p-ISSN: 2502-1621
e-ISSN: 2656-1611

Jurnal 7 Samudra
Politeknik Pelayaran Surabaya
Vol. 11, No.1, Mei 2026
Hal: 1-8

Analisis Kerusakan Komponen Jacket Cooling System Main Engine (Studi Kasus di Kapal MV.ISA EXPRESS)

Sani Anggara[1]

[1]Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Fakultas Vokasi Pelayaran Universitas Hang Tuah

emailnya : anggarasani176@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui penyebab kerusakan komponen *jacket cooling system* yang memengaruhi naiknya *temperature* pada *main engine* di kapal MV.ISA EXPRESS. Metode penelitian ini menggunakan metode kualitatif yaitu dengan melakukan observasi langsung, wawancara, dan dokumentasi saat praktek laut di kapal. Hasil pengamatan menunjukkan kerusakan terjadi pada *oring jacket cooling* akibat jam kerja *oring* yang sudah melebihi batas, terjadinya korosi pada *jacket cooling* yang diakibatkan karena kurangnya perawatan pada tanki ekspansi sehingga air yang disuplai menuju sistem pendingin kotor atau bercampur dengan endapan tanki. *Jacket cooling system* memiliki peran pendingin untuk mendinginkan mesin agar suhu mesin tetap stabil dan sistem pendingin kapal tidak terganggu. Kerusakan tersebut menyebabkan naiknya *temperature* gas buang pada *main engine* atau terjadinya *overheating*, bisa dikatakan *overheating* karena suhu pada gas buang *main engine* mencapai 420˚c sedangkan suhu normal pada gas buang *main engine* yaitu 370˚c. Upaya perbaikan dilakukan dengan melakukan *overhaul* dan mengganti material yang rusak sehingga sistem pendingin pada *main engine* dapat bekerja dengan normal dan mencegah terjadinya kerusakan serupa di masa mendatang.

KataKunci: *Jacket Cooling System*, kerusakan, *main engine*, sistem pendingin.

PENDAHULUAN

Pada saat ini, transportasi laut memegang peranan yang sangat penting dalam mendukung kelancaran distribusi barang. Dalam konteks ini, kapal menjadi moda transportasi utama yang menghubungkan wilayah-wilayah antar pulau, antar negara, bahkan antar benua. Untuk memenuhi kebutuhan pengangkutan yang terus meningkat, tidak hanya dibutuhkan jumlah kapal yang banyak, tetapi juga diperlukan upaya untuk menjaga agar kondisi kapal senantiasa optimal. Salah satu cara untuk menjamin kinerja mesin tetap maksimal adalah dengan merawat seluruh sistem dan komponen yang ada, termasuk sistem pendingin air tawar pada *jacket cooling*.

Sistem *jacket cooling fresh water* merupakan cairan yang mengelilingi dinding silinder dan blok mesin, berfungsi menyerap panas dari dinding silinder dan bersirkulasi secara terus menerus. Masalah pada sistem ini ditemukan saat pelaksanaan praktik di atas kapal MV. ISA EXPRESS. Tepatnya pada tanggal 25 September 2024, ketika tugas jaga

dilakukan oleh masinis tiga, dan kapal sedang berlayar dari Bontang menuju Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, mesin induk secara tiba-tiba mengalami kenaikan suhu berlebih (*overheating*), hal ini disebabkan oleh rusaknya komponen pada *jacket cooling system*, Bisa dikatakan *over heating* dikarnakan suhu pada *jacket cooling* mesin meningkat hingga mencapai 90˚c sedangkan pada suhu normal mencapai 60˚c, Oleh karena itu, perawatan pada komponen sistem pendingin *jacket* perlu dilakukan secara berkala berdasarkan jam operasional atau *running hours* yang telah ditentukan dalam buku panduan pengoperasian (*instruction manual book*). Untuk mengatasi terjadinya kerusakan pada komponen *jacket cooling system* yaitu dengan cara melakukan *overhaul* atau perbaikan. Untuk mencegah terganggunya operasional kapal saat proses pengiriman barang serta menghindari munculnya gangguan lain yang dapat memperparah kondisi mesin induk, maka berdasarkan permasalahan yang terjadi di atas kapal MV. ISA EXPRESS, dipilihlah judul tugas akhir sebagai berikut: *"ANALISIS KERUSAKAN KOMPONEN JACKET COOLING SYSTEM MAIN ENGINE (STUDI KASUS DI KAPAL MV.ISA EXPRESS)"*

Penyusunan tugas akhir ini berharap dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan sekaligus mendukung kinerja para pembaca, khususnya yang berkecimpung di dunia pelayaran. Selain itu, melalui pembahasan ini, baik pembaca maupun penulis yang berada di lingkungan kerja diharapkan dapat lebih memahami pentingnya melakukan perawatan dan perbaikan secara rutin sesuai dengan panduan yang tercantum dalam *manual book* sebagai acuan kerja di atas kapal..

TINJAUAN PUSTAKA

Review pertama yang relevan dengan penelitian ini yakni Menurut Prasetyo, Bayu (2023), sistem pendingin jaket (*jacket cooling system*) pada mesin induk merupakan komponen yang berfungsi untuk mendinginkan area di antara dinding silinder dan blok silinder. Cairan pendingin dialirkan melalui area ini guna menyerap panas dari dinding silinder, kemudian tetap bersirkulasi secara berkelanjutan. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh terjadinya kebocoran pada sistem pendingin jaket mesin induk, yang menyebabkan kapal harus menghentikan operasionalnya untuk melakukan perbaikan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kebocoran, menganalisis dampak yang ditimbulkan, serta mengevaluasi langkah-langkah penanganan yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Adapun metode pengumpulan data yang dilakukan, meliputi observasi lapangan secara langsung, wawancara dengan pihak-pihak yang berkaitan, serta telaah literatur atau studi pustaka sebagai landasan teoritis..

Review kedua yang relevan dengan penelitian ini yakni Menurut Muhammad Rifal (2022), *jacket cooling fresh water* adalah salah satu komponen krusial dalam sistem kerja mesin bantu kapal. Proses pembakaran dalam silinder menghasilkan panas yang kemudian akan diserap oleh air tawar, yang berfungsi sebagai selimut pada *liner* silinder. Air tawar ini kemudian didinginkan melalui proses pertukaran panas yang berlangsung di dalam penukar panas bertabung. Dalam hal ini, sistem *jacket cooling* memiliki peran krusial dalam menjaga kestabilan suhu mesin selama operasional. Salah satu komponen utama dalam sistem tersebut adalah *O-ring connecting jacket*, yang berfungsi sebagai penghubung antara *jacket cooling* dengan *cylinder head*, sekaligus memastikan aliran air pendingin dapat berjalan secara optimal dan efisien. Untuk menganalisis permasalahan yang terjadi, penelitian ini menerapkan pendekatan HAZOP (*Hazard and Operability Study*), serta USG (*Urgency,*

Seriousness, and Growth) untuk menganalisis potensi permasalahan dalam sistem tersebut. Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan bahwa beberapa komponen dalam sistem pendingin tertutup, seperti air tawar, pompa, dan terutama *O-ring connecting jacket*, menjadi penyebab utama terjadinya kebocoran pada sistem *jacket cooling fresh water*. Kerusakan yang terjadi pada *O-ring connecting jacket* memungkinkan air tawar keluar dari sistem yang seharusnya tertutup rapat. Oleh karena itu, perawatan yang dilakukan secara rutin dan terstruktur, khususnya terhadap *oring connecting jacket*, menjadi aspek penting guna menjamin kinerja optimal dari sistem pendingin tertutup. Seluruh aspek ini akan dibahas secara mendalam dalam skripsi ini.

METODE PENELITIAN

Metode analisis data yang diterapkan dalam tugas akhir ini adalah metode kuantitatif, di mana seluruh data yang diperoleh melalui wawancara, observasi lapangan, dan dokumentasi diorganisasikan secara runtut dan sistematis guna mendukung proses analisis secara objektif. yang kemudian dikonversikan menjadi angka, yang dapat diukur dan dianalisis secara statistic untuk menjawab pertanyaan seperti “berapa banyak” atau “berapa besar”, sehingga akan mudah dipahami serta penemuannya dapat diinformasikan kepada orang lain. Jika penyebab masalah atau akar masalah telah teridentifikasi, Langkah selanjutnya adalah melakukan perbaikan atau perawatan yang efektif dengan tetap memperhatikan kemungkinan penyebab masalah pada *jacket cooling system* agar tidak terjadi kerusakan lagi dalam waktu dekat, penelitian kualitatif merupakan metode umum untuk menemukan akar masalah. Pengumpulan data serta informasi yang dibutuhkan dalam penyusunan proposal ini dilakukan melalui penelitian lapangan (*Field Research*) yaitu:

1. pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti. Terdapat beberapa metode yang digunakan untuk memperoleh data, antara lain:

a. Observasi

Menurut Morissan (2017:143), observasi merupakan kegiatan sehari-hari manusia yang dilakukan dengan mengandalkan pancaindra sebagai alat utama. Artinya, observasi merupakan kemampuan individu dalam menangkap informasi melalui pengamatan langsung yang melibatkan kerja pancaindra.

b. Wawancara

Mengacu pada pendapat Esterberg yang dikutip oleh Sugiyono (2015:72), wawancara merupakan suatu bentuk interaksi antara dua orang atau lebih yang bertujuan untuk saling bertukar informasi atau gagasan melalui tanya jawab. Proses ini memungkinkan informasi atau ide yang diperoleh dirumuskan menjadi kesimpulan atau makna tertentu dalam konteks topik yang dibahas.

c. Dokumentasi

Dokumentasi adalah aktivitas mengumpulkan, memilah, mengelola, serta menyimpan berbagai bentuk informasi. Teknik ini digunakan untuk memperoleh bukti dan referensi berupa foto, kutipan, maupun sumber informasi lainnya yang relevan. Dalam hal ini penulis melakukan pendokumentasian secara langsung mengenai *jacket cooling system main engine* pada kapal MV.ISA EXPRESS.

2. Penelitian Kepustakaan (*Library Research*)

Penelitian ini dilakukan dengan mempelajari serta menelaah berbagai buku, jurnal, dan sumber pustaka relevan yang berkaitan dengan topik yang diteliti. Tujuannya adalah membangun kerangka teori

yang kokoh sebagai landasan untuk diskusi dan analisis selanjutnya.

3. Metode Deskriptif Subjektif

Dalam pendekatan ini, data dikumpulkan melalui pengamatan langsung terhadap subjek penelitian. Hasil observasi tersebut kemudian dijelaskan secara detail untuk menggambarkan fenomena yang terjadi berdasarkan persepsi

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Masalah

Dalam melaksanakan praktek laut (PRALA) selama setahun di kapal MV. ISA EXPRESS peneliti menemukan masalah pada saat kapal sedang dalam perjalanan dari Bontang menuju tanjung perak Surabaya tepatnya pada tanggal 25 september 2025, waktu jam dinas jaga 08.00-12.00 dengan masinis 3, *oiler*, dan *cadet*. Permasalahan penelitian ini terletak pada naiknya *temperature* gas buang yang tinggi (*overheating*), bisa dikatakan *overheating* di karnakan *temperature* pada gas buang *main engine* yang awalnya 370˚C naik hingga mencapai angka 420˚C.

Setelah dilakukan pengecekan *temperature* suhu, terdapat masalah pada *jacket cooling system*, Indikasi permasalahan yang terletak pada naiknya *temperature* gas buang yang tinggi (*overheating*) yang diakibatkan karena terjadinya kerusakan pada *oring jacket*, korosi pada *jacket*.

B. Penyajian Data

1. Korosi pada *jacket cooling*

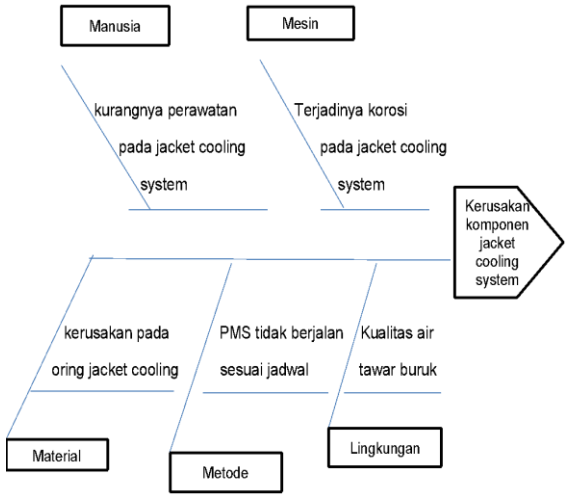
Dapat menyebabkan terjadinya kebocoran, terutama jika sudah terlalu lama. Korosi dapat terjadi karena usia pemakaian, temperatur suhu pada *jacket* tidak bekerja secara maksimal. Temperatur suhu yang tidak maksimal dapat menyebabkan terjadinya *overheating* contohnya pada suhu *temperature* air tawar yang naik secara signifikan atau tidak normal bisa dikatakan tidak normal karena suhu pada *temperature* air tawar mencapai 80˚c - 90˚c sedangkan suhu normal pada *temperature* air tawar yaitu 60˚c - 70˚c. Kemudian korosi dapat terjadi karena banyaknya endapan kotoran pada tangki ekspansi sehingga air yang dipompa menuju *main engine* bercampur dengan endapan kotoran tersebut. Maka dari itu perlu adanya perawatan pada *jacket cooling* yang diakibatkan terpaparnya korosi. Berikut adalah contoh gambar komponen *jacket cooling* yang terkena korosi.

2. Terjadi kerusakan pada *oring jacket cooling*

Oring yang sudah aus atau rusak Dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada *oring jacket cooling* dan dapat menimbulkan terjadinya kebocoran Terutama pada mesin induk yang dapat mengakibatkan terjadinya gangguan pada sistem pendingin, hal ini dapat mengakibatkan terjadinya kenaikan *temperature* pada gas buang *main engine* (*overheating*). Pada kapal MV.ISA EXPRESS *oring* yang digunakan yaitu menggunakan jenis *oring* NBR (*Nitrile Butadiene Rubber*) yang mempunyai ketahanan suhu 20˚c - 120˚c yang memiliki jangka waktu pemakaian 1 – 3 tahun, sedangkan usia pada *oring jacket cooling* sudah melebihi batas pemakaian yaitu sudah mencapai lebih dari 3 tahun pemakaian, maka dari itu perlu adanya pengecekan material dan penggantian supaya system pendingin pada mesin dapat bekerja secara maksimal.

PEMBAHASAN

Setelah dilakukan penelitian terdapat beberapa faktor yang terjadi akibat kerusakan komponen-komponen pada *jacket cooling system*. Maka dari itu penulis akan menganalisis faktor-faktor yang mengakibatkan terjadinya kerusakan komponen-komponen pada *jacket cooling system* untuk mencari kerusakan komponen yang paling berdampak akibat terjadinya *overheating* pada *main engine* menggunakan diagram *fishbone*, berikut data-datanya



Gambar 1 Diagram *Fishbone*

Data yang diambil merupakan data yang telah dikumpulkan kemudian di analisis menggunakan metode *fishbone* dan dilakukan penghitungan guna untuk menentukan kerusakan komponen pada *jacket cooling system*. Berikut ini merupakan penjelasan dari diagram *fishbone*:

1). Manusia

- Kurangnya perawatan pada *jacket cooling system* dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan komponen pada *jacket*, seperti kerusakan pada *oring* yang dapat mengakibatkan terjadinya kebocoran, Sehingga *temperature main engine* meningkat hal ini diakibatkan karena terjadinya kebocoran pada *jacket cooling*.

2). Mesin

- Terjadinya korosi pada *jacket cooling* diakibatkan karena banyaknya endapan kotoran pada tanki ekspansi, sehingga air yang dialirkan menuju sistem pendingin kotor.

3). Material

- Terjadi keausan pada *oring jacket* diakibatkan karena kurangnya pengecekan terhadap sistem pendingin, jam kerja *oring* yang sudah melebihi batas.

4). Metode

- PMS (*Planned Maintenance System*) tidak dijalankan dengan baik atau menunggu terjadinya kerusakan baru akan di adakan pengecekan sekaligus penggantian material.

5). Lingkungan

- Kualitas air tawar atau *fresh water* yang buruk diakibatkan karena kotornya tangki *fresh water*, yang mengakibatkan terjadinya korosi pada *jacket cooling system*.

Setelah data-data dikumpulkan dan di analisis menggunakan metode *fishbone* maka Langkah selanjutnya yaitu melakukan penghitungan persentase tingkat kerusakan pada *jacket cooling system*. Penelitian ini di peroleh dari hasil wawancara langsung dengan responden teknis di kapal MV.ISA EXPRESS, yang terdiri dari KKM, Masinis I, dan *Oiler*. Berikut adalah gambar diagram table dari hasil penghitungan *fishbone*:

Faktor Penyebab	Responden			
	KKM	Masinis I	Oiler	Tot
Manusia: Kurangnya prawatan pada jacket cooling system	4	4	4	12
Mesin: Terjadinya kororsi pada jacket cooling system	6	7	6	19
Material: Kerusakan pada oring jacket cooling system	7	8	8	23
Metode: PMS tidak berjalan sesuai jadwal	4	5	4	13
Lingkungan: Kualitas air tawar yang buruk	4	4	5	13
Total keseluruhan				80

Gambar 2 Hasil Penilaian Diagram *Fishbone*

Keterangan tentang persetujuan angka untuk mengetahui seberapa besar masalah yang muncul:
0 – 2 = Rendah
3 – 5 = Sedang
6 – 8 = Tinggi

Berdasarkan table di atas yang berisi data penyebab masalah yang diidentifikasi oleh responden, kemudian dari hasil tersebut diubah menjadi persentase dengan cara sebagai berikut:
Faktor manusia: 12/80 x 100% = 15%
Faktor Mesin: 19/80 x 100% = 24%
Faktor Material: 23/80 x 100% = 29%
Faktor Metode: 13/80 x 100% = 16%
Faktor Lingkungan:13/80x 100%=16%

Berdasarkan table di atas masalah yang terjadi pada kerusakan komponen *jacket cooling* terdapat beberapa faktor yaitu: Pada faktor material, faktor mesin. Dari faktor material tersebut kerusakan pada *oring jacket cooling* dapat mengakibatkan terjadinya kebocoran, kemudian dari faktor mesin yaitu terjadinya korosi pada *jacket cooling* dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan komponen mesin seperti kerusakan pada piston dan *valve*. Upaya Dari Hasil Analisis Fishbone

Setelah beberapa faktor yang terjadi akibat kerusakan komponen *jacket cooling system* dianalisis menggunakan metode *fishbone* dan dilakukan penghitungan persentase guna untuk menentukan masalah yang paling berpengaruh ditemukan bahwasannya faktor yang paling berpengaruh ialah faktor material dan faktor mesin. Pada faktor material diakibatkan karena kerusakan material pada *oring jacket cooling*, kemudian pada faktor mesin itu sendiri yakni terjadinya korosi pada *jacket cooling*. Upaya yang dilakukan untuk menangani kerusakan pada kerusakan komponen *jacket cooling system* yaitu dengan cara:

1). Pada faktor Material

Pada faktor material sendiri upaya untuk mengatasi kerusakan pada *oring jacket cooling* yaitu dengan cara melakukan *overhaul* dan mengganti *oring* yang aus dengan *oring* baru atau *oring spare*. Berikut adalah Langkah-langkah yang dilakukan saat penggantian *oring*:

a. Siapkan alat atau kunci-kunci untuk melepaskan baut atau komponen-komponen pada mesin
b. Siapkan ruang kerja yang bersih dan aman guna untuk meletakkan komponen-komponen yang di lepas
c. Siapkan suku cadang yang dibutuhkan
d. Pastikan mesin sudah dalam keadaan mati dan semua sambungan kran seperti kran bahan bakar dalam keadaan tertutup
e. Lepas *manifold* beserta perlengkapannya
f. Lepas aksesoris pada *cylinder head*, seperti pipa bahan bakar, pipa oli
g. Lepas baut pengikat pada *cylinder head* lalu lepaskan *cylinder head*
h. Lepaskan katup pada *cilynder head*
i. Lepas baut pengikat *cylinder cover* lalu lepaskan *cylinder cover*
j. Setelah semuanya terlepas siapkan *oring* baru guna untuk mengganti *oring* yang sudah aus
k. Kemudian periksa dan cari letak *oring* yang sudah aus dan akan di Ganti dengan *oring* baru
l. Kemudian lepas *oring* lama dan bersihkan tempat *oring* dari kotoran dan sisa *oring* lama
m. Pasang *oring* baru dan pastikan *oring* terpasang dengan benar
n. Setelah *oring* terpasang dengan benar, rakit Kembali *cylinder head*
o. Pasang Kembali *cylinder head* dengan memasang baut-baut *cylinder head* sesuai dengan torsinya
p. Pasang Kembali *manifold*
q. Pasang Kembali aksesoris pada *cylinder head* seperti pipa bahan bakar dan pipa oli
r. Pastikan semua komponen-komponen yang di lepas sudah terpasang kembali
s. Setelah semuanya terpasang lakukan pengujian pada *jacket cooling system*

dengan cara mengisi air pendingin pada sistem pendingin mesin

t. Kemudian cek tekanan kompresi pada *cilynder* untuk memastikan tidak adanya kebocoran
u. Kemudian Langkah yang terakhir yaitu dengan cara melakukan pengujian mesin atau menghidupkan mesin guna untuk memastikan semua sistem berfungsi dengan baik.

2). Faktor Mesin

Pada faktor mesin upaya untuk mengatasi terjadinya korosi pada *jacket cooling* yaitu dengan cara melakukan pengecekan pada tangki ekspansi atau menguras tanki ekspansi lalu membersihkan kerak atau sisa endapan kotoran pada tanki, agar nantinya air yang disuplai menuju *main engine* tidak bercampur dengan kerak atau endapan kotoran yang terdapat pada tanki.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang dilaksanakan memiliki hubungan satu sama lain, maka Kesimpulan dari kerusakan komponen *jacket cooling system* di kapal MV.ISA EXPRESS adalah seperti di bawah ini:

1. Dari hasil analisis menggunakan metode *fishbone* faktor penyebab terjadinya kerusakan pada komponen-komponen *jacket cooling* tersebut antara lain: faktor material dengan hasil persentase terbesar yaitu dengan 29% yaitu terjadinya kerusakan pada *oring jacket*, kemudian faktor mesin itu sendiri dengan hasil persentase sebesar 24% yaitu terjadinya korosi pada *jacket*. Pada faktor material kerusakan komponen terjadi pada *oring jacket cooling*, sedangkan pada faktor mesin kerusakan komponen terjadi pada korosi *jacket cooling*.
2. Dampak yang ditimbulkan akibat terjadinya kerusakan pada komponen-komponen *jacket cooling system* antara lain: terjadi kerusakan pada *oring jacket cooling* yang mengakibatkan terjadinya kenaikan *temperature* suhu gas buang (*overheating*) bisa dikatakan *overheating* karena suhu pada gas buang *main engine* mencapai 370˚c - 420˚c, sedangkan suhu normal pada gas buang *main engine* yaitu 340˚c - 365˚c. Kemudian dampak dari terjadinya korosi pada *jacket cooling* yaitu dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan komponen pada *main engine* seperti kerusakan pada *cilynder cover*,piston,*valve*. Maka dari itu perlu adanya pengecekan terhadap *jacket cooling system* agar masalah serupa dapat di atasi.
3. Pada faktor material kerusakan yang terjadi akibat *oring* yang sudah rusak atau aus, upaya untuk mengatasi kerusakan *oring* yaitu dengan cara melakukan *overhaul* dan mengganti *oring* yang rusak dengan *oring* baru. Kemudian pada faktor mesin kerusakan yang terjadi terletak pada terjadinya korosi pada *jacket cooling*, upaya untuk mengatasi terjadinya korosi pada *jacket cooling* yaitu dengan cara melakukan pengecekan pada tanki ekspansi atau menguras tanki ekspansi lalu membersihkan kerak atau sisa endapan kotoran pada tanki, agar nantinya air yang disuplai menuju *main engine* tidak bercampur dengan kerak atau endapan kotoran yang terdapat pada tanki.

DAFTAR PUSTAKA

Bayu, P. (2023). *Analisis penyebab kebocoran jacket cooling sistem main engine MT. Mulia Karsa 2* [Skripsi, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang].

Diadema, S. M. S., Marsudi, S., & Saktiono, M. A. (2026). Analisis penyebab kenaikan temperatur air tawar pada sistem pendingin mesin induk di HT Kresna 3116. *Globe: Publikasi Ilmu*

Teknik, Teknologi Kebumian, Ilmu Perkapalan, *4*(2), 272–281. https://doi.org/10.61132/globe.v4i2.1459

Khrisdamara, B., & Andesta, D. (2022). Analisis penyebab kerusakan head truck-B44 menggunakan metode FMEA dan FTA (Studi kasus: PT. Bima, Site Pelabuhan Berlian). *Jurnal Serambi Engineering*, *7*(3), 3303–3313. https://doi.org/10.32672/jse.v7i3.4255

Muhammad, R. (2022). *Analisis kebocoran pada jacket cooling fresh water main engine di kapal KM. Tonasa Line XVI* [Skripsi, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar].

Rahmawan, B. S. (2022). *Optimalisasi kinerja jacket cooling pada main engine di kapal KM. Fajar Bahari II* [Skripsi, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar].

Ries, F. (2019). *Menurunnya kinerja jacket cooling fresh water mengakibatkan gas buang main engine tinggi di MT. Saamis Adventurer* [Skripsi, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang].

Satriawan, U. (2021). *Pengaruh rusaknya oring connecting jacket cooling fresh water main engine cylinder no. 7 terhadap mesin di MV. Sendang Mas* [Skripsi, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang]

Sugiyono. (2015). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

Suhadi, Mustain, I., Irawan, B., & Abdurohman. (2026). Analisa kenaikan temperatur pada sistem pendingin mesin diesel: Faktor dan dampak pada kapal tiba di pelabuhan. *Majalah Ilmiah Bahari Jogja*, *24*(1), 17–28. https://doi.org/10.33489/mibj.v24i1.496

Suwondo, Warsopurnomo, E., & Muchlisin, A. (2018). Faktor-faktor penyebab retaknya jacket cooling di cylinder main engine MT. Sei Pakning. *Dinamika Bahari*, *8*(2), 2029–2044. https://doi.org/10.46484/db.v8i2.74

Tague, N. R. (2005). *The quality toolbox* (2nd ed.). ASQ Quality Press.

Tiro, J. M., Klara, S., Alwi, M. R., & Sitepu, A. H. (2025). Pengaruh sistem pendingin air tawar terhadap kinerja mesin utama kapal. *Jurnal Riset & Teknologi Terapan Kemaritiman*, *4*(2), 60–64. https://doi.org/10.25042/jrt2k.122025.04

Woodyard, D. (2009). *Pounder's marine diesel engines and gas turbines* (9th ed.). Butterworth-Heinemann.