruh kegiatan *assembly* serta observasi pada area kerja dan pekerjaannya. Penilaian risiko dilakukan dengan mengevaluasi tiga parameter utama yaitu *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*, yang dihitung untuk mengetahui nilai *Risk Priority Number (RPN)*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Sebanyak 14 potensi risiko kecelakaan kerja pada 5 aktivitas pekerjaan berhasil diidentifikasi pada tahap *assembly*. Risiko pada tahap *assembly* didominasi oleh kategori risiko sedang. Risiko paling kritis yang teridentifikasi adalah gangguan pendengaran atau ketulian akibat kebisingan mesin gerinda pada proses *grinding* atau penghalusan hasil las, dengan nilai *RPN* sebesar 216. Selain itu, bahaya luka bakar listrik akibat kabel las yang terkelupas serta luka bakar dari percikan las masing-masing mencatat nilai *RPN* sebesar 210, yang juga tergolong dalam kategori risiko sedang. Upaya pengendalian risiko yang disarankan yaitu dengan mengoptimalkan pengendalian administratif melalui pelaksanaan *toolbox meeting* rutin guna memberikan pemahaman kepada pekerja mengenai bahaya kerusakan pendengaran permanen, disertai kewajiban penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) lengkap meliputi *ear plug* atau *earmuff*, *wearpack*, *helm safety*, *sepatu safety*, serta. Rekomendasi ini bertujuan meminimalkan angka kecelakaan kerja dan meningkatkan sistem manajemen K3 di PT. XYZ.

Kata kunci: keselamatan dan kesehatan kerja, tahap *assembly*, *fmea*, *risk priority number*, alat pelindung diri

ABSTRACT

Shipbuilding consists of three main stages: *fabrication*, *assembly*, and *erection*. The *assembly* stage involves *fit-up*, *welding*, and *weld grinding (finishing)*, each of which poses occupational safety and health risks to shipyard workers. This study aimed to analyze Occupational Safety and Health (OSH) risks in the shipbuilding process at PT XYZ, with a primary focus on the *assembly* stage using the *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)* method. Supporting data were collected through interviews with the project supervisor directly involved in all *assembly* activities, as well as field observations of the work environment and workers. Risk assessment was conducted by evaluating three key parameters—*Severity*, *Occurrence*, and *Detection*—to calculate the *Risk Priority Number (RPN)* for each identified hazard. The results identified 14 potential occupational hazards across five *assembly* work activities. The *assembly* stage was predominantly characterized by moderate-risk hazards. The most critical risk identified was noise-induced hearing loss caused by grinding machine noise during the weld grinding process, with an *RPN* of 216. In addition, electrical burns resulting from damaged welding cables and thermal burns caused by welding spatter each recorded an *RPN* of 210, both of which were also classified as moderate-risk hazards. The recommended risk control measures include strengthening administrative controls through regular *toolbox meetings* to enhance workers' awareness of the hazards associated with permanent hearing loss, accompanied by mandatory use of appropriate personal protective equipment (PPE), including earplugs or earmuffs, coveralls, safety helmets, and safety footwear. These recommendations are expected to minimize occupational accidents and improve the Occupational Safety and Health Management System (OSHMS) at PT XYZ.

Keywords: occupational health and safety, *assembly* stage, *fmea*, *risk priority number*, personal protective equipment

*Correspondence Author: Hery Indria Dwi Puspita, Teknik Konstruksi Perkapalan, Universitas Jember, heryindria.teknik@unej.ac.id, 085646206029

I. PENDAHULUAN

Galangan kapal merupakan salah satu sektor industri strategis yang memiliki peran penting sebagai penggerak ekonomi dan penyedia lapangan kerja bagi masyarakat luas.¹ Dalam proses pembangunan kapal, terdapat berbagai tahapan kerja yang mengandung tingkat bahaya tinggi, seperti pengelasan di ketinggian, pemotongan logam berat, penggunaan bahan kimia berbahaya, dan pengoperasian alat berat.² Walaupun segala risiko berbahaya bagi pekerja harus dikontrol sebelum memulai pekerjaan guna mencegah cedera atau kematian, faktanya masih terdapat celah dalam penerapan sistem keselamatan kerja di lingkungan galangan kapal.³

Data Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan periode Januari hingga Agustus 2024 mencatat sebanyak 278.564 kasus kecelakaan kerja di Indonesia, di mana 91,86 persen di antaranya merupakan peserta penerima upah yang bekerja di sektor industri, termasuk industri perkapalan.⁴ Tingginya angka tersebut menunjukkan bahwa penerapan sistem Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di tempat kerja masih perlu mendapat perhatian serius dari berbagai pihak.⁵ Oleh karena itu, galangan kapal perlu menekankan pentingnya manajemen risiko K3 yang terstruktur guna menjaga kesejahteraan dan keselamatan para pekerja.

Tahap *assembly* dalam pembangunan kapal merupakan salah satu tahapan yang memiliki tingkat risiko kecelakaan kerja cukup tinggi dibandingkan tahapan lainnya, karena melibatkan proses penyambungan komponen-komponen hasil sub *assembly* menjadi blok-blok yang lebih besar melalui aktivitas fit-up, pengelasan, dan penghalusan hasil las menggunakan mesin gerinda.⁶ Setiap aktivitas tersebut mengandung potensi bahaya yang signifikan, mulai dari bahaya fisik akibat percikan api dan kebisingan mesin gerinda, bahaya kimia berupa paparan asap las atau fume, bahaya ergonomi akibat postur kerja yang tidak sesuai, hingga bahaya kelistrikan dari kabel las yang rusak atau terkelupas.^{7,8} Berbagai potensi bahaya yang ada pada tahap *assembly*

memerlukan pendekatan analisis risiko yang terstruktur dan sistematis, salah satunya melalui penerapan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).⁹ Metode FMEA merupakan pendekatan yang mampu mengidentifikasi akar penyebab kegagalan atau kecacatan dalam proses produksi dengan menilai tiga parameter utama yaitu Severity, Occurrence, dan Detection, yang kemudian dikalikan untuk menghasilkan nilai Risk Priority Number (RPN) sebagai dasar penentuan prioritas pengendalian risiko.^{10,11} Penerapan metode FMEA pada tahap *assembly* dinilai tepat karena mampu memetakan seluruh potensi kegagalan secara menyeluruh sehingga upaya pengendalian risiko K3 dapat dilakukan secara lebih terarah, efektif, dan sesuai dengan hierarki pengendalian risiko yang berlaku.¹² Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, menilai, dan menyusun rekomendasi pengendalian risiko K3 pada tahap *assembly* pembangunan kapal di PT. XYZ menggunakan metode FMEA, sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam peningkatan sistem manajemen K3 perusahaan.

II. METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan di PT. XYZ, sebuah perusahaan galangan kapal yang berlokasi di Indonesia, pada periode September 2025 hingga Januari 2026. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan menerapkan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) sebagai alat utama dalam menganalisis risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada tahap *assembly* pembangunan kapal. Fokus penelitian dibatasi pada bahaya fisik, bahaya mekanik, bahaya kimia, bahaya ergonomi, dan bahaya kelistrikan yang terjadi selama proses *assembly* berlangsung.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui dua metode utama yaitu observasi langsung dan wawancara. Observasi dilaksanakan dengan mengamati secara langsung kondisi nyata di lapangan pada tahap *assembly*, sehingga peneliti dapat melihat sendiri potensi

bahaya atau risiko yang mungkin terjadi selama proses fit-up, pengelasan, dan penghalusan hasil las.

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung melalui observasi lapangan dan wawancara, yang mencakup berbagai jenis risiko yang umum terjadi pada tahap *assembly*, tingkat keparahan, serta tingkat kemungkinan terjadinya risiko tersebut. Wawancara dilakukan dengan mengajukan pertanyaan kepada penanggung jawab proyek yang terlibat langsung dalam seluruh kegiatan *assembly*. Hal ini dilakukan karena penanggung jawab proyek memiliki pemahaman menyeluruh mengenai alur kerja, potensi bahaya, serta histori insiden di lapangan, guna memperoleh informasi serta pengalaman terkait kondisi keselamatan kerja secara mendalam dan objektif. Data sekunder diperoleh dari studi literatur berupa buku, jurnal ilmiah tentang manajemen risiko K3, serta peraturan pemerintah terkait K3 seperti standar AS/NZS 4360:2004 dan OHSAS 18001 yang memiliki kesamaan objek dengan penelitian ini.

Tabel 1. *Rating* Penilaian^{14,15}

Rating	Keterangan
Severity	
1-2	Tidak ada persyaratan hukum; Cedera kecil (pengaruh buruk yang dapat diabaikan); Gangguan kecil; Kerugian materi kecil.
3-4	Cedera ringan; Memerlukan perawatan P3K (langsung dapat ditangani di lokasi kejadian); Kerugian materi sedang.
5-6	Cedera sedang; Hilangnya hari kerja; Memerlukan perawatan medis; Kerugian materi cukup besar.
7-8	Cedera berat; Cacat mengakibatkan cacat atau hilang fungsi tubuh secara total; Kerugian materi besar.
9-10	Kematian; Kerugian materi yang sangat besar.
Occurrence	
1-2	Jarang terjadi: Hanya dapat terjadi pada keadaan tertentu; terdapat ≥ 1 kejadian dalam setahun atau lebih.
3-4	Kecil kemungkinan terjadi: Mungkin terjadi sewaktu-waktu; terdapat ≥ 1 kejadian dalam setiap bulan.
5-6	Mungkin dapat terjadi: Dapat terjadi sewaktu-waktu; terdapat ≥ 1 kejadian dalam setiap minggu

Rating	Keterangan
7-8	Cenderung terjadi: Sangat mungkin terjadi pada semua keadaan; terdapat ≥ 1 kejadian dalam setiap hari.
9-10	Hampir pasti akan terjadi: Terjadi hampir pada semua keadaan; terdapat ≥ 1 kejadian dalam setiap shift
Detection	
1-2	Sangat Mudah (sistem kontrol yang ada dapat dengan mudah mengenali bentuk kegagalan dan penyebabnya)
3-4	Mudah (sistem kontrol masih bisa mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan, meskipun kemampuannya terbatas)
5-6	Sedang (alat kontrol yang digunakan sekarang mengalami kesulitan cukup besar dalam mengenali bentuk dan penyebab kegagalan)
7-8	Sulit (alat kontrol yang tersedia saat ini hampir tidak mampu mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan)
9-10	Sangat Sulit (belum ada alat kontrol yang dapat mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan ini)

Analisis data dilakukan menggunakan metode FMEA dengan tahapan sebagai berikut. Pertama, dilakukan identifikasi potensi bahaya dan risiko kecelakaan kerja pada setiap aktivitas di tahap *assembly*. Kedua, dilakukan penilaian risiko dengan menghitung nilai Risk Priority Number (RPN) menggunakan rumus $RPN = S \times O \times D$, di mana S adalah Severity, O adalah Occurrence, dan D adalah Detection, masing-masing dinilai menggunakan skala 1 hingga 10.¹³ Nilla S, O, dan D dipilih dari tabel 1 dan justifikasinya berdasarkan hasil observasi dan wawancara. Ketiga, hasil nilai RPN dikelompokkan ke dalam tiga kategori kekritisan berdasarkan rentang nilai, yaitu kategori tinggi dengan nilai RPN 277–1000, kategori sedang dengan nilai RPN 93–276, dan kategori rendah dengan nilai RPN 1–92. Keempat, berdasarkan hasil penilaian tersebut, disusun rekomendasi pengendalian risiko mengacu pada hierarki pengendalian risiko yang mencakup eliminasi, substitusi, rekayasa teknis, pengendalian administratif, dan penggunaan Alat Pelindung Diri (APD). Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel identifikasi bahaya dan tabel penilaian

risiko berupa form FMEA agar lebih terstruktur dan mudah dipahami.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis risiko pada Tahap *Assembly*

Tahap *assembly* merupakan salah satu tahapan produksi yang memiliki potensi risiko cukup tinggi, baik dari segi keselamatan kerja maupun kualitas hasil produksi. Berdasarkan hasil identifikasi yang dilakukan pada seluruh

aktivitas kerja di tahap *assembly*, diperoleh beberapa potensi kegagalan (*failure mode*) beserta dampaknya (*failure effect*). Dari hasil identifikasi tersebut, dipilih tiga risiko dengan tingkat keparahan dan frekuensi tertinggi untuk dianalisis lebih lanjut, yaitu pada aktivitas proses grinding, proses pengelasan untuk *fit up*, dan proses *fit up*. Hasil identifikasi risiko pada ketiga aktivitas tersebut disajikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Identifikasi Risiko

Aktivitas Kerja	Risiko/ <i>Failure Mode</i>	<i>Cause of Failure</i>	<i>Failure Effect</i>
Proses <i>Fit up</i>	<i>Strain</i> /cedera otot saat mengangkat plat	Tidak ada alat bantu angkat	Nyeri punggung/pinggang
	Tersandung material saat <i>Fit up</i>	Area kerja kurang rapi dengan material berserakan di lantai	Memar, lecet, dan luka gores pada tangan, lutut, atau siku
Persiapan peralatan pengelasan untuk <i>Fit up</i>	Terpeleset/Tersandung saat pengelasan	Area kerja kurang rapi dengan material berserakan di lantai	Memar, lecet, dan luka gores pada tangan, lutut, atau siku
	Plat jatuh menimpa kaki/tubuh	Area kerja kurang rapi dengan material berserakan	Memar, luka gores
	Tersandung	Kabel atau selang <i>blender</i> yang berserakan	Memar, Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki
Proses pengelasan untuk <i>Fit up</i>	Luka bakar dari percikan las	Percikan Api	Luka bakar kulit
	Keracunan	Asap pengelasan atau <i>fume</i>	Sesak napas akut
	Cedera otot punggung	Posisi jongkok/membungkuk terlalu lama	Nyeri punggung/lutut, Cedera otot
	Melepuh	kabel terkelupas	Luka bakar
	Paparan radiasi	Sinar ultraviolet (UV)	Mata merah dan berair terus-menerus
Persiapan peralatan gerinda untuk penghalusan hasil las	Terpeleset/Tersandung oleh material	Area kerja kurang rapi dengan material berserakan di lantai	Memar, lecet, dan luka gores pada tangan, lutut, atau siku
	Tersandung	Kabel atau selang <i>blender</i> yang berserakan	Memar, Keseleo ringan pergelangan tangan/kaki
Proses <i>Grinding</i> / penghalusan hasil las	Gangguan pendengaran/ketuliaan	Kebisingan	Gangguan pendengaran sementara
	Cedera otot punggung	Posisi jongkok/membungkuk terlalu lama	Nyeri punggung/lutut, Cedera otot

Setelah dilakukan identifikasi terhadap failure mode dan failure effect pada masing-masing aktivitas kerja di tahap *assembly*, langkah selanjutnya adalah melakukan penilaian risiko menggunakan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dengan menghitung nilai

Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D) untuk memperoleh nilai Risk Priority Number (RPN). Semakin tinggi nilai RPN, maka semakin tinggi pula prioritas penanganan risiko tersebut. Hasil penilaian risiko pada tahap *assembly* disajikan pada Tabel 5 berikut.

Table 5. Penilaian Risiko

Aktivitas Kerja	Failure Mode	S	O	D	RPN
Proses <i>Fit up</i>	<i>Strain</i> /cedera otot saat mengangkat plat	1	10	7	70
	Tersandung Material Ketika <i>Fit Up</i>	3	7	6	126
Persiapan peralatan pengelasan untuk <i>Fit up</i>	Terpeleset/Tersandung saat pengelasan	3	7	6	126
	Plat jatuh menimpa kaki/tubuh	4	5	6	120
	Tersandung	3	7	6	126
Proses Pengelasan Untuk <i>Fit Up</i>	Luka Bakar Dari Percikan Las	5	7	6	210
	Keracunan	4	5	6	120
	Cedera otot punggung	1	10	7	70
	Melepuh	5	7	6	210
	Paparan radiasi	3	9	4	108
Persiapan peralatan gerinda untuk penghalusan hasil las	Terpeleset/Tersandung oleh material	3	7	6	126
	Tersandung	3	7	6	126
Proses Grinding	Gangguan Pendengaran	6	9	4	216
	Cedera otot punggung	1	9	4	36

Berdasarkan hasil penilaian risiko pada Tabel 5, aktivitas proses *grinding* mendapatkan nilai *severity* sebesar 6. Nilai ini diberikan karena aktivitas tersebut menimbulkan risiko gangguan pendengaran akibat kebisingan yang ditimbulkan oleh mesin gerinda, yang dapat menyebabkan gangguan pendengaran sementara pada pekerja. Nilai *occurrence* pada aktivitas ini sebesar 9, karena aktivitas *grinding* dilakukan secara rutin dalam setiap shift kerja. Sementara itu, nilai *detection* sebesar 4 diberikan karena pencegahan terhadap risiko ini masih bergantung pada kewaspadaan dan kedisiplinan pekerja dalam menggunakan alat pelindung diri (APD), tanpa adanya sistem deteksi atau kontrol khusus dari perusahaan.

Pada aktivitas proses pengelasan untuk *fit up*, diperoleh nilai *severity* sebesar 5. Nilai ini diberikan karena aktivitas tersebut berisiko menimbulkan luka bakar akibat percikan api dari proses pengelasan, yang dapat mengenai kulit pekerja. Nilai *occurrence* pada aktivitas ini sebesar 7, karena pengelasan untuk *fit up* dilakukan dengan frekuensi cukup tinggi, yaitu setiap dua hari sekali bahkan lebih. Adapun nilai *detection* sebesar 6 diberikan karena pengawasan

terhadap aktivitas ini hanya dilakukan melalui inspeksi singkat oleh pihak pengawas, sehingga potensi risiko tidak selalu dapat terdeteksi secara menyeluruh.

Pada aktivitas proses *fit up*, nilai *severity* yang diperoleh sebesar 3. Nilai ini diberikan karena aktivitas tersebut berisiko menyebabkan pekerja tersandung material yang berserakan akibat area kerja yang tidak tertata dengan rapi, yang dapat menimbulkan dampak berupa memar, lecet, dan luka gores. Nilai *occurrence* pada aktivitas ini sebesar 7, karena aktivitas *fit up* juga dilakukan dengan frekuensi tinggi, yaitu setiap dua hari sekali bahkan lebih. Sementara itu, nilai *detection* sebesar 6 diberikan karena, sama seperti pada aktivitas pengelasan, pengawasan terhadap kondisi area kerja hanya dilakukan melalui inspeksi singkat oleh pihak pengawas.

Berdasarkan hasil analisis pada ketiga aktivitas di tahap *assembly*, pengendalian yang dapat diterapkan terdiri dari dua jenis utama, yaitu pengendalian administratif dan penggunaan alat pelindung diri (APD). Pada aktivitas proses *grinding*, pengendalian dilakukan melalui *toolbox meeting* terkait bahaya kebisingan serta penggunaan APD lengkap dengan tambahan *ear*

plug atau *earmuff* untuk melindungi pendengaran pekerja. *Toolbox meeting* rutin yang spesifik pada risiko bising, seyogyanya disertai demonstrasi pemasangan HPD, pelatihan individual, dan pengawasan pemakaian konsisten.^{16,17} *Ear muff* atau *ear plug* dapat mengurangi paparan bising, tetapi efektivitas juga dipengaruhi oleh kecocokan, kenyamanan, serta pemakaian penuh selama paparan. Fit-testing individual menaikkan proporsi pekerja yang mencapai target atenuasi penggunaan alat pelindung pendengaran dari 71% menjadi 91%.¹⁷ Lebih lanjut, sebagai kesatuan dari program maka perlu juga adanya pemeriksaan audiometri berkala untuk mendeteksi adanya hearing loss pada pekerja.¹⁸ Terkait aktivitas proses pengelasan untuk fit up, upaya pengendalian dapat dilakukan yaitu melalui inspeksi sarung tangan sebelum bekerja dan penerapan sistem *Work permit*, disertai penggunaan APD lengkap termasuk sarung tangan. *Work permit* harus dilihat sebagai bagian dari suatu program K3 yang dalam melalui pengaturan dan pengawasan untuk meningkatkan kepatuhan penggunaan APD yang ujungnya dapat menurunkan cedera pengelasan, termasuk cedera akibat panas, percikan, dan api.^{19,20} Sementara itu, pada aktivitas proses fit up, pengendalian dilakukan melalui *housekeeping checklist* sebelum dan sesudah shift kerja serta penerapan *Permit to Work*, yang didukung dengan penggunaan APD lengkap untuk mengurangi risiko tersandung material di area kerja. *Housekeeping* yang baik secara langsung menargetkan penyebab utama tersandung, yaitu material berserakan, aisle terhalang, kabel, dan penyimpanan yang buruk.²¹ Sedangkan *checklist* sangat relevan dipakai untuk mengukur kepatuhan *housekeeping* secara sistematis, menetapkan standar yang jelas, dan mendorong perbaikan rutin, bukan pembersihan sesekali saja.

Secara keseluruhan, kombinasi pengendalian administratif dan APD pada ketiga aktivitas tersebut diharapkan dapat menurunkan tingkat risiko (RPN) dan mencegah terjadinya kecelakaan kerja di tahap *assembly*.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil mengungkapkan bahwa pada tahap *assembly* pembangunan kapal di PT. XYZ, terdapat berbagai potensi bahaya yang signifikan pada tiga aktivitas utama, yaitu proses *grinding*, proses pengalasan untuk *fit up*, dan proses *fit up*. Hasil penilaian risiko menunjukkan bahwa proses *grinding* memperoleh nilai RPN tertinggi sebesar 216, yang dikategorikan sebagai risiko sedang akibat adanya gangguan pendengaran yang ditimbulkan oleh kebisingan mesin gerinda. Proses pengalasan untuk *fit up* memperoleh nilai RPN sebesar 210, juga termasuk kategori risiko sedang karena adanya potensi luka bakar akibat percikan api las. Sementara itu, proses *fit up* memperoleh nilai RPN sebesar 126 yang termasuk kategori risiko sedang, dengan potensi bahaya berupa terjepit atau tertimpa material saat proses berlangsung.

Berdasarkan kesimpulan di atas, perusahaan disarankan untuk segera mengimplementasikan rekomendasi pengendalian risiko berdasarkan hasil analisis FMEA, terutama melalui pelaksanaan *toolbox meeting* secara rutin serta penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) seperti *ear plug*, *ear muff*, kaca mata las, dan sarung tangan secara konsisten oleh seluruh pekerja. Selain itu, diperlukan pengendalian teknis jangka panjang guna meminimalkan ketergantungan pada faktor kedisiplinan individu pekerja. Bagi penelitian selanjutnya, disarankan untuk memperluas ruang lingkup pada seluruh tahap pembangunan kapal serta mempertimbangkan penggunaan metode analisis risiko lain yang dapat melengkapi metode FMEA demi hasil yang lebih komprehensif.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. XYZ atas izin dan kesempatan yang diberikan untuk melakukan penelitian ini, serta kepada seluruh staf dan karyawan yang telah membantu dalam pemberian data dan informasi.

REFERENSI

1. Sulita I, Rasyid A, Fauziah N, Wahyudi A. Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja

- Produksi Kapal di Galangan Kapal PT Palindo Marine Batam. *J Pengabdian Kpd Masy.* 2025;1(1):63–9.
2. Nanda Dwi Wuryaningrum. Tantangan Manajemen Pembangunan Kapal Di Indonesia. *INOVTEK Polbeng.* 2025;15(2):101–12. doi:10.35314/v00wbp34
 3. Setiono D, Fairussihan J. 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). *J Inov dan Teknol Kelaut.* 2023;4(1):2721–2124.
 4. Kementerian Ketenagakerjaan. Satu Data Kemnaker [Internet]. 2024 [cited 2024 May 29]. Kasus Kecelakaan Kerja, Agustus Tahun 2024. Available from: <https://satudata.kemnaker.go.id/data/kumpulan-data/1965>
 5. Syifa Fajar Maulani, Ma'ruf, Pinti Pitriyani, Fathiyyah Salsabila, Atina Alifah, Maudyna Puteri Izzaty, et al. Studi Kelayakan Fasilitas dan Implementasi Prosedur Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Industri Galangan Kapal. *J Teknol dan Manaj Ind Terap.* 2025;4(2):405–12. doi:10.55826/jtmit.v4i2.667
 6. Permana C, Basuki M, Pranatal E. Analisa Risiko Operasional Proses Bangunan Kapal Baru (Studi Kasus Pembangunan Kapal LPD 124 M Di PT. Pal Indonesia (Persero)). *Semin Nas Sains dan Teknol Terap IV 2018 ITATS.* 2018;VI:149–56.
 7. Arianto T, Basuki M, Fariya S. Analisa Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Pekerjaan Bangunan Baru Kapal Tanker 17. 500 Dwt Di PT. Lmi Pada Proses Erection dan Outfitting. *Semin Nas Sains dan Teknol Terap V 2017.* 2017;D71–6.
 8. Hanif YR, Basuki M. Penilaian Risiko K3 pada Proses Pembangunan Kapal Bantu Rumah Sakit (BRS) menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Matrik Risiko. *J Sumberd Bumi Berkelanjutan.* 2022;1(1):280–8. doi:10.31284/j.semitan.2022.3219
 9. Penangsang YTP, Basuki M. Mitigasi Risiko Operasional Pembangunan Kapal Baru di Galangan Kapal Surabaya Menggunakan Metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) dan BTA (Bowtie Analysis). *Semin Nas Teknol Ind Berkelanjutan IV.* 2024;(Senastitan IV):1–8.
 10. Agustiani S, Sipahutar M, Noeryanto. Identifikasi Bahaya dan Risiko Terhadap Pekerjaan Welding pada Bottom Kapal Tongkang Di PT. Meranti Nusa Bahari. *KESELAMATAN, Kesehat KERJA DAN LINDUNGAN Lingkung.* 2025;11(1).
 11. Anugrah M E. Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) pada PT. Sermani Steel Corporation. *Manufaktur Publ Sub Rumpun Ilmu Keteknikan Ind.* 2024;2(3):153–60. doi:10.61132/manufaktur.v2i3.511
 12. Tri Wibowo, Novi Purnama Sari, HB Rudi Kusumantoro. Analisis Risiko Kegagalan Menggunakan Metode FMEA pada Mesin Cetak Digital UV di PT XYZ. *Jural Ris Rumpun Ilmu Tek.* 2025;4(2):173–84. doi:10.55606/jurritek.v4i2.5524
 13. Mu'adzah M, Firmansyah NA. Analisis Enterprise Risk Management Menggunakan FMEA pada PT XYZ. *Teknoin.* 2020;26(2):154–64. doi:10.20885/teknoin.vol26.iss2.art6
 14. Wardhani, S. IDENTIFIKASI DAN ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA PADA PROSES PENGOLAHAN SANTAN MENGGUNAKAN METODE FMEA, RCA DAN TOPSIS (STUDI KASUS: PT. XYZ) - Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Repository
 15. Wijaya A, Panjaitan TWS, Palit HC. Evaluasi Kesehatan dan Keselamatan Kerja dengan Metode HIRARC pada PT. Charoen Pokphand Indonesia. *Jurnal Titra [Internet].* 2015 Jan 19;3(1):29–34. Available from: <https://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-industri/article/view/2979>
 16. Themann CL, Masterson EA, Peterson JA, Murphy WJ. Preventing Occupational Hearing Loss: 50 Years of Research and Recommendations from the National Institute for Occupational Safety and Health. *Seminars in Hearing [Internet].* 2023 Aug 3;44(04):351–93.
 17. Hayes ME, Hammond S, Montgomery AP, Stephenson L. Improving Hearing Protection Device Noise Attenuation Through Fit-Testing in an Occupational Health Clinic. *Workplace health & safety [Internet].* 2022 Apr;70(4):196–204.
 18. Chen KT, Su SB. A review of occupational noise-induced hearing loss: focus on mechanisms and preventive measures. *British Medical Bulletin [Internet].* 2025 Sept 22;156(1).
 19. Magoha L, Nyanza EC, Asori M, Deborah S.K. Thomas. Informal welders' occupational safety and environmental health risks in northwestern Tanzania. *PLOS global public health [Internet].* 2024 Feb 28;4(2):e0002923–3.
 20. Kartika W, Maharani YN, Johan N, Cahyadi TA, Prastitho W. Implementasi Sistem Manajemen Hot Work ke dalam Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik.* 2024 Mar 1;3(1):84–96.
 21. Okechukwu Agwu M, Ajayi SO. Good Housekeeping - A Panacea for Slips, Trips & Falls Accident in the NLNG Project, Bonny. *International Journal of Business Administration [Internet].* 2025 [cited 2026 July 6];5(4):12.