Ocean Engineering : Jurnal Ilmu Teknik dan Teknologi Maritim
Volume. 5, Nomor. 3, September 2026
e-ISSN: 2963-5454 ; p-ISSN: 2963-5012, Hal. 88-97
DOI: https://doi.org/10.58192/ocean.v5i3.5217
Tersedia: https://journal.unimar-amni.ac.id/index.php/ocean

Analisis Efisiensi Proses Reparasi Kapal KNP 485 di KSOP Tanjung Pakis dengan Metode *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA)

Armada Firdaus Arista [1*], Minto Basuki [2]
[1-2] Jurusan Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Indonesia
Email: armadafirdausa@gmail.com [1], mintobasuki@itats.ac.id [2]

**Penulis Korespondensi: armadafirdausa@gmail.com*

Abstract*. Ship repair operations play a crucial role in maintaining operational seaworthiness, maritime safety, and the sustainability of marine transport services. An efficient repair process is key to minimising downtime, optimising resource utilisation, and reducing operational costs. This study analyses the repair process efficiency of KNP 485, a State Patrol Vessel operated by KSOP Tanjung Pakis, utilising the Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) method. The research examines KNP 485 during its repairs at Tri Ratna Diesel Indonesia Shipyard Ltd in Lamongan, East Java. It employs the FMEA method to identify potential failures at each repair stage, assessing severity, occurrence probability, and detection capability to determine the Risk Priority Number (RPN). Data were gathered through field observations, interviews, documentation reviews, and stakeholder questionnaires. The results reveal several potential failures yielding the highest RPN values: delays in material procurement, ineffective work coordination, and delayed inspections. These factors significantly affect repair completion times and overall operational efficiency. To address these issues, the study recommends enhancing the material planning system, optimising inter-departmental coordination, implementing more structured inspection schedules, and strengthening supervision throughout the repair process. Implementing these recommendations will improve the efficiency of the repair process for KNP 485 and serve as a benchmark for maintaining other state vessels.*

Keywords*: Efficiency; Failure Modes and Effects Analysis; KSOP Tanjung Pakis; Risk Priority Number; Ship Repair.*

Abstrak. Kegiatan reparasi kapal merupakan bagian penting dalam menjaga kelaikan operasi, keselamatan pelayaran, serta keberlanjutan pelayanan transportasi laut. Efisiensi proses reparasi menjadi faktor utama untuk meminimalkan waktu perbaikan, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan menekan biaya operasional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi proses reparasi Kapal Negara Patroli (KNP) 485 milik KSOP Tanjung Pakis dengan menggunakan metode *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA). Objek penelitian adalah KNP 485 yang menjalani reparasi di PT. Tri Ratna Diesel Indonesia Shipyard, Lamongan, Jawa Timur. Metode FMEA digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada setiap tahapan reparasi, menilai tingkat keparahan (*severity*), kemungkinan terjadinya (*occurrence*), dan kemampuan deteksi (*detection*), serta menentukan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Data diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara, dokumentasi, dan penyebaran kuesioner kepada pihak-pihak yang terlibat dalam proses reparasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat beberapa potensi kegagalan dengan nilai RPN tertinggi, antara lain keterlambatan pengadaan material, koordinasi pekerjaan yang kurang efektif, serta keterlambatan pelaksanaan inspeksi. Faktor-faktor tersebut berpengaruh signifikan terhadap waktu penyelesaian reparasi dan efisiensi operasional. Rekomendasi perbaikan yang diusulkan meliputi peningkatan sistem perencanaan material, optimalisasi koordinasi antarbagian, penjadwalan inspeksi yang lebih terstruktur, serta penguatan pengawasan selama proses reparasi berlangsung. Penerapan rekomendasi tersebut diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proses reparasi KNP 485 serta menjadi acuan dalam pelaksanaan perawatan kapal negara lainnya.

Kata kunci: Efisiensi; *Failure Modes and Effects Analysis*; KSOP Tanjung Pakis; *Risk Priority Number*; Reparasi Kapal.

1. LATAR BELAKANG

Kegiatan reparasi kapal merupakan salah satu aspek penting dalam menjaga keberlangsungan operasi pelayaran dan keselamatan transportasi laut di Indonesia (Nurwanti, 2016). Efisiensi operasional dalam sebuah sistem kerja dapat dicapai apabila seluruh proses

Naskah Masuk: 16 Agustus 2026; Revisi: 28 Agustus 2026; Diterima: 22 September 2026; Terbit: 30 September 2026

dirancang untuk meminimalkan pemborosan, mempersingkat waktu, serta mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya (Perkapalan *et al.*, 2023). Ketidakefisienan dalam proses reparasi di kapal dapat menyebabkan keterlambatan operasi, meningkatnya biaya perawatan, serta berkurangnya kesiapan kapal dalam mendukung kegiatan keselamatan dan pengawasan pelayaran, maka perlu dilakukan perawatan. Manajemen mitigasi risiko bertujuan untuk meningkatkan kesadaran terhadap risiko serta bahaya, mengidentifikasi sumber daya manusia yang bisa terdampak oleh risiko seperti awak kapal, pekerja, dan surveyor, menetapkan sistem kontrol yang memadai, mencegah penyakit, cidera dalam perencanaan dan memprioritaskan risiko bahaya dan pengendaliannya (Basuki, 2023).

Sebagai lembaga yang memiliki tanggung jawab langsung terhadap keselamatan dan kelancaran lalu lintas laut, Kantor Kesyahbandaran dan Otoritas Pelabuhan (KSOP) Tanjung Pakis memegang peran penting dalam pengawasan, pengendalian, serta pelayanan yang berkaitan dengan operasional kapal termasuk dalam proses perbaikan. Dokumen-dokumen terkait pelayanan kapal di KSOP juga menunjukkan adanya kebutuhan peningkatan dari sisi manajemen proses dan perencanaan perawatan agar potensi hambatan dapat diminimalisir (Farisi, 2024). Kapal yang digunakan dalam penelitian ini adalah kapal patroli KNP 485. Kapal ini dibuat tahun 2014 dengan dimensi kapal, panjang (LOA) 16,50 meter, lebar (B) 4,00 meter, dan draft (D) 0,70 meter. KNP 485 memiliki mesin utama dengan kapasitas 2x370 HP dan mesin bantu dengan kapasitas 17 KVA/KW. Reparasi kapal KNP 485 dilakukan di galangan milik PT. Tri Ratna Diesel Indonesia Shipyard, Tunggul, Paciran, Kab. Lamongan, Jawa Timur.

Penelitian terdahulu yang dilakukan (Baroroh *et al.*, 2023) menunjukkan bahwa *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) dapat digunakan untuk mengevaluasi risiko keterlambatan perbaikan kapal dan memberikan rekomendasi tindakan mitigasi secara terstruktur. Begitu pula penelitian oleh (Yaqin *et al.*, 2020) dan beberapa studi lain yang mengembangkan FMEA dalam menganalisis sistem perawatan kapal menunjukkan bahwa metode ini mampu meningkatkan kualitas perbaikan melalui identifikasi risiko yang lebih akurat. Dengan demikian, penggunaan FMEA dalam menganalisis efisiensi proses reparasi kapal KNP 485 di KSOP Tanjung Pakis menjadi relevan dan berpotensi memberikan kontribusi terhadap peningkatan efektivitaas proses perawatan kapal negara (Gerada et al., 2022).

Dengan melakukan analisis mendalam menggunakan metode FMEA, penelitian ini diharapkan dapat memetakan seluruh potensi kegagalan dalam proses reparasi kapal, menentukan prioritas tindakan, serta memberikan rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan oleh KSOP Tanjung Pakis maupun instansi terkait lainnya. Hasil penelitian ini

diharapkan tidak hanya meningkatkan efisiensi proses reparasi KNP 485 tetapi juga dapat dijadikan acuan untuk perbaikan proses perawatan kapal negara lainnya di masa mendatang.

2. KAJIAN TEORITIS

Reparasi Kapal

Reparasi kapal adalah serangkaian kegiatan teknis yang dilakukan untuk mengembalikan kondisi kapal, komponen, maupun sistem pendukungnya ke standar operasional semula atau standar yang ditetapkan oleh badan klasifikasi dan otoritas maritim (*Eyres & Bruce*, 2012).

Reparasi kapal dibagi dalam beberapa bagian, antara lain : *Annual Survey/Docking, Special Survey,* dan *Emergency Repair*. *Annual survey* adalah inspeksi dan reparasi yang dilakukan setiap satu tahun sekali untuk memastikan kondisi kapal tetap memenuhi standar keselamatan dan klasifikasi. *Special survey* adalah inspeksi dan reparasi menyeluruh yang dilakukan setiap 4–5 tahun sekali, biasanya bersamaan dengan docking besar (Samuel, 2014). *Emergency repair* adalah perbaikan yang dilakukan secara tidak terjadwal akibat kerusakan mendadak yang dapat mengganggu operasional kapal. (Soares, 2023).

Metode Reparasi Kapal

Metode yang dapat dilakukan dalam reparasi kapal diantara yaitu metode pengelasan (*Welding*), metode pemotongan (*Cutting),* metode penggantian (*Renewal*), metode *Coating (Painting)* dan *Blasting* (proses pembersihan permukaan logam*)* bertjuan untuk melindungi permukaan kapal dari korosi dan *fouling* (penempelan organisme laut). Kemudian metode *Machining* dan *Alignment* digunakan dalam reparasi komponen mekanis kapal, terutama pada sistem propulsi seperti poros (shaft), bearing, dan mesin utama (Kalpakjian & Schmid, 2014).

FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA)

Menurut Stamatis (2003), *Failure Modes And Effects Analysis* (FMEA) adalah metodologi terstruktur yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dalam desain atau proses, serta untuk menentukan efek dari kegagalan tersebut terhadap kinerja sistem secara keseluruhan. Prosedur FMEA secara garis besar dapat meliputi beberapa langkah secara sistematis diantaranya, mengidentifikasi semua *failure modes* potensial dan penyebabnya, evaluasi dampak pada setiap *failure modes* dalam sistem, mengidentifikasi metode dalam mendeteksi kerusakan/kegagalan, mengidentifikasi pengukuran korektif untuk *failure modes,* akses frekuensi dan tingkat kepentingan dari kerusakan-kerusakan penting untuk analisa kritis, dimana dapat diaplikasikan. Tahapan pelaksanaan *FMEA* yang dilakukan meliputi, identifikasi komponen/proses: menentukan bagian apa yang akan dianalisis (contoh: sistem propulsi), identifikasi mode kegagalan: menemukan apa yang bisa salah (contoh: poros baling-baling

bengkok), analisis dampak: apa yang terjadi jika kegagalan muncul? (contoh: getaran tinggi dan kerusakan bantalan), menentukan penyebab: mengapa kegagalan itu terjadi? (contoh: benturan dengan benda apung), pemberian skor (S, O, D): dilakukan berdasarkan data historis atau kuesioner pakar, penghitungan rpn: menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai tertinggi.

Dalam menentukan prioritas perbaikan suatu kapal diperlukan juga penentuan nilai *Risk Priority Number* (RPN). *Risk Priority Number* (RPN) merupakan ukuran yang digunakan dalam menilai risiko agar membantu mengidentifikasi "*critical failure mode*". Semakin tinggi nilai RPN maka urutan prioritas perbaikannya semakin tinggi (McDermott et al., 2009). Nilai RPN dihitung dengan rumus RPN = S x O x D. Keberhasilan metode FMEA sangat bergantung pada objektivitas dalam pemberian skor terhadap tiga parameter utama meliputi *Severity* (S) yaitu Menilai sejauh mana tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan oleh suatu kegagalan. Nilai yang diberikan antara 1 sampai 10, dimana nilai 1 menunjukkan kondisi terbaik dan nilai 10 menunjukkan kondisi terburuk yang diberikan jika kegagalan memiliki dampak yang sangat besar, *Occurrence* (O) adalah menilai probabilitas atau frekuensi terjadinya kegagalan dalam rentang waktu tertentu, dan *Detection* (D) adalah menilai kemampuan sistem atau tim pengawas untuk mendeteksi kegagalan sebelum dampak negatifnya terjadi. Kemampuan ini berupa perkiraan subjektif numerik efektivitas kontrol untuk mencegah atau mendeteksi penyebab atau mode kegagalan sebelum dirasakan. Skala penilaian nilai O, D sama dengan skala nilai S yaitu dari 1 sampai 10, yang membedakan adalah deskripsi pada masing-masing skala.

Tabel 1. Skala Penilaian S, O, dan D.

Skor	*Severity (S)*	*Occurrence (O)*	*Detection (D)*
10	Berdampak Fatal	Sangat Sering	Sangat Tidak Terdeteksi
9	Sangat Besar Berdampak	Sering	Sangat Sulit Terdeteksi
8	Berdampak Besar	Cukup Sering	Sulit Terdeteksi
7	Berdampak Serius	Agak Sering	Kemungkinan Terbatas
6	Berdampak Signifikan	Sedang	Deteksi Sedang
5	Berdampak Sedang	Jarang	Terkadang Terdeteksi
4	Berdampak Kecil	Agak Jarang	Cukup Mudah Terdeteksi
3	Berdampak Tolerable	Cukup Jarang	Mudah Terdeteksi
2	Dampak Sangat Kecil	Sangat Jarang	Sangat Dapat Dideteksi
1	Tidak Ada Dampak	Tidak Ada Efek	Terdeteksi kegagalan

Sumber : Mc Dermott R.C. et al., 2009

Untuk setiap kejadian risiko kegagalan akan diperoleh nilai RPN, kemudian presentase kegagalan yang ada ditentukan dengan cara nilai RPN yang didapat akan dibagi total RPN, kemudian dikali 100% (Daryanto, 2024). Berikut tabel yang menunjukkan keterangan dalam melakukan penilaian S, O, dan D.

Tabel 2. Tabel keterangan dalam melakukan penilaian terhadap skala *Severity*, *Occurrence*, *Detection.*

Ranking	*Severity*	Deskripsi	*Occurence*	Frekuensi	*Detection*	Deskripsi
10	Berdampak Fatal	Kegagalan serius yang mengakibatkan kerusakan parah dan kecelakaan fatal	Sangat Sering	>1 kali per hari	Sangat Tidak Terdeteksi	Kegagalan hampir tidak mungkin dideteksi sebelum menyebabkan kerusakan total
9	Sangat Besar Berdampak	Kegagalan serius yang menyebabkan gangguan besar atau kerugian signifikan	Sering	1 kali per hari	Sangat Sulit Terdeteksi	Kegagalan sangat sulit dideteksi, terdeteksi apabila ada dampak yang signifikan
8	Berdampak Besar	Kegagalan yang mengakibatkan kerugian besar dalam operasi, produk, atau layanan	Cukup Sering	1 kali per minggu	Sulit Terdeteksi	Hanya dapat dilakukan pengendalian yang sangat ketat dan intensif
7	Berdampak Serius	Kegagalan signfikan dalam kinerja dengan dampak operasional yang besar	Agak Sering	1 kali per bulan	Kemungkinan Terbatas	Deteksi mungkin terjadi hanya dalam beberapa situasi setelah dampak terjadi
6	Berdampak Signifikan	Gangguan yang menyebabkan kerugian kinerja substansial atau kegagalan produk	Sedang	1 kali per 3 bulan	Deteksi Sedang	Hanya terjadi dengan kontrol atau prosedur tertentu
5	Berdampak Sedang	Kegagalan menyebabkan kerugian kinerja yang dapat diterima tetapi dapat diperbaiki segera	Jarang	1 kali per tahun	Terkadang Terdeteksi	Deteksi dapat terjadi dengan adanya pemeriksaan rutin
4	Berdampak Kecil	Kegagalan kecil memiliki dampak yang relatif terbatas pada operasi atau fungsi sistem	Agak Jarang	1 kali setiap 1-3 tahun	Cukup Mudah Terdeteksi	Inspeksi manual biasanya dapat mendeteksi terjadinya kegagalan
3	Berdampak Tolerable	Gangguan kecil yang tidak mempengaruhi kinerja utama sistem	Cukup Jarang	1 kali setiap 3-5 tahun	Mudah Terdeteksi	Kegagalan sering kali dapat dideteksi dengan mudah baik oleh sistem

2	Dampak Sangat Kecil	Gangguan atau cacat yang hampir tidak terlihat dan tidak mempengaruhi operasi	Sangat Jarang	1 kali setiap 5-10 tahun	Sangat Dapat Dideteksi	Hampir semua dampak kegagalan dapat dideteksi sebelum dampak serius terjadi
1	Tidak Ada Dampak	Tidak ada dampak atau kerugian akibat kegagalan	Tidak Ada Efek	1 kali setiap >10 tahun	Terdeteksi kegagalan	Kegagalan terdeteksi melalui pemantauan

Kapal Patroli KN.P 485

Kapal patroli KN.P 485 merupakan kapal patroli yang dimiliki oleh KSOP Tanjung Pakis yang dibangun pada tahun 2014 dengan memiliki panjang keseluruhan (LOA) 16,50 meter, lebar (B) 4,00 meter, serta draft (D) 0,70 meter. Kapal ini mampu mencapai kecepatan maksimal 18 knots pada 3000 RPM, serta kecepatan patroli/cruising 15,2 knots pada 2500 RPM. Ditenagai oleh mesin utama dengan merk VOLVO PENTA dengan kapasitas mesin utama 2x370 HP. Mesin utama KN.P 485 diinstal pada tahun pembangunan kapal yaitu tahun 2014, dengan bahan bakar yang digunakan adalah HSD (Pertamina Dex). Selain itu, kapal ini juga dilengkapi dengan mesin bantu berkapasitas 17 KVA/KW dengan merk Kohler dan memiliki dua tangki berkapasitas 3000 liter untuk bahan bakar BBM dan tangki berkapasitas 2x20 liter untuk pelumas. Kapal ini berbody fiberglass dan dioperasikan oleh 4 orang ABK. Untuk keamanan, kapal ini dilengkapi dengan 1 buah life raft yang mampu menampung 10 orang, 10 life jacket, 4 life buoy, serta 7 tabung pemadam kebakaran.

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah pendekatan analisis risiko dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) pada proses reparasi kapal KNP 485. Penelitian diawali dengan studi literatur yang mencakup teori-teori terkait FMEA, proses reparasi kapal, serta manajemen risiko sebagai landasan konseptual. Selanjutnya dilakukan identifikasi masalah pada proses reparasi KNP 485 di KSOP Tanjung Pakis untuk mengetahui potensi kendala dan ketidakefisienan yang terjadi di lapangan. Setelah itu, dilakukan pengumpulan data melalui observasi langsung dan pengambilan data lapangan guna memperoleh informasi yang akurat mengenai kondisi aktual proses reparasi. Data yang diperoleh kemudian digunakan untuk menyusun rumusan masalah penelitian.

Tahap berikutnya adalah evaluasi terhadap proses reparasi yang sedang berjalan untuk menilai apakah telah efisien sesuai dengan yang diharapkan. Apabila belum memenuhi kriteria efisiensi, maka dilakukan pengulangan pada tahap pengumpulan data dan observasi hingga diperoleh kondisi yang representatif. Jika telah memenuhi, maka dilanjutkan dengan identifikasi tahapan proses reparasi serta penentuan mode kegagalan (*failure mode*) yang mungkin terjadi pada setiap tahapan. Selanjutnya dilakukan penilaian risiko menggunakan metode FMEA dengan mempertimbangkan tingkat keparahan (*severity*), kemungkinan kejadian (*occurrence*), dan kemampuan deteksi (*detection*). Hasil penilaian tersebut kemudian dianalisis untuk menentukan tingkat prioritas risiko.

Apabila hasil analisis risiko belum memberikan hasil yang optimal, maka dilakukan evaluasi ulang pada tahap penilaian risiko. Namun, jika hasil analisis telah sesuai, maka dilanjutkan dengan penyusunan rekomendasi perbaikan berdasarkan hasil FMEA untuk meminimalkan potensi kegagalan pada proses reparasi. Tahap akhir penelitian adalah penarikan kesimpulan yang merangkum seluruh hasil analisis dan rekomendasi yang telah diperoleh. Dengan demikian, metode penelitian ini disusun secara sistematis dan iteratif guna menghasilkan analisis yang komprehensif dan dapat diimplementasikan pada proses reparasi kapal.

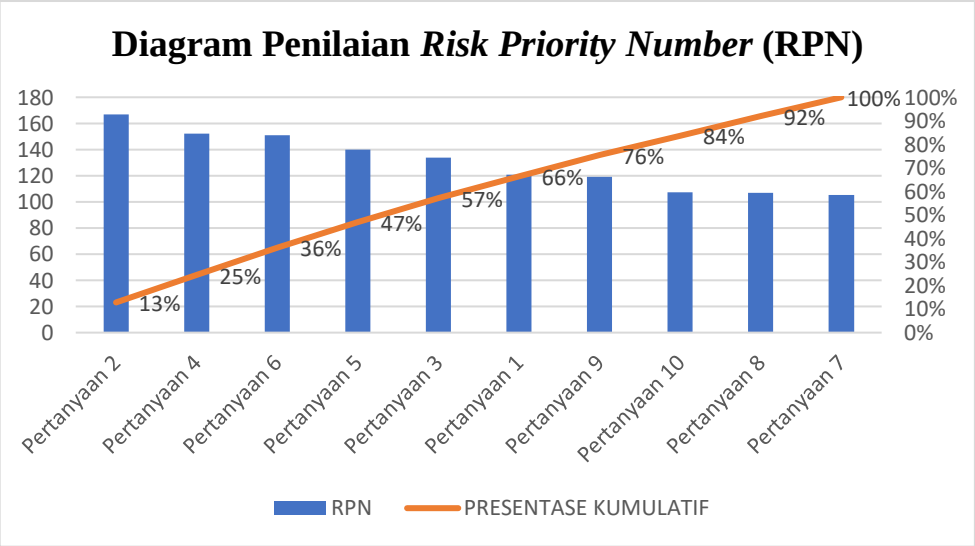
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapal patroli KN.P 485 merupakan kapal patroli yang dimiliki oleh KSOP Tanjung Pakis yang dibangun pada tahun 2014 dengan memiliki panjang keseluruhan (LOA) 16,50 meter, lebar (B) 4,00 meter, serta draft (D) 0,70 meter. Kapal ini mampu mencapai kecepatan maksimal 18 knots pada 3000 RPM, serta kecepatan patroli/cruising 15,2 knots pada 2500 RPM. Ditenagai oleh mesin utama dengan merk VOLVO PENTA dengan kapasitas mesin utama 2x370 HP. Mesin utama KN.P 485 diinstal pada tahun pembangunan kapal yaitu tahun 2014, dengan bahan bakar yang digunakan adalah HSD (Pertamina Dex). Selain itu, kapal ini juga dilengkapi dengan mesin bantu berkapasitas 17 KVA/KW dengan merk Kohler dan memiliki dua tangki berkapasitas 3000 liter untuk bahan bakar BBM dan tangki berkapasitas 2x20 liter untuk pelumas. Kapal ini berbody fiberglass dan dioperasikan oleh 4 orang ABK. Untuk keamanan, kapal ini dilengkapi dengan 1 buah life raft yang mampu menampung 10 orang, 10 life jacket, 4 life buoy, serta 7 tabung pemadam kebakaran.

Proses reparasi kapal patroli KNP 485 di KSOP Kelas III Tanjung Pakis dilaksanakan secara sistematis dan terstruktur yang dimulai dari tahap identifikasi kerusakan melalui inspeksi awal (seperti penyelaman untuk memeriksa kondisi *sterndrive* dan *propeller*), penyusunan daftar pekerjaan (*repair list*), hingga persiapan administrasi dan teknis sesuai standar operasional (SOP)

serta regulasi keselamatan kerja. Inti dari proses ini meliputi pelaksanaan teknis yang komprehensif, mulai dari pembongkaran, perbaikan, hingga *tune up* mesin utama (ME) kanan dan kiri serta sistem *lower stern drive*, yang seluruhnya diawasi secara ketat oleh supervisor atau surveyor untuk memastikan kualitas mutu dan keamanan. Rangkaian kegiatan ini diakhiri dengan tahap pengujian dan pemeriksaan akhir (*final inspection*) serta uji fungsi sistem untuk menjamin kelaikan operasional kapal, di mana keberhasilannya sangat bergantung pada sinergi antara pihak KSOP, galangan PT Tri Ratna Diesel Indonesia, tenaga teknis, dan pengawas dalam mewujudkan proses perbaikan yang efektif dan efisien.

Penelitian mengenai efisiensi proses reparasi Kapal KNP 485 di KSOP Tanjung Pakis menggunakan metode *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) berhasil mengidentifikasi sepuluh potensi mode kegagalan yang dinilai berdasarkan parameter keparahan (*Severity*), frekuensi (*Occurrence*), dan deteksi (*Detection*) melalui kuesioner responden. Berdasarkan hasil pengolahan data menjadi *Risk Priority Number* (RPN), ditemukan tiga risiko utama dengan nilai tertinggi, yaitu keterlambatan reparasi terhadap operasional kapal (RPN 167,06), ketepatan waktu pelaksanaan (RPN 152,34), dan kualitas pekerjaan teknisi (RPN 150,94).



Gambar 1. Diagram Penilaian *Risk Priority Number* (RPN).

Analisis ini menunjukkan bahwa faktor non-teknis seperti koordinasi dan perencanaan memiliki frekuensi kejadian yang tinggi, sementara kualitas teknisi menjadi sangat krusial karena berdampak langsung pada performa serta keselamatan kapal pasca-reparasi. Sebagai solusi, penelitian ini merekomendasikan berbagai tindakan pencegahan, mulai dari penyusunan jadwal yang realistis dan pemantauan progres harian hingga peningkatan kompetensi teknisi melalui pelatihan dan pengawasan ketat, guna menurunkan tingkat risiko serta mendukung kelancaran operasional kapal secara berkelanjutan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis mengenai efisiensi proses reparasi Kapal KNP 485 di KSOP Tanjung Pakis menggunakan metode *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) kesimpulan dan saran yang dapat diberikan antara lain : 1) Proses reparasi Kapal Patroli KNP 485 melibatkan tahapan identifikasi kerusakan melalui penyelaman dan pemeriksaan kondisi komponen seperti *propeller* dan *sterndrive*, yang kemudian diikuti dengan pelaksanaan perbaikan di galangan PT. Tri Ratna Diesel Indonesia; 2) Melalui penilaian *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* (S-O-D), teridentifikasi tiga mode kegagalan dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi yang menjadi penghambat efisiensi antara lain yaitu keterlambatan reparasi terhadap operasional kapal dengan nilai RPN=167,06 yang memberikan dampak paling signifikan terhadap jadwal operasional dan pelayanan KSOP, mode kegagalan kedua adalah ketidaktepatan waktu pelaksanaan reparasi dengan nilai RPN=152,34 dimana sering terjadi akibat kendala teknis, koordinasi, dan ketersediaan material, dan mode kegagalan ketiga adalah kualitas pekerjaan teknisi dengan nilai RPN=150,94 dimana sangat menentukan performa, keandalan, dan keselamatan kapal setelah diperbaiki; 3) Efisiensi proses reparasi sangat dipengaruhi oleh kualitas perencanaan, ketersediaan sumber daya manusia yang kompeten, serta efektivitas pengendalian mutu (*quality control*) selama proses berlangsung.

Untuk meningkatkan efisiensi proses reparasi di masa mendatang, diajukan beberapa saran antara lain yaitu strategi peningkatan efisiensi difokuskan pada penguatan sistem monitoring harian berbasis KPI, penggunaan metode penjadwalan *Critical Path Method* (CPM), penyusunan rencana kontingensi, serta peningkatan kompetensi teknisi melalui pelatihan dan sertifikasi berkelanjutan.

DAFTAR REFERENSI

Baroroh, I., Ramadhan, N. G., Hardianto, D., & Kristiyono, T. A. (2023). Risk Evaluation of Ship Repair Delays with The Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) Method. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, *8*(4), 605–615. https://doi.org/10.12962/j25481479.v8i4.19328

Basuki, M. (2023). *MITIGASI RISIKO KEGAGALAN FUNGSI PERALATAN MESIN FRESH WATER GENERATOR DENGAN PENDEKATAN FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) di KAPAL NIAGA XYZ. 24* (September), 1–10.

Daryanto. (2024). *"Application of the Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Method in Shipping Industry". Journal of Ocean Science and Technology Innovation*, 5(3), 2747-2124.

Eyres, D. J., & Bruce, G. J. (2012). *Ship construction* (7th ed.). Butterworth-Heinemann.

Farisi, Muhammad Fikri Al. (2024). PERAN PENGAWASAN SYAHBANDAR DALAM MENINGKATKAN KESELAMATAN PENUMPANG PADA EMBARKASI DAN DEBARKASI DI PELABUHAN TANJUNG PERAK. Program Studi Diploma IV Tata Laksana Angkutan Laut Dan Kepelabuhan Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Gerada, M., Kurniawan, R. D., & Rudi, S. (2022). *Aplikasi Failure Mode Effect Analisys (FMEA) untuk Mempermudah Perawatan dan Perbaikan Sitem Pendingin Main Engine Di Kapal*. *3*(1), 19–26. Jatim, U. (2024). *No Title*. 1–9.

Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). *Manufacturing engineering and technology*. Pearson.

McDermott R. E., Mikulak R. J., Beauregard M. R., 2009. *The Basics of FMEA*. 2nd Edition. New York: Productivity Press

McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R. (2008). *The Basics of FMEA*. New York: Productivity Press.

Nurwanti, R. dan Pribadi, T. W. (2016). Analisa Peningkatan Kualitas Layanan Jasa Reparasi Kapal Di Galangan Kapal Jawa Timur. Institut Teknologi Sepuluh November.

Perkapalan, J. T., Basuki, M., & Perkapalan, J. T. (2023). *Penilaian Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Pekerjaan Reparasi Kapal Pada PT Dewa Ruci Agung Dengan Menggunakan Metode Hazard Identification And Risk Assesment And Determining Control (HIRADC)*. *2*(2).

Samuel, Untung Budiarto. (2014). PERANCANGAN APLIKASI SISTEM REPAIR SCHEDULE PADA KAPAL PENYEBERANGAN MERAK-BAKAUHENI BERBASIS WEB MENURUT ATURAN BIRO KLASIFIKASI INDONESIA. KAPAL, Vol. 11, No.3. Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Indonesia

Soares, Marculino Brites., Basuki, Minto. (2023). PENILAIAN RISIKO OPERASIONAL PENYEBAB KETERLAMBATAN PROYEK REPARASI KAPAL KM *CARGO* PADA GALANGAN KAPAL PT DEWA RUCI AGUNG SURABAYA. *Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan III (SENASTITAN III) ISSN 2775-5630.* Jurusan Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.

Stamatis, D. H. (2003). *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*. ASQ Quality Press.

Syaifullah, A. Muh., Jalil., Rachman, Taufiqur. (2023). EVALUASI PENGUJIAN HASIL *WELDING* PELAT DENGAN METODE *CHALK TEST* DAN *AIR PRESSURE TEST*. Riset Sains Dan Teknologi Kelautan. SENSISTEK, Vol. 6, No. 1. Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Wa'addulloh, Mu'izzaddin., Purwanto. (2024). ANALISIS SANDBLASTING DAN COATING KAPAL MT.SUCHAONUGNUM. Jurnal Saintek Maritim,Volume 24 Nomor 2. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas TeknikUniversitas Maritim AMNI Semarang.

Yaqin, R. I., Siahaan, J. P., Priharanto, Y. E., Alirejo, S., & Umar, M. L. (2020). *Pendekatan FMEA dalam Analisa Risiko Perawatan Sistem Bahan Bakar Mesin Induk : Studi Kasus di KM . Sidomulyo*. *9*(3), 189–200.