

LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS KERUSAKAN PADA *ROLLER BALL BEARING*  
TERHADAP KELANCARAN KINERJA *BALLAST PUMP NO. 2*  
DI KAPAL MT. PALU SIPAT**



DINDA AYU BARBYANAVY

NIT. 09.21.008.2.06

Disusun sebagai salah satu syarat  
Menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL  
TAHUN 2025

LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS KERUSAKAN PADA *ROLLER BALL BEARING*  
TERHADAP KELANCARAN KINERJA *BALLAST PUMP NO. 2*  
DI KAPAL MT. PALU SIPAT**



DINDA AYU BARBYANAVY

NIT. 09.21.008.2.06

Disusun sebagai salah satu syarat  
Menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

POLITEKNIK PELAYARAN SURABAYA  
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN  
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL  
TAHUN 2025

## **PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dinda Ayu Barbyanavy

Nomor Induk Taruna : 09.21.008.2.06

Program Studi : D-IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

**ANALISIS KERUSAKAN PADA ROLLER BALL BEARING  
TERHADAP KELANCARAN KINERJA BALLAST PUMP NO.  
2 DIKAPAL MT. PALU SIPAT**

Seluruh ide yang termuat dalam KIT ini merupakan hasil pemikiran asli penulis, kecuali tema serta bagian-bagian yang secara tegas dinyatakan sebagai kutipan. Apabila pernyataan ini terbukti tidak benar, penulis siap menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Politeknik Pelayaran Surabaya.

Surabaya, 25 Juni 2025



Dinda Ayu Barbyanavy

**PERSETUJUAN SEMINAR PROPOSAL  
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : ANALISIS KERUSAKAN PADA *ROLLER BALL BEARING* TERHADAP KELANCARAN KINERJA *BALLAST PUMP* NO. 2 DI KAPAL MT. PALU SIPAT

Nama : DINDA AYU BARBYANAVY

NIT : 09.21.008.2.06

Program Studi : D-IV TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Politeknik Pelayaran Surabaya



Monika Retno Gunarti, M.Pd, M.Mar.E

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 197605282009122002

LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL  
KARYA ILMIAH TERAPAN

ANALISIS KERUSAKAN PADA *ROLLER BALL BEARING* TERHADAP  
KELANCARAN KINERJA *BALLAST PUMP NO. 2 DI KAPAL*  
MT. PALU SIPAT

Disusun dan diajukan oleh:

DINDA AYU BARBYANAVY  
NIT 09.21.008.2.06  
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL

Telah dipresentasikan di depan panitia seminar Tugas Akhir  
Politeknik Pelayaran Surabaya  
Pada tanggal, 3 Januari 2025

Menyetujui,

Pengaji I

Eko Prayitno, S.Pd.I, M.M  
Penata (III/c)  
NIP. 197603222002121002

Pengaji II

Nasri, M.T  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 197111241999031003

Pengaji III

Prima Yudha Yudianto, S.E., M.M  
Penata (III/c)  
NIP. 197807172005021001

Mengetahui,  
Ketua Program Studi TRPK  
Politeknik Pelayaran Surabaya

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

## **PERSETUJUAN SEMINAR HASIL KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : ANALISIS KERUSAKAN PADA ROLLER BALL BEARING TERHADAP KELANCARAN KINERJA BALLAST PUMP NO. 2 DI KAPAL MT. PALU SIPAT

Nama : DINDA AYU BARBYANAVY

NIT : 09.21.008.2.06

Program Studi : D-IV TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan



**Mengetahui,**

Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal  
Politeknik Pelayaran Surabaya

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

**LEMBAR PENGESAHAN HASIL  
KARYA ILMIAH TERAPAN**  
**ANALISIS KERUSAKAN PADA ROLLER BALL BEARING TERHADAP  
KELANCARAN KINERJA BALLAST PUMP NO. 2 DI KAPAL  
MT. PALU SIPAT**

Disusun dan diajukan oleh:

DINDA AYU BARBYANAVY  
NIT 09.21.008.2.06  
TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL

Telah dipresentasikan di depan panitia seminar Tugas Akhir  
Politeknik Pelayaran Surabaya  
Pada tanggal, 10 Juni 2025



Pengaji I

Monika Retno Gunarti, M.Pd., M.Mar.E  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 197605282009122002

Pengaji II

Shofa Dai Robbi, S.T., M.T  
Penata (III/c)  
NIP. 198203022006041001

Pengaji III

Prima Yudha Yudianto, S.E., M.M  
Penata (III/c)  
NIP. 197807172005021001

Mengetahui,  
Ketua Program Studi TRPK  
Politeknik Pelayaran Surabaya

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

## ABSTRAK

Dinda Ayu Barbyanavy. 2025. Analisis Kerusakan Pada *Roller Ball Bearing* Terhadap Kelancaran Kinerja *Ballast Pump* No. 2 Di Kapal MT. Palu Sipat. Politeknik Pelayaran Surabaya. Dibimbing oleh Dosen Pembimbing I: Bapak Nasri, M.T. dan Dosen Pembimbing II: Bapak Prima Yudha Yudianto, S.E., M.M.

*Ball bearing* adalah komponen bantalan berbentuk bola (*ball bearing*) yang digunakan untuk mengurangi gesekan antara poros pompa dengan rumah pompa serta menjaga kesejajaran rotasi poros saat pompa beroperasi. Jika *ball bearing* mengalami kerusakan (misalnya aus, pecah, atau kotor), maka kinerja pompa akan terganggu. Efeknya bisa berupa getaran berlebih, kebisingan, penurunan tekanan aliran air, hingga kerusakan total pada pompa. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode deskriptif kualitatif serta teknik analisis data dengan pendekatan *fishbone diagram*, atau yang dikenal sebagai diagram sebab-akibat. Diagram ini berbentuk seperti kerangka tulang ikan dan digunakan untuk mengidentifikasi berbagai faktor secara sistematis. Tujuannya adalah untuk mengungkap fakta, kondisi, fenomena, variabel, dan keadaan yang berlangsung selama proses penelitian, serta menyajikan data secara objektif. Dengan pendekatan ini, penelitian di MT. PALU SIPAT diharapkan menghasilkan temuan yang sesuai dengan kondisi nyata di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan pada *ball bearing* pada pompa *ballast* disebabkan oleh kurangnya pelumasan dan kurangnya pengecekan serta perawatan pada pompa *ballast*. Penanganan permasalahan ini dengan melakukan *overhaul* pompa *ballast* dengan mengganti *ball bearing* dan *mechanical seal*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apa yang menyebabkan kerusakan *ball bearing* pada pompa *ballast*, apa dampaknya jika ada kerusakan *ball bearing* pada pompa *ballast*, dan upaya apa yang dilakukan untuk mencegah kerusakan *ball bearing* pada pompa *ballast* sehingga pompa *ballast* bekerja secara maksimal, dan tidak mengganggu jalannya aktivitas bongkar muat di atas kapal. Dalam pelaksanaan identifikasi dapat diperoleh faktor-faktor dan akibat yang ditimbulkan, dan hasilnya dapat digunakan untuk mencari alternatif perbaikan sehingga kerusakan *ball bearing* pada pompa *ballast* bisa diminimalisir.

**Kata Kunci :** Pompa, Pompa *Ballast*, dan *Roller Ball Bearing*

## ***ABSTRACT***

*Dinda Ayu Barbyanavy. 2025. Analysis of Damage to Roller Ball Bearings on the Smooth Performance of Ballast Pump No. 2 on the MT. Palu Sipat Ship. Surabaya Maritime Polytechnic. Supervised by Supervisor I: Mr. Nasri, M.T. and Supervisor II: Mr. Prima Yudha Yudianto, S.E., M.M.*

*Ball bearing is a bearing component in the form of a ball that is used to reduce friction between the pump shaft and the pump housing, as well as to maintain shaft alignment during pump operation. If the ball bearing is damaged (for example, worn out, broken, or dirty), the pump's performance will be disrupted. The effects may include excessive vibration, noise, decreased water flow pressure, and even total pump failure. In this research, the author uses a qualitative descriptive method and data analysis techniques through the fishbone diagram approach, also known as the cause-and-effect diagram. This diagram, shaped like a fish skeleton, is used to systematically identify various factors. The goal is to uncover facts, conditions, phenomena, variables, and situations that occur during the research process and to present data objectively. With this approach, the research conducted on MT. PALU SIPAT is expected to yield findings that reflect the actual conditions in the field. The results show that the damage to the ball bearing on the ballast pump is caused by a lack of lubrication and inadequate inspection and maintenance of the ballast pump. The problem is addressed by overhauling the ballast pump, replacing the ball bearing and the mechanical seal. The purpose of this study is to determine the causes of ball bearing damage on the ballast pump, the impacts of such damage, and the efforts made to prevent ball bearing damage so that the ballast pump can operate optimally without disrupting loading and unloading activities on board the ship. Through the identification process, contributing factors and their impacts can be identified, and the results can be used to find alternative solutions so that ball bearing damage on the ballast pump can be minimized.*

***Keywords : Pump, Ballast Pump, and Roller Ball Bearing***

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Karya Ilmiah Terapan (KIT) dengan judul “**ANALISIS KERUSAKAN PADA ROLLER BALL BEARING TERHADAP KELANCARAN KINERJA BALLAST PUMP NO. 2 DI KAPAL MT. PALU SIPAT**”.

Penyusunan Karya Ilmiah Terapan (KIT) ini dilakukan sebagai salah satu syarat akademik dan kewajiban bagi Taruna/i Program Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal yang telah menyelesaikan Praktek Laut, serta sebagai bagian dari persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik Pelayaran di Politeknik Pelayaran Surabaya.

Dalam proses penyusunan Karya Ilmiah Terapan (KIT) ini, penulis menerima banyak bantuan, arahan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya beserta jajarannya yang telah menyediakan fasilitas dan pelayanan, sehingga penulis dapat menyelesaikan KIT dengan tepat waktu.
2. Bapak Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E selaku Kepala Program Studi D-IV Teknik Rekayasa Permesinan Kapal yang telah memberikan dukungan dan motivasi yang sangat besar bagi penulis dalam menyelesaikan KIT.
3. Bapak Nasri, M.T selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan bimbingan tentang materi yang berkaitan dengan judul penelitian.
4. Bapak Prima Yudha Yudianto, S.E., M.M selaku Dosen Pembimbing Kedua yang memberikan bimbingan mengenai penyusunan, tata bahasa, dan keterampilan penulisan KIT.
5. Seluruh Dosen dan staff pengajar di Politeknik Pelayaran Surabaya.
6. Orangtua tercinta saya Bapak Ahmad Haerun dan Ibu Aris Djuwikowati atas dukungan dan doa yang tak henti-hentinya, sehingga saya dapat menyelesaikan KIT dengan tepat waktu.
7. PT. PERTAMINA INTERNATIONAL SHIPPING, Nahkoda, KKM, Masinis, Mualim dan Kru kapal MT. PALU SIPAT yang sangat membantu dan memberikan kesempatan serta pengetahuan kepada peneliti pada saat melaksanakan praktek laut.
8. Rekan-rekan Angkatan XL/XII yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan KIT ini.

Sebagai akhir kata, penulis berharap bahwa isi yang disajikan dalam Karya Ilmiah Terapan (KIT) ini dapat memberikan pengetahuan baru yang bermanfaat bagi para pembaca.

Surabaya, 18 Desember 2024



Dinda Ayu Barbyanavy

NIT. 09.21.008.2.06

## DAFTAR ISI

<b>JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN PROPOSAL .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERSETUJUAN SEMINAR HASIL .....</b>	<b>iv</b>
<b>PENGESAHAN PROPOSAL TUGAS AKHIR.....</b>	<b>v</b>
<b>PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....</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>DARTAR ISI .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang Penelitian .....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Batasan Masalah .....	3
D. Tujuan Penelitian .....	3
E. Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
A. <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya .....	5
B. Landasan Teori .....	7
C. Kerangka Pikir Penelitian .....	26

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
A. Jenis Penelitian .....	27
B. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	28
C. Sumber Data Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data .....	29
D. Teknik Analisis Data .....	31
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>34</b>
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	34
B. Hasil Penelitian.....	35
1. Penyajian Data .....	35
2. Analisis Data .....	36
C. Pembahasan .....	38
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>41</b>
A. Simpulan .....	41
B. Saran .....	42
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>44</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>45</b>

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 *Review Penelitian Sebelumnya*.....5

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Centrifugal Pump</i> .....	10
Gambar 2.2 <i>Reciprocating Pump</i> .....	11
Gambar 2.3 <i>Gear Pump</i> .....	12
Gambar 2.4 <i>Screw Pump</i> .....	12
Gambar 2.5 <i>Pompa Ballast</i> .....	14
Gambar 2.6 <i>Impeller</i> .....	15
Gambar 2.7 <i>Shaft</i> .....	15
Gambar 2.8 <i>Electromotor</i> .....	16
Gambar 2.9 <i>Mechanical Seal</i> .....	17
Gambar 2.10 <i>Single Groove Ball Bearing</i> .....	18
Gambar 2.11 <i>Double Row Self Aligning Bearing</i> .....	18
Gambar 2.12 <i>Single Row Angular Contact Bearing</i> .....	19
Gambar 2.13 <i>Double Row Angular Contact Bearing</i> .....	19
Gambar 2.14 <i>Single Row Cylindrical Bearing</i> .....	20
Gambar 2.15 <i>Tapered Roller Bearing</i> .....	21
Gambar 2.16 <i>Single Direction Thrust Ball Bearing</i> .....	21
Gambar 2.17 <i>Double Direction Thrust Ball Bearing</i> .....	22
Gambar 2.18 <i>Casing Pompa</i> .....	22
Gambar 2.19 <i>Coupling Pompa</i> .....	23
Gambar 2.20 <i>Ballast Piping Diagram</i> .....	24
Gambar 2.21 <i>Ballast System Piping Diagram</i> .....	25
Gambar 2.22 Kerangka Pikir Penelitian.....	26
Gambar 3.1 <i>Fishbone Diagram</i> .....	33
Gambar 4.1 Kapal MT. Palu Sipat.....	34
Gambar 4.2 Patahan <i>Roller Ball Bearing Pompa Ballast</i> .....	36
Gambar 4.3 <i>Overhaul Pompa Ballast</i> .....	36
Gambar 4.4 Diagram <i>Fishbone</i> .....	37
Gambar 4.5 <i>Roller Ball Bearing Pompa Ballast Pompa Rusak</i> .....	39

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Wawancara .....	45
Lampiran 2 <i>Ship Particulars</i> .....	47
Lampiran 3 <i>Crew List</i> .....	48
Lampiran 4 <i>Crew MT. Palu Sipat</i> .....	49
Lamperan 5 Dokumentasi Wawancara .....	50
Lampiran 6 Berita Acara <i>Ballast Pump</i> .....	51
Lampiran 7 Memorandum <i>Ballast Pump</i> .....	52
Lampiran 8 <i>Action Plan Ballast Pump</i> .....	53
Lampiran 9 <i>Manual Book Ballast Pump</i> .....	54
Lampiran 10 <i>Running Hours All Machinery</i> .....	55
Lampiran 11 Laporan Penyelesaian Perbaikan.....	57

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

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

Terdiri dari lebih dari 17.000 pulau, Indonesia adalah negara kepulauan terbesar di dunia. Pulau-pulau ini tersebar di antara dua samudra, Samudra Hindia dan Samudra Pasifik. Pelayaran adalah bagian penting dari mobilitas manusia, perdagangan, dan pertahanan negara karena posisi strategisnya. Sejarah pelayaran Indonesia bermula sejak zaman kuno. Pelaut Nusantara telah dihormati sebagai navigator hebat yang menjelajahi lautan luas dengan perahu tradisional seperti perahu bercadik dan kapal pinisi. Kondisi kapal yang optimal memiliki peran penting dalam mendukung kelancaran operasional selama pelayaran. Salah satu aspek krusial yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian kapal adalah menjaga stabilitas kapal agar tetap dalam keadaan aman dan seimbang.

Stabilitas kapal merupakan kondisi dimana kapal berada dalam keadaan seimbang saat mengapung di permukaan air, tanpa mengalami kemiringan ke sisi kiri maupun kanan, baik ketika sedang berlayar maupun dalam posisi diam. Untuk menjaga keseimbangan (stabilitas) dan keamanan kapal, volume air dalam tangki *ballast* harus diatur dengan pompa *ballast* saat kapal mengisi dan membuang *ballast*.

Stabilitas kapal adalah ketika kapal berada dalam keadaan tegak dan seimbang saat mengapung, tidak miring ke samping, baik saat berlayar maupun saat dalam keadaan tegak. Sistem pompa *ballast* digunakan untuk mengisi tangki

*ballast* untuk mempertahankan stabilitas kapal.

Sistem pompa *ballast* menggunakan air laut yang diambil dari *seachest* untuk mengisi tangki *ballast* yang berada di *double bottom*. Penggunaan air laut juga berpengaruh terhadap efektifitas pengoperasian pompa. Sistem *ballast* kapal membantu pengoperasian kapal. Gangguan dalam pengoperasian pompa *ballast* dapat menimbulkan berbagai kerugian, antara lain menurunnya efektivitas operasional serta terbatasnya ketersediaan suku cadang yang diperlukan. Jika tidak dapat diselesaikan, kapal berlayar akan terganggu pada saat itu. Oleh karena itu, perbaikan dan perawatan harus dilakukan sesuai dengan petunjuk *Instruction Manual Book*. Dengan diharapkan mampu mengurangi resiko kerusakan pada komponen *ballast* dan memaksimalkan kinerja pompa *ballast*.

Pada tanggal 12 Juni 2024, pada saat kapal di laut menuju ke Jakarta dari Balikpapan yang nantinya akan melakukan bongkar muatan. Terjadilah permasalahan saat proses pengaturan *ballast* guna menjaga keseimbangan kapal. Permasalahan tersebut berupa kerusakan pada komponen *roller ball bearing* pada pompa *ballast*, yang menyebabkan sistem tidak dapat berfungsi secara optimal. Akibatnya, kru bagian mesin harus bekerja lembur (*overtime*) untuk melakukan *overhaul* dan perbaikan terhadap pompa *ballast* agar dapat beroperasi kembali. Berdasarkan adanya permasalahan yang terjadi serta dampak yang ditimbulkan, maka penulis tertarik untuk melaksanakan penelitian dengan judul “ANALISIS KERUSAKAN PADA ROLLER BALL BEARING TERHADAP KELANCARAN KINERJA BALLAST PUMP NO. 2 DI KAPAL MT. PALU SIPAT”

## B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas maka rumusan masalahnya adalah:

1. Faktor apa saja yang dapat menyebabkan kerusakan pada *roller ball bearing* pompa *ballast*?
2. Apa dampak yang akan terjadi dari kerusakan *roller ball bearing* pada pompa *ballast*?

## C. Batasan Masalah

Dengan mempertimbangkan luasnya ruang lingkup permasalahan, penelitian ini dibatasi pada analisis penyebab dan dampak kerusakan *roller ball bearing* pada pompa *ballast* di kapal MT. Palu Sipat, guna mendukung kelancaran kinerja pompa *ballast*.

## D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian antara lain:

1. Untuk mengetahui faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya kerusakan *roller ball bearing* pada pompa *ballast*.
2. Untuk mengetahui dampak apa yang akan terjadi terkait kerusakan *roller ball bearing* pada pompa *ballast*.

## E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi dalam pengembangan pengetahuan di bidang yang berkaitan dengan sistem pompa *ballast*.

## 2. Manfaat Praktis

### a. Bagi Masinis

Bagi para masinis atau *engineer officer* hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi yang bermanfaat dalam mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kerusakan *roller ball bearing* pada pompa *ballast*.

### b. Bagi Taruna-Taruni Pelayaran Jurusan Teknika

Bagi mahasiswa Taruna/i program studi teknika, hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi pembelajaran mengenai sistem kerja dan komponen pompa *ballast*.

### c. Bagi Perusahaan Pelayaran

Bagi pihak perusahaan pelayaran, hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam menyusun kebijakan baru yang berkaitan dengan prosedur perawatan pompa *ballast* secara lebih efektif dan berkelanjutan.

### d. Bagi Lembaga Diklat

Bagi lembaga pendidikan dan pelatihan (diklat), penulisan KIT ini diharapkan dapat menjadi bahan perhatian dalam meningkatkan pemahaman terkait analisis kerusakan *roller ball bearing* pada pompa *ballast*, serta berperan sebagai tambahan wawasan bagi calon perwira yang akan bertugas diatas kapal.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. *Review Penelitian Sebelumnya*

*Review* penelitian merupakan kumpulan dari penelitian-penelitian sebelumnya yang dijadikan sebagai teori dan sumber dasar bagi penelitian. Dalam setiap penelitian, tinjauan terhadap penelitian-penelitian sebelumnya menjadi bagian penting untuk memahami perkembangan teori, metode, serta hasil penelitian di bidang yang sama. Latar belakang *review* penelitian bertujuan untuk memberikan konteks yang lebih luas mengenai topik yang diteliti, sehingga peneliti dapat mengetahui pendekatan apa saja yang sudah dilakukan, hasil yang diperoleh, serta tantangan yang dihadapi dalam penelitian terdahulu. Dengan meninjau penelitian sebelumnya, peneliti dapat memperoleh wawasan yang lebih mendalam dan terarah. Adapun hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya sebagai berikut:

Tabel 2.1 *Review* Penelitian Sebelumnya

Sumber: Jurnal Penelitian

No.	Nama Peneliti	Judul	Hasil Penelitian	Perbedaan
1.	Faizal Khairul Imam, 2018 (Sumber : <u>PENGARUH KERUSAKAN BALL BEARING TERHADAP POMPA BALLAST DI MV. SPIL NITA - repository politeknik ilmu pelayaran semarang</u> )	Analisis Pengaruh Kerusakan <i>Ball Bearing</i> Terhadap Kinerja Pompa <i>Ballast</i> Di MV. Sari Indah	Kinerja pompa <i>ballast</i> memiliki peranan yang sangat penting dalam mendukung kelancaran proses bongkar muat diatas kapal. Oleh karena itu, pelaksanaan perawatan, perbaikan, dan pemantauan terhadap pompa <i>ballast</i> merupakan salah satu tanggung jawab utama masinis guna memastikan operasional bongkar muat dapat berjalan dengan efisien. <i>Ball bearing</i> merupakan komponen penting	Penelitian Faizul Khairul Imam menyoroti masalah kualitas <i>ball bearing</i> yang tidak sesuai standar, sedangkan penelitian ini berfokus pada analisis kerusakan <i>roller ball bearing</i> serta dampaknya terhadap kinerja pompa <i>ballast</i> .

No.	Nama Peneliti	Judul	Hasil Penelitian	Perbedaan
			dalam pompa <i>ballast</i> karena penggunaannya yang luas dan perannya yang vital. Kerusakan pada <i>ball bearing</i> sering menjadi salah satu penyebab utama gangguan pada pompa <i>ballast</i> , karena dapat memengaruhi kinerja keseluruhan pompa. Hal ini umumnya disebabkan oleh kualitas <i>ball bearing</i> yang tidak memenuhi standar operasional yang ditetapkan untuk penggunaan diatas kapal.	
2.	Muhammad Riva'i, Nanda Pranandita, 2018 (Sumber: <u><a href="#">Analisa Kerusakan Bantalan Bola (Ball Bearing) Berdasarkan Signal Getaran Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur</a></u> )	Analisa Kerusakan Bantalan Bola ( <i>Ball Bearing</i> ) Berdasarkan Signal Getaran	Kerusakan pada elemen-elemen bantalan gelinding dapat diidentifikasi melalui pengukuran getaran yang dihasilkan dalam bentuk sinyal frekuensi saat bantalan berputar. Pengukuran getaran pada bantalan dilakukan dengan menggunakan alat ukur vibrasi ( <i>vibration meter</i> ). Kerusakan yang terjadi pada bantalan gelinding meliputi kerusakan pada rangka ( <i>cage</i> ), ring luar ( <i>outer ring</i> ), ring dalam ( <i>inner ring</i> ) dan elemen gelinding ( <i>balls</i> ). Bantalan gelinding yang digunakan pada penelitian ini merupakan tipe <i>deep groove ball bearing</i> nomor seri 6003 RS, yang memiliki diameter dalam ( <i>d</i> )= 17 mm, diameter luar ( <i>D</i> )= 35 mm, tebal bearing ( <i>B</i> ) =10, jumlah elemen gelinding ( <i>N<sub>b</sub></i> ) = 10 buah, dan diameter elemen gelinding ( <i>B<sub>d</sub></i> ) = 4,75 mm. Pada kecepatan putar bantalan ( <i>Fr</i> ) sebesar 2003 rpm (33,38 Hz), diperoleh hasil pengujian bahwa	Penelitian oleh Rivai dan Pranandita menekankan identifikasi kerusakan <i>ball bearing</i> melalui analisis getaran, sedangkan penelitian ini difokuskan pada analisis penyebab kerusakan <i>roller ball bearing</i> pada pompa <i>ballast</i> .

No.	Nama Peneliti	Judul	Hasil Penelitian	Perbedaan
			bantalan mengalami kerusakan pada lintasan luar, yang terdeteksi pada frekuensi sebesar 138 Hz, kerusakan lintasan dalam pada frekuensi 196 Hz, kerusakan pada bola bantalan pada frekuensi 88,8 Hz dan kerusakan pada pemisah pada frekuensi 13,8 Hz.	

## B. Landasan Teori

Untuk mendukung pembahasan penelitian ini, diperlukan referensi dari penelitian terdahulu yang membahas analisis kerusakan *roller ball bearing* terhadap kelancaran kinerja pompa *ballast* di kapal MT. Palu Sipat. Oleh karena itu, penting untuk mengkaji dan menjelaskan berbagai literatur yang relevan guna memperkuat Karya Ilmiah Terapan (KIT) yang dibahas dalam penelitian ini.

### 1. Analisis

Menurut Habibi dan Aprilian (2020:78) analisis merupakan suatu kegiatan yang meliputi rangkaian proses, antara lain menguraikan, membedakan, serta memilah suatu objek atau permasalahan untuk kemudian dikelompokkan kembali berdasarkan kriteria tertentu. Selanjutnya, hubungan antar bagian tersebut dicari dan maknanya diinterpretasikan. Sementara itu, berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) yang disusun oleh Peter Salim dan Yenni Salim (2002), analisis diartikan sebagai:

- a. Penyelidikan terhadap suatu peristiwa, tindakan, karya tulis, dan sejenisnya dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh fakta-fakta yang

akurat, termasuk asal mula, latar belakang, penyebab utama, serta faktor-faktor yang melatarbelakanginya.

- b. Penguraian pokok persoalan atas bagian-bagian tertentu, disertai dengan telaah terhadap masing-masing bagian serta hubungan antarbagian tersebut, dilakukan guna memperoleh pemahaman yang menyeluruh dan makna yang tepat dari permasalahan secara keseluruhan.
- c. Penjabaran (pembentangan) sesuatu hal, dan sebagainya setelah ditelaah secara seksama.
- d. Proses penyelesaian suatu permasalahan yang diawali dengan suatu hipotesis atau dugaan, kemudian dilanjutkan dengan pembuktian kebenarannya melalui berbagai metode verifikasi, seperti pengamatan, eksperimen, dan prosedur ilmiah lainnya.
- e. Proses pemecahan masalah secara rasional dengan membaginya ke dalam bagian-bagian secara sistematis guna memahami prinsip-prinsip dasarnya.

## 2. Pompa

Menurut Edwards (2015:96), pompa merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan fluida dari tempat satu ke tempat yang lainnya dengan tekanan tinggi. Pompa berfungsi memberikan tekanan positif pada cairan untuk mengatasi hambatan gaya potensial, sehingga aliran cairan dapat berlangsung dengan lancar. Pompa memiliki kemampuan untuk menghasilkan aliran cairan yang bergerak lebih banyak dalam jangka waktu tertentu selain fungsi yang disebutkan di atas. Pada umumnya, pompa digerakkan oleh *steam engine*, *gas engine*, turbin uap, motor listrik, atau motor bakar. Pemilihan pompa harus mempertimbangkan sejumlah syarat

agar penggunaannya efisien, berkelanjutan, dan aman.

Pompa adalah suatu mesin yang berfungsi untuk memindahkan fluida dari satu tempat ke tempat lain, dan pada kapal umumnya digunakan untuk mengalirkan air maupun minyak. Pompa seperti pompa oli, *plunger*, dan sentrifugal mengalami perubahan tekanan secara bergantian atau teratur sesuai jenisnya.

Pompa yang digunakan di atas kapal berperan utama dalam mengalirkan fluida seperti minyak dan air. Pada proses kerjanya, fluida tersebut dialirkan melalui pompa. Dan dalam tahap selanjutnya, fluida tersebut didorong atau dipaksa keluar menuju tujuan yang diinginkan. Perubahan tekanan pada pompa dapat terjadi secara bergantian, sebagaimana yang ditemukan pada pompa oli dan pompa *plunger* atau sentrifugal. Selain itu, perubahan tekanan juga dapat berlangsung secara teratur dari satu tingkat tekanan ke tingkat tekanan lainnya, seperti yang terjadi pada *ejector* dan pompa sentrifugal.

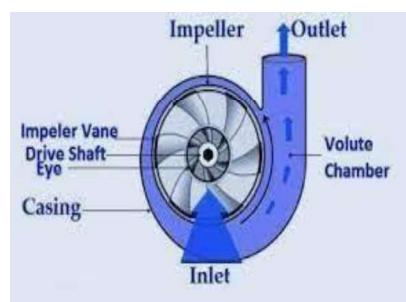
Pompa merupakan suatu mesin yang berfungsi untuk memindahkan atau mengalirkan cairan dari satu tempat ke tempat lain melalui proses pemberian tekanan. Dengan kata lain, pompa bekerja dengan menciptakan tekanan yang mampu menggerakkan cairan sesuai dengan arah dan tujuan yang diinginkan. Pompa tidak dapat mengangkut atau memindahkan cairan secara mandiri tanpa bantuan motor.

Di atas kapal terdapat jenis pompa lensa yang dimana pompa lensa ini terdiri dari pompa *ballast* dan pompa *bilge*. Pompa lensa adalah salah satu jenis pompa yang digunakan di kapal untuk mengeluarkan air yang terkumpul

di ruang lensa (*bilge*). Air tersebut biasanya berasal dari kebocoran kecil, kondensasi, atau aktivitas kapal lainnya. Sistem ini sangat penting untuk menjaga kestabilan kapal dan mencegah potensi bahaya seperti kerusakan struktural atau kontaminasi bahan bakar yang bocor. Diatas kapal juga terdapat beberapa macam atau jenis pompa yang memiliki fungsi masing-masing guna kelancaran operasional kapal. Berikut adalah beberapa jenis pompa yang umum digunakan di atas kapal:

a. Pompa Sentrifugal (*Centrifugal Pump*)

Menurut Larry W. Mays, dalam buku *Hydraulic Engineering Handbook*, Pompa sentrifugal adalah jenis pompa yang menggunakan prinsip gaya sentrifugal untuk memindahkan cairan. Cairan diarahkan ke tengah *impeller* yang berputar, kemudian didorong keluar melalui tepi *impeller* dengan kecepatan dan tekanan yang lebih tinggi.



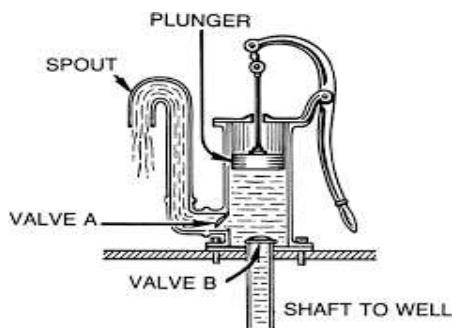
Gambar 2.1 *Centrifugal Pump*

Sumber: Jenis-Jenis Pompa Sesuai Dengan Cara Kerjanya  
[\(<https://vacuumpump.co.id/blog/jenis-jenis-pompa>\)](https://vacuumpump.co.id/blog/jenis-jenis-pompa)

- 1) Fungsi: Memindahkan cairan seperti air tawar, air laut, atau bahan bakar. Biasanya juga digunakan untuk sistem pendinginan, ballast, dan pemadam kebakaran.
- 2) Cara Kerja: Menggunakan *impeller* untuk menciptakan tekanan sentrifugal yang mendorong cairan keluar.

b. Pompa Piston (*Reciprocating Pump*)

Menurut Igor J. Karassik dalam buku *Pump Handbook*, Pompa piston (*reciprocating pump*) adalah jenis pompa yang menggunakan gerakan maju-mundur (*reciprocating motion*) piston atau *plunger* untuk memindahkan cairan. Pompa ini dirancang untuk menangani cairan dengan tekanan tinggi dan volume rendah.



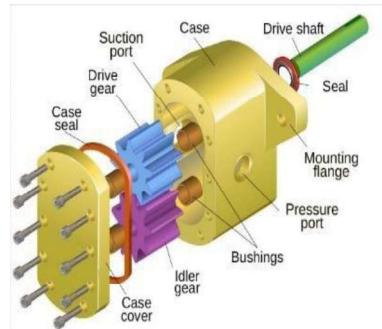
Gambar 2.2 *Reciprocating Pump*

Sumber: Jenis-Jenis Pompa Sesuai Dengan Cara Kerjanya  
[\(<https://vacuumpump.co.id/blog/jenis-jenis-pompa>\)](https://vacuumpump.co.id/blog/jenis-jenis-pompa)

- 1) Fungsi: Digunakan untuk cairan bertekanan tinggi, seperti dalam sistem hidrolik dan pasokan bahan bakar pada mesin utama.
- 2) Cara Kerja: Menggunakan gerakan maju-mundur piston untuk menghasilkan tekanan.

c. Pompa Gear (*Gear Pump*)

Menurut Igor J. Karassik dalam buku *Pump Handbook*, Pompa gear adalah jenis pompa positif (*positive displacement pump*) yang menggunakan dua roda gigi (*gear*) untuk memindahkan cairan. Gerakan gigi-gigi ini menciptakan ruang vakum untuk menarik cairan dan mendorongnya ke arah keluar. (Sumber: *Pump Handbook* oleh Igor J. Karassik.)



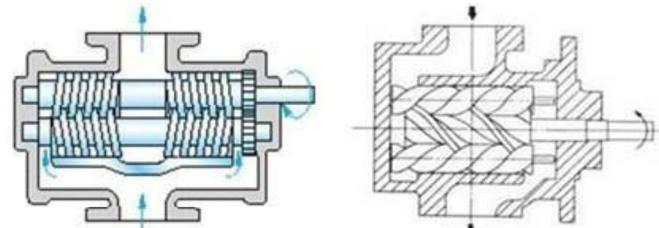
Gambar 2.3 *Gear Pump*

Sumber: Jenis-Jenis Pompa Sesuai Dengan Cara Kerjanya  
[\(<https://vacuumpump.co.id/blog/jenis-jenis-pompa>\)](https://vacuumpump.co.id/blog/jenis-jenis-pompa)

- 1) Fungsi : Untuk memompa minyak pelumas dan cairan dengan viskositas tinggi.
- 2) Cara Kerja : Dua gear berputar menciptakan ruang vakum yang mengalirkan cairan.

#### d. Pompa Screw (*Screw Pump*)

Pompa screw (*screw pump*) adalah jenis pompa perpindahan positif (*positive displacement pump*) yang menggunakan satu atau lebih sekrup berputar untuk memindahkan cairan.



Multiple-screw double-end arrangement. Multiple-screw single-end arrangement.

Gambar 2.4 *Screw Pump*

Sumber: Pompa  
[\(<https://sttal.ac.id/wp-content/uploads/2017/06/Pompa-OK.pdf>\)](https://sttal.ac.id/wp-content/uploads/2017/06/Pompa-OK.pdf)

- 1) Fungsi: Digunakan untuk minyak pelumas, bahan bakar, atau cairan dengan viskositas tinggi.
- 2) Cara Kerja: Menggunakan sekrup spiral untuk menggerakkan cairan.

e. Pompa *Ballast*

Menurut Capt. SUWARDI, M. Mar, Edisi III, Jakarta, 2013 dalam buku Kamus Istilah Tanker, Salah satu permesinan bantu diatas kapal dengan guna menjaga stabilitas kapal agar posisi kapal tetap stabil disebut dengan pompa *ballast*. Dalam keadaan trim depan dan belakang, pompa *ballast* berfungsi untuk membuat kapal seimbang. Salah satu jenis pompa sentrifugal adalah pompa *ballast*. Keseimbangan kapal memengaruhi keselamatan muatan dan awak kapal secara keseluruhan. Pompa *ballast* sangat penting dalam perencanaan untuk memasukkan air sebagai bahan *ballast*. Saat bongkar dan muat, mereka mengisi dan membuang air laut dari tangki *ballast*.

Pompa *ballast* termasuk dalam kategori pompa sentrifugal. stabilitas kapal memiliki peran penting dalam menjamin keselamatan muatan serta seluruh awak yang berada di atas kapal. Dalam perencanaanya, air digunakan sebagai media *ballast*. Pompa *ballast* memegang peranan penting dalam mendukung kelancaran operasional kapal, terutama saat proses bongkar dan muat. Pada tahap inilah pompa *ballast* berfungsi sebagai alat untuk mengisi maupun mengeluarkan air laut dari tangki *ballast* sesuai kebutuhan. Sistem pompa *ballast* merupakan proses pengisian air *ballast* ke dalam tangki, yang dapat dilakukan melalui penggunaan pompa *ballast* maupun secara gravitasi. Pengisian secara gravitasi dilakukan dengan mengalirkan air laut ke dalam tangki *ballast* yang kosong, memanfaatkan perbedaan ketinggian permukaan air laut yang berada di atas dasar tangki, khususnya saat kapal masih dalam

kondisi penuh muatan. Proses ini biasanya dilakukan secara bersamaan dengan kegiatan pembongkaran muatan.



Gambar 2.5 Pompa *Ballast*

Sumber: Mengatur Pompa Pada Kapal

(<https://velascoindonesia.com/wpcontent/uploads/2016/10/mengatur-pompa-pada-kapal-861x393.jpg>)

Pada sistem pompa *ballast*, tekanan yang dihasilkan tidak boleh melebihi batas tekanan kerja yang telah ditentukan. Ketika penutup *ballast* dalam keadaan tertutup, pompa *ballast* tidak disarankan beroperasi terlalu lama, karena dapat menyebabkan peningkatan suhu fluida dan berpotensi merusak komponen lain dalam sistem. Pompa *ballast* sendiri terdiri dari beberapa bagian utama, antara lain:

1) *Impeller*

*Impeller* merupakan komponen berbentuk cakram logam melingkar yang dilengkapi dengan saluran-saluran yang dirancang khusus untuk mengarahkan aliran fluida. Material pembuat *impeller* umumnya meliputi perunggu, kuningan, karbonat minyak, baja tahan karat (*stainless steel*), maupun besi tuang, serta dapat pula menggunakan bahan lainnya sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik sistem.



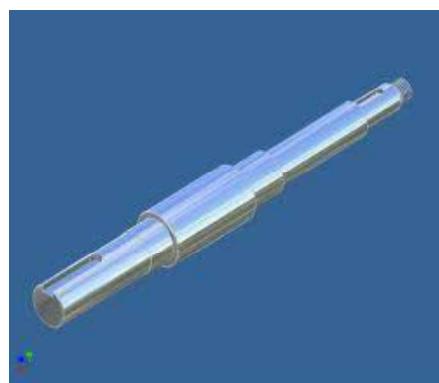
Gambar 2.6 *Impeller*

Sumber: Gambar *Impeller* Pompa

([https://teknocal.com/wpcontent/uploads/2021/02/impellerebar\\_a.jpg](https://teknocal.com/wpcontent/uploads/2021/02/impellerebar_a.jpg))

## 2) *Shaft*

*Shaft* adalah salah satu komponen utama dalam pompa, yang berfungsi untuk menghubungkan sumber tenaga (motor atau mesin penggerak) dengan bagian pemutar pompa, seperti *impeller* atau rotor. Poros (*shaft*) berfungsi untuk mentransmisikan torsi dari penggerak ke *impeller* serta komponen berputar lainnya selama proses operasional berlangsung.



Gambar 2.7 *Shaft* Pompa

Sumber: Repository PIP Semarang

(<https://repository.pipsemarang.ac.id/198/4/BAB%20II.pdf>)

### 3) Motor Listrik (*Electromotor*)

*Electromotor* berfungsi sebagai penggerak utama untuk menghasilkan energi mekanik dari energi listrik. *Elektromotor* mengkonversi energi listrik yang disuplai ke motor menjadi energi mekanik dalam bentuk putaran *shaft*



Gambar 2.8 *Electromotor*

Sumber: Motor AC

(<https://www.edukasikini.com/2018/10/motor-ac-teori-motor-ac-dan-jenis-motor.html>)

### 4) *Mechanical Seal*

*Mechanical seal* adalah komponen penting yang berfungsi sebagai penghalang kedap antara bagian stasioner dan bagian bergerak pada pompa. Komponen ini dirancang untuk mencegah kebocoran cairan atau gas dari ruang bertekanan tinggi di dalam pompa ke lingkungan luar. Dibandingkan dengan metode tradisional menggunakan *gland packing*, *mechanical seal* lebih baik dan lebih efisien. *Seal* mekanik yang bersifat dinamis berfungsi sebagai penghubung antara komponen yang diam (*stasionery*) dengan komponen yang berputar (*rotary*).



Gambar 2.9 *Mechanical Seal*

Sumber: Pengertian *Mechanical Seal*

(<https://www.j-sealsurabaya.com/2020/07/pengertian-mechanical-seal.html>)

##### 5) *Bearing*

Bantalan (*bearing*) berfungsi dalam mendukung rotasi poros serta menjaga posisinya tetap stabil, sekaligus mengurangi kehilangan energi akibat gesekan. Berikut ini adalah beberapa jenis *bearing* yang umum digunakan:

###### a) *Single groove ball bearing*

Alur dalam pada kedua cincin bantalan (*bearing*) dirancang untuk menahan beban radial dan aksial secara efektif. Beban radial adalah beban yang bekerja secara tegak lurus terhadap sumbu poros, sementara beban aksial merupakan beban yang bekerja sejajar atau searah dengan sumbu poros. Struktur yang sederhana, biaya yang rendah, dan perawatan yang lebih mudah adalah karakteristik utama *bearing* jenis ini.



Gambar 2.10 *Single Groove Ball Bearing*

Sumber: Misumi

(<https://id.misumiec.com/vona2/detail/221005152862/>)

b) *Double row self aligning bearing*

Jenis ini memiliki dua baris bola dengan alur di lingkaran dalam setiap bola. Di bagian luar cincin biasanya terlihat alur bola. Bagian dalam pada bantalan ini memiliki kemampuan untuk menyesuaikan posisi secara otomatis. Keunggulan dari jenis bantalan ini terletak pada kemampuannya mengatasi ketidaksejajaran poros, bahkan ketika jumlah poros yang digunakan relatif sedikit.



Gambar 2.11 *Double Row Self Aligning Bearing*

Sumber: India Mart

(<https://www.indiamart.com/proddetail/double-row-self-aligning-ball-bearing-11625949630.html>)

c) *Single row angular contact bearing*

Bantalan jenis ini didesain secara khusus untuk menahan beban radial dan biasanya digunakan bersama dengan bantalan lainnya, baik dalam susunan paralel maupun dengan orientasi saling berlawanan, agar dapat memberikan dukungan yang optimal terhadap beban aksial.



Gambar 2.12 *Single Row Angular Contact Bearing*

Sumber: KG Bearing India

[\(https://www.kgbearing.com/pd/angularcontactballbearing/  
single-row-angularcontactballbearings/Kg-sracbb\)](https://www.kgbearing.com/pd/angularcontactballbearing/single-row-angularcontactballbearings/Kg-sracbb)

d) *Double row angular contact bearing*

Jenis bantalan ini tidak hanya mampu menahan beban radial, tetapi juga dirancang untuk menahan beban aksial dari dua arah. Bantalan ini dapat digunakan sebagai pengganti dua bantalan sekaligus dalam ruang yang terbatas.



Gambar 2.13 *Double Row Angular Contact Bearing*

Sumber: India Mart

[\(https://www.indiamart.com/proddetail/doublerow-angular-  
contact-ball-bearing-9942045497.html\)](https://www.indiamart.com/proddetail/doublerow-angular-contact-ball-bearing-9942045497.html)

e) *Single row cylindrical bearing*

Pada bantalan jenis ini, cincin umumnya dilengkapi dengan dua alur atau lekukan yang terpisah, yang memungkinkan cincin tersebut mengikuti pergerakan cincin lainnya dan bergerak dalam arah aksial. Desain ini memudahkan penyesuaian posisi cincin apabila terjadi perubahan bentuk akibat pengaruh suhu. Selain itu, bantalan ini memiliki kapasitas beban radial yang tinggi dan sangat sesuai untuk aplikasi dengan kecepatan tinggi.



Gambar 2.14 *Single Row Cylindrical Bearing*

Sumber: India Mart

(<https://www.indiamart.com/proddetail/standardsingle-row-cylindrical-roller-bearings6903757055.html>)

f) *Tapered roller bearing*

Dari segi struktur, bantalan jenis ini dirancang untuk memberikan kinerja optimal dalam menahan beban aksial maupun radial secara bersamaan. Bantalan ini bersifat terpisah, dimana cincin bagian dalam dan elemen gelinding (*roll*) terhubung menjadi satu kesatuan, sementara cincin bagian luar dapat dilepas secara terpisah.



Gambar 2.15 *Tapered Roller Bearing*

Sumber: Logam Makmur

(<https://logam-makmur.com/bearings/tapered-roller-bearings/>)

g) *Single direction thrust ball bearing*

Bantalan jenis ini memiliki karakteristik yang hampir sama dengan bantalan *single row cylindrical bearing*. Bantalan jenis ini dirancang khusus untuk menahan beban aksial dalam satu arah saja, serta memiliki komponen yang dapat dilepas, sehingga mempermudah proses pemasangan dan perawatannya.



Gambar 2.16 *Single Direction Thrust Ball Bearing*

Sumber: India Mart

([https://www.indiamart.com/proddetail/single-direction-thrust-ball-bearing\\_6606650848.html](https://www.indiamart.com/proddetail/single-direction-thrust-ball-bearing_6606650848.html))

h) *Double direction thrust bearing*

Bantalan jenis ini memiliki karakteristik yang hampir serupa dengan bantalan *single row cylindrical bearing*. Namun, kelebihannya terletak pada kemampuannya dalam menahan beban aksial dari kedua arah secara efektif.



Gambar 2.17 Double Direction Thrust Bearing

Sumber: Vista Bearing

(<https://www.vista-bearing.com/products/Double-Direction-Thrust-Ball-Bearing/972.html>)

#### 6) Casing

*Casing* adalah penutup *impeller* pada bagian hisap (*suction*) serta saluran keluar bagian atas (*top conveying*), sehingga membentuk suatu ruang bertekanan yang dikenal sebagai tangki tekanan (*pressure tank*). yang berperan sebagai media pendukung serta menyediakan tempat untuk pemasangan *bearing* dan *impeller*.



Gambar 2.18 Casing Pompa

Sumber: Alibaba

(<https://indonesian.alibaba.com/product-detail/SOW-series-100-hp-split-case-62389363578.html>)

#### 7) Coupling

Pada prinsipnya, *coupling* memiliki fungsi utama menyatukan dua poros, yakni poros yang memberikan daya (poros penggerak) dan poros yang menerima daya (poros yang digerakkan), guna mentransmisikan daya atau putaran dari satu poros ke poros lainnya.



Gambar 2.19 *Coupling Pompa*

Sumber: Industry Plaza

(<https://www.industry-plaza.com/flange-coupling-fl-p159699.html>)

### 3. Sistem Ballast

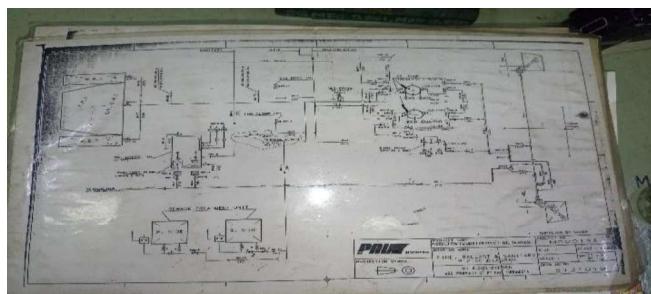
Salah satu sistem yang berperan penting dalam pengoperasian kapal adalah sistem *ballast*, yang berfungsi untuk membuang dan mengisi air *ballast*. Proses ini dilakukan dengan memompa air ke dalam pipa utama (*main pipe*) serta pipa cabang (*branch pipe*). Tujuan sistem *ballast* adalah untuk mengubah tingkat kemiringan dan *draft* kapal sesuai dengan muatan kapal sehingga kapal tetap stabil. Untuk memenuhi kondisi trim kapal yang diinginkan, Proses *ballast* air terdiri dari dua tahapan, yaitu *ballasting* (pengisian air *ballast*). Prinsip kerja sistem ini cukup sederhana, yakni dengan memanfaatkan pompa untuk memindahkan air laut dari *seachest* ke dalam tangki-tangki *ballast*, atau sebaliknya, membuang air *ballast* dari tangki ke luar kapal (*overboard*). Sistem ini berfungsi untuk mendukung kelancaran proses *ballasting* dan *deballasting* sesuai kebutuhan operasional kapal.

Air *ballast* merupakan air yang digunakan sebagai pemberat serta penyeimbang kapal selama pelayaran. Keberadaan air *ballast* memiliki peran penting dalam meningkatkan stabilitas kapal. Namun demikian, penggunaannya juga dapat menimbulkan dampak ekologis yang signifikan. Hal ini disebabkan oleh terbawanya berbagai organisme laut di dalam air

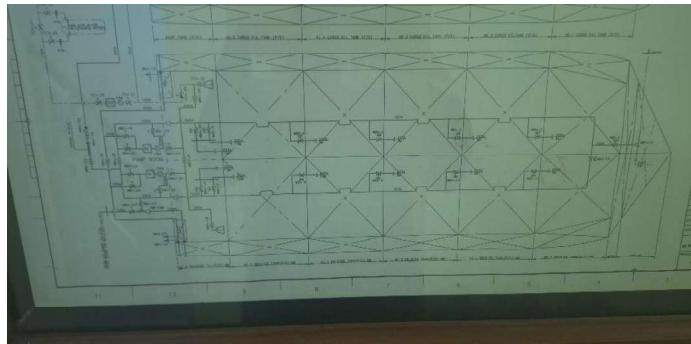
*ballast*, seperti bakteri, mikroba, invertebrata kecil, telur, kista, dan larva dari berbagai spesies. Ketika air *ballast* yang diambil dari suatu perairan dibuang di perairan lain, organisme tersebut berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem setempat.

*Ballast water system* memiliki dua proses utama, yaitu *ballasting* (pengisian air *ballast*) dan *deballasting* (pembuangan air *ballast*). Prinsip kerjanya cukup sederhana, dimana pompa digunakan untuk memindahkan air laut dari *seachest* ke tangki *ballast* atau mengalirkan air *ballast* dari tangki ke *overboard* (O/B).

Tujuan dari adanya *ballast water system* diatas kapal adalah untuk menjaga kestabilan, kesimbangan, dan trim kapal selama pelayaran, saat bongkar muat, maupun ketika kapal tidak membawa muatan. Sistem ini juga membantu mengontrol posisi kapal agar tetap aman dan efisien dalam berbagai kondisi operasional. Salah satu peraturan utama yang mengatur *ballast water system* diatas kapal yaitu *Ballast Water Management Convention* (BWMC) – IMO. Konvensi ini diadopsi oleh International Maritime Organization (IMO) pada 13 Februari 2004 dan mulai berlaku 8 September 2017. Tujuannya adalah untuk mencegah penyebaran organisme laut invasif yang terbawa melalui air *ballast* antar wilayah perairan.



Gambar 2.20 *Ballast Piping Diagram*  
Sumber : Dokumentasi Pribadi (2024)

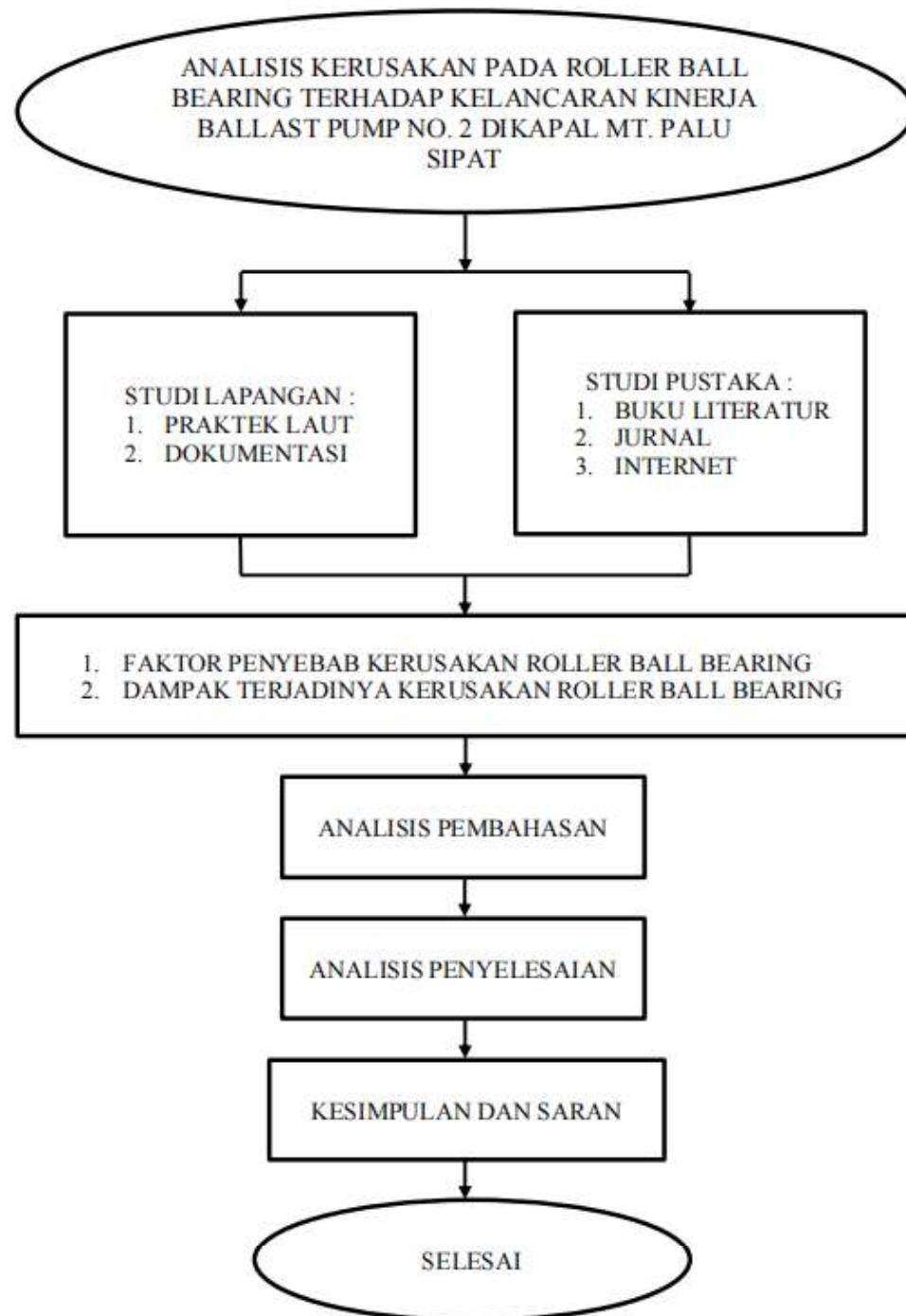


Gambar 2.21 *Ballast System Piping Diagram*

Sumber : Dokumentasi Pribadi (2024)

Pada umumnya, cara isi/pengisian air *ballast* dikapal yaitu dimulai dari air laut yang dihisap atau diambil melalui *seachest*, kemudian air laut tersebut dipompa dengan menggunakan pompa *ballast* dan dialirkan ke dalam tangki-tangki *ballast* yang ada dikapal. Dan sebaliknya, untuk buang/pembuangan sendiri dimulai dari pengosongan air *ballast* dari dalam tangki ke *overboard* melalui *seachest*.

### C. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2.22 Kerangka Pikir Penelitian

Sumber: Data Pribadi (2024)

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

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

Penulis menggunakan metode penelitian kualitatif dengan teknik analisis diagram *fishbone* (sering disebut juga diagram sebab-akibat atau Ishikawa). Menurut Bogdan dan Taylor, sebagaimana dikutip oleh Moleong (2017), metode kualitatif adalah prosedur penelitian yang berfokus pada pengumpulan data deskriptif. Data ini berupa kata-kata, baik yang tertulis maupun lisan, serta perilaku yang dapat diamati dari subjek penelitian. Menurut David Williams sebagaimana dikuti oleh Moleong (2017) penelitian kualitatif merupakan proses pengumpulan data yang dilakukan dalam lingkungan dalam lingkungan atau kondisi alami, dengan memanfaatkan metode-metode yang bersifat natural, serta dilaksanakan oleh peneliti yang memiliki ketertarikan secara mendalam terhadap fenomena yang diteliti. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengertian penelitian kualitatif adalah metode penelitian untuk pemahaman mendalam tentang fenomena sosial dan perilaku manusia dengan berfokus pada pengalaman, makna, dan interpretasi subjek yang diteliti, serta melibatkan data non numerik seperti observasi, wawancara, dan dokumentasi.

Sedangkan teknik analisis *fishbone*, Menurut ilmuwan Professor Kaoru Ishikawa (1943) pengertian dari diagram *fishbone* yang juga dikenal sebagai diagram tulang ikan atau diagram *Ishikawa*, adalah alat visual yang digunakan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mengorganisasi penyebab potensial dari suatu masalah atau efek tertentu. Nama "*fishbone*" berasal dari bentuk

diagramnya yang menyerupai tulang ikan, dengan "kepala" menunjukkan masalah atau efek yang dianalisis, dan "tulang- tulangnya" menunjukkan kategori penyebab. (Ishikawa, Kaoru. *What Is Total Quality Control? The Japanese Way.*)

Dalam konteks analisis kerusakan pada *roller ball bearing* pompa *ballast*, penelitian ini menggunakan metode kualitatif. Pompa *ballast* merupakan suatu permesinan bantu yang digunakan untuk mengisi dan mengosongkan air laut ke dan dari tangki *ballast* guna stabilitas atau keseimbangan kapal dan tidak terjadi kemiringan pada kapal. Stabilitas kapal sangat penting karena berperan dalam menjaga keseimbangan kapal, keselamatan awak, dan muatannya. Tanpa stabilitas yang memadai, kapal bisa terbalik atau tenggelam. Maka dari itu dirancanglah permesinan bantu pompa ballast guna kelancaran operasional kapal.

Data dalam penelitian ini bersifat kualitatif, diperoleh dari wawancara dengan masinis, maupun *engine crew* yang lainnya. Observasi dilakukan secara langsung di lapangan, serta analisis catatan pemeliharaan dan perbaikan. Wawancara bertujuan untuk menggali pengalaman teknisi terkait masalah-masalah yang sering muncul serta prosedur perawatan yang biasa dilakukan.

## B. Lokasi dan Waktu Penelitian

Tempat dilaksanakannya penelitian ini dilakukan pada saat melaksanakan praktek laut di atas Kapal MT. PALU SIPAT milik *PT. PERTAMINA INTERNATIONAL SHIPPING*. Pada tanggal 12 Juni 2024 sampai 15 Juni 2024 yang menjadi fokus penelitian berada di kamar mesin

yaitu Pompa *ballast* sebagai objek penelitian. Berdasarkan pengamatan peneliti, peneliti tertarik untuk mencari tahu permasalahan yang terjadi tentang *troubleshooting pompa ballast* serta cara memperbaikinya.

### **C. Sumber Data Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data**

#### **1. Sumber Data**

Dalam penelitian ini disajikan berbagai data kualitatif yang diperoleh dari responden, baik secara lisan maupun tulisan, yang berhubungan dengan objek penelitian. Berbagai macam sumber data yang dipergunakan pada saat penelitian :

##### **a. Data Primer**

Menurut Sugiyono (2019:34), data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumber pertama oleh peneliti. Dalam penelitian ini, data primer dikumpulkan melalui survei dengan melakukan observasi dan pencatatan langsung di lokasi penelitian. Selain itu, peneliti juga melakukan wawancara dan diskusi langsung dengan *crew* kapal sesuai permasalahan yang terjadi di atas kapal.

##### **b. Data Sekunder**

Data primer yang diperoleh melalui dokumentasi digolongkan sebagai data sekunder. Data ini dapat berupa literatur, materi perkuliahan, data perusahaan, serta sumber-sumber lain yang memiliki keterkaitan dengan objek penelitian. Arsip resmi yang dikumpulkan penulis juga dapat digunakan sebagai acuan. Menurut Sugiyono (2009:225), data sekunder

merupakan data yang diperoleh tidak secara langsung dari sumber utama, melainkan melalui perantara seperti pihak lain atau dokumen tertulis.

Dari apa keterangan diatas, maka penulis menyimpulkan data yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Penulis memperoleh data sekunder dengan cara mendokumentasikan foto-foto tentang kejadian di atas kapal. Dalam penelitian ini, penulis juga menambahkan data dari studi pustaka.

## 2. Teknik Pengumpulan Data

Berikut merupakan beberapa metode pengumpulan data yang digunakan oleh peneliti dalam melaksanakan kegiatan penelitian:

### a. Observasi

Metode observasi adalah teknik pengumpulan data melalui pengamatan langsung di lokasi praktek laut untuk mengetahui penyebab dan dampak terjadinya kerusakan *roller ball bearing* terhadap kelancaran kinerja pompa *ballast* dikapal MT. Palu Sipat.

### b. Wawancara

Metode pengumpulan data lainnya adalah wawancara. Dalam pelaksanaan wawancara ini, berbagai permasalahan yang ada disampaikan dan dibahas bersama untuk menemukan solusinya. Pertanyaan yang diajukan kepada responden tidak disertai pilihan jawaban dari peneliti, sehingga responden memiliki kebebasan penuh untuk menjawab berdasarkan pendapat, pandangan, dan pengetahuan mereka sendiri. Masalah ini dapat berupa kejadian, kondisi, atau beberapa data yang tidak normal yang kemudian disusun secara sistematis.

Hasil pemecahan masalah yang diperoleh melalui wawancara harus saling berkaitan dan mendukung, serta tetap fokus pada pokok permasalahan. Dalam hal ini, seluruh awak kapal, khususnya Masinis IV yang bertanggung jawab terhadap pompa diatas kapal, diwawancarai mengenai permasalahan yang terjadi pada pompa *ballast*.

Penyusunan ini bertujuan agar solusi-solusi yang diperoleh dari hasil wawancara dapat saling berkaitan dan saling mendukung, serta tetap berada dalam lingkup permasalahan yang dibahas. Wawancara terkait permasalahan pompa *ballast* dilakukan terhadap seluruh awak kapal, khususnya Masinis IV yang memiliki tanggung jawab atas operasional pompa-pompa diatas kapal.

#### c. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan rekaman atau catatan mengenai peristiwa yang telah terjadi. Dokumentasi dapat bermotif tulisan, gambar, maupun karya-karya monumental yang dihasilkan oleh seseorang (Ramadhan, 2022). Dokumentasi data dapat diperoleh melalui buku panduan, sejumlah jurnal yang memiliki gambar dan foto objek penelitian, serta catatan harian, sejarah kehidupan (life histories), cerita, biografi, peraturan, dan kebijakan.

### **D. Teknik Analisis Data**

Menurut Moleong (2004:280-281), analisis data adalah proses mengorganisasi dan menyusun data ke dalam pola dan kategori untuk menemukan tema serta merumuskan hipotesis yang sesuai. Penelitian ini

menggunakan teknik analisis *fishbone*. Diagram tulang ikan (*Fishbone Diagram*) adalah salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya suatu permasalahan. Diagram ini juga membantu untuk mencari atau menyelidiki fakta lebih lanjut. Untuk membuat *fishbone diagram* membutuhkan beberapa langkah, seperti :

### 1. Identifikasi Masalah

Langkah pertama adalah mengidentifikasi permasalahan utama yang sedang dihadapi. Selanjutnya, gambarlah masalah tersebut dalam bentuk kotak yang berfungsi sebagai kepala dari *fishbone diagram*. Permasalahan yang telah diidentifikasi ini akan menjadi titik fokus utama dalam keseluruhan proses penyusunan diagram tulang ikan.

### 2. Identifikasi Faktor-Faktor Utama Masalah

Setelah mengidentifikasi masalah saat ini, perlu diidentifikasi komponen utama yang merupakan bagian dari masalah saat ini. Sumber daya manusia, teknik yang digunakan, metode produksi, dan elemen lainnya dapat termasuk dalam kategori ini. Faktor-faktor ini akan membentuk "tulang" utama dan "ekor" dari diagram tulang ikan.

### 3. Menemukan Penyebab dari Setiap Faktor

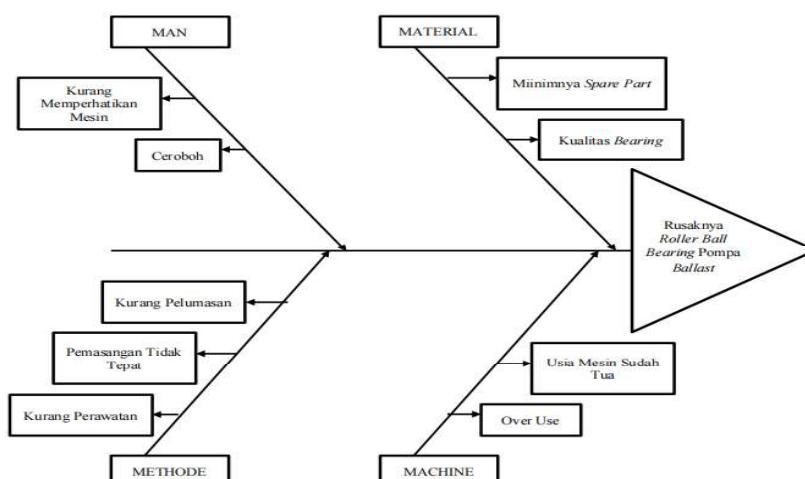
Setiap komponen utama yang berkontribusi terhadap timbulnya permasalahan diidentifikasi guna menemukan sumber permasalahan. Kemungkinan penyebab masing-masing faktor digambarkan sebagai "tulang" kecil yang menempel pada "tulang" utama. Kemudian, akar setiap kemungkinan penyebab ditelusuri lebih lanjut dan dapat divisualisasikan sebagai "tulang" tambahan yang terhubung pada tulang kecil sebelumnya.

#### 4. Analisis Hasil Diagram

Dengan membuat diagram *fishbone*, semua akar penyebab masalah dapat dilihat. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut tentang akar penyebab yang telah ditemukan, termasuk prioritas dan signifikansi penyebab tersebut. Setelah itu, dengan menyelesaikan akar masalah, masalah yang ada dapat diselesaikan.

Salah satu keunggulan dari diagram tulang ikan adalah kemampuannya dalam menguraikan berbagai kemungkinan penyebab suatu permasalahan. Selain itu, setiap individu yang terlibat dalam proses tersebut memiliki kesempatan untuk memberikan masukan atau pendapat yang mungkin berkaitan dengan sumber permasalahan yang terjadi.

Adapun kelemahan dari diagram tulang ikan adalah bahwa pendapat yang dihasilkan sering kali bergantung pada alat tersebut dan cenderung membatasi kemampuan tim maupun pengguna dalam menjelaskan permasalahan secara mendalam menggunakan metode “*level why*”. Berikut adalah contoh diagram *fishbone* dari permasalahan yang saya ambil:



Gambar 3.1 *Fishbone Diagram*

Sumber : Peneliti (2025)