

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS KEGAGALAN SISTEM *HYDROPHORE* PADA
SUPPLY AIR TAWAR DI KAPAL AHTS KASUARI**



MOH RIZQI ALFIN MAULANA
NIT 09.21.010.1.10

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL
TAHUN 2026

LAPORAN TUGAS AKHIR
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS KEGAGALAN SISTEM *HYDROPHORE* PADA
SUPPLY AIR TAWAR DI KAPAL AHTS KASUARI**



MOH RIZQI ALFIN MAULANA
NIT 09.21.010.1.10

disusun sebagai salah satu syarat
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL
TAHUN 2026

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MOH RIZQI ALFIN MAULANA

Nomor Induk Taruna : 09.21.010.1.10

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

ANALISIS KEGAGALAN SISTEM *HYDROPHORE* PADA SUPPLY AIR TAWAR DI KAPAL AHTS KASUARI

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri.

Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

Surabaya,

26


MOH RIZQI ALFIN MAULANA

PERSETUJUAN SEMINAR PROPOSAL

KARYA ILMIAH TERAPAN

Judul : ANALISIS KEGAGALAN SISTEM *HYDROPHORE*
PADA SUPPLY AIR TAWAR DI
KAPAL AHTS KASUARI
Nama Taruna : MOH RIZQI ALFIN MAULANA
NIT : 09.21.010.1.10
Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Dengan ini dinyatakan, telah memenuhi syarat untuk diseminarkan

Surabaya, 06-11-2025

Menyetujui

Pembimbing I


Moejjiono, M.T., M.Mar.E.
Pembina (IV/a)
NIP. 197212142002121001

Pembimbing II


Kuntoro Bayu Aji, S.Kom., M.T.
Penata (III/c)
NIP. 198502012010121003

Mengetahui

Ketua Prodi TRPK

Politeknik Pelayaran Surabaya


Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 196905312003121001

PERSETUJUAN SEMINAR HASIL

KARYA ILMIAH TERAPAN


Judul : ANALISIS KEGAGALAN SISTEM *HYDROPHORE*
PADA SUPPLY AIR TAWAR DI
KAPAL AHTS KASUARI
Nama Taruna : MOH RIZQI ALFIN MAULANA
NIT : 09.21.010.1.10
Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Dengan ini dinyatakan, telah memenuhi syarat untuk diseminarkan


Surabaya, 29-01-2026

Menyetujui

Pembimbing I


Moejiono, M.T., M.Mar.E
Pembina (IV/a)
NIP. 197212142002121001


Pembimbing II


Kuntoro Bayu Ajie, S.Kom., M.T
Penata (III/c)
NIP. 198502012010121003

Mengetahui

Ketua Prodi TRPK

Politeknik Pelayaran Surabaya


Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 196905312003121001

LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL
KARYA ILMIAH TERAPAN

ANALISIS KEGAGALAN SISTEM HYDROPHORE
PADA SUPPLY AIR TAWAR DI KAPAL AHTS

KASUARI

Disusun dan diajukan oleh:

MOH RIZQI ALFIN MAULANA
NIT 09.21.010.1.10

Telah dipresentasikan di depan panitia seminar Tugas Akhir
Politeknik Pelayaran Surabaya
Pada tanggal, 18 December 2025

Menyetujui

Penguji I

Penguji II

Penguji III



(Dr. Antonius Edy Kristivono, M.Pd., M.Mar.E.)
NIP.196905312003121001



(Moejiiono, M.T., M.Mar.E)
NIP.197212142002121001



(Kuntoro Bayu Ajie, S.Kom., M.T)
NIP.198503012010121003

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal
Politeknik Pelayaran Surabaya



(Dr. Antonius Edy Kristivono, M.Pd., M.Mar.E.)
NIP. 196905312003121001

LEMBAR PENGESAHAN SEMINAR HASIL
KARYA ILMIAH TERAPAN

ANALISIS KEGAGALAN SISTEM HYDROPHORE PADA SUPPLY AIR
TAWAR DI KAPAL AHTS KASUARI

Disusun dan diajukan oleh:

MOH RIZQI ALFIN MAULANA
NIT 09.21.010.1.10

Telah dipresentasikan di depan panitia seminar Tugas Akhir
Politeknik Pelayaran Surabaya
Pada tanggal, 05 FEBRUARI 2026

Menyetujui

Penguji I



(Dr. ANTONIUS EDY KRISTIYONO. M.Pd., M.Mar.E.)

NIP. . 196905312003121001

Penguji II



(MOEJIONO.M.T.,M.Mar.E.)

NIP. 197212142002121001

Penguji III



(KUNTORO BAYU AJIE, S.Kom., M.T.)

NIP. 19850201012010121003

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal
Politeknik Pelayaran Surabaya



(Dr. ANTONIUS EDY KRISTIYONO. M.Pd., M.Mar.E.)

NIP. 196905312003121001

ABSTRAK

MOH RIZQI ALFIN MAULANA, ANALISIS KEGAGALAN SISTEM *HYDROPHORE* PADA SUPPLY AIR TAWAR DI KAPAL AHTS KASUARI. Dibimbing oleh Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E dan Bapak Kuntoro Bayu Ajie, S.Kom.

Sistem hydrophore merupakan salah satu sistem pendukung penting dalam penyediaan dan distribusi air tawar di atas kapal, yang berfungsi untuk menunjang kebutuhan harian awak kapal serta mendukung kelancaran operasional kapal. Dalam pelaksanaannya, sistem hydrophore bekerja dengan memanfaatkan keseimbangan antara air dan udara bertekanan di dalam tangki guna menjaga kestabilan tekanan air. Namun, pada kondisi operasional tertentu sistem ini sering mengalami gangguan, seperti penurunan tekanan, suplai air yang tidak stabil, serta kerusakan pada beberapa komponen pendukung. Permasalahan tersebut juga terjadi pada Kapal AHTS Kasuari, sehingga diperlukan kajian yang lebih mendalam untuk mengetahui penyebab kegagalan serta upaya penanganannya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab kegagalan sistem hydrophore, mengkaji upaya perbaikan yang telah dilakukan, serta merumuskan langkah optimalisasi kinerja sistem hydrophore di Kapal AHTS Kasuari. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan teknik pengumpulan data berupa observasi langsung terhadap kondisi sistem hydrophore, wawancara dengan awak kapal yang terlibat dalam pengoperasian dan perawatan, serta dokumentasi pendukung. Data yang diperoleh dianalisis untuk menggambarkan kondisi aktual sistem dan permasalahan yang terjadi di lapangan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai kondisi sistem hydrophore di kapal serta menjadi bahan evaluasi dalam meningkatkan keandalan dan efektivitas sistem penyediaan air tawar di kapal.

Kata kunci : hydrophore, air tawar, kapal, analisis kualitatif.

ABSTRACT

MOH RIZQI ALFIN MAULANA, ANALYSIS OF HYDROPHORE SYSTEM FAILURE IN THE FRESHWATER SUPPLY ON AHTS KASUARI VESSEL. Dibimbing oleh Mr. Moejiono, M.T., M.Mar.E and Mr. Kuntoro Bayu Ajie, S.Kom.

The hydrophore system is an essential supporting system for freshwater supply and distribution on board ships, serving to meet the daily needs of the crew and support ship operations. This system operates by maintaining a balance between water and pressurized air within a tank to ensure stable water pressure. However, under operational conditions, the hydrophore system often experiences disturbances such as pressure drops, unstable water supply, and component malfunctions. These problems were also identified on board the AHTS Kasuari, indicating the need for a comprehensive analysis of the causes of failure and possible improvement measures. This study aims to analyze the factors causing hydrophore system failures, examine the corrective actions that have been implemented, and formulate strategies to optimize hydrophore performance on board the AHTS Kasuari. A descriptive qualitative method was employed, with data collected through direct observation of the hydrophore system, interviews with crew members responsible for operation and maintenance, and supporting documentation. The collected data were analyzed to describe the actual condition of the system and the problems encountered in practice. This study is expected to provide a clear understanding of the hydrophore system condition and serve as an evaluation reference for improving the reliability and effectiveness of freshwater supply systems on board ships.

Keywords: *hydrophore, freshwater, ship, qualitative analysis.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puja dan puji syukur peneliti panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan anugerah dan kesehatan sehingga peneliti dapat menyelesaikan karya ilmiah terapan ini. Proposal penelitian ini dibuat untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Program Pendidikan Diploma IV di Politeknik Pelayaran Surabaya, dengan judul penelitian :

“ANALISIS KEGAGALAN SISTEM *HYDROPHORE* PADA SUPPLY AIR TAWAR DI KAPAL AHTS KASUARI”

Peneliti menyadari bahwa penulisan karya ilmiah terapan ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan waktu, pikiran, kemampuan serta pengalaman peneliti dalam penyusunan karya ilmiah ini. Oleh karena itu peneliti sangat mengharapkan dan berterimakasih apabila ada masukan dari pembimbing, penguji, maupun pembaca lainnya.

Penulisan karya tulis ilmiah ini dapat terselesaikan karena adanya bantuan dari berbagai pihak, olehnya itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah mendukung saya dalam penulisan proposal ini;
2. Bapak Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal;
3. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E selaku pembimbing I, yang telah membantu serta membimbing saya dalam penulisan proposal ini;
4. Bapak Kuntoro Bayu Ajie, S.Kom selaku pembimbing II, yang dengan penuh ketekunan dan kesabaran membimbing saya dalam penulisan proposal ini;
5. Bapak, Ibu Dosen Politeknik Pelayaran Surabaya yang senantiasa membimbing dan mengarahkan penulis khususnya Jurusan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal yang telah memberikan bekal ilmu sehingga saya dapat menyelesaikan proposal ini;
6. Kedua orang tua saya yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat kepada penulis;
7. Teman-teman yang memberikan semangat dan membantu dalam menyelesaikan proposal ini;

Akhir kata penulis berharap semoga karya ilmiah terapan ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis khususnya dan untuk pihak operasional kapal. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan petunjuk dan lindungan dalam melakukan penelitian yang selanjutnya dituangkan dalam bentuk karya ilmiah terapan.

Surabaya, 12 Mei 2026

MOH RIZQI ALFIN MAULANA
09.21.010.1.10

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL	iii
PERSETUJUAN SEMINAR HASIL	iv
PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR.....	v
PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
A. Review Penelitian Sebelumnya.....	8
B. Landasan Teori.....	11
C. Kerangka Penelitian	31
BAB III METODE PENELITIAN	32
A. Jenis Penelitian.....	32

B. Waktu dan Tempat Penelitian	32
C. Jenis Data dan Sumber Data	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
A. Gambaran Umum Kapal AHTS Kasuari.....	43
B. Hasil Penelitian	46
C. Pembahasan.....	59
BAB V PENUTUP.....	71
A. Kesimpulan	71
B. Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Review Penelitian Sebelumnya.....	8
Tabel 2. 2	Kerangka Penelitian	31
Tabel 4. 1	Hasil Observasi Sistem Hydrophore di Kapal AHTS Kasuari	50
Tabel 4. 2	Hasil Wawancara Awak Kapal Terkait Sistem Hydrophore di Kapal AHTS Kasuari.....	53
Tabel 4. 3	Perbandingan Hasil Observasi, Wawancara, dan Dokumentasi Sistem Hydrophore	59
Tabel 4. 4	Perbandingan Hasil Observasi, Wawancara, dan Dokumentasi Sistem Hydrophore di Kapal AHTS Kasuari.....	63
Tabel 4. 5	Hasil Rumusan Masalah, Data Kuantitatif yang dianalisis, Hasil Analisis, dan Pembahasan.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1 Hydrophore.....	12
Gambar 2 2 Sketsa Diagram Prinsip Kerja Hydrophore.....	14

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air tawar merupakan salah satu kebutuhan vital di atas kapal yang harus tersedia secara terus-menerus demi menunjang kehidupan awak kapal maupun mendukung kelancaran operasi pelayaran. Ketersediaan air tawar digunakan tidak hanya untuk konsumsi sehari-hari seperti minum, memasak, mandi, mencuci, dan menjaga kebersihan, tetapi juga untuk mendukung berbagai sistem pendukung lain di kapal, misalnya sistem pendingin, sanitasi, serta bahkan dalam kondisi tertentu dapat digunakan sebagai cadangan untuk sistem pemadam kebakaran. Karena kapal beroperasi di laut dengan waktu pelayaran yang panjang, tidak mungkin mengandalkan pasokan dari darat semata. Oleh sebab itu, kapal dilengkapi dengan sistem penyimpanan sekaligus distribusi air tawar agar kebutuhan seluruh awak maupun sistem kapal tetap terjamin.

Kegiatan operasional sebuah kapal sangat bergantung pada keandalan sistem penunjang yang ada di dalamnya. Salah satu sistem yang memiliki peran penting adalah sistem penyediaan dan distribusi air tawar. Keberadaan air tawar di kapal bukan hanya sekadar penunjang kenyamanan, melainkan sudah menjadi kebutuhan esensial yang menentukan kelancaran hidup awak kapal dan menunjang fungsi berbagai instalasi teknis di atas kapal. Air tawar yang tersedia harus didistribusikan secara merata, bertekanan cukup, dan dalam kondisi layak pakai agar dapat memenuhi kebutuhan harian serta mendukung standar keselamatan dan kesehatan kerja di laut. Dengan masa pelayaran yang panjang

serta keterbatasan akses untuk pengisian ulang dari darat, sistem penyimpanan dan distribusi air tawar di kapal dituntut untuk selalu bekerja secara optimal.

Dalam proses distribusi air tawar, salah satu komponen yang sangat penting adalah *hydrophoresystem*. *hydrophore* merupakan tangki bertekanan yang berfungsi menyalurkan air tawar dari tangki penyimpanan menuju akomodasi maupun ruang lain di kapal dengan tekanan yang stabil. Sistem ini bekerja dengan memanfaatkan kombinasi udara bertekanan dan pompa pengisi (*feed pump*), sehingga air tawar dapat dialirkan dengan tekanan sesuai kebutuhan pengguna di seluruh akomodasi kapal. Apabila sistem ini bekerja dengan baik, maka suplai air tawar akan mengalir dengan lancar, stabil, dan mencukupi. Namun apabila terjadi gangguan atau kegagalan, maka suplai air tawar dapat terganggu sehingga menimbulkan masalah yang serius bagi kenyamanan, kesehatan, maupun kelangsungan aktivitas awak kapal.

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem *hydrophore* sering kali mengalami permasalahan yang berkaitan dengan menurunnya tekanan, tidak berfungsinya pompa secara optimal, kerusakan pada katup, hingga kebocoran pada sambungan atau seal. Penelitian oleh Prasetyo Zuhdi (2020) di MV. Tanto Nusantara menemukan bahwa kurangnya tekanan pada *hydrophore* tank menyebabkan suplai air tawar ke akomodasi berkurang secara signifikan, sehingga distribusi air tidak merata dan mengganggu kebutuhan awak kapal. Hasil penelitian lain oleh Oki Nanda Falakhudin (2019) di MV. KT 05 menunjukkan bahwa kerusakan pada pompa pengisi serta kebocoran pada *delivery valve* merupakan penyebab utama menurunnya kinerja *hydrophore* system. Temuan-temuan tersebut memperlihatkan bahwa kegagalan

hydrophore merupakan masalah nyata yang sering muncul dalam operasional kapal dan dapat berimplikasi langsung terhadap kehidupan di laut.

Kondisi serupa juga ditemukan di Kapal AHTS Kasuari. Berdasarkan hasil observasi dan laporan operasional, sistem *hydrophore* di kapal ini sering mengalami gangguan berupa penurunan tekanan yang menyebabkan suplai air tawar ke akomodasi tidak stabil. Dalam beberapa kasus, air yang keluar dari keran maupun shower di akomodasi tidak deras, bahkan pada saat tertentu sama sekali tidak mengalir. Gejala lain yang tampak adalah pompa *feed water* harus bekerja lebih lama dengan frekuensi *start-stop* yang tinggi, indikasi adanya kebocoran pada katup maupun sambungan pipa, serta kemungkinan tidak kedapnya *seal* sehingga udara dari tangki keluar dan menyebabkan ketidakseimbangan tekanan. Masalah tersebut jelas menimbulkan gangguan bagi awak kapal.

Gangguan tersebut jelas berdampak langsung pada kehidupan awak kapal. Kebutuhan dasar seperti mandi, mencuci, dan sanitasi menjadi terhambat. Bila dibiarkan, permasalahan ini tidak hanya menimbulkan ketidaknyamanan, tetapi juga dapat memicu gangguan kesehatan, menurunkan moral awak, serta berpotensi melanggar standar kesehatan dan keselamatan kerja di kapal. Dari sisi teknis, kerusakan yang tidak segera diatasi berisiko menimbulkan beban kerja berlebih pada pompa maupun komponen lain, yang akhirnya meningkatkan biaya perawatan serta mengurangi efisiensi operasional kapal.

Apabila permasalahan kegagalan pada sistem *hydrophore* ini dibiarkan tanpa adanya penanganan yang tepat, maka dampak jangka panjang yang ditimbulkan dapat mengurangi tingkat keandalan operasional kapal secara

keseluruhan. Gangguan suplai air tawar yang terus berulang bukan hanya menimbulkan keluhan dan menurunkan kenyamanan awak kapal, tetapi juga berpotensi menimbulkan risiko yang lebih serius. Kebutuhan air tawar di atas kapal berkaitan erat dengan aspek sanitasi, kebersihan, serta kesehatan awak kapal. Apabila suplai air tidak stabil, maka standar kebersihan di kapal akan menurun, sehingga dapat memicu timbulnya penyakit, menurunkan moral awak kapal, hingga menghambat aktivitas kerja harian. Kondisi ini jelas bertentangan dengan standar keselamatan dan kesehatan kerja di atas kapal yang diatur dalam regulasi internasional maupun peraturan nasional terkait kelautan dan pelayaran.

Selain berdampak pada aspek kesehatan dan keselamatan, kerusakan yang berulang pada sistem *hydrophore* juga berimplikasi langsung terhadap aspek teknis dan ekonomi. Pompa yang harus bekerja lebih keras akibat tekanan yang tidak stabil akan mengalami keausan lebih cepat, katup maupun sambungan pipa yang bocor akan menimbulkan kehilangan tekanan yang berulang, dan komponen lain seperti seal atau pressure switch akan lebih sering mengalami kerusakan. Akibatnya, frekuensi perawatan menjadi lebih tinggi, kebutuhan suku cadang meningkat, serta biaya operasional kapal ikut membengkak. Kondisi ini pada akhirnya mengurangi efisiensi operasional, karena waktu dan sumber daya yang seharusnya digunakan untuk mendukung pelayaran malah tersita untuk penanganan kerusakan sistem *hydrophore*.

Analisis ini diharapkan mampu mengidentifikasi penyebab utama kegagalan, menilai dampak yang ditimbulkan, serta memberikan rekomendasi perbaikan maupun tindakan pencegahan agar sistem *hydrophore* dapat

berfungsi optimal kembali. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang teknik permesinan kapal, serta menjadi referensi praktis bagi perwira mesin dan awak kapal dalam mengatasi permasalahan serupa di kapal lain. Dengan adanya penelitian ini, maka sistem suplai air tawar di Kapal AHTS Kasuari diharapkan dapat kembali handal, efektif, dan aman dalam mendukung operasional pelayaran.

Dari latar belakang tersebut, peneliti mengangkat judul: “ANALISIS KEGAGALAN SISTEM *HYDROPHORE* PADA *SUPPLY* AIR TAWAR DI KAPAL AHTS KASUARI”

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini diarahkan untuk menjawab dua pertanyaan utama:

1. Faktor-faktor apa saja yang menyebabkan kegagalan sistem *hydrophore* di Kapal AHTS Kasuari?
2. Upaya apa saja yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan pada sistem *hydrophore* di Kapal AHTS Kasuari?
3. Bagaimana cara mengoptimalkan kinerja sistem *hydrophore* agar distribusi air tawar di Kapal AHTS Kasuari dapat berjalan secara efektif dan berkelanjutan?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan kegagalan sistem hydrophore pada supply air tawar di Kapal AHTS Kasuari.
2. Mengetahui dan menjelaskan upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi pada sistem hydrophore di kapal tersebut.
3. Merumuskan strategi optimalisasi kinerja sistem hydrophore agar distribusi air tawar di Kapal AHTS Kasuari dapat berlangsung secara efektif, efisien, dan berkelanjutan.

D. Manfaat Penelitian

2. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik permesinan kapal, khususnya terkait sistem penyediaan air tawar dan kinerja *hydrophore*. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi akademis bagi mahasiswa, peneliti, maupun praktisi yang ingin memahami lebih dalam mengenai faktor-faktor penyebab kegagalan sistem distribusi air tawar di kapal. Selain itu, penelitian ini juga dapat memperkaya literatur mengenai penerapan analisis kegagalan (*failure analysis*) pada sistem pendukung kehidupan di kapal, yang selama ini masih relatif terbatas.

3. Manfaat Praktis

Secara praktis, penelitian ini bermanfaat bagi pihak pengelola dan operator Kapal AHTS Kasuari sebagai bahan evaluasi dalam meningkatkan keandalan sistem *hydrophore*. Dengan mengetahui kondisi aktual serta faktor penyebab kegagalan, pihak kapal dapat melakukan tindakan perawatan preventif maupun korektif secara lebih tepat sasaran sehingga meminimalkan kerusakan berulang dan biaya operasional. Selain itu, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam penyusunan prosedur perawatan yang lebih efektif, meningkatkan kenyamanan serta kesehatan awak kapal, serta mendukung kelancaran operasi pelayaran secara keseluruhan.

BAB II
KAJIAN PUSTAKA

A. Review Penelitian Sebelumnya

Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya
Sumber: Dokumentasi Pribadi

No	Judul & Penulis	Fokus Penelitian	Metode & Temuan Utama	Perbedaan dengan Penelitian Ini
1	Rancang Bangun Sistem Kontrol Tekanan Hydrophore Tank Berbasis IoT. Ardiyanto, A. D., Kristiyono, A. E., & Gupron, A. K. (2025).	Pengembangan sistem kontrol tekanan hydrophore menggunakan IoT	Metode R&D. Membuat sistem kontrol + monitoring secara real-time.	Kamu fokus analisis kegagalan sistem; jurnal ini bisa jadi referensi solusi IoT untuk optimasi.
2	<i>Analisis Pengaruh Perbandingan Jumlah Udara dan Air pada hydrophore Terhadap Tawar terhadap Pompa Pengisian di Kapal Wan Hai 517</i> – Firdaus, Winarno, & Rukmini (2021)	Meneliti pengaruh rasio udara dan air dalam hydrophore terhadap performa pompa pengisian.	Metode analisis eksperimen di kapal. Temuan: ketidakseimbangan udara-air menyebabkan pompa bekerja tidak stabil, menurunkan efisiensi.	Penelitian ini menitikberatkan pada aspek teknis rasio udara-air, sedangkan penelitian saya berfokus pada analisis kegagalan sistem secara menyeluruh (operasional, teknis, dan perawatan).
3	<i>Identify of the Dropping in Hydrophore Tank Pump Pressure at MT. Inter Armada 01</i> – Mustholiq, Kensiwi, & Pangestu (2023)	Mengidentifikasi penyebab penurunan tekanan pompa hydrophore tank.	Menggunakan metode SHEL analysis. Temuan: penurunan tekanan dipengaruhi faktor manusia (human error), peralatan, dan lingkungan.	Penelitian ini memakai kerangka SHEL, sedangkan penelitian saya lebih mengarah pada studi kasus kualitatif untuk menggambarkan kondisi aktual dan faktor penyebab kegagalan di Kapal AHTS Kasuari.
4	Optimalisasi Kinerja Sea Water Service Pump di Kapal MV. Perkasa. Ingwar, R., Yatno, L. D., & Kurniawan, M. (2023).	Kinerja pompa laut di kapal (meski bukan hydrophore) tetapi relevan dalam pemeliharaan pompa kapal	Observasi, wawancara, dan dokumentasi pemeliharaan menunjukkan bahwa perawatan kurang → tekanan pompa rendah	Menyediakan insight pemeliharaan pompa di kapal, yang bisa diterapkan pada hydrophore sistem

No	Judul & Penulis	Fokus Penelitian	Metode & Temuan Utama	Perbedaan dengan Penelitian Ini
				juga (aspek perawatan teknik).
5	<i>Evaluasi efektivitas sistem distribusi air tawar menggunakan hydrophore di kapal niaga.</i> <i>Jurnal Teknologi Maritim</i> , 6(3), 201–210. Santoso, A., & Widodo, D. (2022)	Mengevaluasi efektivitas sistem distribusi air tawar berbasis hydrophore di kapal niaga.	Menggunakan studi kasus dan observasi lapangan.	Penelitian ini memperluas kajian dengan analisis kualitatif mendalam terhadap penyebab kegagalan serta strategi optimalisasi sistem di Kapal AHTS Kasuari.

Berdasarkan hasil telaah penelitian sebelumnya, dapat dilihat bahwa berbagai studi telah menyoroti pentingnya sistem *hydrophore* dalam menjaga kontinuitas suplai air tawar di atas kapal. Penelitian yang dilakukan oleh Rizal, Surjaman, dan Suwondo (2018) menunjukkan bahwa metode Fault Tree Analysis (FTA) mampu mengidentifikasi penyebab ketidaknormalan suplai air tawar ke akomodasi, dengan temuan utama bahwa kerusakan pompa, kebocoran pipa, serta malfungsi pressure switch merupakan faktor dominan yang memicu gangguan. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa sistem *hydrophore* sangat rentan mengalami kegagalan jika tidak didukung dengan pemeliharaan yang optimal.

Selanjutnya, penelitian oleh Firdaus, Winarno, dan Rukmini (2021) lebih menitikberatkan pada aspek teknis, khususnya pengaruh rasio udara dan air di dalam *hydrophore* terhadap kinerja pompa pengisian. Dari penelitian tersebut diperoleh temuan bahwa ketidakseimbangan volume udara dan air dapat menimbulkan fluktuasi tekanan, sehingga pompa bekerja tidak stabil dan efisiensinya menurun. Studi ini memberikan pemahaman bahwa faktor teknis

internal dalam *hydrophore* juga menjadi salah satu kunci keberlangsungan sistem distribusi air tawar di kapal.

Di sisi lain, penelitian Mustholiq, Kensiwi, dan Pangestu (2023) menggunakan pendekatan SHEL analysis untuk mengidentifikasi penurunan tekanan pompa *hydrophore* tank. Hasilnya menunjukkan bahwa selain faktor teknis peralatan, faktor manusia (human error) dan lingkungan turut berperan dalam memicu penurunan tekanan. Dengan demikian, kegagalan sistem *hydrophore* tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi teknis komponen, tetapi juga interaksi antarunsur manusia, lingkungan, dan prosedur operasional.

Meskipun penelitian-penelitian terdahulu memberikan kontribusi penting dalam memahami berbagai aspek kegagalan *hydrophore*, terdapat celah penelitian (research gap) yang belum banyak dieksplorasi. Mayoritas penelitian lebih menekankan pada analisis teknis kuantitatif atau pendekatan model tertentu, sedangkan penelitian mengenai deskripsi kondisi aktual sistem *hydrophore* di kapal tertentu melalui pendekatan kualitatif masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada analisis kegagalan sistem *hydrophore* pada supply air tawar di Kapal AHTS Kasuari dengan menggunakan pendekatan kualitatif berbasis observasi lapangan. Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan gambaran menyeluruh mengenai kondisi aktual sistem, sekaligus mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kegagalan secara lebih detail sesuai dengan konteks operasional kapal yang diteliti.

B. Landasan Teori

1. Pengertian Analisis

Analisis merupakan suatu proses sistematis dalam menguraikan, menelaah, dan menilai suatu objek atau fenomena guna memperoleh pemahaman yang lebih mendalam. Dalam konteks penelitian teknik, analisis digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan, mencari akar penyebab, serta memberikan alternatif solusi terhadap suatu sistem yang mengalami gangguan. Menurut Sugiyono (2019), analisis adalah kegiatan berpikir kritis untuk menguraikan suatu fenomena menjadi bagian-bagian kecil agar dapat dipahami keterkaitan dan penyebabnya. Sementara itu, dalam bidang teknik perkapalan, analisis kegagalan sistem (*failure analysis*) banyak digunakan untuk mengevaluasi performa peralatan dan menemukan faktor dominan yang menghambat kinerja sistem (Rizal, Surjaman, & Suwondo, 2018). Dengan demikian, analisis bukan hanya sebatas menguraikan data, melainkan juga memberikan dasar argumentatif untuk perbaikan dan pengembangan sistem yang diteliti.

2. Pengertian *Hydrophore*

Hydrophore adalah sebuah sistem tangki bertekanan yang digunakan untuk mendistribusikan air tawar ke seluruh bagian kapal dengan memanfaatkan keseimbangan antara udara dan air di dalam tangki. Prinsip kerjanya adalah pompa mengisi air ke dalam tangki *hydrophore* hingga mencapai tekanan tertentu, kemudian air tersebut dialirkan ke akomodasi atau bagian kapal lain sesuai kebutuhan. Jika tekanan turun, pompa kembali

bekerja untuk menjaga kontinuitas suplai air (Firdaus, Winarno, & Rukmini, 2021).



Gambar 2 1 Hydrophore
Sumber: Dokumen Pribadi

Menurut Mustholiq, Kensiwi, dan Pangestu (2023), *hydrophore* berfungsi sebagai penstabil tekanan agar distribusi air tawar tetap konsisten. Sistem ini umumnya dilengkapi dengan pompa pengisian, katup pengaman, pressure switch, dan pipa distribusi. Apabila salah satu komponen mengalami gangguan, maka suplai air tawar dapat terganggu. Selain itu, *hydrophore* berperan penting dalam menunjang sanitasi, kenyamanan, serta kesehatan awak kapal. Dengan demikian, *hydrophore* bukan sekadar tangki distribusi, tetapi juga sistem vital yang mendukung operasional kapal secara menyeluruh.

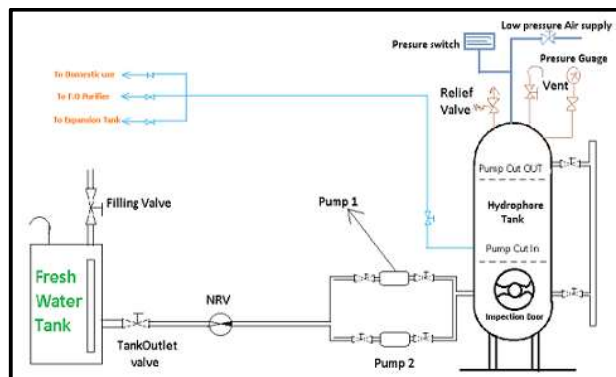
Hydrophore merupakan sistem distribusi air tawar di kapal yang bekerja dengan memanfaatkan prinsip keseimbangan antara air dan udara bertekanan di dalam tangki. Inti dari prinsip kerja ini adalah menjaga tekanan konstan agar aliran air tawar dapat didistribusikan secara merata ke seluruh bagian akomodasi maupun sistem kapal lainnya. Proses ini berlangsung melalui siklus pengisian tangki oleh pompa, penyimpanan air

dalam kondisi bertekanan, serta pendistribusian air ke jaringan pipa sesuai kebutuhan konsumsi.

Pada kondisi awal, tangki *hydrophore* biasanya terisi oleh campuran air dan udara. Pompa air tawar akan bekerja untuk memasukkan air ke dalam tangki hingga volume air mencapai batas tertentu, sementara udara yang terperangkap di bagian atas tangki mengalami pemampatan (compressed air). Pemampatan udara inilah yang menciptakan tekanan dalam tangki. Setelah tekanan mencapai batas maksimum yang telah ditentukan oleh pressure switch, pompa akan berhenti bekerja secara otomatis. Tekanan udara yang terkompresi selanjutnya mendorong air ke jaringan distribusi. Dengan kata lain, udara berperan sebagai “pegas elastis” yang menjaga suplai air tetap memiliki tekanan stabil meskipun pompa sedang tidak bekerja (Firdaus, Winarno, & Rukmini, 2021).

Seiring pemakaian air tawar oleh awak kapal—misalnya untuk mandi, mencuci, atau keperluan dapur—tekanan dalam tangki akan berangsur menurun. Apabila tekanan turun hingga melewati batas minimum yang telah ditentukan, maka pressure switch akan kembali mengaktifkan pompa untuk mengisi tangki. Proses ini akan berlangsung secara siklik dan otomatis, sehingga suplai air tawar tetap terjaga tanpa perlu pengoperasian manual yang berulang-ulang. Mekanisme otomatisasi ini juga menjadi salah satu alasan mengapa sistem *hydrophore* dianggap lebih efisien dibandingkan metode distribusi air tawar secara gravitasi atau pompa manual (Normandy, 2019).

Prinsip kerja *hydrophore* sangat bergantung pada rasio keseimbangan antara volume udara dan volume air di dalam tangki. Jika udara terlalu sedikit, maka air akan memenuhi tangki hampir seluruhnya dan pompa akan lebih sering bekerja karena tekanan cepat turun. Sebaliknya, jika udara terlalu banyak, volume air yang tersimpan akan berkurang sehingga kapasitas distribusi menjadi terbatas. Ketidakseimbangan ini akan memengaruhi efisiensi kerja pompa dan bahkan dapat menimbulkan kerusakan pada komponen sistem, misalnya pressure switch, katup pengaman (safety valve), atau pompa pengisi (Mustholiq, Kensiwi, & Pangestu, 2023).



Gambar 2.2 Sketsa Diagram Prinsip Kerja *Hydrophore*
Sumber : Dokumentasi Kapal

Selain keseimbangan udara dan air, faktor lain yang sangat menentukan prinsip kerja *hydrophore* adalah kontrol otomatisasi melalui pressure switch dan keberadaan katup pengaman. Pressure switch berfungsi sebagai pengendali utama yang mendeteksi batas minimum dan maksimum tekanan. Sedangkan katup pengaman mencegah terjadinya overpressure yang dapat menyebabkan kerusakan pada tangki atau sistem pipa. Oleh karena itu, prinsip kerja *hydrophore* tidak hanya sekadar mengisi dan

mendistribusikan air, tetapi juga mengandalkan sistem kontrol untuk menjamin keamanan operasi.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Rizal, Surjaman, & Suwondo (2018), ditemukan bahwa kegagalan sistem *hydrophore* umumnya terjadi ketika prinsip dasar keseimbangan tekanan ini tidak terjaga, baik akibat adanya kebocoran udara pada tangki, kerusakan pressure switch, maupun kegagalan pompa pengisian. Gangguan tersebut berakibat pada terganggunya kontinuitas suplai air tawar ke akomodasi kapal, yang kemudian berdampak langsung pada kenyamanan dan kesehatan awak kapal. Oleh karena itu, pemahaman terhadap prinsip kerja *hydrophore* bukan hanya penting dalam aspek operasional sehari-hari, tetapi juga krusial dalam analisis kegagalan sistem di kapal.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa prinsip kerja *hydrophore* bertumpu pada tiga aspek utama, yaitu:

- a. keseimbangan volume udara dan air di dalam tangki sebagai sumber tekanan,
- b. siklus kerja otomatis pompa berdasarkan batas tekanan minimum dan maksimum
- c. sistem kontrol keselamatan berupa pressure switch dan katup pengaman. Apabila ketiga aspek ini berjalan dengan baik, maka distribusi air tawar di kapal akan berlangsung stabil dan efisien. Namun jika salah satu aspek terganggu, maka sistem *hydrophore* berpotensi mengalami kegagalan yang dapat menghambat operasional kapal secara keseluruhan

Sistem *hydrophore* sebagai penunjang distribusi air tawar di kapal memiliki peran vital, sehingga kegagalan sedikit saja dapat menimbulkan dampak signifikan terhadap kenyamanan maupun kelancaran operasional kapal. Kegagalan pada sistem ini pada umumnya tampak dalam bentuk penurunan tekanan, aliran air yang tidak lancar, maupun kerusakan pada komponen utama seperti pompa, katup, dan pressure switch. Walaupun terlihat sederhana, kegagalan tersebut seringkali merupakan hasil interaksi antara faktor teknis, manusia, dan lingkungan operasional kapal.

Menurut Mustholiq, Kensiwi, dan Pangestu (2023), salah satu bentuk kegagalan yang paling sering terjadi adalah penurunan tekanan pompa *hydrophore*. Penurunan ini dapat muncul akibat kebocoran pada pipa distribusi, adanya udara yang keluar dari tangki, atau kerusakan pada pressure switch yang tidak lagi mampu mendeteksi batas tekanan minimum dan maksimum. Kondisi tersebut membuat sistem tidak mampu menjaga suplai air tetap stabil, sehingga aliran air menuju akomodasi menjadi terputus-putus. Gangguan semacam ini akan menimbulkan keluhan langsung dari awak kapal karena menghambat kebutuhan dasar sehari-hari, seperti mandi, mencuci, maupun memasak.

Selain faktor teknis, kegagalan sistem *hydrophore* juga dapat dipengaruhi oleh human error. Kesalahan operator dalam mengoperasikan pompa, keterlambatan dalam memeriksa indikator tekanan, atau kelalaian dalam mengontrol jumlah udara di dalam tangki sering kali mempercepat terjadinya kerusakan. Misalnya, jika tangki dibiarkan terlalu penuh dengan air tanpa ada udara yang cukup sebagai bantalan tekanan, maka pompa akan

bekerja lebih sering. Hal ini bukan hanya menurunkan efisiensi, tetapi juga mempercepat keausan pada komponen mekanis pompa.

Faktor lain yang tidak kalah penting adalah lingkungan operasional kapal. Kapal yang berlayar dalam waktu lama di perairan dengan kondisi ekstrim (misalnya ombak besar atau suhu udara tinggi) cenderung mengalami fluktuasi tekanan yang lebih cepat. Suhu yang tinggi dapat menyebabkan udara di dalam tangki mengembang sehingga tekanan menjadi tidak stabil, sedangkan getaran kapal akibat gelombang besar dapat memengaruhi kestabilan sistem perpipaan. Kondisi ini menunjukkan bahwa kegagalan *hydrophore* tidak hanya murni disebabkan kerusakan komponen, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi eksternal yang sulit dikendalikan.

Selain faktor-faktor di atas, kerusakan berulang pada sistem *hydrophore* sering kali dipicu oleh perawatan yang tidak optimal serta pengawasan yang kurang disiplin. Normandy (2019) menegaskan bahwa sistem *hydrophore* membutuhkan inspeksi rutin, seperti pengecekan kondisi pompa, fungsi pressure switch, serta kebersihan tangki dari karat atau endapan. Apabila pemeliharaan dilakukan secara tidak konsisten, kerusakan kecil yang seharusnya dapat dicegah justru akan berkembang menjadi kerusakan besar yang lebih kompleks dan memerlukan biaya perbaikan tinggi. Kurangnya dokumentasi perawatan juga membuat awak kapal tidak memiliki riwayat yang jelas mengenai kapan terakhir komponen diganti atau diperiksa, sehingga potensi human error semakin meningkat.

Rizal, Surjaman, dan Suwondo (2018) menambahkan bahwa kegagalan sistem *hydrophore* memiliki konsekuensi langsung terhadap

keandalan operasional kapal. Gangguan suplai air tawar tidak hanya berdampak pada kenyamanan awak, tetapi juga berpotensi menyalahi standar kesehatan dan keselamatan kerja di kapal. Jika suplai air untuk sistem sanitasi terganggu, misalnya toilet atau kamar mandi tidak berfungsi, maka kondisi higienis di atas kapal dapat menurun drastis. Hal ini berisiko menimbulkan masalah kesehatan bagi awak kapal, terutama pada pelayaran jarak jauh.

Dengan demikian, kegagalan pada sistem *hydrophore* dapat dipandang sebagai masalah multidimensional yang tidak hanya menyangkut aspek teknis, tetapi juga terkait manusia, lingkungan, dan manajemen perawatan. Oleh karena itu, analisis kegagalan harus dilakukan secara menyeluruh dengan mempertimbangkan ketiga aspek tersebut. Pendekatan seperti ini tidak hanya membantu mengidentifikasi akar masalah, tetapi juga memberikan dasar yang kuat dalam merumuskan strategi perbaikan agar kerusakan tidak berulang dan sistem *hydrophore* dapat beroperasi secara andal dalam jangka panjang.

3. Pengertian Air Tawar di Kapal

Air tawar di kapal adalah sumber daya esensial yang digunakan tidak hanya untuk kebutuhan domestik awak seperti minum, memasak, mandi, dan mencuci, tetapi juga untuk mendukung sistem teknis tertentu seperti pendingin, sanitasi, bahkan sebagai cadangan sistem pemadam kebakaran (Rizal et al., 2018). Mengingat kapal beroperasi di laut dengan durasi panjang, ketersediaan air tawar tidak bisa bergantung pada pasokan dari pelabuhan saja. Oleh karena itu, kapal dilengkapi dengan sistem produksi

(misalnya fresh water generator), penyimpanan, dan distribusi menggunakan *hydrophore* (Normandy, 2019).

Firdaus et al. (2021) menegaskan bahwa distribusi air tawar harus dijaga stabil melalui sistem *hydrophore* agar kebutuhan awak kapal terpenuhi secara terus-menerus. Jika suplai air terganggu, maka akan berdampak langsung pada aspek kesehatan, kenyamanan, bahkan keselamatan kerja awak kapal. Oleh sebab itu, air tawar di kapal bukan hanya dilihat sebagai kebutuhan dasar, melainkan juga bagian dari faktor penunjang keandalan operasional kapal.

Air tawar merupakan salah satu kebutuhan paling vital dalam operasional kapal. Kebutuhan ini mencakup dua aspek utama, yaitu kebutuhan domestik awak kapal dan kebutuhan teknis pendukung sistem kapal. Dari sisi domestik, air tawar digunakan untuk minum, memasak, mandi, mencuci pakaian, serta menjaga kebersihan dan kesehatan awak kapal selama pelayaran. Dari sisi teknis, air tawar juga mendukung sistem-sistem operasional kapal lainnya, misalnya sebagai pendingin mesin tertentu, media dalam sistem sanitasi, bahkan berfungsi sebagai cadangan bagi sistem pemadam kebakaran apabila suplai air laut mengalami kendala (Rizal, Surjaman, & Suwondo, 2018). Hal ini menegaskan bahwa ketersediaan air tawar di kapal tidak hanya berhubungan dengan kenyamanan hidup awak, melainkan juga berkaitan langsung dengan aspek keselamatan dan keandalan operasional kapal secara keseluruhan.

Karena kapal beroperasi di laut dengan durasi yang panjang, suplai air tawar tidak dapat sepenuhnya bergantung pada pasokan dari pelabuhan.

Pengisian air tawar dari darat hanya bersifat sementara, umumnya dilakukan sebelum keberangkatan atau saat kapal singgah di pelabuhan tertentu. Namun, pada pelayaran jarak jauh atau dalam kondisi darurat, ketersediaan air tawar dari pelabuhan sering kali tidak mencukupi. Oleh sebab itu, setiap kapal dilengkapi dengan sistem penyediaan air tawar mandiri, yang biasanya terdiri dari fresh water generator (FWG), tangki penyimpanan (fresh water tank), dan sistem distribusi (*Hydrophore system*) (Normandy, 2019).

Fresh water generator berfungsi untuk memproduksi air tawar dari air laut melalui proses distilasi atau reverse osmosis. Air tawar yang dihasilkan kemudian dialirkan ke tangki penyimpanan. Dari tangki tersebut, air akan didistribusikan ke berbagai bagian kapal menggunakan sistem *hydrophore*. Sistem ini memastikan bahwa air yang tersimpan dapat dialirkan dengan tekanan yang stabil ke seluruh jaringan pipa, baik menuju ruang akomodasi maupun sistem teknis lain. Mekanisme ini sangat penting karena tanpa adanya sistem distribusi bertekanan, air hanya dapat dialirkan dengan cara gravitasi, yang tentu saja tidak efisien dan tidak mampu menjangkau seluruh area kapal secara merata (Firdaus, Winarno, & Rukmini, 2021).

Sistem penyediaan air tawar di kapal juga dirancang dengan mempertimbangkan faktor keandalan dan kontinuitas suplai. Artinya, tidak hanya bagaimana air tawar diproduksi dan disimpan, tetapi juga bagaimana air tersebut dapat selalu tersedia dengan tekanan yang sesuai kapan pun dibutuhkan. Salah satu tantangan utama dalam penyediaan air tawar adalah menjaga kualitasnya tetap layak konsumsi dan aman digunakan. Oleh

karena itu, selain dilengkapi dengan sistem distribusi *hydrophore*, kapal juga sering menggunakan water treatment system, seperti penyaringan dan pemberian zat kimia tertentu untuk mencegah pertumbuhan bakteri.

Dalam penelitian Rizal, Surjaman, dan Suwondo (2018), disebutkan bahwa distribusi air tawar melalui sistem *hydrophore* menjadi titik kritis dalam menjaga kenyamanan dan keselamatan di kapal. Gangguan pada sistem ini, seperti penurunan tekanan atau kerusakan komponen, akan secara langsung berdampak pada kehidupan sehari-hari awak kapal. Sementara itu, Normandy (2019) menegaskan bahwa kelemahan dalam perawatan sistem penyediaan air tawar, baik di sisi fresh water generator maupun *hydrophore*, dapat menimbulkan masalah serius karena kapal tidak memiliki alternatif pasokan selain sistem internal yang sudah tersedia.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem penyediaan air tawar di kapal merupakan satu kesatuan yang meliputi produksi, penyimpanan, dan distribusi. Dari ketiga tahap tersebut, distribusi air melalui *hydrophore* menjadi elemen yang sangat penting karena berfungsi sebagai penghubung langsung antara ketersediaan air tawar dan kebutuhan nyata awak kapal maupun sistem teknis di kapal. Apabila salah satu bagian dari sistem ini gagal berfungsi, maka operasional kapal secara keseluruhan berpotensi terganggu.

Dalam penelitian mengenai sistem teknis di kapal, sebagian besar kajian terdahulu lebih banyak menggunakan pendekatan kuantitatif yang berfokus pada aspek teknis semata, seperti pengukuran tekanan, laju aliran, maupun perhitungan kapasitas pompa dan tangki. Pendekatan ini memang

memberikan gambaran yang jelas mengenai performa sistem dari sisi mekanis, namun sering kali luput dalam menjelaskan konteks nyata yang terjadi di lapangan. Padahal, permasalahan kegagalan pada sistem di kapal tidak hanya dipengaruhi oleh data teknis, melainkan juga oleh prosedur operasional, pola perawatan, dan faktor manusia yang berperan langsung dalam pengoperasian serta pengawasan sistem.

Oleh sebab itu, analisis kualitatif pada kasus kegagalan sistem *hydrophore* di Kapal AHTS Kasuari menjadi sangat penting. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk menggali informasi kontekstual yang tidak dapat sepenuhnya dijelaskan melalui angka atau data kuantitatif. Misalnya, dalam kasus penurunan tekanan atau suplai air yang tidak lancar, data teknis hanya mampu menunjukkan adanya ketidaknormalan. Namun, data kualitatif mampu mengungkap lebih jauh mengenai bagaimana awak kapal melakukan prosedur pemeriksaan rutin, bagaimana sikap disiplin dalam perawatan dijalankan, serta sejauh mana pemahaman awak kapal mengenai standar operasional sistem *hydrophore*.

Selain itu, analisis kualitatif juga membantu menjelaskan pola perawatan yang dilakukan di Kapal AHTS Kasuari. Banyak kegagalan teknis yang sebenarnya berawal dari perawatan yang tidak konsisten, keterlambatan dalam penggantian komponen, atau kurangnya dokumentasi kegiatan perawatan. Melalui pendekatan kualitatif, faktor-faktor tersebut dapat diungkap melalui wawancara, observasi langsung, maupun studi dokumen operasional. Dengan demikian, penelitian tidak hanya menjelaskan kerusakan pada pompa atau pressure switch, tetapi juga

mengungkap akar masalah berupa lemahnya sistem manajemen perawatan kapal.

Faktor lain yang dapat ditangkap melalui analisis kualitatif adalah peran sumber daya manusia (human factor). Seperti yang disampaikan Mustholiq, Kensiwi, dan Pangestu (2023), kegagalan sistem *hydrophore* tidak hanya dipicu oleh kerusakan teknis, tetapi juga kesalahan operator (human error), misalnya dalam mengatur jumlah udara dalam tangki atau dalam mengoperasikan pompa secara manual. Dengan pendekatan kualitatif, peneliti dapat memahami sejauh mana kompetensi awak kapal dalam mengelola sistem *hydrophore*, bagaimana komunikasi antar kru dalam mengatasi gangguan, serta bagaimana budaya kerja di kapal memengaruhi keandalan sistem. Hal ini menjadi penting karena peralatan yang baik sekalipun akan tetap rentan gagal apabila dioperasikan tanpa kedisiplinan dan keterampilan yang memadai.

Lebih jauh, penelitian dengan pendekatan kualitatif juga mampu menggambarkan prosedur operasional standar (SOP) yang diterapkan di Kapal AHTS Kasuari. Terkadang, meskipun prosedur sudah tertulis dengan baik, pelaksanaannya di lapangan tidak sepenuhnya sesuai dengan aturan. Analisis kualitatif memungkinkan peneliti untuk menilai sejauh mana SOP tersebut benar-benar dijalankan, apa saja hambatan yang dihadapi, serta bagaimana awak kapal mencari solusi ketika menghadapi keterbatasan fasilitas maupun tekanan waktu.

Dengan mempertimbangkan seluruh aspek tersebut, analisis kualitatif tidak hanya berfungsi sebagai pelengkap pendekatan kuantitatif, tetapi juga

menjadi sudut pandang utama dalam memahami masalah kegagalan *hydrophore* secara komprehensif. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran menyeluruh tentang kondisi nyata di lapangan, sehingga solusi yang ditawarkan tidak hanya berbasis data teknis, tetapi juga mempertimbangkan kondisi manusia dan organisasi yang terlibat.

Pada akhirnya, pentingnya analisis kualitatif dalam kasus Kapal AHTS Kasuari terletak pada kemampuannya untuk:

- a. Menjelaskan kondisi aktual sistem *hydrophore* secara nyata dan kontekstual.
- b. Mengungkap pola perawatan, disiplin kerja, dan kelemahan dalam manajemen perawatan.
- c. Menilai peran sumber daya manusia dalam mendukung atau justru melemahkan keandalan sistem.
- d. Mengevaluasi kesesuaian prosedur operasional standar dengan praktik lapangan.

Dengan menggabungkan keempat aspek tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam perbaikan sistem penyediaan air tawar di kapal, khususnya dalam meningkatkan keandalan sistem *hydrophore* pada Kapal AHTS Kasuari.

C. Komponen Utama dan Prosedur Perawatan Sistem Hydrophore

Sistem *hydrophore* terdiri dari beberapa komponen utama yang bekerja secara terintegrasi untuk memastikan distribusi air tawar berlangsung dengan tekanan yang stabil. Pemahaman mendalam terhadap fungsi masing-masing

komponen sangat penting dalam upaya identifikasi kegagalan maupun penyusunan prosedur perawatan yang efektif. Secara umum, komponen utama sistem hydrophore meliputi tangki bertekanan (pressure tank), pompa pengisian (feed pump), pressure switch, katup pengaman (safety valve), manometer, dan jaringan pipa distribusi beserta katup-katupnya.

Tangki bertekanan merupakan inti dari sistem hydrophore, berfungsi sebagai tempat penyimpanan air sekaligus reservoir udara bertekanan. Tangki ini biasanya terbuat dari baja tahan karat atau bahan yang dilapisi anti-karat mengingat kontak langsung dengan air dan udara dalam jangka panjang. Di dalam tangki terdapat ruang udara (air cushion) yang terpisah dari ruang air. Udara tersebut mengalami kompresi seiring bertambahnya volume air yang dipompa masuk, sehingga tekanan di dalam tangki meningkat. Ketika air digunakan, tekanan udara mendorong air ke jaringan distribusi tanpa memerlukan pompa beroperasi terus-menerus. Kapasitas tangki dan rasio udara terhadap air perlu dijaga dalam batas yang ditentukan oleh spesifikasi teknis alat agar siklus kerja pompa tidak terlalu sering (Firdaus, Winarno, & Rukmini, 2021).

Pompa pengisian (feed pump) berfungsi mengalirkan air tawar dari tangki penyimpanan utama ke dalam tangki hydrophore. Pompa ini umumnya berjenis sentrifugal atau pompa membran yang dipilih berdasarkan kapasitas distribusi yang dibutuhkan. Kinerja pompa sangat berpengaruh terhadap stabilitas tekanan dalam sistem, karena pompa yang mengalami penurunan performa akibat keausan impeller atau sumbatan akan menyebabkan pengisian tangki menjadi lambat dan tekanan sistem tidak mencapai batas atas yang ditentukan.

Menurut Ingwar, Yatno, dan Kurniawan (2023), pompa yang tidak dirawat secara berkala cenderung mengalami penurunan efisiensi yang berdampak langsung pada ketidakstabilan tekanan dalam sistem distribusi air.

Pressure switch merupakan komponen elektromekanikal yang bertugas mendeteksi perubahan tekanan di dalam tangki dan secara otomatis menghidupkan atau mematikan pompa berdasarkan batas tekanan minimum dan maksimum yang telah ditentukan. Komponen ini memiliki peran krusial dalam sistem otomasi hydrophore karena menentukan siklus kerja pompa. Apabila pressure switch mengalami gangguan, misalnya karena korosi pada kontak listrik, kalibrasi yang bergeser, atau kerusakan mekanis pada membran internal, maka respons pompa terhadap perubahan tekanan menjadi tidak konsisten. Kondisi ini dapat mengakibatkan pompa bekerja terlalu sering (short cycling) yang mempercepat keausan, atau justru tidak bekerja sama sekali sehingga tekanan sistem turun drastis (Mustholiq, Kensiwi, & Pangestu, 2023).

Prosedur perawatan sistem hydrophore di kapal mencakup serangkaian kegiatan yang bersifat preventif maupun korektif. Perawatan preventif meliputi pemeriksaan rutin tekanan udara dalam tangki, pengecekan kondisi pompa termasuk kebocoran mechanical seal dan kondisi impeller, kalibrasi berkala pressure switch sesuai nilai setting yang direkomendasikan pabrik, serta inspeksi seluruh jaringan pipa dan sambungan untuk mendeteksi kebocoran sejak dini. Selain itu, pembersihan strainer dan filter pada jalur masuk pompa perlu dilakukan secara berkala agar tidak terjadi sumbatan yang mengurangi kapasitas aliran. Normandy (2019) menegaskan bahwa perawatan preventif yang terjadwal dan terdokumentasi dengan baik merupakan kunci utama dalam

menjaga keandalan sistem hydrophore di kapal, terutama pada kapal yang beroperasi dalam jangka panjang di lingkungan laut yang korosif.

Standar internasional terkait keselamatan dan kesehatan kerja di kapal, khususnya Maritime Labour Convention (MLC) 2006, mewajibkan kapal untuk memiliki sistem penyediaan air tawar yang layak dan memadai bagi seluruh awak kapal. Hal ini mencakup kualitas, kuantitas, serta kontinuitas suplai air tawar selama pelayaran. Pemenuhan standar ini memerlukan sistem hydrophore yang berfungsi optimal serta prosedur perawatan yang dijalankan secara disiplin. Pelanggaran terhadap standar ini tidak hanya berdampak pada kenyamanan awak kapal, tetapi juga dapat menimbulkan sanksi administratif dan mempengaruhi kelayakan operasional kapal di pelabuhan internasional. Oleh karena itu, pemahaman terhadap regulasi internasional terkait penyediaan air tawar di kapal menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari kajian terhadap sistem hydrophore secara menyeluruh.

D. Aspek Regulasi dan Standar Keselamatan Sistem Penyediaan Air Tawar di Kapal

Sistem penyediaan air tawar di kapal tidak hanya merupakan kebutuhan operasional, tetapi juga tunduk pada berbagai regulasi dan standar keselamatan internasional yang wajib dipenuhi oleh setiap kapal yang beroperasi di perairan internasional. Regulasi tersebut bertujuan untuk melindungi kesehatan, kenyamanan, serta keselamatan awak kapal selama menjalankan tugasnya di atas kapal. Kepatuhan terhadap regulasi ini menjadi salah satu indikator kualitas

manajemen kapal dan menjadi bagian dari penilaian kelayakan operasional kapal oleh otoritas maritim di setiap negara.

Konvensi Ketenagakerjaan Maritim atau Maritime Labour Convention (MLC) 2006 yang diterbitkan oleh International Labour Organization (ILO) merupakan salah satu instrumen internasional yang secara eksplisit mengatur hak-hak awak kapal, termasuk di dalamnya standar penyediaan air minum dan air bersih di atas kapal. Dalam ketentuan MLC 2006, setiap kapal diwajibkan menyediakan air minum berkualitas baik dalam jumlah yang memadai untuk seluruh awak kapal. Air yang disediakan harus memenuhi persyaratan kesehatan yang berlaku, bebas dari kontaminan berbahaya, serta tersedia setiap saat selama pelayaran berlangsung. Kegagalan dalam memenuhi standar ini dapat mengakibatkan sanksi administratif dari otoritas pelabuhan (Port State Control) tempat kapal singgah, serta berpotensi mempengaruhi reputasi dan izin operasional perusahaan pelayaran.

Di tingkat nasional, regulasi mengenai keselamatan dan kesehatan kerja di kapal diatur melalui berbagai peraturan perundang-undangan yang diterbitkan oleh Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. Peraturan tersebut mengacu pada standar internasional yang telah diratifikasi, sekaligus disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan operasional kapal-kapal berbendera Indonesia. Dalam konteks ini, sistem hydrophore sebagai komponen distribusi air tawar di kapal secara tidak langsung berada di bawah cakupan regulasi tersebut. Keandalan dan kondisi operasional sistem hydrophore menjadi bagian dari aspek pemeriksaan teknis kapal yang dilakukan oleh surveyor klas maupun petugas keselamatan kapal selama proses sertifikasi atau inspeksi berkala.

Selain MLC 2006, standar yang diterbitkan oleh biro klasifikasi kapal juga memiliki peran penting dalam mengatur desain, instalasi, dan pemeliharaan sistem penyediaan air tawar di kapal. Biro klasifikasi seperti Bureau Veritas, Lloyd's Register, atau Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) menetapkan persyaratan teknis minimum yang harus dipenuhi oleh sistem perpipaan dan tangki distribusi air tawar, termasuk sistem hydrophore. Persyaratan tersebut mencakup spesifikasi material tangki dan pipa yang harus tahan terhadap korosi, kapasitas tekanan minimum yang harus dapat dipertahankan oleh sistem, hingga ketentuan mengenai pengujian dan inspeksi berkala terhadap komponen-komponen kritikal seperti pressure switch, pompa, dan katup pengaman. Pemenuhan standar klas ini menjadi prasyarat utama dalam penerbitan sertifikat klas kapal yang menjadi dokumen wajib bagi kapal yang beroperasi secara komersial.

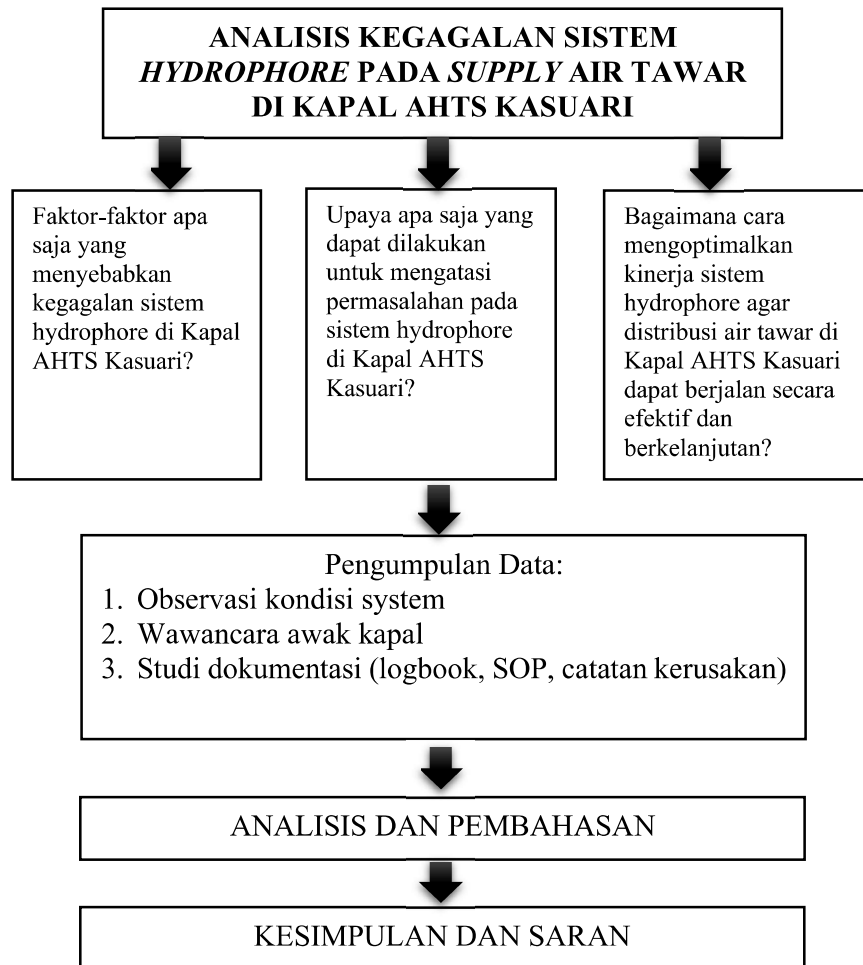
Dalam perspektif manajemen risiko, kegagalan sistem hydrophore dapat dikategorikan sebagai risiko operasional yang berdampak ganda, yaitu terhadap aspek kesehatan dan keselamatan awak kapal sekaligus aspek kelancaran operasional kapal secara keseluruhan. Pendekatan manajemen risiko yang terstruktur mengharuskan setiap potensi kegagalan diidentifikasi, dikuantifikasi kemungkinan terjadinya, dan dievaluasi dampaknya, sehingga langkah-langkah mitigasi dapat dirancang secara proporsional. Dalam konteks sistem hydrophore, hal ini berarti bahwa setiap komponen yang berpotensi mengalami kerusakan harus dimasukkan ke dalam daftar pemantauan risiko (risk register) kapal dan mendapat perlakuan perawatan yang sesuai dengan tingkat kritisitasnya. Dengan pendekatan semacam ini, kegagalan sistem dapat

diantisipasi jauh sebelum menimbulkan dampak serius terhadap operasional kapal maupun kesehatan awak.

Dengan demikian, pemahaman terhadap regulasi dan standar keselamatan yang berlaku tidak hanya bersifat normatif, melainkan juga memiliki implikasi teknis dan manajerial yang nyata bagi pengelolaan sistem hydrophore di kapal. Integrasi antara aspek regulasi, standar teknis klas, dan manajemen risiko operasional merupakan fondasi penting dalam menjamin keandalan sistem penyediaan air tawar secara berkelanjutan, sekaligus memastikan kapal selalu berada dalam kondisi siap operasional yang memenuhi persyaratan keselamatan yang ditetapkan oleh otoritas maritim internasional maupun nasional.

E. Kerangka Penelitian

Tabel 2. 2 Kerangka Penelitian



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif, yaitu metode penelitian yang berfokus pada pemahaman mendalam terhadap fenomena yang diteliti dengan menggambarkan kondisi nyata di lapangan. Menurut Moleong (2019), penelitian kualitatif bertujuan memahami makna dari suatu peristiwa atau gejala sosial berdasarkan perspektif partisipan. Dalam konteks penelitian ini, pendekatan kualitatif digunakan untuk menggali informasi mengenai kegagalan sistem *hydrophore* pada suplai air tawar di Kapal AHTS Kasuari, baik dari aspek teknis, pola perawatan, prosedur operasional, hingga faktor manusia yang berkontribusi terhadap terjadinya kegagalan.

Metode ini dipilih karena permasalahan *hydrophore* tidak hanya dapat dilihat dari sisi teknis semata, melainkan juga melibatkan dimensi operasional, kedisiplinan perawatan, serta pengalaman awak kapal dalam mengoperasikan sistem. Dengan demikian, penelitian kualitatif deskriptif memungkinkan peneliti untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai kondisi aktual serta faktor-faktor yang memengaruhi keandalan sistem *hydrophore*.

B. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kapal AHTS Kasuari yang beroperasi sebagai kapal niaga, dengan fokus pengamatan pada sistem penyediaan air tawar khususnya sistem *hydrophore* di ruang mesin kapal, tempat sistem

hydrophore dipasang dan dioperasikan, serta area akomodasi kapal yang menerima distribusi air tawar. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan September 2023 hingga bulan Oktober 2024.

C. Jenis Data dan Sumber Data

1. Jenis Data

Dalam suatu penelitian, data merupakan unsur yang sangat penting karena menjadi dasar dalam proses analisis maupun penarikan kesimpulan. Keakuratan dan relevansi data yang diperoleh akan menentukan kualitas hasil penelitian. Oleh karena itu, dalam penelitian mengenai analisis kegagalan sistem *hydrophore* pada suplai air tawar di Kapal AHTS Kasuari, peneliti menggunakan dua jenis data utama yang bersumber dari lapangan maupun literatur pendukung. Data tersebut terdiri atas data primer dan data sekunder yang saling melengkapi untuk memberikan gambaran yang menyeluruh terhadap permasalahan yang dikaji. Penelitian ini menggunakan dua jenis data, yaitu:

a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari sumber pertama di lapangan dan belum pernah diolah oleh pihak lain. Menurut Sugiyono (2019), data primer merupakan informasi faktual yang dikumpulkan peneliti melalui interaksi langsung dengan objek penelitian sehingga tingkat keaslian dan relevansinya lebih terjamin. Dalam penelitian mengenai analisis kegagalan sistem *hydrophore* pada suplai air tawar di Kapal AHTS Kasuari, data primer menjadi komponen

utama karena memungkinkan peneliti untuk memahami kondisi aktual dari sistem serta perilaku awak kapal yang berhubungan dengan pengoperasian dan perawatan.

Pengumpulan data primer dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa teknik, antara lain:

1) Observasi Langsung

Observasi merupakan teknik pengumpulan data dengan cara mengamati secara langsung objek penelitian untuk mendapatkan gambaran nyata mengenai kondisi di lapangan. Dalam konteks penelitian ini, observasi dilakukan terhadap sistem *hydrophore* di Kapal AHTS Kasuari, khususnya terkait kinerja pompa pengisian, pressure switch, tangki *hydrophore*, serta instalasi pipa distribusi air tawar. Melalui observasi, peneliti dapat mengidentifikasi gejala-gejala kegagalan, misalnya penurunan tekanan, kebocoran pada pipa, suara abnormal dari pompa, atau keterlambatan distribusi air ke akomodasi. Observasi juga memungkinkan peneliti melihat langsung bagaimana prosedur operasional standar (SOP) dijalankan oleh awak kapal serta apakah terdapat perbedaan antara SOP dengan praktik di lapangan. Menurut Afifah (2020), observasi langsung pada sistem teknis di kapal penting dilakukan untuk memvalidasi kondisi aktual yang sering kali tidak terekam secara detail dalam dokumen perawatan.

2) Wawancara dengan Awak Kapal

Selain observasi, pengumpulan data primer juga dilakukan

melalui wawancara. Wawancara dilakukan dengan awak kapal yang terlibat langsung dalam pengoperasian dan perawatan *hydrophore*, khususnya masinis jaga, teknisi mesin, dan perwira mesin. Wawancara ini bertujuan untuk menggali informasi mengenai pengalaman awak kapal dalam menghadapi gangguan sistem, pola perawatan yang dilakukan, kendala yang sering muncul, serta tindakan darurat yang diambil ketika sistem gagal berfungsi. Dengan wawancara, peneliti memperoleh perspektif yang lebih mendalam mengenai faktor-faktor non-teknis seperti keterampilan, kedisiplinan, kepatuhan terhadap SOP, serta koordinasi antar awak kapal. Menurut Mustholiq, Kensiwi, dan Pangestu (2023), wawancara dengan operator lapangan sangat membantu untuk memahami aspek *human error* dan faktor operasional yang berkontribusi terhadap terjadinya kegagalan sistem *hydrophore*.

Data primer yang diperoleh dari observasi dan wawancara tersebut sangat penting untuk memberikan gambaran nyata dan komprehensif mengenai permasalahan kegagalan sistem *hydrophore*. Jika hanya mengandalkan data sekunder berupa dokumen teknis atau literatur, peneliti tidak dapat menangkap kondisi sesungguhnya di lapangan, khususnya terkait interaksi antara sistem mekanis dengan perilaku manusia yang mengoperasikannya. Dengan demikian, data primer berfungsi sebagai landasan utama dalam analisis kualitatif untuk menemukan akar masalah dan merumuskan rekomendasi perbaikan.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh bukan secara langsung dari lapangan, melainkan melalui dokumen, arsip, literatur, maupun penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian. Menurut Sugiyono (2019), data sekunder memiliki fungsi penting sebagai pelengkap data primer, karena dapat memberikan konteks, pembandingan, dan validasi terhadap hasil temuan di lapangan. Dengan adanya data sekunder, peneliti dapat membangun kerangka analisis yang lebih kokoh serta menghindari subjektivitas berlebihan dalam interpretasi data kualitatif.

Dalam penelitian mengenai analisis kegagalan sistem *hydrophore* di Kapal AHTS Kasuari, data sekunder diperoleh melalui beberapa sumber utama, yaitu:

1) Logbook Perawatan dan Catatan Kerusakan *hydrophore*

Logbook kapal berisi catatan operasional dan perawatan rutin yang dilakukan oleh awak kapal, termasuk pada sistem *hydrophore*. Catatan ini menjadi penting karena dapat menunjukkan riwayat perawatan, jadwal penggantian komponen, serta jenis kerusakan yang pernah terjadi. Dengan mempelajari logbook, peneliti dapat melihat pola kerusakan yang berulang, keteraturan pelaksanaan perawatan, serta kecepatan penanganan setiap gangguan. Menurut Sari dan Rachman (2021), penggunaan logbook sebagai sumber data sekunder membantu peneliti dalam menilai tingkat kepatuhan awak kapal terhadap prosedur pemeliharaan standar.

- 2) Manual Book atau Standard Operating Procedure (SOP). Setiap kapal dilengkapi dengan manual book dan SOP terkait pengoperasian sistem teknis, termasuk sistem penyediaan air tawar. Dokumen ini menjadi acuan utama dalam menentukan bagaimana *hydrophore* seharusnya beroperasi dan dirawat sesuai standar yang berlaku. Dengan membandingkan kondisi aktual di lapangan dengan pedoman resmi dalam manual book atau SOP, peneliti dapat menilai sejauh mana penyimpangan operasional terjadi dan bagaimana pengaruhnya terhadap kinerja sistem. Menurut Rahmawati (2020), perbandingan antara SOP dengan praktik nyata sangat penting untuk mengidentifikasi potensi *human error* maupun kesenjangan dalam implementasi prosedur keselamatan di kapal.
- 3) Jurnal, Buku, dan Penelitian Terdahulu. Literatur akademik berupa jurnal ilmiah, buku referensi, maupun penelitian terdahulu digunakan untuk memperkaya analisis dengan perspektif ilmiah yang lebih luas. Misalnya, penelitian Rizal, Surjaman, dan Suwondo (2018) yang membahas sistem penyediaan air tawar di kapal memberikan landasan teoritis mengenai prinsip kerja *hydrophore*. Selain itu, penelitian Mustholiq, Kensiwi, dan Pangestu (2023) membahas penyebab penurunan tekanan pada pompa *hydrophore*, sementara Normandy (2019) menekankan pentingnya perawatan disiplin untuk mencegah kerusakan berulang. Literatur ini berfungsi sebagai acuan dan pembanding untuk menguji apakah temuan di

Kapal AHTS Kasuari konsisten dengan penelitian sebelumnya atau justru menunjukkan pola yang berbeda.

Data sekunder dalam penelitian ini tidak hanya berfungsi sebagai pelengkap, tetapi juga sebagai alat triangulasi untuk menguji validitas data primer. Dengan membandingkan hasil observasi dan wawancara dengan catatan logbook, SOP, serta literatur akademik, peneliti dapat memperoleh gambaran yang lebih objektif dan menyeluruh. Selain itu, data sekunder juga memungkinkan peneliti untuk menghubungkan kasus spesifik di Kapal AHTS Kasuari dengan fenomena yang lebih umum di dunia maritim.

2. Sumber Data

Dalam penelitian kualitatif, sumber data diperoleh melalui berbagai teknik pengumpulan informasi yang memungkinkan peneliti mendapatkan gambaran utuh terhadap objek yang diteliti. Menurut Moleong (2017), sumber data dalam penelitian kualitatif dapat berupa kata-kata, tindakan, dan dokumen yang memberikan informasi mendalam tentang fenomena. Oleh karena itu, penelitian mengenai *Analisis Kegagalan Sistem hydrophore pada Supply Air Tawar di Kapal AHTS Kasuari* menggunakan tiga sumber data utama, yaitu observasi, wawancara, dan dokumentasi.

a. Observasi

Observasi dilakukan dengan cara mengamati langsung kondisi fisik dan operasional sistem *hydrophore* di Kapal AHTS Kasuari. Pengamatan ini mencakup kinerja pompa, tekanan pada tangki, fungsi pressure switch, kondisi jaringan pipa distribusi, serta perilaku awak

kapal dalam menjalankan prosedur pengoperasian dan perawatan. Observasi penting dilakukan karena dapat memberikan data faktual mengenai kondisi aktual di lapangan yang mungkin tidak selalu tercatat dalam dokumen resmi. Menurut Sutrisno (2019), observasi langsung pada objek penelitian membantu peneliti memahami dinamika kerja sistem dan mendeteksi permasalahan teknis yang tidak terungkap melalui wawancara.

b. Wawancara

Wawancara mendalam dilakukan kepada awak kapal yang berhubungan langsung dengan sistem *hydrophore*, seperti masinis, teknisi, maupun perwira yang mengawasi perawatan kapal. Wawancara bertujuan menggali pengalaman, persepsi, serta pengetahuan praktis mereka mengenai penyebab gangguan, frekuensi kerusakan, dan langkah penanganan yang dilakukan. Menurut Creswell (2018), wawancara dalam penelitian kualitatif memberikan ruang bagi responden untuk menjelaskan fenomena dari sudut pandang mereka, sehingga peneliti dapat memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai faktor teknis maupun non-teknis yang berkontribusi terhadap kegagalan sistem.

c. Dokumentasi

Dokumentasi digunakan untuk memperoleh data sekunder berupa arsip, catatan, maupun literatur yang relevan. Bentuk dokumentasi meliputi logbook perawatan kapal, catatan kerusakan, manual book, SOP pengoperasian *hydrophore*, hingga foto-foto kondisi komponen yang

diamati. Selain itu, peneliti juga menggunakan literatur akademik berupa buku dan jurnal ilmiah untuk memperkuat analisis. Menurut Rahmawati (2020), dokumentasi merupakan sumber data penting karena dapat menjadi bukti tertulis maupun visual yang memperkuat validitas hasil penelitian.

Ketiga sumber data tersebut saling melengkapi. Observasi memberikan data empiris mengenai kondisi nyata, wawancara menggali pengetahuan praktis awak kapal, sementara dokumentasi berfungsi sebagai bukti pendukung sekaligus alat triangulasi untuk memverifikasi hasil temuan. Dengan kombinasi ini, penelitian diharapkan dapat menghasilkan analisis yang lebih objektif, mendalam, dan dapat dipertanggungjawabkan.

D. Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara kualitatif dengan mengikuti tahapan yang sistematis agar hasil analisis dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Tahapan analisis data dimulai dari proses pengumpulan seluruh data mentah yang diperoleh dari ketiga sumber data, yaitu observasi, wawancara, dan dokumentasi. Setelah data terkumpul, dilakukan proses reduksi data, yaitu pemilahan dan penyederhanaan data sesuai dengan fokus penelitian. Tidak semua informasi yang diperoleh di lapangan relevan secara langsung dengan pertanyaan penelitian, sehingga diperlukan proses seleksi yang cermat untuk memastikan bahwa data yang dianalisis benar-benar menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan.

Setelah reduksi data dilakukan, tahap berikutnya adalah penyajian data (data display). Dalam tahap ini, data yang telah direduksi disusun dan diorganisasikan ke dalam bentuk yang memudahkan pembaca untuk memahami temuan penelitian secara menyeluruh. Penyajian data dalam penelitian ini dilakukan melalui narasi deskriptif yang menggambarkan kondisi aktual sistem hydrophore, disertai tabel-tabel perbandingan yang menampilkan ringkasan temuan dari berbagai sumber data. Pendekatan ini memudahkan identifikasi pola-pola kegagalan yang berulang serta keterkaitan antara faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja sistem hydrophore di Kapal AHTS Kasuari.

Tahap terakhir dalam analisis data kualitatif adalah penarikan kesimpulan dan verifikasi. Kesimpulan ditarik berdasarkan pola-pola yang konsisten yang ditemukan dari berbagai sumber data setelah melalui proses triangulasi. Triangulasi dalam penelitian ini dilakukan dengan membandingkan temuan dari observasi lapangan, hasil wawancara, dan data dokumentasi secara bersamaan. Apabila ketiga sumber data menunjukkan kesesuaian temuan, maka kesimpulan yang ditarik dapat dinyatakan valid. Sebaliknya, apabila terdapat ketidaksesuaian, peneliti melakukan pendalaman lebih lanjut untuk menemukan penjelasan yang paling tepat atas perbedaan tersebut. Verifikasi dilakukan secara berulang selama proses analisis berlangsung untuk memastikan bahwa interpretasi data tidak bersifat bias dan tetap berakar pada fakta lapangan yang diperoleh melalui pengumpulan data yang sistematis.

Dalam pelaksanaannya, analisis data juga mempertimbangkan aspek keabsahan data melalui empat kriteria yang dikemukakan oleh Moleong (2019), yaitu kredibilitas, transferabilitas, dependabilitas, dan konfirmabilitas.

Kredibilitas dijaga melalui proses triangulasi sumber dan metode. Transferabilitas dipenuhi dengan mendeskripsikan konteks penelitian secara rinci agar pembaca dapat menilai relevansi temuan dengan konteks lain yang serupa. Dependabilitas dijaga melalui pencatatan proses penelitian yang sistematis dan dapat ditelusuri kembali. Adapun konfirmabilitas dipenuhi dengan memastikan bahwa temuan dan interpretasi penelitian didasarkan pada data yang nyata dan bukan semata-mata pada asumsi atau persepsi subyektif peneliti. Dengan memenuhi keempat kriteria tersebut, hasil analisis dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang akurat, dapat dipercaya, dan bermanfaat bagi pengembangan pengetahuan di bidang teknik permesinan kapal.