



Analisis Kerusakan *Sea Water Cooling Pump* pada Mesin Induk di Kapal MV. Sju Mountain

George Jonhanes Baramata^{1*}, Maxima Ari Saktiono², Sugeng Marsudi³

¹⁻³Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Fakultas Vokasi Pelayaran
Universitas Hang Tuah, Indonesia

*Penulis Korespondensi: georgebaramata@gmail.com

Abstract. *Sea water cooling pump is a vital component of the main engine cooling system, responsible for circulating seawater to absorb engine heat. Damage to Sea water cooling pump No. 2 on MV. Sju Mountain reduced pump pressure from the normal range of 3.5–3.9 bar to 1.5–1.9 bar, causing the cooling system temperature to increase to 80°C and increasing the risk of engine overheating. This study aimed to identify the causes of pump failure, evaluate the level of failure risk, and determine appropriate corrective actions. The research employed the Fishbone diagram and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Data were collected through observations, interviews with ship engineers, documentation, and questionnaires administered to the Chief Engineer, Second Engineer, Third Engineer, Fourth Engineer, and Oiler. The Fishbone analysis identified five contributing factors: man, method, machine, material, and environment. FMEA results showed that the method factor had the highest Risk Priority Number (RPN) of 210, followed by environment (175), machine (160), material (120), and man (100). The study concluded that inadequate inspection and maintenance practices were the primary causes of pump failure. Recommended improvements include strengthening the Planned Maintenance System (PMS), conducting regular inspections, replacing worn components, and improving crew supervision to maintain optimal cooling system performance.*

Keywords: *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA); Fishbone Diagram; Main Engine Cooling System; Planned Maintenance System (PMS); Sea Water Cooling Pump.*

Abstrak. *Sea water cooling pump merupakan salah satu komponen penting dalam sistem pendingin mesin induk yang berfungsi mensirkulasikan air laut untuk menyerap panas dari mesin utama. Kerusakan pada Sea water cooling pump nomor 2 di MV. Sju Mountain menyebabkan tekanan pompa menurun dari kondisi normal 3,5–3,9 bar menjadi sekitar 1,5–1,9 bar sehingga temperatur sistem pendingin meningkat hingga mencapai 80°C. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan terganggunya kinerja mesin induk dan bahkan dapat mengakibatkan engine overheating. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor penyebab kerusakan, menentukan tingkat risiko kegagalan, serta mengetahui upaya perbaikan yang tepat pada Sea water cooling pump nomor 2. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah diagram Fishbone dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara dengan engineer kapal, dokumentasi, dan penyebaran kuesioner kepada Chief Engineer, Second Engineer (2/E), Third Engineer (3/E), Fourth Engineer (4/E), dan Oiler. Hasil analisis diagram Fishbone menunjukkan bahwa kerusakan Sea water cooling pump nomor 2 dipengaruhi oleh lima faktor utama, yaitu manusia (man), metode (method), mesin (machine), material (material), dan lingkungan (environment). Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemeriksaan dan perawatan yang belum optimal merupakan penyebab utama kerusakan Sea water cooling pump nomor 2. Upaya perbaikan dilakukan melalui peningkatan pelaksanaan Planned Maintenance System (PMS), pemeriksaan dan inspeksi berkala, penggantian komponen yang mengalami keausan, serta peningkatan pengawasan kru mesin guna menjaga kinerja sistem pendingin agar tetap optimal.*

Kata Kunci: Analisis Mode Kegagalan dan Efek (FMEA); Diagram Tulang Ikan (Fishbone Diagram); Pompa Pendingin Air Laut; Sistem Pendingin Mesin Utama; Sistem Perawatan Terencana (PMS).

1. LATAR BELAKANG

Sistem pendingin air laut (*sea water cooling system*) merupakan salah satu sistem vital pada kapal yang berfungsi menjaga temperatur operasi mesin induk maupun mesin bantu agar tetap berada pada batas aman. Proses pendinginan dilakukan dengan cara mengalirkan air laut melalui sea chest menuju *sea water cooling pump*, yang selanjutnya disirkulasikan ke heat exchanger untuk menyerap panas dari sistem pendingin air tawar (*fresh water cooling system*)

(Arda Billy et al., 2023). Tanpa adanya sistem pendinginan yang baik, suhu mesin dapat meningkat secara drastis dan mengakibatkan gangguan serius pada performa serta umur operasional mesin kapal (Muaimin Jufri, 2025).

Berdasarkan masalah yang teramati oleh peneliti saat melakukan praktik laut di kapal MV. Sjaw Mountain, ketika kapal sedang berlayar dari Makassar menuju Surabaya pukul 02.30 WITA tanggal 10 Juli 2025, oliernya mengetahui bahwa tekanan pada pompa pendingin air laut no. 2 menurun. Setelah sekitar 10 menit, terdengar suara ledaka dari kamar mesin (Yaqin et al., 2020). Kemudian tiga engineer, *cadet engine*, dan oliernya memeriksa sumber suara tersebut. Setelah dicek di bawah, ternyata pompa pendingin air laut no. 2 mengeluarkan suara bising dan terdapat getaran berlebihan, sehingga akhirnya diganti dengan pompa pendingin air laut no. 1.

Dalam masalah ini, tekanan pompa pendingin air laut yang biasanya normalnya 3.5 bar turun hingga 1.6 bar, sehingga menyebabkan suhu air tawar yang didinginkan oleh air laut meningkat. Hal ini memengaruhi kelancaran pengoperasian kapal. Oleh karena itu, perawatan pompa pendingin air laut harus diperhatikan secara lebih serius agar pengoperasian kapal dapat berjalan lancar. Pada kapal MV. Sjaw Mountain, sistem pendingin air laut menggunakan pompa sentrifugal (*centrifugal pump*) sebagai penggerak utama sirkulasi air laut. Pompa ini bekerja terus-menerus selama mesin utama beroperasi sehingga rentan mengalami keausan, korosi, dan kavitasi akibat kondisi air laut yang bersifat korosif (Mustain, 2020). Kondisi tersebut menyebabkan penurunan efisiensi pompa, getaran berlebih, hingga penurunan kapasitas debit aliran pendingin. Ketika hal ini terjadi, suhu kerja mesin tidak lagi stabil, dan risiko overheating meningkat (Siahaan et al., 2025).

Kerusakan yang terjadi pada *sea water cooling pump* umumnya disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kerusakan pada impeller, kerusakan mechanical seal, *Bearing* aus, penyumbatan pada saluran masuk air laut, serta terjadinya kavitasi akibat tekanan isap yang tidak sesuai. Faktor-faktor ini dapat diperparah oleh kurangnya perawatan preventif, pengawasan operasi yang tidak optimal, serta kondisi lingkungan laut yang agresif terhadap *material* pompa. Menurut Mahendra et al., (2025) sekitar 35% gangguan sistem pendingin di kapal niaga berasal dari permasalahan pada *sea water cooling pump*. Analisis terhadap kerusakan pompa pendingin air laut menjadi penting dilakukan untuk mengetahui penyebab utama terjadinya penurunan performa sistem pendingin dan menentukan tindakan korektif yang tepat. Dengan demikian, dapat dilakukan upaya perbaikan (troubleshooting) serta perencanaan perawatan preventif untuk mencegah kerusakan berulang di kemudian hari. Selain itu, hasil analisis dapat dijadikan acuan bagi para engineer on board dalam meningkatkan

keandalan operasi sistem pendingin dan efisiensi kerja mesin kapal secara keseluruhan. Penelitian ini mengambil lokasi di kapal *MV. Sju Mountain*, yang merupakan kapal niaga dengan sistem penggerak utama berbasis diesel engine. Berdasarkan hasil pengamatan awal di *engine room*, ditemukan adanya gejala abnormal seperti penurunan tekanan discharge pompa, kebocoran pada mechanical seal, dan peningkatan suhu air tawar pendingin mesin induk. Kondisi ini menunjukkan adanya indikasi kerusakan pada *sea water cooling pump* yang perlu dianalisis lebih mendalam secara teknis.

Melalui penelitian berjudul “Analisis Kerusakan *Sea water cooling pump* di Kapal *MV. Sju Mountain*”, diharapkan dapat diperoleh gambaran yang komprehensif mengenai jenis dan tingkat kerusakan yang terjadi, penyebab utama kerusakan, serta pengaruhnya terhadap kinerja sistem pendingin mesin. Hasil analisis ini diharapkan juga dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu permesinan kapal, khususnya dalam bidang perawatan sistem pendingin mesin kapal dan manajemen pemeliharaan permesinan laut.

2. KAJIAN TEORITIS

Pengertian Sistem Pendingin Secara Umum

Menurut Luqman (2023) sistem pendingin merupakan suatu rangkaian yang berfungsi untuk mengatasi panas berlebih pada mesin sehingga mesin dapat beroperasi secara lancar dan stabil. Panas yang dihasilkan dari proses pembakaran di dalam mesin sebagian diubah menjadi energi mekanik, sedangkan sebagian lainnya menjadi energi panas yang harus segera dipindahkan agar tidak menyebabkan kenaikan suhu yang melebihi batas kemampuan *material* mesin.

Prinsip Kerja Sistem Pendingin Air Laut

Secara umum, prinsip kerja sistem pendingin air laut dimulai dari pengambilan air laut melalui sea chest yang berada di lambung kapal bagian bawah. Air laut yang masuk kemudian dialirkan melalui sea suction valve menuju strainer untuk menyaring kotoran atau partikel padat seperti pasir, kerang, atau lumpur yang dapat mengganggu kinerja pompa. Setelah disaring, air laut dialirkan ke pompa pendingin air laut (*sea water cooling pump*) yang berfungsi untuk memberikan tekanan dan debit aliran yang cukup agar dapat bersirkulasi ke seluruh sistem pendingin (Kawandoda et al., 2024).

Sistem Pendingin Terbuka dan Tertutup

Sistem pendingin pada kapal umumnya terdiri dari dua jenis utama, yaitu sistem pendingin terbuka (*open cooling system*) dan sistem pendingin tertutup (*closed cooling system*).

Sistem pendingin terbuka adalah sistem yang menggunakan air laut secara langsung sebagai media pendingin (Pratama et al., 2022).

Fungsi dan Kinerja Sea water cooling pump

Merupakan salah satu komponen vital dalam sistem pendingin kapal yang berfungsi untuk mensirkulasikan air laut dari luar lambung kapal ke dalam sistem pendingin mesin utama, generator, dan peralatan bantu lainnya

Prinsip Kerja Pompa Centrifugal

Prinsip kerja pompa ini didasarkan pada pemanfaatan gaya sentrifugal. Ketika impeller berputar, fluida yang berada di dalam ruang impeller akan mengalami percepatan radial ke arah luar karena gaya sentrifugal.

Pompa Positive Displacement

Pompa *Positive Displacement* merupakan jenis pompa yang bekerja dengan cara memindahkan sejumlah fluida secara mekanis melalui ruang pompa dengan volume tetap pada setiap siklus kerjanya.

Fishbone

Menurut (Holifahtus Sakdiyah et al., 2022), *Fishbone* diagram merupakan metode analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah kualitas dengan cara mengelompokkan penyebab ke dalam beberapa kategori utama seperti *material*, mesin atau peralatan, tenaga kerja (man), dan metode kerja, yang kemudian dijabarkan lebih rinci melalui proses brainstorming.

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) merupakan prosedur terstruktur yang bertujuan untuk mengidentifikasi serta mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure modes*) dalam suatu sistem atau proses. Menurut Kumah et al., (2024) mode kegagalan mengacu pada berbagai bentuk kecacatan, kegagalan fungsi, kondisi yang berada di luar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan pada produk yang dapat mengganggu kinerja maupun fungsi produk tersebut (Murnawan, 2014).

3. METODE PENELITIAN

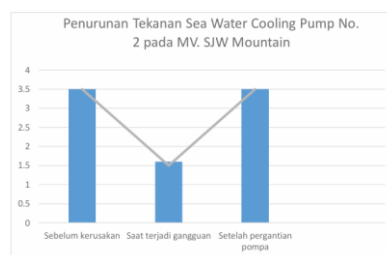
Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan didukung oleh analisis kuantitatif sederhana. Pendekatan ini dipilih untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi aktual, penyebab, dan jenis kerusakan yang terjadi pada *sea water cooling pump* di kapal MV. Sjiw Mountain. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah observasi langsung, wawancara, studi pustaka, dokumentasi, dan kuesioner. Teknik analisis

data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Fishbone Diagram*. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Failure Mode, Effect, and Criticality Analysis* (FMECA). Kedua metode tersebut digunakan untuk menganalisis kemungkinan terjadinya kegagalan sekaligus menentukan tingkat risiko dari setiap potensi kerusakan yang terjadi. Penilaian dilakukan dengan menggunakan tiga parameter utama, yaitu tingkat keparahan (*severity*), kemungkinan terjadinya kegagalan (*occurrence*), dan kemampuan mendeteksi kegagalan (*detectability*).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Hasil

Berdasarkan masalah yang teramati oleh peneliti saat melakukan praktik laut di kapal *MV. Sju Mountain*, ketika kapal sedang berlayar dari Makassar menuju Surabaya pukul 02.30 WITA tanggal 10 Juli 2025, oliernya mengetahui bahwa tekanan pada pompa pendingin air laut no. 2 menurun. Setelah sekitar 10 menit, terdengar suara ledaka dari kamar mesin. Kemudian tiga engineer, cadet engine, dan oliernya memeriksa sumber suara tersebut. Setelah dicek di bawah, ternyata pompa pendingin air laut no. 2 mengeluarkan suara bising dan terdapat getaran berlebihan, sehingga akhirnya diganti dengan pompa pendingin air laut no. 1. Dalam 67 masalah ini, tekanan pompa pendingin air laut yang biasanya normalnya 3.5 bar turun hingga 1.6 bar, sehingga menyebabkan suhu air tawar yang didinginkan oleh air laut meningkat.



Gambar 1. Penurunan Tekanan *Sea water cooling pump* No. 2 pada *MV. Sju Mountain*.

Sumber : Dokumentasi di kapal *Mv.Sju Mountain*.

Analisis Data

Kerusakan Pada *Impeller*

Impeller yang memiliki retakan tidak dapat beroperasi dengan baik dan tidak akan berputar secara seimbang, yang mengakibatkan aliran air menjadi tidak stabil dan menurunnya performa pompa.



Gambar 2. Kerusakan Impeller.

Sumber: Dokumentasi di Kapal MV. Sjaw Mountain.

Kerusakan Mechanical seal

Mechanical seal memiliki fungsi utama sebagai elemen penyekat untuk mencegah keluarnya fluida dari sistem selama pompa beroperasi. Pada kasus ini, kerusakan terjadi karena mechanical seal telah melampaui batas umur operasional optimal, yaitu sekitar 3.000 jam, sehingga permukaan kontak mengalami keausan yang signifikan dan kehilangan kemampuan kedapnya. Kondisi tersebut berdampak langsung terhadap penurunan tekanan sistem secara drastis, dari nilai normal sebesar 3,9 bar menjadi 1,9 bar.

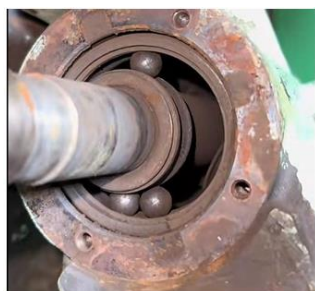


Gambar 3. Kerusakan *Mechanical seal*.

Sumber: Dokumentasi di Kapal MV. Sjaw Mountain.

Bearing yang sudah rusak

Bearing dapat mengalami kerusakan akibat beberapa faktor utama, antara lain pelumasan yang tidak optimal yang menyebabkan peningkatan gesekan dan suhu, kontaminasi oleh partikel asing yang merusak permukaan komponen, beban berlebih atau ketidaksejajaran poros yang mengakibatkan distribusi tekanan tidak merata, serta kelelahan *material* akibat penggunaan dalam jangka waktu yang lama.



Gambar 4. Kerusakan *Bearing*.

Sumber : Dokumentasi di Kapal MV. *Sjw Mountain*.

Tabel 1. Suhu Pada *Sea water cooling pump* no. 2.

No.	Kondisi	Suhu (°C)
1	Suhu normal	60
2	Suhu tidak normal	80

Sumber : MV. *Sjw Mountain*.

Faktor Penyebab Kerusakan *Sea water cooling pump* pada Mesin Induk di Kapal MV. *Sjw Mountain*.

Berdasarkan hasil observasi, dokumentasi, wawancara, dan pemeriksaan langsung terhadap kondisi *sea water cooling pump* nomor 75 2 di kapal MV. *Sjw Mountain*, ditemukan beberapa faktor utama yang menyebabkan kerusakan pompa. Adapun faktor-faktor penyebab kerusakan *sea water cooling pump* tersebut dijelaskan sebagai berikut.

Korosi Akibat Air Laut

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan, ditemukan adanya perforasi atau lubang pada permukaan impeller akibat korosi yang berlangsung dalam waktu lama.

Keausan pada Shaft dan Bearing

Berdasarkan hasil pemeriksaan, ditemukan bahwa *Bearing* mengalami kerusakan akibat terlepasnya rolling element dari housing *Bearing*.

Kerusakan Mechanical Seal

Berdasarkan hasil pemeriksaan, diketahui bahwa mechanical seal pada *sea water cooling pump* nomor 2 telah melewati batas umur operasional sekitar 3.000 jam sehingga kemampuan kedapnya menurun dan menyebabkan kebocoran air laut pada bagian shaft pompa.

Terjadinya Kavitasi pada Pompa

Kavitasi merupakan kondisi terbentuknya gelembung-gelembung uap di dalam fluida akibat tekanan yang terlalu rendah pada sisi hisap pompa.

Kurangnya perawatan dan pemeriksaan secara berkala

Berdasarkan hasil pengamatan, beberapa pemeriksaan rutin seperti pengecekan kondisi *Bearing*, alignment shaft, pelumasan, kondisi impeller, serta mechanical seal belum dilakukan secara optimal.

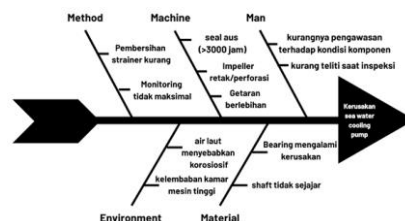
Kesalahan Operasional

Pengoperasian pompa yang tidak sesuai prosedur dapat menyebabkan tekanan dan getaran tinggi pada sistem pompa sehingga mempercepat kerusakan komponen.

Pengaruh Kerusakan Sea water cooling pump terhadap Kinerja Mesin Induk di Kapal MV. Sjlw Mountain

Kerusakan *Sea Water Cooling Pump* dapat menyebabkan berbagai dampak terhadap kinerja mesin induk, di antaranya terjadinya *overheating* pada mesin induk, menurunnya efisiensi dan performa mesin, meningkatnya keausan komponen mesin, terganggunya operasional mesin dan sistem pendingin, meningkatnya risiko kerusakan total mesin (*engine failure*), serta timbulnya getaran dan suara abnormal pada sistem. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan dan pencegahan agar kerusakan *Sea Water Cooling Pump* tidak terulang kembali. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi persiapan awal, pembongkaran pompa, pemeriksaan dan diagnosis kerusakan, perbaikan serta penggantian komponen yang mengalami kerusakan, kemudian diakhiri dengan pengujian (*test run*) untuk memastikan pompa kembali beroperasi secara optimal.

Pada Diagram Fishbone, masalah utama (*effect*) ditempatkan pada bagian kepala ikan (*head*), yaitu kerusakan *Sea Water Cooling Pump* nomor 2 yang ditandai dengan penurunan tekanan pompa dari kondisi normal 3,5–3,9 bar menjadi sekitar 1,5–1,9 bar serta meningkatnya temperatur sistem pendingin hingga mencapai 80°C. Sementara itu, bagian tulang utama (*major categories*) menggambarkan kelompok penyebab (*cause*) yang terdiri atas faktor manusia (*man*), metode (*method*), mesin (*machine*), material (*material*), dan lingkungan (*environment*). Adapun hasil analisis menggunakan Diagram Fishbone disajikan pada gambar berikut.



Gambar 5. Diagram Fishbone.

Sumber : Data Pribadi (2026).

Faktor Man (Sumber Daya Manusia)

Faktor manusia berkaitan dengan pengawasan dan ketelitian kru mesin dalam melakukan pemeriksaan terhadap kondisi pompa. Kurangnya pengawasan terhadap kondisi komponen menyebabkan kerusakan tidak segera terdeteksi sejak awal.

Faktor Machine (Mesin/Komponen)

Faktor metode berkaitan dengan pelaksanaan perawatan dan pemeriksaan pompa. Pemeriksaan berkala yang belum optimal menyebabkan komponen yang telah mengalami penurunan fungsi tetap digunakan dalam waktu yang lama.

Faktor Method (Metode Perawatan)

Faktor mesin merupakan penyebab utama kerusakan pada *sea water cooling pump*. Kerusakan terjadi pada beberapa komponen penting, yaitu: Mechanical seal, Impeller, Shaft, Getaran dan suara bising

Faktor Material

Faktor *material* berkaitan dengan kondisi dan kualitas komponen pompa yang digunakan.

Faktor Environment (Lingkungan)

Faktor lingkungan berasal dari kondisi operasional pompa yang terus berhubungan dengan air laut. Air laut memiliki sifat korosif sehingga dapat mempercepat terjadinya korosi pada komponen pompa.

Hasil Identifikasi Risiko Menggunakan Metode FMEA

Data penilaian diperoleh melalui penyebaran kuesioner kepada lima responden yang terdiri dari Chief Engineer, (2/E), (3/E), (4/E), dan Oiler. Hasil penilaian tersebut kemudian digunakan untuk menghitung nilai Risk Priority Number (RPN) sehingga dapat diketahui faktor yang menjadi prioritas utama dalam tindakan perbaikan.

Tabel 2. Hasil Kuesioner *Severity* (S).

Faktor Fishbone	Chief	2/E	3/E	4/E	Oiler	Total	Nilai S
Man (Manusia)	6	5	6	5	5	27	5
Method (Metode)	8	7	8	7	6	36	7
Machine (Mesin)	8	8	7	8	7	38	8
Material	7	6	7	6	6	32	6
Environment (Lingkungan)	8	7	7	8	7	37	7

Tabel 3. Hasil Kuesioner Occurence (O).

Faktor Fishbone	Chief	2/E	3/E	4/E	Oiler	Total	Nilai O
Man (Manusia)	5	4	5	4	4	22	4
Method (Metode)	6	6	5	6	5	28	6
Machine (Mesin)	6	5	5	5	5	26	5
Material	5	5	4	5	4	23	5
Environment (Lingkungan)	6	5	6	5	5	27	5

Tabel 4. Hasil Kuesioner Detection (D).

Faktor Fishbone	Chief	2/E	3/E	4/E	Oiler	Total	Nilai D
Man (Manusia)	6	5	5	6	5	27	5
Method (Metode)	5	5	4	5	4	23	5
Machine (Mesin)	5	4	4	5	4	22	4
Material	4	4	4	3	4	19	4
Environment (Lingkungan)	5	5	4	5	4	23	5

Sumber : Data Pribadi (2026).

Berdasarkan hasil penilaian kuesioner terhadap parameter *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D), selanjutnya dilakukan perhitungan nilai Risk Priority Number (RPN) dengan menggunakan persamaan $RPN = S \times O \times D$. Hasil perhitungan RPN dari masing-masing faktor *Fishbone* disajikan berikut.

Tabel 5. Hasil Identifikasi Risiko dengan Metode FMEA.

Faktor Fishbone	Failure Mode	S	O	D	RPN	Tingkat Risiko
Man (Manusia)	Kurangnya pengawasan dan ketelitian kru mesin	5	4	5	100	Sedang
Method (Metode)	Pemeriksaan berkala dan pelaksanaan perawatan belum optimal	7	6	5	210	Sangat Tinggi
Machine (Mesin)	Kerusakan <i>mechanical seal</i> , <i>impeller</i> , dan <i>misalignment shaft</i>	8	5	4	160	Tinggi
Material	Kearifan bearing dan <i>mechanical seal</i> melewati umur operasi	6	5	4	120	Tinggi
Environment (Lingkungan)	Korosi akibat air laut dan kelembaban tinggi	7	5	5	175	Tinggi

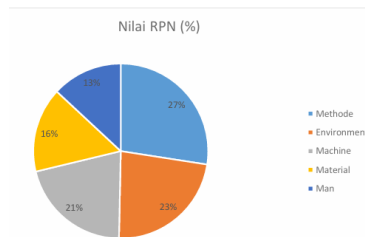
Sumber : Data yang Diolah (2026).

Berdasarkan hasil identifikasi risiko menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), diperoleh nilai Risk Priority Number (RPN) untuk setiap faktor penyebab kerusakan. Nilai RPN tersebut kemudian dikonversi ke dalam bentuk persentase berdasarkan total nilai RPN sebesar 765. Hasil perhitungan persentase tersebut disajikan berikut.

Tabel 6. Persentase Faktor Penyebab Kerusakan *Sea water cooling pump* Nomor 2.

Faktor Penyebab	Nilai RPN	Persentase (%)
Metode (Method)	210	27,45
Lingkungan (Environment)	175	22,88
Mesin (Machine)	160	20,92
Material (Material)	120	15,69
Manusia (Man)	100	13,06
Total	765	100

Sumber : Data yang Diolah (2026).

**Gambar 6.** Hasil Diagram Pie Nilai RPN.

Berdasarkan diagram pie di atas, diketahui bahwa faktor metode merupakan faktor yang paling dominan dalam menyebabkan kerusakan *Sea water cooling pump* nomor 2 pada *MV. Sjuw Mountain*. Hasil analisis *Fishbone* menunjukan nilai factor yang menyebabkan kerusakan sea water cooling pump di sebabkan oleh beberapa factor yaitu : Metode 27%, *Environment* 23%, *Machine* 21%, *Material* 16%, Man 13%. Berdasarkan factor-faktor tersebut Upaya penanggulangan berdasarkan hasil analisis dilakukan sesuai urutan prioritas nilai RPN dari yang tertinggi hingga terendah, yaitu sebagai berikut:

Faktor Metode (*Method*)

Upaya penanggulangan dilakukan dengan meningkatkan pelaksanaan perawatan berkala sesuai *Planned Maintenance System (PMS)*, menyusun jadwal inspeksi secara teratur, serta memastikan seluruh prosedur perawatan dilaksanakan sesuai dengan petunjuk pabrikan. Langkah ini bertujuan untuk mencegah penggunaan komponen yang telah mengalami penurunan fungsi sehingga kerusakan dapat diminimalkan.

Faktor Lingkungan (*Environment*)

Upaya yang dilakukan adalah menjaga kondisi ruang mesin agar tetap memiliki ventilasi yang baik, melakukan pembersihan secara rutin, serta memberikan perlindungan terhadap komponen yang rentan terhadap korosi akibat air laut dan kelembaban yang tinggi. Selain itu, penggunaan *material* yang tahan korosi dapat membantu memperpanjang umur komponen pompa.

Faktor Mesin (*Machine*)

Penanggulangan dilakukan dengan memeriksa kondisi mechanical seal, impeller, dan poros pompa secara berkala, melakukan penyelarasan kembali (alignment) pada poros yang mengalami ketidaksejajaran, serta mengganti komponen yang mengalami kerusakan untuk menjaga tekanan dan debit aliran air laut tetap normal.

Faktor *Material* (*Material*)

Upaya yang dilakukan yaitu melakukan penggantian *Bearing*, mechanical seal, dan komponen lainnya yang telah mencapai batas umur operasional. Selain itu, pemilihan *material* dengan kualitas yang sesuai spesifikasi serta penyediaan suku cadang yang memadai perlu diperhatikan untuk menjaga keandalan pompa.

Faktor Manusia (*Man*)

Penanggulangan dilakukan dengan meningkatkan pengawasan terhadap pelaksanaan pemeriksaan, memberikan pelatihan kepada kru mesin mengenai prosedur perawatan dan identifikasi awal kerusakan, serta meningkatkan ketelitian dalam pelaksanaan inspeksi agar potensi kerusakan dapat dideteksi dan ditangani sejak dini (Chahyono, 2025).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penyebab kerusakan *Sea water cooling pump* nomor 2 pada MV. Sju Mountain dipengaruhi oleh lima faktor utama berdasarkan analisis diagram *Fishbone*, yaitu faktor manusia (*man*), metode (*method*), mesin (*machine*), *material* (*material*), dan lingkungan (*environment*). Faktor manusia disebabkan oleh kurangnya pengawasan dan ketelitian kru mesin, faktor metode disebabkan oleh pelaksanaan perawatan yang belum optimal, faktor mesin disebabkan oleh kerusakan pada mechanical seal, impeller, dan shaft yang mengalami misalignment, faktor *material* disebabkan oleh keausan *Bearing* dan mechanical seal yang telah melewati batas umur operasional, sedangkan faktor lingkungan disebabkan oleh sifat korosif air laut dan tingginya kelembaban ruang mesin.

Faktor-faktor tersebut menyebabkan tekanan pompa menurun dari kondisi normal 3,5–3,9 bar menjadi sekitar 1,5–1,9 bar sehingga temperatur sistem pendingin meningkat hingga mencapai 80°C. Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), faktor metode (*method*) merupakan faktor yang 112 memiliki tingkat risiko tertinggi dengan nilai Risk Priority Number (RPN) sebesar 210 dan termasuk kategori risiko sangat tinggi. Selanjutnya faktor lingkungan (*environment*) memiliki nilai RPN sebesar 175, faktor mesin (*machine*) sebesar 160, faktor *material* (*material*) sebesar 120, dan faktor manusia (*man*) sebesar 100. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemeriksaan berkala dan pelaksanaan

perawatan yang belum optimal menjadi penyebab utama terjadinya kerusakan *Sea water cooling pump* nomor 2 pada *MV. Sjuw Mountain* sehingga memerlukan perhatian dan penanganan yang lebih serius. Kru mesin kapal perlu meningkatkan pelaksanaan preventive maintenance secara rutin dan terjadwal terhadap *sea water cooling pump*, terutama pada komponen *Bearing*, mechanical seal, impeller, dan shaft. Pengoperasian *sea water cooling pump* harus dilakukan sesuai dengan Standard Operating Procedure (SOP) untuk menghindari kesalahan operasional yang dapat mempercepat kerusakan komponen pompa. Perusahaan dan pihak kapal diharapkan menyediakan spare part yang memadai serta meningkatkan pengawasan.

DAFTAR REFERENSI

- Arda Billy, M., Kurniawan, D. S., Sursina, S., & Mudakir, M. (2023). Performance analysis of *Sea water cooling pumps* on the smoothness of the main engine cooling system on the MT. Fail. *International Journal of Advanced Multidisciplinary*, 2(2), 589–594. <https://doi.org/10.38035/ijam.v2i2.308>
- Chahyono, M. (2025). *Analisis kerusakan impeler pada Sea water cooling pump mesin induk type Yanmar di kapal Self-Propelled Oil Barge Seroja XXI* (Doctoral dissertation, Politeknik Pelayaran Surabaya).
- Dewi, N. P., Putra, I. N., & Widodo, A. (2023). Evaluasi kinerja sistem pendingin mesin induk kapal berbasis analisis risiko kegagalan komponen. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 11(2), 89–98.
- Fauzan, M., Suharto, & Prasetyo, B. (2021). Identifikasi penyebab gangguan sistem pendingin mesin utama kapal dengan metode *Fishbone Diagram*. *Jurnal Kelautan Nasional*, 16(3), 145–153.
- Holifahtus Sakdiyah, S., Eltivia, N., & Afandi, A. (2022). Root cause analysis using fishbone diagram: Company management decision making. *Journal of Applied Business, Taxation and Economics Research*, 1(6), 566–576. <https://doi.org/10.54408/jabter.v1i6.103>
- Kawandoda, Y. K., Hariyanto, S., Klara, S., & Alwi, M. R. (2024). Analisis penyebab kegagalan Marine Growth Prevention System (MGPS) untuk sistem pendingin air laut pada kapal. *Jurnal Riset & Teknologi Terapan Kemaritiman*, 3(2), 49–54. <https://doi.org/10.25042/jrt2k.122024.01>
- Kumah, A., Nwogu, C. N., Issah, A.-R., Obot, E., Kanamitie, D. T., Sifa, J. S., & Aidoo, L. A. (2024). Cause-and-effect (Fishbone) diagram: A tool for generating and organizing quality improvement ideas. *Global Journal on Quality and Safety in Healthcare*, 7(2), 85–87. <https://doi.org/10.36401/JQSH-23-42>
- Mahendra, R., Wanto, K., Frastika, Y., Wijaya, H., Palapa, A., & Pelayaran Sulawesi Utara, P. (2025). Optimalisasi perawatan *Sea water cooling pump* guna kelancaran sistem pendingin pada auxiliary engine di MV. Tanto Bersama. *Journal of Marine Engineering Research*, 1. <https://jurnal.poltekpelsulut.ac.id/index.php/marine>

- Muaimin Jufri, I. (2025). Failure analysis and optimization of main engine cooling system maintenance on a fishing vessel: A case study of KM. God Bless 08. *Zona Laut Jurnal Inovasi Sains Dan Teknologi Kelautan*, 120–128. <https://doi.org/10.62012/zl.v6i1.43097>
- Murnawan, H. (2014). Perencanaan produktivitas kerja dari hasil evaluasi produktivitas dengan metode fishbone di perusahaan percetakan kemasan PT. X. *Jurnal Teknik Industri HEURISTIC*, 11(1).
- Mustain, I. (2020). Penurunan tekanan pada pompa air laut pada mesin induk kapal. *Majalah Ilmiah Gema Maritim*, 22(1), 27–33. <https://doi.org/10.14710/kapal.v22i1.67419>
- Pratama, A. A., Astriawati, N., Waluyo, P. S., & Wahyudiyana, R. (2022). Optimalisasi perawatan sistem pendingin mesin utama di kapal MV. Nusantara Pelangi 101. *Majalah Ilmiah Bahari Jogja*, 20(1), 1–11 <https://doi.org/10.33489/mibj.v20i1.289>
- Rahman, F., Nugraha, A., & Hidayat, T. (2024). Optimization of ship main engine maintenance using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) approach. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, 9(1), 55–64.
- Siahaan, J. P., Yaqin, R. I., Tumpu, M., Hermawan, A., Nugroho, S. D., Prakoso, B., Luthfiani, F., & Zein, L. A. S. (2025). Implementation of Failure Mode and Effects Analysis in the maintenance strategy for the main engine cooling system pump of fishing vessels. *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Kelautan*, 22(1), 34–44. <https://doi.org/10.14710/kapal.v22i1.67419>
- Yaqin, R. I., Zamri, Z. Z., Siahaan, J. P., Priharanto, Y. E., Alirejo, M. S., & Umar, M. L. (2020). Pendekatan FMEA dalam analisa risiko perawatan sistem bahan bakar mesin induk: Studi kasus di KM. Sidomulyo. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 9(3), 189–200. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v9i3.4075.189-200>