

LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS TIDAK OPTIMALNYA KINERJA *AERATION*  
*BLOWER* PADA *SEWAGE TREATMENT PLANT TYPE SBT-40*  
DI MV. MUHASYIR**



disusun sebagai salah satu syarat  
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

BAGUS PURWO SAMUDRA  
NIT 09.21.004.1.06

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

LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN

**ANALISIS TIDAK OPTIMALNYA KINERJA *AERATION*  
*BLOWER* PADA *SEWAGE TREATMENT PLANT TYPE SBT-40*  
DI MV. MUHASYIR**



disusun sebagai salah satu syarat  
menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan

BAGUS PURWO SAMUDRA  
NIT 09.21.004.1.06

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

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bagus Purwo Samudra

Nomor Induk Taruna : 09.21.004.1.06

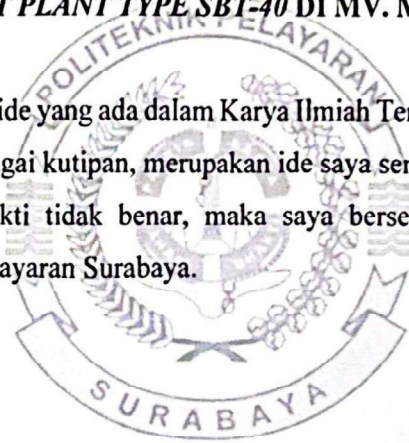
Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul:

### **ANALISIS TIDAK OPTIMALNYA KINERJA *AERATION BLOWER* PADA *SEWAGE TREATMENT PLANT TYPE SBT-40* DI MV. MUHASYIR**

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam Karya Ilmiah Terapan (KIT) 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 Pelayaran Surabaya.



SURABAYA, 14 JULI 2025

  
**BAGUS PURWO SAMUDRA**  
NIT. 09.21.004.1.106



**PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN  
PROPOSAL TUGAS AKHIR**

Judul : ANALISIS TIDAK OPTIMALNYA KINERJA *AERATION*  
*BLOWER* PADA *SEWAGE TREATMENT PLANT TYPE SBT-*  
*40* DI MV. MUHASYIR

Program Studi : TEKNOLOGI REKAYASA PERMESINAN KAPAL

Nama : BAGUS PURWO SAMUDRA

NIT : 09.21.004.1.06

Jenis Tugas Akhir : Prototype / Proyek / Karya Ilmiah Terapan\*

Keterangan: \*(coret yang tidak perlu)

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

Surabaya, 2025

Dosen Pembimbing I

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II

(Dirhamsyah, S.E., M.Pd.)

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19750430 200212 1 002

(Elly Kusumawati, S.H., M.H.)

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19811112 200502 2 001

Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

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

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 19690531 200312 1 001

**PERSETUJUAN SEMINAR HASIL**

**KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : ANALISIS TIDAK OPTIMALNYA KINERJA *AERATION BLOWER*  
PADA *SEWAGE TREATMENT PLANT TYPE SBT-40* DI MV.  
MUHASYIR

Nama Taruna : BAGUS PURWO SAMUDRA

NIT : 0921004106

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan

SURABAYA, Juni 2025



Pembimbing I

DIRHAMSYAH, S.E., M.Pd.

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 197504302002121002

Pembimbing II

ELLY KUSUMAWATI, S.H., M.H.

Penata Tk. I (III/d)

NIP. 198111122005022001

Mengetahui

Ketua Jurusan 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 PROPOSAL**

**KARYA ILMIAH TERAPAN**

**ANALISIS TIDAK OPTIMALNYA KINERJA *AERATION BLOWER* PADA  
*SEWAGE TREATMENT PLANT TYPE SBT-40* DI MV. MUHASYIR**

Disusun dan Diajukan Oleh :

**BAGUS PURWO SAMUDRA**

NIT. 0921004106

Ahli Teknik Tingkat III

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian KIT

Pada Tanggal 24 April 2025

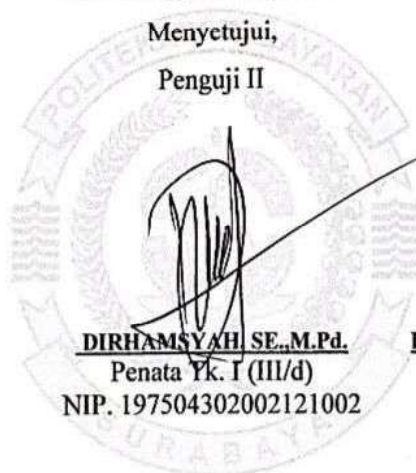
Penguji I



**Dr. NASRI, M.T.**  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 197111241999031003

Menyetujui,

Penguji II



**DIRHAM SYAH SE., M.Pd.**  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 197504302002121002

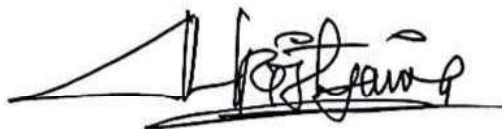
Penguji III



**Dr. TRISNOWATIRAHAYU, M.Ap.**  
Pembina Utama Muda (IV/c)  
NIP. 196602161993032001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa  
Permesinan Kapal  
Politeknik Pelayaran Surabaya



**Dr. ANTONIUS EDY KRISTIYONO, M.Pd, M.Mar.E.**  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 196905312003121001

**PENGESAHAN  
LAPORAN TUGAS AKHIR  
KARYA ILMIAH TERAPAN**

**ANALISIS TIDAK OPTIMALNYA KINERJA *AERATION BLOWER* PADA  
*SEWAGE TREATMENT PLANT TYPE SBT-40* DI MV. MUHASYIR**

Disusun oleh:

**BAGUS PURWO SAMUDRA  
NIT. 0921004106**

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

Surabaya, 14 Juli 2025

Dosen Penguji I



Dr. Antonius Edy Kristiyono, M.Pd., M.Mar.E  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 19690531 200312 1 001

Mengesahkan,  
Dosen Penguji II



Agus Prawoto, S.Si. T., M.M.  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 19780817 2009 12 1 001

Dosen Penguji III



Dihaningsih SE., M.Pd.  
Penata Tk. I (III/d)  
NIP. 19750430 2002 12 1 002

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal



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

## ABSTRAK

BAGUS PURWO SAMUDRA, 2025. Analisis Tidak Optimalnya Kinerja *Aeration Blower* Pada *Sewage Treatment Plant* Tipe SBT-40 Di MV. MUHASYIR dengan Metode Kualitatif, Politeknik Pelayaran Surabaya. Dibimbing oleh bapak Dirhamsyah, M.Pd., M.Mar.E. dan Ibu Elly Kusumawati, S.H., M.H.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab tidak optimalnya kinerja aeration blower pada Sewage Treatment Plant (STP) tipe SBT-40 di kapal MV. Muhasyir, mengetahui dampaknya terhadap proses pengolahan limbah dan lingkungan laut, serta merumuskan upaya penanganannya. Metode yang digunakan adalah kualitatif dengan pendekatan *Root Cause Analysis* (RCA). Teknik pengumpulan data meliputi observasi langsung saat praktik laut, wawancara dengan masinis, dokumentasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja blower menurun karena kurangnya perawatan rutin, kerusakan pada rotor dan bearing, serta penyumbatan pada saluran udara masuk. Tekanan udara turun drastis dari 0,02 Mpa menjadi 0,008 Mpa, sehingga suplai oksigen berkurang, proses aerasi tidak berjalan optimal, dan limbah tidak terurai dengan baik, yang akhirnya mencemari laut.

Kesimpulannya, penyebab utama tidak optimalnya kinerja blower adalah perawatan yang tidak sesuai prosedur. Dampaknya mengganggu proses biologis dalam STP dan berisiko mencemari lingkungan. Upaya perbaikan dilakukan melalui pembersihan filter, penggantian komponen rusak, dan pelaksanaan pemeliharaan berkala sesuai panduan teknis.

**Kata kunci:** *aeration blower, sewage treatment plant, root cause analysis.*



## ABSTRACT

*BAGUS PURWO SAMUDRA, 2025. Analysis of the Suboptimal Performance of the Aeration Blower at the SBT-40 Sewage Treatment Plant on MV. MUHASYIR Using Qualitative Method, Surabaya Shipping Polytechnic. Supervised by Mr. Dirhamsyah, M.Pd., M.Mar.E. and Mrs. Elly Kusumawati, S.H., M.H.*

*This research aims to analyze the causes of suboptimal performance of the aeration blower in the SBT-40 type Sewage Treatment Plant (STP) on the MV. Muhasyir ship, understand its impact on the waste processing and the marine environment, and formulate mitigation efforts. The method used is qualitative with a Root Cause Analysis (RCA) approach. Data collection techniques include direct observation during sea practice, interviews with the machinist, documentation.*

*The research results show that the blower performance declined due to insufficient routine maintenance, damage to the rotor and bearing, and blockages in the air intake channel. Air pressure dropped drastically from 0.02 Mpa to 0.008 Mpa, leading to a decrease in oxygen supply, suboptimal aeration process, and poor waste decomposition, which ultimately pollutes the sea.*

*In conclusion, the main cause of the suboptimal blower performance is maintenance that does not follow procedures. The impact disrupts the biological process. Biological substances in the wastewater treatment plant (STP) pose a risk of contaminating the environment. Improvement efforts are carried out through filter cleaning, replacement of damaged components, and implementation of regular maintenance according to technical guidelines.*

**Keywords:** *aeration blower, sewage treatment plant, root cause analysis.*

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur kami kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas karunia dan nikmat yang telah dilimpahkan-Nya kepada kami, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah terapan yang berjudul “Analisis Tidak Optimalnya Kinerja *Aeration Blower* Pada *Sewage Treatment Plant Type SBT-40* Di MV. MUHASYIR”

Penulisan karya ilmiah terapan ini merupakan laporan tugas akhir yang diperlukan untuk persyaratan menyelesaikan pendidikan Diploma IV di Politeknik Pelayaran Surabaya. Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu serta memberikan arahan, bimbingan, petunjuk dalam segala hal yang sangat berarti dan menunjang dalam penyelesaian makalah penelitian ini. Perkenankanlah penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT.
2. Yth. Bapak Moejiono, M.T., M.Mar.E. Selaku Direktur Politeknik Pelayaran Surabaya, yang telah memberikan fasilitas dalam tersusunnya karya ilmiah terapan ini.
3. Yth. Bapak Antonius Edy Kristiyono, M.Pd. Selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, yang telah memberikan arahan dalam pembuatan karya ilmiah terapan (KIT) ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah terapan (KIT) ini dengan baik.
4. Yth. Bapak Agus Prawoto, S.Si.T., M.M. Selaku Sekertaris Program Studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan arahan dalam pembuatan karya ilmiah terapan (KIT).
5. Yth. Bapak Dirhamsyah, S.E., M.Pd. Selaku Dosen Pembimbing I, yang telah membantu penulis dalam memberikan bimbingan dan arahan, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah terapan (KIT) ini dengan baik.
6. Yth. Ibu Elly Kusumawati, S.H., M.H. Selaku Dosen Pembimbing II, yang telah membantu penulis dalam memberikan bimbingan dan arahan, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah terapan (KIT) ini dengan baik.
7. Yth. Segenap Bapak/Ibu dosen program studi teknologi rekayasa permesinan kapal Politeknik Pelayaran Surabaya, yang memberikan arahan dan masukan dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini.
8. Kepada Bapak Ponadi dan Ibu Sri Winarsih saya tercinta yang selalu memberikan dukungan moral dan materi serta doa dalam penyusunan karya ilmiah terapan (KIT) ini.
9. Kepada PT. GURITA LINTAS SAMUDERA, yang telah memberi kesempatan penulis untuk melaksanakan praktek laut sehingga penulis dapat belajar dan menyusun karya ilmiah terapan (KIT) dengan baik.

10. Seluruh rekan-rekan taruna/taruni Politeknik Pelayaran Surabaya, yang telah memberikan dukungan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah terapan (KIT) ini, khususnya angkatan XL diploma IV.
11. Sela Dwi Prasetyaning Utami yang telah memberi semangat untuk pantang menyerah.

Semoga kedepannya penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya dalam mengembangkan ilmu pengetahuan taruna-taruni Politeknik Pelayaran Surabaya, serta dunia pelayaran pada umumnya.

Penulis menyadari bahwa cara penulisan karya ilmiah terapan ini masih belum sempurna, masih banyak kekurangan dari segi isi dan teknik penulisan, oleh karena itu penulis berharap dapat menerima kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan penulisan karya ilmiah terapan ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih dan mohon maaf atas kekurangannya.

Surabaya, 2025

**Bagus Purwo Samudra**  
NIT. 0921004106

## DAFTAR ISI

<b>JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERSETUJUAN UJI KELAYAKAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERSETUJUAN SEMINAR HASIL .....</b>	<b>iv</b>
<b>PENGESAHAN SEMINAR PROPOSAL .....</b>	<b>v</b>
<b>PENGESAHAN SEMINAR HASIL .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vii</b>
<b><i>ABSTRACT</i>.....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Batasan Masalah .....	6
D. Tujuan Masalah .....	6
E. Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>9</b>
A. Review Penelitian Sebelumnya .....	9
B. Landasan Teori .....	11
C. Kerangka Penelitian.....	26

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>29</b>
A. Jenis Penelitian .....	29
B. Waktu Dan Lokasi Penelitian.....	30
C. Sumber Data Penelitian .....	31
D. Teknik Pengumpulan Data .....	32
E. Teknik Analisis Data .....	35
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>38</b>
A. Gambaran Umum Subjek Penelitian .....	38
B. Hasil Penelitian.....	42
C. Pembahasan.....	63
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>66</b>
A. Kesimpulan .....	66
B. Saran .....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>69</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>72</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> <i>Sewage Treatment Plant Type TAIKO KIKAI SBT-40</i> .....	13
<b>Gambar 2.2</b> <i>Sewage Treatment Device Type TAIKO KIKAI SBT-40</i> .....	14
<b>Gambar 2.3</b> <i>Screen Filter STP</i> .....	19
<b>Gambar 2.4</b> <i>Discharge Pump STP</i> .....	20
<b>Gambar 2.5</b> <i>Level Probe</i> .....	21
<b>Gambar 2.6</b> <i>Aeration Blower STP</i> .....	21
<b>Gambar 2.7</b> <i>Electro Motor</i> .....	24
<b>Gambar 2.8</b> <i>Rotor Aeration Blower</i> .....	24
<b>Gambar 2.9</b> <i>Bearing</i> .....	25
<b>Gambar 2.10</b> <i>V-belt</i> .....	25
<b>Gambar 2.11</b> <i>Timing Gear</i> .....	26
<b>Gambar 4.1</b> <i>Logo PT. Gurita Lintas Samudera</i> .....	38
<b>Gambar 4.2</b> <i>MV. Muhasyir</i> .....	41
<b>Gambar 4.3</b> <i>Tekanan udara aeration blower menurun</i> .....	44
<b>Gambar 4.4</b> <i>Kegiatan Meeting Di Engine Control Room</i> .....	45
<b>Gambar 4.5</b> <i>Tekanan udara bisa kembali normal</i> .....	46
<b>Gambar 4.6</b> <i>Filter Udara Setelah Dibersihkan</i> .....	48
<b>Gambar 4.7</b> <i>Proses Pelaksanaan Overhaul Aeration Blower</i> .....	49
<b>Gambar 4.8</b> <i>Pembersihan Komponen Aeration Blower</i> .....	49
<b>Gambar 4.9</b> <i>Rotor Aeration Blower Yang Sudah Aus</i> .....	50
<b>Gambar 4.10</b> <i>Pergantian Spare Part Bearing</i> .....	50
<b>Gambar 4.11</b> <i>Sewage Treatment Plant Saat Running Test</i> .....	51
<b>Gambar 4.12</b> <i>Tekanan Udara Dapat Kembali Normal Dilihat Dari Manhole</i> .....	51
<b>Gambar 4.13</b> <i>Wawancara dengan masinis 4</i> .....	52
<b>Gambar 4.14</b> <i>Diagram Fishbone Chart</i> .....	58



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> <i>Review</i> Penelitian Sebelumnya .....	9
<b>Tabel 2.2</b> Kerangka pikir .....	28
<b>Tabel 4.1</b> Tabel Spesifikasi <i>Aeration Blower</i> .....	42
<b>Tabel 4.2</b> Tabel Tekanan <i>Aeration Blower</i> .....	44
<b>Tabel 4.3</b> Tabel Kesimpulan Hasil Wawancara .....	56

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> <i>Ship Particular</i> Kapal MV Muhasyir .....	72
<b>Lampiran 2</b> <i>Crew List</i> Kapal MV Muhasyir.....	73
<b>Lampiran 3</b> Mutasi <i>Sign On</i> .....	74
<b>Lampiran 4</b> Mutasi <i>Sign Off</i> .....	75
<b>Lampiran 5</b> Validasi Isi Wawancara Ahli Validas .....	76
<b>Lampiran 6</b> Validasi Fungsi Wawancara Dengan Masinis 2 .....	78
<b>Lampiran 7</b> Validasi Fungsi Wawancara Dengan Masinis 4 .....	81
<b>Lampiran 8</b> <i>Overhaul Aeration Blower Sewage Treatment Plant</i> .....	83
<b>Lampiran 9</b> Laporan Kerusakan (Damage Report).....	84
<b>Lampiran 10</b> Laporan Perbaikan ( <i>Repair Report</i> ) .....	85
<b>Lampiran 11</b> <i>Instruction Manual Book Aeration Blower</i> .....	86
<b>Lampiran 12</b> <i>Plant Maintenance System</i> Menurut Manual Buku.....	87

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pelayaran adalah suatu kesatuan sistem yang terdiri atas angkutan di perairan, kepelabuhanan, keselamatan dan keamanan, serta perlindungan lingkungan maritim (Iiana, 2008). Aktivitas ini bukan hanya sekadar sarana transportasi, tetapi juga memiliki nilai sejarah dan budaya yang mendalam. Sejak zaman dahulu, pelayaran telah menjadi jalur utama dalam perdagangan antar daerah dan negara, memungkinkan pertukaran barang, ide, dan budaya. Pelayaran juga dijadikan sebagai sarana eksplorasi, migrasi, transportasi, militer, atau rekreasi sehingga memberikan pengaruh yang besar terhadap perekonomian suatu negara .

Indonesia adalah negara kepulauan (*Archipelagic State*) terbesar di dunia yang terdiri dari 17.499 pulau dan terletak pada posisi silang dunia, yaitu diantara dua samudera dan dua benua (Haryanto, 2015). Sebagai sebuah negara kepulauan transportasi perairan merupakan transportasi yang sangat dominan, sehingga diperlukan pengaturan dalam pelaksanaannya untuk menjamin kepastian hukum. Dalam konteks sejarah, pelayaran memiliki peran penting sebagai sarana untuk memperluas koneksi antar daerah, baik untuk pertukaran barang maupun budaya, misalnya, pada zaman dahulu, pelayaran digunakan untuk menjelajahi wilayah baru, menemukan jalur perdagangan, dan menjalin hubungan diplomatik antar bangsa, Jadi pelayaran merupakan pendorong utama interaksi antarwilayah di dunia, berkontribusi pada perkembangan ekonomi,

budaya, dan teknologi. Perkembangannya dari aktivitas tradisional hingga modern menunjukkan betapa pentingnya pelayaran dalam sejarah peradaban manusia.

Menurut Undang Undang No. 17 Tahun 2008 tentang Pelayaran Pasal 1, "Kapal" adalah kendaraan air yang memiliki bentuk dan jenis tertentu yang digerakkan oleh angin, tenaga mekanik, atau energi lain dan ditarik atau ditunda. Kapal ini termasuk kendaraan di bawah permukaan air, kendaraan berdaya dukung dinamis, dan bangunan terapung yang tidak berpindah-pindah.

(et al., 2017), baik untuk membawa penumpang, barang, maupun keperluan khusus seperti eksplorasi, militer, atau penelitian. Kapal biasanya berukuran lebih besar dibandingkan perahu dan dilengkapi dengan teknologi canggih untuk keperluan navigasi, keamanan, dan efisiensi operasional. Kapal curah adalah salah satu dari banyak jenis kapal berdasarkan barang yang diangkutnya.

Kapal curah atau yang dikenal sebagai kapal kargo curah (*bulk carrier*). *Bulk carrier* merupakan jenis kapal yang digunakan untuk mengangkut barang atau muatan curah. Kapal ini biasanya dimanfaatkan oleh perusahaan semen dan pupuk untuk mengangkut bahan baku maupun produk dari perusahaan tersebut (Pamungkas et al., 2014). Untuk memastikan bahwa pengoperasian kapal berjalan dengan baik, permesinan di kapal harus dipelihara dengan baik, baik mesin induk maupun permesinan bantu. Salah satu permesinan bantu yang sangat penting di atas kapal adalah *sewage treatment plant*.

Menurut Hafaiz (2022) Sewage Treatment Plant adalah alat bantu yang digunakan untuk membuang limbah di kapal dan mencegah polusi lingkungan

laut. Sistem ini mematuhi peraturan yang berlaku untuk melindungi lingkungan laut dan menjaga kualitas air. Proses kerja fasilitas pengolahan limbah adalah untuk mempertahankan dan meningkatkan kehidupan bakteri aerob pada limbah. Ini dilakukan dengan memberikan oksigen kepada bakteri aerob dengan konsentrasi sekitar (3,5-9,5 kg/cm<sup>2</sup>) agar bakteri aerob bisa menguraikan limbah-limbah tersebut, selain itu bahan kimia juga dapat digunakan untuk menguraikan limbah secara langsung namun berbahaya bagi lingkungan laut. (Hafaiz, 2022)

Konvensi Internasional IMO tentang Polusi Laut (MARPOL) diadopsi pada 8 Oktober hingga 2 November 1973. Protokol 1978, yang diselenggarakan oleh IMO 6-17 Februari 1978, mengubah konvensi ini dan dikenal sebagai Konvensi Internasional untuk Pencegahan Pencemaran dari Kapal. Protokol 1978 mengubah konvensi ini menjadi Konvensi Internasional untuk Pencegahan Pencemaran dari Kapal, dan mengubah bentuk singkatnya menjadi MARPOL 73/78/97, peraturan untuk berbagai sumber kapal. Sesuai dengan aturan 8 dan ANNEX IV dari MARPOL 73/78/97, kapal harus mengoperasikan fasilitas pengolahan sampah yang di (ISPP'73).

Menurut Alqowi (2019) limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik. Limbah mengandung zat-zat yang dapat merugikan manusia dan mempengaruhi kelestarian lingkungan. Perlu dipertimbangkan efek samping dari banyaknya kapal kargo, kapal penumpang dan lain-lain yang mengangkut ribuan orang setiap harinya, serta perlu dipertimbangkan seperti apa pembuangan limbah itu.

Limbah domestik yang tidak diolah mengandung bahan berbahaya seperti nitrogen, fosfor, bakteri patogen, dan senyawa kimia. Jika langsung dibuang ke laut, limbah ini dapat mengurangi kualitas air laut yang membuat air menjadi keruh, berbau, dan tercemar selain itu limbah yang tidak diolah dan langsung di buang ke laut dapat meracuni hingga membunuh biota yang ada di laut.

Bakteri aerob membutuhkan oksigen untuk hidup, seperti pertumbuhan, respirasi, dan reproduksi (Safitri, 2019) dalam Aliful (2024). Bakteri aerob biasanya hidup di lingkungan yang kaya akan oksigen seperti di permukaan tanah dan air. Bakteri aerob sangat penting dalam siklus biogeokimia karena mereka dapat membantu menguraikan senyawa organik yang kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dan mudah diuraikan. Bakteri aerob memiliki peran penting dalam pengolahan limbah di *Sewage Treatment Plant* (STP) karena kemampuannya untuk menguraikan bahan organik dengan menggunakan oksigen. Proses ini dikenal sebagai *biodegradasi* aerob, yang sangat efektif dalam mengurangi kandungan polutan dalam limbah cair, Proses ini terjadi melalui *respirasi aerobik*, di mana oksigen digunakan sebagai akseptor elektron akhir. Tidak hanya itu bakteri aerob juga dapat mencegah bau tidak sedap yang timbul karena pembusukan anaerob sehingga menghasilkan gas berbau seperti hydrogen sulfida ( $H_2S$ ).

Kehidupan bakteri aerob ini sangatlah bergantung pada kadar oksigen air limbah maka diperlukan pengisian udara setiap saat. namun *sewage treatment plant* sering mengalami gangguan pada sistem penambahan udara tersebut akibatnya pesawat tidak bekerja dengan baik. Selama perjalanan kapal dari Kalimantan ke Maluku, blower aerasi pada fasilitas pengolahan sampah



mengalami penurunan tekanan udara sampai 0,008 Mpa selama dua hari, sehingga mengeluarkan bau tidak sedap dari area di sekitar fasilitas pengolahan sampah. Penulis mengetahui hal ini saat dinas jaga melakukan patroli di area pesawat tersebut dan mencium bau tiruan, tentu saja hal ini sangat berdampak pada optimalnya kinerja *sewage treatment plant* yang membuat bakteri aerob tidak bisa menguraikan limbah dengan baik. Berdasarkan latar belakang diatas dan seputar permasalahannya maka penulis membuat skripsi yang berjudul : **“Analisis Tidak Optimalnya Kinerja *Aeration Blower* Pada *Sewage Treatment Plant* Type SBT-40 Di MV. MUHASYIR”.**

## **B. RUMUSAN MASALAH**

Perawatan yang kurang teratur dan pengawasan yang kurang optimal pada *aeration blower* akan berakibat pada optimalnya kinerja *sewage treatment plant* sehingga limbah yang di buang ke lingkungan laut masih belum steril, oleh karena itu penambahan udara pada *sewage treatment plant* sangatlah penting dan harus tetap dijaga agar bakteri aerob dapat menguraikan limbah dengan baik. Adapun beberapa permasalahan – permasalahan yang akan di bahas dalam Karya Ilmiah Terapan ini di antaranya adalah:

1. Apa faktor penyebab tidak optimalnya kinerja *aeration blower* pada *sewage treatment plant* ?
2. Apa dampak dari tidak optimalnya *aeration blower* terhadap kinerja *sewage treatment plant* dan perlindungan lingkungan maritim?
3. Bagaimana upaya untuk mengatasi masalah tidak optimalnya kinerja *aeration blower* pada *sewage treatment plant* ?

### C. BATASAN MASALAH

Mengingat masalah ini terlalu luas mencakup system pengolahan limbah dan hukum *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships* (MARPOL) maka guna memfokuskan pemaparan pada masalah ini, saya membatasi pembahasan hanya terfokus pada komponen *aeration blower* yang ada di *sewage treatment plant type TAIKO KIKAI (SBT-40)*. Hal ini dimaksudkan agar pembahasan masalah yang akan dibahas menjadi lebih terarah serta lebih jelas.

### D. TUJUAN PENELITIAN

Adapun penyusunan ini digunakan untuk memberikan pemikiran dalam pemecahan masalah yang terjadi pada *sewage treatment plant type TAIKO KIKAI (SBT-40)* saat kinerja *aeration blower* tidak optimal. Tujuan yang ingin dicapai dalam pengamatan ini adalah:

1. Untuk mengetahui apa faktor penyebab tidak optimalnya kinerja *aeration blower* pada *sewage treatment plant*.
2. Untuk mengetahui apa dampak dari tidak optimalnya *aeration blower* terhadap kinerja *sewage treatment plant* dan perlindungan lingkungan maritim.
3. Untuk mengetahui bagaimana upaya untuk mengatasi masalah tidak optimalnya kinerja *aeration blower* pada *sewage treatment plant*

## E. MANFAAT PENELITIAN

Penulis berharap dalam penulisan karya ilmiah terapan ini bisa memberikan berbagai manfaat bagi para pelaut, pembaca, dan khususnya bagi penulis sendiri, manfaat penulisan karya ilmiah terapan ini dibedakan menjadi 2 aspek yang bisa dilihat sebagai berikut :

### 1. Aspek teoritis

Bisa menjadi masukan dan referensi untuk penelitian karena penelitian tambahan tentang masalah aerator tidak berjalan sesuai rencana dan mengurangi kinerja *sewage treatment plant*.

### 2. Aspek praktis

Penyusunan ini dimaksudkan agar dapat membantu pembaca dalam mengatasi dan menyelesaikan permasalahan yang terjadi pada *sewage treatment plant*.

#### a. Bagi Penulis

Pada penelitian ini, penulis mendapatkan informasi mengenai teori-teori yang telah di pelajari pada saat melaksanakan praktek laut dan untuk memperluas pemahaman serta pengalaman terhadap permasalahan yang diteliti.

#### b. Bagi Pembaca

Sebagai tambahan pengetahuan umum bagi pembaca, dan dapat membantu mengembangkan pandangan terhadap masalah yang terjadi pada *sewage treatment plant*.

#### c. Bagi Instansi

Sebagai sumber pengetahuan maupun referensi bagi semua pihak

yang membutuhkan khususnya dalam permasalahan yang terjadi pada *aeration blower sewage treatment plant*.

d. Bagi Kru Kapal

Meningkatkan kesadaran kru kapal untuk memberi perhatian lebih besar pada fasilitas pengolahan limbah, karena penurunan kinerja alat bantu ini dapat berdampak pada kualitas pengolahan limbah dan dapat mencemari lingkungan serta biota laut.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Review Penelitian Sebelumnya

**Tabel 2.1** Review Penelitian Sebelumnya

No	Judul	Perbedaan	Hasil Penelitian
1.	Pengaruh Tidak Optimalnya Kinerja <i>Sewage Treatment Plant</i> Terhadap Kelestarian Lingkungan Laut Di MT. Gas Eva (Wibowo, 2019)	Perbedaan penelitian yang saya tulis dengan penelitian Lukman Tri Wibowo yaitu pada penelitian Lukman Tri Wibowo membahas mengenai apa saja yang mempengaruhi kinerja <i>sewage treatment plant</i> tidak optimal secara garis besar dan dampak yang di hasilkan terhadap lingkungan laut. Sedangkan penelitian yang saya lakukan terfokus pada apa saja yang mempengaruhi tidak optimalnya kinerja <i>aeration blower</i> dan apa dampak yang di akibatkan jika <i>supply</i> udara pada <i>sewage treatment plant</i> berkurang yang terjadi selama saya melaksanakan praktik laut.	Untuk mengatasi masalah pencemaran di laut, fasilitas pengolahan sampah harus bekerja paling efisien mungkin. Oleh karena itu, perawatan harus dilakukan secara rutin dan berkala sesuai dengan sistem perawatan tanaman (PMS) yang tercantum dalam buku manual. Karena pencemaran air laut dapat menyebabkan banyak penyakit, dan akan sulit untuk mengembalikan lingkungan semula.
2.	Optimalisasi <i>Plan Maintenance System Aeration Blower</i> Guna Meningkatkan Kinerja <i>Sewage Treatment Plant</i> Di Kapal MV. CNC LION (Jireh, 2024)	Perbedaan penelitian yang saya tulis dengan Cresna Hendranata Jireh yaitu penelitian Cresna Hendranata Jireh membahas mengenai cara mengoptimalkan perawatan pada <i>aeration blower</i> agar dapat meningkatkan kinerja <i>sewage treatment plant</i> sedangkan penelitian yang saya lakukan lebih membahas mengenai penyebab tidak optimalnya kinerja <i>aeration blower</i> dan dampak apa yang ditimbulkan dari tidak optimalnya kinerja <i>aeration blower</i> terhadap <i>sewage treatment plant</i> itu sendiri.	Untuk mencegah penurunan tekanan udara buang pada penggerak aerasi, Masinis harus lebih memperhatikan perawatan dan perbaikan komponen penggerak aerasi secara teratur sesuai dengan buku petunjuk. Perawatan dan perbaikan ini termasuk: <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Penggantian <i>filter viledon</i></li> <li>b. Pembersihan saluran <i>aeration blower</i> di dalam tangki</li> <li>c. Pemeriksaan tekanan udara buang secara berkala</li> <li>d. Pengecekan visual dan pendengaran.</li> </ul>
3.	Analisis Kinerja <i>Sewage Treatment Plant</i>	Perbedaan penelitian yang saya tulis dengan Labib Setyo Hugi yaitu pada penelitian	Tidak optimalnya kinerja dari pompa pembuangan dapat

No	Judul	Perbedaan	Hasil Penelitian
	Dalam Upaya Menjaga Kelestarian Lingkungan Laut Di Kapal KM. Niki Barokah (Hafaiz, 2022)	Labib Setyo Hugi lebih menilai kinerja umum dari <i>sewage treatment plant</i> dan ketidak optimalnya yang disebabkan oleh pompa pembuangan di kapal KM. Niki Barokah, sedangkan penelitian yang saya lakukan mengenai penyebab tidak optimalnya komponen spesifik, yaitu <i>aeration blower</i> pada <i>sewage treatment plant</i> jenis SBT-40 dan dampaknya terhadap pengolahan limbah di MV. Muhasyir.	mengakibatkan kegagalan beberapa bagian pompa, yang berdampak pada pembuangan limbah ke laut. Salah satu cara untuk mencegah pencemaran laut yang berasal dari mesin bantu Sewage Treatment Plant adalah dengan merawat Sewage Treatment Plant secara teratur sesuai dengan prosedur yang tercantum dalam buku manual.
4.	Optimalisasi Penggunaan <i>Sewage Treatment Plant</i> Guna Mengurangi Pencemaran Laut Di MT. Zantoro (Y. Saputra, 2023)	Perbedaan penelitian yang saya tulis dengan Yudi Saputra yaitu penelitian Yudi Saputra membahas mengenai kerusakan pada <i>chlorine chamber</i> pada <i>sewage treatment plant</i> yang menyebabkan kinerja pengolahan limbah menjadi tidak optimal, sedangkan penelitian yang saya lakukan membahas mengenai tidak optimalnya kinerja <i>aeration blower</i> komponen penting pada <i>sewage treatment plant</i> yang menyediakan oksigen untuk mendukung proses biologis pengolahan limbah dan dampak yang dihasilkan dari ketidak optimalnya <i>aeration blower</i> terhadap kinerja <i>sewage treatment plant</i> .	Kegagalan sistem perawatan rencana (PMS) dan kerusakan pada chamber chlorine adalah beberapa penyebab kinerja <i>sewage treatment plant</i> yang buruk. Akibatnya, air <i>sewage</i> dicampur dengan chlorine dari chamber dan air yang dihasilkan tidak sesuai standar, yang masih dapat mencemari lingkungan laut.
5.	Analisis Kurang Optimalnya Kinerja <i>Sewage Treatment Plant</i> Terhadap Kelestarian Lingkungan Laut di MV. Pan Energen (Nafik, 2024)	Perbedaan penelitian yang saya tulis dengan penelitian Aliful Uzma Nafik yaitu pada penelitian Aliful Uzma Nafik membahas mengenai tidak optimalnya kinerja <i>sewage treatment plant</i> karena kerusakan yang terjadi pada <i>discharge pump</i> , kurangnya <i>supply</i> udara dan <i>mechanical seal</i> , sedangkan penelitian saya membahas mengenai penyebab tidak optimalnya komponen spesifik, yaitu	Ada tiga alasan utama mengapa fasilitas pengolahan sampah berkinerja kurang optimal. Pertama, <i>discharge pump</i> yang rusak, <i>aeration blower</i> yang tidak efisien, dan level sensor yang kotor di sterilization tank. Jika fasilitas pengolahan limbah tidak berfungsi dengan baik, kontaminan limbah menimbulkan bau yang buruk, menyebabkan kekeruhan karena partikel besar, mengubah warna air laut, dan menyebabkan



No	Judul	Perbedaan	Hasil Penelitian
		<i>aeration blower</i> pada <i>sewage treatment plant</i> dan dampak yang dihasilkan dari kurangnya suplai udara akibat kinerja <i>aeration blower</i> tidak optimal.	penyakit. Ini mengganggu kelestarian lingkungan laut.

## B. Landasan Teori

Penjelasan mengenai teori, konsep, dan efektivitas kinerja *aeration blower* terkait dapat dilihat dari subbab ini. Hal ini bertujuan untuk mempermudah pemahaman dan pembahasan skripsi ini. Untuk mendukung pembahasan topik-topik besar yang dikutip dari literatur, diperlukan penjelasan teori dan bekal pengetahuan tentangnya. Berikut teori dan istilahnya:

### 1. Pengertian Analisis

Menurut Sugiyono (2015) dalam Muliya (2020) Analisis adalah proses mencari pola, atau cara berpikir dengan menguji sesuatu secara menyeluruh untuk mengetahui bagian-bagiannya, hubungannya satu sama lain, dan bagaimana semuanya berhubungan dengan keseluruhan. Analisis juga dapat diartikan sebagai kemampuan untuk mengamati secara menyeluruh sesuatu dengan cara menguraikan komponen-komponen yang membentuknya atau menyusun komponen tersebut untuk dikaji lebih lanjut. Ada juga yang menganggap analisis sebagai kemampuan untuk memecahkan atau menguraikan informasi atau materi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil sehingga lebih mudah untuk dipahami dan dijelaskan. Dapat disimpulkan bahwa analisis memiliki sedikitnya tiga fungsi dan tujuan utama. Namun secara spesifik, hal ini akan tergantung

bagaimana proses penggunaan metode analisis. Secara umum, berikut fungsi dan tujuannya (Muliyah, 2020).

## 2. Pengertian Optimal

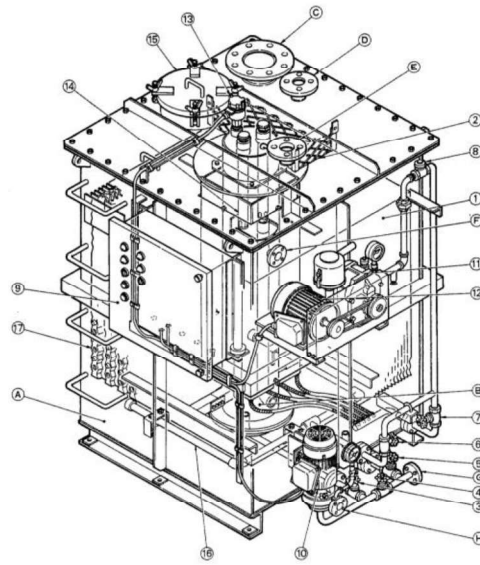
Menurut (Adolph, 2016) adalah hasil yang dicapai sesuai dengan keinginan, jadi optimalisasi merupakan pencapaian hasil sesuai harapan secara efektif dan efisien. Optimalisasi banyak juga diartikan sebagai ukuran dimana semua kebutuhan dapat dipenuhi dari kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan. Konsep ini menekankan pada pencapaian efektivitas dan efisiensi tertinggi, baik dalam kinerja, hasil, maupun pemanfaatan waktu, tenaga, dan biaya. Optimal bukan hanya berarti terbaik, tetapi juga yang paling tepat dan seimbang sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai.

## 3. Pengertian Tidak Optimal

Menurut Hadijah (2016) tidak optimal berarti suatu kondisi di mana sesuatu belum mencapai hasil, kualitas, dan tingkat yang terbaik atau paling maksimal. Dalam konteks tertentu, istilah ini menunjukkan adanya ruang untuk perbaikan atau peningkatan karena hasil yang dicapai tidak sesuai dengan potensi penuh atau harapan.

Secara umum, tidak optimal mencerminkan adanya celah untuk perbaikan agar hasilnya lebih mendekati yang ideal atau terbaik. Dalam penelitian ini merujuk pada kondisi di mana *aeration blower* yang digunakan untuk proses aerasi tidak berfungsi secara maksimal, sehingga proses pengolahan limbah tidak berjalan dengan efisien.

#### 4. *Sewage Treatment Plant*



Gambar 2. 1 Sewage Treatment Plant

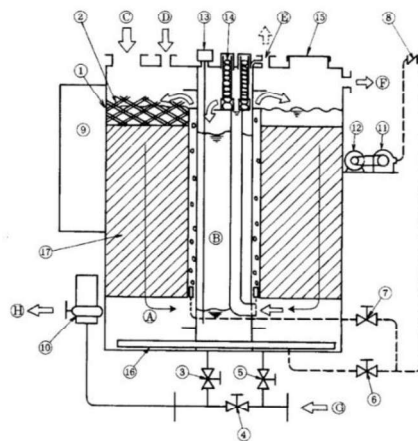
Sumber: *TAIKO KIKAI INDUSTRIES CO.* (2017)

Menurut Wassell (2005) dalam Saputra (2022) *Sewage Treatment Plant* merupakan alat yang berfungsi untuk mengolah atau memproses limbah hasil buangan manusia sehingga tidak mencemari lingkungan dengan kekeruhan dan penyakit setelah dibuang ke laut. *Sewage treatment plant* di kapal merupakan sistem yang dirancang khusus untuk mengolah air limbah yang dihasilkan dari aktivitas sehari-hari di atas kapal. Sistem ini bertujuan untuk meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan yang disebabkan oleh kegiatan tersebut pada lingkungan laut dan untuk mematuhi peraturan sesuai dengan *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships* (MARPOL). Selain itu, keberadaan pesawat di atas kapal akan mengurangi penyebaran bakteri dan virus dari berbagai penyakit yang disebabkan oleh urine, air kotor, dan sampah. Oleh karena itu, limbah

tidak boleh dibuang begitu saja ke laut karena dapat mencemari dermaga pelabuhan dan biota laut.

Air kotor dari pengolah limbah mengandung bakteri tidak aktif. Selama proses aerasi, oksigen mengaktifkan bakteri. Dengan keberadaan oksigen di dalam air, bakteri berkembang biak untuk menguraikan dan menyerap kotoran organik. Lumpur aktif yang terbentuk akan menarik partikel halus terlarut, serupa dengan magnet yang menarik partikel-partikel kecil agar tidak langsung mengendap. Namun, karena sifatnya yang menyerupai magnet, lumpur yang telah mengendap ini juga akan membawa partikel kotoran halus turun ke dasar tangki pengendapan.

##### 5. Prinsip Kerja *Sewage Treatment Plant*



Gambar 2. 2 Sewage Treatment Plant type TAIKO KIKAI SBT-40

Sumber: *Intruccion Manual Book*

Kotoran atau tinja yang berasal dari toilet terlebih dahulu ditampung di dalam sebuah tangki yang disebut *Collecting Tank*. Ketika *Collecting Tank* ini mencapai kapasitas penuh, tinja akan secara otomatis dipindahkan ke *sewage treatment plant*. Sebelumnya, posisi pengaturan level tinggi (*high*

*level*) dan level rendah (*low level*) pada *Collecting Tank* harus diatur dalam posisi otomatis (*auto*). Tinja yang berasal dari *Collecting Tank* kemudian akan dialirkan menuju *sewage treatment plant* untuk proses pengolahan terlebih dahulu akan disaring oleh *Screen Filter* agar kotoran atau tinja yang bersifat kasar dapat diuraikan barulah tinja tersebut kemudian masuk ke tangki pertama, yaitu tangki aerasi. Di dalam tangki ini, tinja diberi suplai udara bertekanan yang dihasilkan oleh *Aeration Blower*. Tujuan dari pemberian udara ini adalah untuk meningkatkan kadar oksigen di dalam air sehingga bakteri aerob dapat menguraikan bahan organik yang ada dengan bantuan oksigen, sekaligus mencegah terjadinya pengendapan. Suplai udara harus diberikan secara terus-menerus agar bakteri aerob tetap hidup dan proses penguraian limbah dapat berjalan optimal. Jika suplai udara terhenti dan bakteri aerob mati, kotoran tidak akan terolah dengan baik sehingga menimbulkan bau yang tidak sedap. Selanjutnya tinja akan mengalir ke tangki yang kedua atau bisa disebut *bio-filter tank*, pada proses *bio-filter tank* ini air hasil penyaringan bakteri aerob akan dimasukkan ke *sterilization compartment*, bagian dimana *mikroorganisme patogen* yang terdapat di dalam air limbah dinetralsir menggunakan tablet khusus yang disebut *Chlorine tablet*. Setelah melewati ruang sterilisasi (*sterilization compartment*), limbah tersebut kemudian dialirkan ke tangki keempat yang dikenal sebagai *settling tank*. Secara otomatis, limbah yang telah dinetralsir di *settling tank* akan dibuang ke laut melalui *sewage discharge pump*, dengan posisi pengontrolan yang telah diset ke mode otomatis (*auto*).

Mengingat pentingnya fungsi *Sewage Treatment Plant* di kapal, maka diperlukan perawatan rutin pada setiap bagiannya, antara lain: saluran pembuangan dari toilet, *collecting tank*, *aeration blower*, *sewage pump*, dan *chlorine tablet tank*. Perawatan ini bertujuan untuk memastikan sistem berfungsi dengan baik dan efisien dalam mengolah limbah sebelum dibuang ke laut, kebersihan tangki-tangki dari kotoran yang mengapung maupun yang mengendap dan lainnya yang mungkin dapat mengakibatkan tidak optimalnya kerja dari pesawat tersebut.

#### 6. Aturan Tentang *Sewage Treatment Plant*

Beberapa poin utama dari MARPOL Annex IV, *International Convention for the Prevention of Ship Pollution*, mengatur peraturan *sewage treatment plant* (STP) di kapal.

##### a. MARPOL Annex IV :

Annex IV adalah salah satu bagian dari perjanjian internasional yang disusun oleh *International Maritime Organization* (IMO) dengan tujuan utama mencegah pencemaran laut akibat pembuangan air limbah dari kapal. Annex IV memuat ketentuan yang mengatur pengelolaan air limbah yang berasal dari toilet serta penggunaan peralatan pengolahan limbah di kapal agar pembuangan limbah ke laut tidak membahayakan lingkungan.

##### b. Standar Teknis :

Standar teknis yang wajib dipenuhi oleh fasilitas pengolahan limbah di kapal tercantum dalam Annex IV. Persyaratan tersebut



meliputi aspek desain, kapasitas, serta kemampuan pengolahan limbah yang efektif agar sesuai dengan ketentuan perlindungan lingkungan laut.

c. *International Sewage Pollution Prevention Certificate (ISPPC)* :

*Sewage Treatment Plant* (STP) di kapal wajib memiliki sertifikat *International Sewage Pollution Prevention Certificate (ISPPC)* yang diterbitkan oleh otoritas negara bendera kapal. Sertifikat ini membuktikan bahwa STP telah memenuhi standar internasional dan bahwa kapal tersebut mematuhi ketentuan yang tercantum dalam MARPOL Annex IV.

d. Standar Kualitas Air Limbah :

Annex IV menetapkan standar untuk kualitas air limbah yang diperbolehkan dibuang ke laut setelah melalui proses pengolahan di *Sewage Treatment Plant* (STP). Standar ini membatasi kandungan zat biologis, bahan kimia, serta minyak dalam air limbah agar pembuangannya tidak mencemari lingkungan laut.

e. Lokasi Pembuangan Air Limbah :

Annex IV menetapkan lokasi di mana air limbah yang dihasilkan oleh STP dibuang. Kapal disarankan untuk tidak membuang air limbah di area tertentu, terutama di daerah yang memiliki nilai ekologis yang tinggi.

f. Pemantauan dan Pemeliharaan :

Pemilik dan operator kapal bertanggung jawab untuk memastikan bahwa fasilitas pengolahan sampah (STP) beroperasi sesuai standar. Ini

termasuk melakukan pemeliharaan rutin, memantau kualitas air limbah, dan mematuhi pedoman teknis yang ditetapkan oleh IMO.

g. Pelaporan dan Pemeriksaan :

Kapal dapat diperiksa oleh negara bendera kapal dan diminta untuk melaporkan pengoperasian sewage treatment plant (STP) secara teratur. Tujuannya adalah untuk menjamin kepatuhan terhadap peraturan MARPOL Annex IV.

Untuk memastikan bahwa kapal memenuhi persyaratan yang berlaku, penting untuk selalu merujuk pada peraturan spesifik negara bendera kapal. Selain itu, kapten dan kru kapal bertanggung jawab untuk memastikan bahwa fasilitas pengolahan sampah beroperasi dengan benar dan sesuai dengan aturan yang diizinkan oleh IMO dalam Annex IV MARPOL 73/78, yaitu:

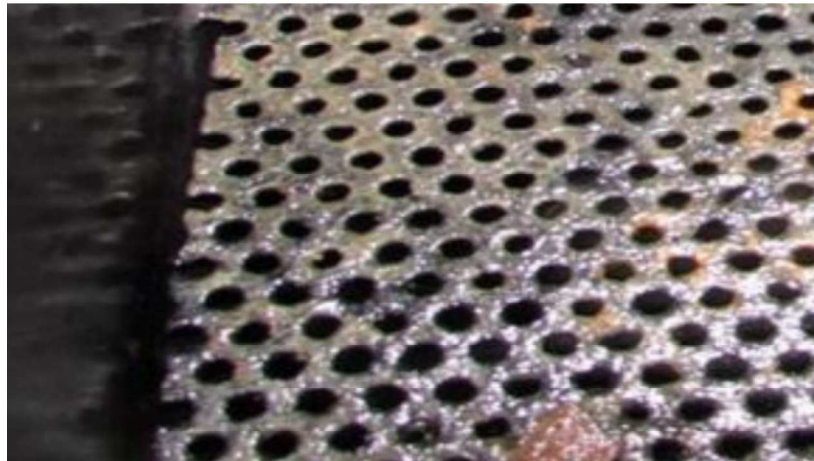
- a. Kapal yang telah dihancurkan dan bebas bakteri membuang kotoran dengan menggunakan suatu "sistem pengolahan sampah" yang diakui oleh pemerintah, pada jarak lebih dari 4 mil dari daratan terdekat.
- b. Kotoran yang belum bebas bakteri atau hama dibuang pada jarak 12 mil atau lebih jika telah disimpan di tanki penampung dan tidak dibuang sekaligus ketika kapal berlayar dengan kecepatan minimal 4 knot.
- c. Pembuangan kotoran ini tidak menghasilkan zat padat yang mengapung yang berbau dan mengubah warna air.
- d. Dibuang ke fasilitas pengumpulan selama berada di pelabuhan. Fasilitas penampungan di darat menampung sisa-sisa minyak, cairan beracun, dan sampah kapal.

- e. Kapal yang berada di bawah yurisdiksi suatu negara harus melakukan pembuangan sampah sesuai dengan peraturan negara yang bersangkutan.(Pencemaran et al., n.d.).

## 7. Komponen Sewage Treatment Plant

Menurut (Jireh, 2024) komponen *sewage treatment plant* berfungsi sebagai alat pendukung *sewage treatment plant* sendiri, yang memiliki berbagai fungsi dan kegunaan. Tujuannya adalah untuk mengurangi pencemaran di laut, dan kerusakan salah satu komponen akan mengurangi kinerja dari *sewage treatment plant* itu sendiri Oleh karena itu, penting untuk mengenal komponen-komponen utama dari STP agar perbaikan dapat dilakukan dengan tepat. Berikut adalah beberapa komponen penting dari *sewage treatment plant* :

### a. *Screen Filter*



Gambar 2. 3 Screen Filter Sewage Treatment Plant Sumber: Baskara Fajar, 2018

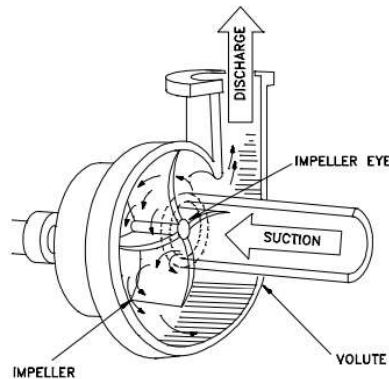
*Screen filter* dipasang pada tangki pertama, tepat di dekat saluran masuk pembuangan menuju STP. Filter ini berfungsi untuk menyaring dan menghilangkan material kasar non-limbah seperti kertas toilet,

plastik, serta padatan lainnya yang berpotensi menyumbat sistem selama proses pengolahan limbah cair.

b. *Bio-Filter*

*Biofilter* juga merupakan bagian dari ruang aerasi yang berfungsi untuk mengolah limbah yang telah melewati *screen filter*. Di dalam reaktor *biofilter*, gelembung udara halus yang dihasilkan oleh blower membantu mendistribusikan zat-zat yang terkontaminasi, sehingga bakteri aerob dapat menguraikan bahan organik secara efektif. Proses ini meningkatkan efisiensi pengolahan limbah sebelum memasuki tahap berikutnya.

c. *Discharge Pump*



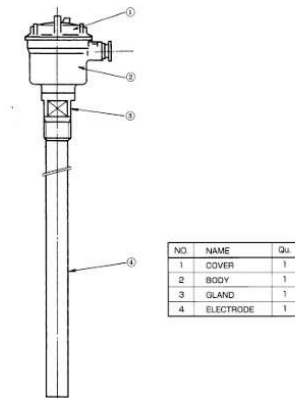
Gambar 2. 1 *Discharge Pump Sewage Treatment Plant*

Sumber: *Studio Harmony*, 2018

Pompa dipasang dalam dupleks dan pada kompartemen terakhir dari STP. *Discharge pump* ini adalah pompa sentrifugal dari jenis *non-clog* yang digabungkan ke motor masing-masing. Dijalankan dengan mode otomatis yang dikendalikan oleh *level probe* yang dipasang di tangki sterilisasi. *Discharge pump* biasanya dijalankan dan masuk pada

mode manual ketika mengeluarkan lumpur dari kompartemen setelah pembersihan bagian dalam tangki.

d. *Level probe*

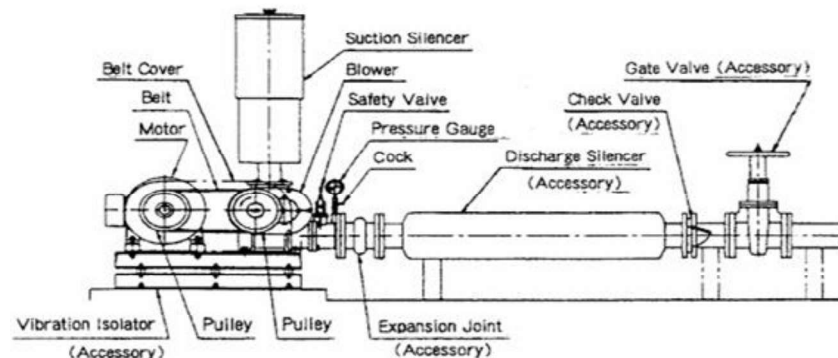


Gambar 2. 2 Level Probe

Sumber: Alice Ave, 2022

*Level probe* pada *sewage treatment plant* adalah perangkat sensor yang digunakan untuk memantau dan mengukur tingkat atau ketinggian cairan (air, limbah, atau lumpur) dalam tangki atau wadah pengolahan. Perangkat ini berfungsi untuk memberikan informasi yang akurat mengenai level cairan, data dari *level probe* digunakan untuk mengontrol pompa, katup, atau alarm untuk menjaga operasi yang efisien dan aman dalam sistem *sewage treatment plant*.

8. *Aeration Blower*



Gambar 2. 3 Aeration Blower Sewage Treatment Plant

Sumber: Bumiwirasta, 2023

*Aeration blower* pada *sewage treatment plant* adalah perangkat mekanis yang dirancang untuk menyediakan aliran udara ke dalam air limbah di dalam sistem pengolahan biologis. Udara yang ditiupkan oleh blower meningkatkan kadar oksigen terlarut *dissolved oxygen* (DO) yang diperlukan untuk mendukung proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme aerobik. Umumnya jenis blower yang dipasang pada proses *aerasi* menggunakan *Root Blower* karena suplai udaranya yang stabil, efisiensi energi, dan kemampuannya bisa beroperasi dalam waktu yang lama, dengan demikian root blower sangat efektif untuk kebutuhan aliran udara dalam jumlah besar dengan tekanan rendah hingga sedang.

*Aeration blower* bekerja dengan prinsip perpindahan positif (*positive displacement*) menggunakan dua rotor berbentuk simetris (biasanya berbentuk seperti angka 8) yang berputar secara bersamaan di dalam *casing*. Rotor ini tidak saling bersentuhan maupun menyentuh dinding casing, tetapi memiliki toleransi celah yang sangat kecil untuk mencegah kebocoran udara. *Aeration blower* biasanya beroperasi tanpa cairan pendingin karena menghasilkan panas yang relatif rendah dibandingkan kompresor lain.

#### 9. Peran *Aeration Blower* Terhadap Kinerja *Sewage Treatment Plant*

Menurut (Jireh, 2024) *aeration blower* adalah salah satu bagian penting dari fasilitas pengolahan limbah, dan melakukan banyak peran penting dalam proses pengolahan limbah. Berikut merupakan fungsi-fungsi utama dari *aeration blower* pada *sewage treatment plant* :

a. Proses *aerasi*

Seperti yang disebutkan sebelumnya, blower aerasi memasukkan udara ke dalam tanki pengolahan air limbah. Ini membantu menjaga kondisi aerobik di dalam tanki, yang memungkinkan mikroorganisme aerob untuk menguraikan zat organik dalam air limbah.

b. Peningkatan proses penguraian

Dengan menyediakan oksigen melalui aerasi blower, mikroorganisme lebih efisien dalam menguraikan bahan organik. Sebelum air dibuang kembali ke laut atau sumber air lainnya, ini adalah langkah penting dalam pengolahan air limbah.

c. Pencegahan bau tak sedap

Dengan mempertahankan kondisi aerobik, blower membantu mengontrol bau yang dapat muncul selama proses pengolahan karena aerasi mencegah pertumbuhan bakteri *anaerobik* yang menyebabkan bau tidak sedap dalam air limbah.

d. Pemeliharaan kualitas air

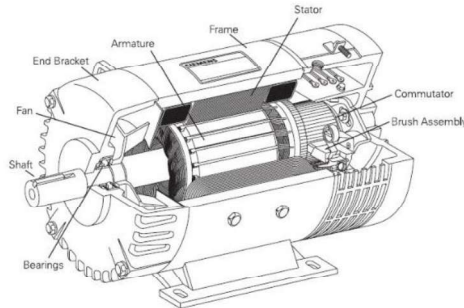
Proses aerasi berperan penting dalam menjaga kualitas air agar tetap sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh peraturan lingkungan. Hal ini sangat krusial, terutama bagi kapal yang beroperasi di perairan yang mewajibkan pengolahan air limbah sesuai ketentuan yang berlaku.

*Aeration blower* memegang peran vital dalam mendukung kinerja dan efisiensi operasional sistem pengolahan limbah. Oleh karena itu, pengoperasian dan perawatan yang tepat mutlak diperlukan untuk

memastikan blower berfungsi dengan optimal, sehingga proses pengolahan limbah dapat berjalan dengan lancar dan efektif.

#### 10. Bagian-Bagian *Aeration Blower*

##### a. *Electro Motor*



Gambar 2. 4 *ElectroMotor*

Sumber : Mitsubishi Electric, 2022

adalah perangkat yang digunakan sebagai sumber tenaga utama untuk menggerakkan *blower*. Motor ini mengubah energi listrik menjadi energi mekanis untuk memutar *rotor* pada *root blower* melalui mekanisme transmisi, seperti kopling langsung atau sabuk (*belt*).

##### b. *Rotor*



Gambar 2. 5 *Rotor Aeration Blower*

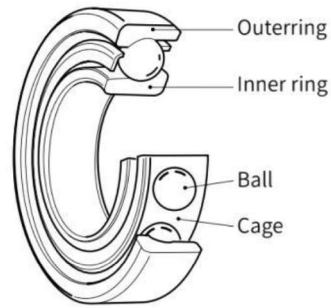
Sumber : A. Nafik, 2024

*Rotor* adalah komponen utama yang berfungsi untuk memindahkan udara atau gas dari *inlet* ke *outlet*. *Rotor* bekerja dengan prinsip *positive displacement*, di mana udara atau gas ditangkap dalam



ruang-ruang di antara *rotor* dan *casing*, kemudian dipindahkan tanpa kompresi internal.

c. *Bearing*



Gambar 2. 6 Bearing

Sumber : W. Grainger, 2016

*Bearing* pada *root blower* adalah komponen mekanis yang mendukung *rotor* dan memungkinkan putarannya dengan gesekan minimum. *Bearing* sangat penting karena membantu menjaga keseimbangan *rotor* dan mengurangi getaran.

d. *V-belt*

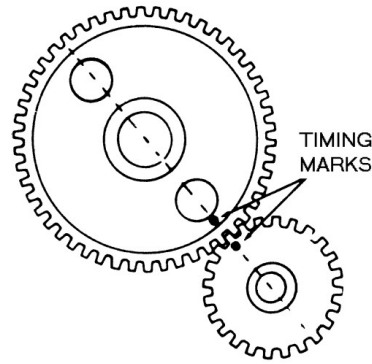


Gambar 2. 7 *V-belt*

Sumber : Hyundai, 2024

*V-belt* pada *root blower* adalah komponen yang digunakan dalam sistem transmisi daya untuk mentransfer tenaga dari motor penggerak (*electro motor*) ke *rotor blower*.

e. *Timing Gear*



Gambar 2. 8 *Timing Gear*

Sumber : Edwards, 2021

*Timing gear* pada *root blower* adalah komponen mekanis yang berfungsi untuk mengatur sinkronisasi perputaran *rotor*. Sistem *timing gear* memastikan kedua *rotor* berputar secara bersamaan tanpa saling bersentuhan, meskipun mereka sangat dekat satu sama lain. Sinkronisasi ini penting untuk menjaga efisiensi aliran udara dan mencegah kerusakan pada *rotor*.

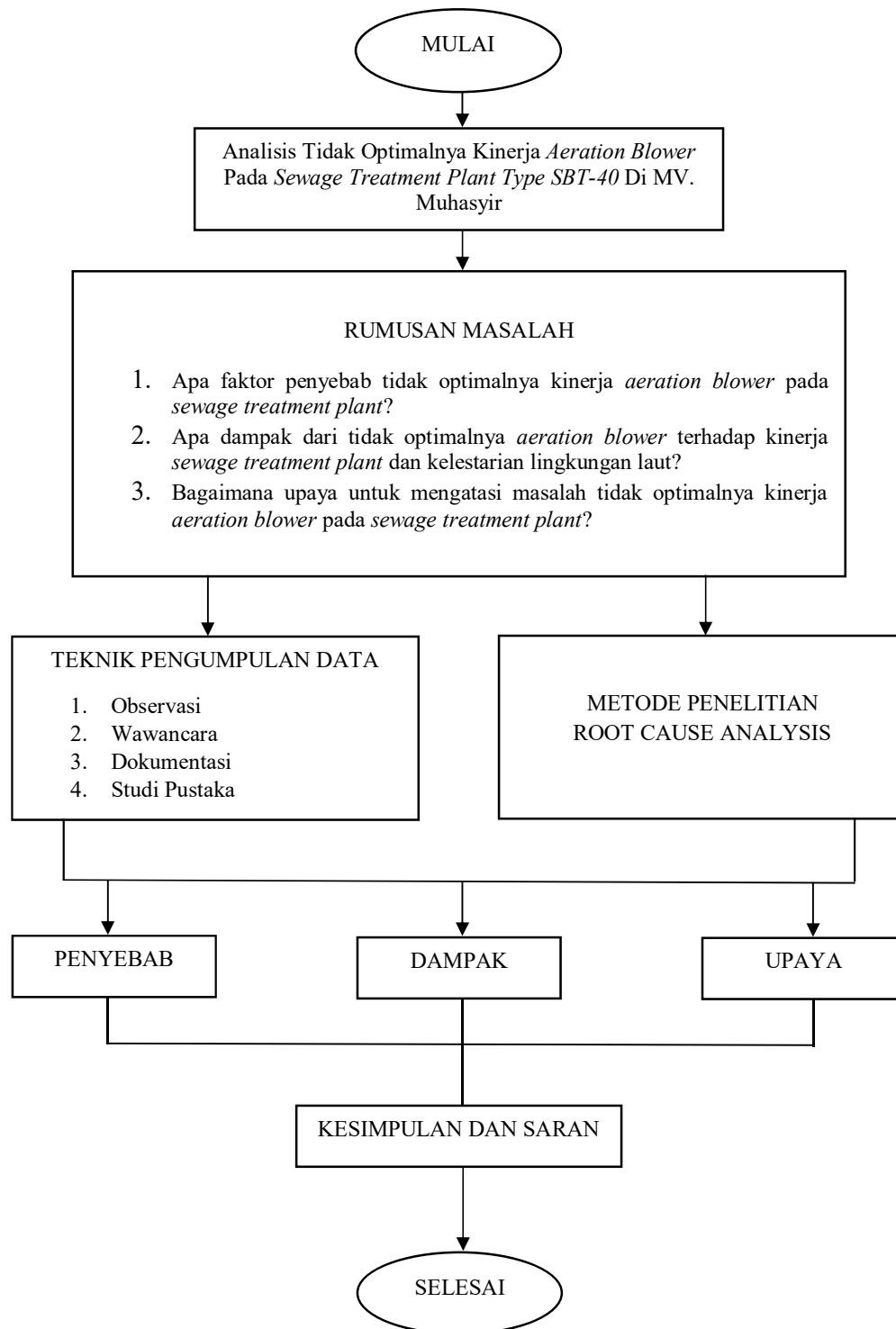
### C. Kerangka Penelitian

Menurut (Jannatul Aulia & Bashori, 2024) Kerangka berpikir merupakan bagian penting dari kerangka teoritis yang berfungsi sebagai dasar konseptual dalam sebuah penelitian. Dalam konteks penelitian, kerangka berpikir menjadi acuan utama untuk merumuskan dan memahami permasalahan yang akan dikaji, sehingga memberikan arah yang jelas bagi peneliti dalam melaksanakan setiap tahapan penelitian. Kerangka berpikir tidak hanya membantu memperjelas fokus penelitian, tetapi juga mempermudah penyusunan strategi pemecahan masalah serta penentuan variabel yang akan diteliti. Dengan adanya kerangka berpikir yang sistematis, penelitian dapat berjalan sesuai dengan

tujuan yang telah ditetapkan dan menghasilkan temuan yang relevan dan bermanfaat.

Penyusunan kerangka berpikir juga memegang peranan penting dalam proses penulisan Karya Ilmiah Terapan (KIT), khususnya dalam penelitian yang membahas Analisis Tidak Optimalnya Kinerja *Aeration Blower* Pada *Sewage Treatment Plant* di MV. Muhasyir. Melalui kerangka berpikir yang jelas, peneliti dapat menguraikan hubungan antar konsep, teori, serta data yang diperoleh di lapangan untuk menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja *aeration blower*. Hal ini akan mempermudah proses analisis dan pembahasan, sehingga laporan yang disusun tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga mampu memberikan solusi atau rekomendasi yang aplikatif. Dengan demikian, kerangka berpikir menjadi landasan penting dalam mengarahkan penelitian agar selaras dengan tujuan dan menghasilkan output yang dapat digunakan untuk perbaikan sistem di kapal.

Tabel. 2.2 Kerangka Pikir Penelitian



### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

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

Menurut Aslam (2023) penelitian adalah proses sistematis yang dilakukan oleh para peneliti dengan tujuan mengumpulkan data, menganalisis informasi, dan menghasilkan pengetahuan baru. Biasanya, penelitian dilakukan dengan metode ilmiah yang terstruktur dan sistematis. Penelitian mempunyai beberapa metode yaitu metode kualitatif, metode kuantitatif, metode survei, metode deskriptif, dan metode *ekspos facto*. Dari macam-macam jenis metode penelitian di atas, ada dua yang sering digunakan yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode penelitian terdiri atas dua kata yaitu metode dan penelitian.

Menurut Eni, (1967) dalam bahasa Yunani, kata "Metode" berarti "Methodos", dan dalam bahasa Inggris, "Methode" berarti "Cara/Jalan". Metode adalah prosedur atau teknik yang digunakan dalam penelitian. Metode adalah upaya ilmiah untuk memahami subjek penelitian secara sistematis dan menemukan jawaban yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Menurut Sugiyono dalam (Iii, 2008) pada dasarnya, metode penelitian didasarkan pada cara ilmiah untuk mengumpulkan data untuk tujuan dan manfaat tertentu. Empat hal penting yang perlu diperhatikan adalah metode ilmiah, data, tujuan, dan manfaat. Menurut Noor (2016) menjelaskan bahwa "Metode penelitian adalah anggapan dasar tentang suatu hal yang dijadikan pijakan berfikir dan bertindak dalam melaksanakan penelitian."

Metode penelitian yang digunakan oleh penulis didalam menyampaikan masalah pada karya ilmiah terapan ini menggunakan penelitian kualitatif dengan metode *Root Cause Analysis*.

Menurut Creswell (2018) Penelitian kualitatif adalah metode pengumpulan data, analisis, interpretasi, dan laporan yang berbeda dari pendekatan kuantitatif tradisional. Metode kualitatif menggunakan sampel yang dipilih secara sengaja, mengumpulkan data terbuka, menganalisis teks atau gambar, menampilkan informasi dalam tabel dan gambar, dan memberikan interpretasi pribadi dari hasil.

Kemudian menurut Sugiyono dalam (Creswell, 2013) penelitian kualitatif adalah jenis penelitian yang berlandaskan filsafat yang digunakan untuk menyelidiki situasi ilmiah (eksperimen). Metode ini menggunakan pengumpulan data dan analisis kualitatif untuk menekankan makna.

Tujuan penelitian kualitatif adalah untuk memperoleh gambaran dan informasi yang menyeluruh tentang suatu subjek dari sudut pandang yang diteliti.

## **B. Waktu Dan Tempat Penelitian**

### **1. Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada saat penulis melaksanakan praktek layer (PRALA) di salah satu milik perusahaan lokal, yaitu MV. MUHASYIR milik PT. GURITA LINTAS SAMUDERA selama 13 bulan terhitung dari tanggal 02 Agustus 2023 sampai dengan 09 September 2024. Adapun bukti mutasi sign on dan mutasi sign off bisa dilihat di Lampiran 3 dan 4.

Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data-data pokok tentang optimalisasi kinerja *aeration blower* dalam menunjang kelancaran operasional *sewage treatment plant* yang akan menjadi bahan penelitian didalam proses penulisan skripsi ini, saya menggunakan waktu yang tersedia dengan sebaik-baiknya untuk melakukan penelitian di atas kapal, sehingga hasil penelitian dapat ditulis dengan benar dan dapat dipertanggung jawabkan atas apa yang ditulis dalam skripsi ini.

## 2. Tempat Penelitian

Penulis melakukan penelitian saat praktek kerja laut (PRALA) diperusahaan pelayaran PT. GURITA LINTAS SAMUDERA di kapal MV. MUHASYIR.

## C. Sumber Data Penelitian

Sumber data adalah segala hal yang dapat memberikan informasi mengenai data. Jenis dan sumber data yang tepat diperlukan untuk mendapatkan informasi dan data yang komprehensif, jelas, akurat, dan valid tentang objek penelitian. Sugiyono (2016, p. 62) mengemukakan bahwa, dari prespektif sumber data, pengumpulam data dapat memanfaatkan sumber primer dan sumber sekunder. Oleh karena itu, jenis dan sumber data yang dipakai dalam penelitian ini ialah:

### 1. Data Primer

Menurut Sari dan Zefri (2019) Data primer adalah data informasi yang paling asli yang dikumpulkan secara langsung dari sumbernya tanpa perlakuan statistik. Mereka dikumpulkan melalui observasi, wawancara,

diskusi terfokus, dan penyebaran kuesioner. Data primer dalam penelitian ini diperoleh dengan cara mengumpulkan langsung informasi mengenai sasaran penyelidikan khususnya permasalahan pada *aeration blower sewage treatment plant* di kapal MV. Muhasyir dari berbagai sumber.

## 2. Data Sekunder

Menurut Rahman, (2021) adalah data yang diperoleh secara langsung atau melalui sumber lain. Biasanya, data sekunder berasal dari publikasi atau rilis resmi, seperti buku dan laporan. Sumber data dalam penelitian ini adalah publikasi resmi melibatkan literatur, artikel, jurnal, dan situs internet yang terkait dengan penelitian yang sedang dilakukan.

## D. Teknik Pengumpulan Data

Tujuan utama dari penelitian adalah mendapatkan data; tanpa memahami teknik pengumpulan data, peneliti tidak akan mendapatkan data yang memenuhi standar yang ditetapkan (Sugiyono, 2016).

Metode pengumpulan data ini berdasarkan pada fakta, data, dan pengalaman yang penulis temukan di atas kapal MV. Muhasyir. Dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini, penulis mengumpulkan data selama melaksanakan praktek laut.

Menurut (Yusuf, 2016:372) Keberhasilan pengumpulan data sangat bergantung pada kemampuan peneliti untuk memahami konteks sosial yang menjadi subjek penelitian mereka. Peneliti dapat melakukan wawancara dengan subjek penelitian dan melihat situasi sosial di dunia nyata. Mereka tidak akan menyelesaikan tahap pengumpulan data sebelum peneliti yakin bahwa data yang



dikumpulkan dari berbagai sumber dan difokuskan pada situasi sosial yang diteliti dapat menjawab masalah penelitian dan membuat penelitian itu kredibel dan sah.

Menurut Sugiyono (2016) ada beberapa metode dan teknik pengumpulan data meliputi observasi, wawancara, dan dokumentasi. Adapun teknik pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti ini adalah:

#### 1. Metode Observasi

Menurut (Sugiyono, 2017:226) observasi adalah semua ilmu pengetahuan bergantung pada observasi, ilmuwan hanya dapat menggunakan data, atau fakta tentang dunia nyata, untuk bekerja. Metode ini dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap *sewage treatment plant* yang ada di MV. Muhasyrir, penulis sering mencium aroma yang tidak enak di area sekitar *sewage treatment plant* kemudian penulis mencoba mengamati *pressure gauge* yang ada pada *aeration blower*, dan benar saja tekanan udara di *aeration blower* sangatlah rendah. Permasalahan ini terjadi karena kurangnya pengawasan dan perawatan pada *aeration blower sewage treatment plant*. Dari hasil pengamatan ini, penulis memperoleh data mengenai pengoperasian *sewage treatment plant*.

#### 2. Metode Wawancara

Menurut Mudasir (2024) wawancara adalah metode untuk mengumpulkan informasi dengan mengajukan beberapa pertanyaan terstruktur kepada orang yang diwawancarai. Penulis melakukan wawancara tidak langsung dengan orang-orang yang berada di kapal untuk bertanya tentang tempat pembuangan sampah. Tipe pertanyaan yang

diajukan oleh penulis kepada masinis di kamar mesin berhubungan dengan faktor penyebab tidak optimalnya kinerja *aeration blower* pada *sewage treatment plant* dan cara perawatannya

### 3. Metode Studi Pustaka

Studi pustaka adalah teknik pengumpulan data yang bertujuan untuk menemukan data dan informasi melalui dokumen, termasuk dokumen tertulis, foto, gambar, dan dokumen elektronik yang dapat digunakan untuk mendukung proses penulisan (G, 2013). Selain menggunakan data yang mendukung masalah yang dibahas dalam skripsi, penulis juga menggunakan buku-buku referensi dari perpustakaan dan dokumen-dokumen yang berhubungan dengan topik penelitian. Manfaat dari pendekatan studi pustaka adalah sebagai berikut:

- a Mempelajari konsep dan teori dasar yang telah dikemukakan oleh penulis sebelumnya.
- b Untuk mengikuti perkembangan penulisan di bidang yang akan diteliti.
- c Untuk mendapatkan pemahaman yang luas tentang subjek yang akan dipilih.
- d Agar dapat mengetahui buah duplikasi penulisan dan dipelajari bagaimana mengungkapkan buah pikiran secara sistimatis, krisis dan ekonomis.

### 4. Metode Dokumentasi

Menurut (Sugiyono, 2017:240) Dokumen dapat berupa tulisan, gambar, atau karya besar yang dibuat oleh seseorang, dan dianggap sebagai catatan peristiwa masa lalu. Dokumen yang ada dikamar mesin

dan sering dijadikan referensi yaitu (*Instruction Manual Book*) dari bagian-bagian yang memuat spesifikasi dan pengoperasian bagian-bagian mesin.

#### **E. Teknik Analisa Data**

Menurut Moleong dalam (Aulia, 2023) teknik analisis data merupakan suatu kegiatan pemeriksaan terhadap instrument penelitian seperti dokumen, catatan, dan rekaman di dalam suatu penelitian.

Dalam penelitian ini menggunakan metode *root cause analysis*, dengan menggunakan metode ini, akan memungkinkan untuk menentukan penyebab tidak optimalnya kinerja *aeration blower* pada *sewage treatment plant*. Menurut Sutrisno (2020) *root cause analysis* adalah bagian dari beberapa faktor (kejadian, kondisi, faktor organisasional) yang memberikan kontribusi, atau menimbulkan kemungkinan penyebab dan diikuti oleh akibat yang tidak diharapkan. Jika penyebab masalah atau akar masalah telah teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah melakukan perbaikan atau perawatan yang efektif dengan tetap memperhatikan kemungkinan penyebab masalah pada *aeration blower* agar tidak terjadi lagi dalam waktu dekat. Menurut Ari (2008) *root cause analysis* merupakan metode umum untuk menemukan akar permasalahan, proses RCA memerlukan lima langkah berikut:

##### **1. Identifikasi Masalah**

Adalah langkah awal dalam proses *Root Cause Analysis* (RCA). Pada tahap ini, bertujuan untuk memahami dengan jelas masalah yang terjadi, sehingga analisis berikutnya dapat dilakukan secara fokus dan efektif.

## 2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah langkah penting dalam *Root Cause Analysis* (RCA) untuk memastikan bahwa analisis dilakukan berdasarkan fakta dan bukan asumsi. Data yang akurat dan relevan membantu menemukan akar masalah dengan lebih tepat.

## 3. Identifikasi Faktor Penyebab Masalah

Menentukan faktor yang menyebabkan masalah merupakan langkah penting dalam proses penyelesaian masalah. Tujuan utamanya adalah untuk mengidentifikasi akar penyebab yang sesungguhnya dari suatu permasalahan agar dapat ditangani dengan cara yang tepat. Terdapat beberapa teknik yang bisa digunakan, seperti :

- a. *Whys*: Tanyakan berulang kali "Mengapa?" sampai Anda menemukan jawaban yang paling tepat untuk penyebab masalah. Contohnya: Mengapa *supply* udara pada *sewage treatment plant* bisa berkurang?
- b. *Drill Down*: Membagi masalah menjadi bagian-bagian kecil yang lebih detail untuk lebih memahami keseluruhan.  
  
Contohnya seperti: Setelah melakukan pemeriksaan dan membongkar komponen pada *aeration blower sewage treatment plant*, ditemukan bahwa salah satu komponen, yaitu *rotor* pada *blower*, telah mengalami keausan. Oleh karena itu, penggantian suku cadang yang baru segera dilakukan.
- c. *Fishbone diagram*: Digunakan dalam analisis penyebab akar untuk membantu menganalisis masalah secara menyeluruh dan mengidentifikasi sumbernya. Dengan menggunakan diagram fishbone,

kita dapat menemukan elemen yang mungkin mempengaruhi masalah dan kemudian mengambil tindakan yang tepat untuk menyelesaikannya.

#### 4. Tentukan Implementasi dan Solusi

Tahapan di mana tindakan yang sesuai diambil untuk mengatasi akar penyebab masalah. Tujuannya adalah untuk memastikan masalah tidak terjadi lagi di masa depan. Dengan metode RCA penulis mengumpulkan data dari berbagai faktor pengelompokan permasalahan yang sering terjadi sehingga munculah upaya untuk mengoptimalkan kinerja *aeration blower* agar *sewage treatment plant* dapat berjalan dengan lancar dan kelestarian lingkungan laut tetap terjaga.