

**SKRIPSI  
ANALISIS PENYEBAB KURANG OPTIMALNYA KINERJA  
SEWAGE TREATMENT PLANT DI KAPAL  
MT. PERMATA PIONEER**



**OLEH :  
ANAK AGUNG NGURAH DENNYS AGETA  
NIT : 21.42.005  
TEKNIKA**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV  
PELAYARAN POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR  
TAHUN 2025**

**ANALISIS PENYEBAB KURANG OPTIMALNYA KINERJA  
SEWAGE TREATMENT PLANT DI KAPAL  
MT. PERMATA PIONEER**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk  
Menyelesaikan Program Pendidikan  
Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun dan diajukan oleh

**ANAK AGUNG NGURAH DENNYS AGETA**

21.42.005

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR  
TAHUN 2025**

## SKRIPSI

# ANALISIS PENYEBAB KURANG OPTIMALNYA KINERJA SEWAGE TREATMENT PLANT DI KAPAL MT. PERMATA PIONEER

Disusun dan diajukan oleh :

ANAK AGUNG NGURAH DENNYS AGETA


NIT : 21.42.005


Telah Dipertahankan Di Depan Panitia Ujian Skripsi  
Pada Tanggal, 14 November 2025

Menyetujui :

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E.,M.A.P  
NIP : 19760409 200604 1 001


  
Syah Risal, S.T., M.T.  
NIP : 197309011998031002

Mengetahui :

An. Direktur  
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar  
Pembantu Direktur I

Ketua Program Studi Teknika

  
Capt. Faisal Saransi, M.T.,M.Mar  
NIP : 1975032919991002

  
Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E.,M.A.P  
NIP : 19760409 200604 1 001

## **PRAKATA**

Penulis menyampaikan rasa syukur dan pujian setinggi-tingginya kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala anugerah, karunia, dan petunjuk yang terus tercurah. Berkat limpahan Rahmat-Nya tersebut, penyusunan tugas akhir ini yang berjudul “ANALISIS TIDAK OPTIMALNYA KINERJA SEWAGE TREATMENT PLANT DI KAPAL MT. PERMATA PIONEER” dapat diselesaikan dengan baik.

Skripsi ini dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Terapan Pelayaran (S.Tr.Pel), sekaligus sebagai persyaratan untuk menyelesaikan program studi Diploma IV di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar. Selama proses pembuatan skripsi ini, penulis menghadapi berbagai kesulitan dan tantangan, tetapi akhirnya berhasil mengatasinya dengan dukungan serta bantuan dari berbagai pihak, baik dalam bentuk motivasi moral maupun dukungan spiritual. Oleh karena itu, pada momen ini, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Capt. Rudi Susanto, M.Pd., sebagai Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, yang telah memfasilitasi proses belajar di institusi tersebut dengan berbagai kemudahan.
2. Bapak Capt. Rudi Susanto, M.Pd., sebagai Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, yang telah memfasilitasi proses belajar di institusi tersebut dengan berbagai kemudahan.
3. Bapak Ir Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P., sebagai Dosen Pembimbing 1 Penulisan Skripsi, yang dengan kesabaran dan dedikasi tinggi telah menawarkan bantuan, arahan, serta panduan selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Bapak Syah Risal, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan skripsi ini

5. Seluruh Dosen dan Staff Pembina PIP Makassar yang telah mengayomi dan membantu saya selama menimba ilmu di PIP Makassar.
6. Alm. Bapak Anak Agung Ngurah Suarnawa serta Ibu IGST Ayu Ngurah Wikanti, yang dengan ketulusan hati telah mendoakan, membimbing, serta memberikan dorongan semangat, dan selalu mengingatkan agar terus memohon bantuan.
7. Nahkoda bersama semua Perwira dan Awak kapal MT. PERMATA PIONEER, yang telah menyampaikan pengetahuan serta memberikan kesempatan untuk belajar.
8. Seluruh Taruna/I yang telah memberikan motivasi kepada saya dan mendukung saya sepanjang proses penyusunan skripsi.
9. Semua pihak yang telah berkontribusi dalam penulisan skripsi ini, meskipun penulis tidak mampu menyebutkan mereka satu per satu.

Penulis mengakui bahwa masih banyak aspek yang kurang memadai dalam penulisan tugas akhir ini, meliputi kekurangan dalam aspek linguistik, penataan kalimat, serta metode penyajian dan pembahasan topik. Hal ini timbul sebagai konsekuensi dari keterbatasan yang dialami penulis terkait pemahaman subjek, ketersediaan waktu, dan akses terhadap data yang didapatkan. Harapan terakhir, semoga karunia dan perlindungan Tuhan Yang Maha Esa senantiasa menyertai kita, sehingga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi siapa pun yang memerlukannya, dan terutama bagi pengembangan diri penulis pribadi.

Makassar, 14 November

2025



ANAK AGUNG NGURAH DENNYS AGETA

NIT: 21.42.005

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Nama : ANAK AGUNG NGURAH DENNYS A

Nomor Induk Taruna : 21.42.005

Program Studi : TEKNIKA

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

### **ANALISIS PENYEBAB KURANG OPTIMALNYA KINERJA SEWAGE TREATMENT PLANT DI KAPAL MT. PERMATA PIONEER**

Naskah tugas akhir ini adalah hasil karya yang otentik. Seluruh konsep yang tertuang di dalamnya, selain dari topik utama dan bagian yang secara eksplisit saya sebut sebagai referensi atau kutipan, merupakan gagasan yang saya kembangkan secara mandiri. Apabila klaim ini di kemudian hari terbukti tidak benar, saya siap dan bersedia menerima sanksi disiplin yang telah ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar..

Makassar, 14 November 2025



ANAK AGUNG NGURAH DENNYS AGETA

NIT: 21.42.005

## ABSTRAK

Anak Agung Ngurah Dennys Ageta, 2025, "ANALISA TIDAK OPTIMALNYA KINERJA SEWAGE TREATMENT PLANT DI KAPAL MT. PERMATA PIONEER", (Dibimbing oleh Alberto, dan Syah Risal)

Pencemaran limbah di laut merupakan suatu masalah besar yang susah dihadapi dikarenakan banyaknya pelanggaran-pelanggaran yang dilakukan oleh oknum yang tidak bertanggung jawab. Pentingnya mencegah pencemaran yang terjadi di laut adalah salah satu kewajiban yang harus dilakukan semua orang terutama awak kapal. Penulis menemukan permasalahan mengenai *Sewage Treatment Plant* di kapal yang dapat mempengaruhi lingkungan.

Limbah yang dihasilkan oleh kapal tidak langsung dibuang ke laut; sebelumnya, limbah tersebut diproses menggunakan perangkat bernama *Sewage Treatment Plant*. Apabila performa *Sewage Treatment Plant* tidak maksimal, proses pengolahan limbah akan mengalami gangguan dan menimbulkan kerugian. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab yang membuat kinerja *Sewage Treatment Plant* tidak optimal, konsekuensi yang timbul, serta langkah-langkah pencegahan dan penanganan untuk mengatasi masalah tersebut. Pendekatan yang diterapkan dalam studi ini adalah metode deskriptif kualitatif, dengan USG sebagai teknik untuk menentukan urutan prioritas dari masalah yang ada.

Dari hasil evaluasi yang dilakukan pada kapal, dapat disimpulkan bahwa performa *Sewage Treatment Plant* yang tidak maksimal disebabkan oleh kurangnya pemeliharaan rutin akibat kelalaian dari masinis dan awak kapal, serta minimnya pengetahuan mengenai *Sewage Treatment Plant*. Penyebab kerusakan semacam ini bisa dicegah jika dilakukan perawatan sesuai dengan jadwal kerja dan pemeliharaan berdasarkan panduan dalam buku manual

**Kata Kunci** : Kerusakan, Perawatan, *Sewage Treatment Plant*.

## ABSTRACT

Anak Agung Ngurah Dennys Ageta, 2025, "ANALYSIS OF NON-OPTIMAL PERFORMANCE OF SEWAGE TREATMENT PLANT ON THE SHIP MT. PERMATA LAUTAN MANDIRI", (Supervised by Alberto, and Syah Risal)

Marine waste pollution is a major problem that is difficult to deal with due to the many violations committed by irresponsible individuals. The importance of preventing marine pollution is one of the obligations that must be carried out by everyone, especially the crew. The author found problems regarding sewage treatment plants on ships that can affect the environment.

Waste produced on board a vessel is not released directly into the ocean; instead, it is first managed through a system known as a Sewage Treatment Plant. When the Sewage Treatment Plant fails to operate at peak efficiency, the treatment cycle becomes impaired, which can ultimately lead to operational losses. This study aims to examine the factors that cause the Sewage Treatment Plant to function below standard, the consequences that arise from this condition, and the preventive and corrective measures that can be implemented. A qualitative descriptive approach is applied in this research, with USG utilized to determine the priority level of each identified problem.

Findings from the shipboard assessment indicate that the reduced performance of the Sewage Treatment Plant results primarily from irregular maintenance caused by oversight on the part of engineers and crew, along with limited understanding of how the system operates. These sources of damage can be prevented through maintenance routines that follow the established operational timetable and strict compliance with the procedures outlined in the manual.

**Keywords:** *Damage, Maintenance, Sewage Treatment Plant.*

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>PRAKATA</b> .....	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>A. Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>B. Rumusan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>C. Batasan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>D. Tujuan Penelitian</b> .....	<b>4</b>
<b>E. Manfaat Penelitian</b> .....	<b>4</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
<b>A. Pengertian dasar <i>Sewage Treatment Plant</i></b> .....	<b>5</b>
<b>B. Prosedur meng-aktifkan dan meng-nonaktifkan STP</b> .....	<b>18</b>
<b>C. Komponen pesawat bantu Sewage Treatment Plant</b> .....	<b>20</b>
<b>D. Blower kompresor</b> .....	<b>25</b>
<b>E. Bagian-bagian blower kompresor</b> .....	<b>27</b>
<b>F. Prinsip kerja <i>Sewage Treatment Plant</i></b> .....	<b>28</b>
<b>G. Maintenance</b> .....	<b>30</b>
<b>H. Jenis-jenis Maintenance</b> .....	<b>31</b>
<b>I. Perawatan Sewage Treatment Plant</b> .....	<b>33</b>
<b>E. Kerangka Pikir</b> .....	<b>35</b>
<b>F. Hipotesis</b> .....	<b>36</b>
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>37</b>
<b>A. Lokasi dan Waktu Penelitian</b> .....	<b>37</b>
<b>B. Metode Pengumpulan Data</b> .....	<b>37</b>
<b>C. Jenis dan Sumber Data</b> .....	<b>38</b>
<b>D. Metode Analisis</b> .....	<b>39</b>

E.    Jadwal Penelitian.....	41
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>43</b>
A.    Gambaran Umum Tempat Penelitian .....	43
B.    Ship Particular, Spesifikasi Sewage Treatment Plant.....	44
C.    Analisa dan Hasil Data Analisa.....	48
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>52</b>
A.    Simpulan .....	52
B.    Saran .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>54</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>57</b>

## DAFTAR GAMBAR

Nomor Halaman	
2.1	Pencemaran Laut Oleh Kapal ..... 5
2.2	Logo MARPOL ..... 11
2.3	Sewage treatment plant ..... 16
2.4	Tanki Sewage Treatment Plant ..... 20
2.5	Sewage Pump atau Discharge pump ..... 21
2.6	Control Panel..... 22
2.7	Level Control ..... 23
2.8	<i>Chlorine</i> ..... 23
2.9	Blower kompresor ..... 24
2.10	Diagram sistem STP ..... 28
4.1	Kapal MT. PERMATA PIONEER ..... 41
4.2	<i>Sewage Treatment Plant</i> ..... 43
4.3	Spesifikasi Aeration Blower ..... 44
4.4	<i>V-BELT Compressor</i> ..... 47
4.5	<i>V-BELT Compressor rusak</i> ..... 47
4.6	Pemberian <i>Chlorine</i> ..... 49

## DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1 Jadwal penelitian .....	39
4.1 <i>Ship Particular</i> .....	42
4.2 Spesifikasi <i>Sewage Treatment Plant</i> .....	44
4.3 Spesifikasi <i>Aeration Blower</i> atau <i>Compressor</i> .....	45
4.4 Daftar nama pelabuhan.....	45
4.5 Pressure Gauge saat kejadian .....	48

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Untuk mencegah pencemaran limbah tinja di laut, penting untuk mengadopsi praktik pengelolaan limbah sanitasi yang baik, seperti penggunaan sistem pembuangan air limbah yang tepat, pengolahan air limbah melalui instalasi pengolahan air limbah (*sewage treatment plant*) sebelum dibuang ke laut, dan pendidikan masyarakat tentang pentingnya menjaga kebersihan sanitasi dan lingkungan. Selain itu, pengawasan dan penegakan peraturan lingkungan yang ketat juga diperlukan untuk mencegah praktik pembuangan limbah tinja yang merugikan kehidupan laut dan masyarakat. Menurut Tanjung, Hartati and Arfah, (2024) Air tanah di wilayah pesisir merupakan sumber air utama bagi masyarakat, khususnya di daerah yang memiliki akses terbatas terhadap air permukaan.

Sewage Treatment Plant merupakan peralatan bantu yang berfungsi membuang limbah kapal ke laut sambil mencegah terjadinya pencemaran di lingkungan perairan. Sistem ini bekerja dengan mempertahankan keberadaan bakteri aerob dalam limbah serta memperpanjang masa hidupnya agar mampu menguraikan kotoran menjadi lumpur. Kelangsungan hidup bakteri aerob sangat dipengaruhi oleh jumlah oksigen yang tersedia, sehingga suplai udara ke dalam air limbah harus diberikan secara terus-menerus. Selain itu, penggunaan bahan kimia memang dapat memecah limbah secara langsung, namun cara tersebut berisiko menimbulkan dampak negatif terhadap ekosistem laut.

Menurut Suyuti and Samsul Bahri, (2023) Instalasi Pengolahan Limbah Kotoran (Sewage Treatment Plant) berperan sebagai sistem mesin pendukung di kapal yang bertugas memproses limbah. Fungsi utamanya adalah memastikan bahwa buangan tersebut telah

memenuhi standar sebelum dilepaskan ke perairan, sehingga ancaman terhadap polusi lingkungan dapat dihindari.

Peran aeration blower atau kompresor dalam sewage treatment plant (STP) kapal memang krusial bisa dibilang jantung dari proses pengolahan limbah cair di kapal. Menurut Syahrinal, (2021) Peran kompresor juga mencakup penyaluran udara tertekan ke berbagai komponen lain, yang berfungsi untuk menjamin kelancaran suatu alur kerja. Oleh karena itu, sangat penting untuk memilih jenis kompresor yang digunakan agar selaras dengan kebutuhan spesifik serta lokasi penempatannya dalam rangkaian proses tersebut. Karena Proses pengolahan limbah cair secara biologis sangat bergantung pada keberadaan mikroorganisme aerobik. Untuk dapat memecah kontaminan organik yang terdapat dalam air limbah menjadi substansi yang lebih aman dan elementer seperti air dan karbon dioksida mikroorganisme tersebut memerlukan asupan oksigen sebagai bahan bakar proses dekomposisi. *Aeration blower* atau kompresor bertugas memasok oksigen ke dalam tangki aerasi, menciptakan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme tersebut. Tanpa pasokan oksigen yang cukup, proses penguraian tidak akan berjalan efektif, dan kualitas effluent (limbah yang keluar dari STP) tidak akan memenuhi standar yang dipersyaratkan. Menurut Basir *et al.*, (2024) Penggunaan teknologi pemantauan tekanan dan suhu juga dapat membantu dalam deteksi dini potensi kegagalan. Selain memasok oksigen, udara yang dihembuskan oleh blower atau kompresor juga berfungsi untuk mencampur dan menghomogenisasi isi tangki aerasi. Pencampuran ini penting untuk memastikan distribusi oksigen yang merata ke seluruh volume limbah dan menjaga kontak yang baik antara mikroorganisme dengan polutan. Dengan demikian, proses penguraian dapat berlangsung secara efisien dan menyeluruh.

Singkatnya, tanpa fungsi aeration blower atau kompresor yang optimal, sewage treatment plant di kapal tidak akan dapat bekerja

secara efektif dalam mengolah limbah cair sesuai dengan standar lingkungan yang berlaku. kerusakan pada *aeration blower* atau kompresor di *sewage treatment plant* (STP) kapal dapat menimbulkan menurunnya kinerja pada *sewage treatment plant* itu sendiri sama halnya yang dialami penulis, Selama periode Praktik Laut (Praktek) di atas kapal MT. PERMATA PIONEER, timbul kondisi abnormal pada Sewage Treatment Plant yang memicu sinyal peringatan di ruang kontrol mesin (engine control room). Kejadian ini langsung menarik perhatian masinis, yang kemudian melakukan pemeriksaan. Saat meninjau Instalasi Pengolahan Limbah, teridentifikasi masalah pada indikator pengukur tekanan (pressure gauge) yang menunjukkan tekanan aeration blower sangat rendah. Berdasarkan temuan tersebut, Masinis II bersama penulis memeriksa komponen kompresor blower dan menemukan bahwa V-belt pada kompresor tersebut dalam kondisi kendur dan hampir putus. Inilah penyebab utama berkurangnya pasokan udara yang dibutuhkan ke dalam tangki pengolahan.

Berdasarkan pemaparan yang telah dijelaskan sebelumnya, penulis merasa terpanggil untuk menjadikan hal ini sebagai subjek studi dalam sebuah rancangan penelitian. Judul yang diajukan adalah:” **Analisis Penyebab Kurang Optimalnya Kinerja Sewage Treatment Plant di kapal MT. Permata Pioneer**”.

## **B. Rumusan Masalah**

Apa penyebab kerusakan pada *V-Belt* dalam salah satu komponen *Compressor Sewage Treatment Plant* di kapal MT.Permata Pioneer?

## **C. Batasan Masalah**

Mengingat luasnya permasalahan *Compressor* pada *Sewage Treatment Plant*, lingkup penelitian hanya dititik beratkan pada kerusakan yang dialami *V-Belt* pada *Compressor* yang mengakibatkan menurunnya kinerja pada *sewage treatment plant*.

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

Penelitian ini memiliki sasaran utama untuk mengidentifikasi dan mengkaji gangguan yang terjadi pada sabuk-V (V-Belt) kompresor, yang menjadi faktor penyebab utama penurunan kinerja operasi dari Instalasi Pengolahan Limbah Kotoran (Sewage Treatment Plant) yang ada di kapal MT. Permata Pioneer.

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

Diharapkan tugas akhir ini dapat berfungsi sebagai salah satu sumber acuan penting bagi sesama kadet (taruna) dan profesional permesinan kapal ketika melakukan evaluasi terhadap penyebab tidak maksimalnya performa Instalasi Pengolahan Limbah Kotoran (Sewage Treatment Plant). Kontribusi dari karya tulis ilmiah ini meliputi:

1. Meningkatkan pemahaman serta menyediakan panduan konseptual bagi pembaca dan penulis yang akan bertugas di atas kapal. Hal ini bertujuan agar mereka dapat menangani dan menyelesaikan permasalahan terkait komponen kompresor yang dapat menyebabkan penurunan efektivitas Sewage Treatment Plant secara tepat dan hemat biaya.
2. Memberikan pengetahuan tambahan kepada pembaca, sehingga dapat memperkaya literatur teknis mengenai Instalasi Pengolahan Limbah Kotoran.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Pengertian dasar *Sewage Treatment Plant*

#### 1. Limbah

Gambar 2.1 Pencemaran laut oleh kapal



Sumber : <https://www.portonews.com/wp-content/uploads/2018/04/Tumpahan-Minyak-1.jpg>

Limbah merupakan air bekas yang tercemar dan bersumber dari berbagai kegiatan, seperti kawasan permukiman, usaha kuliner, perkantoran, pusat perdagangan, hunian apartemen, hingga asrama. Pada dasarnya, cairan buangan dikelompokkan ke dalam dua kategori utama: limbah tinja, yang sumbernya berasal dari tangki penampungan kotoran (septic tank), serta limbah rumah tangga atau non-tinja, yang merupakan sisa dari kegiatan sehari-hari di hunian. Sebelum dibuang ke ekosistem laut, limbah domestik harus terlebih dahulu diproses melalui instalasi pengolahan limbah guna memastikan kelayakan dan keamanan pembuangannya.

Menurut Anwariani, (2019), limbah adalah sebagai produk sampingan dari aktivitas manusia seperti mandi, mencuci dan buang air, zat yang mengandung senyawa dan anorganik tingkat tinggi yang dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Peningkatan volume pembuangan air limbah yang dihasilkan secara terus-menerus dapat memicu kenaikan tingkat pencemaran. Kehadiran limbah tersebut berpotensi mendorong nilai parameter polusi melampaui batas kualitas yang diizinkan. Limbah mencakup bahan padat maupun cair yang sarat bakteri serta polutan konsentrasi tinggi, memiliki kadar oksigen terlarut yang sangat rendah, dan mengandung materi yang dapat menghambat perkembangan biota laut. Pengaruh limbah terhadap mutu perairan laut sangat besar, karena dapat menurunkan kualitas air dan menimbulkan gangguan pada ekosistem.

Limbah menurut SURYA DEWI, (2021) Limbah ini merupakan hasil sampingan yang memiliki kandungan karbon dan berasal dari sisa-sisa organisme hidup, termasuk kotoran hewan dan manusia. Jenis limbah tersebut membawa mikroorganisme patogen serta mengandung nitrogen dan fosfor yang bersifat mudah terurai. Kehadiran limbah ini dapat mengubah kondisi perairan dan menimbulkan pencemaran di laut. Air yang sudah tercemar tidak mampu menunjang kebutuhan hidup manusia, menimbulkan konsekuensi sosial yang luas, dan membutuhkan waktu lama untuk kembali pulih. Pembuangan limbah padat dari kegiatan manusia turut memicu munculnya aroma tidak sedap akibat proses pembusukan yang melibatkan banyak bakteri penyebab penyakit serta pelepasan gas berbau menyengat.

## 2. Pencemaran limbah *sewage* di laut

Polusi maritim didefinisikan sebagai masuknya materi yang tergolong kotoran atau produk sisa dari segala kegiatan makhluk hidup ke dalam wilayah perairan laut. Berbagai asal-usul

kontaminasi air laut meliputi: pembuangan kotoran manusia, hasil sisa operasional kapal, kegiatan industri yang berhubungan dengan kelautan, aktivitas pengeboran minyak di lepas pantai, sampah yang terbawa dari daratan melalui aliran sungai, pelepasan gas buang dari sarana transportasi laut, dan residu pestisida yang berasal dari sektor pertanian.

Salah satu faktor yang menyebabkan pencemaran lingkungan laut yaitu limbah kotoran manusia. Limbah tersebut akan sangat berbahaya apabila tidak diolah terlebih dahulu. Dalam hal ini, fungsi dari Sewage Treatment Plant sangat diperlukan untuk mengolah limbah tersebut sehingga harus dirawat dan dioperasikan dengan baik. Demi kelancaran pelayaran dan pencegahan pencemaran lingkungan laut dari limbah kapal diperlukan kerjasama dan kesadaran antar awak kapal. Semua kru kapal yang menggunakan toilet tidak diperkenankan untuk membuang sembarangan barang atau zat yang mengandung anti-bakterial agar tidak membunuh bakteri saat proses pengolahan limbah. Dikarenakan bakteri-bakteri tersebut digunakan untuk mengurai limbah kotoran di dalam Sewage Treatment Plant. Mengacu pada peraturan internasional dan peraturan nasional, setiap awak kapal diharuskan untuk mengetahui seluruh proses pembuangan limbah.

Menurut laporan dari Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan (PPKL) di bawah Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), jumlah akumulasi limbah yang berhasil dikumpulkan dapat mencapai kisaran 78 hingga 91 ton. Khususnya di wilayah Batam, volume limbah tercatat sebanyak 91 ton. Pejabat terkait menyatakan bahwa upaya yang dominan dilakukan selama ini lebih berfokus pada pemulihan kualitas lingkungan akibat penumpukan berbagai jenis sampah, mencakup tumpahan minyak, cairan buangan dari

toilet, dan material kimia. Contoh kejadian yang baru-baru ini terjadi di laut Baltik Laut Baltik dikenal sebagai salah satu ekosistem perairan paling rapuh di Eropa, menghadapi tekanan ganda dari polusi darat dan aktivitas pelayaran internasional. Selama ini, air limbah dan residu kimia dari kapal kargo telah memperburuk masalah eutrofikasi dan penciptaan zona mati. Untuk merespons krisis ekologi ini, berikut dipaparkan kebijakan regulasi maritim terbaru oleh Finlandia.

Kebijakan Lingkungan Maritim Finlandia: Larangan Pembuangan Limbah Kapal di Laut Baltik Secara resmi, mulai 1 Juli 2025, Finlandia memberlakukan regulasi lingkungan yang signifikan, menjadikannya negara pertama di dunia yang secara komprehensif melarang pembuangan air limbah toilet, air cuci belerang, dan lumpur berminyak dari sistem scrubber kapal kargo di perairan pesisirnya. Kebijakan ini mengubah praktik sebelumnya di mana kapal-kapal internasional secara rutin membuang limbah manusia ke Laut Baltik, termasuk perairan yang terlihat bersih di sekitar Helsinki dan Turku.

Inisiatif Finlandia ini merupakan titik balik (turning point) dalam tata kelola lingkungan maritim global. Undang-undang ini memposisikan Finlandia sebagai pelopor dalam menyeimbangkan perdagangan, iklim, dan perlindungan ekosistem perairan terbuka, menjadikannya contoh yang diamati oleh komunitas internasional.

Larangan ini secara spesifik menargetkan tiga jenis limbah kapal yang sebelumnya dibuang tanpa pengolahan Air Limbah Toilet (*Raw Sewage*): Kotoran mentah dari toilet kapal kargo. Mulai tanggal yang ditetapkan, setiap kapal yang melintasi perairan teritorial Finlandia dan Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) diwajibkan untuk menampung limbah ini dan menurunkannya di fasilitas pelabuhan, atau menghindari perairan Finlandia. Meskipun aturan ini hanya berlaku di dalam yurisdiksi Finlandia, negara lain dapat

mengadopsi kebijakan serupa untuk mencegah pembuangan limbah kembali terjadi di perairan internasional.

Keputusan Finlandia didasarkan pada kerentanan ekologis Laut Baltik. Berbeda dengan samudra terbuka, Baltik adalah laut semi-tertutup (semi-enclosed sea) dengan hanya satu jalur keluar sempit ke Samudra Atlantik. Kondisi ini menyebabkan sirkulasi dan pembaruan air memerlukan waktu hingga 30 tahun. Akibatnya, polutan seperti limbah, belerang, atau minyak cenderung menetap dalam jangka waktu lama.

Selain itu, Laut Baltik yang dangkal dan berbatasan dengan sembilan negara telah menghadapi beban polusi yang berlebihan (overloaded) dari industri, pertanian, dan limpasan perkotaan. Pemasukan nutrisi berlebih (fosfor dan nitrogen) dari air limbah memperparah fenomena algae bloom (ledakan alga). Ledakan ini menyebabkan hipoksia (penurunan kadar oksigen), menghalangi sinar matahari, dan menciptakan zona mati (dead zones) di dasar laut. Larangan pembuangan limbah kapal merupakan langkah mitigasi penting yang dapat diterapkan segera untuk mengurangi salah satu sumber utama polusi nutrisi.

Pelabuhan-pelabuhan di Finlandia telah meningkatkan kapasitas penerimaan dan pengolahan air limbah kapal hingga tiga kali lipat selama lima tahun terakhir. Data menunjukkan bahwa sekitar 80% kapal kargo telah membuang limbah mereka di pelabuhan sebelum larangan ini berlaku.

Untuk penegakan hukum, kapal diwajibkan menutup katup pembuangan sebelum memasuki perairan Finlandia dan mencatat tindakan tersebut dalam buku catatan resmi. Inspektur berwenang akan memeriksa logistik ini dan memberikan denda jika terjadi pelanggaran. Pelabuhan-pelabuhan kini memandang fasilitas pembuangan limbah bersih sebagai layanan premium, mendukung jaringan perdagangan yang berkelanjutan (sustainable trade

network), yang dapat disebut sebagai "pencitraan hijau" (green branding) yang didukung oleh infrastruktur.

Organisasi lingkungan hidup berpendapat bahwa jika semua negara di Laut Baltik mengadopsi regulasi yang sama, wilayah laut tersebut dapat bertransisi dari penampungan bahan kimia menjadi zona pemulihan (recovery zone) dalam satu dekade. Larangan ini adalah solusi berbiaya rendah dan berdampak tinggi (low-cost, high-impact fix) yang tidak memerlukan teknologi baru, melainkan perbaikan kebiasaan operasional. Tindakan yang telah ditegakkan dan berfungsi ini menjadi pengingat global bahwa masalah kompleks dapat memiliki solusi sederhana jika ada keberanian untuk mengambil langkah awal.

Menurut Romadhoni *et al.*, (2024) Bahan buangan yang dihasilkan oleh kapal diklasifikasikan menjadi dua jenis utama, yaitu air kotor (black water) dan air limbah domestik (grey water).

- a) Black Water, yang umumnya disebut sebagai sewage, merujuk pada kotoran seperti tinja atau air sisa dari fasilitas sanitasi kapal, termasuk toilet dan urinoir.
- b) Grey Water adalah air sisa yang berasal dari saluran pembuangan pencuci piring, kamar mandi (shower dan bathtub), serta fasilitas pencucian pakaian yang beroperasi di atas kapal.

### 3. Kelestarian lingkungan laut

Menurut Mutawalli, (2021) Menjaga kinerja lingkungan hidup melibatkan serangkaian aksi terencana yang bertujuan untuk mempertahankan keberlanjutan kapasitas ekosistem dalam menampung dan mendukung kehidupan. Sumber daya alam yang berlimpah serta kekayaan biodiversitas Indonesia merupakan aset penting yang harus dilindungi oleh pemerintah dan undang-undang negara. Berbagai tantangan ekologis yang terus bermunculan

berpotensi menimbulkan musibah besar yang dapat berdampak buruk pada kualitas hidup seluruh populasi manusia.

Menurut Sudika, (2019) Pelestarian ekosistem laut berarti upaya menjaga lingkungan perairan dari berbagai bentuk pencemaran yang dapat merusaknya. Ketentuan mengenai hal ini tercantum dalam regulasi MEPC atau Marine Environment Protection Committee, khususnya MARPOL Annex IV, serta peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 29 Tahun 2014. Oleh karena itu, setiap individu maupun kelompok memiliki kewajiban untuk berpartisipasi dalam tindakan pencegahan dan pengendalian pencemaran laut. Setiap negara juga bertanggung jawab memastikan seluruh pihak yang berada di bawah yurisdiksinya tidak melakukan pelanggaran hukum, termasuk tindakan pencemaran laut yang dapat merusak biota perairan. Selain itu, negara harus menjamin bahwa pencemaran laut yang dilakukan oleh pihak yang melanggar hukum tidak menyebar ke wilayah di luar batas kewenangan yurisdiksi mereka.

#### 4. Sewage menurut MARPOL

Gambar 2.2 Logo MARPOL



Sumber: <https://www.freightlink.co.uk/sites/default/files/field/image/imo-logo.jpg>

Menurut (Indah, 2023) Regulasi mengenai pencegahan kontaminasi laut telah ditetapkan melalui MARPOL Annex IV. Ketentuan ini secara rinci mencakup aturan mengenai pembuangan limbah kotoran (sewage) dari kapal ke laut, sistem kontrol dan peralatan yang wajib digunakan untuk mengolah limbah, serta standar survei dan persyaratan yang berfungsi sebagai mekanisme pencegahan polusi laut oleh sewage yang berasal dari kapal.

Sebagai bentuk komitmen untuk mencegah pencemaran air laut oleh sewage, setiap kapal diwajibkan untuk mengimplementasikan sepenuhnya regulasi yang mengatur prosedur pembuangan dan pengolahan limbah sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam MARPOL Annex IV.

Menurut (Saleh, 2021) International Maritime Organization (IMO) telah menyepakati aturan penanganan limbah limbah melalui MARPOL yang telah ditetapkan oleh pemerintah melalui peraturan presiden dan peraturan menteri untuk diberlakukan yaitu peraturan Annex IV 11 yang menyebutkan bahwa limbah limbah dapat dibuang dalam jarak 12 mil dari garis pantai terdekat untuk limbah yang belum diolah dan 3 mil dari garis pantai terdekat untuk limbah yang telah diolah dan memenuhi spesifikasi teknis MARPOL.

Kontribusi pencemaran yang berasal dari aktivitas pelayaran menjadi faktor yang memperburuk degradasi ekosistem laut. Menanggapi permasalahan polusi laut akibat industri maritim, para pemimpin global, melalui wadah Organisasi Maritim Internasional (IMO), menyelenggarakan sebuah konvensi internasional pada November 1973. Pertemuan tersebut fokus pada upaya pencegahan polusi dan penanganan sampah kapal, yang kemudian menghasilkan regulasi MARPOL (Marine Pollution). Merujuk pada Pasal 1 Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 29 Tahun 2014 tentang Pencegahan Pencemaran Lingkungan Maritim, didefinisikan bahwa pencemaran dari kapal mencakup semua

kerusakan dan dampak negatif yang timbul di perairan laut. Kerusakan ini disebabkan oleh tumpahan atau masuknya berbagai jenis zat, baik disengaja maupun tidak, seperti minyak, bahan cair beracun, material berbahaya dalam kemasan, sampah, kotoran (sewage), serta emisi udara yang dihasilkan oleh kapal.

Secara spesifik, regulasi yang mengatur pembuangan limbah mentah dan kotoran (sewage) dari kapal sudah ditetapkan secara terperinci dalam MARPOL Annex IV. Ketentuan Marine Pollution (MARPOL) Annex IV mulai berlaku efektif pada 27 September 2003. Regulasi ini mencakup standar spesifik terkait pelepasan sewage ke perairan laut dari kapal, termasuk persyaratan mendetail tentang peralatan pengolahan dan sistem pengendalian limbah, serta ketentuan yang harus dipenuhi untuk survei dan sertifikasi. Semua ini bertujuan sebagai langkah preventif terhadap kontaminasi laut yang disebabkan oleh sewage. Sebagai wujud nyata dari kepatuhan terhadap implementasi MARPOL Annex IV, Indonesia secara resmi meratifikasi ketentuan tersebut melalui Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 29 Tahun 2012. Tindak lanjut dari pengadopsian konvensi MARPOL dan adaptasi Perpres ini kemudian diatur lebih lanjut melalui Peraturan Menteri Perhubungan (PM) Nomor 29 Tahun 2014 tentang Pencegahan Pencemaran Lingkungan Maritim, sebagaimana tercantum dalam Pasal 23.

Keberadaan regulasi, baik di tingkat nasional maupun global, yang mengatur pencegahan pencemaran laut, menunjukkan bahwa isu ini merupakan masalah persisten yang mengancam kelangsungan hidup umat manusia. Namun, ketentuan-ketentuan tersebut sering kali diabaikan karena faktor kepentingan ekonomi dinilai lebih mendesak untuk diutamakan. Sesuai dengan ketentuan yang termaktub dalam MARPOL Annex IV, limbah kotoran yang telah melalui proses penghancuran dan sterilisasi dari bakteri

(sanitasi) harus dibuang pada jarak minimal tiga mil laut dari garis pantai terdekat. Sebaliknya, kotoran yang belum bebas dari bakteri (disebut limbah mentah) wajib dibuang pada jarak minimal dua belas mil laut dari daratan terdekat. Meskipun terdapat aturan tegas tersebut, fakta di lapangan menunjukkan bahwa kasus pencemaran yang diakibatkan oleh pembuangan limbah toilet dari kapal masih sering terjadi.

Berikut adalah larangan utama yang tercantum dalam MARPOL Annex IV terkait pembuangan limbah (*sewage*) dari kapal ke laut:

- a. Larangan Membuang Limbah Domestik langsung ke Laut  
Kapal tidak boleh membuang limbah atau *sewage* langsung ke laut kecuali memenuhi ketentuan berikut
  - 1) Limbah sudah diolah oleh *Sewage Treatment Plant* (STP) dan dibuang  $\geq 3$  mil laut dari pantai.
  - 2) Jika belum diolah, limbah hanya boleh dibuang  $\geq 12$  mil laut dari pantai dan dalam kondisi kapal sedang berlayar dengan kecepatan sedang.
- b. Larangan Pembuangan di Pelabuhan atau Perairan Tertutup  
Dilarang membuang *sewage* di teluk, atau perairan tertutup, di mana aliran air lambat dan dampak pencemaran bisa tinggi.
- c. Larangan Pembuangan di Special Areas (Zona Khusus)  
Di wilayah yang dinyatakan sebagai "*Special Areas*" oleh IMO, pembuangan limbah dilarang sepenuhnya tanpa sistem pengolahan yang disetujui, contoh nya yaitu Laut Baltik.
- d. Larangan berlayar tanpa peralatan pengolahan atau penampungan.  
Kapal dilarang berlayar tanpa salah satu dari:
  - 1) *Sewage Treatment Plant*.
  - 2) *Sewage Holding Tank* (penampungan).
  - 3) Sistem pembuangan yang sesuai standar.

e. Larangan Operasi Tanpa Sertifikasi

Kapal tidak boleh beroperasi internasional tanpa memiliki:  
*International Sewage Pollution Prevention Certificate (ISPPC)*

5. *Sewage treatment plant*

Sewage treatment plant merupakan perangkat pengolah limbah yang menangani sisa-sisa dari area geladak kapal, seperti kotoran manusia dan buangan dari galley, sebelum dilepaskan ke luar kapal agar tidak mencemari perairan. Peralatan ini umumnya dipasang di kapal untuk memastikan wilayah pesisir, perairan sekitar, maupun laut lepas tetap terlindungi dari pencemaran. Selain itu, apabila proses pengolahan tidak dilakukan dengan benar, limbah tersebut dapat membahayakan kehidupan biota laut serta menimbulkan risiko kesehatan. Mesin ini biasanya dioperasikan ketika kapal sedang berlabuh maupun berada pada posisi anchoring. Mengoperasikannya dengan benar merupakan bagian dari upaya menjaga kelestarian lingkungan laut. Saat kapal berada dekat daratan, penguraian limbah melalui sewage treatment plant menjadi kewajiban sebelum dibuang ke perairan. Jenis limbah ini menjadi ancaman serius bagi ekosistem karena berpotensi merusak lingkungan, khususnya laut. Limbah kapal tersebut berasal dari kotoran manusia, air buangan kamar mandi, dan sisa dapur. Limbah ini tergolong berbahaya karena dapat menjadi media berkembangnya bakteri penyebab penyakit.

Menurut (Subarkah et al., 2021), Limbah memiliki potensi besar untuk merusak ekosistem pesisir maupun laut. Buangan yang tidak diproses terlebih dahulu atau tidak memenuhi standar pengolahan dapat menjadi sumber pertumbuhan organisme berbahaya, mengandung zat pengganggu endokrin, bahan kimia berbahaya, logam berat, serta racun yang dapat mengacaukan keseimbangan lingkungan. Dalam rangka mencegah dampak negatif ini, para pakar ekosistem dan profesional dari berbagai

sektor harus bekerja sama. Tujuannya adalah menyatukan sumber daya dan membangun sinergi untuk menghasilkan inovasi sistem pengolahan limbah yang benar-benar berwawasan lingkungan.

Air buangan yang belum melalui proses di Instalasi Pengolahan Limbah Kotoran (Sewage Treatment Plant) diketahui masih membawa sejumlah besar mikroorganisme yang berada dalam status dorman atau tidak aktif. Mikroba tersebut akan mulai berfungsi ketika memperoleh suplai oksigen yang diberikan melalui aeration blower. Selama proses reproduksi, mikroorganisme ini memerlukan oksigen sehingga kotoran dapat terurai dengan cepat selama tahap pengolahan. Setelah penguraian berlangsung, sisa partikel kotoran kemudian akan turun dan mengendap di bagian dasar.

Gambar 2.3 Sewage treatment plant



Sumber : Engine room MT.Permata Pioneer

Sedangkan menurut (Sugiharto and Basuki, 2022) Sewage Treatment Plant merupakan fasilitas yang berfungsi sebagai sistem pengolahan untuk limbah cair. Air limbah sendiri berasal dari sisa kegiatan produksi maupun aktivitas manusia lainnya-termasuk rumah tangga, rumah sakit, perkantoran, pasar, dan berbagai

kegiatan sehari-hari yang berupa air buangan maupun kotoran manusia (tinja). *Sewage Treatment Plant* di atas kapal adalah sebuah mesin bantu untuk mengolah limbah di kapal agar aman dibuang ke laut. Proses kerja *sewage treatment plant* dilakukan dengan memasukkan udara segar ke dalam ruang penampungan limbah. Pasokan udara ini berperan penting karena memengaruhi perkembangan bakteri anaerob yang berfungsi dalam proses penguraian. Perangkat ini biasanya ditempatkan di dek bawah kapal, berdampingan dengan berbagai mesin bantu lainnya. Unit tersebut berbentuk kotak berbahan logam yang sangat kokoh, dengan panel dan tombol kontrol di sisi luarnya yang digunakan untuk menjalankan sistem pengolahan limbah di kapal.

#### 6. *Bakteri Aerob*

Bakteri aerob merujuk pada kelompok mikroorganisme yang wajib mengonsumsi oksigen agar dapat bertahan hidup dan bereproduksi secara optimal. Dalam mekanisme respirasi seluler mereka, organisme ini memanfaatkan oksigen sebagai penerima elektron akhir guna memproduksi energi yang diperlukan dalam bentuk senyawa kimia adenosin trifosfat (ATP).

##### a. Ciri-ciri *Bakteri Aerob*:

- 1) Butuh oksigen: Mereka hanya bisa hidup di lingkungan yang mengandung oksigen.
- 2) Menghasilkan energi melalui respirasi aerobik.
- 3) Biasanya hidup di tempat terbuka seperti tanah, air, dan permukaan tubuh organisme lain yang terkena udara.

Bakteri aerob dimanfaatkan dalam proses dekomposisi materi organik yang terdapat dalam cairan limbah, di mana peran oksigen sangat krusial. Mekanisme ini lazimnya berlangsung di dalam tangki aerasi (*aeration tank*). Pada tahapan ini, udara atau oksigen dipasok secara paksa ke dalam air limbah, memungkinkan

bakteri berespirasi dan mengubah senyawa organik kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana dan tidak berisiko.

b. Cara Kerjanya:

- 1) Oksigen ditambahkan ke air limbah melalui sistem aerasi
- 2) Bakteri aerob seperti *Nitrosomonas*, *Nitrobacter*, atau *Pseudomonas* mulai memakan bahan organik seperti lemak, protein, dan karbohidrat.
- 3) Bahan organik tersebut diubah menjadi karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), dan biomassa (sel bakteri baru).
- 4) Setelah proses selesai, lumpur aktif yang berisi bakteri akan dipisahkan dari air bersih dalam secondary clarifier.

c. Keuntungan Penggunaan *Bakteri Aerob* dalam Sewage Treatment:

- 1) Efisien menghilangkan bahan organik dan nutrisi.
- 2) Proses lebih cepat dibanding *anaerob*.
- 3) Lebih ramah lingkungan jika dikontrol dengan baik.

## **B. Prosedur meng-aktifkan dan meng-nonaktifkan STP**

Panduan mengenai tata cara pengaktifan dan penonaktifan Instalasi Pengolahan Limbah Kotoran (STP) memiliki peran yang sangat krusial. Kegagalan dalam mengikuti prosedur baku yang telah ditetapkan dapat menjadi salah satu pemicu merosotnya efisiensi kinerja sistem pengolahan limbah. Oleh sebab itu, seluruh awak kapal wajib memahami Standar Prosedur Operasi (SOP) demi memastikan stabilitas proses biologis serta memelihara keutuhan fungsi sistem mekanik dan elektrik instalasi tersebut, serta mencegah terjadinya pencemaran akibat pengelolaan limbah yang tidak sempurna, berikut ini adalah prosedur penggunaan pada *Sewage Treatment Plant* (STP) di MT PERMATA PIONEER

1. Menjalankan:

- a. Pemeriksaan terhadap bagian body pada *sewage*, blower kompresor dan pompa discharge tidak terjadi kebocoran atau kerusakan lainnya
- b. Pastikan valve limbah yang berasal dari akomodasi telah dibuka untuk masuk kedalam *sewage* dan telah tertutup untuk valve langsung *overboard*
- c. Pastikan blower kompresor siap digunakan dan tidak ada. sesuatu yang menghalangi udara penghisapan pada blower
- d. Pastikan rotasi pada *discharge pump* berputar ke arah yang benar
- e. Pastikan valve dari tangki aeration dan tangki *clarification* telah tertutup dan valve dari tangki *chlorination* telah terbuka.
- f. Buka *valve discharge* menuju *overboard* ataupun menuju after peak tangki apabila saat sedang dipelabuhan
- g. Nyalakan panel menjadi ON dan ubah pengaturan ke auto untuk pembungan otomatis pada level air tertentu
- h. Saat telah jalan pastikan *pressure* pada blower kompresor berjalan dengan baik pada 0,2-0,5kg/cm<sup>2</sup>
- i. Saat proses discharge pastikan *pressure* pada pompa berjalan dengan baik pada 1.4-1.8 kg/cm<sup>2</sup>
- j. Isi chlorine tablet pada tabung chlorine tablet setiap hari pada saat *sewage* digunakan
- k. Pastikan return line berjalan dengan baik

## 2. Mematikan:

Apabila ingin mematikan *sewage* pastikan jarak kapal dari daratan terdekat yaitu 12 mil dengan minimal kecepatan kapal 4 knot dan bukan pada daerah spesial, maka diperbolehkan untuk pembungan langsung ke *overboard* tanpa diproses didalam *Sewage Treatment Plant*.

- a. Tutup valve dari akomodasi menuju *sewage treatment* menuju ke langsung *overboard*

- b. Tunggu beberapa saat agar pembuangan limbah sisa berlanjut hingga tahap low level
- c. Matikan blower kompresor apabila semua proses telah selesai  
Matikan power pada panel dan terakhir tutup valve discharge overboard

### **C. Komponen-komponen pesawat bantu Sewage Treatment Plant**

Sebelum melakukan pembahasan yang lebih mendalam mengenai mekanisme pengolahan limbah, penting untuk memahami terlebih dahulu istilah serta peran spesifik dari beberapa bagian yang ada pada mesin ini. Agar proses pengolahan limbah dapat berfungsi sesuai dengan protokol yang ditetapkan, diperlukan sejumlah komponen fundamental sebagai penunjang utama.

Dengan demikian, penting untuk menguasai detail dari bagian-bagian inti yang menyusun mesin Instalasi Pengolahan Limbah Kotoran (Sewage Treatment Plant), di antaranya adalah:

#### **1. Aeration tank**

Tangki ini berfungsi sebagai wadah awal dalam sistem Sewage Treatment Plant, tempat air kotor dan tinja dari area akomodasi pertama kali dikumpulkan. Limbah yang masuk ke dalam tangki tersebut kemudian dihancurkan melalui aliran air dari diffuser, yang mendapatkan tekanan udara dari kompresor atau blower. Pada tahap ini juga berlangsung proses aerasi, di mana bakteri aerob yang diaktifkan oleh suplai oksigen bekerja untuk mengurai bahan organik dan menurunkan nilai BOD pada limbah.

Gambar 2.4 Tangki Sewage Treatment Plant



Sumber : Engine Room MT.Permata Pioneer

## 2. clarification Tank atau Sedimentation Tank

Bagian ini berfungsi sebagai wadah sedimentasi, bertugas menahan dan memisahkan sisa-sisa lumpur yang tersisa setelah air limbah melewati proses aerasi di tangki aerasi (aeration tank). Selanjutnya, endapan lumpur yang terkumpul akan dikembalikan (disirkulasi) ke aeration tank, sedangkan air yang telah melalui pembersihan akan dialirkan menuju wadah penampungan berikutnya.

## 3. chlorination tank

Bagian ini merupakan tangki dalam sistem Sewage Treatment Plant yang berfungsi untuk melakukan proses disinfeksi terhadap air limbah yang sudah melalui tahap pembersihan awal. Pada tahap ini, bakteri dan virus dimatikan menggunakan bahan kimia berupa chlorine tablet. Proses eliminasi mikroorganisme tersebut bertujuan untuk menurunkan jumlah atau menghilangkan patogen yang masih terdapat di dalam air limbah.

## 4. Sewage pump

Gambar 2.5 Discharge pump



Sumber : Engine Room MT.Permata Pioneer

Unit ini adalah perangkat pemompa yang memiliki fungsi untuk mendorong cairan limbah yang telah selesai menjalani serangkaian proses pengolahan, agar selanjutnya dapat dilepaskan ke area perairan laut.

#### 5. Control panel

Gambar 2.6 Control Panel



Sumber : Engine Room MT.Permata Pioneer

Panel kontrol berperan sebagai pusat pengendalian seluruh peralatan dan komponen yang bekerja dalam sistem sewage treatment plant. Jika panel ini mengalami gangguan, maka kinerja setiap bagian dari instalasi pengolahan limbah akan turut terpengaruh. Di dalam panel kontrol terdapat rangkaian perangkat elektronik yang sangat sensitif terhadap perubahan suhu, sehingga kondisi panas berlebih tidak diperbolehkan terjadi di dalam ruang panel.

#### 6. Water level control

Water level control berfungsi mengatur kerja discharge pump, di mana pompa akan menyala secara otomatis ketika ketinggian air di dalam tangki mencapai batas tertentu. Apabila sistem ini mengalami kerusakan, kinerja discharge pump dapat terganggu sehingga proses pembuangan limbah ke laut tidak berjalan secara maksimal.

Gambar 2.7 Level Control



Sumber : Engine Room MT.Permata Pioneer

## 7. Chlorine Tablet

Gambar 2.8 Chlorine



Sumber : Engine Room MT.Permata Pioneer

Tablet yang digunakan untuk menghilangkan mikroorganisme patogen yang terdapat di dalam air limbah.

#### D. Blower kompresor

Gambar 2.9 Blower kompresor



Sumber : Engine Room MT. Permata Pioneer

*Blower kompresor* adalah komponen vital yang berada pada sistem vital dalam sistem pengelolaan air limbah/*Sewage Treatment Plant (STP)*, khususnya pada tahap *aerasi* dan pencampuran biologis. Fungsi krusial dari blower adalah untuk memasok oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme aerob agar tetap aktif. Oksigen ini vital bagi kelangsungan hidup mereka dan untuk melakukan dekomposisi materi organik di dalam cairan limbah, yang pada akhirnya akan menghasilkan air buangan yang lebih jernih dan tidak membahayakan ekosistem. Dampak yang diberikan apabila salah satu bagian dari kompresor tidak berjalan dengan baik ataupun *air diffuser* tidak berjalan dengan baik maka limbah yang masuk kedalam tangki *aeration* tidak akan dikelola dengan baik dikarenakan bakteri *aerob* yang ada didalam tangki akan mati akibat tidak adanya oksigen yang di suplai kedalam tangka.

Selain itu *blower kompresor* juga memiliki banyak fungsi lain nya berikut adalah beberapa fungsi *blower kompresor* pada sistem pengelolaan air limbah :

1. Penyediaan oksigen untuk proses biologis

Pada tahap pengelolaan sekunder *mikroorganisme aerobik* memerlukan oksigen untuk menguraikan bahan organik dalam air limbah. *Blower kompresor* menyuplai udara yang mengandung oksigen ke dalam tangki *aerasi*, memungkinkan *mikroorganisme* untuk berkembang biak dan melakukan *proses biodegradasi* secara efektif.

2. Peningkatan efisiensi transfer oksigen

*Blower kompresor* menghasilkan gelembung udara halus yang meningkatkan luas permukaan kontak antara udara dan air, sehingga mempercepat transfer oksigen ke dalam air. Hal ini penting untuk memastikan mikroorganisme mendapatkan oksigen yang cukup untuk proses metabolisme mereka.

3. Pengadukan dan suspensi bahan organik

Selain menyediakan oksigen *blower kompresor* juga berfungsi untuk mengaduk air limbah yang ada pada tangki terutama lumpur pada bagian bawah tangki, yang bertujuan untuk menjaga bahan organik tetap tersuspensi dalam air dan memastikan bahwa *mikroorganisme* memiliki akses yang merata ke seluruh badan organik yang ada didalam tangki dan juga meningkatkan efisiensi proses pengolahan limbah

4. Pengurangan konsumsi energi dan biaya operasional

Penggunaan *blower kompresor* yang efisien dapat mengurangi konsumsi energi secara signifikan, penggunaan *blower* dengan menyesuaikan kecepatan *blower* sesuai dengan kebutuhan oksigen, mengoptimalkan penggunaan energi dan mengurangi biaya operasional

5. Peningkatan kualitas air yang dibuang

Dengan menyediakan oksigen yang cukup dan memastikan *proses biodegradasi* berjalan dengan optimal maka proses pengelolaan air limbah akan menghasilkan kualitas air limbah yang lebih baik dan memenuhi standar dan tidak mencemari lingkungan. Selain *proses biodegradasi* peranan penting juga dimainkan oleh *air diffuser* yang bertujuan untuk mendistribusikan udara ke dalam air limbah dan menghasilkan gelembung-gelembung udara yang diperlukan untuk proses *aerasi*.

#### **E. Bagian-bagian blower kompresor**

Blower kompresor memiliki banyak jenis dan berikut ini adalah bagian-bagian inti dalam suatu komponen *blower kompresor* :

1. Inlet/saluran udara masuk

Adalah tempat udara dari sekitaran *blower kompresor* dihisap masuk

2. Rotor

Adalah bagian berputar yang memberikan energi kinetik ke udara

3. Housing

Adalah rangka pelindung yang membungkus impeller dan mengarahkan aliran udara dari inlet ke outlet dan juga sebagai penahan tekanan

4. Shaft

Adalah penghubung impeller ke motor penggerak

5. Bearing

Adalah komponen yang membantu poros agar tetap sejajar dan berputar dengan lancar serta mengurangi gesekan

6. Seal

Adalah komponen yang berguna untuk mencegah kebocoran udara dari dalam ke luar casing dan juga sebagai pelindung dari debu atau cairan dari luar

7. Motor

Adalah komponen terpenting yang berupa motor listrik yang bertujuan untuk memberikan tenaga untuk memutar shaft dan impeller

8. V-belt

Adalah komponen yang berguna untuk mentransmisikan tenaga dari motor ke poros impeller

9. Outlet

Adalah tempat keluarnya udara menuju sistem

10. Filter udara

Adalah komponen yang berguna untuk menyaring udara dari debu dan kotoran yang akan masuk

11. Silincer

Adalah komponen yang berguna untuk meredam kebisingan aliran udara

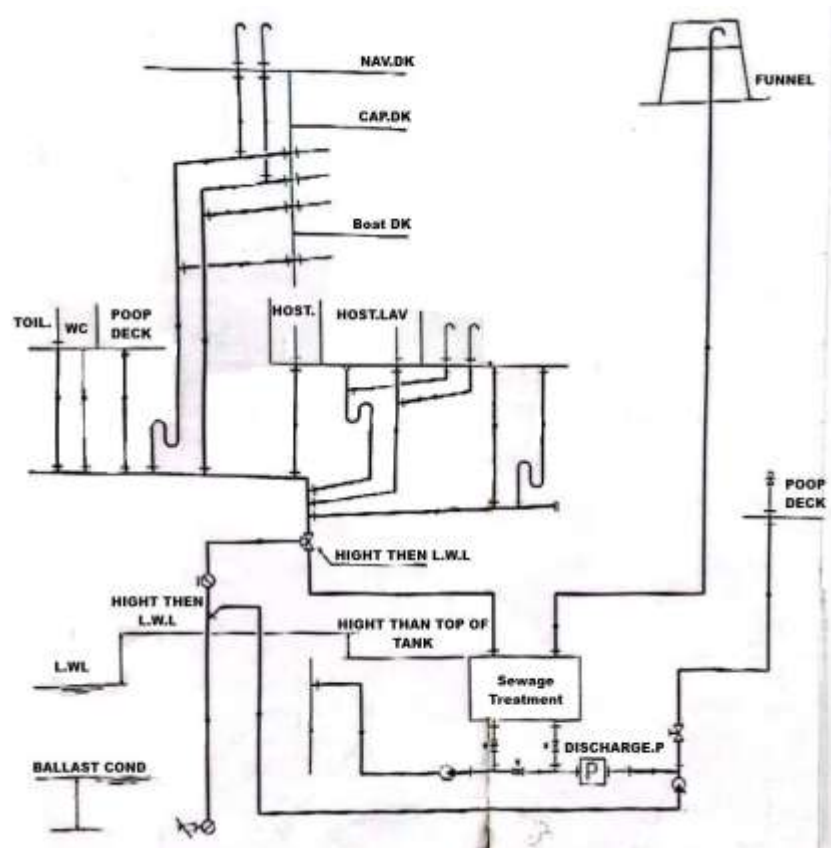
## **F. Prinsip kerja *Sewage Treatment Plant***

Instalasi Pengolahan Limbah Kotoran (STP) beroperasi berdasarkan metode pengolahan limbah secara biologi, yaitu dengan memasok udara segar (*aerasi*) ke dalam ruang pembuangan.

Cairan limbah yang kotor diangkut dari tangki penampung (*collecting tank*) menuju STP, di mana limbah tersebut membawa serta mikroorganisme yang berada dalam kondisi dorman atau tidak aktif. Bakteri yang ada pada *Sewage Treatment Plant (STP)* akan menjadi aktif apabila oksigen masuk kedalam pada proses *aerasi*. Oksigen akan membantu pertumbuhan bakteri dengan baik sehingga dapat menghilangkan kontaminan atau kandungan berbahaya yang ada dalam limbah sehingga dapat dibuang kelaut.

Pada dasarnya, *Sewage Treatment Plant (STP)* tersusun atas empat kompartemen utama beserta sejumlah komponen pendukung, yaitu *Collecting Tank*, *Disinfection Tank*, *Compressor*, dan *Sewage Pump*.

Gambar 2.10 Diagram sistem STP



Sumber : Manual Book MT.Permata Pioneer

Pada pengerjaannya Sewage Treatment Plant (STP) terbagi menjadi beberapa tahapan :

a. Tahapan yang pertama:

Limbah yang berasal dari akomodasi kapal dan juga hospital akan masuk kedalam tangki aeration sebagai tangki penyimpanan, pada tangki ini limbah selalu diberikan udara yang berasal dari blower kompresor yang bertujuan untuk membantu pertumbuhan bakteri aerob yang ada didalam tangki yang akan menghilangkan bakteri organik yang ada pada limbah

b. Tahapan yang kedua:

Limbah yang melalui proses aeration akan di dorong oleh air diffuser yang berada pada bagian bawah tangki aeration tank yang berfungsi sebagai penyuplai udara dari blower kompresor dan juga

sebagai pengaduk lumpur yang menumpuk pada bagian bawah tangki agar bisa terolah dengan sempurna dan juga mendorong limbah cair masuk kedalam tangki *clarification* atau *sedimentation*

c. Tahapan yang ketiga :

Limbah yang masuk kedalam tangki *clarification* akan melalui tahap settling yang dimana limbah cair akan di dorong oleh udara yang berasal dari air diffuser dan limbah yang cair akan berada pada bagian atas yang akan masuk kedalam tangki *chlorination* tank dan limbah yang masih padat akan di dorong kembali kedalam tangki aeration oleh udara dari air diffuser melalui *sludge return line* untuk di proses ulang kembali.

d. Tahapan yang keempat:

Langkah terakhir yaitu limbah yang sudah berhasil melewati *clarification* tank akan diberikan chlorine tablet yang berfungsi untuk membunuh sisa-sisa bakteri yang masih hidup didalam limbah, setelah proses penetralisiran barulah limbah dapat dibuang kelaut dengan *discharge pump*.

## **G. Maintenance**

Menurut (Li *et al.*, 2020) Pemeliharaan (Maintenance) mencakup semua aktivitas yang dilaksanakan dengan tujuan mempertahankan fungsi optimal setiap perangkat atau komponen, agar beroperasi sesuai dengan standar yang diinginkan. Hal ini diwujudkan melalui inspeksi rutin, identifikasi dini, dan tindakan preventif terhadap kemungkinan kegagalan fungsi total yang mendadak.

Menurut (Purwanto, Megasari and Nuryadi, 2025) Pemeliharaan didefinisikan sebagai serangkaian tindakan yang ditujukan untuk mengembalikan kinerja fungsional suatu mesin atau perangkat keras di lingkungan industri/perusahaan, sehingga mampu beroperasi kembali sesuai dengan spesifikasi rancangannya.

Menurut (Permatasari, Dasi and Wildan, 2025) Perawatan preventif adalah jenis pemeliharaan yang dilaksanakan berdasarkan jadwal terstruktur, umumnya dilakukan secara berkala. Kegiatan ini mencakup inspeksi, perbaikan kecil, penggantian suku cadang, pembersihan, pemberian pelumas, dan penyetelan komponen.

#### **H. Jenis-jenis Maintenance**

Pemeliharaan (Maintenance) dapat dikategorikan menjadi dua jenis utama, salah satunya adalah:

1. Perawatan Terjadwal. Perawatan terjadwal merupakan aktivitas pemeliharaan yang eksekusinya didasarkan pada perencanaan yang telah disusun sebelumnya. Jenis pemeliharaan ini dirancang dengan mempertimbangkan dan berlandaskan pada rangkaian alur proses produksi. Perawatan terjadwal ini selanjutnya dibagi lagi menjadi beberapa kategori:

a. Perawatan pencegahan.

Pemeliharaan preventif adalah tindakan perawatan yang dilakukan berdasarkan interval waktu yang konsisten atau didasarkan pada kriteria spesifik di berbagai fase alur produksi. Tujuannya adalah untuk menjamin bahwa output yang dihasilkan tetap sejalan dengan target yang ditetapkan, baik dari sisi kualitas produk, efisiensi biaya, maupun ketepatan jadwal

b. Perawatan terjadwal.

Perawatan periodik merupakan jenis pemeliharaan yang berfokus pada mencegah kegagalan sistem dan dilakukan secara berulang dalam rentang waktu tertentu. Penentuan interval waktu perawatan ini didasarkan pada catatan historis, pengalaman terdahulu, atau mengikuti anjuran spesifik dari produsen perangkat terkait.

c. Perawatan prediktif.

Perawatan prediktif adalah sebuah pendekatan strategi perawatan yang implementasinya didasarkan sepenuhnya pada

kondisi aktual dari mesin yang bersangkutan. Perawatan jenis ini dikenal juga sebagai pemeliharaan berbasis kondisi (condition based maintenance) atau pemantauan kondisi mesin (machinery condition monitoring). Artinya, kondisi mesin ditetapkan melalui inspeksi rutin guna memastikan keandalan operasional dan terjaminnya keselamatan kerja.

## 2. Perawatan tidak terencana.

Pemeliharaan non-terjadwal adalah jenis perawatan yang dilakukan sebagai respons atas tanda-tanda atau sinyal yang menunjukkan bahwa salah satu tahapan dalam proses produksi tiba-tiba menghasilkan output yang tidak memenuhi standar. Dalam kondisi seperti ini, perlu dilakukan tindakan pemeliharaan pada mesin yang bersangkutan secara mendadak atau tanpa rencana sebelumnya. Perawatan yang tidak terencana ini mencakup beberapa kategori, yaitu:

### a. Perawatan mendesak (darurat).

Perawatan mendesak merupakan aktivitas pemeliharaan mesin yang membutuhkan penanganan segera untuk mencegah timbulnya konsekuensi kerusakan yang lebih serius.

### b. Perawatan kerusakan.

Perawatan korektif adalah jenis pemeliharaan yang berfokus pada perbaikan yang dilakukan ketika suatu peralatan mengalami kegagalan fungsional, sehingga menuntut dilakukannya perbaikan segera atau berdasarkan tingkat urgensi.

### c. Perawatan penangkal.

Perawatan atas ketidaksesuaian adalah pemeliharaan yang dilaksanakan sebagai reaksi terhadap hasil produksi (baik barang setengah jadi maupun produk akhir) yang tidak memenuhi spesifikasi yang direncanakan, mencakup aspek kualitas, anggaran biaya, dan ketepatan waktu.

## I. Perawatan Sewage Treatment Plant

Perawatan pada sewage treatment plant menurut *planned maintenance system* (PMS) memiliki 2 type rutin dan berkala, yaitu:

### 1. Perawatan rutin:

- a. Pengecekan *pressure gauge* pada kompresor yang dilakukan setiap hari dengan memastikan pressure berada pada range 0.1 sampai 0.5 kg/cm<sup>2</sup> dan apabila pressure mengalami kenaikan yang tidak wajar maka lakukan pengecekan pada air diffuser dan jalur udara pastikan tidak adanya penyumbatan pada jalur udara, dan apabila pressure menurun lakukan pengecekan pada intake pastikan tidak ada benda yang menyumbat pada intake udara dan v-belt blower pastikan v-belt tidak putus ataupun melonggar.
- b. Pengecekan pada jalur balik sludge yang dilakukan setiap hari dengan visual, apabila terjadinya penyumbatan maka lakukan pembersihan dengan majun bersih.
- c. Pemberian chlorine tablet dilakukan setiap hari saat sewage treatment plant digunakan dengan memberikan minimal seperempat dari tinggi tabung chlorine.

### 2. Perawatan berkala setiap bulan :

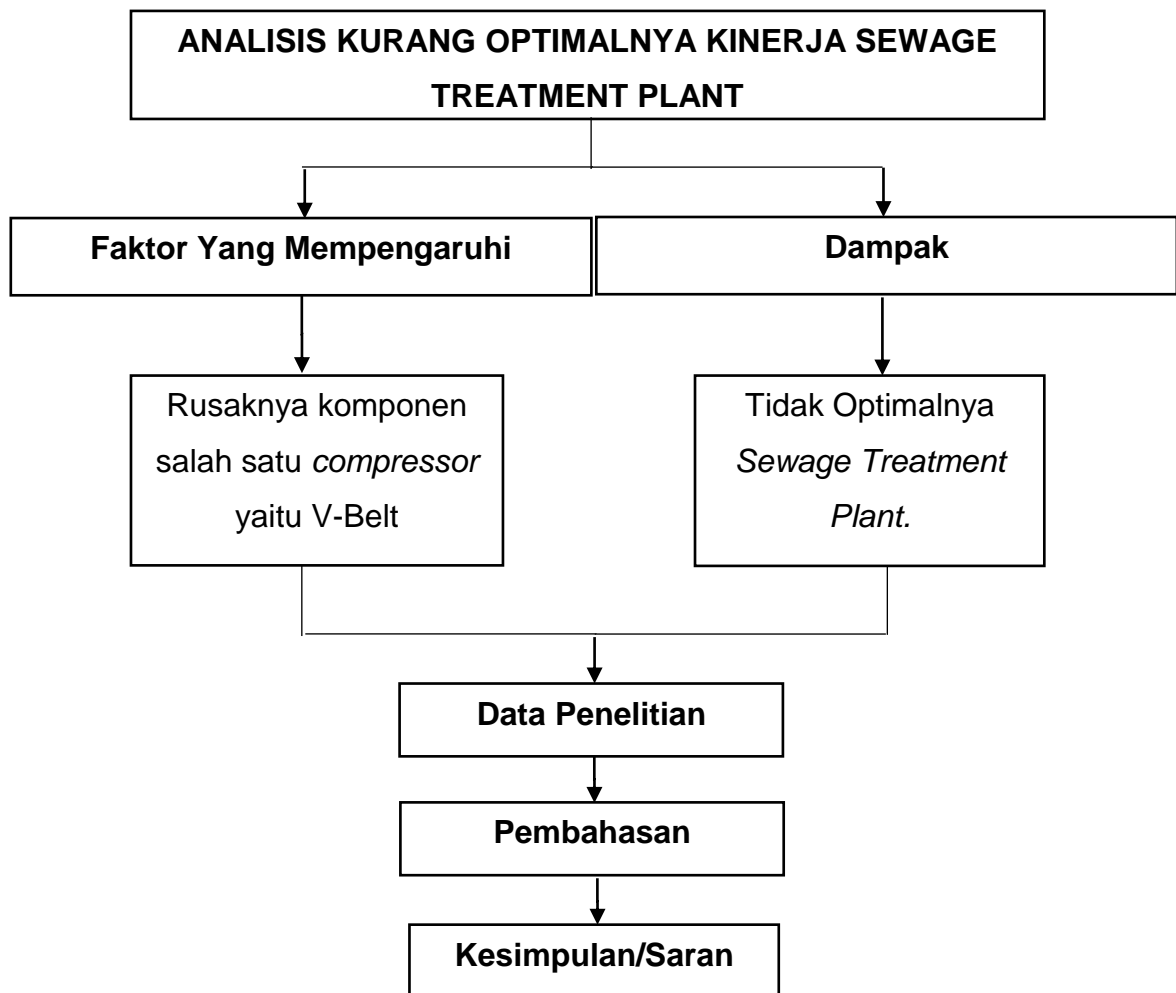
- a. Lakukan pengecekan pada air limbah setiap minggu pada saat sewage treatment plant digunakan, dengan memastikan kandungan dari BOD dibawah dari 25mg/liter dan COD dibawah 125mg/liter menggunakan test kit.
- b. Lakukan pembersihan pada tabung chlorine tablet setiap bulan dengan membersihkannya menggunakan majun bersih untuk memastikan tidak adanya penyumbatan pada tabung *chlorine* tablet.
- c. Lakukan pengecekan pada *mechanical seal* pada pompa sewage setiap bulan.

### 3. Perawatan berkala setiap 3 bulan :

- a. Lakukan pembersihan sisa-sisa lumpur pada aeration setiap 3 bulan, dengan cara mengosongkan sekitar 75% dari kapasitas dan membersihkan tanki menggunakan air.
  - b. Lakukan pembersihan pada *clarification* dengan menggunakan air setiap 3 bulan.
4. Perawatan berkala setiap 6 bulan :
- a. Lakukan pengecekan pada oli gear blower setiap 6 bulan, isi ulang oli ataupun penggantian oli jika di perlukan. Oli yang di gunakan *type 460 oil gear*.
  - b. Lakukan pengecekan pada kompresor *bearing* setiap 3 bulan, berikan secukupnya grease pada bearing.
5. Perawatan berkala setiap 1 tahun :
- a. Pengecekan *body* pada *sewage treatment plant* setiap tahun.
  - b. Pengecekan *intake* udara setiap tahun apabila suara dari *intake* sudah mulai besar maka lakukan pembersihan didalam *intake*.

## E. Kerangka Pikir

Kerangka pemikiran merupakan rancangan konseptual yang disusun peneliti untuk menggambarkan keterkaitan antar variabel yang diperkirakan muncul, yang disusun berdasarkan hasil telaah dan pemaparan dari tinjauan pustaka. Berdasarkan judul serta uraian mengenai faktor-faktor penyebab timbulnya permasalahan yang didukung oleh referensi pustaka, maka gambaran umum mengenai kerangka pemikiran dapat ditampilkan sebagai berikut:



## **F. Hipotesis**

Berdasarkan rumusan masalah, penulis mengambil dugaan sementara penyebab menurunnya kinerja *Sewage Treatment Plant* adalah karena rusaknya *V-Belt Compressor Sewage Treatment Plant*.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **A. Lokasi dan Waktu Penelitian.**

Penelitian ini dilakukan di atas kapal tanker MT. PERMATA PIONEER. Pelaksanaannya berlangsung selama periode Praktik Laut (PRALA), dimulai dari bulan Januari 2024 hingga Januari 2025, dengan total durasi kerja di lapangan mencapai dua belas bulan.

### **B. Metode Pengumpulan Data.**

Dalam studi ini, metode yang digunakan untuk mendapatkan data mencakup:

1. Penelitian Lapangan (field research), Yakni serangkaian kegiatan penelitian yang dijalankan melalui pengamatan langsung di lokasi proyek yang menjadi sasaran kajian. Data dan informasi dikumpulkan melalui:
  - a. Metode observasi, yaitu pelaksanaan pengamatan secara langsung di lapangan selama penulis menjalani praktik pelayaran (praktik laut).
  - b. Metode dokumentasi, yaitu prosedur pengumpulan informasi dengan meninjau, mempelajari, dan mencatat berbagai materi atau objek yang memiliki relevansi dengan topik penelitian.
2. Tinjauan kepustakaan (Library Research), Metode penelitian yang dilakukan dengan cara membaca mendalam dan memahami berbagai literatur atau buku referensi yang memiliki hubungan dengan isu yang dibahas. Tujuannya adalah untuk mendapatkan kerangka teori yang akan dijadikan dasar dalam menganalisis permasalahan yang diteliti.
3. Metode subjektif deskriptif, Di mana penulis melakukan telaah dan analisis terhadap data-data yang diperoleh dari hasil observasi atau

pengamatan yang dilaksanakan secara langsung terhadap objek studi.

### **C. Jenis dan Sumber Data**

Untuk melengkapi dan memperkaya analisis dalam karya tulis ini, telah dilakukan pengumpulan berbagai data dan sumber informasi. Jenis data yang dimanfaatkan dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori utama, yaitu:

#### **1. Jenis data :**

a. Data Kualitatif merupakan metodologi yang berupaya untuk menafsirkan sebuah fenomena dalam lingkungan alaminya. Cara memperolehnya adalah dengan menjalin interaksi langsung dengan subjek studi dan menghimpun informasi yang bersifat deskriptif. Data jenis ini menekankan pada upaya penelitian untuk menggali signifikansi di balik tindakan dan pengalaman yang diamati. Oleh karena itu, fokus utamanya terletak pada esensi kualitas data, bukan sekadar pengukuran variabel atau kuantitas numerik. Singkatnya, data kualitatif adalah informasi yang didapatkan dalam bentuk narasi atau keterangan, baik disampaikan secara verbal maupun tertulis.

#### **2. Sumber Data :**

a. Data primer adalah informasi yang didapatkan langsung melalui observasi di lapangan. Dalam studi ini, data dikumpulkan menggunakan metode survei, yakni dengan melakukan pengamatan, pengukuran, dan pencatatan secara langsung di lokasi penelitian. Data yang akan dihimpun meliputi: kondisi kerusakan atau penurunan efektivitas Sewage Treatment Plant, faktor-faktor pemicu kinerja yang tidak optimal, dampak yang ditimbulkan oleh kinerja yang buruk, tindakan preventif untuk mengatasi masalah tersebut, serta temuan lain dari penelitian yang dilakukan di atas kapal.

- b. Data sekunder adalah informasi tambahan yang berfungsi sebagai suplemen bagi data primer. Data ini bersumber dari berbagai bahan kepustakaan, seperti literatur, materi perkuliahan, data internal yang berasal dari lokasi studi, serta dokumen-dokumen lain yang relevan dengan bahasan penelitian ini.

#### **D. Metode Analisis**

Penyusunan tugas akhir ini memanfaatkan pendekatan deskriptif, yang merupakan jenis tulisan berisi penjelasan dan perincian terstruktur mengenai objek permasalahan yang terjadi pada kurun waktu spesifik.

Metode ini diaplikasikan untuk menyajikan data yang diperoleh secara mendalam, dengan sasaran utama untuk menyediakan informasi tentang perencanaan solusi terhadap isu yang muncul dan memiliki relevansi dengan topik skripsi ini.



### E. Jadwal Penelitian

Mengenai rencana waktu pelaksanaan kegiatan studi ini, detail lengkapnya dapat diamati pada tabel yang terlampir di bawah ini.

Tabel 3.1 Jadwal penelitian

NO	KEGIATAN	TAHUN 2022											
		BULAN											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Pengumpulan referensi									■			
2	Pemilihan judul										■	■	
3	Bimbingan dan penyusunan proposal												■
TAHUN 2023													
4	Bimbingan dan penyusunan proposal	■	■	■	■	■							
5	Seminar proposal						■						
6	Perbaikan seminar proposal						■	■					
TAHUN 2024													
7	Pengambilan data (PRALA)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
TAHUN 2025													

8	Bimbingan seminar hasil													
9	Seminar hasil													
10	Revisi													
11	Seminar Tutup													