

**OPTIMALISASI KINERJA POMPA SENTRIFUGAL  
UNTUK MEMBANTU PENGOPERASIAN  
PERMESINAN BANTU KAPAL  
MV. PANCARAN LIBERTY**



Diajukan dalam Rangka Penyelesaian  
Program Studi Diploma III Studi Teknik Permesinan Kapal

**Heffri Mettz Biondy**  
**NPM. 2202006**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III PERMESINAN KAPAL  
POLITEKNIK TRANSPORTASI SUNGAI DANAU  
DAN PENYEBERANGAN PALEMBANG  
TAHUN 2025**

**OPTIMALISASI KINERJA POMPA SENTRIFUGAL  
UNTUK MEMBANTU PENGOPERASIAN  
PERMESINAN BANTU KAPAL  
MV. PANCARAN LIBERTY**



Diajukan dalam Rangka Penyelesaian  
Program Studi Diploma III Studi Teknik Permesinan Kapal

**Heffri Mettz Biondy**  
**NPM. 2202006**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III PERMESINAN KAPAL  
POLITEKNIK TRANSPORTASI SUNGAI DANAU  
DAN PENYEBERANGAN PALEMBANG  
TAHUN 2025**

**OPTIMALISASI KINERJA POMPA SENTRIFUGAL  
UNTUK MEMBANTU PENGOPERASIAN  
PERMESINAN BANTU KAPAL  
MV. PANCARAN LIBERTY**

Disusun dan Diajukan Oleh :

HEFFRI METTZ BIONDY  
NPM.2202006

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KKW

Pada tanggal Agustus 2025

Menyetujui,

Penguji I

Penguji II

Ir. M. Fahmi Amrillah, S.T., M.T. IPP  
NIP.19950807 202203 1 003

Sri Kelana, M.Pd  
NIP.19821115 200912 1 004

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Diploma III Teknik Permesinan Kapal

Driaskoro Budi Sidharta, S.T., M.SC.  
NIP: 19780513 200912 1 001

**PERSETUJUAN SEMINAR**  
**KERTAS KERJA WAJIB**

Judul : Optimalisasi Kinerja Pompa Sentrifugal untuk Membantu  
Pengoperasian Permesinan Bantu Kapal MV. Pancaran  
Liberty.

Nama : Heffri Mettz Biondy

NPM : 22020006

Program Studi : Diploma III Teknik Permesinan Kapal

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk di seminarikan.

Palembang, Agustus 2025

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Eko Nugroho Widjatmoko, M.M., IPM., M.Mar.E  
NIP.197112212 000212 1 001

Broto Priyono, S. SiT., M.T  
NIP.19780116 200003 1 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Diploma III Teknik Permesinan Kapal

Driaskoro Budi Sidharta, S.T., M.SC.

NIP: 19780513 200912 1 001

## SURAT PERALIHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama: Heffri Mettz Biondy

NPM : 22020006

Program Studi: Diploma III Teknik Permesinan Kapal

Adalah **Pihak I** selaku penulis asli karya ilmiah yang berjudul “ Optimalisasi Kinerja Pompa Sentrifugal untuk Membantu Pengoperasian Permesinan Bantu Kapal MV. Pancaran Liberty” dengan ini menyerahkan karya ilmiah kepada :

Nama : Politeknik Transportasi SDP Palembang

Alamat : Jl. Sabar Jaya no.116, Prajin, Banyuasin 1

Kab. Banyuasin, Sumatera Selatan.

Adalah **Pihak ke II** selaku pemegang Hak Cipta berupa Laporan Tugas Akhir Taruna/i Program Studi Diploma III Teknik Permesinan Kapal selama batas waktu yang tidak ditentukan. Demikianlah surat pengalihan Hak Cipta ini kami buat, agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Pemegang Hak Cipta

Palembang, Agustus 2025

Pencipta

(Heffri Mettz Biondy)

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Heffri Mettz Biondy

NPM: 22020006

Program Studi : Diploma III Teknik Permesinan Kapal

Menyatakan bahwa KKW yang saya tulis dengan judul :

**OPTIMALISASI KINERJA POMPA SENTRIFUGALUNTUK MEMBANTU  
PENGOPERASIAN PERMESINAN BANTU KAPAL MV. PANCARAN  
LIBERTY**

Merupakan hasil karya asli seluruh ide yang ada dalam KKW tersebut, kecuali tema yang saya nyatakan sebagai kutipan , merupakan ide saya sendiri. Jika pernyataan diatas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Transportasi Sungai , Danau dan Penyeberangan Palembang.

Palembang,        Agustus 2025

(Heffri Mettz Biondy)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah Tuhan YME, karena atas limpahan rahmat dan karunianya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian kertas kerja wajib ini.

Kertas kerja wajib ini merupakan upaya menunaikan kewajiban sebagai Taruna dalam menempuh masa studi di Politeknik Transportasi Sungai Danau dan Penyeberanga Palembang. Permasalahan yang ditemui berdasarkan hasil pengamatan dan pengalaman selama mengimplementasikan teori yang telah dipelajari dalam magang lapangan di Pelabuhan penyeberangan menjadi dasar pemikiran penulis mengkaji permasalahan tersebut kedalam kertas kerja wajib ini. Penulis meyakini bahwa dalam penyusunan KKW ini sangat diperlukan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan banyak terimakasih kepada :

1. Dr. Ir. Eko Nugroho Widjatmoko, M.M.,IPM., M.Mar.E.selaku Direktur Politeknik Transportasi Sungai Danau dan Penyeberangan Palembang dan selaku Pembimbing I
2. Broto Priyono, S. SiT., M.T selaku Pembimbing II
3. Kedua Orang Tua saya, Papi Muhizar dan Mami Yumani sebagai Orang Tua penulis yang telah mendidik, membesarkan dan membimbing serta selalu memberikan kasih sayang yang tulus dan memberikan do'a yang tak pernah putus untuk setiap langkah yang penulis lewati.
4. Keluarga yang senantiasa mendukung, baik dalam bentuk bantuan nyata maupun motivasi, dan mendo'akan penulis hingga penelitian ini selesai.
5. Capt. dan seluruh *crew* Kapal MV. Pancaran Liberty yang telah membantu dan selalu membimbing ketika masih melaksanakan praktik laut.
6. Rekan – rekan Teknik Permesinan Kapal yang selalu bersama dalam suka maupun duka.
7. Cindi Atika Sari yang selalu menemani dan selalu menjadi support system penulis yang tiada henti dalam kondisi apapun Terimakasih telah

mendengarkan keluhan kesah ,berkontribusi banyak serta menjadi bagian perjalanan saya dalam menyelesaikan KKW ini.

8. Rekan – rekan satu Angkatan XXXIII yang telah Bersama 3 tahun ini.
9. Sebagai bentuk penghargaan diri, penulis mengucapkan terima kasih atas segala usaha yang telah dicurahkan. Teristimewa, apresiasi penuh diberikan kepada Heffri Mettz Biondy atas peran dan perjuangannya karena telah kuat sampai detik ini, yang tidak menyerah sesulit apapun rintangan ataupun prosesnya.

Akhirnya penulis berharap hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi seluruh pihak terkait dalam meningkatkan kualitas dan kinerja dalam penyelenggaraan pelabuhan SDP.

Palembang, Agustus 2025

(Heffri Mettz Biondy)

**OPTIMALISASI KINERJA POMPA SENTRIFUGAL UNTUK MEMBANTU  
PENGOPERASIAN PERMESINAN BANTU KAPAL MV. PANCARAN  
LIBERTY**

Heffri Mettz Biondy ( 22020006 )

Di bimbing oleh :

Dr. Ir. Eko Nugroho Widjatomoko, M.M., IPM., M.Mar.E. dan  
Broto Priyono, S.SiT., M.T

**ABSTRAK**

Pompa sentrifugal berperan penting dalam mendukung sistem permesinan bantu Kapal MV. Pancaran Liberty, seperti pendinginan mesin, pelumasan, transfer bahan bakar, dan distribusi air tawar. Penurunan kinerja pompa seiring waktu dapat disebabkan oleh ketidaksejajaran poros, kavitasi, keausan komponen, atau pengaturan operasional yang kurang tepat. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi permasalahan tersebut, menganalisis penyebabnya, dan menentukan langkah optimalisasi melalui observasi lapangan, pengukuran parameter kerja, analisis performa, dan studi literature, dengan menggunakan metode deskriptif kualitatif.

Hasil penelitian menunjukkan penurunan performa terutama dipicu oleh kavitasi, degradasi impeller, dan kesalahan prosedur pengoperasian. Tindakan perbaikan yang dilakukan mampu memulihkan kapasitas aliran dan efisiensi energi pompa secara signifikan. Disimpulkan bahwa pemeliharaan terjadwal, inspeksi rutin, dan peningkatan keterampilan operator menjadi faktor kunci menjaga kinerja pompa. Rekomendasi pencegahan mencakup pemeriksaan kesejajaran poros, pemantauan kondisi fluida, serta penerapan prosedur operasi standar

**Kata Kunci:** Pompa Sentrifugal, Efisiensi Operasi, Optimalisasi, Permesinan Bantu, Kapal

**OPTIMIZATION                      Machinery, Ship**  
**OF CENTRIFUGAL PUMP PERFORMANCE TO ASSIST THE OPERATION**  
**OF AUXILIARY MACHINERY OF MV. PANCARAN LIBERTY**

Heffri Mettz Biondy ( 22020006 )

*Supervised by :*

Dr. Ir. Eko Nugroho Widjatomoko, M.M.,IPM., M.Mar.E. and  
Broto Priyono, S. SiT., M.T

**ABSTRACT**

*Centrifugal pumps play an important role in supporting the auxiliary machinery system of the MV. Pancaran Liberty, such as engine cooling, lubrication, fuel transfer, and fresh water distribution. A decline in pump performance over time can be caused by shaft misalignment, cavitation, component wear, or improper operational settings. This study aims to identify these issues, analyze their causes, and determine optimization steps through field observations, measurement of operational parameters, performance analysis, and literature review.*

*The results of the study indicate that the decline in performance is primarily caused by cavitation, impeller degradation, and operational procedure errors. The corrective actions taken were able to significantly restore the pump's flow capacity and energy efficiency. It is concluded that scheduled maintenance, routine inspections, and operator skill enhancement are key factors in maintaining pump performance. Preventive recommendations include shaft alignment checks, fluid condition monitoring, and the implementation of standard operating procedures.*

**Keywords:** *Centrifugal Pump, Operational Efficiency, Optimization, Auxiliary*

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Persetujuan Seminar Kkw.....	iii
Surat Peralihan Hak Cipta.....	iv
Pernyataan Keaslian.....	v
Kata Pengantar.....	vi
Abstrak.....	viii
Abstract.....	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Gambar.....	1
Daftar Lampiran.....	2
Bab I Pendahuluan.....	2
A. Latar Belakang Penelitian.....	3
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Batasan Masalah.....	6
E. Manfaat Penelitian.....	6
Bab II Tinjauan Pustaka Dan Landasan Teori.....	8
A. Tinjauan Pustaka.....	8
B. Landasan Hukum.....	9
C. Landasan Teori.....	13
D. Bagan Alir.....	17

Bab III Metode Penelitian.....	18
A.    Desain Penelitian.....	18
B.    Teknik Pengumpulan Data.....	19
C.    Teknik Analisis Data.....	21
Bab IV Analisis Dan Pembahasan.....	23
A.    Analisis.....	23
B.    Pembahasan.....	29
Bab V Penutup.....	31
A.    Kesimpulan.....	31
B.    Saran.....	31
Daftar Pustaka.....	32
Lampiran.....	34

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Spesifikasi Pompa Kapal MV. Pancaran Liberty .....	37
Tabel 4.2 Temperatur Gas Buang Auxiliary Engine Part .....	37
Tabel 4.3 Data Tekanan Setelah Perawatan .....	39

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pompa Ballast .....	13
Gambar 2.2 Cool SW Pump .....	13
Gambar 2.3 LT Cooler Pump .....	14
Gambar 2.4 GS Pump .....	14
Gambar 2.5 Bagan Alir Kerangka Fikir .....	21
Gambar 4.1 Kapal MV. Pancaran Liberty .....	28
Gambar 4.2 Mechanical Seal .....	30
Gambar 4.3 Bearing .....	32
Gambar 4.4 Data Flowmeter Laju Aliran .....	34
Gambar 4.5 Jurnal Jaga Kamar Mesin .....	35
Gambar 4.6 Data Flowmeter Laju Aliran .....	36
Gambar 4.7 Flowmeter .....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 IMO Crew List .....	44
Lampiran 2 Ship Particular .....	45
Lampiran 3 Wawancara .....	47
Lampiran 4 Dokumentasi Overhoul .....	48

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Penelitian**

Di tengah arus pesatnya era digital sekarang ini, transportasi memegang peranan yang semakin krusial dalam menjamin kelancaran distribusi barang. Peran tersebut tidak hanya penting dalam lingkup distribusi antarwilayah di dalam negeri, melainkan juga telah menjadi elemen penting dalam roda perdagangan dunia. Di antara berbagai moda yang tersedia, transportasi laut masih menjadi pilihan utama untuk pengiriman barang dalam volume besar. Hal ini tidak terlepas dari sejumlah keunggulan yang dimilikinya, seperti kapasitas angkut yang tinggi, jangkauan pelayaran yang luas, serta efisiensi biaya operasional yang lebih baik dibandingkan dengan transportasi darat dan udara. Efektivitas transportasi laut dalam mendukung konektivitas logistik dan efisiensi distribusi telah terbukti berkontribusi signifikan terhadap kelancaran arus barang nasional maupun global.

Dalam iklim persaingan industri pelayaran yang semakin kompetitif, setiap perusahaan dituntut untuk memastikan kelancaran dan keandalan operasional seluruh armada kapal agar dapat berfungsi secara optimal tanpa gangguan teknis maupun administratif. Keterlambatan dalam pengiriman barang, yang dapat disebabkan oleh faktor operasional atau kendala teknis, bukan hanya mempengaruhi efisiensi logistik, tetapi juga dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kepuasan pelanggan dan reputasi perusahaan. Penelitian oleh Hapsari et al. (2023) menunjukkan bahwa ketepatan waktu merupakan faktor krusial yang memengaruhi loyalitas pelanggan dalam layanan logistik. Semakin akurat waktu pengiriman yang dijanjikan dan terealisasi, semakin tinggi pula kepercayaan dan komitmen pelanggan terhadap perusahaan penyedia jasa.

Terdapat banyak faktor eksternal yang dapat menyebabkan keterlambatan kapal, di antaranya kondisi cuaca yang buruk (terutama bagi muatan sensitif

seperti pupuk), gelombang tinggi yang dapat memengaruhi performa mesin induk, keterlambatan dalam proses loading muatan, hingga kendala tenaga kerja dalam pengoperasian alat bantu seperti crane kapal. Namun, di samping faktor eksternal, terdapat pula aspek internal yang sama pentingnya, yakni tingkat kesiapan dan keandalan sistem permesinan kapal itu sendiri.

Di atas kapal, mesin diesel berperan sebagai penggerak utama (main engine) dan harus didukung oleh sistem permesinan bantu seperti boiler, generator, kompresor, purifier, dan berbagai jenis pompa. Sistem ini bekerja secara terintegrasi dan kerusakan pada satu bagian dapat memengaruhi performa seluruh kapal. Oleh karena itu, tanggung jawab seorang masinis sangat besar dalam memastikan semua unit berfungsi optimal (Gospić et al., 2021).

Penulis dalam Kertas Kerja Wajib ini menyoroti permasalahan pada pompa sentrifugal di atas kapal MV. Pancaran Liberty. Di kapal ini, terdapat beberapa jenis pompa sentrifugal, antara lain pompa ballast, pompa *sea water cooling* (SW Cool), pompa bilge, dan pompa *low temperature cooler* (LT Cooler). Masing-masing memiliki fungsi penting dalam mendukung operasional kapal. Kerusakan yang terjadi pada pompa-pompa ini cenderung memiliki pola yang mirip, khususnya karena tingginya jam kerja (running hours) dan ketergantungan pada suku cadang (*spare part*) yang tersedia di kapal.

Pompa sentrifugal (*centrifugal pump*) merupakan salah satu jenis pompa yang paling sering diaplikasikan dalam berbagai sektor industri, termasuk industri maritim dan perkapalan. Keunggulan utama dari pompa ini terletak pada kemudahan dalam pengoperasiannya, efisiensi yang tinggi, serta biaya perawatan yang relatif rendah. Selain itu, tingkat kebisingan yang dihasilkan selama operasi juga tergolong minim, sehingga menjadikannya pilihan ideal dalam sistem perpipaan dan pemompaan fluida. Sebagaimana dijelaskan bahwa, pompa sentrifugal banyak digunakan karena kemudahan operasionalnya, efisiensi tinggi, dan kebutuhan perawatan yang rendah, menjadikannya sangat andal untuk berbagai aplikasi industri (Harahap & Fakhruddin, 2018). Mekanisme kerja pompa

ini didasarkan pada gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh perputaran impeller. Gaya tersebut menyebabkan fluida terdorong keluar dari sumbu rotasi dan mengalir menuju bagian outlet sebagai hasil dari peningkatan energi kinetik. Proses ini memindahkan fluida dari suction ke discharge, sehingga sangat vital dalam sistem seperti ballast dan pendingin air laut.

Pada sistem pendinginan air laut (*SW Cool*), misalnya, Pompa sentrifugal berperan penting dalam sistem pendinginan air laut, pelumasan, bahan bakar, dan ballast kapal. Kerusakan pompa dapat mengganggu keseimbangan kapal saat bongkar muat serta menghambat operasi mesin, sehingga keandalan sistem pompa sangat vital bagi kelangsungan operasional kapal. Apabila terjadi kegagalan fungsi pada pompa, maka seluruh kinerja mesin utama bisa terganggu dan mengakibatkan terhambatnya perjalanan kapal (Arifin et al., 2015)

Penelitian ini bertujuan mengkaji permasalahan pompa sentrifugal di MV. Pancaran Liberty serta menyusun strategi optimalisasi teknis, perawatan, dan pengelolaan suku cadang. Oleh karena itu, Kertas Kerja Wajib ini berjudul: **"Optimalisasi Kinerja Pompa Sentrifugal untuk Membantu Pengoperasian Permesinan Bantu Kapal MV. Pancaran Liberty."**

## **B. RUMUSAN MASALAH**

Rumusan masalah didasarkan pada pengamatan dan data yang dikumpulkan selama praktik laut penulis di MV. Pancaran Liberty. Terkait Optimalisasi dan perawatan Pompa Sentrifugal di atas kapal yang akan penulis uraikan pada kertas kerja wajib ini, antara lain:

1. Apa saja faktor yang menyebabkan Pompa Sentrifugal mengalami masalah di Kapal MV. Pancaran Liberty?
2. Apa dampak yang akan timbul jika Pompa Sentrifugal mengalami masalah di Kapal MV. Pancaran Liberty.
3. Bagaimana cara pengoptimalisasian kinerja Pompa Sentrifugal di atas Kapal MV. Pancaran Liberty ?

### **C. TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan utama penelitian ini diarahkan untuk mendapatkan pemahaman yang menyeluruh dan mendalam, termasuk

1. Untuk mengetahui faktor yang menyebabkan Pompa Sentrifugal mengalami masalah di Kapal MV. Pancaran Liberty.
2. Untuk mengetahui dampak yang akan timbul jika Pompa Sentrifugal mengalami masalah.
3. Untuk mengetahui bagaimana cara mengoptimalkan kinerja Pompa Sentrifugal di Kapal MV. Pancaran Liberty.

### **D. BATASAN MASALAH**

Mengingat luasnya pembahasan masalah di dalam penelitian, maka dalam Kertas Kerja Wajib ini penulis akan membatasi masalah di dalamnya dan hanya membahas mengenai bagaimana mengoptimalkan kinerja pompa sentrifugal dan dampak apa yang akan timbul jika *pompa* sentrifugal ( *Ballast, SW cooling, General Service*) mengalami masalah. Tujuan membatasi masalah ini yaitu untuk menghindari luasnya pembahasan. Masalah dalam penelitian dan untuk memfokuskan masalah-masalah yang akan dibahas didalam penelitian.

### **E. MANFAAT PENELITIAN**

Penulisan Kertas Kerja Wajib ini semoga dapat menjadi manfaat bagi kepentingan pendidikan dan dunia praktis sebagai berikut:

1. Manfaat bagi dunia pendidikan
  - a. Untuk meningkatkan pengetahuan Taruna/i Politeknik Transportasi SDP Palembang Prodi DIII Permesinan Kapal dengan melihat situasi nyata di lapangan.
  - b. Untuk memperkaya pengetahuan khususnya untuk pentingnya pengoptimalisasian pompa sentrifugal agar dalam pengoperasiannya dapat bekerja dengan maksimal.
  - c. Diharapkan dapat menjadi sumbang sarana kepada lembaga Pendidikan Politeknik Transportasi Sungai Danau dan penyebrangan Palembang.

## 2. Manfaat bagi dunia praktis

- a. Diharapkan menjadi tambahan wawasan/pengetahuan tentang pompa sentrifugal.
- b. Perusahaan pelayaran dalam pengembangan terhadap kapal harus mengkaji terhadap kondisi permesinan setiap kapal sesuai dengan IMO dan SOLAS.
- c. Sebagai sumbang sarana kepada perusahaan pelayaran bila mana terjadi permasalahan yang sama tentang ketidak normalan kinerja pompa dalam produksi uap yang kurang maksimal..

Di harapkan bisa dijadikan sebagai referensi untuk mengetahui masalah-masalah dalam pengoperasian pompa.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

#### **A. TINJAUAN PUSTAKA**

##### **1. Penelitian Terdahulu**

Kajian terhadap hasil studi terdahulu menjadi unsur penting yang tidak dapat dipisahkan pada penyusunan karya ilmiah ini. Melalui kajian literatur, penulis dapat memahami berbagai pendekatan, metode, dan hasil yang telah dihasilkan oleh peneliti lain yang berfokus pada sistem kerja pompa sentrifugal, efisiensi operasional mesin bantu, serta penerapannya dalam konteks maritim khususnya pada kapal niaga.

Penelaahan ini tidak hanya bertujuan untuk menghindari pengulangan topik atau kesalahan yang telah terjadi pada penelitian terdahulu, tetapi juga untuk mengidentifikasi celah penelitian (*research gap*) yang dapat dijadikan dasar pengembangan kajian lebih lanjut. Dengan memahami bagaimana pompa sentrifugal dioptimalkan dalam berbagai kondisi operasional dan teknis, penulis dapat merancang pendekatan yang lebih terarah, spesifik, dan sesuai dengan karakteristik sistem mesin bantu di atas kapal MV. Pancaran Liberty.

Studi-studi sebelumnya juga berperan dalam memperkaya pemahaman tentang parameter-parameter kunci yang mempengaruhi performa pompa, seperti efisiensi hidrolik, distribusi beban kerja, serta pengaruh variasi tekanan dan debit aliran terhadap kestabilan sistem secara keseluruhan. Dari sana, penelitian ini diharapkan tidak hanya mengulang kajian yang telah ada, melainkan turut memberikan kontribusi praktis dalam peningkatan performa sistem permesinan kapal secara menyeluruh.

Pada Penelitian (Napitu,2024) menganalisis tentang “Optimalisasi Perawatan Sistem Pendingin untuk Mempertahankan Kinerja Mesin Induk di Kapal Tug Bayan” dengan tujuan menjaga stabilis suhu kerja mesin induk jenis penelitian

adalah terapan eksperimental hasil dari penelitian nya ialah pompa sentrifugal berfungsi optimal bila rutin dibersihkan dari kerak dan korosi

Penelitian (Latanna,2024) tentang “Optimalisasi Perbaikan Sistem Pendingin pada Mesin Bantu di Kapal MT. Sea Reliance” tujuan penelitian ialah meningkatkan kinerja mesin bantu,jenis dari penilitian menggunakan studi kasus,hasil dari penelitian tersebut adalah Penggantian bearing pompa sentrifugal memperbaiki kestabilan tekanan aliran

Selanjutnya penelitian (Feby,2022) tentang “Optimalisasi kerja pompa ballast guna kelancaran pengoperasian kapal di MV. Manalagi Hita” tujuan ialah menjamin stabilitas trim kapal,jenis penelitian ialah studi kasus hasil yang didapatkan dari penelitian yaitu pengecekan berkala katup isap dan pembuangan pompa sentrifugal mencegah kerusakan

Berdasarkan hasil telaah terhadap berbagai penelitian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa pompa sentrifugal memiliki peranan sentral dalam menunjang kinerja sistem permesinan kapal, khususnya dalam hal pendinginan mesin, pengisian ballast, dan distribusi fluida lainnya. Sebagian besar studi menyoroti pentingnya perawatan berkala dan penggantian komponen kritis seperti *impeller*, *bearing*, *mechanical seal*, serta perlunya pelumasan yang memadai untuk menjaga performa pompa tetap stabil.

## **B. LANDASAN HUKUM**

Pengaturan penggunaan Pompa di kapal diatur secara ketat oleh regulasi internasional dan nasional guna menjamin keselamatan, perlindungan lingkungan, dan kelayakan kapal.

### **1. Regulasi Internasional**

#### **a. SOLAS (*Safety of Life at Sea*)**

Konvensi SOLAS mengatur secara komprehensif persyaratan keselamatan teknis kapal, termasuk sistem pompa. Poin pentingnya mencakup:

1) Regulasi II-1 (*Construction – Structure, Subdivision and Stability, Machinery and Electrical Installations*) :

- a) Bagian Regulasi 35: Kapal harus dilengkapi dengan sistem pompa dan saluran yang dapat mengalirkan air dari ruang bawah kapal secara efisien dalam situasi darurat.
- b) Regulasi 43 & 44: Mewajibkan penggunaan pompa untuk sistem *ballast* dan pompa air pendingin dalam sistem mesin utama dan bantu.

2) Regulasi II-2 (*Fire Protection*) :

- a) Regulasi 10.2.1: Minimal dua pompa kebakaran diperlukan, salah satunya harus digerakkan oleh sumber daya independen agar tetap berfungsi bila sistem utama rusak.
- b) *Fire Main System* (Regulasi II-2/10.2.2): Sistem ini harus mampu mempertahankan tekanan air minimum di semua titik kebakaran, sehingga memerlukan pompa sentrifugal berkinerja tinggi.

b. MARPOL 73/78 (*Marine Pollution Convention*)

Pompa juga berkaitan dengan pengelolaan limbah dan pencegahan pencemaran

1) *Annex I - Oil Pollution* :

- a) Mengatur pompa yang digunakan dalam sistem pemisahan minyak-air, terutama untuk bilge water treatment.
- b) Kapal wajib dilengkapi bilge pump dan *oily water separator* dengan pompa khusus dan flow control sesuai standar IMO.

2) *Annex IV - Sewage* :

- a) Mengatur penggunaan *sewage pumps* dalam sistem pengolahan limbah domestik kapal.
- b) Persyaratan sistem pembuangan mencakup pompa dengan kapasitas tertentu dan kontrol otomatis.

2. Regulasi Nasional

- a. Undang-Undang No. 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran.

- 1) Pasal 137 sampai dengan Pasal 139 : Setiap kapal yang beroperasi di perairan Indonesia wajib memenuhi persyaratan kelaiklautan. Kelaiklautan ini mencakup tidak hanya aspek konstruksi dan pengawakan, tetapi juga perlengkapan keselamatan dan sistem pendukung yang menjamin kapal dapat beroperasi secara aman dan andal. Dalam konteks ini, keberadaan sistem pompa, termasuk pompa sentrifugal yang digunakan untuk keperluan seperti pemadam kebakaran, sistem bilga, ballast, serta pengelolaan limbah, merupakan bagian integral dari pemenuhan persyaratan keselamatan kapal secara menyeluruh.
- 2) Pasal 152 : Kapal juga diwajibkan untuk mengikuti standar teknis dan peraturan internasional yang telah diratifikasi oleh Pemerintah Indonesia.

b. Peraturan Menteri Perhubungan (Permenhub)

- 1) Permenhub No. PM 129 Tahun 2016 tentang Pencegahan Pencemaran dari Kapal : Setiap kapal wajib dilengkapi dengan sistem pengolahan limbah seperti *Oil Water Separator (OWS)* dan sistem pengelolaan air ballast. Sistem ini harus mampu beroperasi dengan tekanan dan laju alir yang stabil, sehingga mendukung proses pemisahan zat pencemar dari cairan limbah. Dalam praktik teknis, sistem tersebut sangat bergantung pada pompa, khususnya pompa sentrifugal, untuk menjamin efisiensi dan keandalan.
- 2) Permenhub No. PM 7 Tahun 2021 tentang Bangunan dan Perlengkapan Kapal : seluruh sistem pemompaan di atas kapal harus dirancang untuk menghadapi kondisi darurat, efisien secara operasional, serta tahan terhadap gangguan selama pelayaran. Sistem ini mencakup sistem bilga, pemadam kebakaran, serta ballast water management yang secara fungsional ditopang oleh kinerja pompa sentrifugal berstandar keselamatan internasional.
- 3) Permenhub No. PM 16 Tahun 2021 tentang Standar Kelaikan Kapal : kapal harus memenuhi persyaratan teknis mengenai keselamatan,

struktur, dan perlengkapan operasional. Di antara sistem yang diatur secara teknis adalah sistem pemadam kebakaran, sistem bilga, sistem pengelolaan limbah, dan ballast, yang seluruhnya harus dilengkapi dengan sistem pemompaan yang handal dan sesuai standar. Dalam pelaksanaannya, jenis pompa yang digunakan umumnya adalah pompa sentrifugal karena karakteristiknya yang mendukung laju alir dan tekanan tinggi secara stabil, sesuai dengan ketentuan operasional di atas kapal.

### 3. Standar Teknis dan Sertifikasi (Biro Klasifikasi Indonesia)

a. Standar Nasional Indonesia (SNI) ISO 9906:2017 : metode pengujian kinerja untuk pompa sentrifugal, termasuk di antaranya pengukuran laju aliran, tekanan, dan efisiensi kerja. Standar ini menjadi acuan dalam memastikan bahwa pompa yang dipasang di kapal baik sebagai bagian dari sistem pemadam kebakaran, bilga, ballast, maupun pengolahan limbah benar-benar memenuhi parameter teknis yang dibutuhkan untuk operasi laut yang andal dan aman.

#### b. BKI (Biro Klasifikasi Indonesia)

Pompa untuk sistem bilge, ballast, dan kebakaran harus :

- 1) Tahan terhadap korosi laut dan kondisi kerja berkelanjutan.
- 2) Mampu bekerja dengan redundansi (pompa utama dan pompa cadangan harus tersedia).
- 3) Penggunaan pompa sentrifugal dengan Self-priming system disarankan untuk keandalan.

### 4. Aplikasi pada Kapal *MV. Pancaran Liberty*.

*MV. Pancaran Liberty*, sebagai kapal niaga berbendera Indonesia, wajib tunduk pada:

- a. Ketentuan SOLAS dan MARPOL, karena merupakan kapal berbendera negara pihak konvensi.
- b. Pengawasan Direktorat Jenderal Perhubungan Laut untuk sertifikasi kelaikan dan inspeksi pompa.

- c. Harus memiliki sistem pompa ballast, bilge, pemadam, dan limbah yang memadai.
- d. Instalasi pompa diverifikasi oleh BKI dan SNI sebagai badan klasifikasi nasional.

Dalam prakteknya, sistem pompa di *MV. Pancaran Liberty* mencakup:

- a. *Main bilge pump* dan *emergency bilge ejector*.
- b. *Ballast pump* dengan kontrol otomatis untuk distribusi beban.
- c. *Fire pump* dan *emergency fire pump* dengan sumber daya independen.
- d. *Sewage and sludge pump* terhubung ke sistem pengolahan limbah.

### C. LANDASAN TEORI

#### 1. Mesin Induk dan Peran Mesin Bantu di Kapal

Mesin induk atau main engine adalah bagian penting dari sistem propulsi kapal, dan bertugas mengubah energi mekanik menjadi gaya dorong untuk menggerakkan baling-baling kapal. Dalam praktik operasionalnya, mesin ini harus beroperasi secara *kontinu*, terutama saat kapal sedang dalam perjalanan di laut terbuka. Namun, mesin induk tidak dapat berfungsi secara optimal tanpa dukungan dari mesin bantu (*auxiliary engine*), yang menyediakan berbagai sistem pendukung vital di kapal.

Beberapa jenis mesin bantu yang terdapat di atas kapal di antaranya adalah:

- a. Generator.
- b. *Boiler*
- c. Kompresor
- d. *Incinerator*,
- e. *Blower*
- f. *Sewage Treatment Plant*
- g. *Purifier*
- h. Pompa

#### 2. Definisi dan Peran Pompa

Pompa adalah perangkat mekanis fungsinya untuk mentransfer fluida cair dari satu titik ke titik lainnya melalui jaringan perpipaan, dengan cara meningkatkan tekanan fluida agar aliran dapat terjadi sesuai kebutuhan sistem. Di kapal, pompa memegang peranan vital dalam menjaga sirkulasi berbagai jenis cairan, mulai dari bahan bakar, air pendingin, hingga air ballast. Sistem monitoring terhadap kinerja pompa dilakukan baik secara lokal maupun melalui panel di ruang kontrol mesin (*Engine Control Room*) agar keandalan tetap terjaga.

Beragam jenis pompa digunakan di atas kapal, seperti *propeller pump*, *screw pump*, *gear pump*, dan yang paling umum, centrifugal pump. Setiap jenis pompa memiliki karakteristik operasional yang spesifik, yang dirancang sesuai dengan sifat fisik dan kebutuhan aliran dari fluida yang akan dipindahkan.

### 3. Prinsip dan Aplikasi Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal bekerja dengan prinsip gaya sentrifugal, di mana impeller yang berputar pada kecepatan tinggi mentransfer energi kinetik ke fluida yang masuk. Fluida kemudian terdorong menjauh dari sumbu rotasi menuju casing pompa. Selanjutnya, energi kinetik tersebut dikonversi menjadi energi tekanan saat fluida mengalir melalui saluran keluar (*discharge*), memungkinkan aliran yang stabil dalam sistem perpipaan. Pada sistem permesinan bantu kapal MV. Pancaran Liberty, pompa jenis ini digunakan untuk mendukung sirkulasi fluida penting seperti air pendingin, pelumas, dan cairan operasional lainnya guna menjaga stabilitas dan efisiensi mesin utama maupun peralatan bantu., pompasentrifugal digunakan untuk berbagai sistem, antara lain:

#### a. Pompa *Ballast*:



Gambar 2.1 Pompa *Ballast*

Sumber : Dokumentasi Penulis 2024

Pompa balast terutama di kapal bertipe bulk carrier termasuk MV. Pancaran Liberty di gunakan dalam kegiatan antaranya dalam kegiatan bongkar muat atau pun olah gerak dengan menghisap air laut lalu di alirkan ke bwtk (s) dan bwtk (p) sehingga menjaga *propeller* tetap di dalam air saat kapal kosong atau terisi muatan dan menjaga kestabilan kapal saat melewati ombak yang besar.

b. Pompa *Sea Water Cooling (SW Cool)*



Gambar 2.2 *Cool SW Pump*

Sumber : Dokumentasi Penulis 2024

Pompa sw cool adalah pompa yang di gunakan dalam sistem pendinginan kapal baik terbuka dan tertutup dimana cara kerjanya menghisap air laut dari seachest dan di alirkan ke lt cooler dimana fresh water yang bersuhu panas akan di dinginkan dengan seawater yang bersuhu dingin dalam sistem pendingin tertutup.

c. Pompa *LT Cooler*:



*Gambar 2.3 LT Cooler Pump*

Sumber : Dokumentasi Penulis 2024

Pompa lt cooler adalah pompa yang digunakan dalam sistem pendingin di ruang permesinan kapal hampir setiap mesin auxiliary engine dan mesin utama dengan mengalirkan fresh water menuju ke sistem.

d. Pompa *General Service (GS)*



*Gambar 2.4 GS Pump*

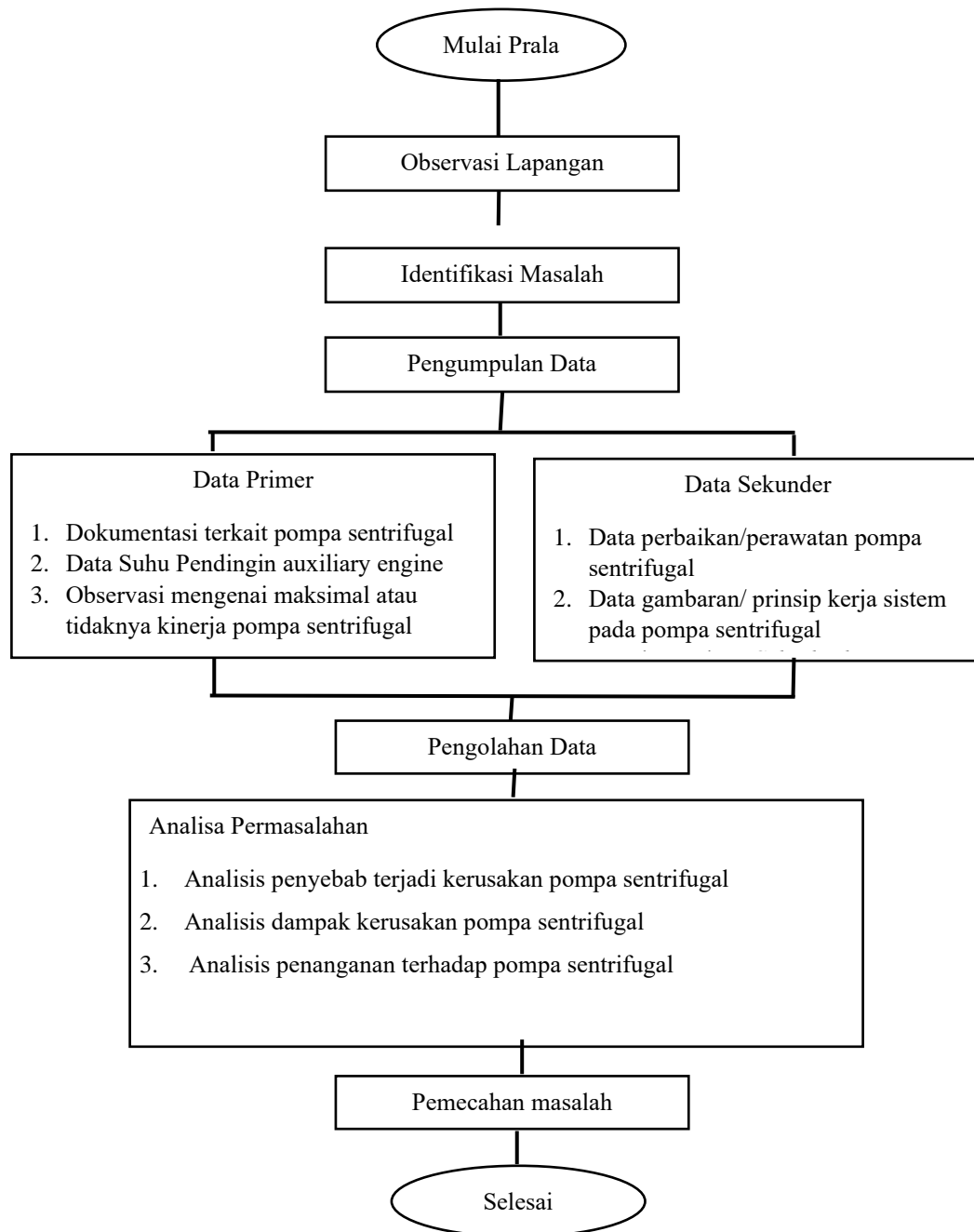
Sumber : Dokumentasi Penulis 2024

Pompa GS sesuai namanya adalah pompa yang di gunakan baik di ruang engine atau accomodation deck sebagai pemadam kebakaran,air deck untuk cleaning,untuk windlass kapal saat menaikan jangkar

#### D. BAGAN ALIR

Gambar 2.5 Bagan Alir Kerangka Fikir

Sumber : Penulis 2025



### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

##### **A. DESAIN PENELITIAN**

###### **1. Waktu dan Tempat Penelitian**

###### **a. Waktu Penelitian**

Rangkaian penelitian ini dijalankan bersamaan dengan praktik laut (Prala) yang dijalani penulis pada semester V dan VI. Selama masa praktik, penulis secara langsung mengamati dan mencatat data di atas kapal untuk memahami kondisi nyata yang terjadi di kapal.

###### **b. Tempat Penelitian**

Lokasi penelitian adalah kapal MV. Pancaran Liberty, tempat penulis menjalani praktik laut sekaligus sebagai lokasi utama kegiatan operasional mesin kapal, khususnya sistem pompa sentrifugal. Kapal ini menjadi sumber data utama karena semua aktivitas pemeliharaan dan pengoperasian pompa berlangsung.

###### **2. Jenis Penelitian**

Metode deskriptif kualitatif dipilih dalam penelitian ini agar mampu menghadirkan potret yang jelas serta faktual terhadap permasalahan yang dikaji yaitu tentang kondisi di lapangan. Pendekatan ini membantu penulis menjelaskan proses dan peristiwa yang terjadi, terutama yang berkaitan dengan peningkatan kinerja pompa sentrifugal di kapal MV. Pancaran Liberty selama masa praktik di laut.

Metode ini dipilih karena sesuai untuk menggambarkan kondisi aktual pompa sentrifugal, prosedur pemeliharaan, serta kendala teknis yang dihadapi oleh personel mesin di kapal. Penelitian ini mencakup tahapan perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi terhadap data yang diperoleh dari observasi langsung serta dari dokumentasi dalam operasional dan pemeliharaan pompa sentrifugal. Adapun data yang dikumpulkan akan dianalisis secara kualitatif guna memperoleh gambaran yang utuh mengenai kinerja pompa tersebut serta upaya-upaya optimalisasi yang dilakukan.

### 3. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian terbagi menjadi penelitian kualitatif yaitu penelitian yang menghasilkan dan mengolah data yang sifatnya deskriptif, seperti transkripsi wawancara, catatan lapangan, gambar, foto, wawancara dan lain-lain

### 4. Jenis dan Sumber Data

#### a. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari sumber pertama melalui prosedur dan teknik pengambilan data yang dapat berupa interview, observasi, maupun penggunaan instrumen pengukuran yang khusus dirancang sesuai dengan tujuannya. Dalam hal ini penulis memperoleh data primer dengan memperoleh wawancara secara langsung pada saat penulis masih berada di kapal, adapun pihak yang turut membantu memberikan informasi yang diperlukan adalah masinis IV selaku penanggung jawab atas permesinan bantu yang ada di atas kapal, dan kru mesin sebagai para pelaksana lapangan dan pihak-pihak yang dapat membantu proses penulisan penelitian ini

#### b. Data sekunder

Data sekunder meliputi data-data yang diperoleh secara tidak langsung yang dapat berupa catatan-catatan dan laporan-laporan tertulis. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber tidak langsung yang biasanya berupa data dokumentasi dan arsip-arsip resmi. Dalam hal ini penulis memperoleh data-data dari dokumen yang membahas tentang perawatan dan perbaikan yang berkaitan dengan perbaikan pompa sentrifugal

## **B. TEKNIK PENGUMPULAN DATA**

Teknik Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk saling melengkapi agar memberikan gambaran menyeluruh terkait optimalisasi kinerja

pompa sentrifugal pada mesin bantu kapal MV. Pancaran Liberty. melalui dua jenis sumber utama, yaitu :

### 1. Observasi

Pengumpulan data dengan observasi langsung atau dengan pengamatan langsung adalah cara pengambilan data dengan menggunakan mata tanpa ada pertolongan alat standar lain untuk keperluan tersebut. Observasi merupakan pengumpulan data yang didapatkan di lapangan terhadap suatu obyek serta pengalaman kerja yang dijadikan sebagai bahan penulisan penelitian

### 2. Dokumentasi

Metode dokumentasi diterapkan sebagai pelengkap dari hasil observasi lapangan. Teknik ini melibatkan pengumpulan dan penelaahan berbagai dokumen teknis yang tersedia di kapal, seperti manual book pompa sentrifugal, jadwal perawatan berkala (maintenance schedule), log book operasional mesin, serta diagram sistem permesinan bantu. Dokumentasi merupakan bagian dari metode kualitatif yang dilakukan dengan menganalisis dokumen-dokumen yang relevan dengan sasaran utama penelitian yang diharapkan dapat menghasilkan data yang representatif dan sesuai dengan kondisi aktual. Dokumen-dokumen tersebut dapat berupa arsip tertulis, catatan teknis, laporan operasional, serta instruksi kerja yang dapat memberikan informasi kontekstual terhadap fenomena yang diteliti (Nasution, 2003).

### 3. Wawancara

Wawancara dalam penelitian ini dilakukan secara langsung di atas kapal MV Pancaran Liberty, dengan melibatkan personel inti yang memiliki peran penting dalam pengoperasian serta perawatan pompa sentrifugal. Pemilihan narasumber dilakukan secara sengaja (purposive sampling), dengan mempertimbangkan tingkat keterlibatan mereka dan pengetahuan yang dimiliki terkait sistem pompa. Kepala Kamar Mesin (KKM) menjadi narasumber utama karena bertanggung jawab penuh terhadap pengambilan keputusan teknis di ruang mesin. Masinis IV dipilih karena terlibat langsung dalam pengoperasian

dan memiliki pengalaman dalam perawatan pompa. Selain itu, Oiler juga juga diwawancarai untuk memperoleh gambaran mengenai pemeriksaan rutin dan kegiatan perawatan harian. Proses wawancara dilaksanakan di ruang mesin dan area sekitar pompa, sehingga diskusi berlangsung dalam situasi operasional nyata.

### **C. TEKNIK ANALISIS DATA**

Setelah seluruh data hasil observasi dan pengukuran lapangan terkumpul, tahap selanjutnya adalah melakukan analisis data guna memperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai kinerja pompa sentrifugal dalam mendukung sistem permesinan bantu di kapal MV. Pancaran Liberty. Proses analisis ini dilakukan secara sistematis melalui tiga tahapan utama, yaitu: reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Pendekatan ini memungkinkan interpretasi data secara objektif dan terstruktur (Miles, Matthew B. and Huberman, A. Michael and Saldana, 2014).

#### **1. Reduksi Data**

Reduksi data merupakan proses awal yang bertujuan menyaring dan merangkum data mentah yang telah dikumpulkan dari observasi sistem pompa, pengukuran tekanan, laju aliran, hingga pengamatan terhadap efisiensi operasional mesin bantu. Data yang tidak relevan disisihkan, sementara bagian-bagian yang mengandung informasi penting, seperti pola gangguan, perilaku tekanan, dan kapasitas daya pompa, dipertahankan. Dengan fokus pada aspek-aspek vital, proses ini membantu memperjelas arah analisis dan mengidentifikasi akar permasalahan yang memengaruhi performa pompa sentrifugal.

#### **2. Penyajian Data**

Pada tahap ini, data yang telah diringkas kemudian disusun dalam bentuk tabel, grafik, serta diagram kerja sistem, guna memberikan visualisasi yang mudah dipahami. Penyajian ini mencakup perbandingan antara kondisi sebelum dan sesudah optimalisasi, serta representasi hubungan antara variabel-variabel teknis yang memengaruhi performa pompa. Penyajian yang sistematis

memudahkan proses interpretasi dan menjadi dasar pengambilan keputusan untuk rekomendasi teknis lebih lanjut.

### **3. Perumusan Kesimpulan**

Penarikan kesimpulan dilakukan dengan menganalisis hasil yang telah disajikan, dikaitkan dengan teori dasar pompa sentrifugal dan prinsip kerja permesinan bantu kapal. Proses ini tidak hanya menghasilkan temuan akhir, tetapi juga membuka ruang refleksi untuk evaluasi lanjutan dan validasi di lapangan. Kesimpulan yang diperoleh tetap bersifat terbuka terhadap penyempurnaan melalui diskusi dengan pembimbing, teknisi lapangan, dan rekan sejawat. Proses triangulasi pun dilakukan guna memastikan bahwa temuan memiliki validitas teknis dan mendekati kebenaran ilmiah

## BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### A. ANALISIS

#### 1. Spesifikasi Pompa Sentrifugal

Tabel 4.1 Spesifikasi Pompa Kapal MV. Pancaran Liberty

Item	Spesifikasi
Pump Maker	TAIKOKIKAI INDUSTRIES CO., LTD
Pump Type	ESDN-300 MCT x 2 Sets
Type	ESDN-300 MCT X 2 SETS/ S/No. A1X8563-1 /A1X8563-2
Capacity	800m <sup>3</sup> /h / TOTAL HEAD 0.30 /Mpa, 1800RPM, 90KW
Number of Sets	2
Motor Maker	ABB MARINE MOTORS
Type	M2QA280M4AX2SETS, SR/N12500533094008002/12500533094008001
Specs	440V / 60 HZ / 90 KW / 143 A / 1780RPM

#### 2. Analisa Kinerja Pompa Sentrifugal

Penulis dalam praktek lautnya menemukan gejala pressure gauge pada pompa tidak dalam tekanan yang baik 0.15 bar dilakukan beberapa perawatan

##### a). Data Sebelum Perawatan

Tabel 4.2 Tekanan Sebelum Perawatan

No	Waktu Pengamatan	Tekanan Masuk (kg/cm <sup>2</sup> )	Tekanan Keluar (kg/cm <sup>2</sup> )	Tegangan (v)
1	8/12/2024	2.5	3.0	Kondisi Normal
2	1/01/2025	2.5	0.2	Pipa Tersumbat (Pembersihan Pipa Sea Chest)
3	3/02/2025	2.8	0.2	Bocor (Mechanical Seal Mengalami Kerusakan)
4	1/03/2025	2.6	2.8	Kondisi Normal
5	6/04/2025	2.5	0.3	Bocor (Bearing Mengalami Kerusakan)
6	3/05/2025	2.3	3.0	Kondisi Normal

### 1). Upaya Optimalisasi

Didapatkan masalah pompa tidak mau menghisap adalah kotornya filter air laut yang di sebabkan perairan tempat berlabuh jangkar banyak kotoran upaya yang dilakukan ialah membersihkan filter air laut, *Mechanical seal*-nya bocor sehingga dilakukan perbaikan dan rusaknya bearing

#### (a). Pembersihan Filter Sea Chest

Pembersihan filter sea chest dilakukan jika suhu pada pendingin air tawar yang naik dan indicator tekanan discharge yang turun



Gambar 4.1 Filter Sea Chest

Sumber : Penulis 2024

#### (b). *Mechanical Seal*

Mechanical seal di dalam pompa berfungsi untuk menahan kebocoran fluida dengan memberikan tekanan dikedua sisi penghubung shaft didapatkan mechanical seal mengalami kerusakan sehingga harus dilakukan pergantian *spare part* sistem mampu bekerja secara optimal dan tahan terhadap tekanan serta suhu tinggi (Saragih, 2014) Seringkali mechanical seal pada pompa mengalami kerusakan di karenakan menerima gesekan yang berlebihan sehingga pegas yang ada didalamnya mengalami patah



Gambar 4.2 *Mechanical Seal*

Sumber : Penulis 2024

(c) Bearing



Gambar 4.3 Bearing

Sumber : Penulis 2024

bearing membantu memperpanjang umur operasional sistem propulsi dan menjaga efisiensi kerja mesin secara keseluruhan (Djajakusuma, 2002) dalam praktek lautnya menjumpai kejadian dimana bearing pada pompa sw cool mengalami hancur dan tindakan yang di lakukan ialah mengganti dengan bearing yang baru karena bearing yang sudah hancur tidak bisa di perbaiki

(d) Perawatan Berkala

Perawatan dapat terdiri dari pengecekan tekanan pompa, pemeriksaan kebocoran yang disebabkan oleh komponen pompa yang telah mencapai masa pakai ,penulis saat melaksanakan praktek laut melakukan Saturday routine guna mengecek safety device dari auxiliary engine, pompa merupakan auxiliary engine yang terbilang penting dalam system permesinan kapal guna membantu kinerja mesin induk dalam mendinginkan ruang mesin dan juga sebagai stabilitas kapal

	JANUARI		FEBRUARI		MARET		APRIL		MEI	
TANGGAL	27/01/2025		26/02/2025		26/03/2025		27/04/2025		30/05/2025	
ITEM	H	TL	H	TL	H	TL	H	TL	H	TL
POMPA SUPLAY	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B
Motor drive	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B
Bearing	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B
Coupler	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B
Impeller	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B
Valve	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B
PANEL KONTROL POMPA	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B
MCB 3P,50A	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B
Timer Switch	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B
Ampere Meter	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B
Volt Meter	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B
Volt Selector Switch	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B	✓	B
Selector MOA	✓	B	P	B	✓	B	✓	B	✓	B
Relay Control	✓	B	P	B	✓	B	✓	B	✓	B
Push Button	✓	B	P	B	✓	B	✓	B	✓	B
Pilot Lamp	✓	B	P	B	✓	B	✓	B	✓	B
Petugas										
Keterangan	H	Hasil Pengecekan			✓	Baik		P	Perbaiki	
	TL	Tindak Lanjut			T	Tidak Baik		GB	Ganti Baru	

Gambar 4.4 Data Flowmeter Laju Aliran  
Sumber : Penulis 2024

(e) Jurnal Jaga Kamar Mesin

[illegible]

## Gambar Data

Flowmeter Laju Aliran  
Sumber : Penulis 2024

b) Data Sesudah Perawatan

Tabel 4.3 Data Tekanan Setelah Perawatan

No	Waktu Pengamatan	Tekanan Masuk (kg/cm <sup>2</sup> )	Tekanan Keluar (kg/cm <sup>2</sup> )	Tegangan (v)
1	8/12/2024	2.5	3.0	Kondisi Normal
2	1/01/2025	2.5	2.8	Kondisi Normal
3	3/02/2025	2.8	3.0	Kondisi Normal
4	1/03/2025	2.6	2.8	Kondisi Normal
5	6/04/2025	2.5	3.0	Kondisi Normal
6	3/05/2025	2.3	3.0	Kondisi Normal

c). Laju Aliran

Kebocoran jaringan pipa dapat menyebabkan kerugian finansial yang besar bagi pihak pengguna sistem perpipaan. Laju aliran yang harus nya sampai ke sistem pun terganggu sehingga pompa tidak dapat berkerja dengan maksimal karena beberapa factor terkhusus akibat pipa bocor sehingga optimalisasi pompa terganggu pengaplikasian menggunakan flowmeter Pada tanggal 1 Januari,1 February,1 Maret,1 April

LPM	Inner diameter (mm)	NPS 1/2 16	NPS 3/4 20	NPS 1 25	NPS 1-1/4 31	NPS 1-1/2 40	NPS 2 51	NPS 2-1/2 68	NPS 3 75
flow velocity (m/s)	0.1	1.2	1.9	2.9	4.5	7.5	12.3	21.8	26.49
	0.15	1.8	2.8	4.4	6.8	11.3	18.4	32.7	39.74
	0.2	2.4	3.8	5.9	9.1	15.1	24.5	43.6	52.99
	0.3	3.6	5.7	8.8	13.6	22.6	36.8	65.4	79.48
	0.5	6	9.4	14.7	22.6	37.7	61.3	109	132.47
	1	12.1	18.8	29.5	45.3	75.4	122.6	217.9	264.94
	2	24.1	37.7	58.9	90.6	150.8	245.1	435.8	529.88
	3	36.2	56.5	88.4	135.9	226.2	367.7	653.7	794.81
	4	48.3	75.4	117.8	181.1	301.6	490.3	871.6	1059.75
	5	60.3	94.2	147.3	226.4	377	612.8	1089.5	1324.69
	6	72.4	113.1	176.7	271.7	452.4	735.4	1307.4	1589.63
	7	84.4	131.9	206.2	317	527.8	858	1525.3	1854.56
	8	96.5	150.8	235.6	362.3	603.2	980.6	1743.2	2119.50
	9	108.6	169.6	265.1	407.6	678.6	1103.1	1961.1	2384.44
	10	120.6	188.5	294.5	452.9	754	1225.7	2179	2649.38
	15	181	282.7	441.8	679.3	1131	1838.5	3268.5	3974.06
	20	241.3	377	589	905.7	1508	2451.4	4358	5298.75

Gambar 4.6 Data Flowmeter Laju Aliran

Sumber : Manual Book 2024

Sensor flowmeter merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi laju aliran fluida. Sensor flowmeter terdiri dari rotor air, magnet, dan sensor efek hall flowmeter berbasis TCP/IP dapat mendeteksi letak titik kebocoran pada pipa secara cepat dan akurat



Gambar 4.7 Flowmeter

Sumber : Dokumentasi Penulis 2024

#### b. Analisis dampak kerusakan

Dampak Ketika Pompa Sentrifugal Tidak Bekerja Optimal Ketika pompa sentrifugal tidak beroperasi secara efisien, beberapa konsekuensi serius dapat terjadi:

- 1). *Overheat*: Sistem pendinginan gagal berfungsi, menyebabkan suhu komponen utama meningkat drastis dan berpotensi membahayakan keselamatan kapal.
- 2). Stabilitas Kapal Terganggu: Terutama jika pompa *ballast* tidak dapat mempertahankan distribusi air ballast dengan baik.
- 3). Gangguan Kebutuhan *Accommodation*: Sistem GS yang terganggu bisa menghambat fungsi penting seperti pemadam kebakaran dan sistem air bersih.

#### c. Upaya Mengatasi Kerusakan Pompa Sentrifugal

- 1). Melakukan pengecekan pompa sentrifugal secara berkala saat dinas jaga di atas kapal
- 2). Melakukan perawatan segera jika di temui pompa sentrifugal mengalami masalah, dengan penggantian *spare part* atau pembersihan bagian2 dari karat

3). Melakukan pengawasan saat pompa dalam keadaan *running* atau *stand by*.

## B. PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan langsung di atas kapal, diketahui bahwa salah satu permasalahan utama terjadi pada pompa pendingin air laut. Saat suhu *jacket cooling* mesin utama melebihi batas normal dan mencapai 88°C, ditemukan bahwa filter air laut mengalami penyumbatan serta pompa menunjukkan tanda-tanda kerusakan mekanis.

Pompa sentrifugal berfungsi sebagai bagian dari sistem penstabilan pendingin yang membantu menjaga temperatur mesin agar tetap stabil dan tidak mengalami panas berlebih selama pengoperasian. Selain itu, sistem ini juga berfungsi dalam pengisian air ballast yang berperan menjaga kestabilan kapal, terutama saat proses *ballasting* dan *deballasting*, baik dalam keadaan bermuatan maupun kosong..

Pompa sentrifugal juga digunakan dalam berbagai kebutuhan operasional lainnya seperti *cleaning palka*, *anchor wash*, hingga sistem pemadam kebakaran (*fire station*). Maka dari itu, penurunan fungsi salah satu unit pompa dapat berdampak signifikan terhadap kelancaran operasi kapal.

### 1. Langkah pencegahan dan pemeliharaan

#### a. Pengawasan dinas jaga yang aktif

Petugas jaga harus rutin memeriksa kondisi pompa melalui suara kerja, adanya kebocoran, getaran berlebih, atau parameter tekanan dan suhu yang tidak normal. Deteksi dini menjadi kunci utama mencegah kerusakan lebih lanjut.

#### b. Pengoperasian bergilir antar pompa (Rotasi)

Dengan jumlah pompa yang lebih dari satu untuk fungsi yang sama, sebaiknya dilakukan pengoperasian bergantian untuk menghindari pemakaian berlebihan (*overtime*) pada satu unit tertentu. Ketersediaan suku

cadang penting bagi kapal untuk selalu menyediakan spare part penting seperti gasket, seal, dan bearing.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. KESIMPULAN**

1. Faktor yang menyebabkan Pompa Sentrifugal mengalami masalah di Kapal MV. Pancaran Liberty antara lain yaitu kurangnya tekanan pada pompa yang disebabkan oleh factor berupa filter sea chest kotor, *mechanical seal* bocor dan bearing mengalami kerusakan
2. Dampak yang akan timbul jika Pompa Sentrifugal mengalami masalah antara lain laju pelayaran saat pengiriman barang terhambat, proses bongkar muat tidak bisa dilakukan, mesin induk dan mesin bantu mengalami *overheat* dan kendala dan akan menimbulkan masalah baru jika tidak segera di tangani
3. Cara mengoptimalkan kinerja Pompa Sentrifugal di Kapal MV. Pancaran Liberty adalah memperbaiki masalah dengan melakukan perawatan pada bagian yang rusak dan melakukan pembersihan

#### **B. SARAN**

Agar kinerja pompa sentrifugal tetap terjaga dan mendukung operasional permesinan bantu secara optimal, disarankan agar

1. Pihak pengelola kapal menerapkan pola perawatan yang lebih terstruktur dan disiplin. Pemeriksaan berkala yang terintegrasi dengan sistem pencatatan kondisi pompa akan sangat membantu dalam mendeteksi potensi kerusakan sejak dini.
2. Rotasi penggunaan pompa sebaiknya dijadwalkan dengan cermat untuk menghindari keausan berlebih pada satu unit. Persediaan suku cadang kritis juga perlu dipastikan selalu tersedia di kapal guna mempercepat penanganan apabila terjadi gangguan.
3. Penerapan pelatihan teknis bagi awak mesin terkait pengoperasian dan perawatan pompa juga sangat dianjurkan guna meningkatkan keandalan sistem secara menyeluruh. Dengan langkah-langkah tersebut, diharapkan gangguan operasional dapat diminimalkan dan efisiensi sistem permesinan bantu dapat terus ditingkatkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, M. D., Octaviani, F., Novita, T. D., Perkapalan, T. S., Kelautan, F. T., & Persada, U. D. (2015). *Analisa Kegagalan Sistem Pelumasan Dan Pemilihan Metode Perawatan M/E Di Kapal Menggunakan Metode Fmea Dalam Rangka Menunjang Operasi Transportasi Laut Di Indonesia*. 1–7.
- Djajakusuma, S. (2002). *Teknik Sistem Penggerak Kapal Laut*. Erlangga.
- Feby, S. (2022). *Optimalisasi Kerja Pompa Ballast Guna Kelancaran Pengoperasian Kapal Di MV. Manalagi Hita*. [Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang]. [https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as\\_sdt=0%2C5&q=Optimalisasi+Kerja+Pompa+Ballast+Guna+Kelancaran+Pengoperasian+Kapal+Di+Mv.+Manalagi+Hita&btnq=](https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=Optimalisasi+Kerja+Pompa+Ballast+Guna+Kelancaran+Pengoperasian+Kapal+Di+Mv.+Manalagi+Hita&btnq=)
- Gospić, I., Glavan, I., Poljak, I., & Mrzljak, V. (2021). Energy, Economic And Environmental Effects Of The Marine Diesel Engine Trigeneration Energy Systems. In *Journal Of Marine Science And Engineering* (Vol. 9, Issue 7). <https://doi.org/10.3390/jmse9070773>
- Harahap, S., & Fakhrudin, M. I. (2018). Perancangan Pompa Sentrifugal Untuk Water Treatment Plant Kapasitas 0.25 M3/S Pada Kawasan Industri Karawang. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 1–9. [Jurnal.Umj.Ac.Id/Index.Php/Semnastek](http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek)
- Latanna, F. P. (2024). *Optimalisasi Perbaikan Sistem Pendingin Pada Mesinbantu Untuk Meningkatkan Kinerja Operasional Di Kapal MT. Sea Reliance* [Politeknik Ilmu Pelayaran Makasar]. [https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as\\_sdt=0%2C5&q=Optimalisasi+Perbaikan+Sistem+Pendingin+Pada+Mesinbantu+Untuk+Meningkatkan+Kinerja+Operasional+Di+Kapal+Mt.+Sea+Reliance&btnq=](https://scholar.google.com/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=Optimalisasi+Perbaikan+Sistem+Pendingin+Pada+Mesinbantu+Untuk+Meningkatkan+Kinerja+Operasional+Di+Kapal+Mt.+Sea+Reliance&btnq=)
- Mahendra. (2025). Optimalisasi Perawatan Sea Water Cooling Pump Guna Kelancaran Sistem Pendingin Pada Auxiliary Engine Di MV. Tanto Bersama. *Journal Of Marine Engineering Research*, 1, 1–10. <https://jurnal.poltekpelsulut.ac.id/index.php/marine>
- Miles, Matthew B. And Huberman, A. Michael And Saldana, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (3rd Ed.). Sage Publications.
- Moleong, L. J. (2014). *Metodologi Penelitian Kualitatif (Edisi Revisi)* (Edisi Revisi). PT Remaja Rosdakarya.
- Napitu, W. (2024). *Optimalisasi Perawatan Sistem Pendingin Untuk Mempertahankan Kinerja Mesin Induk Di Kapal Tug Bayan*. [https://scholar.google.com/scholar?as\\_sdt=0,5&q=Optimalisasi+Perawatan+Sistem+Pendingin+Untuk+mempertahankan+Kinerja+Mesin+Induk+Di+Kapal+Tug+Bayan&hl=id](https://scholar.google.com/scholar?as_sdt=0,5&q=Optimalisasi+Perawatan+Sistem+Pendingin+Untuk+mempertahankan+Kinerja+Mesin+Induk+Di+Kapal+Tug+Bayan&hl=id)
- Nasution, S. (2003). *Metode Penelitian Kualitatif* (Edisi Revisi). Tarsito.
- Nawawi, H. (1993). *Metode Penelitian Bidang Sosial*. Gadjah Mada University Press.

- Richconn. (2023). *Apa Itu Impeller? Jenis Impeller Dan Aplikasinya*.  
<https://www.Richconn-Cnc.Com/Id/What-Is-An-Impellerimpeller-Types-And-Applications.Html>
- Saragih, S. A. (2014). Analisa Pengaruh Jenis Mechanical Seal Terhadap Unjuk Kerja Pompa Sentrifugal. *Lontar Jurnal Teknik Mesin Undana*, 01(02), 66–71.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Alfabeta.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1

### IMO CREW LIST

IMO convention on facilitation of International Maritime Traffic

IMO FAL Form 5  
S.L. Customs - Prev 6

☐ Departure

☒ Arrival

Page 1 of 1

1. Name Of Ship : MV. PANCARAN LIBERTY/YDBD3			2. Port of Arrival : Taboneo				3. Date Of Arrival : 5-Dec-2024			
4. Nationality Of Ship : INDONESIA			5. Port Arrival From : Morosi				6. Nature, No. of Identify document:			
7 No.	8a. Full Name	8b. Sex	9 Rank	10 Certificate of Competency	11 Nationality	12 Date and Place of Birth	6a. Seaman Book Expire Date	6b. Passport Expire Date	13 Place of Joined	14 Date On Board
1	RUDI SYAFRA	M	Master	Class I	Indonesian	Jakarta 25 Dec 1980	F 295900 19 Nov 2026	E 1089668 3 Oct 2027	LBE Salira,Merak	1 Apr 2024
2	SPEMBRI WANSAGA	M	Chief Off	Class I	Indonesian	Awit 24 Sep 1991	F 220119 14 Feb 2026	E 5597725 5 Mar 2030	LBE Salira,Merak	18 Aug 2024
3	AFRELINO A. MANTIRI	M	2nd Off	Class II	Indonesian	Manado 30 Nov 1988	J 065677 28 Jun 2027	E 0790961 16 Nov 2032	LBE Salira,Merak	20 Aug 2024
4	AGUNG WIGUNA	M	3rd Off	Class III	Indonesian	Lebak 07 Sep 1994	G 139069 22 Feb 2025	C 7310120 8 Sep 2025	LBE Salira,Merak	17 May 2024
5	JULI HIRYANA	M	Chief Eng	Class I	Indonesian	Purwakarta 11 Jul 1974	F 343522 5 May 2025	C 6789168 14 Apr 2025	Tanjung Uncang, Batam	27 Jul 2023
6	JAMES ARTHUR C T	M	2nd Eng	Class II	Indonesian	Yogyakarta 10 dec 1963	F 164787 10 Oct 2025	E 1801186 09-01-2033	LBE Salira,Merak	13 Aug 2024
7	BAYU PANGESTU	M	3rd Eng	Class II	Indonesian	Kulon Progo 09 Jul 1998	J 046516 4 Jun 2027	E 7226445 30 Apr 2034	LBE Salira,Merak	8 Jun 2024
8	MARZUKI IBRAHIM	M	4th Eng	Class III	Indonesian	Magelang 13 Jan 1999	F 241993 19 Jul 2026	C 3752617 3 Jul 2024	Morosi	23 Jan 2024
9	AGUS S WIBOWO	M	Electrician	ETO	Indonesian	Subang 29 August 1982	F 212635 21 Oct 2024	E 7994522 13 July 2034	LBE Salira,Merak	13 Aug 2024
10	ROCKY MAUKAR	M	Boatswain	Class V	Indonesian	Touliang Oki 24 June 1980	H 000396 25 Mar 2025	E 2604878 17 May 2033	LBE Salira,Merak	22 Apr 2024
11	AGUS DERMAWAN	M	A/B 1	Able Deck	Indonesian	Cirebon 05 Aug 1993	F 217186 22 Apr 2026	C 7311877 3 Mar 2026	Suralaya	27 Jun 2024
12	HOSAEMI	M	A/B 2	Able Deck	Indonesian	Bawean 15 April 1970	G 040581 23 Dec 2025	C 7386648 19 Oct 2025	Bojonegara, Merak	16 Feb 2024
13	HASAN UDIYANTO	M	A/B 3	Able Deck	Indonesian	Balasuna 17 Feb 1995	J 090410 10 Oct 2027	E 2585022 25 Jan 2033	Morosi	30 Nov 2024
14	M YUSUF IDARSONO D	M	O/S	Ratting	Indonesian	Jenepono 01 May 1995	F 325918 13 Feb 2025	C 8467173 18 Feb 2027	LBE Salira,Merak	13 Aug 2024
15	ARIYANTO	M	Fitter	Able Engine	Indonesian	Kebumen 07 Oct 1984	F 312961 20 Oct 2026	C 7448986 16 Jan 2025	LBE Salira,Merak	1 Apr 2024
16	DEDE KUSYONO	M	Oiler 1	Able Engine	Indonesian	Cirebon 15 August 1975	J 047225 24 Jun 2027	E 1025021 20 Oct 2032	Muara Berau	4 Jul 2024
17	MOHAMAD DJAENURI	M	Oiler 2	Able Engine	Indonesian	Jakarta 05 Feb 1982	J 017291 22 Feb 2027	C 9665102 22 Aug 2027	LBE Salira,Merak	8 Jun 2024
18	NOVIYANA	M	Oiler 3	Able Engine	Indonesian	Purwakarta 5 Nov 1976	F 220124 20 Feb 2026	C 2876331 04 Jan 2024	LBE Salira,Merak	13 Aug 2024
19	SUGENG HARYANTO	M	Chief Cook	Ratting	Indonesian	Jakarta 04 March 1978	I 064563 26 Jul 2026	C 8101049 13 Oct 2026	LBE Salira,Merak	12 May 2024
20	TEGUH PAMBUDI	M	Mess Boy	Ratting	Indonesian	Blora 17 July 1993	F 268366 9 Sep 2026	E 3971477 13 Jun 2033	Morosi	30 Nov 2024
21	BIMA WISNU SAPUTRA	M	Cadet Deck	BST	Indonesian	Tulungagung 26 August 2003	F 117336 27 Jun 2027	X 3400863 10 Jul 2034	Asam-Asam	11 Oct 2024
22	HEFFRI METTZ BIONDY	M	Cadet Engine	BST	Indonesian	Kotabumi 31 Aug 2001	I 103682 16 May 2027	E 6075217 2 Jan 2034	Suralaya	27 Jun 2024



## Lampiran 2

### SHIP PARTICULAR'S

Name Of Ship: MV. Pancaran Liberty

No.	Detail	Spesifikasi
1.	Ex-Name	N.A
2.	Hull No.	Hull No. NB003-5
3.	IMO No.	9611022
4.	Year Built	2013
5.	Keel Laid	05 February 2013
6.	Launched	N.A
7.	Delivered	26 June 2013
8.	Class Notation	LR (Lloyd's Register)
9.	Class No.	L.R 9611022
10.	Official No.	397510
11.	Call Sign	9V9723
12.	Flag	Indonesian
13.	Deadweight (DWT)	56,687 MT
14.	Light Ship Weight	11,246 MT
15.	Constant	176.8 MT
16.	Gross Tonnage (International)	33,456
17.	Net Tonnage (International)	19,333
18.	Gross Tonnage (Panama)	N.A
19.	Net Tonnage (Panama)	27,743
20.	Gross Tonnage (Suez)	34,681.53

No.	Detail	Spesifikasi
21.	Net Tonnage (Suez)	31,343.97
22.	L.O.A (Length Overall)	189.99 m
23.	L.B.P (Length Between Perpendiculars)	32.26 m
24.	Breadth Moulded	32.26 m
25.	Scantling Draught	18.1 m
26.	Designed Draught	11.2 m
27.	Design Speed at NOR	14.32 knots
28.	Maximum Speed at MCR	15.45 knots
29.	Economical Speed x RPM	14.32 knots
30.	Fuel Oil Capacity (Total)	2,299.2 m <sup>3</sup>
31.	Diesel/Gas Oil Capacity (Total)	206.3 m <sup>3</sup>
32.	Fresh Water Capacity (Total)	515.8 m <sup>3</sup>
33.	Lubricating Oil Capacity (Total)	124.4 m <sup>3</sup>
34.	Ballast Water Capacity (Total)	16477,6 : 14185,2 (No. 3C/H)

### Lampiran 3 Wawancara

Pengambilan hasil wawancara antara penulis dan *Chief Engineer* selaku orang yang bertanggung jawab diatas kapal MV. Pancaran Liberty yang dilakukan secara langsung oleh penulis selama melaksanakan praktek laut.

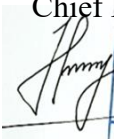

Tempat : Kapal MV. Pancaran Liberty

Tanggal : 10 Februari 2025

Nama Responden : Juli Hiriya

Jabatan Responden : *Chief Engineer*

NO	PERTANYAAN	RESPONDEN
1.	Apakah ada prosedur perawatan pada pompa?	Ada prosedur perawatan pompa mengacu pada solas
2.	Bagaimana anda menilai pentingnya pelatihan saat jam jaga pada kru?	Sangat penting karena ini mencakup kelancaran alur pelayaran dan keselamatan kru.
3.	Seberapa efektif pelatihan yang telah di lakukan?	Menurut saya pelatihan sudah efektif dan selalu di lakukan safety meeting sebelum memulai pekerjaan
4.	Apakah ketersediaan spare part diatas kapal sudah tercukupi?	Spare part selalu dimintai ke kantor melalui form <i>requisition</i> dengan perbandingan 1:3 di store

Chief Engineer  
  
  
Juli Hiriya

## Lampiran 4 Dokumentasi Overhoul

1. Melepas Elektro Motor	2. Pengangkatan Impeller	3. Pengecekan Bagian Pompa
		
4. Pengecekan Impeller	5. Pergantian <i>Bearing &amp; Mechanical Seal</i>	6. Brush bagian yang Berkarat
		
7. Pemasangan Bearing Baru	8. Pemasangan <i>Mechanical Seal</i>	9. Pemasangan Elektro Motor
		