

**ANALISIS KINERJA SEWAGE TREATMENT PLANT
DI KAPAL MV.SUN WINNER II**



PUTRA HARIS PRATAMA

NIT : 20.42.014

TEKNIKA

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2024**

SKRIPSI
ANALISIS KINERJA *SEWAGE TREATMENT PLANT* DI KAPAL
MV. SUN WINNER II

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Program Pendidikan Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun dan Diajukan Oleh :

PUTRA HARIS PRATAMA
NIT.20.42.014

PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2024

SKRIPSI

ANALISIS KINERJA SEWAGE TREATMENT PLANT DI KAPAL MV. SUN WINNER II

Disusun Dan Diajukan Oleh :

PUTRA HARIS PRATAMA

NIT : 20.42.014

Telah Dipertahankan Di Depan Panitia Ujian Skripsi

Pada Tanggal, 14 November 2024

Menyetujui :

Pembimbing I

Pembimbing II


H. Agus Salim, M.Si., M.Mar.E
NIP. 19630817 199808 1 001


Agustina Setyaningsih, S.Si., M.Pd
NIP. 19850808 200912 2 004

Mengetahui :

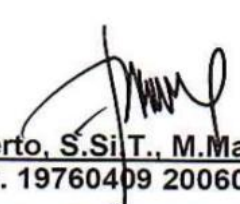
a.n, Direktur

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

Pembantu Direktur I

Ketua Program Studi Teknika


Capt. Faisal Saransi, M.T., M.Mar
NIP. 19750329 199903 1 002


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

PRAKATA

Penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya, yang memungkinkan penulis menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Kinerja Sewage Treatment Plant di Kapal MV. SUN WINNER II” tepat waktu. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Diploma IV jurusan Teknika di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak, yang membuat penulis dapat mengatasi segala kendala yang dihadapi. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dorongan hingga skripsi ini dapat diselesaikan.

Dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa
2. Bapak Capt. Rudy Susanto, M.Pd. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
3. Bapak Alberto, Si.T., M.Mar.E selaku Ketua Program Studi Teknika.
4. Bapak H. Agus Salim, M.Si.M.Mar.E selaku Dosen Pembimbing I.
5. Ibu Agustina Setyaningsih, S.Si., M.Pd. selaku Dosen Pembimbing II.
6. Seluruh staff Program Studi Teknika.
7. Seluruh Dosen Pengajar dan Pegawai Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
8. Direktur dan *Crewing* PT. Rona Pratama Citra Jaya Abadi yang telah mengizinkan dan memberi kesempatan kepada penulis dalam melaksanakan praktik
9. *Chief Officer* Johanes Oral Pangemanan dan *Third Engineer* Edi Purwoko, selaku penanggung jawab dan pembimbing penulis selama penulis melaksanakan praktik laut di kapal MV.Sun Winner II
10. Seluruh *Crew* MV.Sun Winner II khususnya *Engine Departement*. Yakni

11. *Chief Engineer* Nay Myo Aung, Bass Aung Pyo Lwin , Bass La Pyae Win, Bass Edi Purwoko, Bang Ruben, Bang Yacob , Bang Udin, Bang Mustofa, dan Bang Jordy yang sudah membantu dan membimbing serta memberikan ilmu kepada penulis saat praktik laut.
12. Bapak Hariyadi dan Ibu Risma Rusmana orang tua tercinta, saudara-saudara saya yang telah memberikan dukungan doa dan motivasi kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
13. Seluruh Taruna/i PIP Makassar dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Sebagai penutup, penulis dengan tulus meminta maaf atas segala kekurangan yang ada dalam skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Makassar, Juni 2024



PUTRA HARRIS PRATAMA

NIT.20.42.014

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : PUTRA HARIS PRATAMA

NIT : 20.42.014

Program Studi : TEKNIKA

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

ANALISIS KINERJA *SEWAGE TREATMENT PLANT* DI KAPAL MV.SUN WINNER II

Ini adalah karya asli saya. Semua ide yang terdapat dalam skripsi ini, kecuali yang saya sebutkan sebagai kutipan atau yang terkait dengan tema, adalah hasil pemikiran saya sendiri. Jika terbukti sebaliknya, saya siap menerima sanksi yang diberikan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, juni 2024



PUTRA HARIS PRATAMA
NIT 20.42.014

ABSTRAK

Putra Haris Pratama, Analisis Kinerja *Sewage Treatment Plant* Di Kapal MV.Sun Winner II (dibimbing oleh Bapak H. Agus Salim dan Ibu Agustina Setyaningsih).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor kerusakan yang mempengaruhi kinerja *Sewage Treatment Plant*. *Sewage Treatment Plant* adalah alat yang digunakan untuk mengolah limbah atau kotoran manusia di kapal, sehingga limbah tersebut dapat dibuang ke laut tanpa mencemari lingkungan. Jika *Sewage Treatment Plant* tidak berfungsi dengan baik, kinerjanya akan terganggu, yang membuatnya menarik untuk dianalisis dalam penelitian ini yang berjudul "Analisis Kinerja *Sewage Treatment Plant* di Kapal MV. Sun Winner II".

Penelitian ini menggunakan dua metode, yaitu metode lapangan dengan mengamati langsung objek yang diteliti, dan metode studi pustaka dengan membaca buku dan referensi yang berkaitan dengan topik penelitian, serta metode wawancara.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa langkah pencegahan sangat penting untuk mencegah kerusakan pada *Sewage Treatment Plant*. Masalah utama yang ditemukan adalah faktor-faktor yang menyebabkan penurunan kinerja *Sewage Treatment Plant*, sehingga mengalami kerusakan yang memengaruhi fungsinya dan mengurangi efektivitasnya. Berdasarkan analisis data dan uji yang dilakukan di lapangan, khususnya di kamar mesin MV. Sun Winner II, peneliti menemukan bahwa kerusakan komponen pada *Sewage Treatment Plant* dan kurangnya perhatian terhadap pemeliharaan dan perbaikan menjadi faktor utama yang menyebabkan masalah tersebut.

Kata kunci : *Sewage Treatment Plant*, Kinerja, Dan Kerusakan

ABSTRACT

Putra Haris Pratama, *Performance Analysis of the Sewage Treatment Plant on the M.Sun Winner II Ship* (guided by Mr. H. Agus Salim and Mrs. Agustina Setyaningsih).

The purpose of the study was to find out the damage factors that affect the performance of the sewage treatment plant. The Sewage Treatment Plant is an auxiliary machinery that functions to process waste or human waste on board the ship so that the waste can be disposed of into the sea and does not cause pollution to the marine environment. The non-optimality of the sewage treatment plant has a great effect on its performance, so it is interesting to analyze it with a title." Performance Analysis of Sewage Treatment Plant on MV. Sun Winner II".

This study uses two methods, namely the field method (Field Research) by conducting a direct review of the research object and library research by reading books and literature about the research title and interview method.

The results obtained from this study are the prevention of damage to the Sewage Treatment Plant. And the formulation of the problem is what are the factors that cause the performance of the sewage treatment plant to decline so that it suffers damage that affects the performance of the Sewage Treatment Plant is not optimal. The results of the research analyzed the data after the test results based on facts in the field in the MV.Sun Winner II engine room. In accordance with the research hypothesis that has been determined to be analyzed by the researcher, namely the presence of component damage in the Sewage Treatment Plant and lack of attention to Maintenance and Repair in the Sewage Treatment Plant.

Keywords : Sewage Treatment Plant, Performance, and Damage

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PRAKATA	iv
PERNYATAAN KEASLIAN DOKUMEN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Batasan Masalah	4
E. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. <i>Marine Pollution</i>	6
B. <i>Pengertian Sewage Treatment Plant</i>	8
C. <i>Prinsip Kerja Sewage Treatment Plant</i>	10
D. <i>Komponen Sewage Treatment Plant</i>	13
E. <i>Pengoperasian Sewage Treatment Plant</i>	16
F. <i>Perawatan Sewage Treatment Plant</i>	17
G. Kerangka Pikir	19
H. Hipotesis	19
BAB III METODE PENELITIAN	20
A. Waktu Dan Lokasi Penelitian	20
B. Jenis Penelitian	20
C. Metode Pengumpulan Data	20

D. Jenis Dan Sumber Data	21
E. Langkah Langkah Penelitian	22
F. Tabel Penelitian	23
BAB IV HASIL PENELITIAN	24
A. Deskripsi Hasil Penelitian	24
B. Analisis Masalah	25
C. Pembahasan Masalah	25
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	36
A. Simpulan	36
B. Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	38
RIWAYAT HIDUP	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Sewage Treatment Plant</i>	10
Gambar 2.2 <i>Cara Kerja Sewage Treatment Plant</i>	12
Gambar 2.3 <i>Komponen Sewage Treatment Plant</i>	15
Gambar 2.4 <i>Kerangka Pikir</i>	19
Gambar 4.1 <i>Discharge Pump</i>	29
Gambar 4.2 <i>Level Sensor</i>	32

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	23
Tabel 4.1 <i>Ship Particular</i>	24
Tabel 4.2 <i>Main Engine</i>	24
<i>Tabel 4.3 Electric Power Generator</i>	25
Tabel 4.3 <i>Sewage Treatment Plant</i>	25

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kapal laut adalah alat transportasi yang banyak digunakan saat ini, baik untuk mengangkut penumpang maupun barang. Di Indonesia, kapal laut tidak hanya berfungsi sebagai sarana pengangkutan barang antar pulau, tetapi juga menjadi moda transportasi bagi penumpang yang bepergian antar wilayah yang dipisahkan oleh perairan.

Transportasi kapal laut kini tidak hanya terbatas antar pulau, tetapi juga meliputi wilayah antar negara, baik regional maupun internasional, untuk mengangkut penumpang dan barang. Dalam pengoperasiannya, kapal laut selalu melibatkan kru yang bertugas mendukung aktivitas kapal. Karena itu, kebutuhan manusia di atas kapal, seperti kru dan penumpang, memerlukan fasilitas untuk mengelola sisa makanan yang mereka konsumsi.

Oleh sebab itu, kapal laut dilengkapi dengan sistem pengelolaan limbah yang dirancang untuk menampung dan mengolah sisa makanan manusia. Namun, jika limbah ini langsung dibuang ke laut, hal tersebut dapat mencemari laut dan merusak ekosistem serta kehidupan biota laut. Untuk mencegah hal ini, setiap kapal wajib memiliki peralatan yang dirancang untuk mencegah pencemaran laut, sesuai dengan persyaratan kelautan. Salah satu alat penting dalam mencegah pencemaran ini adalah *sewage treatment plant*.

Pada kapal, terdapat dua jenis *sewage treatment plant* yang umum digunakan, yaitu *biological sewage treatment plant* dan *chemical sewage treatment plant*. Metode biologis menggunakan bakteri untuk menguraikan bahan padat, sedangkan metode kimiawi memanfaatkan bahan kimia untuk tujuan yang sama. Pemilihan sistem pengolahan limbah yang paling optimal untuk dipasang di kapal akan dilakukan dengan mempertimbangkan ketersediaan ruang, biaya investasi, biaya

operasional, serta standar kualitas pengolahan limbah.

Untuk mencegah pencemaran laut, IMO (*International Maritime Organization*) mengeluarkan aturan tentang pencegahan pencemaran laut, yaitu MARPOL ANNEX IV, yang berfokus pada pembuangan limbah manusia (*sewage*) ke laut. Berikut adalah ketentuan yang harus dipatuhi sesuai dengan MARPOL 73/78 ANNEX IV:

1. Limbah manusia yang sudah diolah sehingga bebas bakteri menggunakan sistem pengolahan limbah yang disetujui oleh pemerintah dapat dibuang ke laut jika kapal berada lebih dari 4 mil dari daratan terdekat.
2. Limbah manusia yang belum diolah atau belum bebas bakteri harus dibuang di lokasi yang lebih dari 12 mil dari daratan terdekat.
3. Limbah yang disimpan dalam tangki tidak boleh dibuang sekaligus, melainkan secara bertahap saat kapal melaju dengan kecepatan maksimum 4 knot.
4. Saat berada di pelabuhan, limbah harus dibuang ke fasilitas penerima yang tersedia. Adapun jenis kapal yang diwajibkan mematuhi ketentuan ANNEX IV ini adalah:
 - a. Kapal baru dengan berat lebih dari 400 GT.
 - b. Kapal baru dengan berat kurang dari 400 GT yang mengangkut lebih dari 15 orang.
 - c. Kapal lama dengan berat lebih dari 400 GT, lima tahun setelah aturan ini mulai diberlakukan.
 - d. Kapal lama dengan berat kurang dari 400 GT yang mengangkut lebih dari 15 orang, lima tahun setelah aturan ini diberlakukan untuk pelayaran internasional.

Setiap kapal wajib memiliki sertifikat bernama *International Sewage Pollution Prevention Certificate* (ISPPC), yang berkaitan dengan pengelolaan limbah kotoran. Sistem pengolahan limbah memiliki berbagai jenis dan metode, tetapi semuanya bekerja berdasarkan prinsip yang sama. Sebelum membahas lebih lanjut,

penting untuk memahami apa yang dilakukan oleh fasilitas pengolahan limbah. Fasilitas ini dirancang untuk mengolah air limbah dari bangunan, seperti air yang berasal dari kamar mandi, toilet, mesin cuci, pencuci piring, dan wastafel. Tujuannya adalah untuk membersihkan air limbah dari zat-zat berbahaya yang dapat merusak lingkungan. Oleh karena itu, limbah medis harus diolah terlebih dahulu dalam *Sewage Treatment Plant*.

Membuang limbah tanpa melalui proses pengolahan dapat merusak ekosistem laut, menurunkan kualitas lingkungan, dan membuatnya tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Jika hal ini terjadi, pencemaran dapat memengaruhi pelabuhan, pesisir pantai, dan dermaga. Selain itu, pencemaran fisik seperti bau tidak sedap, air yang keruh, dan bahkan penyebaran penyakit bisa menjadi dampak serius dari limbah yang tidak diolah.

Instalasi pengolahan air limbah terus menghadapi tantangan dalam mengolah limbah secara lebih efisien dan ramah lingkungan. Upaya inovasi teknologi kini berpusat pada penggunaan sistem pengolahan anaerobik, pemanfaatan energi terbarukan, dan penerapan bioreaktor modern untuk meningkatkan efisiensi sekaligus mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Secara umum, instalasi pengolahan air limbah bukan hanya fasilitas penting untuk mengelola limbah, tetapi juga memiliki peran besar dalam melindungi lingkungan dan kesehatan masyarakat di masa kini.

Berdasarkan latar belakang dan penjelasan diatas saya selaku penulis mengambil judul **“Analisis kinerja *Sewage Treatment Plant* di kapal MV.SUN WINNER II.”**

B. Rumusan Masalah

Terkait dengan latar belakang dan judul yang sudah ada maka saya selaku penulis merumuskan masalah sebagai berikut :

1. Faktor-faktor yang berpengaruh pada kinerja *sewage treatment plant* di kapal ?
2. Apa dampak yang ditimbulkan terhadap kelestarian lingkungan laut jika kinerja *sewage treatment plant* tidak optimal ?
3. Apa upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi menurunnya kinerja *sewage treatment plant* ?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang akan dicapai daripada penulisan proposal ini yaitu sebagai berikut :

1. Untuk Menganalisis Faktor-Faktor Apa Yang Menunjang Kinerja *Sewage Treatment Plant*.
2. Untuk Mengetahui Dan Menganalisis Dampak Dari Tidak Optimalnya Kinerja *Sewage Treatment Plant*.
3. Untuk mengetahui upaya-upaya yang harus dilakukan jika kinerja *sewage treatment plant* menurun.

D. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis akan membatasi pembahasan pada masalah yang berfokus pada penyebab menurunnya kinerja dan kurangnya perawatan terhadap instalasi pengolahan limbah.

E. Manfaat Penelitian

Berdasarkan permasalahan di atas adapun manfaat penulisan proposal yang akan dikemukakan ialah sebagai berikut :

1. Manfaat Teoritis

Sebagai materi pembelajaran bagi calon kadet, agar mereka dapat lebih memahami sejak awal dan secara mendalam jika terjadi

masalah atau ketidakefektifan pada pesawat bantu *sewage treatment plant* saat melaksanakan praktek laut di kapal.

2. Manfaat Praktis

Tujuan dari penjelasan ini adalah untuk memberikan pemahaman kepada Anak Buah Kapal (ABK) mengenai cara yang tepat dalam mengoperasikan dan merawat *Sewage Treatment Plant*, agar mereka bisa mengambil tindakan yang sesuai jika terjadi masalah. Selain itu, ABK diharapkan dapat memahami langkah-langkah yang perlu diambil untuk mengatasi masalah yang mungkin muncul, terutama pada perangkat pendukung *Sewage Treatment Plant*, yang dapat mempengaruhi kinerjanya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. *Marine Pollution*

Marine Pollution 73/78 merujuk pada Konvensi Internasional untuk Mencegah Pencemaran dari Kapal (MARPOL 73/78), yang merupakan sebuah perjanjian internasional yang disahkan oleh Organisasi Maritim Internasional (IMO). Konvensi ini bertujuan untuk mengendalikan pencemaran laut yang disebabkan oleh kapal. Angka "73/78" mengacu pada tahun awal penyusunan konvensi ini, yaitu 1973, dan perbaikan yang disahkan pada tahun 1978 setelah terjadi tumpahan minyak besar di laut.

Marine Pollution 73/78 merujuk pada perjanjian internasional yang disebut Konvensi untuk Mencegah Pencemaran dari Kapal (MARPOL 73/78), yang disetujui oleh Organisasi Maritim Internasional (IMO). Perjanjian ini bertujuan untuk mengurangi pencemaran laut yang disebabkan oleh kapal. Angka "73/78" merujuk pada tahun awal perjanjian ini dibuat, yaitu 1973, dan revisi yang diterima pada tahun 1978 setelah terjadinya tumpahan minyak besar di laut.

MARPOL terdiri dari 6 annex, yang mengatur berbagai jenis polusi:

1. *Annex I – Pencemaran Minyak (Oil Pollution)*

Lampiran ini merupakan bagian penting dari MARPOL yang mengatur pencegahan pencemaran laut akibat minyak dari kegiatan operasional atau kecelakaan kapal. Aturan ini melarang pembuangan minyak dan sisa-sisa minyak ke laut serta menetapkan prosedur penanganan minyak di kapal.

2. *Annex II – Pencemaran oleh Zat Cair Beracun (Noxious Liquid Substances)*

Lampiran ini mengatur cara mencegah pencemaran akibat tumpahan zat cair beracun yang dibawa dalam tangki kapal. Setiap zat cair beracun dikelompokkan dan ditangani sesuai dengan tingkat

bahayanya, dan hanya beberapa zat tertentu yang boleh dibuang ke laut dengan aturan yang ketat.

3. *Annex III – Pencemaran oleh Bahan Berbahaya dalam Bentuk Paket (Harmful Substances in Packaged Form)*

Lampiran ini mengatur pengiriman bahan berbahaya yang dikemas dalam kemasan, drum, kontainer, atau tangki portable. Bahan berbahaya ini harus ditangani dengan cermat agar tidak terjadi kebocoran atau tumpahan selama pengangkutan laut.

4. *Annex IV – Pencemaran oleh Limbah (Sewage Pollution)*

Lampiran ini mengatur pembuangan limbah dari kapal ke laut, terutama limbah manusia dan dapur. Kapal harus memiliki fasilitas untuk mengolah limbah dan dilarang membuang limbah di perairan yang dekat dengan pantai.

Untuk mencegah pencemaran laut, IMO mengeluarkan peraturan yang disebut MARPOL ANNEX IV yang mengatur pencegahan pencemaran laut akibat pembuangan limbah manusia (sewage). Berikut adalah persyaratan bagi kapal yang membuang limbah ke laut menurut ANNEX IV MARPOL 73/38:

- a. Kapal membuang limbah yang sudah dihancurkan dan bebas bakteri dengan menggunakan sistem pengolahan limbah yang disetujui oleh pemerintah, pada jarak lebih dari 4 mil dari pantai terdekat.
- b. Limbah yang belum bebas bakteri atau hama dibuang lebih dari 12 mil dari pantai terdekat.
- c. Limbah yang disimpan dalam tangki tidak boleh dibuang sekaligus, melainkan harus dibuang secara perlahan saat kapal bergerak dengan kecepatan tidak lebih dari 4 knot.
- d. Saat berada di pelabuhan, limbah dibuang ke fasilitas penerima limbah. Ukuran kapal yang diatur dalam ANNEX IV ini adalah:
 - 1) Kapal baru, lebih dari 400 GT.
 - 2) Kapal baru, kurang dari 400 GT yang disertifikasi untuk

mengangkut lebih dari 15 orang.

- 3) Kapal lama, lebih dari 400 GT: 5 tahun setelah penerapan ANNEX ini.
- 4) Kapal lama, kurang dari 400 GT yang disertifikasi untuk mengangkut lebih dari 15 orang, 5 tahun setelah tanggal penerapan ANNEX ini yang terlibat dalam pelayaran internasional.

Sertifikat yang harus dimiliki setiap kapal yang menyangkut kotoran adalah: "*International Sewage Pollution Prevention Certificate*" disingkat ISPPC.

5. *Annex V – Pencemaran oleh Sampah (Garbage Pollution)*

Lampiran ini mengatur tentang upaya mencegah pencemaran laut akibat sampah yang dihasilkan kapal, seperti plastik, kertas, kaca, logam, dan bahan padat lainnya. Pembuangan sampah ke laut, terutama plastik, sangat dilarang karena menjadi masalah besar dalam pencemaran laut.

6. *Annex VI – Pencegahan Pencemaran Udara oleh Kapal (Air Pollution)*

Lampiran ini mengatur batas emisi gas berbahaya yang dihasilkan oleh kapal, seperti sulfur oksida (SO_x), nitrogen oksida (NO_x), dan ozon yang berasal dari mesin kapal. Tujuannya adalah untuk mengurangi polusi udara yang ditimbulkan kapal dan dampaknya terhadap perubahan iklim. (Martínez-López, A., Ruiz-García, A., & Pérez, I.2020)

B. Pengertian *Sewage Treatment Plant*

Sewage Treatment Plant (STP) adalah sistem pengolahan air limbah rumah tangga yang menggunakan teknologi modern dengan peralatan canggih. STP ini membantu mengubah air limbah yang kotor dan berbahaya menjadi air yang lebih bersih dan jernih, serta menghilangkan polutan, kontaminan, dan penyebab penyakit sebelum

dibuang kembali ke lingkungan. Alat ini digunakan untuk mengolah air limbah dari berbagai sumber, seperti industri dan hotel. STP juga memiliki peran penting di kapal, sehingga perlu dilakukan perawatan rutin pada setiap bagiannya. (Adika Tirta Daya 2020)

1. Tujuan pengolahan limbah menggunakan *Sewage Treatment Plant*

Tujuan penggunaan *Sewage Treatment Plant* (STP) adalah untuk mengolah air limbah yang awalnya kotor dan berbahaya bagi lingkungan menjadi lebih aman dengan kualitas yang lebih bersih. Alat ini dapat mengurangi berbagai kandungan zat organik dalam limbah yang dapat merusak kualitas air, seperti COD/BOD, amonia, dan lainnya, sehingga air yang dihasilkan memenuhi standar yang ditetapkan oleh pemerintah.

2. Sistem Yang Digunakan Untuk Proses *Sewage Treatment Plant*

a. *Dissolved Air Floatation*

Sistem yang satu ini menggunakan teknologi *microbubble* sehingga dapat mengangkat berbagai kotoran yang tersuspensi dengan ukuran yang sangat kecil. Sistem ini dapat menurunkan kadar BOD/COD serta dapat menjernihkan air dengan sangat maksimal sehingga aman terhadap lingkungan.

b. *Extended Aeration System*

Proses kedua ini merupakan salah satu pengembangan dari sistem *Plug Flow* yang mana limbah cair di proses aerasi tanpa dialirkan kembali ke bagian reaktor. Cara yang satu ini membuat limbah cair diaerasi lalu diendapkan agar dapat mengembalikan lumpur aktif ke reaktor.

c. *Sequencing Batch Reactor*

Proses yang satu ini merupakan sistem pengolahan biologis dengan *system batch*, Memiliki beberapa fase pengolahan sehingga membentuk suatu rangkaian yang dinamakan dengan *cycle*. Proses yang satu ini sering digunakan karena merupakan teknologi terbaru.

d. *Membrane Bioreactor*

Pengolahan ini merupakan pengolahan limbah cair dengan sistem aerobik sistem lumpur aktif. Proses ini menggunakan bantuan teknologi membran penyaringan sehingga lebih modern dan paling efektif di antara yang lainnya.

Gambar 2.1. *Sewage Treatment Plant*



Sumber : *STC Series Marine* (2014)

C. Prinsip Kerja *Sewage Treatment Plant*

Sewage Treatment Plant ini beroperasi dengan cara mempertahankan dan memperbanyak kehidupan bakteri pada limbah dengan menjaga aliran udara yang mengandung oksigen untuk menguraikan limbah tersebut menjadi lumpur. Selain untuk penanganan kotoran manusia berupa tinja dan air kencing juga dapat menampung limbah medis, dimana limbah ini tidak boleh dibuang langsung kelaut karena limbah medis mengandung bahan kimia yang dapat membunuh biota laut serta tercemarnya lingkungan laut. (Wibowo, L.T 2019)

Pembuangan limbah tanpa melalui treatment terlebih dahulu dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, kematian biota laut, dan mencemari lingkungan pesisir pantai. Kualitas air akhir akan cukup baik untuk dibuang ke sungai atau laut tanpa merusak ikan atau kehidupan

tanaman. Menggunakan bakteri aerob untuk mengobati air limbah pabrik dengan sistem pengolahan yang menggunakan bakteri alami untuk mengobati air limbah. (Janjang. W 2020)

ini adalah 4 proses utama yang terjadi di tangki bawah tanah :

1. *settlement*

Settlement bertujuan untuk menghilangkan padatan-padan kasar seperti pasir, kerikil, dan partikel-partikel berat lainnya dari air limbah. Proses ini dilakukan untuk mencegah kerusakan pada peralatan ketika air limbah pertama kali tiba di pabrik pengolahan itu memasuki zona pemukiman awal. Ini dirancang untuk memungkinkan padatan untuk menetap ke bagian bawah tangki. Seringkali kerak akan terbentuk di bagian atas yang merupakan penumpukan padatan ringan yang mengapung di atas air. Di dalam tangki ini anda akan mendapatkan pembentukan bakteri anaerob yang bertahan hidup dengan sedikit oksigen. Bakteri ini hanya memiliki efek kecil ketika datang untuk memecah limbah. Bagian terbersih dari air (biasanya sekitar sepertiga dari atas) kemudian dikirim ke zona perawatan

2. *Biological treatment*

Ketika air memasuki zona perawatan, ia memiliki lebih sedikit padatan di dalamnya daripada air asli, tetapi masih memiliki patogen dan amonia berbahaya (yang beracun bagi ikan dan kehidupan tanaman) di sinilah bakteri masuk. Tidak seperti di ruang utama, zona perawatan dirancang untuk menumbuhkan bakteri aerobik yang melakukan pekerjaan yang jauh lebih baik dalam menghilangkan kontaminan. Bakteri aerobik membutuhkan oksigen tingkat tinggi untuk bertahan hidup. Sebagian besar sistem menambahkan oksigen ke air menggunakan *blower* udara kecil yang menggelembungkan udara melalui air di dalam tangki. Bakteri juga membutuhkan makanan, ini berasal dari air limbah. Jika lingkungan yang benar (yaitu, banyak oksigen dan makanan) bakteri

mikroskopis akan berkembang dan memakan kontaminan. Bakteri dapat hidup bebas di dalam air atau tumbuh pada bahan *filter*; Inilah sebabnya mengapa Anda melihat beberapa sistem yang memiliki bahan *filter*, dan beberapa tanpa juga tanpa *filter*.

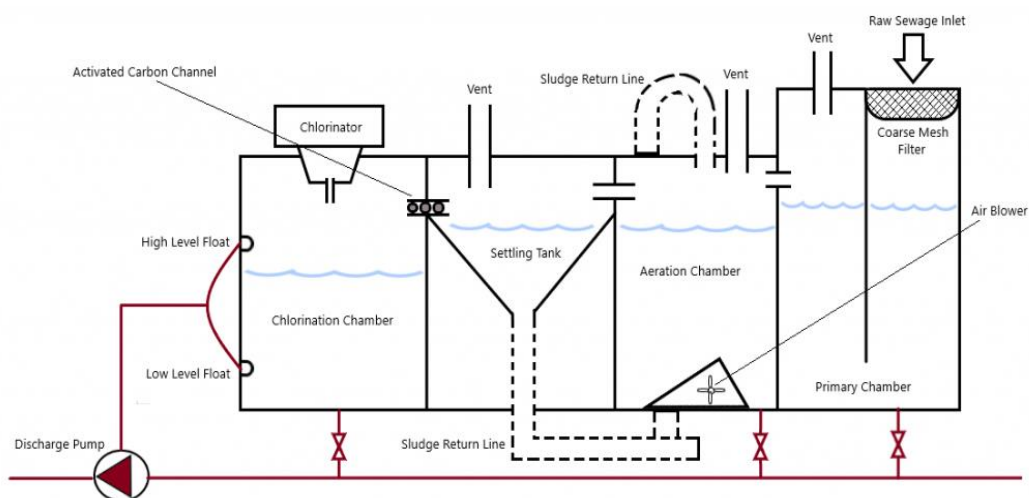
3. *Final settlement*

Setelah bakteri melakukan tugasnya dan memecah limbah, anda akan memiliki tahap penyelesaian akhir. Ini dirancang untuk memungkinkan partikel kecil yang tersisa (padatan tersuspensi) jatuh ke bagian bawah tangki. Akan sering ada sirkulasi ulang sederhana dari bagian bawah ruangan ini ke ruang utama untuk memastikan padatan yang menetap tidak menumpuk di dalam ruangan.

4. *Discharge*

Setelah tahap *settlement*, air bersih kemudian bebas dari padatan dan telah mengalami pengurangan ammonia, kontaminan dan dapat dibuang ke sungai atau laut. Perlu dicatat bahwa sementara kualitas air dari pabrik pengolahan baik-baik saja untuk dibuang ke lingkungan, itu masih merupakan bahaya kesehatan dan tidak boleh digunakan kembali tanpa perawatan yang lebih luas.

Gambar 2.2. Cara Kerja *Sewage Treatment Plant*



Sumber: *Ship Fever* (2020)

D. Komponen Dan Fungsi Sewage Treatment Plant

Sewage treatment plant terdiri dari *Screen Chamber*, *Equalization Tank*, *Aeration Tank*, *Sedimentation Tank*, *Chlorination Tank*, *Effluent Tank*, *Sludge Tank*, *Blower Room*.

1. Screen Chamber

Ini adalah sebuah "bak" yang dilengkapi dengan layar (Tipe *Basket Screen*) yang berfungsi untuk menyaring sampah atau padatan besar seperti kertas tissue, plastik, pembalut, dan lain-lain yang ada dalam air limbah, sebelum air tersebut masuk ke dalam *Equalization Tank*. Selain itu, ada juga *Comunitor* yang membantu memecah sampah organik, serta *diffuser* untuk menghancurkan tinja.

2. Equalization Tank

Ini adalah sebuah "bak" yang digunakan untuk meratakan aliran dan kualitas air limbah. Di dalam bak ini, udara disuplai oleh "air blower" yang berfungsi sebagai pengaduk, dan udara tersebut disalurkan melalui *diffuser (tipe Air Seal Diffuser)* untuk memastikan proses perataan air berjalan dengan baik. Selanjutnya, air akan dipompa menggunakan "*Equalizing pump*" yang bekerja secara otomatis sesuai dengan pengaturan *flow switch* (pelampung).

3. Aeration Tank

Bagian utama dalam sistem ini adalah tempat di mana zat pencemar (seperti senyawa organik) diuraikan. Di dalam *Aeration Tank*, air limbah diberi udara untuk membantu mikroorganisme "*aerob*" mengurai zat organik yang ada. Energi yang dihasilkan dari proses penguraian ini digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya. Dengan cara ini, biomassa mikroorganisme berkembang pesat dan mengurai polutan dalam air limbah. Udara ditambahkan menggunakan *blower* untuk memasok udara, menciptakan kondisi yang diperlukan untuk proses aerobik. Selain itu, bak aerasi dilengkapi dengan *diffuser* yang menghasilkan

gelembung udara agar mikroorganisme bisa menyerap oksigen dengan lebih baik.

4. *Sedimentation Tank*

Sistem ini digunakan untuk mengendapkan partikel-partikel floc (lumpur aktif). Sebagian lumpur aktif akan dikembalikan ke bak aerasi, sementara sisanya dibuang ke bak penampung lumpur. "*Airlift System*" yang ada pada tangki ini berfungsi untuk mengembalikan sebagian besar lumpur yang mengendap agar bisa diolah kembali, sedangkan "*Scum Skimmer*" digunakan untuk menyedot sampah atau padatan ringan yang ada di permukaan air. Kedua sistem ini bekerja dengan tenaga udara yang dihembuskan oleh blower. Pengembalian lumpur aktif dan buih harus dilakukan secara terus-menerus agar prosesnya berhasil. Di dalam "*Sedimentation Tank*", lumpur aktif mengendap, sementara air limbah yang sudah diolah (lebih jernih) mengalir melalui saluran dan masuk ke tangki klorin, sebagian lagi masuk ke *Buffer Tank* sebelum akhirnya diproses lagi untuk didaur ulang.

5. *Chlorination Tank*

Air yang telah diolah berasal dari proses pengendapan, lalu diberi kaporit (klorin) untuk membunuh bakteri berbahaya. Setelah itu, air tersebut akan mengalir dengan bantuan gravitasi ke dalam bak penampungan (*Effluent Tank*).

6. *Effluent Tank*

Bak ini digunakan untuk proses akhir dengan bantuan pompa submersible, di mana sebagian air hasil pengolahan akan dialirkan ke saluran pembuangan yang selanjutnya akan menuju ke sludge tank.

7. *Sludge Tank*

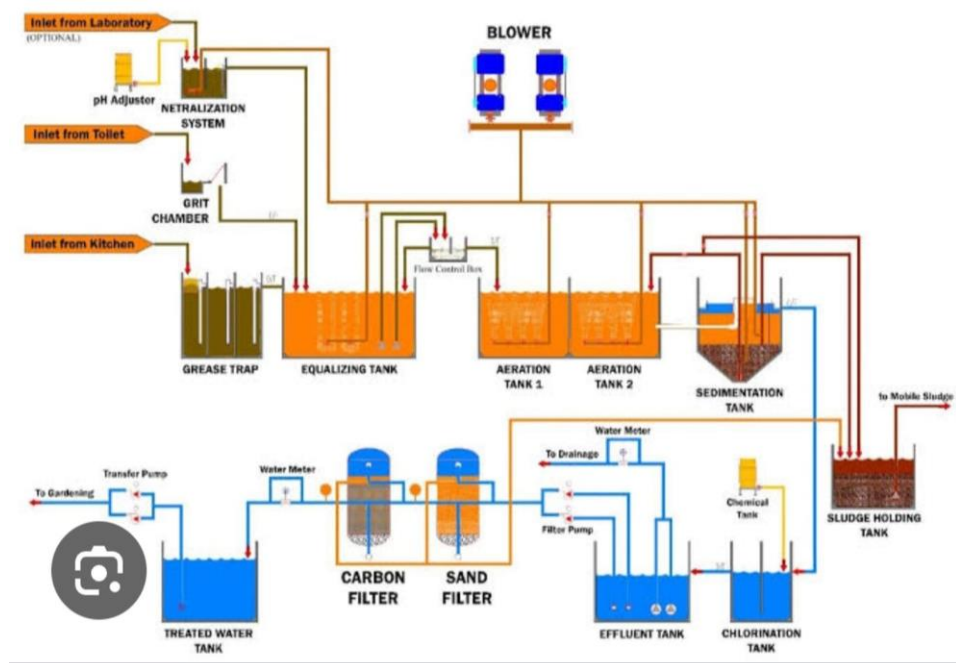
Bak ini berfungsi sebagai wadah sementara untuk menampung limbah sebelum dibuang oleh mobil pengangkut tinja. Untuk mencegah terjadinya pembusukan, udara digunakan untuk

mengaduknya agar tetap dalam kondisi yang membutuhkan oksigen. Ketika bak ini hampir penuh, limbah harus dibuang menggunakan mobil tinja.

8. *Blower Room*

Ruang ini adalah tempat kontrol untuk sistem pengolahan limbah, di mana terdapat panel kontrol blower, pompa dosing, dan tangki kimia. Setiap hari, operator pengolahan limbah harus masuk ke ruangan ini untuk memeriksa sistem dan membuat larutan desinfektan. (Bahri, S.2023)

Gambar 2.3. Komponen *Sewage Treatment Plant*.



Sumber : *biosant sewage treatment plant* (2022)

E. *Pengoperasian Sewage Treatment Plant*

Sewage treatment plant umumnya akan beroperasi secara terus-menerus selama perjalanan kapal, namun perlu dihidupkan saat pertama kali dipasang di kapal dan perlu dihentikan pada waktu tertentu untuk meningkatkan kinerjanya dan melakukan perawatan. Berikut

adalah langkah-langkah yang perlu diikuti untuk menghidupkan dan menghentikan *sewage treatment plant*.

1. *Start sewage treatment plant*

- a. Pastikan semua bagian yang terbuka pada fasilitas pengolahan air limbah tertutup sebelum memulai pengoperasian pabrik pengolahan air limbah.
- b. Kamar pengolahan limbah diisi dengan air tawar.
- c. Pada tahap ini, tidak ada bakteri aerobik di dalam kamar, namun limbah mulai masuk dari saluran toilet. Untuk meningkatkan efisiensi dan mempercepat pengoperasian pabrik, biopack ditambahkan ke sistem dengan cara disiram, jumlahnya akan dijelaskan lebih lanjut dalam buku manual.
- d. Tanpa penambahan biopack, sistem akan membutuhkan waktu 5 hingga 7 hari untuk berfungsi dengan baik, tetapi jika biopack ditambahkan, hanya membutuhkan waktu 24 jam.
- e. Nyalakan kompresor udara atau buka katup udara sesuai dengan desain kapal, dan jaga tekanan sesuai yang tercantum dalam buku manual, biasanya antara 0,3 hingga 0,4 bar.
- f. Buka katup pembuangan limbah dan tutup katup tangki penampungan limbah ketika kapal berada di luar perairan terbatas.
- g. Fasilitas pengolahan air limbah harus terus dipantau, dan alirannya diperiksa melalui plastik transparan.
- h. Ambil sampel untuk memeriksa endapan yang sulit terurai dan kandungan klorida.

2. *Stop sewage treatment plant*

Secara umum, penghentian operasi pabrik pengolahan limbah dilakukan sebelum perbaikan kapal atau untuk perawatan yang memang diperlukan pada pabrik pengolahan limbah tersebut.

- a. Untuk menghentikan sistem, tutup katup inlet di fasilitas pengolahan air limbah dan tutup katup pembuangan ke laut, lalu

biarkan air limbah langsung mengalir ke laut.

- b. Kosongkan semua tiga ruang di fasilitas, yaitu ruang aerasi, ruang pemendapan, dan ruang klorinasi. Jika ruang ini tidak kosong, dapat terbentuk bakteri anaerob yang menghasilkan gas H_2S .
- c. Setelah pengosongan selesai, periksa gas hidrogen sulfida (H_2S) menggunakan *dragon tube* dengan mengambil sampel dari sistem. Pastikan untuk memakai masker dan sarung tangan saat melakukannya.
- d. Jika kapal akan dibawa ke dok kering, pastikan katup pembuangan terhubung dengan fasilitas darat.

F. Perawatan Sewage Treatment Plant

Setelah memahami bagaimana sistem pengolahan limbah bekerja dan bagian-bagiannya, Anda juga perlu mengetahui cara merawat sistem pengolahan limbah rumah tangga ini. Beberapa langkah perawatannya adalah:

1. Membersihkan *grease trap* dari lemak karena jika dibiarkan terlalu lama, lemak akan mengeras dan menyebabkan bau. Sebaiknya, lakukan pembersihan setiap hari, terutama jika jumlah limbah domestik yang dibuang cukup banyak.
2. Periksa *basket screen* setiap hari untuk memastikan tidak ada kotoran yang menghalangi agar aliran limbah cair dapat mengalir dengan lancar ke Instalasi Pengolahan Air Limbah.
3. Angkat sisa lumpur atau *sludge* setidaknya sekali dalam setahun, atau dua kali jika volume limbah lebih banyak.
4. Periksa bagian-bagian lain dari sistem pengolahan air limbah, seperti pompa, *gearbox*, dan komponen lainnya yang bisa rusak. Lakukan pemeriksaan dan perawatan ini setiap tiga hingga empat bulan sekali.

5. Periksa kandungan air limbah ke Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup (BPLH) minimal tiga bulan sekali untuk memastikan pengolahan limbah sudah memenuhi standar yang ditetapkan pemerintah.
6. Ambil sampel dan lakukan analisis untuk mengukur sejauh mana kinerja dan kepatuhan terhadap standar.
7. Lakukan pemeliharaan preventif untuk menghindari kerusakan pada peralatan.
8. Berikan pelatihan kepada kru untuk memastikan operasional berjalan dengan baik dan efisien.
9. Kelola limbah lumpur dengan cara yang aman dan berkelanjutan agar pembuangannya tidak menimbulkan masalah.

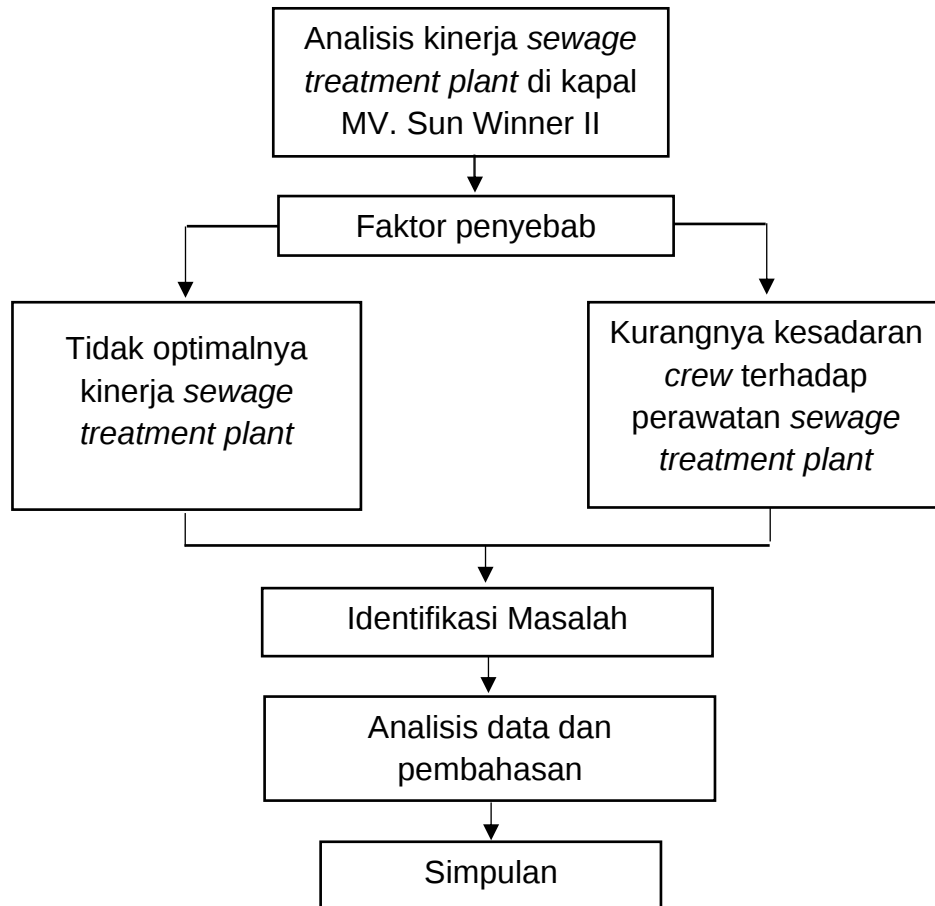
Pemeliharaan kondisi adalah jenis asuransi yang tidak bergantung pada jadwal atau waktu operasional, melainkan lebih fokus pada memantau kondisi mesin dan perbaikannya. Selain itu, untuk memastikan mesin tetap berfungsi dengan baik, strategi yang diterapkan harus mengikuti tiga langkah utama yang harus dilakukan.

1. Susun jadwal pekerjaan atau perawatan berdasarkan petunjuk yang ada dalam buku manual, sebagai bagian dari tugas kru mesin untuk melanjutkan perawatan, perbaikan, atau pemeliharaan.
2. Laksanakan pekerjaan sesuai jadwal, sambil mengawasi untuk mencegah atau mengantisipasi kerusakan yang lebih parah.
3. Catat pekerjaan secara rinci dalam buku catatan khusus, termasuk informasi tentang penggantian suku cadang yang telah dilakukan.

Dengan adanya catatan di jurnal mesin, jika terjadi kerusakan pada mesin atau pesawat yang tidak diketahui penyebabnya, evaluasi bisa dilakukan dengan melihat catatan-catatan sebelumnya di jurnal mesin.

G. Kerangka Pikir

Gambar 2.4. Kerangka Pikir



H. Hipotesis

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa faktor-faktor yang memengaruhi efektivitas aeration blower di kapal adalah:

1. Kerusakan pada komponen *sewage treatment plant*.
2. Kurangnya perhatian terhadap pemeliharaan dan perbaikan *sewage treatment plant*.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu Dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan saat penulis menjalani prala (praktek laut) di kapal selama sekitar 1 tahun (12 bulan).

B. Jenis Penelitian

Metode penelitian kualitatif adalah penelitian yang bersifat deskriptif dan fokus pada analisis dengan pendekatan induktif. Penulis perlu jeli dalam mengamati suatu peristiwa agar dapat mengumpulkan data yang diperlukan, baik melalui pengamatan langsung maupun studi pustaka. Dalam penelitian ini, objek yang diteliti akan diberikan kondisi atau metode yang ada di kapal, sehingga tujuan penelitian, yaitu "Analisis kinerja *sewage treatment plant* di kapal," dapat tercapai selama penulis melakukan praktik di kapal.

C. Metode Pengumpulan Data

Dalam pembuatan proposal ini, data dan informasi yang dikumpulkan diperoleh melalui 3 cara, yaitu:

1. Metode Lapangan (*Field Research*), yaitu penelitian yang dilakukan dengan mengunjungi langsung objek yang sedang diteliti.
2. Tinjauan Kepustakaan (*Library Research*), yaitu penelitian yang dilakukan dengan membaca buku, artikel di internet, dan literatur lain yang berkaitan dengan topik yang dibahas, serta teori-teori yang didapat selama pembelajaran di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
3. Metode Wawancara, yaitu melakukan tanya jawab langsung dengan para perwira di kapal dan dosen di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Data dan informasi yang dibutuhkan untuk proposal ini diperoleh melalui:

1. Observasi, yaitu pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti di lapangan saat penulis melaksanakan praktek di kapal.
2. Wawancara, yaitu tanya jawab langsung dengan perwira dan kru bagian mesin di kapal, atau juga berdasarkan pengalaman para masinis selama berlayar.

D. Jenis Dan Sumber Data

Untuk mendukung pembahasan, penulis mengumpulkan data dan sumber sebagai berikut:

1. Jenis Data :
 - a. Data Kualitatif: Merupakan data yang berupa informasi-informasi yang diperoleh secara lisan atau tulisan terkait topik pembahasan. Dalam penulisan ini, data kualitatif mencakup informasi yang ada pada alat ukur dan waktu perawatan.
 - b. Data Kuantitatif: Merupakan data dalam bentuk angka yang diperoleh dari hasil pengukuran atau perhitungan. Pada penulisan ini, data kuantitatif terdiri dari angka-angka yang terdapat pada alat ukur dan waktu perawatan.
2. Sumber Data :
 - a. Data primer adalah informasi yang diperoleh langsung dari lokasi penelitian melalui pengamatan dan wawancara. Jadi, data primer berasal dari sumber pertama yang asli, yang belum diolah atau disusun dalam bentuk tertentu. Data ini perlu dicari melalui narasumber, yaitu orang-orang yang bisa memberikan informasi. Dalam penelitian ini, narasumbernya adalah Kepala Kamar Mesin, Masinis I, dan masinis jaga lainnya.
 - b. Data sekunder adalah informasi tambahan yang melengkapi data primer, yang diperoleh dari sumber-sumber seperti buku, bahan kuliah, data perusahaan, dan hal-hal lain yang berkaitan dengan penelitian ini.

E. Langkah Langkah Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan persiapan saat penulis melakukan praktek laut. Tujuannya adalah untuk memahami situasi berdasarkan pengetahuan yang didapat dari studi pustaka. Setelah itu, penulis mengidentifikasi masalah yang ada, menetapkan tujuan dan masalah penelitian, lalu memilih metode penelitian yang sesuai dengan langkah-langkah tersebut. Selanjutnya, data yang relevan dengan penelitian dikumpulkan. Data yang sudah terkumpul kemudian diolah menggunakan teori dan metode yang telah ditentukan sebelumnya. Setelah diolah, data tersebut dianalisis dan dibandingkan dengan teori yang digunakan. Berdasarkan analisis tersebut, penulis membuat pembahasan tentang hasil yang diperoleh.

Setelah semua hal dibahas dan dianalisis, kita bisa menarik kesimpulan dari hasilnya. Kemudian, kita memberikan saran berdasarkan kesimpulan tersebut, yang bisa menjadi masukan untuk perbaikan kinerja *sewage treatment plant* yang belum optimal. Setelah itu, langkah ini dianggap selesai.

F. Tabel Jadwal Penelitian

Tabel 3.1 Tabel Penelitian

No	Kegiatan	Tahun 2021											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Pengumpulan Data Buku Referesi												
2	Pembahasan Judul												
3	Pemilihan Judul Dan Bimbingan Penetapan Judul												
4	Seminar Judul												
5	Penyusunan / Judul Penelitian												
		Tahun 2022 – 2023											
6	Pengambilan Data Prala	Praktek Laut											
		Tahun 2024											
7	Penyusunan Hasil Penelitian Dan Bimbingan												
8	Seminar Hasil												
9	Perbaikan												
10	Seminar Tutup												