

**ANALISIS PERAWATAN *SEWAGE TREATMENT PLANT* (STP)
DI KAPAL MT. SENIPAH**



**REVI HANAFIAH
NIT. 20.42.016
TEKNIKA**

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : REVI HANAFIAH

Nomor Induk Taruna : 20.42.016

Jurusan : TEKNIKA

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul

Analisis Perawatan *Sewage Treatment Plant* (SPT) Di Kapal MT. Senipah

Semua ide dalam skripsi ini adalah karya asli saya, kecuali tema dan ide-ide yang saya nyatakan sebagai kutipan. Seluruh konsep lain yang terdapat dalam skripsi ini merupakan hasil pemikiran saya sendiri.

Jika pernyataan tersebut terbukti tidak benar, saya siap menerima sanksi yang diberikan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 14 November 2024



REVI HANAFIAH
NIT. 20.42.016

**ANALISIS PERAWATAN *SEWAGE TREATMENT PLANT*
(STP) DI KAPAL MT. SENIPAH**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun dan diajukan oleh

REVI HANAFIAH

NIT : 20.42.016

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

SKRIPSI
ANALISIS PERAWATAN *SEWAGE TREATMENT PLANT*
(STP) DI KAPAL MT. SENIPAH

Disusun dan Diajukan oleh:

REVI HANAFIAH

NIT. 20.42.016

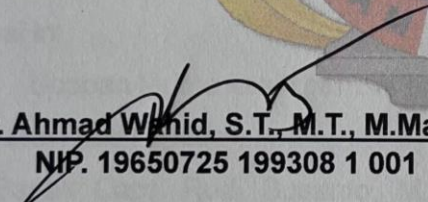
Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi

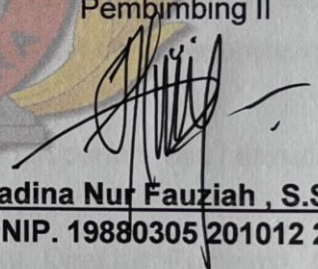
Pada tanggal 14 November 2024

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

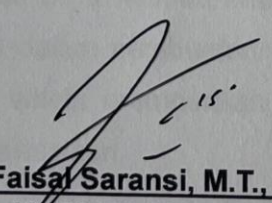

Dr. Ir. Ahmad Wahid, S.T., M.T., M.Mar.E.
NIP. 19650725 199308 1 001

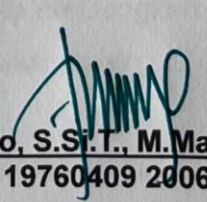

Gradina Nur Fauziah, S.Si., M.Si
NIP. 19880305 201012 2 001

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

Segala puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan limpahan rahmat, kenikmatan dan petunjuk sehingga diberi kemudahan dan kelancaran untuk mengerjakan skripsi ini dengan judul “Analisis Perawatan *Sewage Treatment Plant* (STP) Di Kapal MT. Senipah”.

Penulisan skripsi ini merupakan salah satu persyaratan bagi setiap Taruna dan Taruni jurusan Teknika program Diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dari segi bahasa, susunan kalimat maupun cara penulisannya serta pembahasan materinya mengingat keterbatasan ilmu pengetahuan yang penulis miliki. Untuk itu penulis senantiasa terbuka menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Ucapan terima kasih penulis berikan dengan penuh rasa hormat dan ketulusan hati kepada :

1. Bapak Capt. Rudi Susanto, M.Pd. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P selaku Ketua Program Studi Teknika.
3. Bapak Dr. Ir. Ahmad Wahid, S.T., M.T., M.Mar.E. selaku pembimbing I saya dalam pembuatan skripsi ini yang selalu meluangkan waktunya dan selalu memberikan nasihat serta motivasi sehingga skripsi ini terselesaikan.
4. Ibu Gradina Nur Fauziah, S.Si., M.Si selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberi saran dan perbaikan sehingga skripsi ini terselesaikan.

5. Seluruh Staf Pengajar Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar atas bimbingan yang diberikan kepada penulis selama mengikuti proses Pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
6. Ayahanda H. Yulis, Ibunda HJ. Nining Ratnaningsih, Kakak Resi Fauziah dan adik saya M. Fadli Alawi serta keluarga tercinta yang selalu memberikan do'a, nasihat dan dukungan baik moral maupun materi, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
7. Capt. I Gusti Agung N.A, Capt. Moh. Ibrahim, C/E Syofwan, C/E Fedriansyah, Bas Kholil, Bas Yamin, Bas Asep, Bas Ahmad, Bas Tri, Bas Malik, Bas Faisal, Pak Alan, Pak Elek, Pak Ben, Pak Zul, Pak Dody, Pak Hamka, kadet deck, kadet mesin, perwira deck dan seluruh ABK dari MT. Senipah.
8. Seluruh Civitas Akademika politeknik ilmu peayaran makassar.
9. Seluruh Taruna dan Taruni Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar yang telah membantu dalam memberikan semangat dalam penyelesaian tugas akhir ini, terkhusus angkatan XLI. Serta tidak lupa saya ucapkan terimakasih atas dukungan yang telah diberikan oleh Taruna atas nama Andi Wahyu Romly Saputra yang telah menyempatkan waktunya untuk membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata dengan segala ketulusan hati penulis memohon maaf bila terdapat kalimat yang kurang berkenan di hati pembaca, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat menambah pengetahuan bagi pembaca khususnya bagi penulis.

Makassar, 14 November 2024



REVI HANAFIAH
NIT. 20.42.016

ABSTRAK

Revi Hanafiah 2024, Analisis Perawatan *Sewage Treatment Plant* (STP) Di Kapal MT. Senipah, (Dibimbing oleh Dr. Ir. Ahmad Wahid, S.T., M T,M.Mar. E. dan Gradina Nur Fauziah, S.Si., M.Si).

Sewage Treatment Plant merupakan sebuah permesinan bantu yang digunakan dalam pengolahan limbah di atas kapal, agar limbah tersebut layak untuk dibuang ke laut dan tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Pembuangan limbah yang tidak melewati proses *treatment* yang baik akan menimbulkan pencemaran lingkungan laut sehingga dapat menyebabkan kerusakan lingkungan serta menyebabkan kematian biota laut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara perawatan *Sewage Treatment Plant* (STP) agar pengolahan limbah di atas kapal dapat berjalan normal.

Penelitian ini dilaksanakan di atas kapal MT. Senipah milik perusahaan PT. Pertamina International Shipping (PIS) selama kurang lebih 12 bulan. Sumber data merupakan data primer hasil penelitian di atas kapal dan wawancara dengan perwira mesin serta mengumpulkan dokumen yang mendukung materi skripsi.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa pentingnya perawatan *Sewage Treatment Plant* di atas kapal karena jika proses pengolahan limbah di dalam *Sewage Treatment Plant* tersebut tidak berjalan dengan baik, maka dapat mengakibatkan pencemaran laut sebagaimana yang sudah dijelaskan dalam aturan MARPOL Annex IV yaitu *Prevention Of Pollution By Sewage From The Ships* (Pencegahan pencemaran dari kapal oleh kotoran).

Kata kunci : *Sewage Treatment Plant* , limbah, pencemaran laut.

ABSTRACT

Revi Hanafiah 2024, Analysis of Sewage treatment plant (STP) Maintenance on Board MT. Senipah, (Supervised by Dr. Ir. Ahmad Wahid, S.T., M.T., M.Mar. E. and Gradina Nur Fauziyah, S.Si., M.Si).

The Sewage Treatment Plant is an auxiliary machinery used in waste treatment aboard ships, to make the waste suitable for disposal into the sea without causing environmental pollution. Improperly treated waste discharge can lead to marine environmental pollution, resulting in environmental damage and the death of marine life. This study aims to determine the maintenance procedures for Sewage Treatment Plant (STP) to ensure proper waste treatment aboard ships.

The research was conducted aboard the MT. Senipah vessel owned by PT. Pertamina International Shipping (PIS) for approximately 12 months. The data source consisted of primary data obtained from research aboard the ship, interviews with engine officers, and collection of supporting documents for the thesis material.

The results obtained from this research indicate the importance of maintaining Sewage treatment plant s aboard ships because if the waste treatment process within the Sewage Treatment Plant does not function properly, it can lead to sea pollution as explained in MARPOL Annex IV regulations, which focus on the Prevention of Pollution by Sewage From Ships.

Keywords: Sewage Treatment Plant, waste, marine pollution.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PRAKATA	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Batasan Masalah	6
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Regulasi Mengenai <i>Sewage Treatment Plant</i>	8
B. <i>Sewage Treatment Plant</i>	11
C. Perawatan <i>Sewage Treatment Plant</i>	25
D. Kerangka Pikir Penelitian	29
E. Dugaan Permasalahan	32

BAB III METODE PENELITIAN	33
A. Jenis Penelitian	33
B. Definisi Konsep	34
C. Unit Analisis	35
D. Teknik Pengumpulan Data	37
E. Prosedur Pengolahan dan Analisis Data	38
F. Langkah Analisis Perencanaan	40
BAB IV HASIL PENELITIAN	41
A. Gambaran Umum Tempat Penelitian	41
B. Gambaran Umum Operasi	43
C. Data Penelitian	48
D. Pembahasan Hasil Penelitian	52
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	64
A. Simpulan	64
B. Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	72
Lampiran Wawancara	72
Lampiran Gambar <i>Sewage Treatment Plant</i>	74
Lampiran Dokumentasi Perbaikan <i>Discharge valve</i>	74
Lampiran <i>Permit Work</i>	76
Lampiran <i>Risk Assessment</i>	77
Lampiran <i>Maintenance Report</i>	78
Lampiran <i>Ship Particular</i>	79
Lampiran <i>Sign On</i>	80

Lampiran <i>Sign Off</i>	81
Lampiran <i>Crew List</i>	82
Lampiran <i>Piping Diagram Sewage System</i>	83
Lampiran Sertifikat <i>Survey Sewage MT. Senipah</i>	84
RIWAYAT HIDUP	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Piping Diagram Sewage Treatment Plant .</i>	13
Gambar 2. 2 Proses Pengolahan Limbah Cair STP	15
Gambar 2. 3 <i>Air Pump</i>	19
Gambar 2. 4 <i>Circulation Pump.</i>	19
Gambar 2. 5 <i>Vacuum pump</i>	20
Gambar 2. 6 <i>Discharge valve Assembly</i>	20
Gambar 2. 7 <i>Membrane Module.</i>	23
Gambar 2. 8 <i>Sewage Holding Tank</i>	24
Gambar 2. 9 <i>Discharge pump</i>	24
Gambar 2. 10 <i>Chloride Uzziel 093</i>	28
Gambar 2. 11 Kerangka Pikir Penelitian	31
Gambar 4. 1 <i>Name Plate Sewage Treatment Plant</i>	42
Gambar 4. 2 <i>Operating Instruction</i>	43
Gambar 4. 3 <i>Trouble Shooting STP</i>	45
Gambar 4. 4 <i>Maintenance log Sewage Treatment Plant</i>	54
Gambar 4. 5 <i>Flowchart</i> Penelitian	55
Gambar 4. 6 <i>Vacuum Valve.</i>	57
Gambar 4. 7 <i>Flowchart</i> Penangan Masalah	58
Gambar 4. 8 <i>Flowchart</i> Pemecahan Masalah	59
Gambar 4. 9 Manometer Indikator Daya Isap	63

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Analisis Perencanaan	40
Tabel 4. 1 <i>Maximum Rate Of Discharge</i>	43
Tabel 4. 2 <i>Trouble Shooting</i>	46
Tabel 4. 3 Perawatan STP Bulan Juli	48
Tabel 4. 4 Perawatan STP Bulan Agustus	49
Tabel 4. 5 Perawatan STP Bulan September	50
Tabel 4. 6 Kondisi <i>Manometer Suction</i> Tanggal 24 September 2023	52

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Keselamatan di laut merupakan salah satu aspek penting dalam dunia maritim, terutama mengingat peran kapal sebagai sarana transportasi utama bagi penumpang dan barang di seluruh dunia. Ancaman terhadap keselamatan di laut, baik dari faktor alam maupun manusia, dapat berakibat fatal, tidak hanya bagi mereka yang berada di atas kapal, tetapi juga terhadap lingkungan laut yang rapuh. Oleh karena itu, berbagai regulasi internasional telah disusun guna meminimalisir risiko-risiko tersebut. Salah satu organisasi utama yang bertanggung jawab dalam hal ini adalah *International Maritime Organization* (IMO), yang terus memperbarui dan memperketat standar-standar keselamatan maritim.

Menurut Joseph dan Dalaklish dalam (Olaniyi et al., 2024) salah satu peraturan penting yang diterapkan oleh IMO adalah Konvensi Keselamatan Kehidupan di Laut (SOLAS). SOLAS menggambarkan standar keselamatan minimum untuk kapal, yang mencakup konstruksi, peralatan, dan operasi. SOLAS juga menyediakan kerangka peraturan internasional yang mengatur standar keselamatan kapal, seperti peralatan darurat, keselamatan kebakaran, serta perlindungan lingkungan. Di sisi lain, SMS (*Safety Management System*) adalah sistem manajemen yang dirancang untuk memastikan kepatuhan terhadap peraturan-peraturan SOLAS di dalam operasi sehari-hari melalui prosedur, pelatihan, dan dokumentasi yang terstruktur. Kemudian dalam artikel yang telah dijelaskan oleh Bapak Ahmad Wahid, Muhammad Yamin Jinca, Taufiqur Rachman dan Johny Malisan dalam (Wahid et al., 2024) mengidentifikasi bahwa faktor yang paling berpengaruh dalam penerapan sistem manajemen kapal adalah kewenangan dan tanggung jawab awak kapal (84,2%) dan perusahaan

(81,0%), diikuti oleh konstruksi kapal (80,3%). Faktor penting lainnya meliputi stabilitas kapal (78,5%), peralatan keselamatan dan navigasi (70,4%), perawatan kapal (61,8%), sumber daya personel (58,5%), kesiapsiagaan darurat (55,5%), serta administrasi dan dokumentasi (50,3%). Temuan ini menyiratkan peningkatan tanggung jawab bagi pemilik kapal, meliputi penyediaan awak yang kompeten, memastikan kelayakan teknis (konstruksi dan stabilitas), identifikasi risiko untuk meminimalkan keadaan darurat, kepatuhan terhadap peraturan internasional untuk keselamatan dan peralatan navigasi, serta perawatan kapal secara berkala. Selanjutnya dalam artikel (Wahid et al., 2023) juga menjelaskan idealnya SMS (*Safety Management System*) harus mencakup sistem kebijakan, sistem informasi dan pelaporan, sistem operasional, sistem manajemen risiko, sistem pemantauan, sistem pemeliharaan, dan sistem pelatihan. Hal ini berupaya untuk meningkatkan keselamatan kapal, awak kapal, dan penumpang, sehingga mengurangi potensi bahaya lingkungan atau kerusakan ekosistem laut.

Dalam konteks upaya internasional untuk menjaga keselamatan dan keberlanjutan lingkungan laut, perhatian juga perlu diberikan pada pengelolaan limbah dan pencemaran yang dihasilkan oleh kegiatan maritim. Salah satu regulasi penting yang mendukung tujuan tersebut adalah *Annex IV* dari Konvensi Internasional untuk Pencegahan Pencemaran dari Kapal (MARPOL). *Annex* ini secara khusus mengatur pembuangan limbah dari kapal, termasuk air limbah, untuk melindungi kualitas air laut dan mencegah pencemaran yang dapat merugikan ekosistem laut.

Menurut (Peter Ehlers, 2024) mengenai regulasi *Annex IV* dalam MARPOL adalah bahwa *Annex IV* mengatur pembuangan limbah cair dari kapal ke laut. Dalam versi asli berlaku untuk semua kapal dengan ukuran 200 gross ton dan lebih atau yang mengangkut lebih dari 10 orang, sementara versi yang direvisi berlaku untuk kapal dengan

ukuran 400 gross ton dan lebih atau yang mengangkut lebih dari 15 orang. Pembuangan limbah air ke laut secara umum dilarang kecuali jika memenuhi standar tertentu, dan kapal harus diperiksa secara berkala untuk memastikan kepatuhan terhadap persyaratan *Annex IV*, yang disertifikasi melalui Sertifikat Pencegahan Pencemaran Limbah Cair Internasional. Terdapat juga pengecualian untuk kapal tongkang tak berawak tanpa tenaga penggerak yang diatur melalui pedoman IMO. Yang mana regulasi ini bertujuan untuk mencegah pencemaran laut oleh limbah cair, khususnya yang disebabkan oleh eutrofikasi.

(Rangel-Buitrago et al., 2024) statistik global mengungkapkan bahwa lebih dari 80% limbah cair masuk ke lingkungan laut tanpa diolah, yang berkontribusi secara signifikan terhadap pencemaran nitrogen di ekosistem pesisir. Pencemaran ini tidak hanya membahayakan kehidupan laut dan ekosistem melalui kontaminan kimia dan eutrofikasi, yang mengarah pada zona hipoksia dan kehilangan keanekaragaman hayati, tetapi juga berdampak pada kesehatan manusia melalui penyakit yang ditularkan lewat air dan kontaminasi makanan laut. Menurut Askari dalam (ALIFUL, 2024). limbah adalah air yang tidak bersih dan mengandung berbagai zat yang dapat membahayakan manusia dan makhluk hidup lainnya dan lazimnya muncul karena hasil aktivitas manusia, baik dari industri maupun dari rumah tangga. Limbah akan mengganggu kelestarian lingkungan hidup dan dapat berbahaya bagi kesehatan kru kapal jika tidak dilakukan *treatment* dengan baik. Jika *treatment* pada limbah *sewage* tidak dilakukan secara maksimal maka akan menimbulkan berbagai dampak buruk seperti sumber penyakit dan pencemaran biota laut.

Dengan melihat dampak buruk yang ditimbulkan oleh limbah cair terhadap lingkungan dan kesehatan, baik secara global maupun spesifik dalam konteks kelautan, sangatlah penting untuk menyoroti langkah-langkah yang harus diambil guna mencegah pencemaran lebih

lanjut. Salah satu aspek kritis dalam upaya ini adalah pengoperasian dan perawatan sistem pengolahan limbah yaitu *Sewage Treatment Plant* di atas kapal. Tanpa penanganan yang tepat, limbah dari kapal dapat memperburuk kualitas air laut, membahayakan kehidupan laut, serta mengancam kesehatan kru kapal. Oleh karena itu, sangatlah penting untuk kru kapal memahami pengoperasian serta seberapa besar pentingnya perawatan *sewage* yang baik dan benar sesuai dengan aturan yang ada.

Beberapa penelitian terdahulu terkait dengan Perawatan *Sewage Treatment Plant*, Aliful (2024) dalam penelitiannya yang berjudul Analisis Kurang Optimalnya Kinerja *Sewage Treatment Plant* Terhadap Kelestarian Lingkungan Laut Di Mv. Pan Energen. Menurutny kegagalan dalam pengoperasian dan perawatan *Sewage Treatment Plant* (STP) di kapal MV. Pan Energen, seperti kerusakan pada *discharge pump*, *aeration blower*, dan *mechanical seal*, menyebabkan limbah dibuang langsung ke laut tanpa penguraian, yang berujung pada pencemaran lingkungan laut. Faktor-faktor tersebut menjadi penyebab utama tidak optimalnya kinerja STP. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan langkah-langkah seperti pengoperasian mesin sesuai dengan panduan manual, perawatan berkala terhadap *discharge pump*, pipa pembuangan, tangki sedimen, dan *aeration blower*, guna memastikan kelancaran pengolahan limbah dan mengurangi risiko pencemaran laut.

Didalam penelitian oleh (ARDIANSYAH; & ARDIANSYAH;, 2022) dengan judul Analisis Penyebab Terjadinya Sumbatan Pada *Sewage Treatment Plant* Di Pt Pelindo *Marine Service* Kapal Kt. Bima 306, disebutkan bahwa tidak optimalnya kinerja *Sewage treatment plant* (STP) pada kapal disebabkan oleh tersumbatnya saluran pembuangan, yang mengakibatkan suplai udara dari blower tidak maksimal. Kondisi ini berdampak negatif terhadap kelestarian lingkungan laut, seperti menyebabkan kekeruhan dan bau menyengat yang berpotensi

membahayakan biota laut serta manusia. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan upaya perawatan yang terencana dan berkala sesuai dengan *Plant Management System*, guna memastikan STP berfungsi optimal dan mengurangi pencemaran laut.

Dari beberapa kutipan yang telah saya telaah serta di dorong dengan adanya permasalahan pada saat saya melaksanakan praktek laut pada tanggal 24 September 2023 mengenai *Sewage Treatment Plant* di atas kapal yang mengalami kegagalan dalam proses pemvakuman pada toilet. Hal tersebut diketahui karena adanya alarm yang menyatakan bahwasannya *Sewage Treatment Plant* dalam kondisi *abnormal*. Setelah dilakukan pengecekan secara visual, ditemukan masalah pada manometer *indicator* daya hisap *vacuum pump* atau *compound gauge*. Manometer tersebut selalu dalam kondisi 0 Mpa sedangkan keadaan normal manometer daya hisap *vacuum pump* tersebut berada pada angka -0.020 Mpa. Oleh karna itu dilakukan tindakan cepat dengan memberhentikan pengoprasian *vacuum pump* tersebut untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan. Setelah *vacuum pump* dalam keadaan stop, *Chief Engineer* memerintahkan kepada Mualim jaga untuk memberitahu kepada seluruh *crew* agar tidak ada yang menggunakan toilet terlebih dahulu. Setelah itu *Chief Engineer* memberi arahan kepada Masinis jaga untuk dilakukan pengecekan terhadap *vacuum pump*, namun pada saat akan memulai pengecekan terhadap *vacuum pump*, kamar mesin menerima informasi dari Mualim jaga bahwa adanya anggota *crew* kapal yang melaporkan toilet pada salah satu *cabin crew* kapal disebelah kanan mengalami kegagalan dalam vakum. Karena hal tersebut memberikan dampak menjadi tidak optimalnya kinerja *Sewage Treatment Plant* diatas kapal maka *Chief Engineer* memberikan arahan kepada Masinis untuk mencari permasalahan dari peristiwa tersebut. Kemudian setelah dilakukan pengecekan, Masinis menemukan permasalahan pada *rubber sleeve* toilet tersebut yang mengalami robekan akibat serpihan

kayu sehingga mengakibatkan tidak kedap dan proses pemvakumanpun terganggu. Hal ini dapat terjadi karena kurangnya kesadaran terhadap *crew* kapal dalam penggunaan toilet.

Dengan melihat latar belakang diatas, dimana banyaknya terjadi pencemaran limbah cairan ke laut disebabkan oleh tidak optimalnya kinerja *Sewage Treatment Plant* serta kurangnya kesadaran kru kapal dalam pengoperasian dan perawatan *Sewage Treatment Plant* didunia pelayaran, maka penulis merasa tertarik untuk melakukan penelitian dan mengangkat sebuah judul “Analisis Perawatan *Sewage Treatment Plant* (STP) Diatas Kapal MT. Senipah”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang diangkat pada penulisan ini adalah apa yang menyebabkan terjadinya kegagalan vakum terhadap *vacuum pump* pada *Sewage Treatment Plant*.

C. Batasan Masalah

Dalam menghadapi kompleksitas permasalahan yang dapat diangkat dalam penulisan skripsi ini, penulis memutuskan untuk mempersempit fokus hanya pada faktor apa yang menyebabkan terjadinya kegagalan vakum terhadap *vacuum pump* yang akan diteruskan ke *Sewage Treatment Plant*.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk menjawab permasalahan yang terdapat pada rumusan masalah yaitu untuk mengetahui hal-hal yang mengakibatkan terjadinya kegagalan vakum terhadap *vacuum pump* sehingga kinerja *Sewage Treatment Plant* tidak optimal.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Praktis

- a. Sebagai gambaran penulis sebagai calon perwira (Masinis) yang nantinya akan bekerja diatas kapal jika menghadapi permasalahan seperti ini.
- b. Memberikan pengetahuan kepada pembaca tentang cara mengatasi masalah yang mungkin timbul dalam pengoperasian dan perawatan *Sewage Treatment Plant* melalui solusi yang disediakan.
- c. Menyediakan informasi penting tentang perawatan *Sewage Treatment Plant* untuk rekan-rekan Taruna/i, terutama bagi mereka yang akan melaksanakan praktek laut.

2. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan mengenai pengoperasian dan perawatan *Sewage Treatment Plant*, serta diharapkan penelitian ini juga dapat berperan sebagai wadah untuk pengembangan pemahaman teoritis dilingkungan akademis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Regulasi Mengenai *Sewage Treatment Plant*

Konvensi Internasional untuk Pencegahan Pencemaran dari Kapal (MARPOL) diadopsi oleh Organisasi Maritim Internasional (IMO) pada tanggal 2 November 1973 dan mencakup semua jenis emisi terkait kapal terhadap lingkungan. MARPOL merupakan salah satu regulasi yang diciptakan oleh IMO. Tujuan utama pada MARPOL adalah untuk mengembangkan peraturan guna mencegah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh aktivitas pelayaran. Sementara *Annex IV*, yang mulai berlaku pada tanggal 27 September 2003, terutama berfokus pada persyaratan untuk mengendalikan pencemaran laut oleh limbah, *Annex IV*, yang mulai berlaku pada tanggal 19 Mei 2005, menetapkan batas emisi sulfur dioksida dan nitrogen oksida. Tujuan utama tinjauan ini adalah untuk menarik perhatian pada kemajuan dan perubahan studi yang mencakup *Annex IV* dan *Annex VI* (ŞAHİN et al., 2020).

Menurut *Annex IV* sumber limbah terbagi menjadi 2 yaitu *black water* dan *grey water*. Limbah *black water* merupakan kotoran yang berasal dari toilet urinoir, dan saluran pembuangan WC. Sedangkan limbah *grey water* adalah kotoran yang berasal dari *wastafel*, pancuran, tempat cuci, kamar mandi, serta dapur. Volume limbah dan air limbah terkait dengan jumlah penumpang dan awak kapal serta waktu yang dihabiskan orang diatas kapal. Diperkirakan seseorang di kapal menghasilkan 20-40 liter limbah dan 120-300 liter air limbah per hari (ŞAHİN et al., 2020b).

Pada regulasi IMO terkait dengan penjelasan diatas menjelaskan bahwa *Annex IV* dalam MARPOL mengharuskan kapal untuk melengkapi instalasi pengolahan limbah atau biasa disebut dengan *Sewage Treatment Plant* serta tangki penampungan limbah atau

sewage holding tank. Hal ini berguna untuk menghancurkan dan disinfeksi limbah tersebut sebelum dibuang ke laut agar tidak terjadi pencemaran lingkungan laut. Meskipun demikian terdapat aturan lain didalam IMO tentang area khusus pembuangan limbah. Menurut Raunek dalam artikelnya, menjelaskan pada Januari 2013, amandemen terbaru *Annex IV* MARPOL mulai berlaku, menjadikan Laut Baltik sebagai wilayah khusus pertama yang mengatur pembuangan limbah kapal. Peraturan ini menargetkan kapal penumpang sebagai penyumbang utama pencemaran limbah di laut dan pesisir. Pembuangan limbah yang tidak diolah dilarang di Laut Baltik. Limbah mentah dari kapal harus diolah di *Sewage Treatment Plant* (STP) sebelum dibuang atau dipindahkan ke fasilitas di darat. Selain itu, instalasi pengolahan limbah di kapal penumpang yang membuang limbah cair di wilayah khusus ini harus memenuhi standar pembuangan nitrogen dan fosfor untuk mendapatkan Sertifikat Persetujuan Jenis dari Administrasi.

(Ciremai et al., 2023) Khusus mengenai air kotor atau *sewage* tercantum dalam buku MARPOL 73/78/97 *Annex IV "Regulation for the Prevention by Sewage from Ships"* berbunyi : "*Discharge of Sewage*"

1. Mengacu pada ketentuan dari *Annex IV*, pembuangan kotoran ke laut dilarang kecuali jika :
 - a. Kapal membuang kotoran yang telah dimurnikan atau dibasmihamakan menggunakan suatu sistem yang diakui oleh administrasi sesuai aturan 9.1.2 yaitu apabila suatu jarak kapal berada pada 3 mil laut dari bibir Pantai terdekat maka kotoran tersebut disimpan dalam tangki penampungan sementara atau biasa disebut *sewage holding tank* namun apabila lebih dari 3 mil laut dari bibir pantai terdekat atau jika kotoran yang tidak dimurnikan atau dibasmi dapat dibuang pada jarak lebih dari 12 mil dari bibir pantai, dengan syarat bahwa kotoran telah ditempatkan sebelumnya pada tangki-tangki penampung dan

dibuang tidak seketika itu tetapi pada satu debit ketika kapal penumpang yang sedang melaju pada kecepatan tidak kurang dari 4 knots. Debit akan ditetapkan oleh administrasi sesuai ketentuan IMO.

- b. Kapal sementara mengoperasikan suatu *Sewage Treatment Plant* yang diakui dan telah disertifikasi untuk memenuhi persyaratan-persyaratan operasional aturan 9.1.1 dan hasil dari instansi dituliskan dan disertifikasikan dalam sertifikasi *International Sewage Pollution Prevention* (ISPP) (1973) serta sebagai tambahan, tidak menghasilkan bagian padat yang nampak mengapung.
 - c. Kapal berada di dalam perairan yuridiksi suatu negara dan membuang kotoran sesuai dengan persyaratan-persyaratan yang ditetapkan oleh negara yang bersangkutan.
2. Bilamana kotoran dicampur dengan limbah air yang memiliki persyaratan-persyaratan yang lebih ketat akan diaplikasikan.

International Maritime Organization (IMO) mengeluarkan kebijakan-kebijakan atau melakukan revisi mengenai regulasi *Annex IV* untuk pencegahan pencemaran lingkungan laut yang disebabkan oleh limbah cair, dimana dilakukan pada tanggal 27 September 2003 didalam siding IMO. Revisi terdapat pada aturan 2, dan dijabarkan sebagai berikut pada ketentuan :

1. Kapal-kapal baru diatas dari 400 ton GT.
2. Kapal-kapal baru kurang dari 400 ton GT yang disertifikasikan untuk mengangkut lebih dari 15 orang, dan
3. Kapal-kapal lama kurang dari 400 ton GT yang disertifikasikan untuk mengangkut lebih dari 15 orang, 5 tahun setelah tanggal diberlakukannya *Annex* ini.

Dengan adanya aturan tersebut maka para industri dalam bisnis kemaritiman melakukan pencegahan dan meminimalisir kontaminasi limbah cair dilaut yang diakibatkan oleh aktivitas kapal baik dari

kegiatan yang dilakukan secara operasional maupun kegiatan insidental. Apabila aturan tersebut tidak diciptakan maka akan memberikan dampak negatif yang berbahaya bagi kelangsungan hidup manusia, biota laut, sumber daya, dan hal lainnya yang disebabkan secara langsung maupun tidak langsung oleh pembuangan limbah yang berasal dari kapal.

B. *Sewage Treatment Plant*

Sewage Treatment Plant (STP) adalah fasilitas yang dirancang untuk mengolah dan menghilangkan kontaminan dari air limbah, termasuk limbah domestik, komersial, dan industri. Fungsi utamanya adalah memastikan air yang telah diolah aman untuk dilepaskan ke lingkungan (Banerjee & Khatun, 2021).

Menurut (ALIFUL, 2024) *Sewage Treatment Plant* adalah suatu mesin pengurai limbah yang berasal pada geladak kapal seperti kotoran manusia maupun sisa dari *galley* kapal sebelum dibuang ke luar kapal sehingga tidak mencemari lingkungan laut. Mesin ini dapat ditemukan di atas kapal yang berguna untuk mencegah pencemaran di daerah pelabuhan, pesisir maupun di lautan luas. Selain itu juga, bila tidak dilakukan *treatment* dengan baik maka dapat mengganggu biota laut dan menimbulkan penyakit. Dengan adanya *Sewage Treatment Plant* (STP) di kapal, sistem ini membantu mengurangi pencemaran laut, khususnya saat kapal berada di sekitar pelabuhan. Selain itu, keberadaan STP di kapal juga membantu mencegah penyebaran bakteri dan virus yang disebabkan oleh kotoran manusia, urin, dan air limbah. Oleh karena itu, limbah tidak boleh dibuang langsung ke laut, karena dapat mencemari area pelabuhan dan mengganggu ekosistem laut serta biota yang hidup di dalamnya.

Menurut Soeparman dan Suparmin dalam bukunya yang berjudul pembuangan tinja dan limbah cair (2002: 104) pembuangan limbah cair secara langsung ke badan air akan menimbulkan masalah kesehatan

dan pencemaran sehingga perlu dibangun suatu fasilitas pengelolaan limbah cair (ALIFUL, 2024). Limbah cair yang langsung dibuang ke laut tanpa melalui pengelolaan akan menimbulkan bau dan kekeruhan pada air laut bahkan menjadi sumber penyakit (LABIB S, 2022).

(Pencemaran & Sungai, 2001) Limbah adalah sebagai produk sampingan dari aktivitas manusia seperti mandi, mencuci dan buang air, zat yang mengandung senyawa organik dan anorganik tingkat tinggi yang dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Peningkatan pembuangan air limbah yang diproduksi secara domestik dapat menyebabkan polusi meningkat. Limbah domestik dapat meningkatkan parameter polutan dan melebihi nilai ambang batas kualitas. Limbah domestik terdiri dari limbah padat dan cair yang mengandung bakteri dan polutan tingkat tinggi, memiliki oksigen terlarut yang minim dan juga mengandung limbah padat serta cair yang pertumbuhan biota laut. mengambang. Dampak limbah domestik terhadap kualitas air laut cukup signifikan, karena dapat menurunkan kualitas air dan dapat mengganggu.

Dengan memahami betapa pentingnya pengoperasian dan perawatan *sewage* dikapal untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan maka sangat penting untuk mengetahui prinsip kerja dan komponen-komponen yang terdapat pada *Sewage Treatment Plant*.

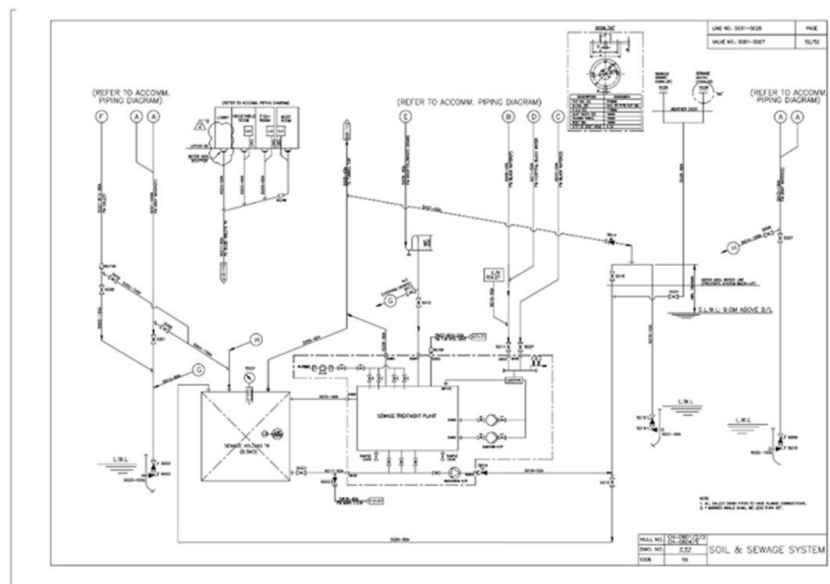
1. Prinsip Kerja *Sewage Treatment Plant*.

Sewage Treatment Plant memiliki prinsip kerja dengan mengalirkan udara ke *chamber* agar bakteri-bakteri pengurai pada limbah dapat hidup dan berkembang biak (NUGROHO, 2022). Kadar oksigen pada limbah *sewage* sangat penting dalam pertumbuhan bakteri-bakteri aerob, maka diperlukan sirkulasi udara secara terus menerus. Selain itu juga, terdapat metode lain yaitu penggunaan bahan kimia. Bahan kimia ini dalam proses penguraian *sewage* lebih cepat daripada menggunakan metode pemakaian bakteri akan tetapi sangat berbahaya bagi kelestarian lingkungan. Bakteri aerob adalah

jenis bakteri yang membutuhkan oksigen untuk memenuhi kebutuhan hidupnya seperti untuk pertumbuhan, respirasi, dan bereproduksi (Safitri, 2019).

Proses penguraian limbah tersebut harus menggunakan permesianan yang telah disetujui. Sesuai dengan regulasi IMO yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwasannya IMO menyatakan penganganan pencemaran lingkungan pada MARPOL *Annex IV* mengharuskan kapal memiliki instalasi pengolahan limbah atau biasa disebut dengan *sewage holding tank* serta diharuskan memiliki *sewage holding tank* yang berguna sebagai tangki penampung apabila kapal berada pada jarak 3 mil dari daratan. Dengan adanya pewasat bantu *Sewage Treatment Plant* maka kapal ikut serta dalam menjaga atau mengurangi pencemaran laut, khususnya pada saat kapal berada di daerah Pelabuhan.

Gambar 2. 1 Piping Diagram Sewage Treatment Plant.



Sumber : *Manual Book MT. Senipah* (2023).

Pada gambar diatas menjelaskan tentang bagaimana kotoran dapat masuk ke dalam *Sewage Treatment Plant* serta asal dari kotoran tersebut. Seperti pada gambar diatas limbah yang masuk

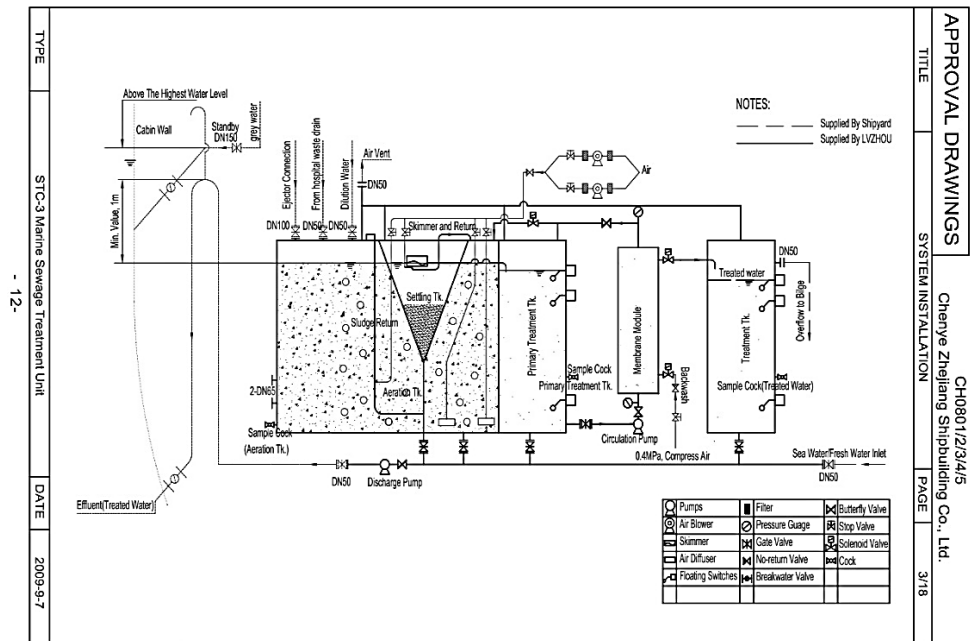
kedalam *Sewage Treatment Plant* terdapat 2 jenis yaitu *black water* dan *grey water*. *Black water* merupakan kotoran yang berasal dari toilet, sedangkan *grey water* berasal dari *wastafel*, kamar mandi, serta dapur. Penjelasan tersebut sama halnya dengan yang telah saya kutip dari jurnal milik Sahin pada penjelasan mengenai regulasi *Sewage Treatment Plant* diatas. *Black water* adalah jenis limbah yang tidak dapat dibuang langsung ke laut melalui *overboard*, sedangkan *gray water* selain masuk kedalam *Sewage Treatment Plant* dapat juga dibuang langsung pada *overboard*. Sebagai contohnya adalah dikapal MT. Senipah, limbah yang berasal dari ruang *hospital* memiliki jalur khusus baik *gray water* maupun *black water*, limbah tersebut dapat dibuang langsung ke laut tanpa masuk kedalam *Sewage Treatment Plant* untuk di *treatment* terlebih dahulu. Seperti yang kita tahu, *hospital* merupakan tempat karantina bagi *crew* kapal yang sedang sakit. Oleh karena itu, bisa saja limbah yang dikeluarkan oleh seseorang tersebut mengandung bakteri yang dapat membunuh bakteri pengurai di dalam *Sewage Treatment Plant*.

Setelah kotoran tersebut masuk ke dalam *Sewage Treatment Plant*, maka selanjutnya kotoran yang masuk akan di proses di dalam pesawat bantu tersebut untuk dilakukan *treatment* terlebih dahulu sebelum dibuang ke laut. Hal ini berguna untuk mencegah terjadinya pencemaran laut sesuai dengan aturan yang telah dibuat oleh IMO dalam MARPOL Annex IV.

Bakteri aerob sangat penting dalam pengolahan limbah pada *Sewage Treatment Plant*. Bakteri ini bergantung pada jumlah kadar 1 oksigen yang disirkulasikan melalui udara. Bila kadar oksigen berkurang maka pertumbuhan bakteri aerob juga akan terhambat. Dalam proses penguraian *sewage*, bakteri anaerob tidak digunakan dikarenakan gas yang dihasilkan oleh bakteri ini berbahaya bagi kesehatan. Selain itu bakteri anaerob akan mati bila terkena oksigen.

Penguraian ini umumnya terjadi pada tangki *collecting tank*, *settling tank*, dan *activated carbon filter tank*. Setelah limbah diuraikan, limbah akan disterilkan di *sterilization tank* dan dibuang ke laut.

Gambar 2. 2 Proses Pengolahan Limbah Cair STP.



Sumber : *Manual Book MT. Senipah* (2023).

Sesuai dengan *manual book MT. Senipah*, penjelasan tentang proses kerja dari *Sewage Treatment Plant* adalah sebagai berikut.

a. Proses Pertama di Tangki Pengumpul (*Aeration tank*).

Limbah atau kotoran dari toilet akan dikumpulkan terlebih dahulu di tangki pengumpul pada sistem pengolahan limbah (*Sewage Treatment Plant*). Limbah tersebut masuk karena terjadinya proses pemvakuman dari *ejector pump* atau *vacuum pump*. Limbah yang masuk ke dalam tangki ini akan dialiri udara melalui *air pump*. Pengaliran udara ini bertujuan untuk mengaktifkan dan memperbanyak mikroba aerob yang berfungsi menguraikan limbah menjadi komponen yang lebih kecil, serta mencegah sedimentasi di dasar tangki. Sirkulasi

udara yang dilakukan oleh *air pump* perlu berjalan secara konsisten, jika bakteri aerob tidak menerima pasokan udara yang cukup, mereka dapat mati dan proses penguraian pun akan terhambat. *Sewage Treatment Plant* memiliki *dilution water* yang berfungsi untuk menyuplai air ke dalam tangki *Sewage Treatment Plant*. Air ini digunakan untuk membantu menguraikan atau menghancurkan kotoran yang berada didalam tangki tersebut. Selain itu air ini juga digunakan *vacuum pump* untuk bersirkulasi karena yang di vakum oleh *ejector pump* tersebut adalah air. Ketika proses penguraian tidak berjalan optimal, limbah dapat mengeluarkan bau tidak sedap dan membahayakan kesehatan kru kapal. Namun hal tersebut tidak akan terjadi apabila proses aerasi di dalam *aeration tank* berjalan dengan baik. Tujuan utama dari proses aerasi adalah untuk menyediakan oksigen bagi bakteri aerob yang akan memecah zat organik dalam limbah. Kemudian apabila tangki pengumpul sudah penuh, limbah akan mengalir secara otomatis ke tangki berikutnya yaitu *primary tank*.

b. Proses Kedua di Tangki Sedimen (*Settling Tank*).

Sebelum limbah yang berasal dari *aeration tank* masuk ke *primary tank*, limbah yang belum sepenuhnya terurai dan memiliki ukuran yang lebih besar akan tenggelam ke dasar tangki kemudian akan membentuk lumpur namun limbah yang belum terurai dan masih mengandung gas sehingga akan mengapung dan masuk kedalam *settling tank*. Hal tersebut terjadi dikarenakan didalam *aeration tank* terdapat kandungan gas yang disebabkan oleh proses biologis dan kimia yang terjadi dalam limbah tersebut. Gelembung gas yang terbentuk selama aerasi ini bisa terperangkap dalam partikel kotoran atau zat organik, sehingga menyebabkan beberapa limbah tersebut mengapung sementara sebelum gas tersebut terlepas ke

permukaan. Limbah yang mengapung tersebut akan masuk ke dalam *settling tank*. Sebelum masuk ke dalam *settling tank*, limbah tersebut akan dihancurkan oleh skimmer. Skimmer tersebut dapat berputar karena *air pump*. Sementara partikel yang lebih kecil akan mengapung dan mengalir ke tangki berikutnya yaitu *primary treatment tank*.

c. Proses Ketiga di *Primary Treatment Tank*.

Ketika limbah yang berada pada *settling tank* dan *aeration tank* penuh. Maka luapan tersebut akan masuk ke dalam *primary treatment tank*. Tangki ini berisi sejumlah karbon aktif yang bertugas menyerap kontaminan dari limbah. Proses ini dimulai dengan sirkulasi udara yang membantu membuka jutaan pori kecil pada karbon aktif. Karbon aktif efektif dalam menyerap kontaminan mikroskopis seperti metana, klorin, senyawa organik, serta menghilangkan bau dan rasa tidak sedap dari air limbah. Karena memiliki luas permukaan yang besar, filter karbon aktif sangat efisien dalam mengabsorpsi kontaminan dari limbah. Selain itu, filter karbon aktif juga menyerap senyawa organik. Kapasitas dalam proses ini bergantung pada luas permukaan karbon aktif, jumlah oksigen yang dialirkan oleh *aeration blower*, tingkat kontaminan, durasi perawatan mesin *Sewage Treatment Plant*, dan juga pH air limbah. Dalam filter karbon ini terjadi proses kombinasi karbon aktif dengan ozonisasi maka dengan mudah menghilangkan polutan mikro.

Limbah yang berada di *primary treatment tank* tersebut kemudian akan disirkulasikan oleh *circulation pump*. Setelah itu limbah akan masuk ke dalam *membrane module*. Didalam *membrane module* tersebut, terkadang masih terdapat kotoran yang belum terurai. Kemudian kotoran tersebut akan

dihancurkan oleh udara atau biasa disebut dengan *backwash*. Setelah kotoran tersebut hancur di dalam membrane module.

d. Proses terakhir di *Treatment Tank*.

Limbah yang sudah melalui proses karbonisasi akan *overflow* menuju ke tangkai *treatment*. Tangki ini adalah tempat penyimpanan limbah yang berasal dari membrane module untuk dibuang ke laut. Namun terkadang masih ada kotoran yang belum hancur, dengan begitu kotoran tersebut ada yang mengalir kembali ke dalam *aeration tank* untuk di *treatment* kembali, dan limbah yang sudah memenuhi standard akan masuk ke *sewage holding tank* atau langsung menuju *overboard* sesuai dengan posisi kapal.

Mengingat betapa pentingnya untuk melakukan perawatan pada komponen pesawat bantu ini karena bagian-bagian pengolahan air limbah dalam kapal sangat penting termasuk saluran pipa toilet, tangki pengumpul limbah, pompa udara, pompa *discharge*, tangki tablet klorin, dan tangki lainnya dari kotoran yang sering mengapung dan mengendap. Untuk memastikan pengoperasian yang optimal dan jangka panjang dari mesin bantu pengolahan air limbah, diperlukan perawatan dan pengoperasian sesuai prosedur. Hal ini memungkinkan pesawat bantu beroperasi secara efisien dan sesuai dengan tujuannya tanpa merusak lingkungan.

2. Komponen-komponen *Sewage Treatment Plant*.

a. *Air pump*.

Pada *Sewage Treatment Plant* yang berada di atas kapal mt. senipah memiliki 2 *air pump*. Dimana salah satunya digunakan ketika keadaan *emergency* dan dipastikan untuk selalu pada posisi *stand by* digunakan. *Air pump* ini digunakan untuk menyuply udara kedalam tangki, agar bakteri-bakteri di dalam tangki tetap hidup untuk menguraikan limbah tersebut. Selain

itu *air pump* juga digunakan untuk memutar skimmer, agar kotoran yang belum hancur pada *aeration tank* akan dihancurkan oleh skimmer dan masuk ke dalam *settling tank*.

Gambar 2. 3 *Air Pump*.



Sumber : Kapal MT. Senipah (2023).

b. *Circulation pump*.

Digunakan untuk mensirkulasikan limbah yang berada di *primary tank* dan kemudian akan dimasukan ke dalam *membrane module*.

Gambar 2. 4 *Circulation Pump*.



Sumber : Kapal MT. Senipah(2023).

c. *Vacuum pump*

Digunakan untuk menghisap limbah cair baik *black water* maupun *grey water* yang berasal dari *deck* yang kemudian

dimasukkan kedalam *aeration tank*. Kerja dari *ejector pump* akan maksimal jika kevakuman *dischare valve* toilet bekerja sebagaimana mestinya.

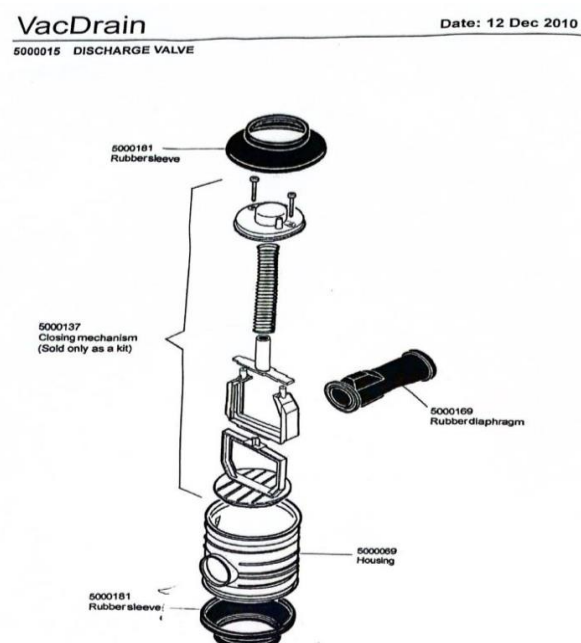
Gambar 2. 5 *Vacuum pump*.



Sumber : Kapal MT. Senipah (2023).

Bagian-bagian dari komponen *discharge valve* toilet diatas kapal MT. Senipah :

Gambar 2. 6 *Discharge valve Assembly*.



Sumber : *Manual Book* Kapal MT. Senipah (2023).

1) *Rubber Sleeve*.

Berfungsi sebagai penyekat yang mencegah kebocoran saat *valve* ditutup, serta menyediakan fleksibilitas dan kedap air untuk memastikan limbah tidak bocor keluar dari sistem.

2) *Spring*.

Berfungsi untuk mengembalikan posisi *valve* ke keadaan tertutup setelah pengeluaran limbah dan menyediakan tekanan yang diperlukan agar *rubber sleeve* tetap menempel padaudukan *valve*.

3) *Valve Body*.

Struktur utama yang menampung semua komponen lainnya, menyediakan jalur bagi limbah untuk mengalir keluar dari toilet menuju sistem pembuangan.

4) *Actuator*.

Mekanisme yang digunakan untuk membuka dan menutup *valve*, bisa berupa tombol atau tuas yang dioperasikan secara manual atau otomatis, memungkinkan pengguna mengendalikan aliran limbah.

5) *Sealing Ring*.

Berfungsi untuk mencegah kebocoran antara badan *valve* dan bagian lainnya serta membantu menciptakan kedap air yang baik saat *valve* tertutup.

6) *Mounting Bracket*.

Untuk menahan dan mengamankan *discharge valve* di tempatnya pada toilet, memberikan stabilitas dan mendukung komponen *valve* selama penggunaan.

7) *Rubber Diaphragm*.

sebagai penyekat yang mencegah aliran limbah saat *valve* ditutup, sehingga mencegah kebocoran ke area lain. *Diaphragm* ini juga membantu dalam regulasi tekanan dengan menyesuaikan diri terhadap perubahan tekanan

dalam sistem, dan dapat berfungsi sebagai penggerak otomatis untuk membuka atau menutup *valve* saat tekanan air atau limbah mencapai tingkat tertentu. Selain itu, fleksibilitas bahan karet pada diaphragm memungkinkan gerakan yang mudah, memastikan fungsi *valve* yang optimal tanpa masalah mekanis. Dengan memberikan penyegelan yang baik, diaphragm juga berkontribusi pada pencegahan pencemaran, menjaga agar limbah tidak masuk ke sistem air bersih dan memastikan kebersihan serta kesehatan di kapal.

8) *Discharge Port.*

Saluran di mana limbah dikeluarkan dari toilet, yang menghubungkan *discharge valve* dengan sistem pembuangan limbah.

d. *Aeration Tank.*

Tangki pengumpulan adalah tangki penimbun utama untuk secara langsung menampung kotoran dan air kotor yang masih dalam strukturnya yang sempurna, yang berasal dari kamar mandi di setiap *cabin* kapal.

e. *Settling Tank.*

Tangki tempat penyimpanan kotoran yang sebelumnya tidak hancur namun kemudian dihancurkan oleh skimmer. Setelah di hancurkan oleh skimmer, kotoran tersebut akan masuk ke dalam *settling tank*.

f. *Primary Treatment Tank.*

Tempat penampungan kotoran yang berasal dari luapan *aeration tank*. Yang dimana kotoran tersebut sebelumnya telah dihancurkan di dalam *aeration tank*.

g. *Membrane Module.*

Tangki penyimpanan kotoran yang berasal dari *primary tank* dengan cara disirkulasikan oleh *circulation pump*, sehingga dapat masuk kedalam *membrane module*. Didalam *membrane*

module terkadang masih terdapat kotoran yang belum terurai dengan sempurna, sehingga akan dihancurkan kembali oleh udara atau biasa disebut *backwash*.

Gambar 2. 7 Membrane Module.



Sumber : Kapal MT. Senipah (2023).

h. Treatment Tank.

Adalah tempat penyimpanan kotoran yang berasal dari membrane module untuk dibuang ke laut. Namun terkadang masih ada kotoran yang belum hancur, dengan begitu kotoran tersebut ada yang mengalir kembali ke dalam *aeration tank* untuk di *treatment* kembali sesuai dengan mode yang dibuat, yaitu :

- i. Mode *washing* : membrane module menuju *treatment tank*.
- ii. Mode sirkulasi : membrane module menuju *aeration tank*.

i. Sewage Holding Tank.

Adalah tangki penampungan sementara untuk kotoran ketika posisi kapal berada pada jarak 3 mil dari darat, dikarenakan menurut aturan yang berlaku, pada jarak 3 mil dari darat tidak diperbolehkan untuk membuang limbah yang berasal dari *Sewage Treatment Plant*. Ketika posisi kapal pada jarak 12 mil dari darat, kemudian kotoran tersebut akan dibuang ke laut.

Gambar 2. 8 Sewage Holding Tank.



Sumber : Kapal MT. Senipah (2023).

j. *Discharge Pump* (Pompa Pembuang Limbah).

Discharge pump berfungsi untuk memompa hasil limbah yang telah diuraikan dari tangki sterilisasi langsung ke luar kapal ataupun ke *sewage holding tank*. Pompa ini dapat dijalankan dengan *manual mode* atau *auto mode*. Dengan *auto mode*, pompa dapat memompa limbah dengan sendirinya menggunakan *low stop sensor* dan *high start sensor*.

Gambar 2. 9 *Discharge Pump*.



Sumber : Kapal MT. Senipah (2023).

C. Perawatan Sewage Treatment Plant

Dalam pengoperasian operasional kapal perawatan tentunya sangat diperlukan untuk menjamin kelancaran dan kelayakan pengoperasian mesin dalam menunjang pelayaran kapal dari satu Pelabuhan ke Pelabuhan lainnya. Menurut Manzini didalam (Hadi Sofyan, 2021) Perawatan yaitu suatu hal yang sangat penting agar mesin selalu dalam kondisi yang baik dan siap pakai. Perawatan adalah fungsi yang memonitor dan memelihara fasilitas pabrik, peralatan, dan fasilitas kerja dengan merancang, mengatur, menangani, dan memeriksa pekerjaan untuk menjamin fungsi dari unit selama waktu operasi (*uptime*) dan meminimasi selang waktu berhenti (*downtime*) yang diakibatkan oleh adanya kerusakan maupun perbaikan.

Menurut Sudrajat didalam penelitiannya yang berjudul (Manajemen perawatan mesin, 2019) Jenis-jenis perawatan dibagi menjadi beberapa bagian yaitu :

1. Perawatan Preventif (*Preventive Maintenance*).

Pekerjaan perawatan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan, atau cara perawatan yang direncanakan untuk pencegahan (preventif). Ruang lingkup pekerjaan preventif termasuk: inspeksi, perbaikan kecil, pelumasan dan penyetelan, supaya peralatan atau mesin-mesin selama beroperasi terhindar dari kerusakan.

2. Perawatan Korektif.

Perawatan yang dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kondisi fasilitas/peralatan sehingga mencapai standar yang dapat diterima. Dalam perbaikan dapat dilakukan peningkatan-peningkatan sedemikian rupa, seperti melakukan perubahan atau modifikasi rancangan agar peralatan menjadi lebih baik.

3. Perawatan Berjalan.

Dimana perawatan dilakukan ketika fasilitas atau peralatan dalam keadaan bekerja. Perawatan berjalan diterapkan pada peralatan-peralatan yang harus beroperasi terus dalam melayani proses produksi.

4. Perawatan Prediktif.

Perawatan prediktif ini dilakukan untuk mengetahui terjadinya perubahan atau kelainan dalam kondisi fisik maupun fungsi dari sistem peralatan. Biasanya perawatan prediktif dilakukan dengan bantuan panca indra atau alat-alat monitor yang canggih.

Manajemen perawatan guna mencegah ketidak optimalan suatu mesin sebaiknya metode pelaksanaan mengikuti langkah dasar sebagai berikut :

1. Merencanakan *schedule* pekerjaan atau perawatan sesuai dengan petunjuk dari *manual book* yang dicatat detail sebagai data keadaan nyata, sebagai *crew* mesin melanjutkan perawatan *repair* atau *maintenance*.
2. Pelaksanaan pekerjaan realitas seperti di atas dengan mengadakan pengontrolan untuk mencegah atau mengantisipasi kerusakan yang lebih besar.
3. Membuat laporan pekerjaan dalam buku tersendiri di samping pada *log book* termasuk penggantian suku cadang yang telah dilaksanakan.

Sementara itu untuk mempertahankan kinerja *Sewage Treatment Plant* yang penulis lakukan selama melakukan praktek laut diuraikan sebagai berikut :

1. Perawatan *Aeration Tank*.

Hal pertama yang perlu di perhatikan pada perawatan sistem *Sewage Treatment Plant* adalah memperhatikan *aeration tank*.

Tangki ini mengalirkan limbah *black water* dan *grey water* untuk diproses pada sistem *Sewage Treatment Plant*. Oleh karena itu, ada banyak kandungan lemak atau minyak yang seringkali tertinggal di saluran inlet yang mengalirkan air limbah domestik.

Oleh karena itu harus melakukan pengecekan visual secara berkala, dan apabila ditemukan indikasi tentang adanya pengendapan secara berlebihan sehingga akan menyebabkan penyumbatan, maka akan dilakukan tindakan penanganan secara berlanjut.

2. Pengecekan Panel Pompa.

Cara perawatan sistem *Sewage Treatment Plant* selanjutnya yang perlu dilakukan adalah pengecekan pada panel pompa. Perlu diketahui, sistem pemompaan mengkonsumsi hampir 80% energi dari total energi yang dikeluarkan. Oleh karena itu harus memastikan kinerjanya tetap maksimal, dengan melakukan pengecekan rutin pada panel kontrol pompa setidaknya seminggu sekali.

3. Pemberian Nutrisi Bakteri Pada *Aeration Tank*.

Seperti yang telah diketahui, tangki ini berfungsi untuk memasukkan oksigen atau udara agar bakteri pengurai yang ada di dalamnya dapat berkembang biak dengan lebih cepat. Tetapi selain hal tersebut, diperlukan juga untuk menambahkan nutrisi yang digunakan sebagai makanan bagi bakteri agar tetap hidup dan berkembang dengan baik.

Proses pengolahan limbah cair dengan sistem *Sewage Treatment Plant* yang memanfaatkan mikroorganisme pengurai memerlukan keseimbangan antara jumlah bakteri dengan jumlah nutrisinya. Di kapal MT. Senipah menggunakan *chloride* yang bernama *uzziel* 093. Penggunaan *uzziel* untuk hasil yang maksimal digunakan sebulan sekali 1 tablet. Setiap tabletnya mengandung 100 milyar bakteri baik untuk menggantikan bakteri yang telah mati,

sehingga dapat mencegah tangki penuh serta menghilangkan bau tidak sedap. Hal tersebut dapat merawat hingga $5m^3$ dan akan efektif setelah 5 – 7 hari pemakaian. Petunjuk pemakaian *uzziel* 093 adalah sebagai berikut :

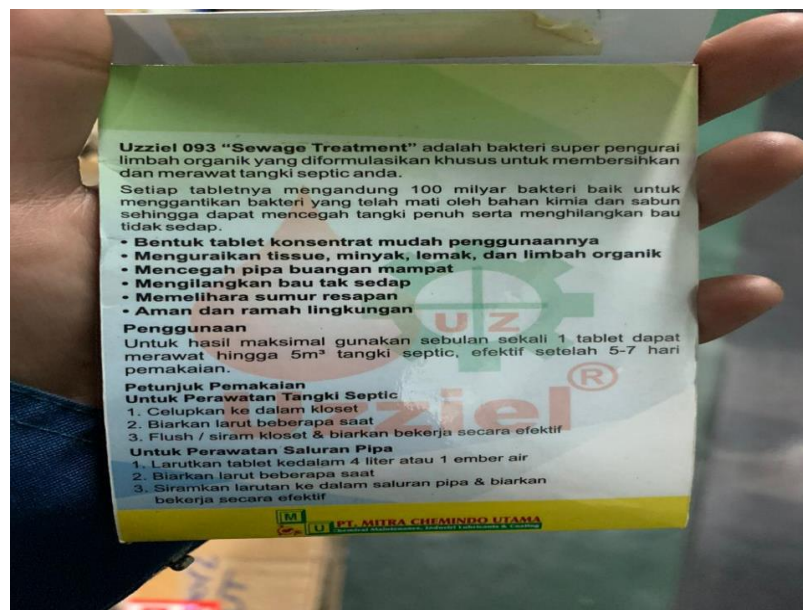
a. Untuk perawatan tangki :

- 1) Celupkan kedalam kloset.
- 2) Biarkan larut beberapa saat.
- 3) Flush / siram kloset dan biarkan bekerja efektif.

b. Untuk perawatan saluran pipa :

- 1) Larutkan tablet kedalam 4 liter atau 1 ember air.
- 2) Biarkan larut beberapa saat.
- 3) Siramkan larutan ke dalam saluran pipa dan biarkan bekerja secara efektif.

Gambar 2. 10 Chloride *Uzziel* 093



Sumber : Kapal MT. Senipah (2023).

4. Pengecekan Instalasi Drainase Limbah Cair.

Pengecekan yang dimaksud adalah pengecekan secara visual misalnya dari kebocoran instalasi perpipaan sebelum

limbah cair masuk kedalam *Sewage Treatment Plant*, kelayakan *discharge valve* pada komponen toilet tiap-tiap *cabin*, atau adanya kemungkinan penyumbatan pada saluran drainase dari limbah cair dapur diatas kapal, sehingga perlunya kondisi saringan makanan dalam keadaan baik untuk digunakan.

5. Memantau Kondisi pH.

Cara merawat sistem *Sewage Treatment Plant* lainnya adalah pemantauan pada kondisi pH air limbah yang terdapat di dalam tangki. Meskipun tangki ini merupakan tempat penyimpanan air limbah yang sebelumnya telah tercampur desinfektan, Anda tetap harus memeriksa kadar pH, sehingga air sisa pengolahan dari sistem *Sewage Treatment Plant* lebih aman dibuang.

6. Pengujian Hasil Pengolahan Air Limbah.

Selain melakukan pengecekan pada bagian sistem *Sewage Treatment Plant*, sangat penting untuk melakukan pengujian dari hasil pengolahan air limbah di laboratorium dengan parameter yang berlaku seperti Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk-Setjen/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Lakukan hal ini secara rutin, agar kualitas hasil pengolahan sistem *Sewage Treatment Plant* sesuai dengan standar baku mutu yang ditetapkan pemerintah.

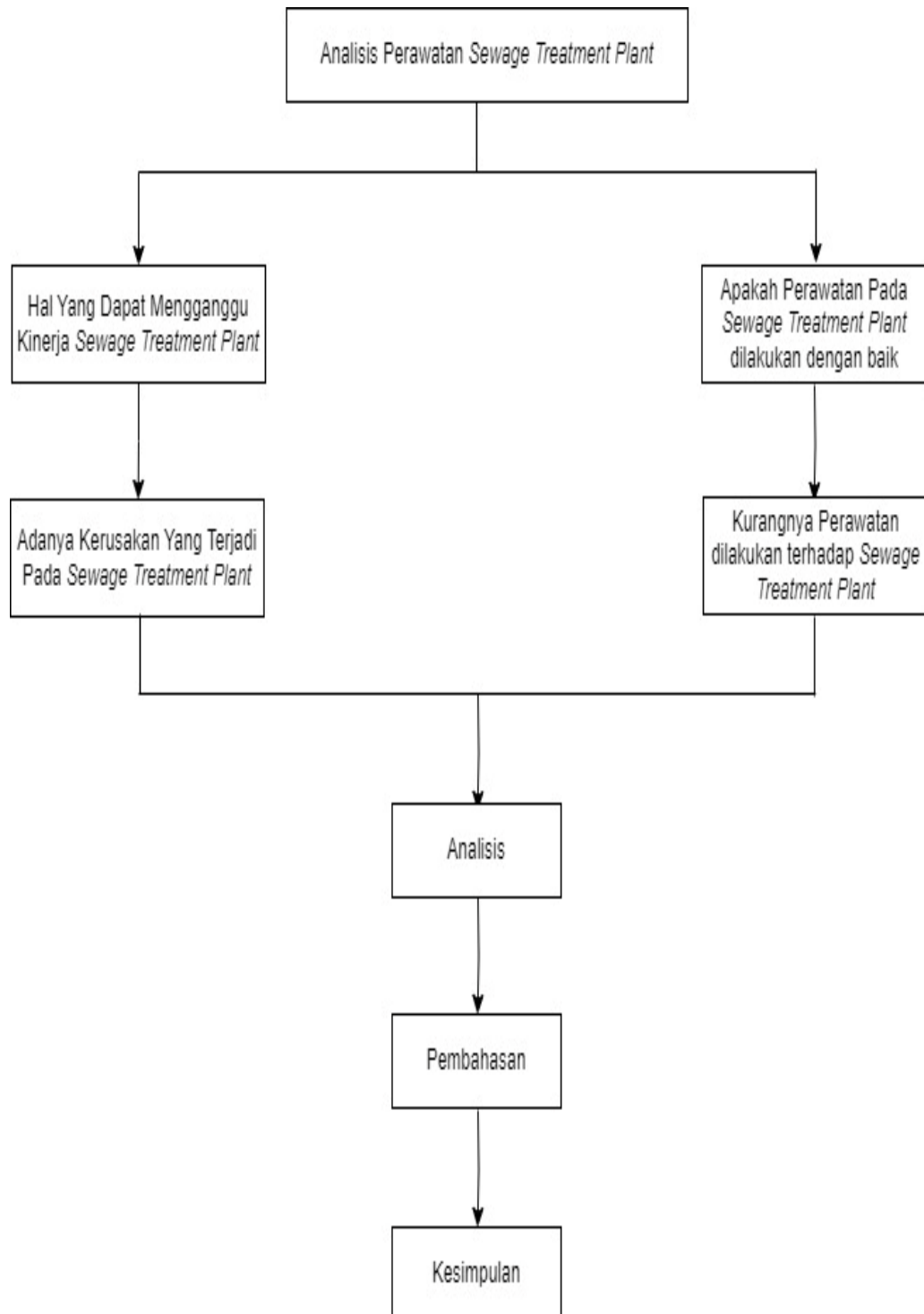
D. Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir ini menggambarkan alur pemikiran dalam analisis perawatan *Sewage Treatment Plant* (STP) di atas kapal dengan pendekatan sistematis. Proses analisis diawali dengan mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat mengganggu kinerja STP, seperti penurunan performa komponen, gangguan operasional, atau degradasi material, yang berpotensi menyebabkan ketidakefisienan dalam pengolahan limbah. Selanjutnya, dilakukan identifikasi dan penilaian terhadap

kerusakan yang terjadi pada STP, termasuk kemungkinan penyebabnya, baik dari segi teknis maupun prosedural.

Di sisi lain, kerangka pikir ini juga mengevaluasi kualitas pelaksanaan perawatan pada STP, dengan mempertimbangkan apakah frekuensi, metode, dan ketelitian perawatan sudah memenuhi standar yang diperlukan untuk mempertahankan fungsi optimal. Apabila ditemukan indikasi kurangnya perawatan, faktor ini dianalisis sebagai salah satu determinan potensial yang dapat mempercepat kerusakan atau mengurangi efisiensi STP. Data dan informasi yang terkumpul dari kedua aspek ini kemudian digunakan dalam tahap analisis dan pembahasan untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai kondisi teknis STP serta efektivitas prosedur perawatan yang diterapkan. Terakhir, kesimpulan ditarik berdasarkan hasil analisis, yang memberikan dasar ilmiah untuk rekomendasi peningkatan strategi perawatan STP di masa depan.

Gambar 2. 11 Kerangka Pikir Penelitian



E. Dugaan Permasalahan

Berdasarkan kerangka pikir yang diuraikan di atas, maka penulis memberikan dugaan permasalahan sebagai berikut :

1. Kurangnya pengecekan terhadap peralatan *Sewage Treatment Plant* secara berkala.
2. Adanya kerusakan pada komponen penunjang *Sewage Treatment Plant* yaitu *discharge valve toilet cabin*.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Pada penelitian ini, jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif yang bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai perawatan *Sewage Treatment Plant* (STP) diatas kapal MT. Senipah, khususnya dalam menangani masalah toilet yang tidak dapat memvakum. Masalah ini sering muncul di kapal dan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti tersumbatnya saluran pipa, penurunan performa komponen *Sewage Treatment Plant* (STP), atau ketidaksesuaian prosedur perawatan rutin. Sehingga dapat mempengaruhi kinerja *Sewage Treatment Plant* (STP) itu sendiri pada saat akan memproses limbah. Dalam penelitian ini, akan dijelaskan bagaimana prosedur perawatan dilakukan serta bagian-bagian komponen *Sewage Treatment Plant* (STP) yang rentan mengalami kerusakan, sehingga mempengaruhi sistem vakum toilet di kapal.

Data penelitian ini dikumpulkan melalui observasi langsung di kapal dan wawancara dengan kru yang bertanggung jawab atas perawatan *Sewage Treatment Plant* (STP). Melalui metode ini, diharapkan dapat diperoleh informasi rinci mengenai langkah-langkah perawatan, kendala yang sering dihadapi kru dalam menjaga performa *Sewage Treatment Plant* (STP), serta upaya yang telah dilakukan untuk menangani masalah vakum toilet. Hal ini dilakukan untuk menghindari kerusakan atau menangani permasalahan pada sistem vakum sesuai dengan masalah yang dialami oleh peneliti diatas kapal.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang mendalam mengenai pentingnya perawatan rutin dan menyeluruh pada *Sewage Treatment Plant* (STP) guna

mencegah gangguan pada sistem toilet. Dengan mengetahui faktor-faktor penyebab masalah vakum dan solusi yang dapat diterapkan, diharapkan manajemen kapal dapat mengambil langkah-langkah preventif yang lebih efektif. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi acuan bagi kapal-kapal lain dalam menerapkan prosedur perawatan *Sewage Treatment Plant* (STP) yang optimal demi kelancaran operasional kapal dan kenyamanan kru dalam menggunakan fasilitas toilet.

B. Definisi Konsep

Menurut Siregar (2020), definisi konsep adalah perumusan teoretis dari istilah atau variabel yang digunakan dalam penelitian untuk memberikan batasan yang jelas mengenai istilah tersebut. Definisi ini diperlukan agar variabel dapat dipahami dengan lebih tepat sesuai konteks penelitian yang dilakukan. Dalam penelitian ini, diperlukan definisi operasional yang jelas untuk setiap variabel yang diteliti agar hasil penelitian dapat diukur secara objektif dan akurat. Definisi operasional variabel membantu menguraikan setiap konsep yang digunakan dalam penelitian ini menjadi ukuran yang lebih konkret, sehingga memudahkan proses pengumpulan data dan analisis. Fokus penelitian ini adalah pada variabel-variabel yang berperan penting dalam proses perawatan *Sewage Treatment Plant* (STP) di atas kapal, terutama yang berkaitan dengan efektivitas sistem vakum toilet. Definisi operasional dari variabel-variabel ini mencakup :

1. Efektifitas Sistem Vakum Toilet.

Efektivitas sistem vakum toilet diukur berdasarkan kemampuan toilet untuk melakukan vakum secara optimal setiap kali digunakan. Efektivitas ini dinilai dengan skala: "Sangat efektif" (vakum berfungsi optimal setiap waktu), "Cukup efektif" (vakum berfungsi sebagian besar waktu dengan sedikit

gangguan), "Kurang efektif" (vakum sering mengalami kendala, memerlukan perbaikan rutin), dan "Tidak efektif" (vakum sering tidak berfungsi atau gagal bekerja).

2. Kualitas Komponen *Sewage Treatment Plant* (STP).

Kualitas komponen *Sewage Treatment Plant* (STP) mencakup kondisi fisik dan operasional dari setiap bagian penting *Sewage Treatment Plant* (STP), seperti pompa, pipa, dan saluran. Kualitas diukur melalui inspeksi visual dan tes kinerja dengan kategori: "Baik" (tidak ada kerusakan dan bekerja dengan baik), "Cukup" (ada tanda-tanda keausan tetapi masih berfungsi), dan "Buruk" (kerusakan parah atau tidak berfungsi).

3. Kendala Perawatan *Sewage Treatment Plant* (STP).

Kendala perawatan *Sewage Treatment Plant* (STP) adalah segala bentuk hambatan yang dihadapi kru kapal dalam melakukan perawatan *Sewage Treatment Plant* (STP), yang diklasifikasikan berdasarkan jenis kendala seperti "Teknis" (kerusakan alat atau suku cadang), "Sumber Daya" (kekurangan peralatan atau suku cadang), dan "Operasional" (keterbatasan waktu atau jadwal).

Dengan adanya definisi operasional ini, penelitian diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai peran perawatan *Sewage Treatment Plant* (STP) dalam menjaga kelancaran sistem sanitasi kapal, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitasnya.

C. Unit Analisis

Dalam penelitian Creswell (2020), menjelaskan bahwa unit analisis adalah objek utama yang akan dianalisis dalam sebuah penelitian, seperti individu, kelompok, organisasi, atau fenomena tertentu. Unit analisis menentukan fokus kajian penelitian dan menunjukkan tingkat di mana data akan dikumpulkan dan dianalisis.

Unit analisis dalam penelitian ini adalah *Sewage Treatment Plant* (STP) pada kapal MT. Senipah beserta komponen-komponen yang terkait dengan fungsinya dalam menjaga sistem sanitasi, khususnya yang memengaruhi sistem vakum toilet. STP merupakan sistem pengolahan limbah domestik di atas kapal yang bertanggung jawab atas pengelolaan dan pengolahan limbah, sehingga berfungsi sebagai pusat dalam mendukung kebersihan dan kenyamanan operasional. Unit ini dianalisis untuk memahami prosedur perawatan, kondisi komponen, dan efektivitasnya dalam mencegah gangguan pada sistem vakum toilet.

Selain *Sewage Treatment Plant* (STP), kru kapal yang bertanggung jawab atas perawatan *Sewage Treatment Plant* (STP) juga menjadi unit analisis sekunder dalam penelitian ini. Pengetahuan dan keterampilan kru dalam menjalankan prosedur perawatan rutin dan menghadapi kendala teknis akan dianalisis untuk memahami faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas perawatan. Dengan melakukan wawancara dan observasi langsung terhadap kru, penelitian ini dapat menggali lebih dalam mengenai upaya perawatan serta tantangan-tantangan yang dihadapi dalam menjaga performa *Sewage Treatment Plant* (STP), terutama dalam situasi di mana toilet mengalami masalah vakum.

Unit analisis lainnya meliputi prosedur perawatan dan kualitas komponen *Sewage Treatment Plant* (STP) yang relevan dengan fungsi sistem vakum toilet. Kualitas perawatan dinilai dari ketepatan dan keteraturan dalam mengikuti standar perawatan, serta kondisi fisik komponen seperti pompa dan pipa yang penting untuk fungsi vakum. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi apakah prosedur yang dilakukan sesuai standar sudah cukup memadai untuk menjaga kinerja *Sewage Treatment Plant* (STP) dan apakah kualitas komponen masih layak untuk digunakan atau perlu diganti. Dengan mengkaji unit-unit ini, penelitian diharapkan dapat

menemukan solusi dalam meningkatkan efektivitas *Sewage Treatment Plant* (STP) sehingga masalah vakum toilet dapat diatasi dengan lebih optimal.

D. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, teknik pengumpulan data dilakukan melalui beberapa metode yang mendukung pendekatan deskriptif, yaitu observasi, wawancara, dan dokumentasi. Teknik observasi digunakan untuk mengamati langsung kondisi *Sewage Treatment Plant* (STP) di kapal MT. Senipah serta proses perawatan yang dilakukan oleh kru. Observasi ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran nyata mengenai kondisi *Sewage Treatment Plant* (STP), prosedur perawatan yang diterapkan, serta kendala-kendala teknis yang dihadapi kru kapal. Melalui observasi langsung, peneliti dapat memahami aspek praktis dari perawatan *Sewage Treatment Plant* (STP) yang berperan dalam mengatasi atau menyebabkan masalah pada sistem vakum toilet.

Wawancara mendalam dengan kru kapal yang bertanggung jawab atas perawatan *Sewage Treatment Plant* (STP) menjadi teknik pengumpulan data berikutnya. Kru kapal merupakan sumber informasi utama dalam penelitian ini karena mereka yang menjalankan prosedur perawatan harian dan memiliki pemahaman langsung tentang kendala-kendala teknis yang dihadapi. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur, sehingga peneliti dapat memperoleh informasi detail sekaligus memungkinkan fleksibilitas dalam menggali pengalaman dan pandangan kru mengenai efektivitas perawatan. Topik wawancara meliputi langkah-langkah perawatan, frekuensi dan jenis peralatan yang digunakan, serta upaya kru dalam mengatasi masalah vakum pada toilet.

Teknik dokumentasi juga digunakan untuk melengkapi data yang diperoleh dari observasi dan wawancara. Dokumentasi

mencakup pengumpulan data-data tertulis seperti catatan perbaikan, dan panduan perawatan *Sewage Treatment Plant* (STP) yang diterapkan di kapal MT. Senipah. Melalui dokumen-dokumen ini, peneliti dapat melihat apakah prosedur perawatan telah sesuai dengan standar atau masih terdapat kekurangan yang mungkin memengaruhi kinerja *Sewage Treatment Plant* (STP).

Dengan menggabungkan ketiga teknik pengumpulan data ini, penelitian dapat memperoleh informasi yang menyeluruh mengenai perawatan *Sewage Treatment Plant* (STP) di kapal. Setiap teknik memberikan perspektif yang berbeda namun saling melengkapi, memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi masalah, pola, dan peluang perbaikan dalam perawatan *Sewage Treatment Plant* (STP), terutama dalam mengatasi masalah vakum toilet.

E. Prosedur Pengolahan dan Analisis Data

Prosedur pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara sistematis untuk memastikan validitas dan reliabilitas informasi yang diperoleh. Setelah data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Langkah pertama adalah melakukan penyaringan dan pengorganisasian data. Data yang dikumpulkan akan diurutkan berdasarkan kategori variabel yang telah ditentukan, seperti efektivitas sistem vakum toilet, kualitas komponen *Sewage Treatment Plant* (STP) dan kendala perawatan. Dengan melakukan pengorganisasian ini, peneliti dapat lebih mudah menganalisis data yang relevan dan mengeliminasi informasi yang tidak diperlukan.

Setelah pengorganisasian data, tahap selanjutnya adalah analisis deskriptif. Data yang diperoleh dari observasi akan dianalisis untuk mendeskripsikan kondisi fisik *Sewage Treatment Plant* (STP), serta prosedur perawatan yang diterapkan yang dilakukan oleh kru kapal. Selanjutnya, hasil wawancara akan dianalisis menggunakan

metode analisis tematik. Peneliti akan mengidentifikasi tema-tema kunci yang muncul dari jawaban narasumber, termasuk pengalaman mereka dalam melakukan perawatan, kendala yang dihadapi, dan solusi yang diusulkan. Dengan menganalisis data kualitatif ini, peneliti dapat menggali lebih dalam mengenai persepsi dan pemahaman kru tentang efektivitas perawatan *Sewage Treatment Plant* (STP) serta dampaknya terhadap sistem vakum toilet. Hasil analisis tematik ini akan disajikan dalam narasi yang menggambarkan pandangan kru secara menyeluruh. Terakhir, data yang diperoleh dari dokumentasi akan dianalisis untuk mendukung temuan dari observasi dan wawancara.

Dengan cara ini, peneliti dapat mengidentifikasi apakah prosedur perawatan yang diikuti sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan, serta mengevaluasi riwayat kerusakan dan perbaikan yang terjadi pada *Sewage Treatment Plant* (STP). Prosedur analisis yang komprehensif ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas dan mendalam mengenai kondisi dan efektivitas perawatan *Sewage Treatment Plant* (STP) di kapal MT. Senipah, serta memberikan rekomendasi untuk perbaikan di masa depan.

F. Langkah Analisis Perencanaan

Tabel 3. 1 Analisis Perencanaan

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	Penetapan judul untuk hasil penelitian												
8	Penyusunan Hasil Penelitian												
9	Seminar Hasil												
10	Seminar Tutup												