



**PENGARUH KINERJA POMPA BANTU PENDINGIN
AIR LAUT NO. 1 DI KAPAL MT. ENDURO**

SKRIPSI

**Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

Oleh

ZULFAN ALIF FIRDAUS
NIT. 582111238091 T

**PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN
SEMARANG
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH KINERJA POMPA BANTU
PENDINGIN AIR LAUT NO. 1 DI KAPAL
MT. ENDURO**

Disusun Oleh :

ZULFAN ALIF FIRDAUS
NIT: 582111238091 T

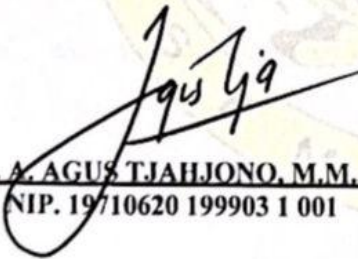
Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diajukan di depan Dewan Penguji


Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Semarang, *19 Feb*.....2026

Dosen Pembimbing I
Materi

Dosen Pembimbing II
Metodeologi dan Penulisan


Prof. Dr. Ir. A. AGUS TIAHJONO, M.M., M.Mar.E.
NIP. 19710620 199903 1 001


Dr. Ir. DWI PRASETYO, M.M., M.Mar.E.
NIP. 19741209 199808 1 0001

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknika



Dr. Ir. ALI MUKTAR SITOMPUL, M.T., M.Mar.E.
NIP.19730331 200604 1 001

HALAMAN PERNYATAAN DAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Zulfan Alif Firdaus

NIT : 582111238091 T

Program Studi : D IV Teknika

Skripsi dengan judul “Pengaruh Kinerja Pompa Bantu Pendingin Air Laut No. 1 Di Kapal MT. Enduro”

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya (penelitian dan tulisan) sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi yang di jatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang, 24 Februari 2026

Yang menyatakan pernyataan,



ZULFAN ALIF FIRDAUS
NIT. 582111238080 T

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Pengaruh Kinerja Pompa Bantu Pendingin Air Laut No. 1 Di Kapal MT. Enduro” karya,

Nama : Zulfan Alif Firdaus

NIT : 582111238091 T

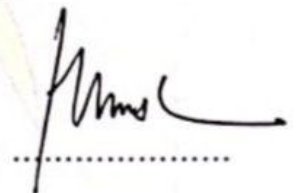
Program Studi : D IV TEKNIKA

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari *Ra Su*, tanggal...*25 Feb*.....2026

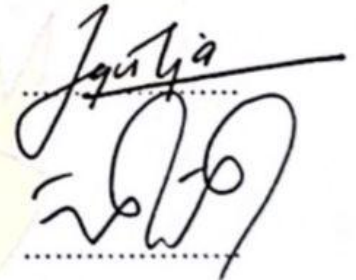
Semarang, *25 Februari*.....2026

PENGUJI

Penguji I : Ir. H. Mustholiq, M.M., M.Mar.E.
NIP. 196503201993031002



Penguji II : Prof. Dr. Ir. A. Agus Tjahjono, M.M., M.Mar.E.
NIP. 197106201999031001



Penguji III : Rivadini Utari., M.Si.
NIP. 199503182020122015

Mengetahui :
Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Dr. Ir. Mafrisal, M.T., M.Mar.E.
NIP. 197302051999031002

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto :

1. “Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan” (QS. Al-Insyirah:5-6)
2. Setiap halaman adalah bukti bahwa aku tidak pernah menyerah.
3. Jarang terlihat namun sekali terlihat siap memadamkan yang menyala
4. *Money can't buy happiness but money can buy what makes you happy*

Persembahan:

1. Kepada kedua orang tua, Bapak Eko Hari Prasetyo dan Ibu Lies Tyowati yang senantiasa merawat, memberikan dukungan, mendoakan, member nasihat, serta mengupayakan dalam segala hal bagi peneliti.
2. Almamater Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Rekan seperjuangan Angkatan LVIII

PRAKATA



Segala puji dan syukur kami haturkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan petunjuk-Nya, peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Kinerja Pompa Bantu Pendingin Air Laut No. 1 Di Kapal MT. Enduro”, Sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Terapan Pelayaran serta menyelesaikan program studi Diploma IV Teknika di Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, peneliti memperoleh berbagai bentuk bimbingan, arahan, serta dukungan dari sejumlah pihak yang telah memberikan kontribusi yang sangat berarti. Oleh karena itu, pada kesempatan ini peneliti ingin menyampaikan apresiasi dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Ir. Mafrisal, M.T.,M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak Dr. Ir. Ali Muktar Sitompul, M.T, M.Mar.E selaku Ketua Program Studi Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
3. Bapak Prof. Dr. Ir. A. Agus Tjahjono, M.M., M.Mar.E. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing serta mendukung peneliti selama proses penyusunan skripsi ini.

4. Bapak Dr. Ir. Dwi Prasetyo, M.M., M.Mar.E. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing serta mendukung peneliti selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh Tim Penguji Skripsi yang telah memberikan masukan konstruktif dan berharga selama proses ujian.
6. Seluruh dosen PIP Semarang yang telah berkenan membagikan ilmu pengetahuan yang bernilai dan memberikan dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Eko Hari Prasetyo dan Ibu Lies Tyowati selaku orang tua tercinta, yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral maupun materiil, serta menjadi sumber semangat utama dalam penyusunan skripsi ini.
8. Perusahaan Pertamina International Shipping dan seluruh crew kapal Mt. Enduro yang telah memberikan kesempatan untuk tempat penelitian dan praktik laut serta membantu proses penelitian skripsi ini.
9. Anggraeni Kharisma Putri seseorang istimewa yang senantiasa memberikan dukungan, serta semangat, di mana turut menjadi bagian penting dalam memberikan motivasi dan mendukung kelancaran penyusunan skripsi ini.
10. Seluruh teman-teman angkatan LVIII terutama teman-teman Prodi Teknika yang telah memberikan dukungan.
11. Seluruh teman-teman kasta Galangan B2 yang telah memberikan dukungan dan semangat.

Dengan penuh kerendahan hati, peneliti menyadari bahwa penelitian dalam skripsi ini masih memiliki berbagai kekurangan dan belum mencapai

kesempurnaan. Oleh karena itu, peneliti sangat mengharapkan masukan serta kritik yang membangun guna penyempurnaan di masa mendatang. Besar harapan peneliti agar skripsi ini dapat memberikan manfaat, khususnya bagi civitas akademika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, terutama Program Studi Teknika, serta bagi para pembaca secara umum.

Semarang, 24 Februari 2026

Peneliti



ZULFAN ALIF FIRDAUS
NIT. 582111238091 T



ABSTRAKSI

Firdaus, Zulfan Alif NIT. 582111238091 T, 2026, “Pengaruh Kinerja Pompa Bantu Pendingin Air Laut No. 1 Di Kapal MT. Enduro”, Skripsi. Program Diploma IV, Program Studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Prof. Dr. Ir. A. Agus Tjahjono, M. M., M. Mar. E. Pembimbing II: Dr. Ir. Dwi Prasetyo, M.M., M.Mar.E.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi kinerja pompa bantu pendingin air laut No. 1 serta dampaknya terhadap operasional kapal MT. Enduro. Latar belakang penelitian didasari oleh temuan kerusakan pompa yang ditandai dengan suara tidak normal, penurunan tekanan *discharge*, serta kerusakan komponen utama seperti *mechanical seal*, *bearing*, *shaft*, dan *impeller* akibat korosi, kavitasi, dan kurangnya perawatan rutin. Penelitian ini menggunakan pendekatan campuran kuantitatif dan kualitatif. Data dikumpulkan melalui observasi langsung, wawancara dengan narasumber, dokumentasi, serta kuesioner yang disebarakan kepada 46 perwira siswa ATT-I dan ATT-II di PIP Semarang yang memiliki pengalaman berlayar minimal 24 bulan. Analisis data kuantitatif dilakukan menggunakan *software SmartPLS 4.0* dengan metode *Structural Equation Modeling-Partial Least Square* (SEM-PLS), meliputi evaluasi *outer model* (uji validitas dan reliabilitas) dan *inner model* (uji hipotesis, R^2 , Q^2 , dan F^2). Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) faktor penyebab kerusakan pompa meliputi pemeliharaan tidak rutin, penyumbatan *sea chest* dan *strainer*, kebocoran *mechanical seal*, *misalignment* poros, korosi air laut, serta kesalahan instalasi; (2) dampak kerusakan berupa penurunan efisiensi pendinginan, *overheating* mesin induk, peningkatan biaya perbaikan, dan gangguan jadwal pelayaran; (3) upaya optimasi dilakukan melalui perawatan terjadwal sesuai *manual book*, pembersihan *strainer* secara berkala, pelatihan kru, dan penyediaan suku cadang cadangan; (4) analisis *SmartPLS* membuktikan bahwa variabel perawatan dan perbaikan (X_1), kondisi lingkungan (X_2), dan sumber daya manusia (X_3) berpengaruh positif dan signifikan terhadap kinerja pompa (Y_1) dan kinerja mesin induk (Y_2), yang selanjutnya memediasi pengaruhnya terhadap operasional kapal (Y_3). Seluruh hipotesis diterima dengan nilai *T-statistics* $> 1,96$ dan *P-values* $< 0,05$. Penelitian ini menyimpulkan bahwa kinerja pompa air laut merupakan variabel kritis dalam menjaga keandalan sistem pendingin dan kelancaran operasional kapal. Pendekatan analisis menggunakan *SmartPLS* terbukti efektif dalam memetakan hubungan kausal antar variabel secara terintegrasi. Rekomendasi penelitian menekankan pentingnya disiplin perawatan, peningkatan kompetensi kru, dan pemantauan kondisi lingkungan guna mencegah kerusakan berulang serta mendukung efisiensi operasional kapal secara berkelanjutan.

Kata kunci: kinerja pompa, operasional kapal, pompa air laut, *SmartPLS*

ABSTRACT

Firdaus, Zulfan Alif. NIT. 582111238091 T, 2026, “The Effect of Auxiliary Seawater Cooling Pump No. 1 Performance on MT. Enduro”, Undergraduate Thesis. Diploma IV Program, Department of Marine Engineering, Semarang Merchant Marine Polytechnic. First Advisor: Prof. Dr. Ir. A. Agus Tjahjono, M.M., M.Mar.E. Second Advisor: Dr. Ir. Dwi Prasetyo, M.M., M.Mar.E.

This study aims to analyze the factors affecting the performance of auxiliary seawater cooling pump No. 1 and its impact on the operational efficiency of MT. Enduro. The research was motivated by the discovery of pump damage characterized by abnormal noise, a decrease in discharge pressure, and damage to key components such as the *mechanical seal*, *bearing*, shaft, and impeller due to corrosion, cavitation, and lack of routine maintenance. This research used a mixed-method approach, combining quantitative and qualitative methods. Data were collected through direct observation, interviews with informants, documentation, and questionnaires distributed to 46 officer students of ATT-I and ATT-II at PIP Semarang, all of whom had at least 24 months of sailing experience. Quantitative data analysis was performed using SmartPLS 4.0 software with the Structural Equation Modeling-Partial Least Square (SEM-PLS) method, which included outer model evaluation (validity and reliability tests) and inner model evaluation (hypothesis testing, R^2 , Q^2 , and F^2). The results showed that: (1) the causes of pump damage included irregular maintenance, clogged *sea chest* and strainer, *mechanical seal* leakage, shaft misalignment, seawater corrosion, and installation errors; (2) the impacts of damage included reduced cooling efficiency, main engine overheating, increased repair costs, and disruption of voyage schedules; (3) optimization efforts consisted of scheduled maintenance according to the *manual book*, regular *strainer* cleaning, crew training, and the availability of spare parts; (4) SmartPLS analysis proved that the maintenance and repair variable (X_1), environmental condition variable (X_2), and human resource variable (X_3) had a positive and significant effect on pump performance (Y_1) and main engine performance (Y_2), which subsequently mediated their effect on ship operational performance (Y_3). All hypotheses were accepted with T-statistics values > 1.96 and P-values < 0.05 . This study concludes that seawater pump performance is a critical variable in maintaining the reliability of the cooling system and the smooth operation of the ship. The SmartPLS analysis approach proved effective in mapping causal relationships between variables in an integrated manner. The recommendations emphasize the importance of maintenance discipline, improving crew competency, and monitoring environmental conditions to prevent recurring damage and support sustainable ship operational efficiency.

Keywords: pump performance, seawater pump, ship operation, SmartPLS

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN DAN KEASLIAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA	vi
ABSTRAKSI.....	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Focus Penelitian	5
C. Rumusan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN TEORI.....	8
A. Deskripsi Teori.....	8
B. Definisi Operasional.....	23
C. Kerangka Berpikir.....	27
D. Hipotesis.....	28
BAB III PROSEDUR PENELITIAN.....	Error! Bookmark not defined.
A. Metode Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.

B. Populasi dan Sampel	Error! Bookmark not defined.
C. Instrumen Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
D. Teknik Pengolahan Data	Error! Bookmark not defined.
E. Teknik Analisis Data.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV HASIL PENELITIAN, PENGUJIAN HIPOTESIS, DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
A. Deskripsi Hasil Penelitian	Error! Bookmark not defined.
B. Uji Persyaratan Analisis	Error! Bookmark not defined.
C. Hasil Pengujian Hipotesis.....	Error! Bookmark not defined.
D. Pembahasan Hasil Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	31
A. Simpulan	31
B. Keterbatasan penelitian	35
C. Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	45
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	62

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Instrumen Kuesioner	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 1 Penelitian terdahulu dan penelitian sekarang.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 2 Hasil analisis deskriptif	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 3 Deskripsi Variabel perawatan dan perbaikan pompa (X_1).....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 4 Deskripsi variabel kondisi lingkungan sekitar (X_2) ...	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 5 Deskripsi variabel sumber daya manusia (X_3)....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 6 Deskripsi variabel kinerja operasional pompa (Y_1) ...	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 7 Deskripsi variabel kinerja	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 8 Deskripsi variabel kinerja operasional kapal (Y_3)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 9 Data hasil uji outer model	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 10 Hasil uji model convergent validity menggunakan outer loading	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 11 Hasil uji model Discriminant Validity berdasarkan cross loading	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 12 Hasil uji model composite reliability ..	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 13 Ringkasan hasil uji outer model.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 14 hasil pengujian Collinear Assessment VIF	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 15 kesimpulan pengujian VIF	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 16 Hasil uji inner model bedasarkan R-square	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 17 Hasil uji model Predictive Relevance (Q^2)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 18 Hasil uji model Efect Size (F^2)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 19 kesimpulan pengujian F-Square.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 20 Path Coefficient Bootstrapping direct effect.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 21 Hasil uji <i>indirect effect</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 22 Keimpulan hasil uji variabel	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 23 Kesimpulan hasil uji variabel.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 24 Kesimpulan hasil uji variabel.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 25 Kesimpulan hasil uji variabel.....	Error! Bookmark not defined.

Tabel 4. 26 Kesimpulan hasil uji variabel.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 27 Kesimpulan hasil uji variabel.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 28 Kesimpulan hasil uji variabel.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 29 Kesimpulan hasil uji variabel.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 30 Kesimpulan Hasil uji variabel.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Centrifugal pump.....	10
Gambar 2. 2 Characteristic curves	12
Gambar 2. 3 Impeller	15
Gambar 2. 4 Casing pompa.....	16
Gambar 2. 5 <i>Bearing</i>	17
Gambar 2. 6 <i>Mechanical seal</i>	17
Gambar 2. 7 shaft atau poros pompa.....	18
Gambar 2. 8 Flanged coupling	20
Gambar 2. 9 Gear coupling	20
Gambar 2. 10 Rubber coupling	20
Gambar 2. 11 Flexible coupling.....	21
Gambar 2. 12 Coupling kerucut.....	21
Gambar 2. 13 Coupling cakar	22
Gambar 2. 14 Kerangka berfikir	28
Gambar 4. 1 Hasil olah data <i>outer model</i>	
Error! Bookmark not defined.	
Gambar 4. 2 Hasil olah data <i>Inner Model</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 3. <i>Mechanical seal</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 4 <i>Ball bearing</i>	Error! Bookmark not defined.

Gambar 4. 5 Shaft	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 6. Impeller dan housing.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 7 <i>Strainer sea chest</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 8 Pemeriksaan pada wear ring, impeller dan housing impeller....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 9. A. <i>Mechanical seal</i>	127
Gambar 4. 9. B. Pemasangan <i>mechanical seal</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 10 pemeriksaan shaft dan bushing	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 11 <i>Ball bearing</i> baru yang siap dipasang	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 12 pembersihan strainer atau <i>strainer sea chest</i> .	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 13 Toolbox meeting kru kapal	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 14 pemeriksaan spare part.....	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Ship's Particular	45
Lampiran 2 Crew list.....	46
Lampiran 3 Spesifikasi pompa.....	47
Lampiran 4 Dokumentasi kerja.....	48
Lampiran 5 Transkrip wawancara.....	49
Lampiran 6 Hasil Uji SmartPLS	52
Lampiran 7 Hasil Kuesioner	58



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan ribuan pulau, di mana sekitar dua pertiga dari luas wilayahnya adalah lautan. Posisi geografisnya yang strategis, terletak di antara Samudera Pasifik dan Samudera Hindia serta diapit oleh benua Asia dan Australia, menjadikan negara ini sebagai jalur pelayaran vital untuk lalu lintas laut internasional. Hal ini mendukung aktivitas pengangkutan dan distribusi barang (Chahyono et al., 2025). Industri pengiriman pelayaran memegang peran penting dalam perkembangan ekonomi setiap negara yang berbatasan dengan laut. Selain itu, industri ini juga menjadi kunci bagi pembangunan internasional, dengan lebih dari 90% perdagangan dunia dilakukan melalui laut (Prasetyo, 2025). Oleh karena itu, keberlanjutan sektor maritim perlu didukung dengan adanya transportasi laut yang memadai, yaitu kapal. Optimalisasi operasional kapal sangat bergantung pada sistem navigasi dan mesin yang berkualitas, serta efisiensi dalam proses operasinya. Semakin pentingnya efisiensi energi dalam operasi kapal disebabkan oleh meningkatnya biaya bahan bakar serta regulasi lingkungan yang semakin ketat. Berdasarkan beberapa laporan, biaya energi dalam transportasi laut dapat mencapai antara 30% hingga 50%, bahkan ada yang mencatat hingga 40% dan 63%. Sistem pendingin sentral pada kapal memiliki peranan yang krusial untuk menjaga suhu optimal dari mesin utama dan merupakan salah satu sistem pendukung yang menggunakan energi cukup besar (Jeon & Lee,

2025). Untuk mendukung kinerja mesin di atas kapal, diperlukan pompa yang fungsional guna menjaga suhu mesin dan mendukung seluruh sistem pendingin.

Menurut Pinto et. al (2025) pompa bekerja berdasarkan prinsip menciptakan perbedaan tekanan antara sisi masuk dan sisi keluar. Dengan kata lain, alat ini bertujuan untuk mengubah energi mekanis yang berasal dari suatu sumber (penggerak) menjadi energi kinetis (kecepatan), yang digunakan untuk memindahkan cairan dan mengatasi berbagai hambatan yang mungkin muncul selama proses pengaliran. Pompa pendingin yang menggunakan air laut adalah salah satu komponen krusial dalam sistem pendinginan mesin kapal. Fungsinya adalah untuk mengontrol suhu dan memastikan kinerja mesin tetap berada pada tingkat optimal sepanjang operasional. Alat ini berfungsi dengan menyuplai air laut ke dalam sistem pendinginan, memberikan efek dingin yang diperlukan untuk mencegah terjadinya *overheating*. Namun, kerusakan pada komponen pompa pendingin air laut dapat mengakibatkan akibat serius, baik dari segi keselamatan operasional maupun dampak ekonomi yang ditimbulkan.

Pompa air laut memiliki peran penting dalam mengalirkan air laut sebagai media pendingin untuk berbagai peralatan mesin, termasuk *mesin induk* dan *generator*. Mengingat bahwa pompa ini beroperasi tanpa henti dan bersentuhan langsung dengan air laut yang bersifat korosif, pompa tersebut sangat rentan terhadap kerusakan. Masalah yang umum terjadi meliputi korosi pada casing, keausan pada *impeller*, kebocoran di bagian *seal*, serta gangguan

pada sistem pelumasan dan *bearing* . Jika pompa air laut mengalami kerusakan, hal ini dapat berakibat pada sistem pendingin yang terganggu dan menyebabkan mesin mengalami *overheating*, yang pada gilirannya dapat meningkatkan risiko kerusakan yang lebih serius bahkan menyebabkan penghentian operasi kapal. Oleh karena itu, pentingnya melakukan *maintenance* atau perawatan rutin, dari pemeriksaan harian, mingguan, hingga tahunan, guna memastikan bahwa pompa berfungsi dengan efisien (Pinto et al., 2025). Berdasarkan statistik yang ada, kerusakan pada sistem *cooling* air laut sering kali terjadi, yang menyebabkan terjadinya *downtime* tidak terencana dan biaya perbaikan yang tinggi. Oleh karena itu, sangat penting untuk melakukan analisis kuantitatif untuk memahami dampak kerusakan pada komponen pompa terhadap kinerja mesin serta seberapa sering pemeliharaan diperlukan.

Prinsip dasar dari pompa adalah mengubah energi mekanik yang dihasilkan oleh *impeller* menjadi *kinetic* energi pada cairan. Meskipun cairan mengalami peningkatan kecepatan, laju alirannya akan berkurang saat melintas melalui sudu dan menuju pipa keluaran (*outlet*) karena peningkatan tekanan. Besarnya tekanan yang dihasilkan oleh pompa sangat dipengaruhi oleh kecepatan aliran cairan tersebut (Silitonga et al., 2025). Pompa sentrifugal dilengkapi dengan *impeller* yang berfungsi untuk memindahkan cairan dari ketinggian yang lebih rendah menuju ketinggian yang lebih tinggi. Energi dari motor listrik ditransfer ke poros pompa untuk memutar *impeller* di dalam cairan. Akibatnya, cairan yang terdapat dalam *impeller* juga ikut

berputar dan didorong oleh bilah-bilahnya. Dengan adanya tekanan, cairan tersebut mengalir keluar lewat saluran *impeller* yang terdapat di antara bilah-bilah, sehingga menyebabkan tekanan cairan meningkat. Sebab itu, *impeller* pompa bertanggung jawab memberikan energi kepada cairan, sehingga jumlah energi yang dimilikinya meningkat. Cara kerja pompa sentrifugal merujuk pada proses masuknya cairan ke dalam pompa (Ridwan, 2020).

Ketika peneliti melakukan praktik laut di MT. Enduro dan kapal sedang berlabuh di daerah Balikpapan, Kalimantan utara. Tanggal 14 Desember 2023 pukul 15:53 WIB, peneliti sedang melakukan *safety security patrol* untuk memeriksa keadaan. Peneliti mendapati bahwa pompa *Aux. Sea watercooling service* No. 1 terdengar berbunyi kasar yang berasal dari dalam *casing*. *Pressure Gauge* pada *discharge* pompa turun menjadi 2,2 Bar yang seharusnya berkisar antara 3.0 – 3.2 Bar sesuai dengan *Manual book* di kapal. Peneliti melaporkan temuan tersebut kepada *Fourth engineer*. Keesokan harinya, peneliti bersama kru melakukan *overhaul* pada *Aux. sea water cooling service pump* No. 1. Ditemukan luka atau goresan pada *shaft* pompa, *mechanical seal* yang rusak, *bearing* yang terkontaminasi air laut, *impeller* yang korosi dan *wear ring* yang aus. Hal ini membuat operasional kapal terganggu karena permesinan tidak mendapat pasokan air laut untuk sistem pendingin yang optimal.

Peristiwa itu memicu minat peneliti untuk melakukan penelitian yang lebih mendalam dalam bentuk karya ilmiah atau skripsi yang berjudul “Pengaruh kinerja pompa bantu pendingin air laut No. 1 di kapal MT. Enduro”

B. Fokus Penelitian

Fokus penelitian ini berpusat pada faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja pompa bantu untuk sistem pendingin air laut No. 1 pada kapal MT. Enduro. Peneliti berencana untuk mengeksplorasi penyebab kerusakan yang muncul pada komponen-komponen pompa, serta dampak yang ditimbulkan akibat kerusakan tersebut. Disamping itu, penelitian ini juga akan menganalisis berbagai langkah optimasi yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kerusakan pada pompa, guna memastikan bahwa kinerja pompa bantu sistem pendingin air laut tetap berada dalam kondisi optimal.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan sejumlah masalah yang diidentifikasi dalam penelitian ini, peneliti menyadari betapa vitalnya operasional pompa untuk memenuhi kebutuhan sistem pendinginan di kapal. Oleh karena itu, beberapa pertanyaan penelitian telah dirumuskan untuk dibahas dalam penyusunan studi ini, yaitu:

1. Apakah faktor penyebab kerusakan bagian-bagian pompa bantu pendingin air laut No. 1 di kapal MT. Enduro?
2. Bagaimana dampak kerusakan bagian-bagian pompa bantu pendingin air laut No. 1 di kapal MT. Enduro?
3. Bagaimana upaya optimasi kerusakan bagian-bagian pompa bantu air laut No. 1 di kapal MT. Enduro?
4. Bagaimana pengaruh variabel bebas yang dimediasi oleh kinerja pompa bantu pendingin air laut dan kinerja mesin induk terhadap operasional kapal?

D. Tujuan Penelitian

Dari uraian permasalahan penelitian dan rumusan masalah di atas, maka penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis faktor yang menyebabkan kerusakan bagian bagian pompa bantu pendingin air laut No. 1
2. Untuk menganalisis dampak yang terjadi akibat kerusakan bagian-bagian pompa bantu pendingin air laut No. 1
3. Untuk menganalisis upaya yang dilakukan untuk menangani kerusakan pompa bantu pendingin air laut No. 1
4. Untuk menganalisis pengaruh variabel bebas yang dimediasi oleh variabel terikat terhadap operasional kapal.

E. Manfaat Penelitian

Dalam proses penyusunan penelitian ini, peneliti berharap dapat memberikan sejumlah keuntungan yang bermanfaat bagi berbagai pihak yang terlibat, di antaranya:

1. Manfaat teoritis
 - a. Menyediakan referensi tambahan serta informasi bagi penelitian selanjutnya mengenai kerusakan komponen pompa air laut dan pengaruhnya terhadap kinerja pompa, beserta langkah-langkah pencegahan yang perlu diambil.
 - b. Menyajikan materi yang dapat digunakan untuk pembelajaran yang valid bagi mahasiswa dan pembaca umum, serta berkontribusi pada

pengembangan pengetahuan dan sumber daya manusia melalui publikasi ilmiah.

- c. Meningkatkan mutu pembelajaran di lingkungan perguruan tinggi dan menjadikan data penelitian yang dapat diakses secara digital.

2. Manfaat praktis

- a. Menambah wawasan serta pengetahuan peneliti dalam memahami lebih tentang upaya pompa air laut bekerja dengan baik di atas kapal.
- b. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi tambahan referensi untuk mengatasi masalah kerusakan bagian-bagian pompa yang terjadi pada pompa air laut di MT. Enduro, serta menjadi sumber pengetahuan yang berguna bagi pelaut, terutama mereka yang bekerja dibagian mesin.
- c. Penelitian ini bagi institusi dapat menambah wawasan dan pengetahuan untuk taruna–taruni yang sedang atau akan melaksanakan praktik laut di kapal serta tambahan referensi di perpustakaan PIP Semarang.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori

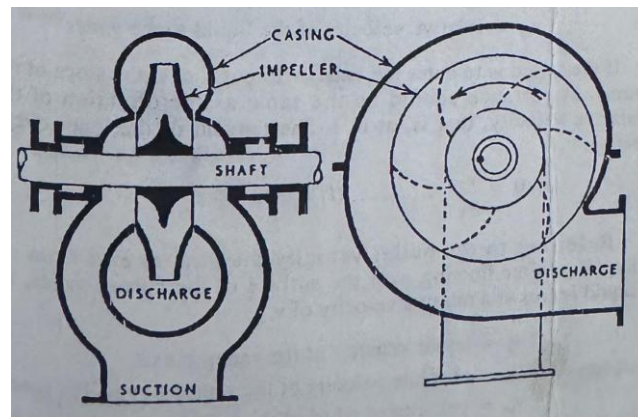
Menurut Rahayu (2020:6) deskripsi teori dalam penelitian adalah penjelasan yang teratur tentang teori serta temuan-temuan penelitian yang berhubungan dengan variabel yang sedang diteliti. Teori yang diterapkan bukanlah sekadar pendapat pribadi peneliti atau pihak berwenang, melainkan teori yang telah dibuktikan kebenarannya melalui pengujian *empiris*.

Deskripsi teori dalam penelitian ini disusun sebagai suatu pembahasan yang bersifat teoretis dan sistematis, yang dikemukakan oleh peneliti sebagai dasar konseptual dalam mengkaji permasalahan penelitian. Penyusunan landasan teori ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang komprehensif terhadap konsep, prinsip, dan teori yang relevan dengan topik yang diteliti. Untuk memperoleh hasil penelitian yang optimal, akurat, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, diperlukan dukungan data dan referensi yang kredibel. Oleh karena itu, peneliti melakukan pengumpulan data dan informasi dari berbagai sumber pustaka yang relevan, antara lain jurnal internasional dan nasional, buku, *e-book*, serta sumber ilmiah lainnya yang memiliki keterkaitan dengan pembahasan penelitian. Dalam penelitian ini, peneliti memfokuskan pembahasan pada aspek-aspek yang berkaitan dengan judul skripsi, yaitu “Pengaruh Kinerja Pompa Bantu Air Laut No. 1 di Kapal MT. Enduro.”

Pompa adalah sebuah mesin yang digunakan untuk mengangkat cairan dari titik rendah ke titik tinggi. Selain itu, pompa dapat memberikan peningkatan energi pada cairan sehingga cairan tersebut dapat mengalir atau membentuk tekanan. Aksi pemompaan dapat dicapai dengan berbagai cara sesuai dengan jenis pompa yang digunakan. Susunan perpipaan, cairan yang akan dipompa, dan tujuan penggunaannya akan menghasilkan karakteristik atau kebutuhan tertentu pada sistem yang harus dipenuhi oleh pompa (Taylor, 1983:112).

1. *Centrifugal Pump*

Sebuah pompa sentrifugal pada dasarnya terdiri dari sebuah *impeller* berbilah yang dipasang pada poros yang berputar di dalam sebuah *casing* (rumah pompa) yang diam. Saat berputar, *impeller* mentransfer energi ke cairan yang mengalir di antara bilah-bilahnya. Secara umum, ketika cairan memasuki *impeller* pompa sentrifugal, alirannya terutama berada dalam arah aksial (Harington et al., 1992:481). Pompa sentrifugal umumnya dilengkapi dengan satu atau lebih *impeller* berbilah yang dipasang pada poros dan berputar di dalam *casing* yang tetap. Putaran *impeller* tersebut berfungsi untuk mentransfer energi kepada *fluida*. Saat *fluida* memasuki *impeller*, alirannya terutama bergerak dalam arah aksial sebelum kemudian mengalami percepatan dan perubahan arah sesuai desain *impeller* (Hunt et al., 1999).



Gambar 2. 1 *Centrifugal pump*
 Sumber : Embleton & Jackson (1999)

Pompa putar ini beroperasi dengan menggunakan prinsip gaya sentrifugal. Di dalamnya terdapat sebuah *impeller* yang berputar dalam sebuah wadah yang tidak bergerak. *Impeller* ini memiliki bentuk roda cakram berongga dengan bilah melengkung di dalamnya, dan dipasang pada poros yang diaktifkan oleh motor listrik. Lubang-lubang yang ada di sisi *impeller* dekat poros terhubung dengan saluran hisap. Cairan seperti minyak atau air, masuk ke dalam *impeller* yang berputar melalui lubang-lubang tersebut. Melalui gerakan rotasi yang dibangkitkan pada cairan, gaya sentrifugal mendorong cairan tersebut ke tepi *impeller* yang terbuka, di mana cairan dikeluarkan dan masuk ke ruang antara keliling luar *impeller* dan wadah, kemudian diarahkan ke saluran keluaran (Embleton & Jackson, 1999).

Berdasarkan beberapa pendapat ahli dapat disimpulkan bahwa pompa sentrifugal bekerja dengan prinsip pemindahan energi dari *impeller* yang berputar kepada *fluida* di dalam casing pompa. *Fluida* yang memasuki *impeller* pada awalnya mengalir secara aksial, kemudian

dipercepat dan diarahkan keluar akibat gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh putaran *impeller*.

Putaran yang stabil didukung oleh poros yang menghubungkan antara *electro motor* dengan *impeller* guna mentransmisikan daya putar. Selain sebagai penyalur daya, poros juga berfungsi untuk menopang *impeller* agar tetap berada pada posisi dan kesejajaran yang tepat di dalam casing pompa. Proses ini menyebabkan peningkatan energi kinetik dan tekanan *fluida*, sehingga memungkinkan *fluida* dialirkan sesuai dengan kapasitas dan kebutuhan sistem perpompaan.

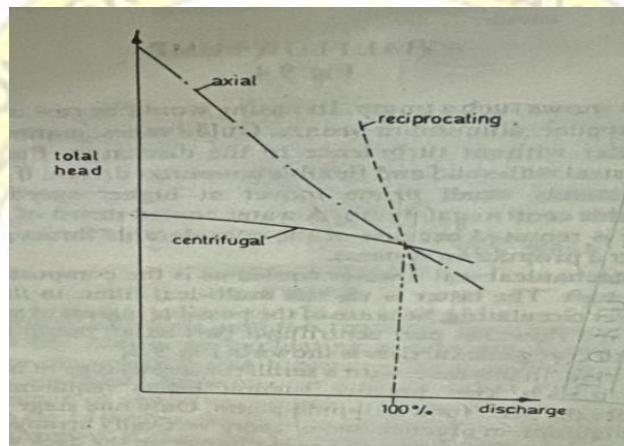
Penggunaan pompa bantu air laut untuk meningkatkan pasokan sistem pendingin di atas kapal. Pompa tersebut di fokuskan untuk menopang pendinginan air laut pada generator. Namun jika, kapal sedang dalam keadaan berlabuh atau sandar pompa bantu air laut tersebut digunakan untuk menjaga kestabilan suhu pada mesin induk saat kapal *manouver*.

2. Karakteristik pompa sentrifugal

Menurut Jackson (1985:342) karakteristik pompa sentrifugal bergantung pada tugas dan ruang yang tersedia, sebagai berikut :

- a. Aliran dan total tinggi tekan yang dibutuhkan. Hal ini akan menentukan kecepatan putaran, dimensi *impeller*, jumlah *impeller*, dan tipe misalnya masuk tunggal atau ganda.

- b. Rentang temperatur *fluida* yang akan dipompa. Jika kemampuan hisap tidak cukup untuk menyesuaikan kondisi suplai. Karena temperatur masuk yang tinggi dan kavitasi dapat terjadi.
- c. Viskositas *fluida* yang akan dipompa.
- d. Jenis media, misalnya korosif atau tidak korosif, ini akan mempengaruhi pemilihan material (meskipun untuk air asin dan air tawar perbedaannya sering hanya pada casing).



Gambar 2. 2 *Characteristic curves*
 Sumber : Jackson & Morton (1985:343)

Pompa sentrifugal merupakan jenis pompa dinamis yang bekerja berdasarkan prinsip gaya sentrifugal untuk memindahkan *fluida* dari satu tempat ke tempat lain. Salah satu karakteristik utama pompa sentrifugal adalah kemampuannya menghasilkan aliran *fluida* yang kontinu dan relatif stabil, sehingga sangat sesuai digunakan pada sistem yang membutuhkan debit besar dengan tekanan sedang.

Pompa sentrifugal memiliki hubungan karakteristik antara debit aliran (Q), tinggi tekan (*head*), daya (*power*), dan efisiensi. Secara umum, peningkatan debit aliran akan diikuti dengan penurunan tinggi tekan,

sedangkan kebutuhan daya cenderung meningkat seiring bertambahnya debit. Efisiensi pompa akan mencapai nilai maksimum pada kondisi tertentu yang dikenal sebagai *Best Efficiency Point (BEP)*, yaitu titik operasi paling optimal dari pompa.

Karakteristik lain dari pompa sentrifugal adalah konstruksinya yang relatif sederhana, perawatan yang mudah, serta kemampuan beroperasi pada putaran tinggi. Pompa ini umumnya tidak memerlukan katup pengaman khusus karena tekanan yang dihasilkan tergantung pada sistem dan bukan pada pompa itu sendiri. Selain itu, pompa sentrifugal memiliki kemampuan yang baik dalam memompa *fluida* dengan viskositas rendah hingga sedang.

3. Material pompa sentrifugal

Menurut Jackson (1985:342) pemilihan material harus mempertimbangkan ketahanan terhadap korosi dan umur pakai komponen.

Material yang umum digunakan antara lain:

- a. *Casing* : *gunmetal*, yaitu paduan berbasis tembaga yang mengandung timah dan seng. Material ini memiliki ketahanan korosi yang jauh lebih baik dibandingkan besi cor (yang biasanya digunakan untuk air tawar), sehingga cocok untuk lingkungan laut yang sangat agresif terhadap logam.
- b. *Impeller* : perunggu aluminium, sebuah paduan tembaga dengan tambahan aluminium yang meningkatkan kekuatan mekanis dan memberikan perlindungan korosi alami melalui pembentukan lapisan

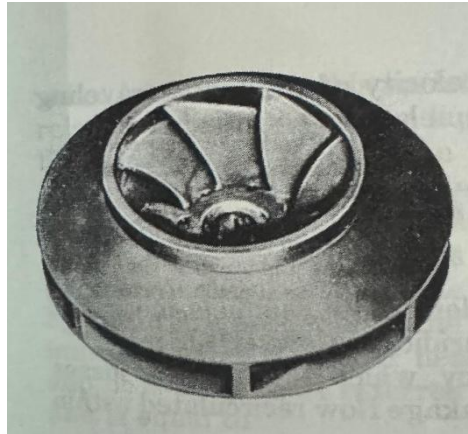
oksida. Material ini ideal untuk komponen berputar yang terus-menerus bersentuhan dengan air asin.

- c. Poros : baja tahan karat (stainless steel), biasanya tipe yang memiliki kandungan kromium dan nikel tinggi untuk memberikan resistansi korosi, kekuatan tarik yang baik, serta kekakuan yang diperlukan untuk menahan beban torsi dari impeller.
- d. Casing *bearing* ring seals : perunggu ber-timbal, yaitu paduan perunggu yang dicampur timbal untuk menambah sifat pelumasan alami, mengurangi keausan, serta meningkatkan performa penyegelan pada area yang mengalami kontak gesekan kontinu antara casing dan bantalan.

4. Komponen pompa sentrifugal

a. *Impeller*

Perannya adalah untuk mengubah energi kinetik atau memberikan *kinetic* energi kepada cairan, yang kemudian di dalam *casing* akan dialihkan menjadi *pressure* energi (Wasiran et al., 2022). Kekuatan baling-baling *impeller* dan cincin penahan harus cukup untuk menahan gaya hidrolis statis, yang mencakup gaya reaksi pada baling-baling yang sama besar dalam magnitudo tetapi berlawanan arah dengan gaya sentrifugal yang ditransmisikan ke cairan yang dipompa, bersama-sama dengan gaya sentrifugal yang ditransmisikan ke cairan yang dipompa sebagai hasil dari rotasi impeller (Harington et al., 1992:487).



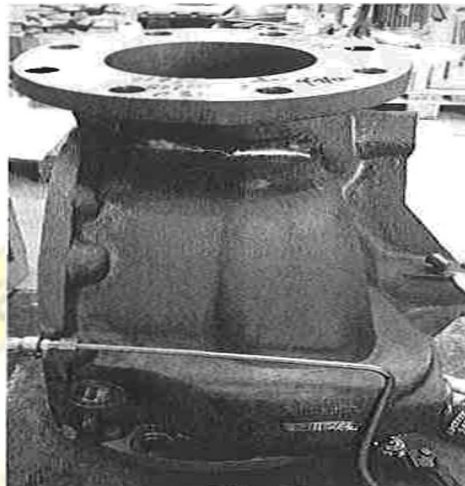
Gambar 2. 3 *Impeller*
Sumber : Harington (1992:483)

b. Casing atau rumah pompa

Menurut Harington et al., (1992:486) rumah pompa sentrifugal dapat dipasang secara horizontal atau vertikal; pemasangan vertikal umumnya digunakan dalam aplikasi kelautan karena membutuhkan lebih sedikit ruang dek. Rumah pompa memiliki tiga fungsi hidrolis utama:

- 1) Memandu aliran masuk: memandu cairan dari nosel isap (suction nozzle) ke mata *impeller* (eye of the impeller). Baling-baling pemandu (guide vanes) kadang ditambahkan untuk meluruskan aliran dan memecah pusaran (vortices).
- 2) Mengumpulkan dan mengubah energi: mengumpulkan cairan dari pinggiran *impeller* dan mengubah sebagian energi kinetik atau kecepatan (*velocity head*) dalam cairan menjadi tekanan (*pressure head*). Proses ini disebut pemulihan tekanan (*pressure recovery*) atau difusi (*diffusion*).

- 3) Mengalirkan keluar: memandu cairan dari alat pemulih tekanan ke saluran masuk tahap berikutnya (pada pompa *multistage*) atau ke nosel buangan (*discharge nozzle*).



Gambar 2. 4 Casing pompa
Sumber : *Manual instruction book*

c. *Bearing* atau bantalan

Beban aksial dan radial bersih yang bekerja pada bagian berputar pompa diteruskan ke bantalan yang menopang porosnya. Bantalan pada pompa menyerap beban yang bekerja dalam arah aksial. Agar poros pompa dapat mengembang dan menyusut sebagai respons terhadap perubahan beban aksial atau temperatur, poros tersebut sebaiknya hanya ditahan secara aksial pada satu titik saja. Pada pompa satu tingkat (*single-stage*) dengan *impeller* yang terpasang di tengah rotor, sebuah bantalan biasanya dipasang pada masing-masing ujung poros (Harrington et al., 1992).



Gambar 2. 5 *Bearing*
Sumber : Sumber pribadi (2024)

d. *Mechanical seal*

Untuk mengontrol kebocoran antar-tingkat pada pompa multi-tingkat, segel non-kontak dengan jarak bebas yang rapat (*close-clearance noncontacting seals*) biasanya dipasang di antara rotor pompa dan bagian-bagian selubung (*casing*), potongan tingkat (*stage pieces*), atau difuser yang memisahkan tingkat-tingkat yang berdekatan. Busing yang dapat diganti (*replaceable bushings*) sering dipasang di lokasi-lokasi ini untuk memungkinkan jarak bebas segel operasi yang rapat dapat diperbarui secara berkala.



Gambar 2. 6 *Mechanical seal*
Sumber : *Manual Instruction Book*

e. *Shaft* atau poros pompa

Menurut (Munawir et al., 2019) poros adalah komponen krusial dalam setiap mesin. Hampir semua jenis mesin mentransmisikan energi sekaligus dengan rotasi. Dalam proses transmisi tersebut, poros memainkan peran yang sangat vital. Jenis poros ini mengalami torsi murni atau kombinasi antara torsi dan lentur. Energi diteruskan kepada poros ini melalui *clutch*, *gear*, *pulley*, atau *chain sprocket*, dan lain-lain. Fungsi poros di dalam mesin adalah untuk membawa tenaga melalui rotasi mesin tersebut.

Shaft atau poros memiliki peran yang sangat vital, selain sebagai meneruskan daya dan putaran dari penggerak. Poros juga berfungsi untuk menopang dan menjaga posisi impeller agar tetap sejajar dan stabil di dalam casing pompa. Oleh sebab itu, poros rentan terhadap gesekan yang mengakibatkan goresan pada permukaan *shaft*. Hal ini yang menyebabkan bagian bagian yang menopang pada poros tersebut tidak stabil.



Gambar 2. 7 *shaft* atau poros pompa
Sumber : Dokumentasi pribadi (2024)

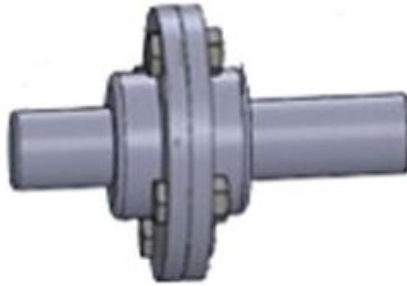
f. *Coupling pump*

Menurut Haris et al., (2024) *coupling* merupakan komponen mesin yang berperan untuk meneruskan dan memutuskan rotasi serta tenaga dari poros penggerak ke poros yang mendapatkan tenaga. Alat ini berfungsi untuk menghubungkan dua poros di kedua ujungnya dengan tujuan mentransfer energi mekanis. Pada umumnya, *coupling* tidak mengizinkan pemisahan antara dua poros selama beroperasi. Namun, saat ini ada jenis *coupling* yang memiliki torsi terbatas, sehingga dapat meluncur atau terputus ketika torsi melebihi batas tertentu. Berbagai macam *coupling* tersedia, diantaranya:

1) *Coupling tetap*

Coupling tetap merupakan komponen mesin yang berperan dalam mentransmisikan rotasi dan tenaga dari poros penggerak kepada poros yang digerakkan dengan cara yang pasti (tanpa adanya selip). Kedua poros tersebut biasanya terletak pada satu garis lurus atau memiliki sedikit perbedaan sumbu. *Coupling* ini selalu terpasang, dan untuk memisahkannya, proses pembongkaran diperlukan. Beberapa jenis *coupling* tetap diantaranya adalah:

a) *Flanged coupling*



Gambar 2. 8 *Flanged coupling*
Sumber : Haris et al., (2024)

b) *Gear coupling*



Gambar 2. 9 *Gear coupling*
Sumber : Haris et al., (2024)

c) *Rubber coupling*



Gambar 2. 10 *Rubber coupling*
Sumber : Haris et al., (2024)

d) *Flexible coupling*

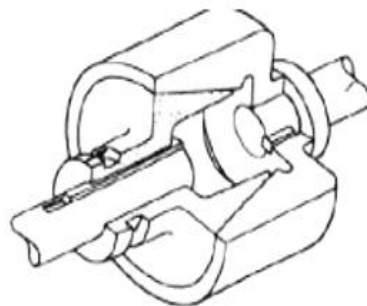


Gambar 2. 11 *Flexible coupling*
Sumber : Haris et al., (2024)

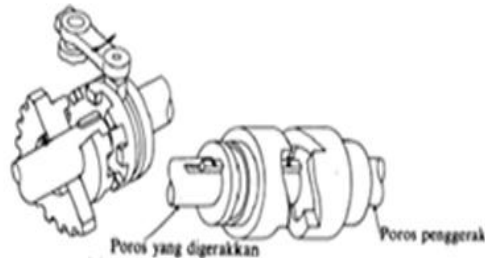
2) *Coupling tidak tetap (clutch)*

Coupling yang bersifat tidak tetap merupakan komponen dalam suatu mesin yang berfungsi menghubungkan poros penggerak dengan poros yang digerakkan. Komponen ini memastikan kedua poros tersebut berputar dengan kecepatan yang sama saat mentransfer daya. Selain itu, *coupling* ini mampu memutuskan hubungan antara kedua poros, baik ketika dalam kondisi diam maupun saat berputar. Beberapa tipe *coupling* tidak tetap diantaranya:

a) *Coupling kerucut*



Gambar 2. 12 *Coupling kerucut*
Sumber : Haris et al.,(2024)

b) *Coupling* cakar

Gambar 2. 13 *Coupling* cakar
 Sumber : Haris et al., (2024)

g. *Wear ring*

Fungsi dari *wear ring* adalah untuk menghindari terjadinya kebocoran pada pompa. Dalam penerapan di lapangan dan analisis yang dilakukan oleh kelompok kami, kami menjumpai adanya kerusakan serta deformasi pada *wear ring* tersebut (Handoko & Sao, 2024).

Wear ring pada pompa adalah komponen berbentuk cincin yang dipasang pada bagian *impeller* atau *casing* pompa sentrifugal dan berfungsi untuk mengurangi kebocoran internal serta melindungi komponen utama pompa dari keausan berlebih. *Wear ring* bekerja dengan menjaga celah (*clearance*) yang sangat kecil antara *impeller* dan *casing*, sehingga aliran balik *fluida* bertekanan tinggi dari sisi discharge ke sisi *suction* dapat diminimalkan. Selain itu, *wear ring* berperan sebagai komponen pengorbanan (*sacrificial component*), artinya bagian ini dirancang untuk lebih mudah aus dibandingkan *impeller* atau *casing*. Dengan demikian, apabila terjadi keausan, yang

mengalami kerusakan terlebih dahulu adalah *wear ring*, sehingga komponen utama pompa tetap terlindungi dan biaya perbaikan dapat ditekan.

B. Definisi Operasional

1. Perawatan dan Perbaikan (X_1)

Perawatan mesin, atau yang sering disebut maintenance, adalah suatu aktivitas yang dilakukan untuk menjaga semua perangkat di perusahaan agar tetap dalam keadaan siap digunakan. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mendukung operasional perusahaan secara efektif dan efisien, sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan oleh perusahaan (Octavia & Rusindiyanto, 2025). Perawatan atau *maintenance* merupakan rangkaian kegiatan yang bertujuan menjaga serta meningkatkan kondisi suatu produk agar tetap berada dalam keadaan yang baik dan dapat diterima (Fahri et al., 2025).

Pemeliharaan korektif merupakan suatu proses yang dilakukan setelah peralatan mengalami kerusakan dan tidak dapat berfungsi dengan baik. Di dalam kategori ini, *breakdown maintenance* adalah jenis pemeliharaan korektif yang memerlukan persiapan suku cadang serta peralatan lain untuk pelaksanaannya. Aktivitas pemeliharaan yang bersifat korektif mencakup semua langkah yang diambil untuk mengembalikan sistem dari kondisi rusak hingga dapat beroperasi kembali (Pranowo, 2019).

2. Kondisi Lingkungan Sekitar (X_2)

Kondisi lingkungan laut mengacu pada keadaan fisik, kimia, biologi, dan sosial-ekonomi dari ekosistem laut yang mencakup perairan pesisir, laut dalam, dan zona transisi antara daratan dan laut. Kondisi ini dipengaruhi oleh faktor alami seperti arus laut, suhu, salinitas, serta aktivitas manusia seperti polusi, overfishing, dan perubahan iklim (Smit et al., 2021).

3. Sumber Daya Manusia (X_3)

Sumber daya manusia (SDM) memegang peranan yang sangat krusial dan tak terpisahkan dari sebuah organisasi, baik itu dalam bentuk lembaga maupun perusahaan. SDM juga menjadi faktor penentu yang memengaruhi pertumbuhan dan kemajuan perusahaan. Sesungguhnya, SDM terdiri dari individu-individu yang dipekerjakan dalam suatu organisasi dan berfungsi sebagai penggerak dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan oleh organisasi tersebut (Hidayat & Anwar, 2022).

Kualitas dan kompetensi sumber daya manusia yang bertugas di atas kapal, khususnya dalam kegiatan pengoperasian serta perawatan pompa, merupakan salah satu faktor kunci dalam menunjang optimalisasi kinerja sistem pompa. Dengan kompetensi yang baik, risiko kesalahan pengoperasian dan perawatan dapat diminimalkan, sehingga keandalan dan umur pakai pompa dapat ditingkatkan.

Adapun indikator yang digunakan untuk mengukur kualitas sumber daya manusia dalam penelitian ini meliputi kepemilikan sertifikat keahlian

dan kompetensi yang relevan, kemampuan melaksanakan kegiatan pemeliharaan sesuai dengan prosedur yang tercantum dalam *manual book*, kepatuhan terhadap standar operasional kerja yang berlaku, penguasaan pengetahuan mengenai pompa sentrifugal, serta sikap kerja yang mencerminkan ketanggapan, responsivitas, dan tanggung jawab yang tinggi dalam menjalankan tugas.

4. Kinerja pompa bantu pendingin air laut (Y₁)

Pompa untuk pendinginan air laut pada mesin termasuk dalam kategori pompa sentrifugal. Tipe pompa ini banyak digunakan dalam industri permesinan kapal dan beroperasi berdasarkan prinsip rotasi *impeller* sebagai komponen yang memindahkan *fluida*, dengan tenaga dari mesin propulsi. Di dalamnya, cairan berputar berkat dorongan yang dihasilkan oleh sudu-sudu, menciptakan gaya sentrifugal. Akibatnya, cairan tersebut bergerak dari pusat *impeller* menuju luar melalui celah-celah sudu dan keluar dengan kecepatan tinggi. Pompa pendingin air laut memiliki fungsi yang sangat krusial dalam mendukung sistem pendinginan mesin. Jika pompa pendingin tidak berfungsi optimal, maka kinerja sistem pendinginan akan terpengaruh menurun atau tidak efisien (Billy et al., 2023).

Pada dasarnya kapal terdiri dari *Sea water Service Pump*, di mana permesinan bantu berperan sebagai pendukung dari kinerja mesin induk. Untuk mengoperasikan *Auxiliary engine* dibutuhkan *Sea Water Service*

Pump yang siap dan dalam kondisi normal yang sangat berpengaruh terhadap *Auxiliary engine* di kapal (Ingwar et al., 2023).

5. Kinerja Mesin Induk (Y_2)

Mesin penggerak utama, atau *main engine*, merupakan elemen krusial pada sebuah kapal yang bertugas untuk menghasilkan tenaga rotasi pada poros. Tenaga ini digunakan untuk memutar *propeller*, sehingga kapal dapat bergerak. Mesin ini bekerja berdasarkan prinsip motor pembakaran dalam, di mana bahan bakar diesel disemprotkan ke ruang pembakaran dalam silinder dan dinyalakan melalui percikan dari busi. Proses pembakaran tersebut mengeluarkan energi panas yang signifikan dan menghasilkan gas bertekanan tinggi yang mendorong piston untuk bergerak secara vertikal, yang pada gilirannya memutar poros engkol (Mahendra et al., 2024).

6. Operasional Kapal (Y_3)

Operasi adalah kegiatan yang didasarkan pada aturan. Sementara itu, operasi adalah implementasi dari rencana yang telah disusun. Jadi, pengoperasian kapal adalah implementasi dari kegiatan kapal yang direncanakan selama operasi (Selasdini et al., 2021).

Operasional kapal yang optimal terpacu pada operasional kapal dengan tingkat efisiensi dan keandalan kapal dalam operasionalnya. Operasional kapal dipengaruhi kinerja *Aux. Sea waterservice cooling pump* yang menopang system pendingin air laut di kapal yang saling terikat

pada kinerja *main engine* untuk meningkatkan operasional kapal yang lebih optimal dan efisien.

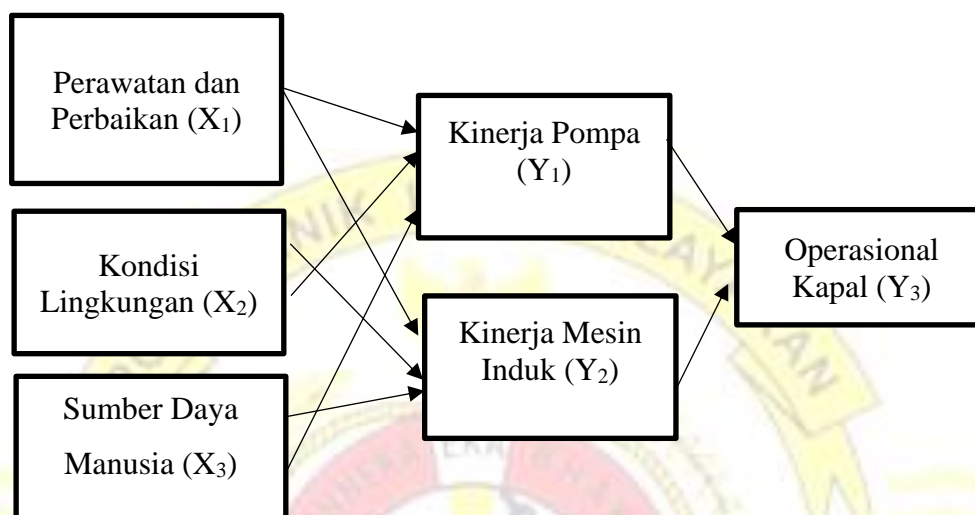
Indikator untuk mengukur operasional kapal mencakup kapal beroperasi tanpa catatan *black out* (16 jam perjalanan Balikpapan – Kotabaru), kapal dapat beroperasi dalam berbagai kondisi (*full load* : 9-10 knot), operasi bongkar muat kapal dengan total muatan 40.000 kL selesai dengan tepat waktu (67 jam), kapal dengan DWT 40.374 T dapat melakukan *discharge cargo* (*rate* : 600 L/H), serta kapal dapat sandar dan lego atau menaikkan jangkar dengan normal dan aman.

C. Kerangka Berpikir

Menurut Sugiyono (2023) kerangka berpikir dapat dipahami sebagai sebuah model konseptual yang menjelaskan keterkaitan antara suatu teori dengan berbagai faktor-faktor penting yang telah berhasil diidentifikasi. Kerangka berpikir adalah sebuah representasi dari konsep dan teori yang mendasari suatu penelitian. Dengan mengadopsi kerangka ini, peneliti dapat lebih mudah memahami arah dari konsep yang diangkat serta mengaitkan variabel dan permasalahan yang muncul. Kerangka berpikir disusun untuk memberikan pedoman yang logis dan sistematis dalam pelaksanaan penelitian, yang membantu menjelaskan keterkaitan antara berbagai elemen atau variabel yang dianalisis, sekaligus memandu peneliti dalam memberikan jawaban yang lebih mendalam terhadap pertanyaan penelitian. Dalam penelitian ini, perawatan dan perbaikan (X_1), kondisi lingkungan (X_2), dan sumber daya manusia (X_3) digunakan sebagai variabel bebas (independen), sementara

kinerja *Aux. sea water cooling service pump* (Y_1) dan kinerja mesin induk (Y_2) serta operasional kapal (Y_3) merupakan variabel terikat (dependen).

Berikut merupakan kerangka berfikir yang digunakan dalam penelitian ini :



Gambar 2. 14 Kerangka berfikir
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2026)

D. Hipotesis

Menurut Sugiyono (2023) hipotesis dapat dilihat sebagai jawaban awal terhadap pertanyaan yang diajukan dalam suatu penelitian. Jawaban ini bersifat sementara karena didasarkan pada teori-teori yang relevan, bukan pada *data* empiris yang diperoleh melalui pengumpulan informasi. Dengan kata lain, hipotesis adalah respons teoritis terhadap pertanyaan penelitian yang belum berbentuk data konkret. Pengujian hipotesis harus dilakukan dengan penguatan teori yang relevan dan dukungan dari kerangka konseptual yang kuat, serta penggunaan metode analisis yang sesuai agar hasil yang diperoleh valid dan dapat diandalkan. Selain itu, hipotesis memiliki peran penting dalam menjelaskan interaksi antara variabel yang diteliti dan memberi gambaran

awal tentang prediksi hasil yang mungkin terjadi. Adapun hipotesis yang peneliti ajukan adalah sebagai berikut:

1. X_1 (perbaikan dan perawatan) dan Y_1 (kinerja pompa)
 - a. $H_0 \longrightarrow X_1$ tidak berpengaruh terhadap Y_1
(perbaikan dan perawatan tidak berpengaruh terhadap kinerja pompa)
 - b. $H_1 \longrightarrow X_1$ berpengaruh terhadap Y_1
(perbaikan dan perawatan berpengaruh terhadap kinerja pompa)
2. X_2 (kondisi lingkungan) dan Y_1 (kinerja pompa)
 - a. $H_0 \longrightarrow X_2$ tidak berpengaruh terhadap Y_1
(kondisi lingkungan tidak berpengaruh terhadap kinerja pompa)
 - b. $H_1 \longrightarrow X_2$ berpengaruh terhadap Y_1
(kondisi lingkungan berpengaruh terhadap kinerja pompa)
3. X_3 (sumber daya manusia) dan Y_1 (kinerja pompa)
 - a. $H_0 \longrightarrow X_3$ tidak berpengaruh terhadap Y_1
(sumber daya manusia tidak berpengaruh terhadap kinerja pompa)
 - b. $H_1 \longrightarrow X_3$ berpengaruh terhadap Y_1
(sumber daya manusia berpengaruh terhadap kinerja pompa)
4. X_1 (perawatan dan perbaikan) dan Y_2 (kinerja mesin induk)
 - a. $H_0 \longrightarrow X_1$ tidak berpengaruh terhadap Y_2
(perawatan dan perbaikan tidak berpengaruh terhadap kinerja mesin induk)
 - b. $H_1 \longrightarrow X_1$ berpengaruh terhadap Y_2

(perawatan dan perbaikan berpengaruh terhadap kinerja mesin induk)

5. X_2 (kondisi lingkungan) dan Y_2 (kinerja mesin induk)
 - a. $H_0 \longrightarrow X_2$ tidak berpengaruh terhadap Y_2
(kondisi lingkungan tidak berpengaruh terhadap kinerja mesin induk)
 - b. $H_1 \longrightarrow X_2$ berpengaruh terhadap Y_2
(kondisi lingkungan berpengaruh terhadap kinerja mesin induk)
6. X_3 (sumber daya manusia) dan Y_2 (kinerja mesin induk)
 - a. $H_0 \longrightarrow X_3$ tidak berpengaruh terhadap Y_2
(sumber daya manusia tidak berpengaruh terhadap kinerja mesin induk)
 - b. $H_1 \longrightarrow X_3$ berpengaruh terhadap Y_2
(sumber daya manusia berpengaruh terhadap kinerja mesin induk)
7. Y_1 (kinerja pompa) dan Y_3 (operasional kapal)
 - a. $H_0 \longrightarrow Y_1$ tidak berpengaruh terhadap Y_2
(kinerja pompa tidak berpengaruh terhadap operasional kapal)
 - b. $H_1 \longrightarrow Y_1$ berpengaruh terhadap Y_2
(kinerja pompa berpengaruh terhadap operasional kapal)
8. Y_2 (kinerja mesin induk) dan Y_3 (operasional kapal)
 - a. $H_0 \longrightarrow Y_2$ tidak berpengaruh terhadap Y_3
(kinerja mesin induk tidak berpengaruh terhadap operasional kapal)
 - b. $H_1 \longrightarrow Y_1$ berpengaruh terhadap Y_3
(kinerja mesin induk berpengaruh terhadap operasional kapal)

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap kinerja *Aux. sea water cooling service pump* No. 1 di kapal MT. Enduro, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor penyebab kerusakan bagian-bagian pompa bantu pendingin air laut.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa faktor penurunan kinerja dan kerusakan bagian-bagian pompa bantu pendingin air laut disebabkan oleh pemeliharaan dan perbaikan yang tidak dilakukan secara rutin sesuai *mannual book*. Kondisi ini menyebabkan penyumbatan pada *strainer sea chest* sehingga tekanan hisap pompa menurun dan memicu terjadinya kavitasi, yang mengakibatkan kerusakan pada *impeller*, *wear ring*, dan *housing* pompa. Selain itu, kebocoran *mechanical seal* akibat partikel abrasif, *misalignment*, getaran berlebih, serta pengoperasian yang tidak sesuai spesifikasi mempercepat kerusakan pada *shaft* dan *bearing*. Faktor korosi akibat sifat air laut yang agresif serta kesalahan instalasi pompa turut memperburuk kondisi komponen pompa. Secara keseluruhan, kerusakan tersebut berdampak pada menurunnya efisiensi pompa, terganggunya sistem pendinginan mesin induk, meningkatnya suhu kerja mesin, serta menurunnya keandalan operasional kapal.

2. Dampak kerusakan bagian-bagian pompa bantu pendingin air laut.

Dampak utama kerusakan bagian-bagian pompa bantu pendingin air laut adalah penurunan efisiensi dan kinerja sistem pendinginan, dapat

disimpulkan bahwa kerusakan pada komponen pompa mengakibatkan penurunan kinerja yang signifikan. Tekanan air laut turun dari 3,2 bar menjadi 2,2 bar, sehingga suhu air laut keluaran meningkat dari 30°C menjadi 38°C. Akibatnya, sistem pendingin tidak mampu bekerja optimal dengan suhu *jacket cooling water* hanya mencapai 67°C (target 58°C) dan suhu *LO cooler* hanya 47°C (target 38°C), yang menyebabkan *overheating* pada mesin induk dan *diesel generator*. Dampak operasionalnya meliputi penurunan kecepatan kapal dari 9-10 knot menjadi 6-7 knot serta perpanjangan waktu bongkar muat dari 67 jam menjadi 90 jam karena *rate cargo oil pump* menurun menjadi 300-350 L/hours. Dengan demikian, penerapan sistem pemeliharaan terjadwal dan pemantauan rutin sangat diperlukan untuk menjamin kelangsungan operasional kapal serta mencegah kerugian teknis. Secara operasional, kondisi ini berpotensi menyebabkan *unplanned downtime*, gangguan jadwal pelayaran, dan bahkan resiko *black out* jika sistem pendinginan permesinan di kapal tidak optimal serta operasional kapal menjadi terganggu.

3. Upaya Optimasi kerusakan bagian-bagian pompa bantu air laut

Upaya optimasi dilakukan melalui pendekatan preventif dan korektif yang sistematis. Berdasarkan hasil pembahasan, dapat disimpulkan bahwa optimasi dan pencegahan kerusakan pompa air laut di kapal sangat bergantung pada penerapan pemeliharaan rutin yang terencana dan sesuai dengan *manual book*. Pemeriksaan serta penggantian komponen utama seperti *impeller*, *wear ring*, *mechanical*

seal, *shaft*, *bushing*, dan *ball bearing* secara berkala terbukti berperan penting dalam menjaga kinerja pompa tetap optimal. Selain itu, kebersihan *strainer* atau *strainer sea chest* harus selalu dijaga agar aliran air laut tidak terhambat dan risiko kavitasi dapat dihindari. Faktor sumber daya manusia juga menjadi aspek penting, di mana pemahaman dan keterampilan kru kapal dalam pengoperasian, perawatan, dan perbaikan pompa sangat memengaruhi keandalan sistem pendingin. Dukungan perencanaan kontinjensi melalui ketersediaan pompa cadangan dan suku cadang penting mampu meminimalkan dampak kerusakan yang tidak terduga, sehingga sistem pendinginan mesin induk tetap berjalan dengan baik dan operasional kapal dapat berlangsung secara aman dan efisien. Langkah kunci meliputi: pemeliharaan rutin sesuai *manual book* (penggantian *mechanical seal* setiap 200 jam, pelumasan *bearing* setiap 2000 jam), pemeriksaan dan pengujian berkala untuk deteksi dini gejala abnormal, pelatihan kompetensi kru dalam prosedur operasi dan perawatan, dan perencanaan kontinjensi dengan ketersediaan suku cadang dan prosedur darurat juga diperlukan untuk meminimalkan dampak gangguan.

4. Pengaruh variabel bebas yang dimediasi kinerja pompa dan mesin induk terhadap operasional kapal

Hasil analisis statistik dengan *SmartPLS* menunjukkan bahwa semua variabel bebas (perawatan dan perbaikan, kondisi lingkungan, sumber daya manusia) berpengaruh signifikan terhadap kinerja pompa (Y_1) dan kinerja mesin induk (Y_2), yang selanjutnya memediasi pengaruhnya terhadap operasional kapal (Y_3). Secara rinci:

- a. Pengaruh perawatan dan perbaikan (X_1) terhadap kinerja pompa (Y_1): positif dan signifikan ($p=0,003$, $t=2,760$).
- b. Pengaruh perawatan dan perbaikan (X_1) terhadap kinerja mesin induk (Y_2): positif dan signifikan ($p=0,019$, $t=2,085$).
- c. Pengaruh kondisi lingkungan (X_2) terhadap kinerja pompa (Y_1): positif dan signifikan ($p=0,008$, $t=2,395$).
- d. Pengaruh kondisi lingkungan (X_2) terhadap kinerja mesin induk (Y_2): positif dan signifikan ($p=0,013$, $t=2,236$).
- e. Pengaruh sumber daya manusia (X_3) terhadap kinerja pompa (Y_1): positif dan signifikan ($p=0,000$, $t=3,916$).
- f. Pengaruh sumber daya manusia (X_3) terhadap kinerja mesin induk (Y_2): positif dan signifikan ($p=0,005$, $t=2,560$).
- g. Pengaruh kinerja pompa (Y_1) terhadap operasional kapal (Y_3): positif dan signifikan ($p=0,001$; $t=3,142$).
- h. Pengaruh kinerja mesin induk (Y_2) terhadap operasional kapal (Y_3): positif dan signifikan ($p=0,000$; $t=6,053$).

Dari hasil tersebut peneliti memberikan kesimpulan bahwa variabel yang berpengaruh paling besar terhadap variabel terikat Y_1 kinerja pompa dan Y_2 kinerja mesin induk adalah variabel X_1 perawatan dan perbaikan pompa karena memperoleh nilai koefisien jalur 0,303 untuk Y_1 dan nilai 0,288 untuk Y_2 dengan nilai *T-statistics* sebesar 2,760 dan nilai *P-value* sebesar 0,003 sesuai dengan tabel 4. 20 tentang *path coefficient*. Hal ini menunjukkan semakin baik kualitas perawatan dan perbaikan pada pompa, maka semakin meningkatkan kinerja pompa secara signifikan. Selain itu,

pengaruh tidak langsung (*indirect effect*) dari variabel X_1 , X_2 , dan X_3 terhadap operasional kapal (Y_3) melalui mediasi Y_1 dan Y_2 juga terbukti signifikan, berikut rinciannya:

- a. Pengaruh perawatan dan perbaikan (X_1) terhadap operasional kapal (Y_3): positif dan signifikan ($p=0,002$, $t=2,930$).
- b. Pengaruh kondisi lingkungan (X_2) terhadap operasional kapal (Y_3): positif dan signifikan ($p=0,002$, $t=2,920$).
- c. Pengaruh sumber daya manusia (X_3) terhadap operasional kapal (Y_1): positif dan signifikan ($p=0,000$, $t=4,248$).

Hal ini menegaskan bahwa kinerja pompa bantu pendingin pendingin air laut dan kinerja mesin induk merupakan faktor yang memediasi pengaruh perawatan, lingkungan, dan SDM terhadap kelancaran operasional kapal secara keseluruhan. Hal ini menunjukkan kinerja pompa dan kinerja mesin induk berperan sebagai variabel mediator penuh dalam hubungan antara variabel bebas dengan operasional kapal. Artinya, peningkatan operasional kapal tidak terjadi secara langsung oleh variabel bebas, tetapi melalui peningkatan kinerja pompa dan kinerja mesin induk terlebih dahulu.

A. Keterbatasan penelitian

Berdasarkan hasil temuan hasil observasi pada praktik laut dan temuan pada penelitian terdahulu, penelitian ini menghadapi beberapa hambatan yang berpotensi mengurangi optimalitas temuan yang diperoleh. Keterbatasan-keterbatasan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan evaluasi dan rujukan untuk studi selanjutnya. Beberapa faktor pembatas dalam penelitian ini antara lain:

1. Durasi pelaksanaan yang singkat pada masa praktik laut turut membatasi pencapaian hasil penelitian secara menyeluruh.
2. Kemampuan peneliti dalam merancang dan menyusun laporan penelitian yang masih perlu pengembangan berdampak pada kualitas akhir penelitian. Oleh karena itu, peningkatan kompetensi peneliti merupakan hal penting guna menghasilkan penelitian yang lebih baik di masa mendatang.
3. Proses pengumpulan data mengalami keterlambatan akibat kesulitan menjangkau responden yang memiliki pemahaman terkait topik penelitian.

B. Saran

Berdasarkan analisis terhadap masalah yang ditemukan selama kegiatan praktik laut di atas kapal MT. Enduro, beserta data observasi yang dikumpulkan, peneliti menyampaikan saran dan masukan sebagai berikut:

1. Berdasarkan faktor penyebab kerusakan pada pompa bantu pendingin air laut, disarankan agar pihak kapal menerapkan sistem pemeliharaan dan perbaikan secara terjadwal dan konsisten sesuai dengan ketentuan dalam *mannual book*, khususnya pada komponen utama seperti *impeller*, *mechanical seal*, *shaft*, *bearing*, dan *strainer sea chest*, guna mencegah terjadinya kavitasi dan keausan. Selain itu, perlu dilakukan pengendalian korosi melalui pemilihan material pompa yang tahan terhadap air laut serta inspeksi berkala terhadap bagian-bagian yang rawan terpapar korosi. Disarankan pula agar peningkatan kompetensi dan pemahaman kru kapal terkait prosedur instalasi, *alignment* pompa dan *electro motor*, serta pengoperasian pompa sesuai standar operasional dilakukan secara

berkelanjutan melalui pelatihan dan pengawasan. Dengan penerapan langkah-langkah tersebut, diharapkan keandalan pompa bantu pendingin air laut dapat terjaga dan operasional kapal dapat berlangsung optimal.

2. Berdasarkan dampak kerusakan pompa bantu pendingin air, disarankan agar pihak kapal meningkatkan pelaksanaan pemeliharaan terjadwal dan pemantauan kondisi pompa secara rutin, khususnya pada komponen utama seperti *impeller*, *casing*, *mechanical seal* dan *shaft*, guna mencegah penurunan tekanan keluar pompa serta ketidaktercapaian putaran *electro motor* sesuai standar. Selain itu, perlu dilakukan pengawasan ketat terhadap kinerja sistem pendinginan diesel generator, termasuk evaluasi *kinerja fresh water cooler* dan *lube oil cooler*, agar suhu kerja mesin tetap berada pada batas aman dan terhindar dari *overheating*. Disarankan pula agar kesiapan sistem pendinginan dan keandalan diesel generator selalu dijaga sebelum kegiatan bongkar muatan, sehingga pengoperasian *cargo oil pump* dapat berlangsung optimal dan keterlambatan bongkar dapat dihindari. Dengan penerapan langkah-langkah tersebut, diharapkan efisiensi operasional kapal dapat terjaga dan gangguan jadwal pelayaran maupun bongkar muatan dapat diminimalkan..
3. Berdasarkan mengenai upaya optimasi dan pencegahan kerusakan pompa air laut di kapal, disarankan agar pihak kapal menerapkan pemeliharaan rutin dan terjadwal secara konsisten sesuai dengan petunjuk *mannual book*, khususnya pada komponen utama seperti *wear ring*, *impeller*, *mechanical seal*, *shaft*, *bushing*, *ball bearing* , serta *strainer sea chest* guna menjaga keandalan sistem pendinginan. Selain itu, perlu dilakukan

peningkatan pemahaman dan keterampilan kru kapal melalui pelatihan dan *toolbox meeting* secara berkala agar pengoperasian, perawatan, dan perbaikan pompa dapat dilakukan sesuai prosedur dan menghindari kesalahan operasional. Disarankan menyiapkan perencanaan kontinjensi yang matang, meliputi ketersediaan pompa cadangan dan suku cadang penting, sehingga apabila terjadi kerusakan mendadak, sistem pendinginan dapat berfungsi dan operasional kapal optimal.

4. Berdasarkan penelitian menunjukkan bahwa variabel perawatan dan perbaikan, kondisi lingkungan, serta sumber daya manusia berpengaruh signifikan terhadap operasional kapal melalui kinerja pompa bantu pendingin air laut dan kinerja mesin induk (mediasi penuh), maka disarankan agar pihak kapal memfokuskan upaya peningkatan operasional pada optimalisasi kinerja pompa dan mesin induk sebagai variabel kunci. Pelaksanaan perawatan dan perbaikan pompa secara terjadwal dan sesuai *manual book* perlu ditingkatkan guna menjaga keandalan sistem pendinginan. Selain itu, pengendalian kondisi lingkungan operasi, seperti kualitas air laut dan kebersihan sistem isap, harus dilakukan secara rutin untuk mendukung kinerja pompa dan mesin induk. Disarankan pula agar perusahaan pelayaran memberikan perhatian lebih pada peningkatan kompetensi dan profesionalisme sumber daya manusia di atas kapal melalui pelatihan teknis dan pengawasan berkelanjutan, sehingga kinerja permesinan dan operasional kapal dapat berjalan secara optimal, aman, dan sesuai jadwal.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, H., Jefri, M., Rozy, F., & Arrasyid, M. (2025). Implementasi dan pelatihan aplikasi p.o.s untuk optimalisasi pengelolaan usaha pada kedai kopi batam. *Jurnal Pengabdian Masyarakat (ABDIMAS)*, 3(2), 36–42.
- Amin, N., Garancang, S., & Abunawas, K. (2023). Konsep Umum Populasi Dan Sampel Dalam Penelitian. *Jurnal Pilar: Jurnal Kajian Islam Kontemporer*, 14(1), 15–31.
- Arifianti, E., Junianto, M., & Paksi, A. (2023). Pengukuran Quality Of Service And Facilities terhadap Customer Satisfaction. *G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan*, 7 (<https://ejournal.uniramalang.ac.id/g-tech/issue/view/151>), 1026–1036. <https://doi.org/https://doi.org/10.33379/gtech.v7i2.2382>
- Aydin, M., Sezer, S., Arici, S., & Akyuz, E. (2024). Predicting human reliability for emergency fire pump operational process on tanker ships utilising fuzzy Bayesian Network Cream modelling. *Ocean Engineering*, 314(November). <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2024.119717>
- Aziz, A., Anwar, S., & Setiawan, A. . (2023). Determinant Analysis Corporate Governance and Csr To Financial. *Jurnal Akunida*, 9 (<https://ojs.unida.info/index.php/JAKD/issue/view/521>), 1–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.30997/jakd.v9i1.7777>
- Billy, M., Kurniawan, D., Sursina, S., & Mudakir, M. (2023). Performance Analysis of Sea waterCooling Pumps on The Smoothness of The Main Engine Cooling System on The Mt. Fail. *International Journal of Advanced Multidisciplinary*, 2(2), 589–594. <https://doi.org/10.38035/ijam.v2i2.308>
- Cabuk, A. S. (2022). Experimental IoT study on fault detection and preventive apparatus using Node-RED ship's main engine cooling water pump motor. *Engineering Failure Analysis*, 138(January), 106310. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2022.106310>
- Chahyono, M., Putri, I., Moejiono, Robbi, S., & Kristiyono, A. (2025). Analisis Kerusakan Impeller Pada Sea waterCooling PumpMesin Induk Yanmar di Kapal Self-Propelled Oil BargeSeroja XXI. *Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)*, 4. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/riggs.v4i2.948>
- Cheng, Z., Liu, H., Hua, R., Dong, L., Ma, Q., & Zhu, J. (2023). Research on Multi-Fault Identification of Marine Vertical Centrifugal Pump Based on Multi-Domain Characteristic Parameters. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/jmse11030551>
- Chybowski, L., Gawdzińska, K., & Laskowski, R. (2019). Assessing the unreliability of systems during the early operation period of a ship-A case study. *Journal of Marine Science and Engineering*, 7(7). <https://doi.org/10.3390/jmse7070213>
- Darwin, M., & Umam, K. (2020). Analisis Indirect Effect pada Structural Equation Modeling. *Nucleus*, 1(2), 50–57. <https://doi.org/10.37010/nuc.v1i2.160>
- Dissnayake, M. (2025). Observational Methods: The Importance Of Observational Methods In The Study Of Human Behaviour. *Journal of Social Sciences (JSS)*, 03(JSS 2025 3(1): 67-83), 67–83. <https://doi.org/DOI:>

- <http://doi.org/10.4038/jssnisd.v3i1.25>
- Dong, L., Chen, Z., Hua, R., Hu, S., Fan, C., & Xiao, xingxin. (2023). Research on diagnosis method of centrifugal pump rotor faults based on IPSO-VMD and RVM. *Nuclear Engineering and Technology*, 55(3), 827–838. <https://doi.org/10.1016/j.net.2022.10.045>
- Duryadi. (2021). *Metode Penelitian Ilmiah. Metode Penelitian Empiris Model Path Analysis dan Analisis Menggunakan SmartPLS* (joseph teguh Santoso (ed.)). yayasan prima agus teknik.
- Embleton, W., & Jackson, L. (1999). *reed's applied mechanics for engineers*. Thomas Reed Publication. London, U.K.
- Fahri, F., Harahap, B., & Suliawati, S. (2025). Analisis Efektivitas Preventive Maintenance dengan Metode Periodic Inspection untuk Meningkatkan Kinerja pada Unit WA800-3. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 3(3), 246–267. <https://doi.org/10.56211/blendsains.v3i3.799>
- Fu, Q., Liu, Y., Zhang, R., Ye, Z., Qin, H., Tao, F., Li, H., & Zhu, R. (2025). Intelligent condition monitoring for the vertical centrifugal pump using multimodal signals and hybrid models. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 242 (May 2024). <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2024.115813>
- Handoko, S., & Sao, M. (2024). Analisis Casing Wear Ring Load Cycle Fatigue pada Sistem Kerja Pompa Sentrifugal ETA-N 100x80-200 di Bengkel Mekanik PEM Akamigas. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro Dan Informatika*, 3(4), 130–139. <https://doi.org/https://doi.org/10.55606/jtmei.v3i4.4465>
- Harington, L., William, G., & Chin, A. (1992). *Marine Engineering*. The Society of Naval Architects And Marine Engineering. New Jersey, U. S. A
- Haris, O., Anwar, S., & Tutupoly, P. (2024). Analisa Kegagalan Rubber Coupling Pada Poros Pompa Air Side Seal Oil Generator Unit 1 PLTU Pelabuhan Ratu. *Jurnal Mema (Jurnal Mesin Dan Manufaktur)*, 1(1), 19–31. <https://memajournal.indiepress.id/index.php/mema/index>
- He, Y., Yao, Y., & Ou, H. (2024). Status Recognition of Marine Centrifugal Pumps Based on a Stacked Sparse Auto-Encoder. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/app14041371>
- Hendrayadi, H., Kustati, M., & Sepriyanti, N. (2023). Mixed Method Research. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 6.
- Hidayat, R., & Anwar, S. (2022). Manajemen Sumber Daya Manusia (Study Kasus: Sekolah Tinggi Ilmu Tarbiyah Qurrota A'yun). *J-STAF: Siddiq, Tabligh, Amanah, Fathonah*, 1(2), 392–401. <https://doi.org/10.62515/staf.v1i2.81>
- Hou, N., Ding, N., Qu, S., Guo, W., Liu, L., Xu, N., Tian, L., Xu, H., Chen, X., Zairi, F., & Lawrence Wu, C.-M. (2022). Failure modes , mechanisms and causes of shafts in mechanical equipment. *Engineering Failure Analysis*. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2022.106216>
- Hunt, E., Junior, G., & Butman, B. (1999). *Modern Marine Engineer's Manual* (Third Edit). Cornell Maritime Press. Maryland, United State of America
- Husen, A. (2023). Strategi Pemasaran Melalui Digital Marketing Campaign Di Toko Mebel Sakinah Karawang. *Jurnal Economina*, 2(6), 1356–1362.

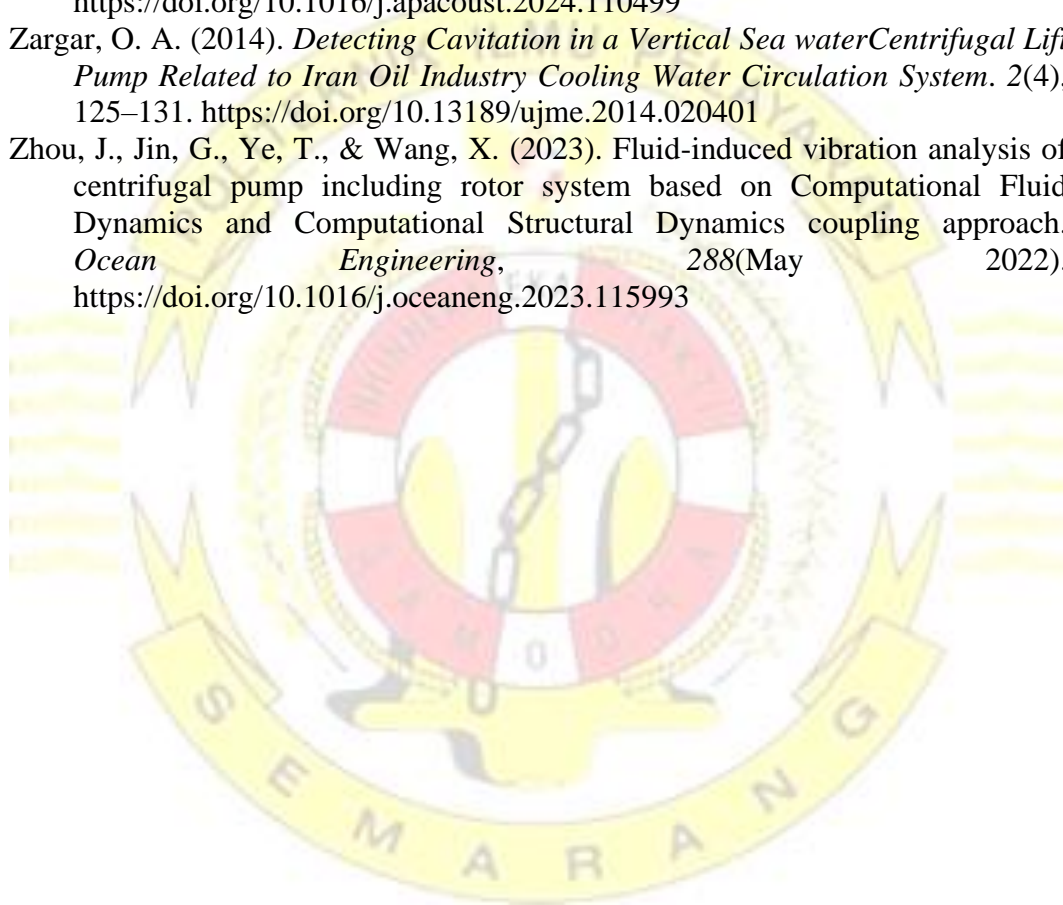
- <https://doi.org/10.55681/economina.v2i6.608>
- Illahi, R., Sarifudin, S., & Erlinda, N. (2023). Analisa Turunnya Kinerja Pompa Air Laut pada Proses Pendinginan Mesin Induk di Kapal KM Surya Pioneer. *Jurnal Cakrawala Bahari*, 6(1), 1–6. [http://jurnal.poltekpelsumar.ac.id/index.php/jcb %0A](http://jurnal.poltekpelsumar.ac.id/index.php/jcb%0A)
- Ingwar, R., Yatno, L., & Kurniawan, M. (2023). Optimalisasi Kinerja *Sea waterService Pump* di Kapal MV. Perkasa. *Jurnal Cakrawala Bahari*, 6, 1–6. <http://jurnal.poltekpelsumar.ac.id/index.php/jcb>
- Inuzula, L., & Bustami, K. (2021). Pemahaman Standar Akuntansi Pemerintah Dan Pemanfaatan Sistem Informasi pengelolaan keuangan Daerah Terhadap Kualitas Laporan Keuangan Pemerintah Daerah Kabupaten Bireuen. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, 23(1), 47–58.
- Irwan, & Adam, K. (2020). Metode Partial Least Square (Pls) Dan Terapannya. *Jurnal Teknosains*, 9 (https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/teknosains/issue/view/301), 53–68. <https://doi.org/https://doi.org/10.24252/teknosains.v9i1.1856>
- Jackson, L., & Morton, T. D. (1985). *General Engineering Knowledge for Marine Engineers*. Thomas Reed Publication Limited. Sunderland, United Kingdom
- Jeon, T., & Lee, Y. (2025). Energy Saving in Ship Central Cooling Systems: IMC-Tuned PID with Feedforward Control. *Journal of Marine Science and Engineering*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/jmse13030510>
- Jiang, L., Du, H., Bu, Y., Zhao, C., Lu, H., & Yan, J. (2024). Deep learning-based multilabel compound-fault diagnosis in centrifugal pumps. *Ocean Engineering*, 314(P1), 119697. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2024.119697>
- Kimera, D., & Nangolo, F. (2020). Predictive maintenance for ballast pumps on ship repair yards via machine learning. *Transportation Engineering*, 2(August), 100020. <https://doi.org/10.1016/j.treng.2020.100020>
- Li, H., Chen, Y., Yang, Y., Wang, S., Bai, L., & Zhou, L. (2023). CFD Simulation of Centrifugal Pump with Different Impeller Blade Trailing Edges. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/jmse11020402>
- Li, H., Yu, Z., Hua, R., Li, C., Guo, C., Liu, H., & Dong, L. (2023). Optimization Research on the Space-V-Type Biomimetic Surface Grooves of a Marine Centrifugal Pump. *Water (Switzerland)*, 15(22), 0–14. <https://doi.org/10.3390/w15224031>
- Liu, M., Tan, L., Zhao, X., Ma, C., & Gou, J. (2024). Theoretical model on transient performance of a centrifugal pump under start-up conditions in pumped-storage system. *Energy*, 299(May), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.131452>
- Lu, J., Chen, Q., Liu, X., Zhu, B., & Yuan, S. (2022). Investigation on pressure fluctuations induced by flow instabilities in a centrifugal pump. *Ocean Engineering*, 258(May), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.111805>
- Lu, Y., Tan, L., Zhao, X., & Ma, C. (2024). Experiment on cavitation-vibration correlation of a centrifugal pump under steady state and start-up conditions in energy storage station. *Journal of Energy Storage*, 83(February).

- <https://doi.org/10.1016/j.est.2024.110763>
- Mahendra, A., Herlambang, S., & Yudianto, P. (2024). Rancang Bangun Sistem Monitoring Kinerja Main Engine Kapal Berbasis IOT. *Globe: Publikasi Ilmu Teknik, Teknologi Kebumihan, Ilmu Perkapalan*, 2(4), 139–159. <https://doi.org/10.61132/globe.v2i4.575>
- Mousavi, J., Khajavian, E., Noorbakhsh Nezhad, A., Mohammadi Z., & Alfantazi, A. (2025). Elucidating the Electrochemical Corrosion of a Water Pump Impeller in an Industrial Cooling System with Zero Liquid Discharge. *Water (Switzerland)*, 17(2). <https://doi.org/10.3390/w17020173>
- Munawir, M., Azwar, A., & Turmizi, T. (2019). Analisa Kegagalan Poros Pompa Sentrifugal Ebara Type 56-GA 4002 A Melalui Evaluasi Pola Patahan Serta Pengujian Kekerasan Dan Metalografi. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 3(2).
- Munifa, Su'un, M., & Zakaria, U. (2024). Karakteristik Perusahaan Dimoderasi Pengungkapan Corporate Social Responsibility Terhadap Nilai Perusahaan (Studi Pada Perusahaan Industri Tambang yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia). *Journal of Management and Business*, 7(1), 680–696. <https://doi.org/https://doi.org/10.37531/sejaman.v6i2.6430>
- Nurhalizah, S., Kholijah, G., & Gusmanely, Z. (2023). Analisis Structural Equation Modeling Partial Least Square pada Kinerja Pegawai PT. Bank Pembangunan Daerah Jambi. *Indonesian Journal of Applied Statistics*, 6(2), 125. <https://doi.org/10.13057/ijas.v6i2.78921>
- Octavia, E., & Rusindiyanto, R. (2025). Preventive Maintenance Planning Using Age Replacement Method for Head Router Machines. *Academia Open*, 10(2), 1–12. <https://doi.org/10.21070/acopen.10.2025.12012>
- Oranga, J. (2025). Mixed Methods Research_ Merits, Applications And Challenges. *International Journal of Social Science (IJSS)*, 5(2), 233–238. <https://doi.org/https://doi.org/10.53625/ijss.v5i2.11034>
- Pinto, G., Lopo, Bilak, E., Tnunay, Laosana, R., Hakim, M., & Bou, W.(2025). Perawatan Kerusakan Impeller Pompa Air Laut Pada Sistem Pendingin. *Blueprint Journal*, 1(3), 95–98.
- Pranowo, I. (2019). sistem dan manajemen pemeliharaan (maintanance: system and management). In T. Yuliyanti (Ed.), *Penerbit Deepublish (Grup Penerbitan CV Budi Utama)*. Deepublish Publisher.
- Prasetyo, D. (2025). Causes of the High Acid PH Numbers of EGCS Exhaust Gas on The Mt. Succes Altair XLII Ship. *Journal of Maritime Research*, 22(3), 380–383. <https://www.jmr.unican.es/jmr/article/download/1446/1108>
- Putri, H. J., & Murhayati, S. (2025). Metode Pengumpulan Data Kualitatif. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 9, 13074–13086.
- Rahayu, D., & Putri, D. (2020). *Metodologi penelitian* (Issue 170404030017).
- Rendon-Macias, M., Villasis-Keever, M., & Miranda-Novales, M. (1981). Descriptive statistics. *Mayo Clinic Proceedings*, 56(1), 47–49. <https://www.revistaalergia.mx>
- Ridwan, M. E. (2020). Pengaruh perawatan pompa air pendingin laut terhadap kerja mesin induk di km. sinabung. *Jurnal Cakrawali Bahari*, 3, 29–33.
- Rofiqoh, I., & Zulhawati. (2020). *Metodologi Penelitian: Kuantitatif, Kualitatif Dan Campuran*. Pustaka Pelajar.
- Sahir, S. (2021). *Metodologi Penelitian* (T. Koryati (ed.)). Penerbit Kbm

Indonesia.

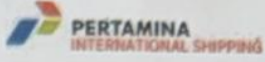
- Santoso, E., Arisyahidin, & Askafi, E. (2021). Pengaruh Financial Satisfaction dan Financial Knowledge terhadap Financial Financial Behavior dengan Locus of Control Sebagai variabel Intervening saat terjadi Wabah Covid-19 pada Pegawai PT. Jasa Tirta Energi. *Jurnal Ilmiah Akuntansi Dan Keuangan*, 4(2), 441–457. <https://doi.org/https://doi.org/10.32670/fairvalue.v4iSpesial%20Issue%202.951>
- Selasdini, V., Sursina, S., & Fariz, H. (2021). the Effect of Late Delivery of Parts Against Ship Operations At Pt. Sumberbumi Global Niaga. *Dinasti International Journal of Education Management And Social Science*, 2(5), 777–784. <https://doi.org/10.31933/dijemss.v2i5.914>
- Silitonga, Marinus, S. P., Anwar, T., Ole, Hendry, A., & Wicaksono, R. (2025). Optimalisasi Pompa Pendingin Air Laut Pada Mainengine Di Kapal Mv. Kintoki Dengan Menggunakan Reratadan Selisih suhu. *Jurnal Matematika Dan Sains Pelayaran*, 1(3(1), 21–35, Mei 2025), 21–35. <https://ojs.pts.my.id/index.php/jmaspel>
- Silveira, N., Meghoe, A., & Tinga, T. (2023). Integration of multiple failure mechanisms in a life assessment method for centrifugal pump impellers. *Advances in Mechanical Engineering*, 15(6), 1–18. <https://doi.org/10.1177/16878132231175755>
- Siregar, A., & Rosmaini, E. (2024). Structural Equation Modeling Partial Least Square Pada Analisis Faktor Kualitas Pelayanan Perpustakaan Berdasarkan Persepsi Mahasiswa. *Leibniz: Jurnal Matematika*, 4, 1–11.
- Smit, K., Bernard, A., Lombard, A., & Sink, K. (2021). Assessing marine ecosystem condition: A review to support indicator choice and framework development. *Ecological Indicators*, 121(107148). <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107148>
- Su, X., Xu, Q., Yang, C., Dai, X., & Guo, L. (2025). Investigation of the split vane impeller on the gas–liquid performance and energy loss mechanism in a centrifugal pump. *Nuclear Engineering and Design*, 433(28). <https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2025.113828>
- Sugiyono. (2013). *Metode penelitian Kuantitatif Kualitatif dan RnD*. Alfabeta. www.cvalfabeta.com
- Sugiyono. (2023). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sugiyono, & Setiyawami. (2022). *Metode Penelitian Sumber Daya Manusia (kuantitatif, kualitatif dan studi kasus)* (A. Nuryanto (ed.)). Alfabeta.
- Suryanto, D. (2022). The Effect of Leadership And Motivation On Employee Performance At Pt. Selago Makmur Plantation Palm Factory Unit Incari Raya Group. *INVEST : Jurnal Inovasi Bisnis Dan Akuntansi*, 3(1), 108–118. [http://journal.al-matani.com/index.php/invest/index %0A](http://journal.al-matani.com/index.php/invest/index%0A)
- Taylor, D. (1983). *Introdruction to Marine Engineering*. British Library Cataloguing in Publication Data. United Kingdom
- Wasiran, W., Yudisworo, W., & Prihastuty, E. (2022). Performance Testing of Centrifugal Pump. *Mestro Jurnal Ilmiah*, 4(02). <https://jurnal.publikasi-untagcirebon.ac.id/>
- Wei, Z., Tang, Y., Chen, L., Zhang, H., & Li, F. (2023). Fast prediction of the

- performance of the centrifugal pump based on reduced-order model. *Energy Reports*, 9, 51–64. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.02.068>
- Yadeta, L., Lemu, H., & Tadese, A. (2025). Fluid structure interaction induced fatigue stress analysis of multi-stage centrifugal water pump shaft under varying load condition. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 47(8), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s40430-025-05703-w>
- Yang, S., Liu, Y., Shao, C., & Zhou, J. (2025). Study on the characteristics of internal and external sound fields in centrifugal pumps under cavitation induced monopole and dipole sound sources. *Applied Acoustics*, 231(December 2024), 110499. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2024.110499>
- Zargar, O. A. (2014). *Detecting Cavitation in a Vertical Sea water Centrifugal Lift Pump Related to Iran Oil Industry Cooling Water Circulation System*. 2(4), 125–131. <https://doi.org/10.13189/ujme.2014.020401>
- Zhou, J., Jin, G., Ye, T., & Wang, X. (2023). Fluid-induced vibration analysis of centrifugal pump including rotor system based on Computational Fluid Dynamics and Computational Structural Dynamics coupling approach. *Ocean Engineering*, 288(May 2022). <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2023.115993>



LAMPIRAN


Lampiran 1 *Ship's Particular*



MT. ENDURO


SHIP PARTICULARS

CALL SIGN	PMHP
IMO NUMBER	8808513
MMSI NO.	525008051
VESSEL TYPE	WHITE PRODUCT TANKER
HULL NO.	-
OWNER	PT PERTAMINA INTERNATIONAL SHIPPING
BUILDER	JOZO LOZOVINA MOSOR SHIPYARD, TROGIR, CROATIA
Year Of Built	1990
Port Registry	JAKARTA
FLAG	INDONESIA
CLASS	BKI




VESSEL DETAILS

CLASS NOTATION	+ 100 A1 OIL AND CHEMICAL TANKER (Caustic Soda Only)	
SPEED	SERVICE SPEED	10 KNOT
DIMENSION	LOA	175.75 m
	LBP	168.65 m
	BREADTH MOULDED	31.974 m
	DEPTH MOULDED	15.076 m
	HEIGHT (Maximum)	17.110 m
	MAX DRAFT (Summer)	11.202 m
TONNAGE	GROSS TONNAGE	22607 T
	NET TONNAGE	13115 T
WEIGHT	LIGHTSHIP	12808 T
	DEADWEIGHT	40374 T
CAPACITIES	CARGO TANK CAPACITY	43579.91 M ³
PUMPS	CARGO PUMP	4 x 1000 M ³ /H
	STRIPPING PUMP	1 x 350 M ³ /H
	RAI JAST PUMP	2 x 850 M ³ /H
MAIN ENGINE (1 Unit)	MAKER	B&W
	TYPE	5L60 MC
	ENGINE POWER	10400BHP/7650 KW@111RPM
AUXILIARY ENGINE (3 Unit)	MAKER	B&W
	TYPE	6T23LH4 Electrical Gen
	RATE OUTPUT	730 KPA
PROPELLER	TYPE	Right Handed, 4 Blade, Pitch
	DIAMETER X MEAN PITCH	6150 mm x 4250 mm
CREW	COMPLIMENT	26 Persons



Lampiran 2 Crew list

	PT PERTAMINA TRANS KONTINENTAL		FORM 503	
	CREW LIST		Page	1 of 1
Prepared: LPSQ/DPA	Approved: Director of Fleet Management		Revision: 0	Date: 15.06.21

Ship: MT ENDURO		Port of Registry: JAKARTA		Arrival <input type="checkbox"/> Departure <input type="checkbox"/> (Please tick as appropriate)			
Port: BALIKPAPAN		Port arrived from:			Date: 04 Oktober 2024		
No	Family name, given name	Rank / Rating	NP	Nationality	Date of birth	Passport No.	Date signed on
1	Deby Maradona Palele	Master	749361	Indonesia	29-Dec-1979	C 2876477	04.08.2024
2	Ervantoro Aminuddin I.	Chief Officer	752267	Indonesia	23-Mar-1986	E 2598450	08.05.2024
3	Panji Pratama	2nd Officer	88026643	Indonesia	19-May-1989	C 7931767	12.09.2024
4	Nobertus Lebang Bassi	3rd Officer	12137487	Indonesia	06-Nov-1991	C 7793773	25.08.2024
5	Muhammad Rafli Nuril Hariyanto	Trainee Officer	12137028	Indonesia	15-Sep-2000	C 9969710	25.08.2024
6	Suyanto	Chief Engineer	752603	Indonesia	14-Feb-1975	C 5349316	12.06.2024
7	Sjachrial Ashari Arief	2nd Engineer	12137358	Indonesia	16-Mar-1973	C 8940514	04.08.2024
8	Didit Septiawan	3rd Engineer	12137109	Indonesia	22-Sep-1989	E 4322320	12.06.2024
9	Rachmad Kresnandito I.	4th Engineer	12137110	Indonesia	23-Jan-1993	E 0841103	06.06.2024
10	Muhamad Musa R.	Trainee Engineer	12137210	Indonesia	19-Nov-1995	C 6460541	13.07.2024
11	Edward	Electrician	750050	Indonesia	21-Jun-1981	C 7793404	04.08.2024
12	Abbas	Boatswain	12137371	Indonesia	30-Dec-1970	E 1799766	04.08.2024
13	Hartawan	Pumpman	12137671	Indonesia	24-mar-1985	X 1017926	04.10.2024
14	Rajlman	Able Seaman	12137488	Indonesia	7-Nov-1986	C 8674613	25.08.2024
15	Husnul Yaqin	Able Seaman	12135930	Indonesia	01-Jan-1981	E 1087847	04.08.2024
16	Jemi Yohanes Muskanan	Able Seaman	12137112	Indonesia	13-May-1986	C 9663063	06.06.2024
17	Angra Triandi	Ordinary Seaman	12137726	Indonesia	14-Agt-1987	E 5591728	04.10.2024
18	Muammar Dawali	Ordinary Seaman	12137673	Indonesia	10-Sept-1985	E 0786003	04.10.2024
19	Surip Sujimat	Fitter	12137111	Indonesia	19-Jun-1970	E 4333938	06.06.2024
20	Rochmat Wahyudin	Oiler	12137669	Indonesia	28-Jun-1983	C 7793367	04.10.2024
21	Zakarias Pietersz	Oiler	12136929	Indonesia	28-Nov-1971	C 7792843	08.05.2024
22	Bambang Komaruddin	Oiler	12137365	Indonesia	30-Jun-1985	E 2076280	04.08.2024
23	Dawam Falah	Cook	12137113	Indonesia	30-Sep-1994	C 9464212	06.06.2024
24	Muh Ivan	Messboy	12137366	Indonesia	26-Jan-2001	C 7385613	04.08.2024
25	Mohamad Khresna Banyu	Deck Cadet	20230238	Indonesia	02-Mar-2001	E 5102621	22.02.2024
26	Zulfan Alif Firdaus	Engine Cadet	20230106	Indonesia	12-Mar-2003	E 2860442	14.09.2023

Master




Capt. Deby Maradona Palele

Lampiran 3 Spesifikasi pompa

Lampiran

1

BA. 215A/F303A3/IX/2024

		CGC125R-V048-AAN-B14J1-CNB		Technical Datasheets	
		Centrifugal Pump and Electric Motor		Page 1	of 2
Sign: CY	Date: 15-10-2016				
Customer	: PT. Wartsila Indonesia				
Quote/Order No	: R16-149 rev 01 / 40803685				
Hull No.	: 201 - MT. ENDURO				
Vessel Type	: 40439 DWT Product Tanker	Customer Ref	: 4503570750		
No. 1. General SW pump (PAAG280207)			Quantity: 1		
Type	: Single suction, single stage, radially split, vertical inline centrifugal pump				
Model	: CGC125R-V048-AAN-B14J1-CNB				
Weight (w/o motor)	: 165	kg			
Fluid/Density/Temp	: Sea Water (32°C) / 1025.00 kg/m ³ / 32 C		Serial No.	: 10S00796 - 10S00796	
PERFORMANCE DATA					
Flowrate	: 176	m ³ /h	Pump Total Head	: 20	m
Speed	: 1737	RPM	Inlet Total Head	: 0	m
Power	: 13.3	kW	Outlet Total Head	: 20	m
Min. Driver Rating	: 14	kW	NPSHr	: 5.6	m
MATERIALS					
Casing	: A - Ni Al Bronze	Seal Face	: C - Carbon Ceramic		
Impeller	: A - Ni Al Bronze	O-Ring	: N - Nitrile		
Shaft	: Stainless Steel - AISI 329	Wear Ring	: B - Bronze		
TECHNICAL SPECIFICATION					
Shaft Seal	: Mechanical				
Bearing	: Grease lubricated ball bearing.				
Coating	: Standard Coating - RAL5015				
Priming System	: None selected.				
Accessories	: Gauge board with 63 mm gauges mounted on pump.				
PUMP TEST AND DOCUMENTATION					
Description	: Enclosed	Outline Drawing	: SU03396		
Performance Curve	: Enclosed	Sectional Drawing	: SUS2487		
Certificate	: ABS	Material List	: SUS3685		
Pump Test	: Performance test in accordance with ISO 9906 Grade 2. Hydrostatic pressure test to 1.5 times pump delivery pressure against closed discharge valve. Additional class society certificate(s) as listed above.				
ELECTRIC MOTOR 300 x 46 x 110					
Mfg	: IEC standard		Type	: TEFC	
Model	: TEFC-180M		Weight	: 160	kg
Insulation Class	: F		Speed	: 1737	RPM
Temperature Rise	: F		Mounting Type	: A-V1	
Protection	: IP55 (standard)		Power Supply	: 440V/3Ph/60Hz	
Service Factor	: 1.0		Cable Glands	: Included	
Rated Power Output	: 20.4	kW	Thermistor	: --	
In	: 31.21	A	SPM Nipple	: --	
Is	: 211.6	A	Heating	: --	
Starting Method	: DOL		Certificate	: MC	

Lampiran 4 Dokumentasi kerja



Gambar 5. 1. aA *overhaul* pompa B. Pemasangan instalasi pompa



Gambar 5. 1. C. Pemeriksaan pompa D. pemeriksaan bagian-bagian pompa



Gambar 5. 1. E. perbaikan bagian pompa F. *pembersihan sea chest*

Lampiran 5 Transkrip wawancara

Berikut catatan hasil wawancara Peneliti dengan KKM di MT. Enduro yang dilaksanakan pada saat peneliti melaksanakan praktik laut.

Peneliti/Engine Cadet : Zulfan Alif Firdaus

KKM : Suyanto

Tempat, Tanggal : *Engine Control Room*, 19 Desember 2023

Peneliti : “Permisi Chief, ijin bertanya untuk kejadian waktu pompa yang terdengar berisik dan bergetar kencang kemarin, Apakah disebabkan kurangnya pengecekan pada pompa tersebut??”

KKM : “Iya, benar. Kurangnya pemeriksaan pada bagian – bagian pompa kemarin yang sudah melebihi *running hours* pompa tersebut dan *mechanical seal* pada pompa tersebut mengalami kerusakan.”

Peneliti : “Ketika itu terjadi langkah awal yang tepat untuk dilakukan apa Chief?”

KKM : “Langkah yang tepat adalah menyalakan pompa cadangan untuk memenuhi sistem pendingin di atas kapal. Setelah itu, *turn off* pompa yang akan diperiksa. Lakukan pemeriksaan adanya kebocoran dari dalam pompa keluar melewati sela – sela poros pompa.”

Peneliti : “Kebocoran air laut tersebut disebabkan oleh apa Chief dan apa dampak yang ditimbulkan?”

KKM : “Kebocoran tersebut disebabkan oleh *mechanical seal* yang rusak sehingga kebocoran terjadi lewat rumah *bearing* dan keluar lewat sela – sela poros pompa. Dampak yang terjadi adalah penurunan tekanan keluar pompa dan bisa merusak bagian – bagian pompa yang lain.”

Peneliti : “Siap terimakasih atas informasinya chief”

KKM : “Sama – sama zul. Kamu calon perwira, harus peka sama kondisi permesinan dan tanggap jangan tunggu rusak serta biasakan deteksi sejak dini”

Berikut catatan hasil wawancara Peneliti dengan Masinis 4 di MT.

Enduro yang dilaksanakan pada saat peneliti melaksanakan praktik laut.

Peneliti/Engine Cadet : Zulfan Alif Firdaus

Masinis 4 : Rachmad Kresnandito I.

Tempat, Tanggal : *Engine Control Room*, 30 Agustus 2024

Peneliti : “Ijin bas, untuk penurunan tekanan keluar pada pompa kemarin disebabkan oleh apa bas??”

Masinis 4 : Penurunan tekanan keluar pada pompa itu setelah dilakukan pemeriksaan kemarin yaitu, blade impeller mengalami korosi dan wear ring aus karena jam kerja yang melebihi batas,”

Peneliti : Gejala awal pada bagian pompa tersebut apa bas?

- Masinis 4 : Gejala awalnya disebabkan karena *mechanical seal* mengalami kerusakan sehingga air laut masuk kedalam rumah *bearing* . Semakin lama membuat *bearing* menjadi aus dan shaft berputar tidak sesuai dengan porosnya. Hal ini menyebabkan getaran terjadi didalam pompa dan masuknya oksigen kedalam pompa tersebut yang menyebabkan korosi pada impeller.
- Peneliti : Apakah kerusakan salah satu bagian pompa dapat menyebabkan kerusakan pada bagian lainnya bas?
- Masinis 4 : Iya benar. Karena itu perlu pemeriksaan yang rutin pada pompa dan memperhatikan *running hours* pompa agar permasalahan pompa dapat dideteksi secepat mungkin.
- Peneliti : Lalu apa saja yang harus diperhatikan dalam melakukan pemeliharaan bas?
- Masinis 4 : Pemeliharaan bisa dilakukan dengan pembersihan *sea chest* karena *strainer sea chest* yang kotor bisa menyebabkan kinerja pompa menurun. Pemasangan instalasi pompa harus sesuai dengan memperhatikan *mannual book*. Contohnya pemasangan kopling pompa yang menghubungkan antara shaft pompa dengan electro motor harus sesuai dengan ukurannya.
- Peneliti : Terima kasih bas, atas informasinya.
- Masinis 4 : Siap zul, lanjut terus belajarnya karena pengalaman di kapal adalah guru paling keras.

Lampiran 6 Hasil Uji *SmartPLS*

Outer Loading

	X1 Perawatan Dan Perbaikan	X2 Kondisi Lingkungan	X3 Sumber Daya Manusia	Y1 Kinerja Pompa	Y2 Kinerja Mesin Induk	Y3 Operasional Kapal
X1.1	0,899					
X1.2	0,801					
X1.3	0,762					
X1.4	0,705					
X1.5	0,760					
X2.1		0,923				
X2.2		0,760				
X2.3		0,836				
X2.4		0,769				
X2.5		0,789				
X3.1			0,937			
X3.2			0,787			
X3.3			0,776			
X3.4			0,772			
X3.5			0,796			
Y1.1				0,939		
Y1.2				0,756		
Y1.3				0,760		
Y1.4				0,795		
Y1.5				0,770		
Y2.1					0,938	
Y2.2					0,780	
Y2.3					0,758	
Y2.4					0,837	
Y2.5					0,761	
Y3.1						0,931
Y3.2						0,760
Y3.3						0,849
Y3.4						0,789
Y3.5						0,737

Uji Reliabilitas dan AVE

	Cronbach's Alpha	Composite Reliability	Average Variance Extracted (AVE)
X1 Perawatan Dan Perbaikan	0,847	0,891	0,621
X2 Kondisi Lingkungan	0,875	0,909	0,669
X3 Sumber Daya Manusia	0,874	0,908	0,666
Y1 Kinerja Pompa	0,864	0,903	0,651
Y2 Kinerja Mesin Induk	0,875	0,909	0,668
Y3 Operasional Kapal	0,873	0,908	0,666

Cross Loading

	X1 Perawatan Dan Perbaikan	X2 Kondisi Lingkungan	X3 Sumber Daya Manusia	Y1 Kinerja Pompa	Y2 Kinerja Mesin Induk	Y3 Operasional Kapal
X1.1	0,899	0,498	0,142	0,596	0,445	0,518
X1.2	0,801	0,326	-0,016	0,261	0,271	0,256
X1.3	0,762	0,422	-0,018	0,325	0,470	0,512
X1.4	0,705	0,336	0,265	0,414	0,400	0,395
X1.5	0,760	0,452	-0,018	0,313	0,326	0,371
X2.1	0,560	0,923	0,398	0,668	0,586	0,624
X2.2	0,460	0,760	0,366	0,574	0,576	0,582
X2.3	0,289	0,836	0,327	0,510	0,515	0,555
X2.4	0,294	0,769	0,289	0,404	0,384	0,340
X2.5	0,499	0,789	0,258	0,445	0,468	0,448
X3.1	0,122	0,408	0,937	0,633	0,504	0,498
X3.2	-0,025	0,281	0,787	0,320	0,311	0,254
X3.3	0,054	0,298	0,776	0,542	0,381	0,384
X3.4	0,040	0,220	0,772	0,421	0,400	0,244
X3.5	0,196	0,415	0,796	0,493	0,529	0,455
Y1.1	0,535	0,629	0,600	0,939	0,522	0,633
Y1.2	0,306	0,377	0,453	0,756	0,372	0,478
Y1.3	0,166	0,442	0,604	0,760	0,284	0,365
Y1.4	0,424	0,572	0,456	0,795	0,566	0,604
Y1.5	0,567	0,563	0,359	0,770	0,538	0,532
Y2.1	0,511	0,645	0,539	0,586	0,938	0,777
Y2.2	0,379	0,378	0,326	0,369	0,780	0,509
Y2.3	0,342	0,539	0,558	0,617	0,758	0,672
Y2.4	0,433	0,418	0,283	0,374	0,837	0,531

Y2.5	0,363	0,533	0,402	0,338	0,761	0,526
Y3.1	0,563	0,689	0,529	0,745	0,759	0,931
Y3.2	0,472	0,417	0,208	0,404	0,476	0,760
Y3.3	0,390	0,532	0,395	0,444	0,641	0,849
Y3.4	0,452	0,453	0,264	0,457	0,552	0,789
Y3.5	0,324	0,461	0,438	0,557	0,599	0,737

VIF

	Y1 Kinerja Pompa	Y2 Kinerja Mesin Induk	Y3 Operasional Kapal
X1 Perawatan Dan Perbaikan	1,407	1,407	
X2 Kondisi Lingkungan	1,668	1,668	
X3 Sumber Daya Manusia	1,222	1,222	
Y1 Kinerja Pompa			1,501
Y2 Kinerja Mesin Induk			1,501
Y3 Operasional Kapal			

Outer weight

	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Standard Deviation (STDEV)	T Statistics (O/STDEV)	P Values
X1.1 <- X1 Perawatan Dan Perbaikan	0,899	0,899	0,038	23,503	0,000
X1.2 <- X1 Perawatan Dan Perbaikan	0,801	0,792	0,069	11,620	0,000
X1.3 <- X1 Perawatan Dan Perbaikan	0,762	0,753	0,077	9,836	0,000
X1.4 <- X1 Perawatan Dan Perbaikan	0,705	0,703	0,073	9,650	0,000
X1.5 <- X1 Perawatan Dan Perbaikan	0,760	0,758	0,068	11,192	0,000
X2.1 <- X2 Kondisi Lingkungan_	0,923	0,922	0,020	47,257	0,000
X2.2 <- X2 Kondisi Lingkungan_	0,760	0,761	0,058	13,043	0,000
X2.3 <- X2 Kondisi Lingkungan_	0,836	0,833	0,036	23,339	0,000
X2.4 <- X2 Kondisi Lingkungan_	0,769	0,763	0,063	12,249	0,000

X2.5 <- X2 Kondisi Lingkungan	0,789	0,781	0,059	13,427	0,000
X3.1 <- X3 Sumber Daya Manusia	0,937	0,935	0,017	54,042	0,000
X3.2 <- X3 Sumber Daya Manusia	0,787	0,782	0,066	11,869	0,000
X3.3 <- X3 Sumber Daya Manusia	0,776	0,773	0,056	13,900	0,000
X3.4 <- X3 Sumber Daya Manusia	0,772	0,771	0,058	13,408	0,000
X3.5 <- X3 Sumber Daya Manusia	0,796	0,792	0,055	14,494	0,000
Y1.1 <- Y1 Kinerja Pompa	0,939	0,936	0,018	53,348	0,000
Y1.2 <- Y1 Kinerja Pompa	0,756	0,752	0,073	10,420	0,000
Y1.3 <- Y1 Kinerja Pompa	0,760	0,754	0,063	12,004	0,000
Y1.4 <- Y1 Kinerja Pompa	0,795	0,793	0,055	14,358	0,000
Y1.5 <- Y1 Kinerja Pompa	0,770	0,767	0,059	12,983	0,000
Y2.1 <- Y2 Kinerja Mesin Induk	0,938	0,937	0,014	69,014	0,000
Y2.2 <- Y2 Kinerja Mesin Induk	0,780	0,778	0,051	15,306	0,000
Y2.3 <- Y2 Kinerja Mesin Induk	0,758	0,757	0,055	13,907	0,000
Y2.4 <- Y2 Kinerja Mesin Induk	0,837	0,838	0,043	19,327	0,000
Y2.5 <- Y2 Kinerja Mesin Induk	0,761	0,757	0,057	13,260	0,000
Y3.1 <- Y3 Operasional Kapal	0,931	0,928	0,021	43,338	0,000
Y3.2 <- Y3 Operasional Kapal	0,760	0,751	0,079	9,566	0,000
Y3.3 <- Y3 Operasional Kapal	0,849	0,846	0,047	18,027	0,000
Y3.4 <- Y3 Operasional Kapal	0,789	0,782	0,064	12,278	0,000

Y3.5 <- Y3 Operasional Kapal	0,737	0,728	0,072	10,177	0,000

R-Square

	R Square	R Square Adjusted
Y1 Kinerja Pompa	0,631	0,605
Y2 Kinerja Mesin Induk	0,547	0,515
Y3 Operasional Kapal	0,645	0,628

F-Square

	Y1 Kinerja Pompa	Y2 Kinerja Mesin Induk	Y3 Operasional Kapal
X1 Perawatan Dan Perbaikan	0,177	0,130	
X2 Kondisi Lingkungan	0,154	0,143	
X3 Sumber Daya Manusia	0,452	0,246	
Y1 Kinerja Pompa			0,209
Y2 Kinerja Mesin Induk			0,593
Y3 Operasional Kapal			

Q-Square

	SSO	SSE	Q ² (=1-SSE/SSO)
X1 Perawatan Dan Perbaikan	230,000	230,000	
X2 Kondisi Lingkungan	230,000	230,000	
X3 Sumber Daya Manusia	230,000	230,000	
Y1 Kinerja Pompa	230,000	142,707	0,380
Y2 Kinerja Mesin Induk	230,000	154,444	0,329
Y3 Operasional Kapal	230,000	140,053	0,391

Path Coefisien/uji hipotesis

	Original Sample (O)	Sample Mean (M)	Standard Deviation (STDEV)	T Statistics (O/STDEV)	P Values
X1 Perawatan Dan Perbaikan -> Y1 Kinerja Pompa	0,303	0,301	0,110	2,760	0,003
X1 Perawatan Dan Perbaikan -> Y2 Kinerja Mesin Induk	0,288	0,291	0,138	2,085	0,019
X2 Kondisi Lingkungan	0,308	0,319	0,128	2,395	0,008

-> Y1 Kinerja Pompa					
X2 Kondisi Lingkungan -> Y2 Kinerja Mesin Induk	0,328	0,326	0,147	2,236	0,013
X3 Sumber Daya Manusia -> Y1 Kinerja Pompa	0,451	0,442	0,115	3,916	0,000
X3 Sumber Daya Manusia -> Y2 Kinerja Mesin Induk	0,369	0,371	0,144	2,560	0,005
Y1 Kinerja Pompa -> Y3 Operasional Kapal	0,334	0,335	0,106	3,142	0,001
Y2 Kinerja Mesin Induk -> Y3 Operasional Kapal	0,562	0,563	0,093	6,053	0,000



Lampiran 7 Hasil Kuesioner

N O	NAMA	TINGK AT	X1. 1	X1. 2	X1. 3	X1. 4	X1. 5	X2. 1	X2. 2	X2. 3	X2. 4	X2. 5	X3. 1	X3. 2	X3. 3	X3. 4	X3. 5	Y1. 1	Y1. 2	Y1. 3	Y1. 4	Y1. 5	Y2. 1	Y2. 2	Y2. 3	Y2. 4	Y2. 5	Y3. 1	Y3. 2	Y3. 3	Y3. 4	Y3. 5	
1	MULYADI	PASIS ATT I	2	2	3	3	1	3	3	4	4	2	3	3	2	2	3	3	3	4	4	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	4	
2	RENALDI FERDIANSAH	PASIS ATT I	3	3	3	2	2	4	3	3	3	3	3	3	4	3	2	4	3	3	3	3	3	3	4	3	2	4	4	4	4	3	
3	ARDHY SETIAWAN	PASIS ATT I	2	1	3	2	1	3	4	4	4	2	3	3	4	3	3	3	4	4	4	4	2	3	2	4	3	3	3	3	3	4	3
4	ANGGARIDU WAN	PASIS ATT I	3	3	4	3	2	3	3	4	4	4	3	3	4	2	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4	2	3	4	4	4	4	3
5	ACHMAD FAJAR RABBUL	PASIS ATT I	3	2	4	4	3	4	3	3	3	4	3	3	2	2	4	4	3	3	3	3	4	3	3	2	2	4	4	4	4	4	3
6	SUGIK WIDODO	PASIS ATT I	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4
7	PRANOWO	PASIS ATT I	2	2	3	1	2	2	3	2	2	3	2	2	2	1	1	2	3	2	2	2	3	2	2	2	1	1	3	3	3	4	2
8	AGUS SANTOSO	PASIS ATT I	2	3	2	3	1	1	2	1	1	1	2	2	2	3	1	1	2	1	1	1	1	2	3	2	3	1	2	2	2	2	2
9	AHMAD SHOLIQU N	PASIS ATT I	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	2	2	3	2	1	4	4	4	3	3	2	1	3	2	1	3	3	3	4	4	
10	SAMBANG PRAKOSO	PASIS ATT I	3	3	4	4	3	2	3	2	3	1	2	2	2	2	3	2	3	2	3	1	2	1	2	2	3	3	3	3	4	4	
11	DEDE SUHERMAN	PASIS ATT I	4	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	
12	TIMOTIUS DIAN KARTIKO	PASIS ATT I	3	2	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4
13	RIDHO DATA ALAMSYAH	PASIS ATT I	4	4	4	3	3	3	4	2	4	2	3	3	4	3	3	3	4	2	4	2	3	2	4	3	3	4	4	4	4	4	3
14	FAHRI RAMADHAN	PASIS ATT I	2	1	3	2	1	2	3	2	2	1	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	1	2	3	2	2	3	3	3	3	2	2
15	SAMSUDIN NUR HIDAYAT	PASIS ATT I	1	1	2	2	1	2	3	2	2	1	4	4	3	4	4	2	3	2	2	2	1	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4
16	SANI FITRA AKHMADI	PASIS ATT I	3	4	2	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	2	4	4	3	3	4	3	4	4	3	2	4	4	4	3	3	

17	UNTUNG MUGI LAKSONO	PASIS ATT I	4	4	4	4	3	3	3	4	2	4	3	4	3	4	4	3	3	4	2	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	
18	ARWIN APRIADI	PASIS ATT I	1	1	1	2	1	2	2	3	1	3	3	2	4	2	3	2	2	3	1	3	3	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
19	YOGATAMA ARYO BIMO	PASIS ATT I	2	1	1	3	2	3	3	4	3	2	3	4	4	4	3	3	3	4	3	2	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	
20	ARYA PUTRA HADINATA	PASIS ATT I	3	2	2	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	3	
21	SANI FITRA AKHMADI	PASIS ATT I	4	3	3	4	3	4	4	4	3	4	3	2	3	4	4	4	4	4	3	4	3	2	3	4	4	4	4	3	3	4	3	4	3	
22	NOVI WIDIARTO	PASIS ATT I	4	4	3	3	3	3	4	3	2	4	4	3	3	3	3	3	4	3	2	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	4	4	4	3	
23	TRİYONO	PASIS ATT I	4	3	4	3	3	3	2	4	4	4	4	4	4	3	4	3	2	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4
24	MUHAMAD WAHADIAH	PASIS ATT I	3	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	
25	ROISUL FATA	PASIS ATT II	4	4	4	3	4	4	3	3	3	4	3	3	3	2	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	
26	KURNIAWAN CANDRA SAPUTRA	PASIS ATT II	2	3	2	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	1	
27	TIO ABDI NUGROHO	PASIS ATT II	3	4	4	4	2	2	3	1	2	1	3	2	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	3	2	2	3	3	2	3	3	
28	SHOLIKIN YUNIARTO	PASIS ATT II	4	4	4	3	4	2	2	1	1	3	2	1	2	2	2	3	3	2	3	2	3	4	2	4	2	3	4	3	4	3	4	3	4	2
29	PUGUH ESTU WICAKSONO	PASIS ATT II	3	2	4	2	3	3	4	3	4	4	2	2	2	3	2	3	2	2	4	4	4	4	3	4	4	3	2	4	2	4	2	4	4	
30	MUHAMMAD ARQAM AL GHEFARI	PASIS ATT II	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	3	4	2	4	3	3	3	4	2	3	1	2	2	2	2	2	2	3	3	1	3	3	3	
31	ULUL ADLHA PELANI	PASIS ATT II	3	3	3	4	2	2	2	1	2	1	2	3	2	1	3	2	2	3	2	3	2	2	3	1	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3
32	OKY SETYO BUDI UTOMO	PASIS ATT II	2	1	2	3	3	1	2	1	1	1	3	2	4	3	2	3	3	2	3	2	2	2	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	3	

33	REGAN PRIANGGO DIGDO	PASIS ATT II	3	3	3	4	4	3	2	3	4	4	1	2	1	2	1	2	2	2	1	2	2	1	1	2	3	1	2	1	2	2
34	REVAN YAYAN ARDIANTA	PASIS ATT II	2	3	3	2	3	2	3	1	2	3	2	3	2	3	3	2	1	2	1	1	1	2	1	1	2	2	3	3	2	1
35	WAHYU SANTOSO	PASIS ATT II	2	3	1	2	3	2	1	2	2	1	2	3	2	2	1	1	2	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2
36	SARIF HENDY SETYAWAN	PASIS ATT II	4	2	3	2	3	3	4	2	2	3	3	2	3	3	4	4	4	4	3	4	2	3	2	3	3	3	4	2	2	3
37	KHOIRUL ANAM	PASIS ATT II	3	3	4	2	4	4	3	4	3	4	2	1	1	1	2	2	1	1	3	3	3	4	2	4	4	3	4	4	3	3
38	KOKOK DIANTORO	PASIS ATT II	4	2	2	1	3	2	2	2	1	1	2	1	2	2	1	3	3	3	2	4	2	2	1	3	1	3	2	3	4	2
39	LAODE MARDIANSY AH	PASIS ATT II	4	4	4	3	4	3	4	3	2	3	2	2	1	3	3	3	2	2	2	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4
40	NORMAN DEWANTO	PASIS ATT II	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	3	3	2
41	VINSENSIUS YOGA ADIWIYANA	PASIS ATT II	4	3	2	4	3	3	3	3	2	3	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3	2	4	3	2	4	3	3	3	3
42	PRILO AGUNG PRIBADI	PASIS ATT II	1	1	2	1	2	2	2	2	3	3	2	3	3	2	3	1	1	2	1	1	1	2	1	2	2	1	1	2	2	1
43	WADAINAS AULIA RAMADHANI	PASIS ATT II	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	2	3	1	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3
44	YOGA DWI LESMANA	PASIS ATT II	3	2	2	3	1	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	4	4	3	2	2	3	1	1	3	2	2	2	3
45	BAGUS TRI PRAKOSA	PASIS ATT I	2	2	1	1	1	3	2	2	2	2	4	4	3	4	4	3	3	4	2	2	2	1	1	1	3	2	2	3	2	3
46	RIO YUSUF LATIF	PASIS ATT II	3	4	3	3	4	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3

**SURAT KETERANGAN HASIL CEK SIMILIARITY
NASKAH SKRIPSI/PROSIDING
No. 2677/SP/PERPUSTAKAAN/SKHCP/02/2026**

Petugas cek *similarity* telah menerima naskah skripsi/prosiding dengan identitas:

Nama : ZULFAN ALIF FIRDAUS
NIT : 582111238091 T
Prodi/Jurusan : TEKNIKA
Judul : PENGARUH KINERJA POMPA BANTU PENDINGIN
AIR LAUT DI KAPAL MT. ENDURO

Menyatakan bahwa naskah skripsi/prosiding tersebut telah diperiksa tingkat kemiripannya (*index similarity*) dengan skor/hasil sebesar 21%* (dua puluh satu persen).

Hasil cek *similarity* yang terdata di atas semata-mata hanya untuk mengecek duplikasi tulisan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 24 Februari 2026

KEPALA UNIT PERPUSTAKAAN & PENERBITAN



ALFI MARYATI, SH

NIP. 19750119 199803 2 001

*Catatan

> 30 % : "Revisi (Konsultasikan dengan Pembimbing)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Nama : Zulfan Alif Firdaus
2. Tempat, Tanggal Lahir : Tegal, 12 Maret 2003
3. NIT : 582111238091T
4. Agama : Islam
5. Jenis Kelamin : Laki-Laki
6. Golongan Darah : B
7. Alamat : Desa Kaliboyo, RT 004, RW 002, Kec. Tulis, Kab. Batang - Jawa Tengah
8. Nama Orang tua:
 - Ayah : Eko Hari Prasetyo
 - Ibu : Lies Tyowati
9. Praktik Laut:
 - Perusahaan Pelayaran : PT. Pertamina Internasional Shiping
 - Divisi / Bagian : Engine Cadet
 - Masa Praktik : 25 Agustus 2023 – 23 Oktober 2024
10. Riwayat Pendidikan
 - SD : SD N 1 Kaliboyo
 - SMP : SMP N 1 Tulis
 - SMA : SMA N 1 Subah
 - Perguruan Tinggi : Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang