

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN**

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



SKRIPSI

**ANALIS PENYEBAB TURUNNYA TEKANAN POMPA AIR
LAUT PADA SISTEM PENDINGIN MESIN INDUK DI
KAPAL M.H THAMRIN**

Oleh :

**IVONE HARIASTI
NRP. 206750070**

**PROGRAM PENDIDIKAN RPL DIPLOMA IV
JURUSAN TEKNIKA
JAKARTA
2026**

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBERDAYA MANUSIA PERHUBUNGAN

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



ANALIS PENYEBAB TURUNNYA TEKANAN POMPA AIR
LAUT PADA SISTEM PENDINGIN MESIN INDUK DI
KAPAL M.H THAMRIN

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan
Untuk Penyelesaian Program Pendidikan Diploma IV

Oleh :

IVONE HARIASTI
NRP. 206750070

PROGRAM PENDIDIKAN RPL DIPLOMA IV
JURUSAN TEKNIKA
JAKARTA
2026

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBERDAYA MANUSIA PERHUBUNGAN**

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan benar.

Nama	: Ivone Hariasti
NRP	: 206750070
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	: Analis Penyebab Turunnya Tekanan Pompa Pendingin Air Laut pada Sistem Pendingin Mesin Induk di Kapal M.H Thamrin

Jakarta, Juni 2026



Ivone Hariasti

**KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBERDAYA MANUSIA PERHUBUNGAN**

SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama	: Ivone Hariasti
NRP	: 206750070
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	: Analisis Penyebab Turunnya Tekanan Pompa Air Laut Pada Sistem Pendingin Mesin Induk di Kapal M.H Thamrin

Pembimbing Utama

Ardiansyah, S.T., M.Si

Pembina (IV/a)

NIP. 197510251998081001

Pembimbing Pendamping

Susi Herawati, S.Si., M.Pd

Penata (III/c)

NIP. 198406112009122002

Mengetahui;
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 198006052008121001

KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN
SUMBERDAYA MANUSIA PERHUBUNGAN
SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN



TANDA PENGESAHAN SKRIPSI

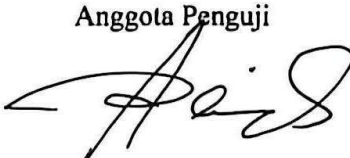
Nama	: Ivone Hariasti
NRP	: 206750070
Program Pendidikan	: Diploma IV
Jurusan	: Teknika
Judul	: Analisis Penyebab Turunnya Tekanan Pompa Air Laut Pada Sistem Pendingin Mesin Induk di Kapal M.H Thamrin

Ketua Penguji

Ihrof Muzarodin, S.E., M.Si
Penata Muda Tk.1 (III/b)
NIP. 198108122010121002

Anggota Penguji

Ikhwanuddin, S.Si., M.Si
PPPK Gol.X
NIP. 199111172023211022

Anggota Penguji

Ardiansyah, S.T., M.Si
Pembina (IV/a)
NIP. 197510251998081001

Mengetahui;
Ketua Jurusan Teknika

Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M
Perfata Tk. I (III/d)
NIP. 198006052008121001

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini yang merupakan suatu tugas dan kewajiban bagi setiap mahasiswa-mahasiswi Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Indonesia untuk menyelesaikan Program RPL Diploma IV Teknika yang telah ditentukan sesuai dengan kurikulum pendidikan.

Penyusunan skripsi ini didasari oleh pengalaman dan pengetahuan yang diberikan oleh dosen pada saat pendidikan serta melalui literatur-literatur yang berhubungan dengan judul skripsi yang penulis ajukan. Adapun judul skripsi yang penulis pilih adalah :

ANALISIS PENYEBAB TURUNNYA TEKANAN POMPA AIR LAUT PADA SISTEM PENDINGIN MESIN INDUK DI KAPAL M.H THAMRIN

Berkat bimbingan dan pengarahan serta dorongan dari berbagai pihak, maka penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini, oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, antara lain kepada :

1. Yth. Bapak Dr. Capt. Tri Cahyadi, M.H., M.Mar. selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Indonesia, Bapak Dr. Markus Yando, S.Si.T., M.M. selaku Ketua Jurusan Teknika Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Indonesia, serta Bapak Ardiansyah, S.T., M.Si. dan Ibu Susi Herawati, S.Si., M.Pd. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dukungan, dan masukan selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Kepada Staf Pengajar dan Dosen Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran pada jurusan teknik yang telah membimbing dan mendidik penulis selama dalam masa perkuliahan.
3. Seluruh crew kapal M.H Thamrin yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk belajar dan memberikan masukan terkait dengan skripsi ini
4. Kepada Seluruh jajaran Kapusbangkar yang bersedia mengarahkan dan membimbing saya selama melaksanakan pendidikan di Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Indonesia
5. Kepada Orang Tua saya yang telah memberi do'a restu sehingga saya mampu menyelesaikan skripsi ini secara tepat waktu
6. Kepada Suami saya Mochammad Ridwan yang selalu memberikan semangat, motivasi, serta dukungannya dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini

Disadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan. Saran dan masukan akan diterima dengan harapan dapat mendukung penulisan skripsi ini. Penulis berharap, skripsi ini dapat

memberikan manfaat untuk menambah wawasan bagi penulis serta bagi pembaca dan bagi penulisnya sendiri.

Jakarta, Juni 2026

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Ivone Hariasti', written over a horizontal line.

Ivone Hariasti

NRP. 206750070

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DALAM	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
TANDA PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR SINGKATAN	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRAC	xiv
BAB I : PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	2
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah	3
E. Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
F. Sistematika Penulisan Skripsi	4
BAB II : LANDASAN TEORI	
A. Definisi/Operasional.....	6
B. Teori	7
C. Penelitian Terdahulu	18
D. Kerangka Pemikiran.....	20
BAB III : METODOLOGI PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat Penelitian	21
B. Metode Pendekatan	22

C. Sumber Data.....	23
D. Teknik Pengumpulan Data	24
E. Teknik Analisis Data.....	25
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data.....	27
B. Analisa Data	28
C. Alternatif Pemecahan Masalah.....	38
D. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah.....	39
E. Pemecahan Masalah	40
BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	42
B. Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pompa Sentrifugal.....	8
Gambar 2.2 Komponen Pompa Sentrifugal	10
Gambar 2.3 <i>Casing</i>	11
Gambar 2.4 <i>Impeller</i>	11
Gambar 2.5 Poros/ <i>Shaft</i> Pompa	12
Gambar 2.6 <i>Ball Bearing</i>	12
Gambar 2.7 Sistem Pendingin	14
Gambar 3.1 Diagram <i>Fishbone</i>	25
Gambar 4.1 <i>Pressure Gauge Sea Water</i>	27
Gambar 4.2 Diagram <i>Fishbone</i>	28
Gambar 4.2 Diagram <i>Fishbone</i>	28
Gambar 4.4 <i>Ball Bearing</i> Rusak	31
Gambar 4.5 <i>Strainer</i> Tersumbat	35
Gambar 4.6 Filter <i>Seachast</i> Tersumbat.....	35

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu	18
Tabel 4.1 Faktor Penurunan Tekanan Pompa Pendingin Air Laut	29
Tabel 4.2 Analisis Penentuan Root Cause Turunnya Tekanan Pompa.....	30

DAFTAR BAGAN

Tabel 2.1 Faktor Penurunan Tekanan Pompa Pendingin Air Laut 20

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 <i>Ship's Particular</i>	45
Lampiran 2 <i>Crew List</i>	46
Lampiran 3 <i>Sea Water Pump</i>	47
Lampiran 4 <i>Impeller</i>	48
Lampiran 5 Wawancara	49

ABSTRAK

Ivone Hariasti. 2026. "*Analisis Penyebab Turunnya Tekanan Pompa Air Laut Pada Sistem Pendingin Mesin Induk Di Atas Kapal M.H Thamrin* "

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab turunnya tekanan pompa air laut pada sistem pendingin mesin induk di atas kapal M.H. Thamrin serta dampaknya terhadap kinerja mesin induk. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan analisis *fishbone* (diagram sebab-akibat) untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab permasalahan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan tekanan pompa air laut disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu faktor mesin (*machine*) dan faktor lingkungan (*environment*). Faktor mesin meliputi kerusakan pada *ball bearing* yang mengakibatkan putaran pompa tidak stabil, sedangkan faktor lingkungan disebabkan oleh tersumbatnya *strainer* dan *seachast* akibat kotoran seperti lumpur, pasir, dan biota laut. Kondisi tersebut menyebabkan aliran air pendingin menjadi tidak optimal sehingga temperatur mesin induk meningkat dan berpotensi menyebabkan *overheating*.

Upaya penanggulangan yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan penggantian *ball bearing* sesuai spesifikasi, serta pembersihan *strainer* dan *seachast* secara berkala. Dengan perawatan yang tepat, kinerja sistem pendingin dapat kembali optimal dan operasional mesin induk dapat berjalan dengan lancar.

Kata Kunci: Pompa Air Laut, Sistem Pendingin, Mesin Induk, Tekanan Pompa, Fishbone

ABSTRACT

Ivone Hariasti. 2026. *"Analysis of the Causes of Decreased Sea Water Pump Pressure in the Main Engine Cooling System on Board M.H Thamrin"*

This study aims to analyze the causes of decreased seawater pump pressure in the main engine cooling system on board M.H. Thamrin vessel and its impact on the performance of the main engine. The method used in this research is a descriptive qualitative method with a fishbone (cause-and-effect diagram) analysis approach to identify the contributing factors.

The results show that the decrease in seawater pump pressure is caused by two main factors, namely machine factors and environmental factors. Machine factors include damage to the ball bearing which results in unstable pump rotation, while environmental factors are caused by clogged strainers and seachests due to dirt such as mud, sand, and marine organisms. These conditions lead to reduced cooling water flow, causing the main engine temperature to increase and potentially result in overheating..

The corrective actions that can be taken include replacing damaged ball bearings according to specifications and performing routine cleaning of strainers and seachests. With proper maintenance, the cooling system performance can be optimized, and the main engine operation can run smoothly.

Keywords: *Seawater pump, Cooling System, Main Engine, Pump Pressure, Fishbone Analysis*

BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Pada era globalisasi saat ini, perkembangan teknologi berlangsung sangat pesat dan mendorong kemajuan berbagai sektor industri. Untuk menunjang kegiatan operasional yang efektif dan efisien, industri memerlukan berbagai peralatan yang mampu mendukung proses produksi secara optimal. Salah satu peralatan yang memiliki peranan penting dalam berbagai bidang industri adalah pompa. Pompa digunakan untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat lain dan banyak dimanfaatkan pada industri air minum, minyak dan gas, pembangkit tenaga listrik, maupun sektor transportasi laut. Oleh karena itu, kinerja pompa perlu dijaga agar dapat bekerja secara optimal dan mendukung kelancaran operasional suatu sistem (Karassik,dkk., 2019).

Dalam bidang transportasi laut, kapal merupakan sarana angkutan yang efektif untuk mengangkut penumpang maupun barang dalam jumlah besar. Agar kapal dapat beroperasi dengan baik, diperlukan dukungan dari berbagai sistem permesinan yang saling berkaitan. Salah satu sistem yang memiliki peranan penting adalah sistem pendinginan mesin induk. Sistem pendinginan berfungsi untuk menjaga temperatur kerja mesin induk agar tetap berada pada batas normal sehingga mesin dapat beroperasi secara optimal dan terhindar dari kerusakan akibat panas berlebih (Taylor, 2021).

Mesin induk sebagai penggerak utama kapal memerlukan dukungan dari berbagai permesinan bantu (*auxiliary machinery*) untuk menunjang kelancaran operasionalnya. Salah satu permesinan bantu yang berperan penting adalah pompa air laut (*sea water pump*). Pompa air laut berfungsi mengalirkan air laut ke dalam sistem pendinginan untuk membantu proses perpindahan panas pada *fresh water cooler*. Kinerja pompa air laut yang baik sangat menentukan efektivitas sistem pendinginan mesin induk karena kelancaran aliran air laut akan mempengaruhi proses penyerapan dan pelepasan panas pada sistem pendinginan. Pompa air laut yang digunakan pada sistem pendinginan mesin induk umumnya merupakan jenis pompa sentrifugal. Pompa sentrifugal bekerja berdasarkan prinsip gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh putaran *impeller* sehingga fluida dapat mengalir dari sisi hisap (*suction*) menuju sisi tekan (*discharge*).

Tekanan dan debit aliran yang dihasilkan pompa sangat mempengaruhi kemampuan sistem pendinginan dalam menjaga temperatur kerja mesin induk tetap berada pada kondisi normal (Çengel & Cimbala, 2020).

Berdasarkan pengalaman penulis selama melaksanakan praktik laut di atas kapal M.H. Thamrin, ditemukan adanya gangguan pada sistem pendinginan mesin induk. Pada tanggal 30 Desember 2025 saat kapal berlayar dari Pulau Baai menuju Pulau Enggano, terjadi kenaikan temperatur *fresh water cooling* mesin induk kiri yang semula berada pada kisaran normal 70–75°C menjadi 85–90°C. Kenaikan temperatur tersebut ditandai dengan munculnya alarm *high temperature* pada ruang kendali mesin (*engine control room*).

Setelah dilakukan pemeriksaan awal, diketahui bahwa pada saat terjadi kenaikan temperatur tersebut tekanan pompa air laut mengalami penurunan dari kondisi normal 1,5–2,0 kg/cm² menjadi sekitar 0,2–0,5 kg/cm². Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sistem pendinginan tidak bekerja secara optimal. Penurunan tekanan pompa diduga mempengaruhi sirkulasi air laut yang berfungsi sebagai media pendingin sehingga proses perpindahan panas pada sistem pendinginan menjadi kurang efektif. Namun demikian, faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan tekanan pompa air laut tersebut belum dapat diketahui secara pasti dan memerlukan analisis lebih lanjut.

Selain penurunan tekanan pompa, selama proses pengamatan juga ditemukan beberapa kondisi yang diduga berkaitan dengan menurunnya kinerja sistem pendinginan, seperti kondisi komponen pompa yang telah digunakan dalam jangka waktu tertentu, kemungkinan adanya hambatan pada aliran air laut, serta pelaksanaan perawatan dan pemeliharaan yang perlu dievaluasi lebih lanjut. Berbagai kondisi tersebut perlu dianalisis secara sistematis untuk mengetahui faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap terjadinya penurunan tekanan pompa air laut pada sistem pendinginan mesin induk.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisis Penyebab Turunnya Tekanan Pompa Air Laut Pada Sistem Pendingin Mesin Induk di Atas Kapal M.H. Thamrin”.

B. IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan dapat diidentifikasi sebagai berikut :

1. Terjadinya penurunan tekanan pada pompa air laut yang menyebabkan sistem pendingin mesin induk tidak bekerja secara optimal
2. Meningkatnya temperatur pada sistem pendinginan mesin induk yang ditandai dengan munculnya *alarm high temperature*.

3. Adanya indikasi gangguan pada komponen pompa air laut yang dapat mempengaruhi kinerja sistem pendinginan mesin induk.
4. Adanya indikasi hambatan pada sistem aliran air laut yang menyebabkan suplai air pendingin menuju mesin induk tidak optimal.
5. Pelaksanaan perawatan dan pemeliharaan sistem pendinginan yang perlu dievaluasi untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kinerja pompa air laut.

C. BATASAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah serta penelitian yang dilakukan penulis selama melaksanakan penelitian di Kapal M.H. Thamrin, maka penelitian ini dibatasi pada analisis faktor penyebab, dampak yang ditimbulkan, serta upaya perbaikan dan pencegahan turunnya tekanan pompa air laut pada sistem pendinginan mesin induk di Kapal M.H. Thamrin dengan menggunakan metode *fishbone* 6M yang meliputi faktor *man* (manusia), *machine* (mesin), *method* (metode), *material* (material), *measurement* (pengukuran), dan *environment* (lingkungan).

D. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan batasan masalah di atas dan pengalaman pada saat penulis berada di atas kapal melaksanakan praktik laut, maka penulis menentukan rumusan masalah penulisan skripsi ini sebagai berikut:

1. Faktor-faktor apa saja yang menyebabkan turunnya tekanan pompa air laut pada proses pendinginan mesin induk?
2. Apa dampak yang ditimbulkan akibat turunnya tekanan pompa air laut terhadap sistem pendinginan mesin induk?

E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

1. Tujuan Penelitian

Sehubungan dengan masalah yang menjadi latar belakang penelitian, maka tujuan dari penulis melakukan penelitian ini adalah :

- a. Untuk mengetahui faktor–faktor yang menyebabkan turunnya tekanan pompa air laut pada proses pendinginan mesin induk.
- b. Untuk mengetahui dampak yang ditimbulkan dari penyebab turunnya tekanan pompa air laut pada proses pendinginan mesin induk.

2. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini terbagi menjadi 2 (dua) jenis, yaitu manfaat secara teoritis dan secara praktis

a. Manfaat secara teoritis

Secara teoritis penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk mengembangkan ilmu pengetahuan bagi para pembaca khususnya yang berada di lingkungan institusi Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta mengenai pengoperasian dan perawatan pompa air laut pada proses pendinginan mesin induk di kapal.

b. Manfaat secara praktis

Secara praktis manfaat penelitian ini ditujukan kepada pihak yang berhadapan langsung dengan permasalahan yang telah diteliti oleh penulis misalnya cadet, perwira dan *crew* kapal khususnya pada *Engine Department* supaya perawatan dan perbaikan mesin dikapal dapat dilakukan dengan lebih baik. Sehingga harapan kedepannya permesinan yang di operasikan dapat bekerja dengan performa optimal dan bertahan dalam jangka waktu yang lama.

F. SISTEMATIKA PENULISAN

Untuk memudahkan dalam mengikuti seluruh uraian dan pembahasan skripsi ini, maka dibuat sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab I merupakan bagian pendahuluan yang berisi uraian mengenai latar belakang permasalahan, dasar pemilihan judul penelitian, identifikasi dan perumusan masalah, tujuan serta manfaat penelitian, serta sistematika penulisan skripsi.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini memuat kajian teori yang relevan dengan judul penelitian, disusun secara deduktif mulai dari konsep dan teori yang bersifat umum hingga teori khusus yang digunakan untuk menganalisis permasalahan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan skripsi, meliputi waktu dan tempat penelitian, metode pendekatan, teknik pengumpulan data, subjek penelitian, serta teknik analisis data. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif untuk menggambarkan fenomena yang terjadi berdasarkan data yang diperoleh. Analisis dilakukan menggunakan metode *fishbone* untuk

mengidentifikasi faktor-faktor penyebab dari permasalahan yang diteliti.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas permasalahan yang ditemukan selama penelitian, yang disajikan melalui deskripsi data, analisis permasalahan, alternatif pemecahan masalah, serta evaluasi terhadap alternatif solusi yang telah dirumuskan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bagian penutup yang berisi kesimpulan penelitian berdasarkan hasil analisis data, serta saran yang disusun berdasarkan pembahasan penelitian sebagai bentuk kontribusi terhadap upaya perbaikan di masa mendatang.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. DEFINISI / OPERASIONAL

Landasan teori ini berisi tentang sumber-sumber teoritik yang mendasari penelitian ini. Sumber teoritis inilah yang nantinya menjadi kerangka atau landasan pemahaman sistematis terhadap konteks permasalahan.

1. Analisis

Analisis adalah sebuah proses menyelidiki atau menjelaskan peristiwa sehingga dapat di ketahui keadaan sebenarnya. Analisis memang di perlukan untuk menganalisis dan mengamati sesuatu dan tentunya tujuannya untuk memperoleh hasil akhir dari penelitian yang di lakukan. Adapun menurut teori dari Yunus A. Cengel dan Michael A. Boles (2020) tekanan adalah gaya per satuan luas yang bekerja tegak lurus pada permukaan. Dalam konteks pompa, tekanan ini berkaitan langsung dengan kemampuan pompa dalam mengalirkan fluida dari sisi hisap (*suction*) ke sisi tekan (*discharge*).

2. Tekanan

Frank M. White (2021) mengungkapkan tekanan (p) adalah daya normal per satuan luas yang dihasilkan oleh tumbukan molekul-molekul fluida terhadap suatu permukaan. Dalam penjelasannya, tekanan dalam fluida bersifat isotropik, artinya bekerja sama besar ke segala arah pada titik tertentu. Konsep ini sangat penting dalam analisis fluida statis maupun dinamis, karena distribusi tekanan akan menentukan perilaku fluida, baik dalam kondisi diam maupun mengalir. Tekanan juga menjadi faktor utama dalam perhitungan gaya yang bekerja pada dinding pipa, tangki, maupun komponen mesin lainnya.

3. Pompa

Pompa adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara menaikkan tekanan cairan tersebut. Kenaikan tekanan cairan tersebut digunakan untuk mengatasi hambatan-hambatan pengaliran. Hambatan pengaliran itu dapat berupa perbedaan tekanan, perbedaan ketinggian atau hambatan gesek. Pada prinsipnya, pompa mengubah energi mekanik motor menjadi energi aliran cairan. Energi yang diterima oleh

fluida akan digunakan untuk menaikkan tekanan dan mengatasi tahanan tahanan yang terdapat pada saluran yang dilalui. Dalam abad modern sekarang ini, pengertian pompa telah banyak di dapat dari berbagai buku para ahli tergantung dari sudut pandang atau kondisi dimana pompa itu berada.

Menurut Robert W. Fox dkk. (2020), analisis terhadap kinerja pompa dapat dilakukan dengan melihat perubahan parameter utama seperti tekanan, debit, dan efisiensi. Perubahan parameter tersebut dapat digunakan sebagai indikator awal adanya kerusakan atau gangguan pada sistem. Pompa juga dapat digunakan pada proses-proses yang membutuhkan tekanan hidraulik yang besar. Hal ini bisa dijumpai antara lain pada peralatan- peralatan berat. Dalam operasi, mesin-mesin peralatan berat membutuhkan tekanan buang yang besar dan tekanan isap yang rendah. Akibat tekanan yang rendah pada sisi isap pompa maka cairan akan naik dari kedalaman tertentu, sedangkan akibat tekanan yang tinggi pada sisi buang memaksa fluida untuk naik sampai pada ketinggian yang diinginkan.

4. Operasioanal

Yunus A. Çengel dan Michael A. Boles (2020), dalam bukunya *Thermodynamics: An Engineering Approach*, menyatakan bahwa pompa sentrifugal merupakan mesin fluida yang bekerja dengan prinsip mengubah energi mekanik menjadi energi fluida melalui putaran *impeller*. Fluida yang masuk ke dalam pompa akan dipercepat oleh *impeller* sehingga menghasilkan energi kinetik yang kemudian dikonversi menjadi energi tekanan. Proses ini memungkinkan fluida mengalir dari daerah bertekanan rendah menuju daerah bertekanan lebih tinggi secara terus menerus. Selain itu, mereka juga menekankan bahwa kinerja pompa sangat dipengaruhi oleh kondisi operasional seperti kecepatan putaran, sifat fluida, serta hambatan dalam sistem perpipaan.

B. TEORI

1. Teori Analisis

Analisis merupakan kegiatan menguraikan suatu permasalahan atau objek ke dalam bagian-bagian yang lebih kecil untuk memahami hubungan antarbagian dan memperoleh kesimpulan yang tepat. Analisis dilakukan secara sistematis sehingga dapat membantu dalam mengidentifikasi penyebab suatu permasalahan dan menentukan solusi yang sesuai. Berdasarkan pendapat Sugiyono (2022), analisis data merupakan proses mencari dan menyusun data secara sistematis sehingga mudah dipahami dan dapat ditarik kesimpulan. Analisis pompa tidak hanya berfokus pada kondisi teknis, tetapi juga pada aspek operasional dan perawatan. Evaluasi secara berkala diperlukan untuk memastikan pompa tetap

bekerja optimal. Apabila ditemukan penyimpangan pada parameter kerja, maka harus segera dilakukan tindakan perbaikan agar tidak menimbulkan kerusakan yang lebih besar. komponen tersebut untuk dikaji lebih lanjut. Ada juga yang menganggap arti analisis sebagai kemampuan dalam memecahkan atau menguraikan suatu informasi atau materi menjadi komponen-komponen yang lebih kecil sehingga lebih mudah dimengerti mudah di jelaskan. Analisis adalah sebuah kegiatan untuk mencari suatu pola selain itu analisis merupakan cara berpikir yang berkaitan dengan pengujian secara sistematis terhadap sesuatu untuk menentukan bagian, hubungan antar bagian dan hubungannya dengan keseluruhan.

2. Pompa air laut

Menurut Fox, McDonald, dan Pritchard (2020), pompa merupakan alat yang berfungsi untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara mengubah energi mekanis menjadi energi fluida. Pada sistem pendinginan mesin induk kapal, pompa air laut berperan penting dalam mensirkulasikan air laut sebagai media pendingin untuk menyerap panas dari mesin. Dalam pengoperasiannya, pompa harus mampu menjaga debit dan tekanan aliran agar proses pendinginan berlangsung secara optimal. Gangguan pada pompa dapat menyebabkan penurunan aliran air pendingin yang berdampak pada meningkatnya temperatur mesin. Pompa air laut yang digunakan pada sistem pendinginan mesin induk umumnya merupakan jenis pompa sentrifugal yang bekerja dengan memanfaatkan gaya sentrifugal untuk menghasilkan aliran dan tekanan fluida.

3. Pengertian Pompa Sentrifugal



Gambar 2.1

Centrifugal pump

Sumber : Pompa-Sentrifugal-Centrifugal-Pump.html

Pompa sentrifugal (*centrifugal pump*) adalah pompa yang mempunyai elemen utama berupa motor penggerak dengan sudu *impeller* yang berputar dengan kecepatan tinggi. Prinsip kerjanya yaitu mengubah energi mekanis dari alat penggerak menjadi energi kinetis fluida (kecepatan), kemudian fluida diarahkan ke saluran buang dengan memanfaatkan tekanan yang dihasilkan dari perubahan sebagian energi kinetis menjadi energi tekanan melalui *impeller* yang berputar di dalam *casing*. *Casing* tersebut dihubungkan dengan saluran hisap (*suction*) dan saluran tekan (*discharge*). Untuk menjaga agar *casing* selalu terisi cairan, saluran hisap harus dilengkapi dengan katup kaki (*foot valve*) (Alkonusa, 2020).

Menurut Saputra (2020), pompa sentrifugal adalah salah satu mesin yang digunakan untuk memindahkan fluida dengan cara putaran sehingga menghasilkan gaya sentrifugal yang mampu meningkatkan tekanan fluida. Fluida keluar secara radial melalui *impeller* yang berputar. Pompa sentrifugal merupakan jenis pompa dinamis yang paling banyak digunakan karena memiliki konstruksi yang sederhana, pengoperasian yang mudah, perawatan yang relatif sederhana, serta harga yang lebih ekonomis dibandingkan jenis pompa lainnya.

Pada sistem pendingin mesin induk kapal, pompa sentrifugal umumnya digunakan sebagai pompa air laut (*sea water pump*) maupun pompa air tawar pendingin (*fresh water pump*). Pompa ini berfungsi untuk mensirkulasikan fluida pendingin agar proses perpindahan panas pada mesin induk dapat berlangsung secara optimal. Kinerja pompa sentrifugal dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kapasitas aliran (*flow rate*), tekanan kerja (*pressure*), putaran poros (rpm), serta kondisi komponen pompa seperti *impeller*, *shaft*, *bearing*, dan *mechanical seal*. Pada sistem pendingin mesin induk, tekanan kerja pompa air laut umumnya berkisar antara 1,5–3,0 kg/cm². Apabila tekanan pompa mengalami penurunan di bawah kondisi normal, maka suplai air pendingin menuju sistem pendingin akan berkurang sehingga dapat menyebabkan meningkatnya temperatur *fresh water cooler* dan mesin induk. Oleh karena itu, kondisi pompa sentrifugal perlu dijaga melalui pemeriksaan dan perawatan secara berkala agar sistem pendingin dapat bekerja secara optimal dan mendukung kelancaran operasional kapal.

4. Prinsip Kerja Pompa *Centrifugal*

Pompa digerakkan oleh motor. Daya dari motor diberikan kepada poros pompa untuk memutar *impeller* yang terpasang pada poros tersebut. Zat cair yang ada didalam *impeller* akan ikut berputar karena adanya dorongan sudu-sudu. Karena timbul gaya sentrifugal maka zat cair mengalir dari tengah *impeller* keluar melalui saluran diantara sudu-sudu dan meninggalkan *impeller* dengan

kecepatan tinggi. Zat cair yang keluar dari *impeller* dengan kecepatan tinggi ini kemudian akan keluar melalui saluran yang penampangnya makin membesar (*volute/diffuser*). Penghisapan terjadi setelah zat cair dilemparkan oleh *impeller*, ruang di antara sudu-sudu menjadi turun tekanannya sehingga zat cair akan terhisap masuk. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pompa sentrifugal berfungsi mengubah energi mekanik motor menjadi energi aliran fluida.

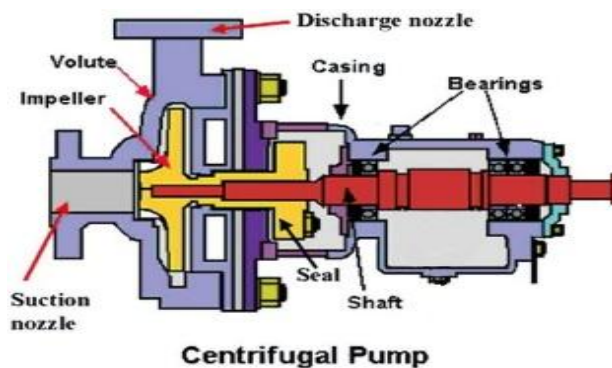
5. Gangguan – gangguan Pompa

Pompa tidak menghisap dikarenakan kapasitasnya lebih rendah dari semestinya, mungkin yang menyebabkan ialah:

- a. Keran isap dan keran tekan tertutup.
- b. Dalam pompa masih terdapat udara.
- c. Jumlah putaran pompa dibawah ketentuan (terlalu kecil).
- d. Putaran kipas atau lengkung sudunya salah.
- e. Keausan komponen

Apabila salah satu dari kelima penyebab itu terjadi pada pompa, otomatis kinerja pompa akan menurun.

6. Komponen-komponen Pompa Sentrifugal



Gambar 2.2

Komponen Pompa Sentrifugal

<https://www.teknikarea.com/gambar-pompa-sentrifugal/>

a. *Casing*

Komponen utama pertama dari pompa sentrifugal adalah *casing* pompa. *Casing* pompa sentrifugal didesain berbentuk sebuah *diffuser* yang mengelilingi *impeller* pompa. *Diffuser* ini lebih sering dikenal sebagai *volute casing*. Sesuai dengan fungsi *diffuser*, *volute casing* berfungsi untuk menurunkan kecepatan cairan yang masuk ke dalam pompa.

Volute casing didesain membentuk corong yang berfungsi untuk mengubah energi kinetik menjadi tekanan dengan cara menurunkan kecepatan dan menaikkan tekanan, hal ini juga membantu menyeimbangkan tekanan hidrolik pada *shaft* pompa.



Gambar 2.3

Casing Pompa

Sumber: casting-centrifugal-pump-casing-350181592.html

b. *Impeller*

Impeller adalah bagian yang berputar dari pompa sentrifugal, yang berfungsi untuk mentransfer energi dari putaran motor menuju cairan yang dipompa dengan percepatan fluida dari tengah *impeller* menuju keluar sisi *impeller*. Desain *impeller* bergantung atas kebutuhan tekanan, kecepatan aliran, serta kesesuaian dengan sistemnya. *Impeller* menjadi komponen yang paling utama berpengaruh terhadap performa pompa. Modifikasi desain *impeller* akan langsung berpengaruh terhadap bentuk kurva karakteristik pompa tersebut. Ada berbagai macam desain *impeller* pompa sentrifugal, antara lain tipe tertutup dan terbuka



Gambar 2.4

Impeller

Sumber: centrifugal-pump-impeller.html

c. Poros (*shaft*)

Poros pompa adalah bagian yang meneruskan putaran dari sumber gerak, seperti motor listrik, ke pompa.



Gambar 2.5

Poros (*shaft*)

Sumber: teknikmesin1.blogspot.com/2011/05/poros.html

c. *Ball Bearing*

Bearing pada pompa berfungsi untuk menahan posisi rotor terhadap stator sesuai dengan jenis *bearing* yang digunakan. Adapun contoh *ball bearing* dapat di lihat pada bagian dibawah



Gambar 2.6

Ball bearing

Sumber: ball-bearings-12722949591.html

7. Komponen-komponen pompa sentrifugal

a. Mesin Induk

P. Prasetya (2022) dalam jurnal maritim menjelaskan bahwa mesin induk (*main engine*) merupakan penggerak utama kapal yang memiliki peran penting dalam menunjang kelancaran operasional pelayaran. Mesin ini bekerja untuk menghasilkan tenaga yang digunakan dalam sistem propulsi sehingga kapal dapat bergerak secara efektif dan efisien.

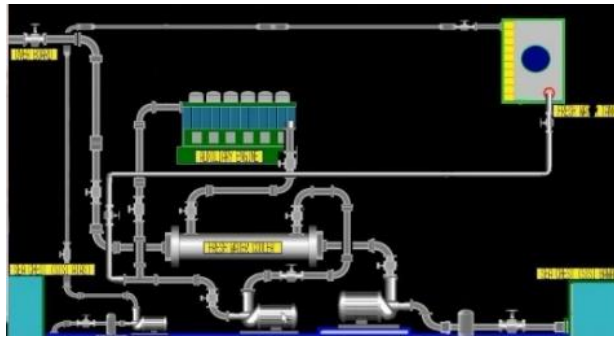
b. Teori Sistem Pendingin

Mesin yang dipasang pada kapal dirancang untuk bekerja secara efisien dan berjalan selama berjam-jam lamanya. Hilangnya suatu energi maksimal yang sering terjadi pada suatu mesin adalah dalam bentuk energi panas. Dan untuk menghilangkan energi panas yang berlebihan harus menggunakan media pendingin (*Cooler*). Untuk menghindari gangguan fungsional suatu mesin atau terjadinya kerusakan pada mesin. Maka dengan itu, dipasanglah media pendingin pada suatu kapal. Sebelum membahas lebih lanjut, terlebih dahulu perlu diketahui pengertian pendingin. Agar material mesin diesel dapat terpelihara dengan baik dan tidak rusak akibat panas yang ditimbulkan, keadaan tersebut hanya bisa diatasi dengan cara mengalirkan (mensirkulasikan) media pendingin dengan tekanan yang maksimal ke seluruh komponen motor induk seperti *cylinder jacket cooling*, *cylinder*.

Sistem pendinginan dalam mesin adalah suatu sistem yang berfungsi untuk menjaga supaya temperatur mesin dalam kondisi yang diinginkan. Mesin pembakaran dalam (maupun luar) melakukan proses pembakaran untuk menghasilkan energi dan dengan mekanisme mesin diubah menjadi tenaga gerak. Air pendingin dalam fungsinya sangat penting untuk menjaga kelancaran pengoperasian motor induk. Proses pembakaran yang berlangsung secara terus menerus dalam mesin mengakibatkan mesin dalam kondisi temperatur yang sangat tinggi. Temperatur yang sangat tinggi akan mengakibatkan mesin menjadi tidak maksimal dalam bekerja akibat panas yang ditimbulkan secara berlebihan.

Sistem pendinginan ini digunakan agar temperatur mesin terjaga pada batas temperatur kerja yang ideal. Didalam sistem pendingin terdapat beberapa komponen yang bekerja secara berhubungan antara lain *cooler*, pompa sirkulasi air tawar, pompa air laut, *strainer* pada air laut dan *sea chest*. Dari keempat komponen inilah jika salah satu tidak dapat bekerja secara normal maka akan menyebabkan kurang maksimalnya hasil pendinginan terhadap Mesin Induk. Media Pendinginan mesin juga dimaksudkan untuk mengurangi resiko terjadinya kerusakan.

8. Sistem Pendingin di Atas Kapal



Gambar 2.6

Sistem Pendingin

Sumber : Diolah oleh Penulis, 2026

Jenis sistem pendingin di kapal :

a. Sistem Pendingin Terbuka (*Direct Coling System*)

Sistem Pendingin Terbuka adalah sistem yang menggunakan media air laut untuk mendinginkan mesin. . Hal ini cocok untuk mesin-mesin kapal kecil, dimana pompa pendingin mengisap air laut dari luar kapal dan membuang kembali air laut tersebut keluar kapal setelah mendinginkan mesin, cara ini disebut pendinginan terbuka karena selalu air laut yang mengalir. Pada kapal-kapal sekarang umumnya pendinginnya memakai sistem pendingin tertutup, yaitu memakai air tawar. Sedangkan air laut hanya digunakan untuk mendinginkan air tawar tersebut pada pesawat-pesawat pendingin (*cooler*), ditinjau dari ketersedianya secara berlimpah-limpah, maka air laut dapat dibuang ke laut setelah digunakan sebagai bahan pendingin. Cara kerjanya yaitu :

Pompa menghisap air laut dari *seachest* bagian bawah kemudian di alirkan menuju ke mesin induk, di mesin induk terjadi proses pendinginan, air laut mendinginkan mesin induk. Setelah mendinginkan mesin induk, air laut langsung di buang menuju ke laut melalui *overboard* (saluran pembuangan zat cair)

Keuntungan pendinginan terbuka:

- 1) Sistem cukup sederhana tidak memerlukan tangki ekspansi, *cooler* sehingga biaya berkurang.
- 2) Media pendingin atau air laut selalu tersedia.

Kerugian pendinginan terbuka:

- 1) Pada suhu lebih dari 50° C akan terjadi kerak garam yang akan mempersempit pipa.
- 2) Resiko terhadap korosi sangat besar sehingga mesin akan cepat rusak

- 3) Resiko berlayar di daerah dingin sehingga pengaturan suhu air masuk mesin sulit diatur karena suhu air laut terlalu rendah sehingga pembakaran di ruang *cylinder* tidak sempurna.

b. Sistem Pendingin Terbuka (*Direct Coling System*)

Sistem Pendingin Tertutup adalah sistem yang menggunakan media pendingin air tawar untuk mendinginkan mesin. Dalam sistem ini, air laut hanya digunakan untuk mendinginkan air tawar di dalam *cooler* pendingin, setelah itu akan kembali dibuang ke laut. Jadi yang selalu bergantian adalah air laut, sedangkan air tawar selalu bersirkulasi secara tetap, demikian proses ini berjalan secara terus menerus.

Cara kerjanya yaitu :

Expantion tank disini berfungsi sebagai tangki penyuplai air tawar bila mengalami kekurangan pada motor induk yang diakibatkan penguapan atau kebocoran-kebocoran pada pipa tersebut. Dari *expantion tank* air tawar dipompa dan di alirkan menuju ke *fresh water cooler*, di *fresh water cooler* terjadi proses pendinginan air tawar yang di dinginkan oleh air laut. Setelah mendinginkan air tawar, air laut akan kembali dibuang ke laut melalui *overboard*. Air tawar yang sudah di dinginkan oleh air laut akan di sirkulasikan menuju ke mesin induk untuk mendinginkan mesin induk. Setelah mendinginkan mesin induk air tawar akan keluar kembali untuk dialirkan menuju ke *fresh water cooler* untuk diturunkan temperaturnya dan di dinginkan oleh air laut. Demikian proses ini terjadi secara terus menerus selama mesin kapal beroperasi.

Keuntungan pendinginan tertutup:

- 1) Dengan media air tawar maka resiko terhadap korosi dapat dicegah
- 2) Pengaturan suhu masuk dan suhu keluar dari air pendingin lebih mudah diatur melalui *cooler*.
- 3) Dapat dipastikan air yang masuk ke mesin induk selalu bersih tanpa lumpur dan kotoran. sehingga aman dari penyumbatan.
- 4) Perawatannya lebih mudah.

Kerugian pendinginan tertutup:

- 1) Kerugiannya ketergantungan terhadap persediaan air tawar pendingin di kapal.
- 2) Biaya lebih mahal dengan bertambahnya sistem penataan pipa, adanya pompa air tawar untuk sirkulasi pendingin.
- 3) Konstruksi rumit karena memerlukan perlengkapan *ekspansi tank* atau maupun *cooler* sehingga biaya perawatan lebih mahal.

9. Komponen-komponen pompa sentrifugal

Bagian dimaksud dengan pendinginan ialah lewatnya bahan pendingin ke dalam bagian-bagian mesin induk yang sedang beroperasi. Bagian-bagian yang perlu didinginkan antara lain:

a. *Jacket Cooling*

Pada suhu 60°C-70°C air masuk ke dalam tiap-tiap silinder. Pada pendinginan ini air pendingin masuk dari bawah mesin induk kemudian ke atas. Air pendingin mengelilingi silinder dan keluar ke lubang pembuangan dengan suhu 70°C.

b. Katup Gas Buang

Perlunya pendinginan pada katub gas buang agar katub tidak terlalu panas. Panas disebabkan suhu pada gas buang akibat pembakaran. Katup gas buang dapat berwarna hitam pekat disebabkan pada penyemprotan kurang tepat sehingga bahan bakar tidak terbakar secara sempurna. Pembakaran yang tidak sempurna tersebut juga dapat disebabkan penyemprotan *injector* yang terlalu rendah dan kurangnya udara karena kebocoran gas dari katup gas buang.

c. *Cylinder Head*

Cylinder head merupakan bagian yang langsung berhubungan dengan pembakaran. Apabila *cylinder head* tidak didinginkan maka akan menimbulkan keretakan.

10. Teori *Fishbone Analysis*

Menurut (Eviyanti, 2021), diagram *fishbone* adalah suatu diagram yang menunjukkan hubungan antara faktor – faktor penyebab masalah dan akibat yang ditimbulkan. *Fishbone* digunakan dalam penerapannya untuk mengidentifikasi elemen bermasalah. Oleh karena itu keberadaan *fishbone* dapat memicu eksplorasi secara terus menerus sehingga dapat ditemukan akar permasalahan di perusahaan tersebut.

Fishbone diagram merupakan suatu metode analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah kualitas dan *check point* yang meliputi empat jenis bahan atau peralatan, tenaga kerja dan metode alasan yang terkait dengan masing-masing kategori mungkin terkait dengan cabang yang berbeda selama proses *brainstorming*. Oleh karena itu, menurut pemahaman para ahli tentang *fishbone*, dapat disimpulkan bahwa *fishbone* adalah bagan yang berbentuk seperti *fishbone*, digunakan untuk mengidentifikasi berbagai penyebab atau faktor utama yang

mempengaruhi pengendalian kualitas masalah yang persisten. Penyebab atau faktor utama tersebut dapat diuraikan menjadi banyak kategori terkait termasuk orang, material, mesin, prosedur, dan kebijakan.

a. Manfaat *Fishbone*

Berikut beberapa manfaat *fishbone* adalah sebagai berikut:

- 1) Membantu menentukan akar penyebab masalahnya.
- 2) Membantu menghasilkan ide untuk memecahkan masalah.
- 3) Membantu penyelidikan lebih lanjut atau penemuan fakta.
- 4) Menentukan tindakan yang menentukan cara membuat hasil yang diinginkan.
- 5) Mendiskusikan subjek dengan lengkap dan rapi.
- 6) Menciptakan ide-ide baru.

b. Kelebihan Dan Kekurangan *Fishbone*

Menurut Vincent Gaspersz (2021), *fishbone* juga memiliki kelebihan dan kekurangan. *Fishbone* memiliki keunggulan dalam membantu menguraikan suatu permasalahan menjadi lebih rinci berdasarkan faktor-faktor penyebabnya. Di sisi lain, diagram *fishbone* memiliki keterbatasan, yaitu hanya berfokus pada identifikasi penyebab secara umum dan belum mampu menggali akar masalah secara mendalam. Hasil analisis juga sangat bergantung pada kemampuan dan pengalaman individu yang terlibat, sehingga berpotensi menimbulkan subjektivitas.

c. Langkah-Langkah Pembuatan *Fishbone*

Berikut langkah-langkah pembuatan diagram, diantaranya:

- 1) Menentukan masalah utama
- 2) Menentukan kategorinya (kategori alasan utama).
- 3) Mengidentifikasi penyebab yang mendasari melalui curah pendapat.
- 4) Mengembangkan penyebab hingga akar masalah
- 5) Meenganalisis dan mengevaluasi penyebab yang paling mungkin

C. PENELITIAN TERDAHULU

Berikut sedikit penjelasan dan beberapa peneliti yang sama-sama meneliti tentang pendingin di atas kapal :

Tabel 2.1
Penelitian Terdahulu

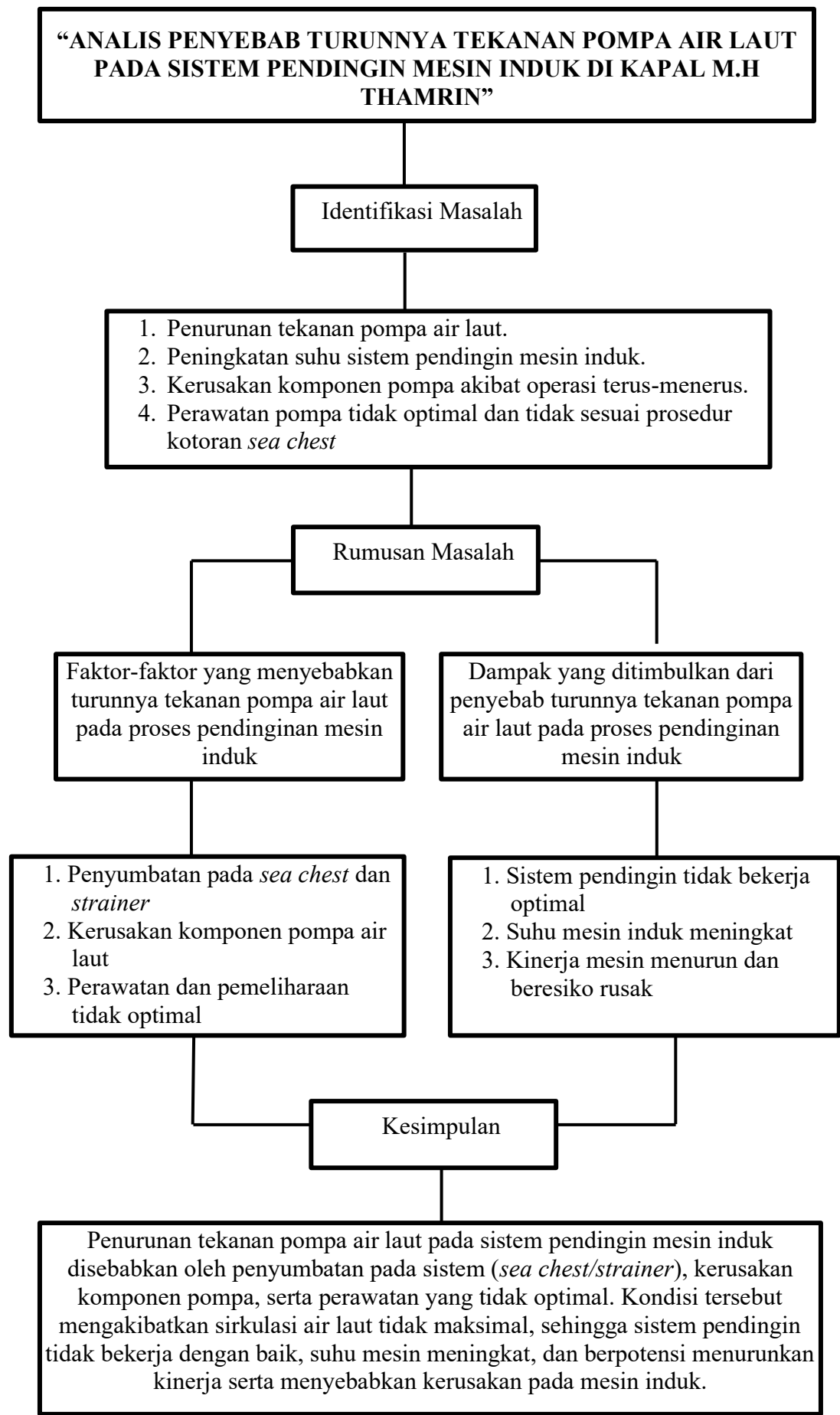
No	Nama	Judul	Hasil Penelitian
1	Iswanda, Trisno Susilo (2020) “Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Karimun”	Analisa Penurunan Daya Hisap Pompa Pendingin Motor Induk PadaKapal	Permasalahan yang diduga menjadi penyebab menurunnya daya hisap pada pompa pendinginan yaitu: 1. Kerusakan pada <i>impeller</i> 2. Ausnya pada as pompa mengakibatkan tidak stabilnya putaran <i>impeller</i>
2	Markus Yando, Sari Kusumaningrum Prodi Teknika (2021)	Analisis Pengaruh Tekanan Pompa Pendingin Air Laut Terhadap <i>Fresh Water Cooler</i> Mesin Induk	Penyebab tekanan pompa air laut menurun yaitu ditemukan korosi dan terkikisnya pada <i>impeller</i> sehingga menyebabkan kurang maksimalnya kinerja pompa pendingin air laut.
3	Fikri Hanafi Prodi Teknika (2020)	Dampak Menurunnya Tekanan Pompa Pendingin <i>Fresh Water Cooler</i> Mesin Induk	Dari hasil observasi, pengamatan, dan analisa laboratorium serta pembahasan dapat disimpulkan bahwa penyebab menurunnya tekanan pompa pendingin air laut adalah kotornya saringan pada pompa dan terkikisnya <i>impeller</i> pada pompa akibat korosi yang ditimbulkan oleh ion klorida dan sulfur air laut.
4	Saleh dan Widodo (2018)	Analisa Kinerja Aliran Fluida Dalam Rangkaian Seri Dan Paralel Dengan Penambahan <i>Tube</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa hambatan aliran fluida yang meningkat dapat menyebabkan penurunan debit dan tekanan pompa sehingga

		<i>Bundle</i> Pada Pompa Sentrifugal	memengaruhi kinerja pompa sentrifugal.
5	Hanafi Fikri (2021) Prodi Teknik	Analisis Gangguan Sistem Pendingin Mesin Induk Di Atas Kapal	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kurang optimalnya perawatan sistem pendingin menyebabkan peningkatan temperatur mesin induk dan terganggunya operasional kapal. Perawatan berkala diperlukan untuk menjaga kinerja sistem pendingin.

Berdasarkan hasil kajian terhadap penelitian terdahulu, diketahui bahwa penyebab menurunnya kinerja pompa pendingin dan sistem pendingin mesin induk umumnya dipengaruhi oleh kerusakan komponen pompa, seperti korosi dan keausan *impeller*, hambatan aliran fluida, serta kurang optimalnya perawatan sistem pendingin. Kondisi tersebut menyebabkan tekanan pompa menurun sehingga proses pendinginan mesin induk tidak dapat berlangsung secara optimal dan berpotensi mengganggu operasional kapal. Meskipun penelitian-penelitian tersebut telah memberikan kontribusi yang penting dalam mengidentifikasi penyebab gangguan pada sistem pendingin, masih terdapat beberapa aspek yang belum dikaji secara mendalam, khususnya terkait faktor penyumbatan pada *sea chest* dan *strainer* yang dapat menghambat aliran air laut menuju pompa pendingin. Padahal, kondisi tersebut merupakan salah satu faktor yang sering terjadi di kapal dan memiliki pengaruh langsung terhadap penurunan tekanan pompa air laut.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk melengkapi dan menyempurnakan penelitian sebelumnya dengan menganalisis penyebab turunnya tekanan pompa air laut pada sistem pendingin mesin induk menggunakan metode *fishbone*. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab permasalahan secara sistematis berdasarkan faktor *Man, Machine, Method, Material, Measurement, dan Environment*. Selain mengidentifikasi penyebab, penelitian ini juga memberikan upaya pencegahan dan solusi yang dapat diterapkan untuk mengurangi risiko terjadinya penurunan tekanan pompa air laut. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang lebih komprehensif dalam meningkatkan efektivitas sistem pendingin mesin induk, menjaga kinerja pompa air laut, serta mendukung kelancaran operasional kapal secara berkesinambungan.

D. KERANGKA PEMIKIRAN



Gambar 2.6

Sistem Pendingin

Sumber : Diolah oleh Penulis, 2026

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil data dan analisis data yang telah dilakukan menggunakan teknik analisis *fishbone* mengenai penyebab turunnya tekanan pompa air laut pada sistem pendingin mesin induk di atas kapal M.H. Thamrin, terdapat beberapa hal yang dianggap sangat perlu diperhatikan guna menjaga kelancaran pengoperasian mesin induk dan sistem pendinginan di atas kapal. Khususnya pada kapal tempat penulis melaksanakan penelitian maupun kapal lain yang memiliki sistem pendinginan serupa, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penyebab turunnya tekanan pompa air laut pada sistem pendingin mesin induk disebabkan oleh faktor *machine* dan *environment*. Faktor *machine* berupa kerusakan pada *ball bearing* pompa yang menyebabkan putaran poros pompa tidak stabil sehingga tekanan dan aliran air pendingin menurun. Faktor *environment* berupa kondisi *strainer* dan *seachast* yang kotor atau tersumbat oleh lumpur, pasir dan sampah laut sehingga menghambat aliran air laut menuju pompa pendingin dan menyebabkan tekanan pompa menurun.
2. Dampak yang ditimbulkan akibat turunnya tekanan pompa air laut adalah terganggunya sistem pendinginan mesin induk karena suplai air laut sebagai media pendingin menjadi berkurang. Kondisi tersebut menyebabkan temperatur *fresh water cooling* meningkat dari kondisi normal 70–75°C menjadi 85–90°C dan memicu alarm *high temperature*. Apabila tidak segera ditangani, kondisi tersebut dapat menyebabkan overheating pada mesin induk serta mengganggu kelancaran operasional kapal.

B. SARAN

Dari beberapa kesimpulan di atas, penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Untuk mencegah terjadinya penurunan tekanan pompa air laut, perlu dilakukan pemeriksaan dan perawatan secara berkala terhadap komponen pompa, khususnya *ball bearing*, serta melakukan penggantian komponen yang telah mengalami keausan atau kerusakan sesuai dengan spesifikasi pabrik agar kinerja pompa tetap optimal.

2. Untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan akibat turunnya tekanan pompa air laut, perlu dilakukan pemeriksaan dan pembersihan strainer serta seachast secara rutin agar aliran air laut menuju sistem pendinginan tetap lancar. Selain itu, tekanan pompa dan temperatur sistem pendinginan harus dipantau secara berkala sehingga gangguan dapat terdeteksi lebih awal dan risiko overheating pada mesin induk dapat diminimalkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Çengel, Yunus A., dan Michael A. Boles. 2020. *Thermodynamics: An Engineering Approach*. New York: McGraw-Hill Education.
- Çengel, Yunus A., dan John M. Cimbala. 2020. *Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications*. New York: McGraw-Hill Education.
- Eviyanti. 2021. “Penerapan Diagram Fishbone dalam Analisis Permasalahan.” *Jurnal Manajemen dan Teknik Industri*, 5(2).
- Fox, Robert W., Alan T. McDonald, dan Philip J. Pritchard. 2020. *Introduction to Fluid Mechanics*. New York: John Wiley & Sons.
- Gaspersz, Vincent. 2021. *Total Quality Management*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hanafi, Fikri. 2020. *Dampak Menurunnya Tekanan Pompa Pendingin Fresh Water Cooler Mesin Induk*. Skripsi. Program Studi Teknika.
- Iswida, dan Trisno Susilo. 2020. *Analisa Penurunan Daya Hisap Pompa Pendingin Motor Induk pada Kapal*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Karimun.
- Karassik, Igor J., Joseph P. Messina, Paul Cooper, dan Charles C. Heald. 2019. *Pump Handbook*. New York: McGraw-Hill Education.
- Kumar, S., dan D. S. S. Sen. 2014. “Selection of the Material on the Basis of Wear and Friction in Journal Bearing.” *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 3(9), 16003–16013.
- Prasetya, P. 2022. “Mesin Induk sebagai Penggerak Utama Kapal.” *Jurnal Maritim*.
- Saleh, M. M., dan E. Widodo. 2018. “Analisa Kinerja Aliran Fluida dalam Rangkaian Seri dan Paralel dengan Penambahan Tube Bundle pada Pompa Sentrifugal.” *Jurnal Teknik Mesin*, 3(2), 71–77.
- Sugiyono. 2022. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Taylor, D. A. 2021. *Introduction to Marine Engineering*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- White, Frank M. 2021. *Fluid Mechanics*. New York: McGraw-Hill Education.
- Yando, Markus, dan Sari Kusumaningrum. 2021. *Analisis Pengaruh Tekanan Pompa Pendingin Air Laut Terhadap Fresh Water Cooler Mesin Induk*. Skripsi. Program Studi Teknika.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Ship's Particulars

STEADFAST
MARINE

shipbuilding and engineering

PT. STEADFAST MARINE

SHIP BUILDING, ENGINEERING & NAVAL ARCHITECT
Jl. Khatulistiwa Km 6,6 Batu Layang, Pontianak, Kalimantan Barat, Indonesia 78244
Telp. (+62-561) 881725 Fax. (+62-561) 885206
Website : www.steadfast-marine.com

ISO 9001

UKAS

ISO Certificate No. JKT0003442
OHSAS Certificate No. JKT9020787

SHIP PARTICULAR

KL. Mohammad Husni Thamrin

SHIP OWNER & OPERATOR
KEMENHUB – BADAN PENGEMBANGAN SDM
PERHUBUNGAN (BPSDMP) SEKOLAH TINGGI ILMU
PELAYARAN (STIP) JAKARTA

BUILDER
PT. STEADFAST MARINE - Pontianak
(Ship Building, Engineering and Naval Architect)
Year Built : 2017
Hull Number : 071215 – 063

GENERAL
This Vessel is built to BKI Class as New Building.
Constructed following the newest Rules of BKI Classification.
Construction, Machinery, Electrical and All of Equipment of
Seagoing Steel Ship. Installed with Two main engine, Two
Steering System.

PRINCIPAL DIMENSION
Length (LOA) : 63.00 M
Breadth Moulded : 12.00 M
Depth Moulded : 04.00 M
Draft Moulded I : 02.80 M
VVP : 4 Person
Instructor : 10 Person
Cadet (Man) : 80 Person
Cadet (Woman) : 20 Person
Passengers : 100 Person
Total Power : 2x759 Bkw
Grosse Tonnage : 1.200 Tons
Speed : 12 Knots

TANKS CAPACITIES
Fuel Oil Tank : 183.824 M³
FOD Tank : 0.125 M³
Fresh Water Tank : 222.856 M³
Ballast Water Tank : 83.464 M³
Bilge Water Tank : 5.243 M³
Sludge Tank : 5.243 M³
Sewage Tank : 5.292 M³
Lube Oil Tank (Aft) : 4.000 M³

OPERATION
This Vessel is designed for Restricted Area Service.

DECK MACHINERY
For Anchor & Mooring the Vessel equipped with:
2 unit Anchor windlass Roller Capstan, Cap. 3.5 Tons
1 unit Hydraulic Foldable Cargo Hatch.

1 unit Deck Crane 1x SWL 2 Tons @ 9 Meter, Speed 0-12
M/Min
CREW AND ACCOMMODATION
Number of Crew : 20 Person
The interior used B15 Standard Wall/Lining/Ceiling Panel.
For A60 area are insulated as Class regulations. Standard
accommodation for Crew and Officer.

NAVIGATION EQUIPMENT
Navigation System standard are fitted on board with Radar,
GPS and GPS Plotter With Map, MF/HF Radio, 2 (two) VHF
Radio, Inmarsat C, Navtex Receiver, 4 (four) SART, AIS,
Magnetic Compass and Gyro Compass, Autopilot, Echo
Sounder, Doppler Speed Log, Weather Fax, Barometer,
Thermometer, Hygrometer and Anemometer.

LIFE SAVING EQUIPMENT
This Vessel is equipped with
10 Unit Inflatable Life Raft Capacity 25 Person.
140 Unit Life Jacket.
2 Unit Lifeboat Capacity 45 Person
1 Unit Davit
1 Unit Breathing Apparatus
4 Unit Lifebuoy Completed with self lighting.
8 Unit Lifebuoy Completed with Line.
4 Unit EPIRB including programming of Vessel Call Sign.
12 Unit Red Hand Flare
12 Unit Smoke Signal
12 Unit Rocket Parachute Signal
4 Unit Line Throwing Apparatus
4 Unit MOB Light Smoke Signal

MAIN ENGINE
2 x MITSUBISHI Diesel Engine - Model S6R2-T2MPTK3L
Output Power - 759 bkw ,RPM - 1406
Fuel Consumption/Engine – 217.7 L/hr
Engine Type – Turbo Charged – Aftercooled – 4 Stroke Single
Acting

Marine Reduction Gear :
2 x NICO – Model MGN90BL, Gear Ratio 3.061 : 1

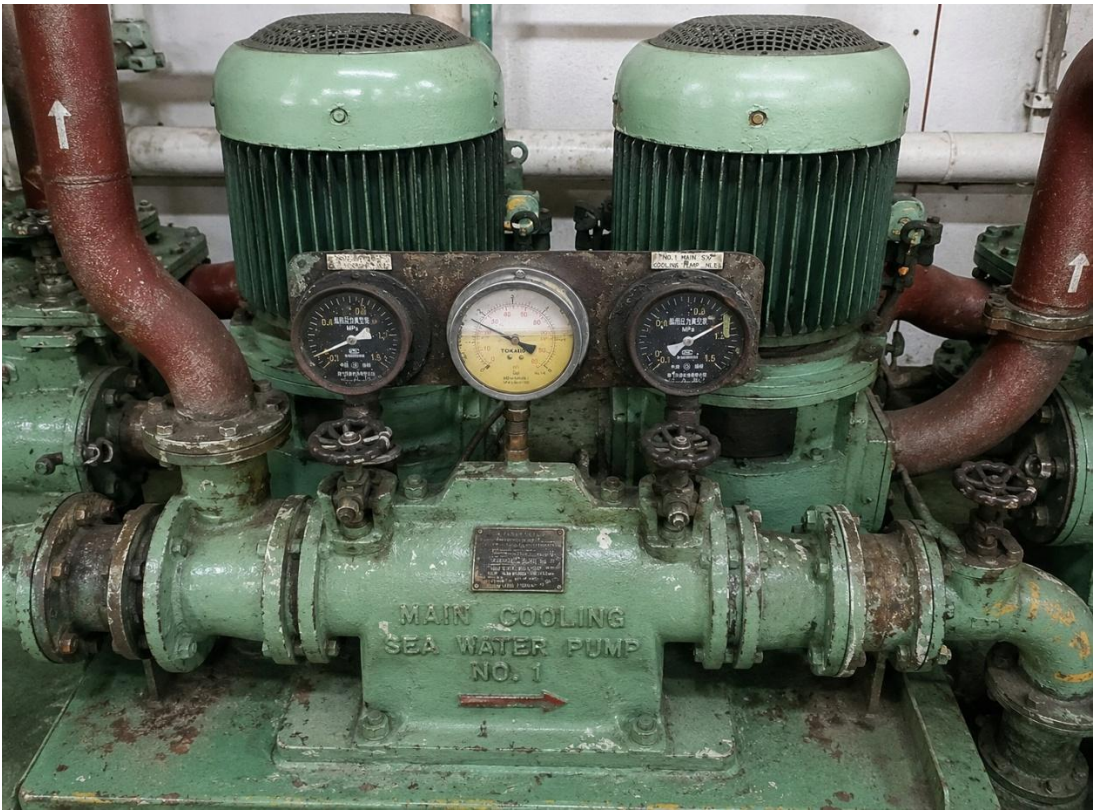
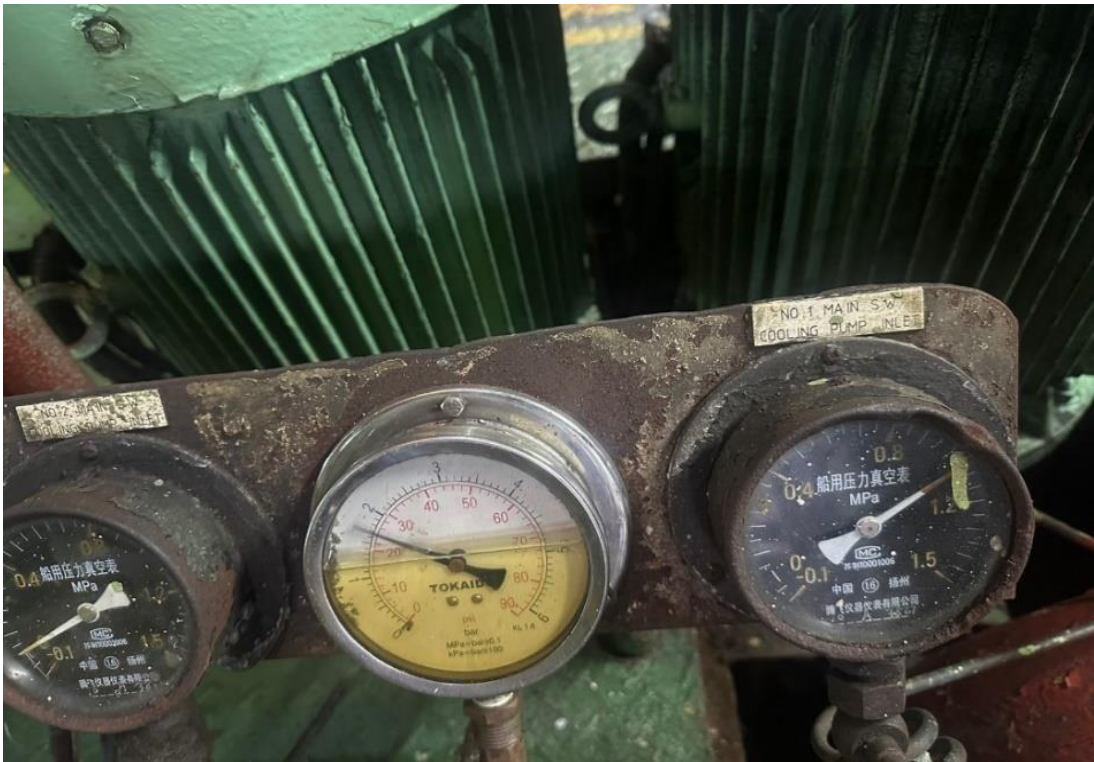
AUXILIARIES
MAIN GENERATORS
Available For Parallel Running
3 x MITSUBISHI Diesel Generator – Model S6B3-T2MPTK
Output Power – 355 Bkw , RPM – 1500
Fuel Consumption/Generator – 67.5 L/hr
6 Cylinder – 4 Stroke Single Acting

Marketing Office
Graha Corner Stone
Jl. Rajawali Selatan II No. 1 Jakarta Pusat 10720
Telp. (+62-21) 64713088 Fax. (+62-21) 64713220
e-mail : rudyki@steadfast-marine.com

Shipyard
Jl. Khatulistiwa Km 6,6 Batu Layang, Pontianak, Kalimantan Barat
Telp. (+62-561) 881725 Fax. (+62-561) 885206

45

Lampiran 3. Sea Water Pump



Lampiran 4. *Impeller*



Lampiran 5. Wawancara

Koresponden I

KKM / *Chief Engineer*

1. Faktor *Man* (Manusia)

Pertanyaan :

Apakah terdapat kesalahan pengoperasian yang dapat menyebabkan turunnya tekanan pompa air laut?

Jawaban :

Selama pengoperasian, awak mesin telah menjalankan prosedur sesuai instruksi kerja.

Namun keterlambatan dalam mendeteksi gejala penurunan tekanan dapat memperburuk kondisi sistem pendinginan.

2. Faktor *Machine* (Mesin)

Pertanyaan :

Apakah terdapat kerusakan pada komponen pompa yang dapat menyebabkan turunnya tekanan pompa air laut?

Jawaban :

Dari hasil pemeriksaan ditemukan bahwa ball bearing pompa mengalami keausan sehingga putaran poros pompa menjadi tidak stabil dan menyebabkan tekanan pompa menurun.

3. Faktor *Method* (Metode)

Pertanyaan :

Apakah pelaksanaan perawatan pompa telah dilakukan sesuai jadwal dan *manual book*?

Jawaban :

Perawatan telah dilakukan sesuai jadwal, namun beberapa komponen memerlukan pemeriksaan lebih detail agar kerusakan dapat diketahui lebih awal.

4. Faktor *Material* (Material)

Pertanyaan :

Apakah terdapat komponen pompa yang mengalami kerusakan atau penurunan kualitas?

Jawaban :

Terdapat beberapa komponen yang mengalami keausan akibat penggunaan jangka panjang, terutama pada *ball bearing* pompa.

5. Faktor *Measurement* (Pengukuran)

Pertanyaan :

Apakah *pressure gauge* berfungsi dengan baik saat kejadian?

Jawaban :

Pressure gauge masih berfungsi dengan baik dan menunjukkan tekanan pompa berada pada kisaran 0,2–0,5 kg/cm².

6. Faktor *Environment* (Lingkungan)

Pertanyaan :

Apakah kondisi lingkungan perairan mempengaruhi sistem pendinginan?

Jawaban :

Ya. Ditemukan banyak kotoran pada *strainer* dan *seachast* berupa lumpur, sampah, dan kerang yang menghambat aliran air laut menuju pompa.

Koresponden II

Masinis II

1. Faktor *Man* (Manusia)

Pertanyaan :

Bagaimana pelaksanaan pengoperasian dan pengawasan pompa pendingin air laut?

Jawaban :

Pengoperasian dilakukan sesuai prosedur dan dilakukan pemantauan tekanan serta temperatur secara berkala.

2. Faktor *Machine* (Mesin)

Pertanyaan :

Apa yang ditemukan pada kondisi pompa saat terjadi penurunan tekanan?

Jawaban :

Ditemukan getaran yang cukup besar pada pompa dan setelah dilakukan pemeriksaan diketahui bahwa *ball bearing* mengalami keausan.

3. Faktor *Method* (Metode)

Pertanyaan :

Bagaimana pelaksanaan perawatan terhadap pompa pendingin air laut?

Jawaban :

Perawatan dilakukan secara berkala berupa pemeriksaan *bearing*, *impeller*, pelumasan, dan pembersihan sistem pendinginan.

4. Faktor *Material* (Material)

Pertanyaan :

Komponen apa yang paling berpengaruh terhadap penurunan tekanan pompa?

Jawaban :

Komponen yang paling berpengaruh adalah *ball bearing* karena mempengaruhi kestabilan putaran poros pompa.

5. Faktor *Measurement* (Pengukuran)

Pertanyaan :

Bagaimana cara mengetahui adanya penurunan tekanan pompa?

Jawaban :

Penurunan tekanan diketahui dari *pressure gauge* yang menunjukkan nilai lebih rendah dari tekanan normal.

6. Faktor *Environment* (Lingkungan)

Pertanyaan :

Apakah yang ditemukan pada *strainer* dan *seachast* saat dilakukan pemeriksaan?

Jawaban :

Ditemukan penumpukan lumpur, sampah laut, dan kerang yang menyebabkan aliran air laut menuju pompa menjadi terhambat.

Koresponden III

Masinis IV

1. Faktor *Man* (Manusia)

Pertanyaan :

Apakah awak mesin telah melaksanakan tugas sesuai prosedur?

Jawaban :

Awak mesin telah melaksanakan tugas sesuai prosedur yang berlaku di atas kapal.

2. Faktor *Machine* (Mesin)

Pertanyaan :

Apakah indikasi kerusakan yang ditemukan pada pompa pendingin air laut?

Jawaban :

Pompa mengeluarkan suara tidak normal dan getaran berlebih yang mengindikasikan adanya kerusakan pada *ball bearing*.

3. Faktor *Method* (Metode)

Pertanyaan :

Bagaimana tindakan yang dilakukan saat tekanan pompa menurun?

Jawaban :

Dilakukan pemeriksaan pada pompa, pembersihan *strainer*, serta pengecekan komponen pompa yang dicurigai mengalami kerusakan.

4. Faktor *Material* (Material)

Pertanyaan :

Apakah terdapat komponen yang mengalami keausan?

Jawaban :

Ya, ditemukan *ball bearing* yang mengalami keausan akibat penggunaan dalam jangka waktu lama.

5. Faktor *Measurement* (Pengukuran)

Pertanyaan :

Apakah alat ukur tekanan bekerja dengan baik?

Jawaban :
 Alat ukur tekanan masih berfungsi dengan baik sehingga penurunan tekanan dapat terdeteksi.

6. Faktor *Environment* (Lingkungan)

Pertanyaan :
 Bagaimana kondisi *strainer* dan *seachast* saat dilakukan pemeriksaan?

Jawaban :
Strainer dan *seachast* ditemukan dalam kondisi kotor dan tersumbat oleh lumpur serta kotoran laut sehingga menghambat suplai air laut ke pompa.

Tabel Validasi Hasil Wawancara Terhadap Faktor *Fishbone*

Faktor	Hasil Wawancara	Kesimpulan
<i>Man</i>	KKM, Masinis II, dan Masinis IV menyatakan pengoperasian pompa telah dilakukan sesuai prosedur.	Bukan penyebab utama (N)
<i>Machine</i>	KKM, Masinis II, dan Masinis IV menyatakan ditemukan keausan pada <i>ball bearing</i> yang menyebabkan getaran dan putaran pompa tidak stabil.	<i>Root Cause</i> (Y)
<i>Method</i>	Narasumber menyatakan perawatan dan pemeriksaan tetap dilakukan sesuai jadwal.	Bukan penyebab utama (N)
<i>Material</i>	Terdapat komponen yang mengalami keausan, namun tidak ditemukan kerusakan material yang dominan selain <i>ball bearing</i> .	Bukan penyebab utama (N)
<i>Measurement</i>	<i>Pressure gauge</i> masih berfungsi dengan baik dan mampu menunjukkan penurunan tekanan pompa.	Bukan penyebab utama (N)
<i>Environment</i>	KKM, Masinis II, dan Masinis IV menyatakan ditemukan lumpur, sampah, dan kerang yang menyumbat <i>strainer</i> dan <i>seachast</i> .	<i>Root Cause</i> (Y)

Berdasarkan hasil wawancara dengan KKM, Masinis II, dan Masinis IV, diperoleh informasi bahwa faktor *machine* dan *environment* merupakan faktor yang paling dominan menyebabkan turunnya tekanan pompa air laut. Faktor *machine* ditunjukkan dengan adanya keausan pada *ball bearing* yang menyebabkan putaran pompa tidak stabil, sedangkan faktor *environment* ditunjukkan dengan adanya penyumbatan pada *strainer* dan *seachast* akibat lumpur, sampah, dan kerang. Sementara itu, faktor *man*, *method*, *material*, dan *measurement* tidak terbukti sebagai penyebab utama karena hasil wawancara menunjukkan bahwa pengoperasian, perawatan, kualitas material, serta alat ukur masih berfungsi dengan baik.

Oleh karena itu, faktor *machine* dan *environment* ditetapkan sebagai *root cause* dalam analisis *fishbone*.

Tabel Validasi Hasil Wawancara (Triangulasi Sumber)

Informasi	KKM	Masinis II	Masinis IV	Hasil
<i>Ball bearing</i> mengalami kerusakan/keausan	√	√	√	Valid
<i>Strainer</i> dan <i>seachast</i> kotor/tersumbat	√	√	√	Valid
Tekanan pompa mengalami penurunan	√	√	√	Valid
Temperatur mesin meningkat (<i>overheating</i>)	√	√	√	Valid
<i>Pressure gauge</i> masih berfungsi dengan baik	√	√	√	Valid

Validasi data wawancara dalam penelitian ini dilakukan menggunakan teknik triangulasi sumber, yaitu dengan membandingkan informasi yang diperoleh dari Kepala Kamar Mesin (KKM), Masinis II, dan Masinis IV. Hasil wawancara menunjukkan bahwa ketiga narasumber memberikan informasi yang konsisten mengenai kondisi pompa air laut pada saat terjadi gangguan. KKM menyatakan bahwa penurunan tekanan pompa dipengaruhi oleh kerusakan *ball bearing* serta kondisi *strainer* dan *seachast* yang kotor atau tersumbat. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Masinis II yang menemukan keausan pada *ball bearing* serta penumpukan lumpur, sampah laut, dan kerang pada *strainer* dan *seachast*. Selain itu, Masinis IV menjelaskan bahwa pompa mengalami getaran berlebih akibat kerusakan *bearing* dan ditemukan penyumbatan pada sistem hisap air laut.

Hasil wawancara tersebut kemudian dibandingkan dengan hasil observasi dan dokumentasi yang menunjukkan adanya kerusakan pada *ball bearing* serta penyumbatan pada *strainer* dan *seachast*. Kesesuaian informasi yang diperoleh dari ketiga narasumber dan didukung oleh hasil observasi menunjukkan bahwa data yang diperoleh memiliki tingkat keabsahan yang baik sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam analisis *fishbone* untuk menentukan akar penyebab turunnya tekanan pompa air laut pada sistem pendingin mesin induk.