P-ISSN: 2716-2656, E-ISSN: 2985-9638
JOURNAL MARINE INSIDE
VOLUME 8, ISSUE 2, DECEMBER 2026
https://ejournal.poltekpel-banten.ac.id/index.php/ejmi/

JENIS ARTIKEL: ARTIKEL PENELITIAN

Analisis prioritas risiko kegagalan alat pelindung diri di kamar mesin KM Dharma Kencana IX menggunakan FMEA

Winnova Ilman Nugraha, Febria Surjaman, Pramudyasari Nur Bintari

Program Studi Diploma III Permesinan Kapal, Politeknik Pelayaran Banten
E-mail: * winnovailmannugh@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini mengidentifikasi prioritas risiko kegagalan alat pelindung diri (APD) di kamar mesin KM Dharma Kencana IX menggunakan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Data diperoleh dari observasi kondisi APD selama periode Juli 2025–Juli 2026, dokumentasi, wawancara dan kuesioner terhadap tiga narasumber. Risk Priority Number (RPN) dihitung sebagai hasil kali severity, occurrence, dan detection untuk setiap faktor kegagalan. Jumlah RPN tiga faktor pada masing-masing kelompok APD adalah 671 untuk safety shoes, 450 untuk wearpack, dan 258 untuk sarung tangan. Skala penilaian lengkap dan metode agregasi jawaban tiga penilai belum didokumentasikan. Hasil merupakan dasar prioritas inspeksi dan penggantian APD, bukan pengukuran probabilitas keandalan atau bukti penurunan kecelakaan dan biaya.

Kata Kunci: FMEA, keandalan alat, alat pelindung diri, kamar mesin.

ABSTRACT

This study identifies personal protective equipment (PPE) failure-risk priorities in the engine room of KM Dharma Kencana IX using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Evidence comprised observations during July 2025–July 2026, documentation, interviews and questionnaires involving three informants. Each risk priority number (RPN) was calculated as severity × occurrence × detection. Summed RPNs across three factors per PPE group were 671 for safety shoes, 450 for workwear, and 258 for gloves. Full scoring anchors and the aggregation of the three assessors' ratings are not documented. The results prioritize inspection and replacement rather than measure reliability probabilities or demonstrate reductions in accidents or costs.

Keywords: *FMEA, equipment reliability, personal protective equipment, engine room.*

INFORMASI ARTIKEL

Diterima	Direvisi	Disetujui	Diterbitkan
30 Juli 2026	20 November 2026	25 November 2026	26 Desember 2026

DOI: https://doi.org/10.62391/ejmi.v8i2.252

Cara Mengutip: Winnova Ilman Nugraha, Febria Surjaman, Pramudyasari Nur Bintari, "Analisis prioritas risiko kegagalan alat pelindung diri di kamar mesin KM Dharma Kencana IX menggunakan FMEA," Journal Marine Inside, vol. 8, no. 2, pp. 408–414, 2026, doi: https://doi.org/10.62391/ejmi.v8i2.252.

AKSES TERBUKA, HAK CIPTA, DAN LISENSI
Hak cipta tetap pada penulis, dengan memberikan hak publikasi pertama kepada Journal Marine Inside. Artikel menggunakan lisensi Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0) sesuai perjanjian publikasi jurnal.

PENDAHULUAN

Kecelakaan kerja merupakan peristiwa yang tidak terduga sekaligus tidak pernah diharapkan selama seseorang melakukan pekerjaannya, dan dapat menyebabkan cedera fisik bahkan kematian. Kecelakaan diakibatkan oleh sejumlah faktor yang saling terkait, bukan hanya satu insiden tunggal, yakni mencakup tidak maksimalnya alat keselamatan, tidak amannya perilaku pekerja, beserta tidak memadainya proses kerja sehingga mengakibatkan penurunan tingkat produktivitas [1]. Alat Pelindung

Diri (APD) merupakan komponen penting dalam menjaga keselamatan kerja, terutama bagi Anak Buah Kapal (ABK) yang beroperasi di kamar mesin berisiko tinggi. Penelitian menunjukkan bahwa banyak kecelakaan disebabkan oleh ketidakpatuhan ABK dalam memakai alat pelindung diri [2]. Selain faktor kepatuhan, kelalaian terhadap kondisi fisik APD juga dapat berakibat fatal.

Beberapa masalah yang sering terjadi di antaranya helm yang retak karena material yang sudah tidak optimal, sarung tangan yang mengalami degradasi, serta sepatu yang aus karena gesekan, sehingga menurunkan fungsi APD dan meningkatkan risiko kecelakaan kerja meskipun awak kapal telah menggunakan alat sesuai prosedur. Permasalahan keandalan APD juga banyak dilaporkan dalam operasi kapal secara umum. Salah satu kasus dilaporkan oleh International Marine Contractors Association (IMCA), yaitu cedera mata pada seorang awak kapal akibat penggunaan safety glasses yang tidak sesuai dengan tingkat bahaya pekerjaan paint chipping yang seharusnya menggunakan goggles, sehingga perlindungan mata menjadi tidak optimal [3]. Kasus tersebut menunjukkan bahwa keandalan APD tidak hanya ditentukan oleh ketersediaannya, tetapi juga oleh kesesuaian jenis APD dengan tingkat bahaya pekerjaan yang dilakukan.

Permasalahan serupa dialami langsung oleh peneliti selama melaksanakan Praktik Laut (PRALA) di kamar mesin KM. Dharma Kencana IX. Peneliti mengalami cedera pada kaki akibat penggunaan safety shoes stok lama dengan ukuran yang terlalu sempit, yang pada awalnya dianggap sebagai ketidaknyamanan biasa sehingga penggunaannya tetap dipaksakan selama bertugas. Penggunaan yang terus-menerus dalam kondisi tidak ergonomis tersebut mengakibatkan luka dan pembengkakan pada jari kaki, hingga akhirnya memerlukan tindakan operasi pada 2 Maret 2026. Kejadian ini menjadi bukti nyata bahwa ketidaksesuaian spesifikasi serta kurangnya perhatian terhadap kondisi optimal APD dapat menimbulkan cedera serius bagi penggunanya.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini menerapkan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) guna mengidentifikasi potensi kegagalan APD dan meningkatkan fungsinya. FMEA merupakan metode analisis sistematis dan proaktif yang digunakan untuk menemukan potensi kegagalan, mengamati risiko, dan mengoptimalkan strategi pemeliharaan [4]. Rumusan masalah penelitian ini meliputi: (1) jenis kegagalan potensial yang menyebabkan ketidakandalan APD, (2) faktor-faktor penyebab kegagalan pada APD, dan (3) alternatif solusi perbaikan untuk mengurangi kegagalan pada APD di kamar mesin KM. Dharma Kencana IX.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan dua tahap pengumpulan data. Tahap pertama dilakukan melalui wawancara terstruktur kepada tiga narasumber perwira kamar mesin, yaitu Kepala Kamar Mesin (KKM), Masinis II, dan Mandor, untuk memperoleh informasi awal mengenai jenis kegagalan, faktor penyebab, serta alternatif solusi terhadap ketidakandalan APD. Peneliti bertindak sebagai instrumen utama yang memperoleh data melalui teknik triangulasi berupa wawancara mendalam, observasi, dan dokumentasi [5]. Tahap kedua dilakukan melalui observasi langsung terhadap kondisi fisik APD di kamar mesin selama periode Juli 2025 - Juli 2026 untuk memverifikasi hasil wawancara sekaligus memperoleh data rinci mengenai pola kerusakan dan masa pakai alat. Subjek penelitian terdiri atas satu orang KKM, satu orang Masinis, dan satu orang Mandor kamar mesin KM. Dharma Kencana IX. Selain wawancara dan observasi, penelitian ini turut menggunakan dokumentasi dan kuesioner FMEA sebagai instrumen pendukung.

Kuesioner FMEA disebarkan kepada ketiga responden yang sama untuk menilai tiga parameter risiko, yaitu Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D), yang selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai Risk Priority Number (RPN) dengan rumus RPN = Severity (S) × Occurrence (O) × Detection (D). Analisis data dilakukan secara bertahap, meliputi: (1) identifikasi jenis kegagalan berdasarkan hasil wawancara dan observasi; (2) identifikasi Critical to Quality (CTQ) untuk menentukan indikator keandalan pada setiap jenis APD; (3) identifikasi masalah dominan menggunakan diagram Pareto; (4) identifikasi penyebab masalah menggunakan diagram sebab-akibat (fishbone) berdasarkan faktor Man, Machine/Environment, Material, dan Method (4M); (5) perhitungan nilai RPN pada setiap mode kegagalan; serta (6) penyusunan alternatif solusi perbaikan berdasarkan prioritas nilai RPN tertinggi. Jumlah kejadian kerusakan hasil observasi dibedakan dari nilai ordinal S (keparahan), O (kemungkinan kejadian menurut penilaian), dan D (kesulitan deteksi menurut penilaian). RPN = S × O × D untuk satu faktor.

Tabel mencantumkan nilai S, O, D final tetapi tidak memuat skala lengkap, definisi tiap tingkat atau prosedur konsensus tiga penilai; karena itu nilai agregat belum dapat direproduksi dari respons individual. Kelayakan setiap jenis APD dinilai berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan

Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER.08/MEN/VII/2010 tentang Alat Pelindung Diri [6]. Kondisi fisik alat menjadi bagian dari penilaian. Kerusakan, retak, atau kegagalan fungsi menjadi indikator ketidaklayakan. APD dengan kondisi tersebut harus dikeluarkan dari penggunaan sesuai ketentuan yang dirujuk.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Jenis Kegagalan APD

Penelitian dilakukan pada KM Dharma Kencana IX. Narasumber berasal dari kru kamar mesin. Data narasumber menjadi dasar penilaian dalam penelitian ini. Tabel 1 menyajikan identitas narasumber sesuai informasi yang tersedia.

Tabel 1. Responden/Narasumber dalam Penelitian

No.	Responden	Nama Awak Kapal	Jumlah Responden
1	KKM	Informan 1	1 orang
2	Masinis II	Informan 2	1 orang
3	Mandor	Informan 3	1 orang

Hasil wawancara mengidentifikasi enam jenis kegagalan potensial pada APD di kamar mesin. Kepala Kamar Mesin mengungkapkan bahwa kegagalan yang paling menonjol terjadi pada safety shoes berupa sol yang aus dan wearpack yang robek pada bagian siku dan lutut akibat gesekan terus-menerus dengan permukaan mesin. Masinis II menyebutkan sarung tangan sebagai jenis kegagalan yang paling sering dijumpai karena tangan paling sering kontak langsung dengan oli dan benda panas, sehingga bahan cepat sobek dan getas. Mandor menambahkan bahwa helm mengalami kegetasan bahan dan kerusakan tali pengikat, earmuff mengalami kerusakan busa peredam, serta kacamata mengalami kekenduran tali pengikat dan lensa yang baret. Berdasarkan hasil observasi selama 12 bulan (Juli 2025 - Juli 2026) yang disesuaikan dengan parameter kelayakan APD, ditetapkan nilai Critical to Quality (CTQ) untuk masing-masing APD, yaitu sarung tangan (14 kejadian), wearpack (12 kejadian), safety shoes (5 kejadian), kacamata (4 kejadian), safety helmet (3 kejadian), dan earmuff (2 kejadian).

Identifikasi Masalah Dominan dengan Diagram Pareto

Tabel 2. Distribusi Masalah pada Tiga Jenis APD Teratas Periode 12 Bulan (Juli 2025 - Juli 2026)

No	Masalah APD	Jumlah Masalah	Persentase
1	Sarung tangan	14	45,16%
2	Wearpack	12	38,71%
3	Safety Shoes	5	16,13%
	Total	31	100%

Tiga jenis masalah dengan jumlah kejadian tertinggi dipilih untuk analisis FMEA: sarung tangan, wearpack, dan safety shoes. Pada subset tiga jenis APD ini, dua kategori pertama menyumbang 26 dari 31 kejadian atau 83,87%. Enam jenis APD pada catatan observasi berjumlah 40 kejadian (14 + 12 + 5 + 4 + 3 + 2). Tabel 2 menggunakan penyebut 31 karena hanya tiga jenis teratas disertakan; persentase 45,16%, 38,71% dan 16,13% adalah persentase dalam subset tersebut, bukan seluruh 40 kejadian. Ketiga jenis teratas mencakup 31/40 atau 77,5% dari seluruh kejadian yang disebutkan.

Identifikasi Penyebab Masalah dengan Diagram Fishbone

Analisis penyebab kegagalan menggunakan diagram sebab-akibat (fishbone) mengungkap empat faktor utama (4M) yang memengaruhi umur pakai dan efektivitas APD di kamar mesin. Faktor Man (manusia) meliputi kondisi fisik dan tingkat kelelahan kru, pemakaian APD yang tidak ergonomis, serta minimnya perawatan mandiri. Faktor Machine/Environment (lingkungan kerja) meliputi paparan oli dan suhu panas yang terus-menerus, serta kontak dengan permukaan material yang tajam dan keras. Faktor Material meliputi rendahnya kualitas bahan, ketidaksesuaian spesifikasi seperti ukuran, dan keausan akibat usia pakai. Faktor Method meliputi lemahnya implementasi disiplin penggunaan di lapangan serta lambatnya sistem pelaporan dan pengadaan APD, meskipun prosedur standar operasional (SOP) perawatan alat sudah tersedia.

Perhitungan Nilai Risk Priority Number (RPN)

Kuesioner FMEA diisi oleh ketiga responden. Penilaian mencakup tingkat keparahan (S), frekuensi kejadian (O), dan kemampuan deteksi (D). Ketiga komponen digunakan dalam penentuan nilai RPN. Tabel 3 menyajikan rekapitulasi nilai RPN untuk tiga jenis APD prioritas.

Tabel 3. Rekapitulasi Nilai RPN Faktor-Faktor Kegagalan APD

Failure Mode	Cause	S	O	D	RPN	Total
Sarung tangan (robek, jahitan rusak)	Sobek dan getas (degradasi material)	4	4	6	96	258
	Kurangnya penggantian rutin	6	3	5	90	
	Menyepelekan pentingnya keamanan	6	3	4	72	
Wearpack (aus, robek, ukuran terlalu besar)	Ukuran terlalu besar berisiko tersangkut	5	5	7	175	450
	Menaruh tidak pada tempatnya	5	5	5	125	
	Bahan berat tidak fleksibel	5	5	6	150	
Safety shoes (rusak, sol aus, ukuran terlalu sempit)	Sol aus karena pemakaian lama	6	5	7	210	671
	Material sepatu kurang memadai	6	6	6	216	
	Ukuran terlalu sempit	7	5	7	245	

Dari ketiga jenis APD tersebut, safety shoes memiliki total RPN tertinggi (671), disusul wearpack (450), dan sarung tangan (258), sehingga safety shoes ditetapkan sebagai prioritas utama dalam penyusunan alternatif solusi perbaikan. Dari Tabel 3, RPN safety shoes diperoleh dari 6×5×7 + 6×6×6 + 7×5×7 = 210 + 216 + 245 = 671; wearpack 175 + 125 + 150 = 450; sarung tangan 96 + 90 + 72 = 258. Total merupakan penjumlahan tiga skor faktor, bukan satu RPN tunggal. Karena skala bersifat ordinal, perbandingan ini berfungsi sebagai prioritas internal dan tidak mengestimasi peluang kegagalan.

Alternatif Solusi Perbaikan

Berdasarkan penyebab dengan nilai RPN tertinggi pada masing-masing failure mode, disusun alternatif solusi perbaikan sebagai berikut. Pada safety shoes, solusi yang diusulkan adalah standardisasi ukuran melalui pendataan antropometri (ukuran kaki) kru secara digital disertai kewajiban fitting test sebelum distribusi, serta peningkatan kualitas bahan outsole anti-slip generasi terbaru. Pada wearpack, solusi yang diusulkan adalah pembangunan database ukuran tubuh kru yang diperbarui secara berkala agar pengadaan sesuai kebutuhan ergonomis individu, disertai optimasi pemilihan bahan kain yang lebih durabel.

Pada sarung tangan, solusi yang diusulkan adalah optimasi material agar lebih tahan terhadap suhu panas dan oli, disertai penerapan jadwal rotasi pemakaian agar material memiliki waktu istirahat dan tidak mengalami degradasi akibat paparan oli secara terus-menerus. Penerapan alternatif solusi tersebut diharapkan tidak hanya meningkatkan aspek kenyamanan dan keselamatan kerja kru kamar mesin, tetapi juga menurunkan rasio penggantian APD yang prematur sehingga berdampak positif terhadap efisiensi anggaran logistik perusahaan, mengingat FMEA merupakan sistem preventif yang mendeteksi potensi kerusakan alat sejak dini secara terukur melalui angka RPN.

Literatur FMEA membahas model RPN dan pendekatan alternatif yang mempertimbangkan ketidakpastian atau pembobotan [7], [8], [9], [10], [11]. Rujukan tersebut menyediakan kerangka pembanding; perbedaan konteks dan metode tidak memungkinkan hasil penelitian ini dianggap tervalidasi oleh penelitian tersebut. Literatur keselamatan kerja membahas penilaian perlindungan dan kenyamanan APD, pemilihan peralatan, serta iklim keselamatan dan kepatuhan [12], [13], [14], [15], [16], [17]. Rujukan tersebut menyediakan kerangka pembanding; perbedaan konteks dan metode tidak memungkinkan hasil penelitian ini dianggap tervalidasi oleh penelitian tersebut.

Literatur FMEA membahas model RPN dan pendekatan alternatif yang mempertimbangkan ketidakpastian atau pembobotan [18], [19], [20], [21]. Konteks dan rancangan setiap penelitian tersebut

berbeda. Literatur ini memberikan kerangka pembanding untuk memahami topik yang dikaji. Hasil penelitian ini tetap harus ditafsirkan berdasarkan bukti yang tersedia dalam studi ini.

Literatur keselamatan kerja membahas penilaian perlindungan dan kenyamanan APD, pemilihan peralatan, serta iklim keselamatan dan kepatuhan [22], [23], [24]. Konteks dan rancangan setiap penelitian tersebut berbeda. Literatur ini memberikan kerangka pembanding untuk memahami topik yang dikaji. Hasil penelitian ini tetap harus ditafsirkan berdasarkan bukti yang tersedia dalam studi ini. Literatur MLC 2006 mencakup perspektif pelaut, representasi keselamatan dan kesehatan, kesejahteraan, serta penilaian kondisi kerja berdasarkan bukti pengawasan [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32], [33], [34]. Konteks dan rancangan setiap penelitian tersebut berbeda. Literatur ini memberikan kerangka pembanding untuk memahami topik yang dikaji. Hasil penelitian ini tetap harus ditafsirkan berdasarkan bukti yang tersedia dalam studi ini.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, penelitian ini menyimpulkan bahwa terdapat enam jenis kegagalan potensial yang menyebabkan ketidakandalan APD di kamar mesin KM. Dharma Kencana IX, yaitu sarung tangan robek dan getas, safety shoes rusak dengan sol aus dan ukuran tidak sesuai, wearpack aus dan robek dengan ukuran terlalu besar, helm getas dengan tali pengikat kendor, earmuff dengan busa peredam rusak, serta kacamata yang retak dan tergores. Berdasarkan nilai RPN, safety shoes merupakan prioritas kegagalan paling kritis (RPN 671), disusul wearpack (RPN 450) dan sarung tangan (RPN 258).

Faktor-faktor penyebab kegagalan APD meliputi faktor manusia berupa sikap meremehkan dan kurang disiplin dalam mengganti APD yang sudah tidak layak, faktor lingkungan berupa kondisi ekstrem kamar mesin yang mempercepat kerusakan fisik alat, faktor material berupa rendahnya ketahanan bahan dan belum adanya sistem rotasi pemakaian, serta faktor metode berupa lambatnya sistem pengadaan terhadap penggantian APD yang optimal. Alternatif solusi perbaikan yang diusulkan meliputi standardisasi ukuran dan peningkatan kualitas bahan pada safety shoes, pembangunan database ukuran tubuh kru dan pembaruan bahan kain pada wearpack, serta optimasi material dan penerapan jadwal rotasi pemakaian pada sarung tangan.

Perusahaan disarankan menetapkan jadwal inspeksi dan penggantian APD secara berkala, meningkatkan pengawasan disiplin penggunaan APD oleh Chief Engineer, mempercepat respons terhadap laporan kerusakan dari kru, serta mengimplementasikan pendataan ukuran tubuh kru secara digital guna mendukung penerapan FMEA sebagai sistem preventif keandalan APD. Prioritas tersebut perlu ditindaklanjuti melalui inspeksi kelayakan APD sebelum digunakan, pencatatan ukuran dan kondisi, penggantian berdasarkan kriteria yang berlaku, serta evaluasi ulang setelah tindakan. Dampak terhadap insiden, biaya dan keandalan aktual belum diukur.

DEKLARASI DAN INFORMASI TAMBAHAN

ORIGINALITAS DAN PENGAJUAN EKSKLUSIF

Para penulis diminta mengonfirmasi bahwa naskah ini asli, belum pernah diterbitkan, dan tidak sedang diajukan ke jurnal lain.

KONTRIBUSI PENULIS

Usulan CRediT (untuk persetujuan penulis): Winnova Ilman Nugraha: konseptualisasi, metodologi, analisis formal, penulisan draf awal. Febria Surjaman; Pramudyasari Nur Bintari: investigasi, validasi, serta peninjauan dan penyuntingan naskah.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak terdapat konflik kepentingan yang dilaporkan.

PENDANAAN

Penelitian ini tidak menerima pendanaan atau hibah khusus dari pihak luar, sesuai informasi yang tersedia.

PERSETUJUAN ETIK

Penelitian menggunakan data penilaian risiko FMEA dan catatan penggunaan APD. Nomor persetujuan etik atau keputusan pengecualian belum dilaporkan.

PERSETUJUAN PARTISIPAN

Naskah melaporkan keterlibatan partisipan. Prosedur persetujuan partisipan sudah didokumentasikan dan perlu dikonfirmasi oleh penulis.

KETERSEDIAAN DATA

Data penelitian meliputi data penilaian risiko FMEA dan catatan penggunaan APD. Permintaan akses data pendukung dapat diajukan kepada penulis korespondensi, dengan memperhatikan izin dan kerahasiaan data.

PENGGUNAAN KECERDASAN BUATAN

ChatGPT (OpenAI) digunakan untuk membantu penyuntingan bahasa, struktur, pemeriksaan konsistensi, dan penyesuaian format naskah. Data, hasil, interpretasi, dan substansi ilmiah menjadi tanggung jawab para penulis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Usulan ucapan terima kasih disampaikan kepada KM Dharma Kencana IX atas dukungan yang relevan dengan pelaksanaan penelitian.

INDEPENDENSI EDITORIAL

Penelaahan dan keputusan editorial dilaksanakan secara independen sesuai kebijakan Journal Marine Inside. Keterlibatan penulis dalam tim editorial perlu diungkapkan dan dikelola melalui pengunduran diri dari penanganan naskah sendiri.

HAK CIPTA DAN LISENSI

Hak cipta tetap pada penulis; Journal Marine Inside memperoleh hak publikasi pertama. Ketentuan yang dicantumkan pada

template adalah lisensi Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0).

DAFTAR PUSTAKA

[1] Putri, D. N., & Lestari, F. (2023). Analisis penyebab kecelakaan kerja pada pekerja di proyek konstruksi: Literatur review. *Jurnal Kesehatan Masyarakat, 7*(1), 451-452.

[2] Andrianto, A., Shohibul Anwar, M., & Faris Maulana, M. (2023). Studi deskriptif tentang kesadaran anak buah kapal terhadap penggunaan alat pelindung diri di atas kapal. *Majalah Ilmiah Bahari Jogja, 21*(2), 1-8.

[3] International Marine Contractors Association. (2022). Safety Flash 06/22: Foreign object in eye.

[4] Prasetya, R. Y., Suhermanto, S., & Muryanto, M. (2021). Implementasi FMEA dalam menganalisis risiko kegagalan proses produksi berdasarkan RPN. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri, 20*(2), 133.

[5] Safrudin, R., Zulfamanna, Kustati, M., & Sepriyanti, N. (2023). Penelitian kualitatif. *Journal Of Social Science Research, 3*(2), 1-15.

[6] Kementerian Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. (2010). *Peraturan menteri tenaga kerja dan transmigrasi republik Indonesia nomor PER.08/MEN/VII/2010 tentang alat pelindung diri*.

[7] Kim, K. O., & Zuo, M. J.. (2018). General model for the risk priority number in failure mode and effects analysis. *Reliability Engineering & System Safety*. https://doi.org/10.1016/j.ress.2017.09.010

[8] Zheng, H., & Tang, Y.. (2020). Deng entropy weighted risk priority number model for failure mode and effects analysis. *Entropy*. https://doi.org/10.3390/e22030280

[9] Bhattacharjee, P., Dey, V., & Mandal, U. K.. (2020). Risk assessment by failure mode and effects analysis (FMEA) using an interval number based logistic regression model. *Safety Science*. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104967

[10] Tang, Y., Zhou, D., & Chan, F. T. S.. (2018). AMWRPN: Ambiguity measure weighted risk priority number model for failure mode and effects analysis. *IEEE Access*. https://doi.org/10.1109/access.2018.2836139

[11] Mahmoudvand, R., Fiori Maccioni, A., Frigau, L., & Banks, D.. (2025). Probability distribution of risk priority numbers in failure mode and effects analysis. *Risk Analysis*. https://doi.org/10.1111/risa.70143

[12] Ahlgren, Å., Jarl, T., & Oja, M.. (1983). Personal safety equipment and rescuing in disabling occupational accidents. *Journal of Occupational Accidents*. https://doi.org/10.1016/0376-6349(83)90023-8

[13] Raafat, H. M. N.. (1989). Risk assessment and machinery safety. *Journal of Occupational Accidents*. https://doi.org/10.1016/0376-6349(89)90004-7

[14] Mayer, A., & Korhonen, E.. (1999). Assessment of the protection efficiency and comfort of personal protective equipment in real conditions of use. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. https://doi.org/10.1080/10803548.1999.11076425

[15] Cavazza, N., & Serpe, A.. (2009). Effects of safety climate on safety norm violations: Exploring the mediating role of attitudinal ambivalence toward personal protective equipment. *Journal of Safety Research*. https://doi.org/10.1016/j.jsr.2009.06.002

[16] Seçkiner, S. U., & Ünal, H.. (2019). Comparing the alternatives for the most favourable personal protective equipment. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*. https://doi.org/10.1080/10803548.2019.1674044

[17] Nadhilah, F., Rachman, S., & Saputra, A. M. A.. (2026). Analysis of personal protective equipment (PPE) usage in enhancing occupational safety on board KM. pantokrator. *Maritime Park: Journal of Maritime Technology and Society*. https://doi.org/10.62012/db5db966

[18] Xiao, N., Huang, H. Z., Li, Y., He, L., & Jin, T. (2011). Multiple failure modes analysis and weighted risk priority number evaluation in FMEA. *Engineering Failure Analysis*. https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2011.02.004

[19] Wang, Z., Ran, Y., Yu, H., Jin, C., & Zhang, G. (2021). Failure mode and effects analysis using function–motion–action decomposition method and integrated risk priority number for mechatronic products. *Quality and Reliability Engineering International*. https://doi.org/10.1002/qre.2895

[20] Bhattacharjee, P., Dey, V., & Mandal, U. K. (2022). Failure mode and effects analysis (FMEA) using interval number based BWM—MCDM approach: Risk expected value (REV) method. *Soft Computing*. https://doi.org/10.1007/s00500-022-07264-9

[21] Harmawanto, S. L., & Baroroh, I. (2026). Risk analysis of ship repair process delays using the failure mode and effects analysis (FMEA) method. *Zona Laut Jurnal Inovasi Sains Dan Teknologi Kelautan*. https://doi.org/10.62012/9spgvn08

[22] Jung, M. (2021). Examining perceptual differences in Maritime safety climate: A case study of korean seafarers. *Journal of Marine Science and Engineering*. https://doi.org/10.3390/jmse9040381

[23] Borovnik, M. (2011). Occupational health and safety of merchant seafarers from Kiribati and Tuvalu. *Asia Pacific Viewpoint*. https://doi.org/10.1111/j.1467-8373.2011.01459.x

[24] Mirza, M. Z., & Isha, A. S. N. (2020). Safety-specific transformational leadership, safety climate and occupational accidents. *Journal of Applied Structural Equation Modeling*. https://doi.org/10.47263/jasem.4(2)04

[25] Fotteler, M. L., Jensen, O. C., & Andrioti, D.. (2018). Seafarers' views on the impact of the Maritime Labour Convention 2006 on their living and working conditions: Results from a pilot study. *International Maritime Health*. https://doi.org/10.5603/imh.2018.0041

[26] Graham, C. A. E., & Walters, D.. (2020). Representation of seafarers' occupational safety and health: Limits of the Maritime Labour Convention. *The Economic and Labour Relations Review*. https://doi.org/10.1177/1035304620981374

[27] Zhang, P., Zhao, L., Vata, O., & Rajagopal, S.. (2020). Restructuring seafarers' welfare under the Maritime Labour Convention: An empirical case study of Greece. *Maritime Business Review*. https://doi.org/10.1108/mabr-02-2020-0009

[28] Fotteler, M. L., Andrioti Bygvraa, D., & Jensen, O. C.. (2020). The impact of the Maritime Labor Convention on seafarers' working and living conditions: An analysis of port state control statistics. *BMC Public Health, 20*(1). https://doi.org/10.1186/s12889-020-09682-6

[29] Exarchopoulos, G., Zhang, P., Pryce-Roberts, N., & Zhao, M.. (2018). Seafarers' welfare: A critical review of the related legal issues under the Maritime Labour Convention 2006. *Marine Policy*. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2018.04.005

[30] Zhang, P., & Zhao, M.. (2015). Maritime Labour Convention, 2006 and the Chinese seafarers: How far is China to ratification?. *Marine Policy*. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.07.016

[31] Chen, D., & Yang, D.. (2026). Protecting abandoned seafarers: A quantitative assessment of repatriation and wage rights under maritime labour convention. *Transport Policy*. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2026.104384

[32] Zhang, P., & Zhao, M. (2014). Maritime Labour policy in China: Restructuring under the ILO's Maritime Labour Convention 2006. *Marine Policy*. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.02.013

[33] Petrinović, R., Mandić, N., & Siriščević, E. (2016). The importance of Maritime law in seafarer training pursuant to amendments to the STCW Convention. *Transactions on Maritime Science*. https://doi.org/10.7225/toms.v05.n01.007

[34] Aguirre Donadío, R. M. (2017). The Maritime Labour Convention, 2006, as an ally for international Maritime health association. *International Maritime Health*. https://doi.org/10.5603/imh.2017.0013