

LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN

**PENGARUH TEKANAN POMPA PENDINGIN AIR TAWAR  
*HIGH TEMPERATURE (HT)* TERHADAP SUHU *JACKET*  
*WATER* MESIN INDUK DI KAPAL MT. SUNRISE WARRIOR**



NI PUTU NOFITA YANTI DEWI

NIT. 22 36 306 2 066

disusun sebagai salah satu syarat  
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

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

LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN

**PENGARUH TEKANAN POMPA PENDINGIN AIR TAWAR  
*HIGH TEMPERATURE (HT)* TERHADAP SUHU *JACKET*  
*WATER* MESIN INDUK DI KAPAL MT. SUNRISE WARRIOR**



NI PUTU NOFITA YANTI DEWI

NIT. 22 36 306 2 066

disusun sebagai salah satu syarat  
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

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

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ni Putu Nofita Yanti Dewi

NIT : 22 36 306 2 066

Program Studi : DIV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

**PENGARUH TEKANAN POMPA PENDINGIN AIR TAWAR *HIGH*  
*TEMPERATURE (HT)* TERHADAP SUHU *JACKET WATER* MESIN  
INDUK DI KAPAL MT. SUNRISE WARRIOR**

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam Karya Ilmiah Terapan tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti tidak benar, maka saya sendiri menerima sanksi yang di tetapkan oleh Politeknik Pelayaran Surabaya.

SURABAYA. 10 April 2026  
  
**NI PUTU NOFITIA YANTI DEWI**  
**NIT 22 36 306 2 066**

**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN  
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Judul : PENGARUH TEKANAN POMPA PENDINGIN AIR  
TAWAR *HIGH TEMPERATURE (HT)* TERHADAP *JACKET  
WATER* MESIN INDUK DI KAPAL MT. SUNRISE  
WARRIOR

Program Studi : D-IV TEKNOLOGI PERMESINAN KAPAL

Nama : NI PUTU NOFITA YANTI DEWI

NIT : 22 36 306 2 066

Jenis Tugas Akhir : **Prototype / Proyek / Karya Ilmiah Terapan\***  
Keterangan: \*(coret yang tidak perlu)

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan  
Uji Kelayakan Proposal

Surabaya, 21 Juni 2024

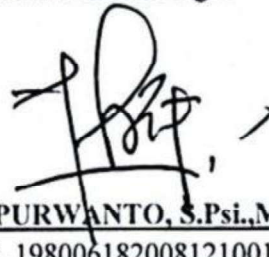
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



(NASRI, M.T., M.Mar.E)  
NIP. 197111241999031001

Dosen Pembimbing II



(SIGIT PURWANTO, S.Psi., M.M.)  
NIP. 198006182008121001

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



(Dr. ANTONIUS EDY KRISTIYONO, M.Mar.E)  
NIP. 19690531200312001

**PERSETUJUAN SEMINAR  
HASIL TUGAS AKHIR**

Judul : PENGARUH TEKANAN POMPA PENDINGIN *HIGH TEMPERATURE (HT)* TERHADAP SUHU *JACKET WATER* MESIN INDUK DI KAPAL MT. SUNRISE WARRIOR

Program Studi : D-IV Teknologi Rekayasa Permesianan Kapal

Nama : Ni Putu Nofita Yanti Dewi

NIT : 22363062066

Jenis Tugas Akhir : **Prototype / Proyek / Karya Ilmiah Terapan\***  
Keterangan: \*(coret yang tidak perlu)

Dengan ini dinyatakan bahwa telah memenuhi syarat dan disetujui untuk dilaksanakan  
Seminar Hasil Tugas Akhir

Surabaya, 6 April 2026

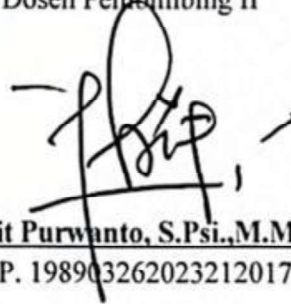
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



(Nasri, M.T., M.Mar.E)  
NIP. 197111241999031001

Dosen Pembimbing II



(Sigit Purwanto, S.Psi., M.M.)  
NIP. 198903262023212017

Mengetahui,

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



(Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Mar.E)  
NIP. 19690531200312001

**PENGESAHAN  
PROPOSAL TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**PENGARUH TEKANAN POMPA PENDINGIN AIR TAWAR *HIGH*  
TEMPERATURE (HT) TERHADAP JACKET WATER MESIN INDUK DI  
KAPAL MT. SUNRISE WARRIOR**

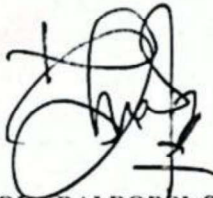
Disusun oleh:

**NI PUTU NOFITA YANTI DEWI  
NIT. 22 36 306 2 066**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir  
Politeknik Pelayaran Surabaya

Surabaya, 21 Juni 2024

Dosen Penguji I



**(SHOFA DAI ROBBI, S.T., M.T.)**  
NIP. 198203022006041001

Dosen Penguji II



**(NASRI, M.T., M.Mar.E.)**  
NIP. 197111241999031001

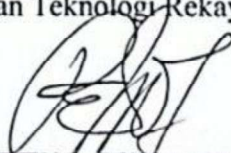
Dosen Penguji III



**(WULAN MARLIA SANDI, M.Pd.)**  
NIP. 198903262023212017

Mengetahui,

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



**(MONIKA RETNO GUNARTI, M.Pd., M.Mar.E.)**  
NIP. 197808172009121001

**PENGESAHAN  
LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**PENGARUH TEKANAN POMPA PENDINGIN AIR TAWAR *HIGH*  
TEMPERATURE (HT) TERHADAP SUHU JACKET WATER MESIN INDUK DI  
KAPAL MT. SUNRISE WARRIOR**

Disusun oleh:

**NI PUTU NOFITA YANTI DEWI  
NIT. 22 36 306 2 066**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Hasil Tugas Akhir  
Politeknik Pelayaran Surabaya

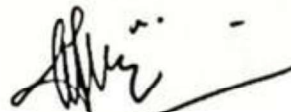
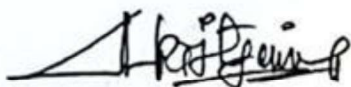
Surabaya, 14 April 2026

Mengesahkan

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Dosen Penguji III



(Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Mar.E.)

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

(Novita Sari, M.Pd.)

NIP. 196905312003121001

NIP. 197111241999031001

NIP. 199111042024212015

Mengetahui,

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



(Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Mar.E.)

NIP. 196905312003121001

## ABSTRAK

NI PUTU NOFITA YANTI DEWI, Pengaruh Tekanan Pompa Pendingin Air Tawar *High Temperature (HT)* Terhadap Suhu *Jacket Water* Mesin Induk di Kapal MT. Sunrise Warrior. Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Politeknik Pelayaran Surabaya. Dibimbing oleh Nasri, M.T., M.Mar.E. (Pembimbing I) dan Sigit Purwanto, S.Psi., M.M. (Pembimbing II).

Sistem pendingin *High Temperature (HT)* merupakan komponen kritis dalam menjaga stabilitas suhu mesin induk kapal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tekanan pompa pendingin air tawar HT terhadap suhu *jacket water* mesin induk di kapal MT. Sunrise Warrior. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan data dari engine room log book periode September 2024 sebanyak 30 data harian. Analisis data meliputi uji asumsi klasik, regresi linier sederhana, uji t, uji F, dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) menggunakan SPSS. Hasil penelitian menunjukkan hubungan negatif yang sangat kuat antara tekanan pompa HT dengan suhu jacket water ( $R = 0,996$ ), dengan persamaan regresi  $Y = 124,931 - 16,650X$ . Setiap penurunan tekanan pompa 1 bar menyebabkan kenaikan suhu *jacket water* sebesar  $16,650^{\circ}\text{C}$ . Koefisien determinasi  $R^2 = 0,991$  menunjukkan 99,1% variasi suhu jacket water dipengaruhi tekanan pompa HT. Disimpulkan bahwa tekanan pompa pendingin air tawar *high temperature* berpengaruh sangat signifikan terhadap suhu *jacket water* mesin induk di kapal MT. Sunrise Warrior.

**Kata Kunci:** Tekanan pompa, pendingin air tawar, *high temperature*, *jacket water*, mesin induk

## **ABSTRACT**

*NI PUTU NOFITA YANTI DEWI, The Effect of Fresh Water Cooling Pump Pressure High Temperature (HT) on Main Engine Jacket Water Temperature on Board MT. Sunrise Warrior. Applied Bachelor Program of Marine Engineering Technology, Surabaya Maritime Polytechnic. Supervised by Nasri, M.T., M.Mar.E. and Sigit Purwanto, S.Psi., M.M.*

*The High Temperature (HT) cooling system is a critical component in maintaining the temperature stability of a ship's main engine. This study aimed to determine the effect of HT fresh water cooling pump pressure on the jacket water temperature of the main engine on board MT. Sunrise Warrior. A quantitative approach was employed using 30 daily data records from the engine room log book for September 2024. Data analysis included classical assumption tests, simple linear regression, t-test, F-test, and coefficient of determination ( $R^2$ ) using SPSS. The results revealed a very strong negative correlation between HT pump pressure and jacket water temperature ( $R = 0.996$ ), with regression equation  $Y = 124.931 - 16.650X$ . Each 1 bar decrease in pump pressure increases jacket water temperature by  $16.650^\circ\text{C}$ . The coefficient of determination  $R^2 = 0.991$  indicates that 99.1% of jacket water temperature variation is influenced by HT pump pressure. It is concluded that HT fresh water cooling pump pressure has a highly significant effect on the main engine jacket water temperature on board MT. Sunrise Warrior.*

**Keywords:** *Pump pressure, fresh water cooling, high temperature, jacket water, main engine*

## KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur peneliti panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan anugerah dan kesehatan sehingga peneliti dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini. Karya Ilmiah Terapan ini dibuat untuk memenuhi persyaratan menyelesaikan Program Sarjana Terapan di Politeknik Pelayaran Surabaya, dengan judul **“PENGARUH TEKANAN POMPA PENDINGIN AIR TAWAR *HIGH TEMPERATURE (HT)* TERHADAP SUHU *JACKET WATER* MESIN INDUK DI KAPAL MT. SUNRISE WARRIOR”**.

Peneliti menyadari bahwa penelitian Karya Ilmiah Terapan ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan waktu, pikiran, kemampuan serta pengalaman peneliti dalam penyusunan karya ilmiah ini. Oleh karena itu peneliti sangat mengharapkan apabila ada masukan dari pembimbing, penguji maupun pembaca lainnya. Penelitian karya tulis ilmiah ini dapat terselesaikan karena adanya bantuan dari berbagai pihak, oleh itu peneliti mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E. selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya;
2. Bapak Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal;
3. Bapak Nasri, M.T., M.Mar.E selaku pembimbing I, yang telah memberikan arahan serta bimbingannya dalam penelitian Karya Ilmiah Terapan;
4. Bapak Sigit Purwanto, S.Psi., M.M selaku pembimbing II, yang dengan penuh kesabaran membimbing peneliti dalam penyusunan Karya Terapan Ilmiah ini;
5. Bapak/Ibu Dosen Politeknik Pelayaran Surabaya yang senantiasa membimbing serta mengarahkan peneliti khususnya Jurusan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal yang telah memberikan bekal ilmu sehingga saya dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan;
6. Kedua orang tua saya Bapak I Made Suirtha dan Ibu Ni Wayan Budiasih yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan sehingga dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini dengan tepat waktu;
7. Seluruh *Crew* kapal MT. Sunrise Warrior yang telah memberi dukungan dan memberi arahan kepada penelitidalam penelitian di atas kapal;
8. Rekan-rekan terdekat saya yang telah memberikan semangat dan turut membantu dalam penyelesaian Karya Ilmiah Terapan ini;
9. Seluruh pihak yang tidak dapat penelitipe sebutkan satu per satu, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang telah memberikan bantuan berupa tenaga, pikiran, informasi, dukungan moral, serta doa kepada peneliti selama proses penyusunan hingga penyelesaian Karya Ilmiah Terapan ini. Peneliti menyadari bahwa tanpa adanya kontribusi dari berbagai pihak tersebut, proses penyusunan karya ilmiah ini tidak akan berjalan dengan lancar dan baik

sebagaimana yang diharapkan.

10. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal Politeknik Pelayaran Surabaya yang telah memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta kebersamaan selama masa pendidikan maupun selama proses penyusunan Karya Ilmiah Terapan ini. Kebersamaan, kerja sama, serta saling berbagi pengalaman dan pengetahuan yang telah terjalin menjadi salah satu faktor penting yang membantu peneliti dalam menyelesaikan karya ilmiah ini dengan baik dan tepat waktu.

Akhir Kata peneliti berharap semoga Karya Ilmiah terapan ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi peneliti khususnya dan untuk pihak operasional kapal. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan petunjuk dan lindungan dalam melakukan penelitian yang selanjutnya dituangkan dalam bentuk Karya Ilmiah Terapan.

Surabaya,

2026

**NI PUTU NOFITA YANTI DEWI**

NIT. 22 36 306 2 066

## DAFTAR ISI

|  |             |
|--|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>                                 | <b>i</b>    |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>                            | <b>ii</b>   |
| <b>PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL TUGAS AKHIR.....</b> | <b>iii</b>  |
| <b>PERSETUJUAN SEMINAR HASIL TUGAS AKHIR.....</b>          | <b>iv</b>   |
| <b>PENGESAHAN PROPOSAL KARYA ILMIAH TERAPAN.....</b>       | <b>v</b>    |
| <b>PENGESAHAN LAPORAN KARYA ILMIAH TERAPAN.....</b>        | <b>vi</b>   |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                       | <b>vii</b>  |
| <b><i>ABSTRACT</i>.....</b>                                | <b>viii</b> |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                                 | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                     | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                                  | <b>xiv</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                  | <b>xv</b>   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                               | <b>xvi</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                              | <b>1</b>    |
| A. Latar Belakang .....                                    | 1           |
| B. Rumusan masalah.....                                    | 4           |
| C. Batasan Masalah.....                                    | 4           |
| D. Tujuan Penelitian .....                                 | 5           |
| E. Manfaat Penelitian .....                                | 5           |
| 1. Manfaat teoritis .....                                  | 5           |
| 2. Manfaat praktis.....                                    | 6           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                        | <b>7</b>    |
| A. <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya .....               | 7           |

|  |           |
|--|-----------|
| B. Landasan Teori.....                                     | 11        |
| 1. Mesin Induk .....                                       | 11        |
| 2. Sistem Pendingin Mesin Induk .....                      | 12        |
| 3. Sistem Pendingin <i>High Temperature (HT)</i> .....     | 16        |
| 4. Pompa Pendingin Air Tawar <i>High Temperature</i> ..... | 19        |
| 5. <i>Jacket Water</i> Mesin Induk .....                   | 25        |
| C. Kerangka Pikir Penelitian .....                         | 26        |
| D. Hipotesis.....  | 27        |
| <b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>                     | <b>29</b> |
| A. Jenis Penelitian.....                                   | 29        |
| B. Lokasi dan Waktu Penelitian .....                       | 29        |
| C. Definisi Operasional Variabel.....                      | 30        |
| D. Sumber Data dan Teknik Pengumpulan.....                 | 32        |
| E. Teknik Analisi Data .....                               | 33        |
| 1. Uji Asumsi Klasik.....                                  | 34        |
| 2. Uji Analisis Data.....                                  | 35        |
| <b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>         | <b>39</b> |
| A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....                   | 39        |
| B. Hasil Penelitian .....                                  | 41        |
| 1. Deskripsi Variabel Penelitian.....                      | 41        |
| 2. Uji Asumsi Klasik.....                                  | 42        |
| 3. Uji Analisis Data.....                                  | 44        |
| C. Pembahasan.....   | 48        |

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| <b>BAB V PENUTUP.....</b>  | <b>52</b> |
| A. Kesimpulan .....        | 52        |
| B. Saran.....              | 53        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b> | <b>55</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>       | <b>57</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2. 1 Mesin Induk.....               | 11 |
| Gambar 2. 2 Pompa pendingin.....           | 19 |
| Gambar 2. 3 Pompa Pendingin Air Tawar..... | 21 |
| Gambar 2. 4 Stuffing box.....              | 22 |
| Gambar 2. 5 Packing.....                   | 22 |
| Gambar 2. 6 Shaft .....                    | 23 |
| Gambar 2. 7 Shaft Sleeve.....              | 23 |
| Gambar 2. 8 Alur Kerangka Berfikir .....   | 26 |
| Gambar 4. 1 Kapal MT. Sunrise Warrior..... | 39 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya.....                         | 7  |
| Tabel 2. 2 Machinery Particular Mesin Induk MT. Sunrise Warrior..... | 12 |
| Tabel 3. 1 Kategori Tekanan Pompa Pendingin HT .....                 | 31 |
| Tabel 3. 2 Kategori Suhu Jacket Water.....                           | 31 |
| Tabel 4. 1. Ship Particular MT. Sunrise Warrior .....                | 39 |
| Tabel 4. 2 Data Tekanan Pendingin HT dan Suhu Jacket Water .....     | 41 |
| Tabel 4. 3 Statistik Deskriptif Variabel Penelitian .....            | 42 |
| Tabel 4. 4 Hasil Uji Normalitas .....                                | 43 |
| Tabel 4. 5 Hasil Uji Linierritas .....                               | 43 |
| Tabel 4. 6 Hasil Uji Heteroskedastisitas (Uji Glejser).....          | 44 |
| Tabel 4. 7 Persamaan Regresi Linier Sederhana.....                   | 45 |
| Tabel 4. 8 Hasil Uji t (Parsial) .....                               | 46 |
| Tabel 4. 9. Hasil Uji F.....   | 47 |
| Tabel 4. 10. Hasil Koefisien Determinasi (R <sup>2</sup> ).....      | 48 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |    |
|---|----|
| Lampiran 1 Ship Particular MT. Sunrise Warrior..... | 57 |
| Lampiran 2 Hasil Uji Normalitas.....                | 58 |
| Lampiran 3 Persamaan Regresi Linear Sederhana.....  | 59 |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Kapal merupakan alat transportasi air yang beroperasi di perairan laut maupun sungai untuk mengangkut penumpang, barang, atau menjalankan aktivitas tertentu. Untuk menunjang kelancaran pelayaran, tidak hanya jumlah kapal yang perlu ditingkatkan, tetapi juga kualitas dan kondisi operasionalnya harus tetap terjaga agar kapal dapat beroperasi dengan aman dan efisien. Salah satu jenis kapal yang memiliki peran strategis dalam mendukung distribusi energi nasional maupun internasional adalah kapal tanker. Sebagai kapal pengangkut muatan cair dalam jumlah besar, kapal tanker dituntut untuk beroperasi secara kontinyu dan andal di berbagai kondisi pelayaran.

Dalam pengoperasiannya, kapal dilengkapi dengan sistem penggerak utama yang berfungsi menghasilkan tenaga guna memutar baling-baling sehingga kapal dapat bergerak. Sistem penggerak utama tersebut dikenal sebagai mesin induk. Keandalan operasional kapal tanker sangat bergantung pada kinerja mesin induk sebagai penggerak utama kapal. Mesin induk yang beroperasi secara optimal akan memastikan kapal dapat berlayar sesuai jadwal, menghemat konsumsi bahan bakar, serta menjaga keselamatan seluruh awak kapal dan muatan yang diangkut.

Mesin induk kapal bekerja pada kondisi beban tinggi dan menghasilkan panas yang sangat besar akibat proses pembakaran yang berlangsung secara terus-menerus. Apabila panas yang dihasilkan tidak dikelola dengan baik, maka

komponen-komponen vital mesin seperti *cylinder liner*, *cylinder head*, dan piston akan mengalami kerusakan akibat tegangan termal yang berlebihan. Oleh karena itu, sistem pendingin mesin induk menjadi salah satu sistem kritis yang harus dijaga kinerjanya agar mesin dapat beroperasi dalam batas temperatur yang aman dan efisien (Ziliwu et al., 2021).

Sistem pendingin air tawar *High Temperature (HT)* merupakan sistem pendingin utama mesin induk yang berfungsi menyerap dan membuang panas dari komponen-komponen mesin yang beroperasi pada temperatur tinggi. Sistem ini bekerja dengan mensirkulasikan air tawar melalui mantel silinder (*jacket*) mesin induk menggunakan pompa pendingin air tawar *high temperature* sebagai komponen penggerak sirkulasi. Pompa pendingin air tawar *high temperature* berperan layaknya jantung dalam sistem peredaran darah, yaitu memastikan air pendingin bersirkulasi dengan tekanan dan debit yang cukup ke seluruh komponen mesin yang membutuhkan pendinginan. Tekanan pompa yang berada pada nilai normal akan memastikan laju aliran air pendingin mencukupi kebutuhan penyerapan panas mesin induk, sehingga suhu *jacket water* tetap terjaga pada rentang operasional yang aman (Subekti et al., 2022)

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas permasalahan sistem pendingin mesin induk kapal (Prameswari et al., 2025) dalam penelitiannya di kapal HT. Kresna 3116 mengidentifikasi bahwa penurunan tekanan pompa air tawar disebabkan oleh keausan impeller dan mechanical seal yang menyebabkan sirkulasi air pendingin tidak optimal. (Parrung et al., 2024) dalam penelitiannya di MT. Pematang menyimpulkan bahwa kenaikan temperatur air pendingin mesin induk berdampak langsung pada penurunan efisiensi

pembakaran dan potensi kerusakan komponen mesin. Namun demikian, penelitian-penelitian tersebut masih bersifat kualitatif deskriptif dan belum mengukur secara kuantitatif seberapa besar pengaruh tekanan pompa terhadap suhu *jacket water* secara statistik. Hal ini menjadi celah penelitian (*research gap*) yang perlu dijawab melalui pendekatan kuantitatif yang lebih terukur dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Selama peneliti melaksanakan praktek laut di kapal MT. Sunrise Warrior, ditemukan fenomena penurunan tekanan pada pompa pendingin air tawar *high temperature* yang terjadi secara bertahap. Tekanan pompa yang dalam kondisi normal berada pada kisaran 2,5 – 3,5 bar mengalami penurunan hingga mencapai 1,8 bar. Penurunan tekanan tersebut berdampak pada berkurangnya laju aliran air pendingin yang bersirkulasi melalui *jacket* silinder mesin induk, sehingga kemampuan sistem dalam menyerap dan membuang panas dari dinding silinder menjadi berkurang. Akibatnya, suhu *jacket water* mesin induk mengalami peningkatan yang signifikan hingga melampaui batas normal operasional yaitu di atas 85°C, memicu alarm *high jacket water temperature*, dan memaksa perwira kamar mesin untuk menurunkan beban mesin induk demi mencegah kerusakan yang lebih parah.

Berdasarkan temuan di lapangan dan celah penelitian yang telah diidentifikasi, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian yang dituangkan dalam judul "**Pengaruh Tekanan Pompa Pendingin Air Tawar *High Temperature (HT)* Terhadap Suhu *Jacket Water* Mesin Induk di Kapal MT. Sunrise Warrior**" dengan harapan dapat memberikan kontribusi ilmiah bagi dunia permesinan kapal serta menjadi acuan bagi para perwira kamar mesin

dalam melakukan monitoring dan perawatan sistem pendingin secara lebih efektif.

## **B. Rumusan masalah**

Dari penelitian diatas dapat kita tarik kesimpulan, agar lebih memudahkan dalam pembahasan berikutnya maka peneliti mengangkat masalah untuk dicari solusinya, adapun masalah yang peneliti angkat adalah:

1. Apakah terdapat pengaruh tekanan pompa pendingin air tawar *High Temperature (HT)* terhadap suhu *jacket water* mesin induk di kapal MT. Sunrise Warrior?
2. Seberapa besar pengaruh tekanan pompa pendingin air tawar *High Temperature (HT)* terhadap perubahan suhu *jacket water* mesin induk di kapal MT. Sunrise Warrior?

## **C. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini yang berdasarkan dari hasil yang ditentukan maka peneliti mengangkat batasan sebagai berikut, yaitu:

1. Penelitian ini hanya membahas sistem pendingin *High Temperature (HT)* pada mesin induk di kapal MT. Sunrise Warrior
2. Penelitian difokuskan pada analisis pengaruh tekanan pompa pendingin air tawar *high temperature* terhadap suhu *jacket water* mesin induk
3. Peneliti tidak membahas sistem pendingin *Low Temperature (LT)* maupun sistem permesinan lainnya di kapal MT. Sunrise Warrior
4. Data penelitian diambil dari *engine room log book* berdasarkan pengamatan

selama pengoperasian mesin induk di kapal MT. Sunrise Warrior

5. Variabel yang diteliti hanya mencakup tekanan pompa pendingin air tawar *high temperature* sebagai variabel bebas (X) dan suhu *jacket water* mesin induk sebagai variabel terikat (Y)

#### **D. Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui pengaruh tekanan pompa pendingin air tawar *High Temperature (HT)* terhadap *jacket water* mesin induk di kapal MT. Sunrise Warrior
2. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh tekanan pompa pendingin air tawar *High Temperature (HT)* terhadap perubahan suhu *jacket water* mesin induk di kapal MT. Sunrise Warrior

#### **E. Manfaat Penelitian**

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yaitu:

1. Manfaat teoritis
  - a. Penelitian ini diharapkan dapat menambah khasanah ilmu pengetahuan di bidang permesinan kapal, khususnya mengenai hubungan tekanan pompa pendingin air tawar *High Temperature (HT)* dengan suhu *jacket water* mesin induk secara lebih mendalam dan terukur.
  - b. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan referensi bagi peneliti selanjutnya yang berkaitan dengan sistem pendingin mesin induk di kapal, sehingga penelitian di bidang ini dapat terus berkembang dan memberikan kontribusi bagi dunia kemaritiman.

## 2. Manfaat praktis

### a. Bagi Awak kapal

Penelitian ini diharapkan menjadi acuan dalam memonitor tekanan pompa pendingin air tawar *high temperature* secara berkala agar kenaikan suhu *jacket water* dapat dideteksi lebih dini.

### b. Bagi Perusahaan Pelayaran

Penelitian ini diharapkan menjadi dasar penyusunan perawatan preventif pompa pendingin *high temperature* serta memastikan ketersediaan suku cadang penting di kapal.

### c. Bagi Institusi Pendidikan Pelayaran

Penelitian ini diharapkan menjadi referensi pembelajaran mengenai sistem pendingin mesin induk kapal.

**BAB II**  
**TINJAUAN PUSTAKA**

**A. Review Penelitian Sebelumnya**

Peneliti sebelumnya telah memberikan wawasan yang berharga mengenai pengaruh tekanan pompa pendingin air tawar terhadap suhu *jacket water* mesin induk kapal. Sehingga penting untuk mencermati metodologi dari peneliti terdahulu yang telah melakukan penelitian dalam konteks ini. Berikut ini literature review dari penelitian terdahulu disajikan dalam bentuk Tabel 2.1.

**Tabel 2. 1 Review Penelitian Sebelumnya**

| No | Nama   | Judul   | Metode  | Hasil  |
|----|--|---|---|--|
| 1  | Vina S. Prameswari Antonius Kristiyono, Teguh Pribadi (2025) | Analisis Menurunnya Tekanan Pompa Air Tawar pada Sistem Pendingin Mesin Induk di atas kapal HT. KRESNA 3116 | Kualitatif dengan teknik <i>FTA (Fault Tree Analysis)</i> | Penelitian ini mengenai menurunnya tekanan pompa air tawar pada sistem pendingin mesin induk di kapal HT. Kresna 3116 menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan analisis <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i> , dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan tekanan pompa air tawar disebabkan oleh beberapa faktor yang saling berhubungan, di antaranya kebocoran pada instalasi pompa, masuknya udara ke dalam <i>casing</i> pompa, serta kebocoran pada <i>mechanical seal</i> , sehingga pompa tidak mampu menghasilkan tekanan kerja yang optimal dan sirkulasi air tawar pendingin menjadi terganggu. Penelitian tersebut memiliki relevansi dengan penelitian peneliti dalam hal objek kajian yang sama yaitu pompa air tawar sebagai komponen utama sistem pendingin mesin induk, namun terdapat perbedaan yang |

| No | Nama                | Judul   | Metode  | Hasil  |
|----|---------------------|---|---|--|
|    |                     |   |   | <p>mendasar di mana penelitian mengkaji penurunan tekanan pompa air tawar pada sistem pendingin secara umum tanpa membedakan sirkuit <i>High Temperature (HT)</i> dan <i>Low Temperature (LT)</i>. Sedangkan penelitian peneliti secara lebih spesifik menganalisis pengaruh tekanan pompa pendingin air tawar sirkuit <i>High Temperature (HT)</i> terhadap suhu <i>jacket water</i> mesin induk di kapal MT. Sunrise Warrior.</p>  |
| 2  | Ambari, M.F. (2022) | Analisis Pengaruh Sistem Pendingin Air Tawar Terhadap Kinerja <i>Main Engine</i> Di Kapal KM. Dharma Kartika IX | Analisis Pengaruh Sistem Pendingin Air Tawar Terhadap Kinerja <i>Main Engine</i> Di Kapal KM. Dharma Kartika IX | <p>Penelitian ini mengenai pengaruh sistem pendingin air tawar terhadap kinerja mesin induk di kapal KM. Dharma Kartika IX menggunakan metode deskriptif kualitatif melalui observasi langsung dan wawancara di atas kapal, dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pendingin air tawar yang tidak bekerja secara optimal berpengaruh langsung terhadap penurunan kinerja mesin induk, di mana ditemukan gangguan pada sirkulasi air tawar yang mengakibatkan terjadinya <i>overheating</i> pada komponen mesin sehingga efisiensi kerja mesin induk menurun secara signifikan. Penelitian tersebut memiliki relevansi dengan penelitian peneliti dalam hal kajian mengenai dampak sistem pendingin air tawar terhadap kondisi operasional mesin induk, namun terdapat perbedaan yang mendasar di mana penelitian ini membahas pengaruh sistem pendingin air tawar secara menyeluruh tanpa memisahkan variabel-variabel spesifik yang</p> |

| No | Nama                | Judul   | Metode   | Hasil  |
|----|---------------------|---|--|--|
|    |                     |   |  | <p>menjadi penyebab utama gangguan tersebut. Sedangkan penelitian peneliti secara lebih terfokus menganalisis satu variabel utama yaitu tekanan pompa pendingin air tawar sirkuit <i>High Temperature (HT)</i> serta pengaruhnya terhadap suhu <i>jacket water</i> mesin induk di kapal MT. Sunrise Warrior, sehingga hasil yang diperoleh diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih terukur dan spesifik mengenai hubungan antara tekanan pompa pendingin <i>high temperature</i> dengan respons termal pada sistem <i>jacket cooling</i> mesin induk.</p>  |
| 3  | Nugraha dkk. (2024) | Analisis Pengaruh Kecepatan Putaran Mesin Induk Terhadap Temperatur Air Pendingin Dalam Mendukung Kinerja Pada Kapal Arkona | Deskriptif analitik, didukung observasi, wawancara, Uji Distribusi Frekuensi, dan Uji Friedman | <p>Penelitian ini mengenai pengaruh kecepatan putaran mesin induk terhadap temperatur air pendingin dalam mendukung kinerja kapal Arkona menggunakan metode deskriptif analitik yang didukung dengan observasi, wawancara, uji distribusi frekuensi, serta Uji <i>Friedman</i> sebanyak enam kali pengukuran, dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kecepatan putaran mesin induk dan temperatur air pendingin di mana semakin tinggi putaran mesin induk maka semakin meningkat pula suhu air pendingin, meskipun seluruh parameter yang diukur masih berada dalam batas normal operasional yang ditetapkan. Penelitian tersebut memiliki relevansi dengan penelitian peneliti dalam hal kajian mengenai hubungan antara parameter operasional mesin induk dengan kondisi termal sistem pendingin air tawar,</p> |

| No | Nama | Judul | Metode | Hasil  |
|----|------|-------|--------|--|
|    |      |       |        | namun terdapat perbedaan yang mendasar di mana penelitian ini menggunakan variabel bebas berupa kecepatan putaran mesin induk dengan pendekatan kuantitatif melalui Uji <i>Friedman</i> untuk mengukur pengaruhnya terhadap temperatur air pendingin secara umum. Sedangkan penelitian peneliti menggunakan variabel bebas berupa tekanan pompa pendingin air tawar sirkuit <i>High Temperature (HT)</i> dengan menganalisis pengaruhnya secara spesifik terhadap suhu <i>jacket water</i> mesin induk di kapal MT. Sunrise Warrior, sehingga fokus penelitian peneliti lebih diarahkan pada dinamika tekanan dalam sirkuit pendingin <i>high temperature</i> sebagai faktor yang secara langsung memengaruhi kestabilan suhu <i>jacket water</i> dalam menjaga mesin induk beroperasi pada kondisi termal yang optimal. |

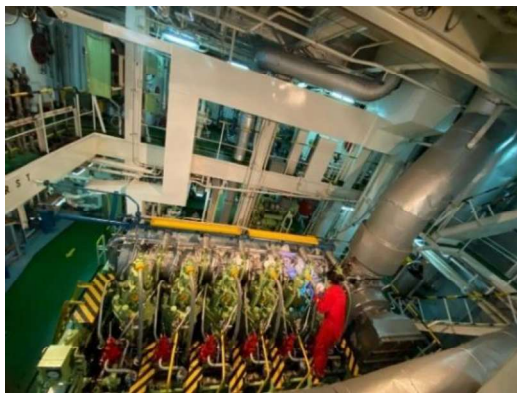
Berdasarkan ketiga penelitian terdahulu yang telah dikaji, keseluruhannya memberikan gambaran ilmiah bahwa tekanan pompa, kondisi sistem pendingin air tawar, dan parameter operasional mesin induk merupakan variabel yang saling berkaitan dalam menjaga kestabilan termal mesin induk, namun ketiganya masih bersifat umum dan belum ada yang secara khusus membahas pengaruh tekanan pompa pendingin air tawar sirkuit *High Temperature (HT)* terhadap suhu *jacket water* mesin induk secara spesifik. Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut dengan menganalisis secara lebih terfokus pengaruh tekanan pompa pendingin air tawar sirkuit *High*

*Temperature (HT)* terhadap suhu *jacket water* mesin induk di kapal MT. Sunrise Warrior, sehingga diharapkan dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi para praktisi permesinan kapal dalam upaya pencegahan gangguan termal pada mesin induk.

## **B. Landasan Teori**

### **1. Mesin Induk**

Mesin induk merupakan komponen penggerak utama kapal yang berfungsi mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi mekanik berupa putaran poros engkol yang kemudian diteruskan melalui poros baling-baling untuk menggerakkan kapal. Jenis mesin induk yang umum digunakan pada kapal-kapal besar adalah mesin diesel putaran rendah 2-tak kerja tunggal dengan sistem pengisian udara menggunakan turbocharger. Mengingat seluruh pergerakan kapal sepenuhnya bergantung pada kinerja mesin induk, maka komponen ini menjadi bagian paling vital yang harus senantiasa dijaga keandalan dan performanya selama kapal beroperasi (Ziliwu et al., 2021).



Gambar 2. 1 Mesin Induk

Sumber : Dokumentasi Peneliti

Tabel 2. 2 Machinery Particular Mesin Induk MT. Sunrise Warrior

|   |                       |                    |
|---|-----------------------|--------------------|
| 1 | Merk                  | KAWASAKI MAN B&W   |
| 2 | Engine Mode           | 6S35MC             |
| 3 | Max. Continuous Model | 4.200 kW           |
| 4 | Engine Speed          | 170 <sup>min</sup> |
| 5 | Cylinders             | 6                  |
| 6 | Bore x stroke         | 350x1400 mm        |
| 7 | Total Mass            | 71500 kg           |
| 8 | Manufactured Month    | 8-2005             |

Dalam operasionalnya, mesin induk bekerja secara terus-menerus pada beban kerja yang sangat tinggi sehingga menghasilkan panas dalam jumlah besar akibat proses pembakaran di dalam silinder dan gesekan antara ring piston dengan *cylinder liner*. Panas tersebut harus dikelola dan dibuang secara optimal melalui sistem pendingin yang berfungsi mendinginkan bagian-bagian tertentu pada mesin seperti ruang bakar, minyak lumas, dan blok mesin melalui celah-celah jacket mesin. Apabila panas tidak dikelola dengan baik dan mesin mengalami overheat, maka akan timbul berbagai dampak negatif seperti keausan komponen bergerak, penurunan daya mesin, berkurangnya umur pakai mesin, percepatan kerusakan komponen, serta meningkatnya konsumsi air tawar pendingin (Rodhi et al., 2025).

## 2. Sistem Pendingin Mesin Induk

Sistem pendingin mesin induk berfungsi menjaga temperatur kerja mesin sesuai ketentuan manual book, karena apabila panas hasil pembakaran tidak dikendalikan dengan baik maka dapat menyebabkan penurunan kinerja, kerusakan komponen, hingga kegagalan operasi yang membahayakan keselamatan kapal (Arifin et al., 2025).

a. Fungsi Sistem Pendingin Mesin Induk

Sistem pendingin mesin induk berfungsi menjaga temperatur kerja mesin tetap stabil dan aman, mengingat proses pembakaran menghasilkan panas yang sangat tinggi sehingga harus diserap dan dibuang secara optimal agar kinerja mesin tetap terjaga (Prasetya et al., 2022). Berikut beberapa fungsi utama sistem pendingin mesin induk:

1) Menjaga Temperatur Kerja Mesin

Fungsi utama sistem pendingin adalah mengontrol suhu mesin agar tidak melebihi batas yang diizinkan sehingga proses pembakaran berlangsung efisien dan komponen mesin terhindar dari kerusakan akibat panas berlebih.

2) Mencegah *Overheating*

Sistem pendingin menyerap panas dari *cylinder liner*, *cylinder head*, dan komponen lain agar mesin tidak mengalami *overheating* yang dapat menyebabkan kerusakan.

3) Menjaga Efisiensi dan Kinerja Mesin

Temperatur mesin yang stabil memungkinkan proses pembakaran berlangsung lebih sempurna sehingga daya mesin tetap optimal, konsumsi bahan bakar lebih efisien, serta kestabilan temperatur gas buang mesin induk tetap terjaga.

4) Melindungi Komponen Mesin dari Kerusakan

Pendinginan membantu mengurangi tegangan termal pada komponen mesin seperti piston, *cylinder liner*, dan valve sehingga umur pakai komponen lebih panjang serta risiko korosi dan

keretakan akibat suhu tinggi dapat diminimalisir.

#### 5) Menjaga Stabilitas Operasional Mesin Induk

Dengan temperatur yang terkendali, mesin dapat bekerja secara kontinu tanpa gangguan. Sistem pendingin yang optimal mendukung keselamatan operasi kapal dan mengurangi risiko shutdown mesin secara mendadak.

#### b. Jenis sistem pendingin Mesin Induk

Berdasarkan media pendingin yang digunakan, sistem pendingin mesin induk kapal dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu sebagai berikut.

##### 1) Sistem Pendingin Air Laut (*Sea Water Cooling System*)

Pengin pendingin air laut adalah sistem terbuka (open loop) yang menggunakan air laut sebagai media pendingin eksternal untuk menyerap dan membuang panas dari sistem pendingin air tawar (high temperature dan low temperature) melalui Central Cooler, sebelum dibuang kembali ke laut. Karena sifat air laut yang korosif dan berpotensi menimbulkan biofouling, komponen sistem ini menggunakan material tahan korosi seperti copper-nickel alloy atau titanium, dilengkapi zinc anode untuk mencegah korosi galvanik, serta anti-fouling treatment untuk mencegah pertumbuhan organisme laut di dalam pipa. Komponen utama sistem pendingin air laut : sea chest, sea water pump, strainer, central cooler, dan overboard discharge (Davidson et al., 2021).

##### 2) Sistem Pendinginan Air Tawar (*Fresh Water Cooling System*)

Sistem pendingin air tawar adalah sistem pendinginan yang

menggunakan air tawar (*fresh water*) sebagai media pendingin utama pada mesin kapal, khususnya mesin diesel penggerak utama (*main engine*). Penggunaan air tawar dipilih karena memiliki sifat tidak korosif terhadap komponen mesin, berbeda dengan air laut yang mengandung garam dan mineral yang dapat menyebabkan korosi dan kerak (*scaling*) pada permukaan logam mesin (Waris Wibowo & Jamaluddin, 2021).

Air tawar yang digunakan biasanya ditambahkan inhibitor kimia (*corrosion inhibitor*) untuk mencegah korosi internal, pertumbuhan bakteri, dan pembentukan kerak pada dinding pipa maupun komponen mesin. Sistem ini bekerja dalam siklus tertutup (*closed loop*), artinya air tawar bersirkulasi terus-menerus di dalam sistem tanpa berhubungan langsung dengan lingkungan luar, sehingga lebih mudah dikontrol kualitas dan suhunya (Jeon & Park, 2025).

a) Sistem *High Temperature*

Sistem pendinginan pada mesin diesel kapal yang menggunakan air tawar dengan temperatur relatif tinggi untuk menyerap panas dari komponen mesin seperti *cylinder liner*, *cylinder head*, dan *jacket water*, sehingga temperatur kerja mesin tetap stabil dan berada dalam batas aman operasi. Air pendingin pada sistem ini bersirkulasi dalam sistem tertutup (*closed loop*) dan panas yang diserap akan dipindahkan

melalui heat exchanger sebelum air kembali disirkulasikan ke mesin (Jeon & Park, 2025)

b) Sistem *Low Temperature*

Sistem pendingin *Low Temperature (LT)* adalah sistem sirkulasi air tawar bertutup (*closed loop*) bersuhu rendah berkisar 35–45°C yang berfungsi mendinginkan komponen pendukung mesin yang tidak bersentuhan langsung dengan proses pembakaran, seperti *lubricating oil cooler*, *charge air cooler*, *turbocharger bearing*, dan *auxiliary engine*. Sistem ini bekerja secara paralel dengan sistem *high temperature* dan membuang panasnya melalui *Central Cooler* ke air laut, sehingga viskositas minyak pelumas tetap optimal, udara bilas yang masuk ke ruang bakar lebih padat, serta suhu komponen pendukung lainnya tetap terjaga dalam batas aman operasi, yang pada akhirnya berkontribusi pada efisiensi pembakaran dan umur panjang komponen mesin secara keseluruhan (Zhang et al., 2021)

3. Sistem Pendingin *High Temperature (HT)*

Sistem pendingin *High Temperature (HT)* adalah sistem sirkulasi air tawar bertutup (*closed loop*) yang berfungsi menyerap panas dari komponen utama mesin induk, seperti *cylinder liner*, *cylinder head*, dan *jacket water*, guna mempertahankan temperatur kerja mesin tetap stabil pada kisaran 68–80°C. Air tawar dipilih sebagai media pendingin karena memiliki sifat anti korosi yang lebih baik dibandingkan air laut serta mampu menjaga stabilitas

temperatur secara konsisten. Panas yang diserap oleh air tawar selanjutnya dipindahkan melalui *heat exchanger (Central Cooler)* sebelum air kembali disirkulasikan ke mesin untuk memulai siklus berikutnya (Dere & Deniz, 2020).

a. Komponen Utama yang Didinginkan :

1) *Cylinder liner*

Dinding silinder tempat piston bergerak. Menerima panas langsung dari pembakaran sehingga harus terus didinginkan agar tidak terjadi *thermal cracking* atau deformasi.

2) *Cylinder Head*

Tutup atas silinder yang terpapar gas pembakaran bertekanan dan bersuhu tinggi. Tanpa pendinginan, *cylinder head* dapat retak atau melengkung (*warping*).

3) *Exhaust Valve*

Katup buang yang dilalui gas sisa pembakaran bersuhu sangat tinggi. Pendinginan mencegah kerusakan akibat paparan suhu ekstrem yang berulang.

b. Komponen Pendukung

1) *HT Circulating Pump*

2) *HT Expansion Tank*

3) *Central Cooler*

4) *Thermostat Valve*

5) *Fresh Water Generator (FWG)*

6) *Temperature Alarm & Sensor*

### 7) *Standby Pump*

#### c. Fungsi Sistem Pendingin *High Temperature*

Sistem pendingin *High Temperature (HT)* atau *jacket cooling water system* berfungsi menjaga kestabilan temperatur kerja mesin induk dengan cara menyerap panas dari komponen utama seperti *cylinder liner* dan *cylinder head*, kemudian memindahkan panas tersebut melalui *cooler* atau *heat exchanger*. Pengendalian temperatur yang baik sangat penting karena berhubungan langsung dengan performa mesin, efisiensi pembakaran, serta umur pakai komponen (Subekti et al., 2022).

- 1) Menjaga Temperatur Kerja Mesin Tetap Stabil
- 2) Mencegah Terjadinya *Overheating* pada Komponen Mesin
- 3) Mengurangi Resiko Deformasi Material Akibat Temperatur Tinggi
- 4) Membantu Mempertahankan Efisiensi Pembakaran
- 5) Memperpanjang Umur Pakai Komponen Mesin

#### d. Cara Kerja Sistem *High Temperature*

Cara kerja sistem pendingin *High Temperature (HT)* dimulai dari pompa *high temperatyre* yang mensirkulasikan air tawar ke mesin induk untuk menyerap panas dari *jacket water*, *cylinder liner*, dan *cylinder head*. Air yang telah panas kemudian dialirkan ke *heat exchanger* untuk menurunkan temperatur melalui proses pertukaran panas dengan sistem *Low Temperature (LT)* atau air laut. Setelah suhunya turun, air pendingin kembali ke mesin dan bersirkulasi secara terus-menerus dalam sistem tertutup (*closed loop*) (Ziliwu et al., 2021)

#### 4. Pompa Pendingin Air Tawar *High Temperature*

Pompa pendingin air tawar *high temperature* adalah pompa sentrifugal yang berfungsi sebagai penggerak utama sirkulasi air tawar dalam sistem pendingin *high temperature* mesin induk, sekaligus menjadi komponen paling kritis karena seluruh kelancaran sirkulasi air pendingin dan kestabilan suhu *jacket water* bergantung pada kemampuannya menghasilkan tekanan dan debit aliran yang cukup ke seluruh komponen mesin yang membutuhkan pendinginan (Ingwar et al., 2023)



Gambar 2. 2 Pompa pendingin  
Sumber : Vina S. Prameswari (2025)

Pompa ini bekerja dengan mengubah energi mekanik dari motor penggerak menjadi energi kinetik fluida melalui putaran impeller, sehingga fluida mengalami peningkatan tekanan dan mengalir melalui sistem perpipaan menuju komponen seperti *cylinder jacket*, *cylinder head*, dan *heat exchanger* untuk menyerap panas hasil pembakaran. Jenis sentrifugal dipilih karena mampu menghasilkan aliran stabil dengan kapasitas besar, konstruksi sederhana, dan perawatan yang mudah. Secara operasional, pompa menghisap fluida dari tangki ekspansi atau *return line*, mendorongnya ke komponen mesin untuk menyerap panas, lalu

mengalirkannya ke *heat exchanger* untuk didinginkan sebelum disirkulasikan kembali. Gangguan pada pompa seperti kerusakan atau penurunan tekanan dapat menyebabkan overheating dan kerusakan komponen mesin, sehingga pemeliharaan secara berkala sangat penting untuk menjaga performa sistem pendingin tetap optimal (Subliansyah Putra et al., 2023).

a. Fungsi Pompa pendingin Air Tawar

Pompa pendingin air tawar memiliki beberapa fungsi utama dalam sistem pendingin mesin, khususnya pada mesin diesel di kapal maupun pembakaran dalam lainnya, yaitu :

1) Mensirkulasikan air tawar

Pompa mengalirkan air tawar secara kontinu pada sistem tertutup (*closed loop*) menuju komponen utama mesin seperti *cylinder liner*, *cylinder head*, dan *exhaust valve* yang bersentuhan langsung dengan panas pembakaran.

2) Menjaga temperature kerja mesin

Aliran pendingin yang konstan memastikan temperatur *jacket water* tetap stabil pada rentang operasional yang ditentukan pabrikan, tidak terlalu dingin maupun terlalu panas.

3) Mendukung proses perpindahan panas ke *Central Cooler*

Pompa membawa air tawar panas (85–90°C) dari komponen mesin menuju *Central Cooler* agar panas dapat dilepaskan ke air laut sebelum air tawar disirkulasikan kembali.

4) Mencegah *overheating* pada komponen mesin

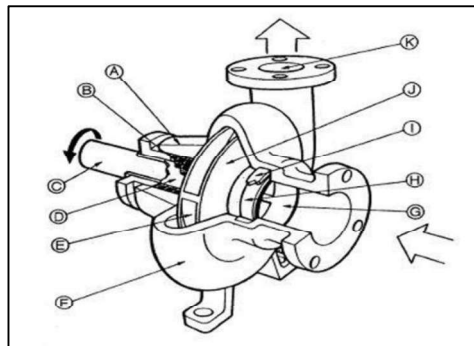
Sirkulasi yang baik menghindarkan *cylinder liner*, *cylinder head*, dan *exhaust valve* dari kenaikan suhu berlebih yang dapat menyebabkan *thermal cracking* atau deformasi.

5) Mendukung operasional *Fresh Water Generator (FWG)*

Panas yang dibawa oleh air tawar *high temperature* dapat dimanfaatkan oleh *fresh water generator* untuk memproduksi air tawar dari air laut melalui proses evaporasi vakum.

b. Bagian-bagian

Pompa pendingin air tawar yang umumnya menggunakan tipe pompa sentrifugal terdiri dari beberapa komponen utama yang bekerja secara bersama-sama untuk menghasilkan aliran fluida pendingin dalam sistem. Adapun bagian-bagian utama pompa pendingin air tawar adalah sebagai berikut :



Gambar 2. 3 Pompa Pendingin Air Tawar  
Sumber: Dirhamsyah (2025)

1) *Stuffing box*

Ruang yang digunakan sebagai tempat pemasangan packing atau *mechanical seal* yang berfungsi untuk mencegah terjadinya kebocoran fluida pada bagian poros yang keluar dari casing pompa.



Gambar 2. 4 *Stuffing box*

Sumber : Samuel Marinus P. Silitonga (2025)

## 2) Packing

Packing adalah material penyekat yang ditempatkan di dalam *stuffing box* untuk mengurangi kebocoran fluida sepanjang poros. Material packing umumnya memiliki ketahanan terhadap panas serta gesekan selama pompa beroperasi.



Gambar 2. 5 Packing

Sumber : Samuel Marinus P. Silitonga (2025)

## 3) *Shaft* (poros)

Berfungsi sebagai komponen yang meneruskan tenaga putar dari motor penggerak ke impeller sehingga impeller dapat berputar dan memindahkan fluida sesuai kebutuhan sistem.



Gambar 2. 6 Shaft

Sumber : Samuel Marinus P. Silitonga (2025)

#### 4) *Shaft sleeve*

Selubung pelindung poros yang berfungsi menghindari keausan akibat kontak langsung dengan packing atau seal. Komponen ini dapat diganti apabila mengalami kerusakan tanpa perlu mengganti poros utama.



Gambar 2. 7 Shaft Sleeve

Sumber : Samuel Marinus P. Silitonga (2025)

#### 5) Vane

Vane adalah sudu-sudu yang terdapat pada impeller yang berfungsi mengarahkan aliran fluida serta memberikan energi kinetik sehingga tekanan fluida meningkat saat pompa bekerja.

#### 6) Casing (Rumah Pompa)

Casing merupakan bagian utama pompa yang berfungsi sebagai tempat impeller berputar sekaligus mengarahkan aliran fluida dari sisi masuk menuju sisi keluar, serta membantu mengubah energi kecepatan menjadi energi tekanan.

#### 7) Impeller

Impeller merupakan komponen utama yang berputar untuk memberikan energi pada fluida melalui gaya sentrifugal sehingga fluida terdorong keluar dengan tekanan yang lebih tinggi.

#### 8) Casing Wear Ring

Casing wear ring berfungsi mempertahankan celah antara casing dan impeller agar tetap optimal, mengurangi kebocoran internal, serta melindungi casing dari keausan akibat gesekan.

#### 9) Impeller Wear Ring

Impeller wear ring dipasang pada bagian impeller untuk mengurangi gesekan langsung dengan casing sekaligus menjaga efisiensi kerja pompa.

#### 10) Discharge Nozzle

Saluran keluaran fluida dari pompa menuju sistem perpipaan atau sistem pendingin mesin setelah fluida memperoleh tekanan dari proses kerja impeller.

#### c. Faktor Penyebab Penurunan

- 1) Keausan atau Kerusakan Impeller
- 2) Kebocoran pada Mechanical Seal
- 3) Penyumbatan pada Strainer
- 4) Kavitasi pada Pompa
- 5) Kerusakan Bearing
- 6) Air Lock (Kandungan Udara dalam Sistem)
- 7) Penurunan Putaran Motor Penggerak

## 5. *Jacket Water* Mesin Induk

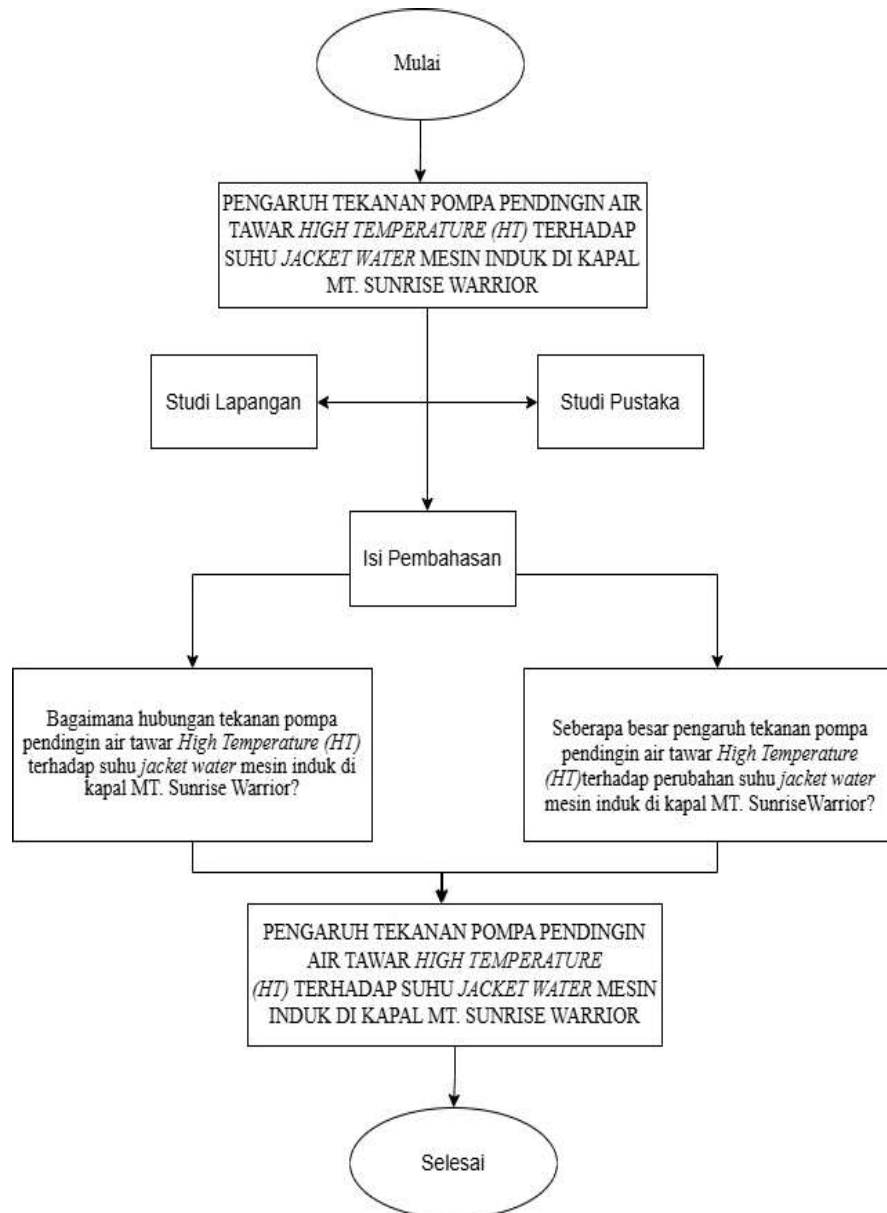
*Jacket water* adalah air tawar yang digunakan sebagai media pendingin dalam sistem pendingin *High Temperature (HT)* yang bersirkulasi di dalam *water jacket* mesin induk. Air tawar ini mengalir secara kontinu melalui rongga pendingin yang mengelilingi *cylinder liner*, *cylinder head*, dan *exhaust valve* untuk menyerap panas yang dihasilkan dari proses pembakaran, sehingga temperatur dinding komponen mesin tetap terjaga dalam batas aman operasi (Rodhi et al., 2025)

*Jacket water* bersirkulasi dalam sistem tertutup (*closed loop*) yang dipompa oleh *HT Circulating Pump* dengan suhu dijaga pada kisaran 68–80°C, di mana *thermostat valve* berperan mengatur aliran dengan cara mem-bypass *jacket water* kembali ke pompa saat *warming up*, kemudian membuka aliran menuju *Central Cooler* setelah suhu operasional tercapai untuk membuang panas ke air laut sebelum *jacket water* disirkulasikan kembali ke mesin. Untuk menjaga kualitas dan keandalan sistem, penambahan *chemical treatment* berupa *corrosion inhibitor* sangat diperlukan guna mencegah korosi pada dinding *water jacket*, pembentukan kerak akibat endapan mineral, serta pertumbuhan bakteri dalam sistem perpipaan, karena gangguan seperti kebocoran atau penurunan kualitas chemical dapat berujung pada *overheating* dan kerusakan serius pada komponen mesin induk (Hendrawan et al., 2021).

Suhu *jacket water* berada pada rentang 68-80°C. Rentang temperatur ini sangat penting untuk menjaga viskositas pelumas tetap pada kondisi optimal, mencegah kondensasi uap air di dalam silinder yang dapat

menyebabkan korosi, menjaga efisiensi termal proses pembakaran di dalam silinder, mencegah tegangan termal berlebih, dan memastikan pembakaran bahan bakar berlangsung secara sempurna.

### C. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2. 8 Alur Kerangka Berfikir  
Sumber: Diolah Peneliti

#### D. Hipotesis

Berdasarkan landasan teori yang telah diuraikan, tekanan pompa pendingin air tawar *High Temperature* merupakan faktor yang berpengaruh langsung terhadap kelancaran sirkulasi *jacket water* dalam sistem pendingin mesin induk. Semakin optimal tekanan pompa, maka debit aliran *jacket water* yang bersirkulasi melalui *water jacket cylinder liner, cylinder head, dan exhaust valve* akan semakin lancar, sehingga penyerapan panas dari komponen mesin berlangsung secara efektif dan suhu *jacket water* tetap terjaga dalam rentang normal. Sebaliknya, penurunan tekanan pompa akan menyebabkan berkurangnya aliran *jacket water* sehingga kemampuan penyerapan panas menurun dan suhu *jacket water* cenderung meningkat melebihi batas normal operasi.

Berdasarkan pemikiran tersebut, hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini digunakan untuk menjawab rumusan masalah pertama, yaitu mengenai ada atau tidaknya pengaruh tekanan pompa pendingin air tawar *High Temperature* terhadap suhu *jacket water* mesin induk di Kapal MT. Sunrise Warrior. Penelitian ini difokuskan pada pengujian hipotesis alternatif ( $H_1$ ), sehingga pengujian statistik diarahkan untuk mengetahui dan membuktikan adanya pengaruh tekanan pompa pendingin air tawar *High Temperature* terhadap suhu *jacket water* mesin induk. Hipotesis yang diajukan adalah sebagai berikut:

- a.  $H_0$ : Tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara tekanan pompa pendingin air tawar *High Temperature (HT)* terhadap suhu mesin induk di Kapal MT. Sunrise Warrior.
- b.  $H_1$ : Terdapat pengaruh yang signifikan antara tekanan pompa pendingin

air tawar *High Temperature (HT)* terhadap suhu *jacket water* mesin induk di Kapal MT. Sunrise Warrior.

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

##### **A. Jenis Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, yaitu pendekatan penelitian yang berlandaskan pada data berupa angka (numerik) yang diolah dan dianalisis menggunakan metode statistik untuk menghasilkan kesimpulan yang objektif serta digunakan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Ardiansyah et al., 2023). Pendekatan kuantitatif dipilih karena data yang dikumpulkan dalam penelitian ini berupa data numerik hasil pencatatan langsung dari *engine log book*, yaitu data tekanan pompa pendingin air tawar *high temperature* dalam satuan bar dan data suhu *jacket water* mesin induk dalam satuan derajat *Celsius* (°C), sehingga pengaruh antar variabel dapat diukur secara akurat.

##### **B. Lokasi dan Waktu Penelitian**

Peneliti melaksanakan penelitian pada saat menjalani tugas Praktek Laut (Prala) di kapal MT. Sunrise Warrior dalam kurun waktu 12 bulan, mulai dari 8 Juli 2024 sampai 15 Juli 2025. Selama pelaksanaan praktek laut, peneliti melakukan pengamatan secara langsung terhadap permesinan kapal, khususnya pada mesin induk dan sistem pendingin air tawar *high temperature*. Kegiatan penelitian difokuskan pada pengambilan data operasional yang berkaitan dengan tekanan pompa pendingin *high temperature* serta dampaknya terhadap *jacket water* mesin induk.

### C. Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional variabel adalah penjelasan secara konkret dan terukur mengenai variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian, sehingga variabel tersebut dapat diamati, diukur, dan diuji secara empiris. Definisi operasional berfungsi untuk memberikan batasan yang jelas terhadap setiap variabel penelitian agar tidak menimbulkan penafsiran yang berbeda, sekaligus menjelaskan bagaimana cara mengukur variabel tersebut dalam konteks penelitian yang dilakukan. Penelitian ini melibatkan dua variabel utama (Safitri et al., 2025), yaitu:

#### 1. Tekanan Pompa Pendingin Air Tawar *High Temperature* (Variabel X)

Tekanan pompa pendingin air tawar *High Temperature (HT)* merupakan tekanan aliran air tawar yang dihasilkan oleh pompa sirkulasi *high temperature* dalam sistem pendingin mesin induk yang berfungsi untuk mensirkulasikan air pendingin melalui *jacket water* pada *cylinder liner*, *cylinder head*, dan komponen mesin lainnya. Secara operasional, tekanan pompa pendingin *high temperature* didefinisikan sebagai nilai tekanan air tawar yang terbaca pada *pressure gauge* di outlet pompa *high temperature* selama mesin induk beroperasi. Pengukuran dilakukan dengan melihat nilai tekanan aktual yang tercatat pada indikator tekanan di kamar mesin dan dibandingkan dengan tekanan normal operasional yang telah ditetapkan pada kapal MT. Sunrise Warrior (Subekti et al., 2022).

Berdasarkan standar operasional sistem pendingin mesin induk di kapal MT. Sunrise Warrior, tekanan pompa pendingin air tawar HT dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Kategori Tekanan Pompa Pendingin HT

| <b>Tekanan (bar)</b> | <b>Kategori</b> |
|----------------------|-----------------|
| <2.0                 | Menurun         |
| 2.0-2.5              | Sedang          |
| 2.5-3.5              | Normal          |

Nilai tekanan pompa *high temperature* dalam penelitian ini digunakan sebagai variabel bebas (X) yang diduga mempengaruhi *jacket water* mesin induk

## 2. Suhu *Jacket Water* Mesin Induk (Variabel Y)

Suhu *jacket water* mesin induk merupakan temperatur air tawar yang bersirkulasi dalam sistem pendingin *High Temperature (HT)* pada bagian *water jacket* mesin induk yang berfungsi menyerap panas dari proses pembakaran di dalam silinder. Secara operasional, suhu *jacket water* didefinisikan sebagai nilai temperatur air pendingin yang terbaca pada *temperature indicator* atau *thermometer* pada jalur keluar *jacket cooling water* dari mesin induk.

Suhu *jacket water* yang terukur kemudian dibandingkan dengan standar suhu operasional mesin induk yang berlaku pada kapal MT. Sunrise Warrior, dengan klasifikasi sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Kategori Suhu Jacket Water

| <b>Suhu Jacket Water (°C)</b> | <b>Kategori</b> |
|-------------------------------|-----------------|
| 68 – 80 °C                    | Suhu normal     |
| 81 – 85 °C                    | Suhu tinggi     |
| > 85 °C                       | Overheat        |

Dalam penelitian ini, suhu *jacket water* digunakan sebagai variabel terikat (Y) yang dipengaruhi oleh tekanan pompa pendingin air tawar *high temperature*.

## D. Sumber Data dan Teknik Pengumpulan

### 1. Sumber

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

#### a. Data primer

Data primer yaitu data yang diperoleh langsung dari pencatatan dan pengamatan di atas Kapal MT. Sunrise Warrior, meliputi data tekanan pompa pendingin air tawar *high temperature* dan suhu *jacket water* mesin induk yang dicatat dari *engine room log book* pada berbagai kondisi beban mesin selama periode praktek laut.

#### b. Data Sekunder

Data sekunder yaitu data pendukung yang diperoleh dari dokumen teknis kapal seperti *Instruction Manual Book* mesin induk Kawasaki MAN B&W 6S35MC, laporan perawatan (*Planned Maintenance System/PMS*), serta literatur dan referensi ilmiah yang berkaitan dengan sistem pendingin *high temperature* dan *jacket water* mesin induk.

### 2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara sebagai berikut:

#### a. Observasi

Observasi pengamatan langsung terhadap kondisi dan operasional sistem pendingin *high temperature* mesin induk di kamar mesin Kapal MT. Sunrise Warrior, termasuk mengamati indikator tekanan pompa dan suhu *jacket water* pada panel instrumen selama mesin beroperasi.

b. Pencatatan Data Operasional

Pencatatan data operasional adalah kegiatan mencatat secara sistematis seluruh parameter kerja peralatan atau mesin selama proses operasi berlangsung untuk mengetahui kondisi aktual, mendeteksi penyimpangan, dan sebagai dasar analisis teknis. Mencatat secara sistematis data tekanan pompa pendingin air tawar *high temperature* dan suhu *jacket water* dari *engine log book* pada interval waktu tertentu selama pengoperasian mesin induk, sebagaimana tercantum dalam batasan masalah penelitian ini.

c. Studi Dokumentasi

Studi dokumentasi mengumpulkan data dari *Instruction Manual Book* mesin induk, laporan PMS, dan dokumen teknis lainnya yang berkaitan dengan spesifikasi operasional sistem pendingin *high temperature* mesin induk di Kapal MT. Sunrise Warrior.

## E. Teknik Analisi Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis statistik inferensial, yaitu teknik analisis yang bertujuan untuk menguji hipotesis penelitian serta mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat melalui analisis regresi linear sederhana dan uji signifikansi statistik (Ardiansyah et al., 2023). Analisis ini digunakan untuk menunjukkan pengaruh tekanan pompa pendingin air tawar *High Temperature (HT)* terhadap suhu *jacket water* mesin induk di Kapal MT. Sunrise Warrior.

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan berupa nilai tekanan pompa

pendingin *high temperature* dan suhu *jacket water* mesin induk terlebih dahulu dikumpulkan dan disusun secara sistematis. Selanjutnya, data tersebut dianalisis menggunakan statistik inferensial melalui regresi linear sederhana untuk mengetahui pengaruh antara tekanan pompa pendingin *high temperature* dengan perubahan suhu *jacket water* mesin induk. Hasil analisis kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan uraian deskriptif untuk menunjukkan kecenderungan pengaruh perubahan tekanan pompa pendingin *high temperature* terhadap perubahan suhu *jacket water* mesin induk. Melalui analisis tersebut diharapkan dapat diperoleh gambaran yang jelas dan objektif mengenai pengaruh tekanan pompa pendingin air tawar *high temperature* terhadap suhu *jacket water* mesin induk di Kapal MT. Sunrise Warrior.

#### 1. Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik merupakan serangkaian pengujian yang bertujuan untuk memastikan bahwa data penelitian memenuhi persyaratan statistik sehingga model regresi yang digunakan dapat menghasilkan estimasi yang akurat dan tidak bias (Ghozali, 2018). Apabila asumsi-asumsi tersebut terpenuhi, maka analisis regresi dapat dilakukan dan hasilnya dapat digunakan untuk menjelaskan hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat secara lebih tepat. Dalam penelitian ini, uji asumsi klasik dilakukan melalui beberapa tahap pengujian, yaitu sebagai berikut:

##### a. Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data residual atau kesalahan dalam model regresi berdistribusi normal atau tidak. Pengujian normalitas dapat dilakukan dengan melihat nilai signifikansi

pada uji statistik seperti *Kolmogorov-Smirnov* atau *Shapiro-Wilk*, maupun melalui grafik *Normal Probability Plot* (P-P Plot). Apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 maka data dapat dinyatakan berdistribusi normal (Ardiansyah et al., 2023).

b. Uji Linearitas

Uji linearitas bertujuan untuk mengetahui apakah dua variabel mempunyai hubungan yang linear secara signifikan atau tidak. Uji linearitas dilakukan dengan menggunakan *Test for Linearity* pada SPSS. Kriteria pengujian adalah apabila nilai *Sig. Linearity* < 0,05 dan *Sig. Deviation from Linearity* > 0,05, maka hubungan antara dua variabel dinyatakan linear (Ardiansyah et al., 2023).

c. Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi terjadi ketidaksamaan *variance* dari residual satu pengamatan ke pengamatan lain. Model regresi yang baik adalah yang homokedastisitas atau tidak terjadi heteroskedastisitas. Pengujian dilakukan menggunakan uji Glejser. Apabila nilai signifikansi > 0,05 maka tidak terjadi heteroskedastisitas (Ardiansyah et al., 2023).

2. Uji Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis regresi linear sederhana. Metode ini digunakan untuk mengetahui serta menganalisis hubungan antara satu variabel independen (variabel bebas) terhadap satu variabel dependen (variabel terikat), sehingga dapat diketahui seberapa besar pengaruh variabel bebas tersebut terhadap variabel

terikat.

a. Analisis Regresi Linear Sederhana

Analisis regresi linear sederhana digunakan untuk mengetahui pengaruh antara satu variabel independen dengan satu variabel dependen (Ardiansyah et al., 2023). Dalam penelitian ini analisis regresi linear sederhana bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh tekanan pompa pendingin air tawar *high temperature* terhadap suhu *jacket water* mesin induk, serta seberapa besar pengaruhnya di kapal MT. Sunrise Warrior.

Bentuk persamaan Regresi Linier Sederhana :

$$Y = a + bX$$

Keterangan:

Y= Suhu *jacket water* mesin induk (°C)

X= Tekanan pompa pendingin air tawar HT (bar)

a= Konstanta, yaitu nilai suhu *jacket water* mesin induk ketika tekanan pompa pendingin air tawar *high temperature* bernilai nol.

b= Koefisien regresi, yaitu nilai yang menunjukkan besarnya perubahan suhu *jacket water* mesin induk setiap terjadi perubahan satu satuan tekanan pompa pendingin air tawar *high temperature*.

b. Uji t (Parsial)

Uji t digunakan untuk mengetahui apakah variabel independent secara parsial berpengaruh signifikansi terhadap variabel dependen (Safitri et al., 2025) Dalam penelitian ini uji t digunakan untuk menguji signifikansi pengaruh tekanan pompa pendingin air tawar *high*

*temperature (HT)* terhadap suhu *jacket water* mesin induk di Kapal MT. Sunrise Warrior dengan tingkat kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ). Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

$H_0$ = Tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara tekanan pompa pendingin air tawar *high temperature* terhadap suhu *jacket water* mesin induk di Kapal MT. Sunrise Warrior.

$H_1$ = Terdapat pengaruh yang signifikan antara tekanan pompa pendingin air tawar *high temperature* terhadap suhu *jacket water* mesin induk di Kapal MT. Sunrise Warrior.

Kriteria pengujian yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1) Apabila nilai  $t$  hitung  $>$   $t$  tabel atau nilai signifikansi  $<$  0,05, maka  $H_1$  diterima, yang berarti terdapat pengaruh yang signifikan antara tekanan pompa pendingin air tawar *high temperature* terhadap suhu *jacket water* mesin induk di Kapal MT. Sunrise Warrior.
- 2) Apabila nilai  $t$  hitung  $\leq$   $t$  tabel atau nilai signifikansi  $\geq$  0,05, maka  $H_0$  diterima, yang berarti tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara tekanan pompa pendingin air tawar *high temperature* terhadap suhu *jacket water* mesin induk di Kapal MT. Sunrise Warrior.

#### c. Uji F

Uji F digunakan untuk mengetahui apakah model regresi secara simulta signifikan dalam menjelaskan variabel terikat (Ardiansyah et al., 2023). Kriteria pengujian adalah apabila nilai  $F$  hitung  $>$   $F$  tabel atau nilai Sig.  $<$  0,05, maka model regresi dinyatakan signifikan.

d. Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

Koefisien determinasi ( $R^2$ ) digunakan untuk mengukur seberapa besar kemampuan variabel bebas dalam menjelaskan variasi variabel terikat (Ardiansyah et al., 2023). Nilai  $R^2$  berkisar antara 0 sampai 1. Semakin mendekati 1, semakin besar kemampuan variabel bebas menjelaskan variasi variabel terikat.