

Terjadinya Penurunan Kinerja *Sewage Treatment Plant* Di Mt. Bintang Samudra T Terhadap Lingkungan Laut

Wahyudiyono, A^a, Geleuk, E^b, Sengadji, Rifka Wiguna, A^c

^aDosen Program Studi Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang,

^bDosen Program Studi Nautika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang,

^cTaruna (NIT. 531611206107 T) Program Studi Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.

Instisari- *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 tanpa melalui *treatment* terlebih dahulu dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan laut sehingga dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, kematian biota laut, dan mencemari lingkungan pesisir pantai dan dermaga serta dapat pula mengakibatkan pencemaran fisik, seperti bau, dan berbagai macam penyakit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab tidak optimalnya kinerja *sewage treatment plant*, untuk mengetahui pengaruh yang ditimbulkan terhadap kelestarian lingkungan laut, dan untuk mengatasi masalah pencemaran di laut yang berasal dari *sewage treatment plant*

Metode yang digunakan adalah *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Urgency Seriousness Growth* (USG) sebagai teknik analisa data untuk menguraikan akar masalah yang menjadi permasalahan utama terjadinya penurunan kinerja *Sewage treatment plant*. Penelitian ini menggunakan rumusan masalah yaitu apa faktor penyebab, apa dampak dari faktor penyebab, dan bagaimana upaya untuk menangani dampak dari faktor penyebab, dengan metode atau pendekatan kualitatif. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam menganalisis permasalahan yaitu menggunakan teknik observasi (pengamatan), wawancara, dokumentasi dan studi pustaka.

Hasil penelitian menunjukkan Penyebab tidak optimalnya kinerja *Sewage Treatment Plant* karena kurangnya jumlah udara di dalam tangki akibat tidak optimalnya kinerja *aeration blower/compressor* sehingga bakteri aerob tidak bisa bertahan hidup. Dampak yang ditimbulkan terhadap kelestarian lingkungan laut adalah terjadinya kekeruhan dan bau yang menyengat sehingga dapat menimbulkan penyakit terhadap biota laut maupun manusia. Upaya untuk mengatasi masalah pencemaran di laut yang berasal dari *Sewage Treatment Plant* dengan melaksanakan perawatan secara berencana dan berkala sesuai PMS (*Plant Management System*).

Kata kunci: Menurunnya, kinerja, *Sewage Treatment Plant*, lingkungan, laut.

I. PENDAHULUAN

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. Pada saat penulis melaksanakan praktek laut di MT. Bintang Samudra T terjadi suatu kendala saat melaksanakan perjalanan melewati Laut Jawa. Kejadian tersebut terjadi pada tanggal 11 April 2019 dimana terjadi masalah di tangki dua yaitu terjadi penumpukan limbah *sewage* yang diakibatkan karena terjadinya penurunan tekanan pompa

pembuangan yang seharusnya bertekanan 0,15 Mpa mengalami penurunan hingga 0,07 Mpa sehingga mengakibatkan terganggunya proses di tangki tiga dimana terjadinya proses penguraian limbah dengan pemberian *chlorine tablet*. Masinis jaga melaporkan kepada Kepala Kamar Mesin (KKM) untuk tindak lanjut. *Sewage Treatment Plant* beroperasi dengan cara mempertahankan dan memperbanyak kehidupan bakteri pada limbah dengan menjaga aliran udara untuk menguraikan limbah-limbah tersebut menjadi lumpur. Kehidupan bakteri aerob ini sangat tergantung pada kadar oksigen pada air limbah maka diperlukan pengisian udara setiap saat. Selain itu bahan kimia juga dapat digunakan untuk menguraikan limbah secara langsung namun berbahaya bagi lingkungan laut.

Dua Bakteri aerob digunakan untuk mengolah limbah sebelum dibuang kelaut. Udara yang mengandung oksigen merupakan salah satu komponen yang penting dalam *sewage treatment plant* karena bila tidak ada udara, pertumbuhan bakteri aerob akan terhambat. Bakteri anaerob tidak digunakan dalam pengolahan *sewage treatment plant* sebab bakteri anaerob menghasilkan gas beracun yang berbahaya bagi kesehatan dan menyebabkan perubahan air pada buangan *sewage treatment plant* sehingga hasil akhir dari pesawat ini tidak dapat dibuang ke laut [5].

Untuk mencegah adanya pencemaran laut, maka dilakukan pengolahan limbah secara berkala salah satunya dengan memberikan oksigen kepada bakteri aerob sekitar (3,5-9,5 kg/cm²) agar bakteri aerob tetap hidup sehingga limbah dapat dibuang sesuai dengan peraturan pemerintahan yang berlaku dan tidak mengandung zat pencemaran lingkungan, sehingga dapat dibuang ke laut dan tidak menimbulkan pencemaran lingkungan. Dalam hal ini pencegahan pencemaran lingkungan diatur dalam Pasal 226: ayat (1) Penyelenggaraan perlindungan lingkungan maritime dilakukan oleh pemerintah, ayat (2) Penyelenggaraan perlindungan lingkungan maritime sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan melalui:

- a. Pencegahan dan penanggulangan pencemaran dari pengoperasian kapal; dan
- b. Pencegahan dan penanggulangan pencemaran dari kegiatan kepelabuhan.

Pasal 229: ayat (1) Setiap kapal dilarang melakukan pembuangan limbah, air balas, kotoran, sampah, serta bahan kimia berbahaya dan beracun ke perairan. Pasal 239: ayat (1) Pembuangan limbah di perairan hanya dilakukan pada lokasi tertentu yang ditetapkan oleh Menteri dan memenuhi persyaratan tertentu. Limbah adalah cairan yang berasal dari buangan biologis seperti tinja manusia, dan lainnya. Limbah mengandung bahan-bahan atau zat-zat yang dapat membahayakan manusia serta mengganggu kelestarian lingkungan hidup. Pembuangan limbah tanpa melalui *treatment* terlebih dahulu dapat mengakibatkan berubahnya tatanan lingkungan laut sehingga kualitas lingkungan turun sampai ketinggian tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan keadaan aslinya. Bila hal ini terjadi maka akan mencemari lingkungan seperti pelabuhan, pesisir pantai dan dermaga

serta dapat pula mengakibatkan pencemaran fisik seperti bau, kekeruhan warna dan berbagai macam penyakit.

Peraturan utama tentang pencegahan polusi di laut adalah *International Convention for the Prevention of Pollution from Ship (MARPOL)* tahun 1973, diadopsi dari Konvensi Internasional tentang pencemaran laut diselenggarakan oleh IMO dari 8 Oktober–2 November 1973. Konvensi ini kemudian diamandemen dengan protocol 1978, yang diselenggarakan oleh IMO 6 Februari-17 Februari 1978, konvensi sebagaimana dikenal sebagai “*International Convention for the Prevention of Pollution from Ship, 1973 as modified by the Protocol of 1978*” atau dalam bentuk singkat (MARPOL 73/78) di buat oleh IMO. Konvensi MARPOL mengatur standar dan pengaturan pencegahan polusi di laut yang disebabkan oleh air limbah (*sewage*). Pembuangan kotoran air limbah (*sewage*) kelaut diatur dalam Annex IV MARPOL 73/78.

Berdasarkan latar belakang tersebut dan permasalahannya maka penulis membuat skripsi ini dengan judul “Analisis menurunnya kinerja *Sewage treatment plant* terhadap lingkungan laut di MT. Bintang Samudra T.” Dengan mencermati latar belakang dan judul penulis merumuskan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Faktor apakah yang menyebabkan menurunnya kinerja *sewage treatment plant* terhadap lingkungan laut?
2. Dampak apa yang ditimbulkan oleh menurunnya kinerja *sewage treatment plant* terhadap kelestarian lingkungan laut?
3. Upaya apa saja yang dilakukan untuk mencegah dampak dari faktor yang menyebabkan menurunnya kinerja *sewage treatment plant* terhadap kelestarian lingkungan laut?

II. KAJIAN PUSTAKA

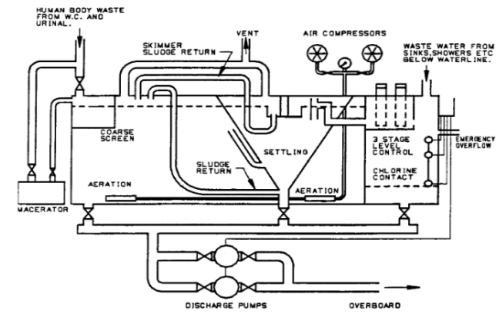
2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 *Sewage Treatment Plant*

Sewage treatment plant adalah sistem pengolahan limbah dari kapal sebelum dibuang ke laut untuk mencegah pencemaran pelabuhan, perairan pesisir, dan perairan pedalaman. Sistem pengolahan limbah ini dibuat sesuai IMO resolution MEPC. Kotoran manusia atau tinja harus melewati proses pengolahan di *sewage treatment plant* terlebih dahulu sebelum dibuang ke laut. Menurut Soeparman dan Suparmin dalam bukunya yang berjudul pembuangan tinja dan limbah cair (2002:140)[2] “pembuangan limbah cair secara langsung ke badan air akan menimbulkan masalah kesehatan dan pencemaran sehingga perlu dibangun suatu fasilitas pengolahan limbah cair”[2]. Kotoran yang langsung dibuang ke laut tanpa melalui pengolahan akan menimbulkan bau dan kekeruhan pada air laut bahkan menjadi sumber penyakit. Pembuangan limbah dari kapal di atur dalam MARPOL 73/78 Annex IV pencegahan pencemaran dari kapal oleh kotoran. Menurut Mukhtasor dalam bukunya yang berjudul pencemaran pesisir dan laut adalah masuknya zat atau energy secara langsung maupun tidak langsung oleh kegiatan manusia ke dalam lingkungan laut termasuk daerah pesisir pantai, sehingga dapat menimbulkan akibat yang merugikan baik terdapat sumber daya alam hayati, kesehatan manusia, gangguan terhadap kegiatan laut, termasuk perikanan dan penggunaan lain-lain yang dapat menyebabkan

penurunan tingkat kualitas air laut serta menurunkan kualitas tempat tinggal dan rekreasi laut.

2.1.2 Prinsip kerja *Sewage Treatment Plant*



Sumber: *Manual book Hamworthy type ST4A*

Gambar 2.1 *Hamworthy Sewage Treatment Plant* type ST4A

Kotoran atau tinja yang berasal dari toilet terlebih dahulu ditampung dalam satu tangki yang disebut dengan *collecting tank*. Tinja dari *collecting tank* tersebut diberi udara bertekanan yang berasal dari *aeration blower* yang bertujuan menambah udara ke dalam tangki air dimana bakteri aerob akan mengurai kotoran menjadi partikel-partikel kecil dan mencegah terjadinya pengendapan. Suplai udara harus dilakukan terus menerus agar bakteri aerob tetap hidup untuk proses penguraian kotoran, bila bakteri aerob mati maka akan menyebabkan bau akibat kotoran yang tidak diolah. Selanjutnya bila *collecting tank* tersebut sudah penuh maka secara otomatis tinja tersebut ditransfer ke *settling tank*. Pada tangki dua kotoran yang tidak hancur akan menjadi endapan lumpur dibawah yang kemudian akan mengalami sirkulasi kembali kedalam *collecting tank* untuk diberi kembali udara bertekanan dari *aeration blower*. *Settling tank* sangat penting dalam proses pengolahan limbah karena dalam tangki ini terjadi proses pemisahan kotoran yang layak dibuang atau tidak. Pada tangki Kotoran yang sudah cair kemudian akan di transfer ke tangki tiga dan di tangki inilah mikro organisme patogen yang ada di dalam air limbah dinetralkan dengan sebuah tablet yang disebut dengan *chlorine tablet* untuk membunuh sisa bakteri yang masih hidup. Setelah pemberian *chlorine tablet* maka cairan dapat dibuang ke laut secara otomatis dengan menggunakan *sewage discharge pump* yang sebelumnya diposisikan pada auto[1].

2.1.2.1 Proses yang terjadi di tangki 1 (satu)

2.1.2.2 Proses yang terjadi di tangki 2 (dua)

2.1.2.3 Proses yang terjadi di tangki 3 (tiga)

2.1.3 Limbah

Menurut Arif Zulkifli dalam bukunya yang berjudul *Pengolahan Limbah Berkelanjutan*, mendefinisikan bahwa limbah adalah zat atau bahan buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi, baik industri maupun domestik, yang kehadirannya pada suatu saat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena dapat menurunkan kualitas lingkungan dan berbahaya untuk makhluk hidup yang ada.

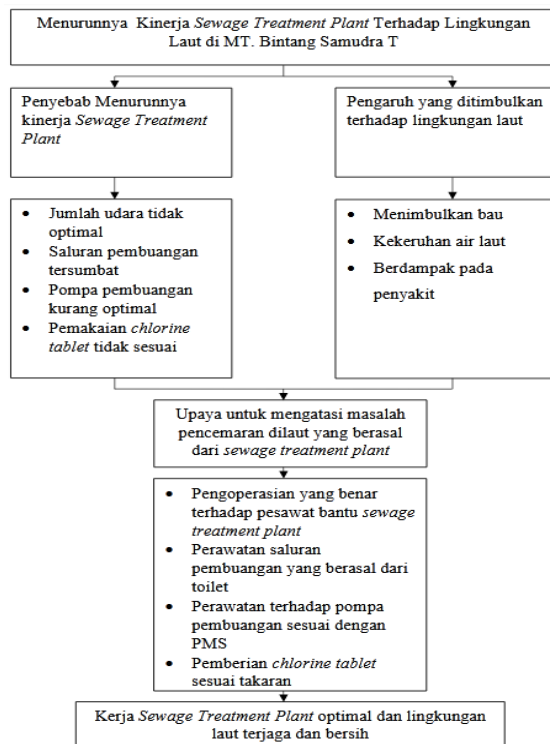
2.1.4 Aturan mengenai *Sewage Treatment Plant*

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"

- a. Mengacu pada ketentuan dari annex ini, pembuangan kotoran ke laut dilarang kecuali jika
- b. Bilamana kotoran dicampur dengan limbah air yang memiliki persyaratan-persyaratan yang lebih ketat akan diaplikasikan.

2.1 Kerangka Pikir



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

2.1.5 Berdasarkan kerangka pikir tersebut, dapat dijelaskan dari topik yang dibahas yaitu turunnyanya kinerja *Sewage Treatment Plant*, yang mana dari topik tersebut akan dilakukan studi secara teori yaitu dengan studi pustaka serta wawancara dan studi lapangan yaitu dengan observasi secara langsung. Setelah melalui langkah studi secara teori maupun lapangan, maka akan diketahui faktor penyebab, dampak yang terjadi, dan upaya yang harus dilakukan untuk mengatasi faktor masalah tersebut sehingga akan di dapatkan kinerja *Sewage Treatment Plant* yang optimal.

III. METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama dua belas bulan ketika masa praktek laut berlangsung, yaitu terhitung dari *sign on* di MT. Bintang Samudra Tyang dioperasikan dibawah manajemen perusahaan Soechi Lines. Penelitian ini didasarkan oleh adanya kerusakan *sewage treatment plant* selama bulan Februari hingga November. Kerusakan terparah terjadi tanggal 13 Juli 2019 pada saat kapal melintasi Laut Jawa. Diduga akibat adanya kerusakan pompa pembuangan limbah dikarenakan penurunan tekanan.

3.1.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama melaksanakan praktek laut, adapun nama kapal dan nama perusahaan :

Nama kapal : MT. Bintang Samudra T

Tipe kapal : *Tanker*

Nama perusahaan : Soechi Line

3.2 Jenis Data

Menurut macam atau jenisnya, data dibedakan menjadi dua, yaitu [4]:

3.2.1 Data primer

3.2.2 Data Sekunder

3.3 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan beberapa teknik pengumpulan data yang penulis anggap tepat, antara lain:

3.3.1 Metode Observasi

3.3.2 Metode Wawancara

3.3.3 Studi Pustaka

3.4 Teknik Analisis Data

Metode yang digunakan penulis untuk menganalisa data khususnya rumusan masalah, termasuk tentang faktor-faktor nya yaitu dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis (FTA)* dan *Urgency Seriousness Growth (USG)*. Metode *FTA* digunakan untuk menemukan akar masalah yang terjadi yang kemudian dengan menggunakan *USG* untuk mencari prioritas masalah yang diteliti[4].

3.4.1 *Fault Tree Analysis (FTA)*

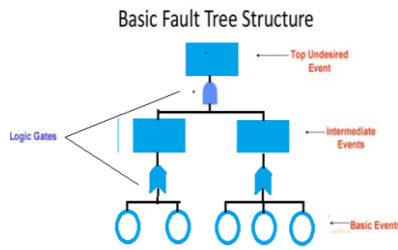
FTA merupakan metode yang efektif dalam menemukan inti permasalahan karena memastikan bahwa kejadian yang tidak diinginkan atau kerugian yang ditimbulkan tidak berasal pada satu titik kegagalan. *FTA* mengidentifikasi hubungan antara faktor penyebab dan ditampilkan dalam bentuk pohon kesalahan yang melibatkan gerbang logika sederhana.

3.4.1.1 Kelebihan *FTA*

Sistem yang kompleks pohon kesalahan memeberikan cara yang baik dan logis untuk mengintegrasikan berbagai penyebab. Konstruksi diagram pohon kesalahan dapat menentukan probabilitas nilai dan membantu memberikan pemahaman yang lebih baik dari sistem. Pohon kealahan dapat digunakan untuk melakukan analisa sensitivitas sehingga perbedaan dari berbagai penyebab dapat dibandingkan, dampak terhadap keseluruhan system dengan menganalisa perubahan tersebut dengan kemungkinan nilai (Cheng Kuo; 2007)

3.4.1.2 Kekurangan *FTA*

Pengalaman yang banyak harus diperlukan untuk membuat bangunan pohon yang tepat. Sulit saat memilih gerbang logika yang paling tepat di saluran pengubung serta hal ini dapat menimbulkan secara luas berbagai macam nilai yang dihasilkan dan menggunakan simbol logika *boolean* untuk mengurangi penyebab pada *top event* sehingga diperlukan pemahaman lebih terhadap symbol tersebut. Berikut adalah gambar diagram *FTA*:



Sumber: *Ericsson* tahun 2010
 Gambar 2. Diagram *fault tree analysis*

- 3.4.1.3. Simbol Kejadian
 - 3.4.1.3.1. *Basic event/ primary event*
 - 3.4.1.3.2. *Undeveloped event*
 - 3.4.1.3.3. *Conditioning event*
 - 3.4.1.3.4. *External event*
- 3.4.1.4. Simbol gerbang
 - 3.4.1.4.1. Gerbang OR
 - 3.4.1.4.2. Gerbang AND
 - 3.4.1.4.3. Gerbang INHIBIT
 - 3.4.1.4.4. Gerbang EXCLUSIVE OR
 - 3.4.1.4.5. Gerbang PRIORITY AND

3.4.2. *Urgency, Seriousness, Growth (USG)*

Metode USG digunakan untuk menyusun urutan prioritas isu yang harus diselesaikan dengan cara menentukan tingkat keseriusan dan masalah yang ada, urgensi atau kegawatan dari masalah dan kemungkinan perkembangan dari masalah tersebut melalui penilaian berskala 1 sampai dengan 5 atau 1 sampai 10[3]. Isu yang memiliki total nilai atau skor tertinggi, merupakan isu prioritas. Berikut adalah penjelasan dari komponen-komponen dari metode USG:

- 3.4.2.1. *Urgency*
 Menguraikan tentang seberapa kegawatan atau kedesakan isu tersebut harus dibahas lalu dikaitkan dengan jangka waktu yang tersedia dan seberapa keras tekanan waktu tersedia dan seberapa keras tekanan waktu tersebut dalam memecahkan masalah yang menyebabkan isu tersebut.
- 3.4.2.2. *Seriousness*
 Menguraikan tentang seberapa serius isu tersebut harus dibahas lalu dikaitkan dengan dampak atau akibat yang ditimbulkan oleh penundaan pemecahan masalah. Penundaan tersebut lalu mengakibatkan suatu isu atau dampak yang dapat menimbulkan masalah-masalah lain kalau masalah penyebab isu tidak dapat dipecahkan.
- 3.4.2.3. *Growth*
 Menguraikan tentang seberapa besar kemungkinan-kemungkinan dengan kemungkinan masalah penyebab isu akan menjadi semakin buruk apabila tidak segera diatasi dan akan menimbulkan masalah yang baru dalam jangka panjang. Metode USG akan mengukur seberapa prioritas atau pentingnya suatu masalah melalui peringkat dari hasil penilaian responden. Berikut adalah contoh tabel menentukan prioritas masalah dengan menggunakan metode USG:

NO	Masalah	Nilai				Prioritas
		U	S	G	T	
1	Masalah A					I
2	Masalah B					II
3	Masalah C					III
4	Masalah D					IV
5	Masalah E					V

IV. DISKUSI

4.1 Gambaran Umum

4.1.1. Objek Penelitian

Limbah manusia (*sewage*) merupakan salah satu penyebab pencemaran yang dapat merusak lingkungan laut. Limbah yang tidak diolah terlebih dahulu akan sangat berbahaya karena mengandung banyak bakteri. Bilamana bakteri tersebut dibuang ke laut dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama ancaman pada biota laut. *Sewage treatment plant* di atas kapal dituntut untuk dapat beroperasi dengan baik dan benar atau bekerja secara optimal sesuai dengan standar operasional yang telah ditentukan. Kerjasama dan kesadaran antara awak kapal sangat dibutuhkan demi kelancaran pelayaran dan pencegahan pencemaran laut dari hasil limbah kapal.

Setiap awak kapal yang menggunakan toilet diharapkan tidak membuang barang yang tidak dapat terurai serta zat-zat yang mengandung anti-bakterial yang dapat membunuh bakteri-bakteri yang dibutuhkan pada proses pengolahan limbah. Bakteri-bakteri inilah yang nantinya akan dikembangkan untuk dapat mengurangi limbah-limbah yang telah ditampung di *sewage treatment plant*. Pada saat proses pembuangan limbah semua awak harus mengetahui pembuangan sesuai dengan peraturan internasional dan nasional. Untuk limbah buangan yang telah mengalami proses *treatment* dapat dibuang ke laut dengan jarak lebih dari 3 mil laut dari tepi pantai terdekat, sedangkan limbah buangan yang tidak dapat diolah dapat dibuang ke laut dengan jarak lebih dari 12 mil laut dari tepi pantai terdekat. Adapun dalam penelitian ini, penulis meneliti *sewage treatment plant* yang ada di MT. Bintang Samudra T dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Sewage plant* : Harmworthy
- Type : ST4A
- Serial number : 93683-01
- Seawage pump : Harmworthy discharge pump
- Type : AQR/50 (Herborner)
- Capacity : 40m³/hr

4.2 Analisis Masalah

Analisa masalah merupakan langkah awal untuk mencari jawaban sementara dari penyebab timbulnya masalah yang dialami oleh peneliti berdasarkan rumusan masalah yang diangkat oleh peneliti. Melalui analisa-analisa didapatkan masalah-masalah yang akhirnya akan di bahas pada pembahasan masalah. Berdasarkan teknik analisa data yang disampaikan pada bab tiga, untuk mengetahui penyebab menurunnya kinerja *sewage treatment plant*, penulis menggunakan metode *fault tree analysis* dan USG untuk

mengidentifikasi dan menganalisis faktor yang menjadi penyebab, dampak yang ditimbulkan serta upaya yang dilakukan. Faktor penyebab tersebut diperoleh berdasar hasil observasi yang penulis lakukan selama praktek laut, wawancara dengan Kepala kamar mesin dan masinis duaserta diperkuat dengan adanya data studi pustaka yang telah dikumpulkan. Pada analisis hasil penelitian ini menggunakan metode *fault tree analysis* dan USG (Urgency, Seriousness, Growth).

4.2.1 Apakah faktor yang menyebabkan tidak optimalnya kinerja *sewage treatment plant*?

4.2.1.1 Faktor Mesin

Tidak optimalnya pompa pembuangan pengolah limbah dan saluran pembuangan tersumbat

4.2.1.2 Faktor Material

Kurangnya jumlah udara

4.2.1.3 Faktor Manusia

Masinis yang bertanggung jawab harus memiliki kemampuan dan pemahaman terhadap prosedur menjalankan *sewage treatment plant*. Masinis harus menguasai bagaimana sistem kerja dari *sewage treatment plant* tersebut. Namun tidak sedikit masinis yang dapat memahami *manual book* dikarenakan dengan bahasa Inggris yang belum dipahami. Selain itu beberapa kondisi terjadi di MT. Bintang Samudra T yang ditemukan beberapa lembar dari *manual book* telah sobek dan hilang. Selain itu masinis hanya bekerja sesuai dengan pengalaman namun pada kenyataannya kondisi setiap mesin itu berbeda-beda.

4.2.1.4 Faktor Metode

Penyebab tidak optimalnya kinerja dari pesawat *sewage treatment plant* dari segi metode adalah prosedur perawatan, pengoperasian dan penambahan Chlorine yang tidak sesuai takaran. Hal tersebut diperoleh oleh penulis dari observasi, wawancara dengan kkm dan masinis satu yaitu prosedur perawatan dan penambahan chlorine yang tidak sesuai takaran.

4.2.2 Apakah pengaruh yang ditimbulkan terhadap kelestarian lingkungan laut?

4.2.2.1. Faktor Mesin

Pengaruh dari tidak optimalnya pompa pembuangan pengolah limbah dan pengaruh dari saluran pembuangan yang tersumbat.

4.2.2.2. Faktor material akibat kurangnya suplai udara yang masuk.

Bakteri aerob berfungsi untuk mengurai kembali polutan. Maka dari itu bila bakteri ini mati maka limbah (*sewage*) akan memiliki nilai polusi tinggi dengan ditandai timbulnya warna.

4.2.2.3. Pengaruh manusia akibat ketidakpahaman masinis.

Hal tersebut akibat ketidakpahaman dari seorang masinis di atas terhadap *instruction manual book*. Sehingga dalam menjalankan *sewage treatment plant* tidak sepenuhnya sesuai sop.

4.2.3 Apakah upaya untuk mengatasi masalah pencemaran di laut yang berasal dari *sewage treatment plant*?

4.2.3.1. Upaya menangani pengaruh yang ditimbulkan dari faktor mesin.

Tidak optimalnya pompa pembuangan. Guna menghindari terjadinya ketidakefektifan kerja dari pesawat hendaknya membutuhkan perawatan, pengecekan, dan pemeriksaan yang benar. Penggantian *spare part* pompa tidak seharusnya menunggu hingga rusak. Pada saat pompa mengalami penurunan tekanan maka secepat mungkin dilakukan pemeriksaan dan penggantian *spare part* baru. Selain itu mengecek katup-katup yang berhubungan pada pompa untuk mencegah agar pompa tidak rusak.

Tersumbatnya pipa saluran pembuangan. Saluran pembuangan yang tersumbat dapat menghambat aliran limbah sehingga *crew-crew* kapal tidak membuang sampah sembarangan. Melakukan sosialisasi terhadap *crew* kapal agar tidak sembarangan membuang sampah karena dapat menyumbat aliran limbah. Dengan menempelkan larangan membuang sampah ke dalam kloset kamar mandi. Selain itu melakukan pengecekan terhadap pipa-pipa saluran air limbah secara berkala. Di samping itu dapat dilakukan dengan penyemprotan air bertekanan tinggi ke dalam saluran buang. Penyemprotan dapat dilakukan dengan menggunakan selang pemadam kebakaran atau *water jet*. Mengingat saluran air kotor yang menuju *collecting tank* berdiameter 6" sehingga memungkinkan kotoran yang menyumbat terdorong keluar. Selain itu untuk menghindari sampah yang masuk ke dalam tangki hendaknya menyediakan bak untuk menampung sampah tersebut.

4.2.3.2. Upaya untuk mengatasi pengaruh yang ditimbulkan akibat faktor material kurangnya suplai udara yang masuk.

Pengoperasian kompresor juga harus diperhatikan, karena apabila kompresor tidak bekerja maka akan timbul endapan limbah dalam tangki. Guna menghindari hal tersebut untuk menjaga performansi dari kompresor dilakukannya perawatan, pengecekan, dan pemeriksaan secara rutin.

4.2.3.3. Upaya untuk mengatasi pengaruh yang ditimbulkan akibat faktor manusia

Upaya yang dilakukan untuk menangani faktor manusia yaitu ketidakpahaman masinis terhadap pengoperasian dan perawatan pesawat *sewage treatment plant* akibat terkendalanya faktor bahasa adalah dengan menggunakan penerjemah bahasa dalam computer, selain itu bila mana ditemukan bagian *manual book* yang hilang dapat ditanyakan ke perusahaan atau *maker* untuk meminta salinan atau *manual book* yang baru.

4.2.3.4. Upaya untuk mengatasi pengaruh yang ditimbulkan akibat faktor metode

Prosedur perawatan dibuat dengan PMS berdasarkan pada *instruction manual book* yang dimiliki oleh *sewage treatment plant*, sehingga pengecekan dan perawatan pada mesin tersebut sesuai dengan prosedur yang diberikan oleh maker atau pembuat mesin. Selain itu PMS juga bertujuan sebagai alat monitoring kegiatan atau pekerjaan dari masinis di atas kapal

Pemakaian *chlorine* tidak sesuai takaran. Bila terjadi masalah pada *sewage treatment plant* dilakukan pengecekan terhadap komponen lainnya terlebih dahulu. *Chlorine* yang dipakai melebihi takaran dapat menyebabkan kontaminasi terhadap air bila di buang kelaut. Masinis yang akan menambahkan *chlorine* harus mengikuti takaran sesuai sop nya.

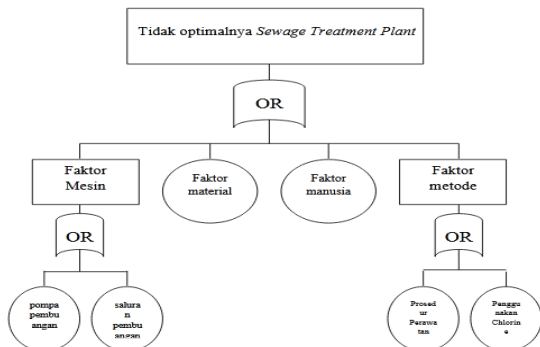
4.3 Pembahasan Masalah

Dalam pembahasan suatu masalah, penulis menggunakan metode *fault tree analysis (FTA)* dan *Urgency, Seriousness and Growth (USG)*. Pada metode *fault tree analysis* diperlukannya suatu diagram yang disebut dengan pohon kesalahan. Dengan menggunakan tabel kebenaran AND dan OR, berikut tabel kebenaran tidak optimalnya *sewage treatment plant*:

Tabel 1. Tabe kebenaran OR

Faktor mesin	Fator material	Faktor manusia	Faktor metode
0	0	0	1
0	1	0	1
0	0	1	1
0	1	1	1
1	1	1	1

Dalam penyusunan diagram ini akan menghasilkan suatu *basic event*. *Basic event* adalah kegagalan mendasar yang tidak perlu dicari penyebabnya yang termasuk batas akhir yang menjadi penyebab suatu kejadian. Sedangkan metode USG digunakan untuk mendapatkan dan mencari faktor-faktor penyebab dari masalah ini yang mempunyai prioritas yang paling tinggi hingga dapat mempengaruhi pada kinerja *sewage treatment plant*. Proses untuk metode USG ini dilaksanakan dengan memperhatikan *urgency, seriousness, growth*.



Sumber: Dokumen pribadi 2019

Gambar 4. Pohon kesalahan dari tidak optimalnya *sewage treatment plant*

4.3.1. Faktor penyebab tidak optimalnya kinerja *sewage treatment plant*

Masalah yang terdapat pada rusaknya pompa *discharge*. Proses Pembuangan limbah menggunakan pompa *discharge*. Menurut masinis satu pada wawancara mengatakan bahwa pompa *discharge* berpengaruh terhadap kinerja dari *sewage treatment plant*. Pada jalur pembuangan juga terdapat pipa *bypass* yang memungkinkan pembuangan limbah dapat terus berjalan tanpa melewati pompa *discharge* dengan menggunakan gaya gravitasi, namun jalur ini hanya dipakai pada saat darurat terjadi kerusakan pada pompa *discharge*.

Mechanical seal adalah salah satu alat mekanis yang berfungsi untuk mencegah kebocoran fluida dari ruang atau wadah yang memiliki poros berputar. Mekanisme kerja alat ini untuk mencegah kebocoran fluida karena memiliki dua buah komponen muka akhir (*end face*) pada posisi 90 derajat terhadap sumbu poros yang senantiasa kontak satu dengan lainnya dengan adanya gaya axial dari pegas atau *spring*. *Mechanical seal* umumnya terpasang pada bermacam-macam jenis pompa seperti *centrifugal pump, gear pump, screw pump*. Selain itu juga dapat dipasang pada peralatan *mixer* atau *agitator*.

Bearing (bantalan) adalah elemen mesin yang menumpu poros yang mempunyai beban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan mempunyai umur yang panjang. *Bearing* harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika *bearing* tidak berfungsi dengan baik maka kinerja seluruh mesin tidak dapat bekerja dengan semestinya.



Sumber: Dokumentasi kapal 2019

Gambar 4.5 Kerusakan *bearing* pompa *discharge*

Pipa udara berfungsi sebagai penyalur dari kompresor menuju tangki. Udara tersebut dibutuhkan bakteri aerob untuk dapat bertahan hidup. Jika udara tidak dapat tersuplai dengan baik maka akan dapat membuat semua bakteri mati dan limbah tidak dapat diuraikan. Kegagalan fungsi berupa *low pressure* yang terjadi karena terdapat kotoran pada pipa yang diakibatkan karena usia pipa, sehingga kotoran-kotoran tersebut menghambat udara yang mengalir dan menurunkan tekanan udara pada kompresor.

Terjadi kerusakan pada *Non Return Valve*. *Non return valve* berfungsi sebagai penyalur udara pada tangki sekaligus menghadang benda dan cairan dari luar masuk kedalam pipa. Kegagalan fungsi berupa *no pressure* dikarenakan *non return valve*

mengalami kerusakan sehingga *valve* tidak dapat terbuka dan menyebabkan udara tidak dapat tersalurkan. Selain itu kotoran yang masuk ke dalam non return valvedapat menghambat *valve*katupuntuk terbuka.

Kurang optimalnya proses aerasi pada sistem, proses aerasi merupakan proses yang sangat penting, sistem ini menggunakan bakteri aerob untuk menguraikan limbah. Bakteri aerob membutuhkan suplai udara yang cukup agar dapat bertahan hidup dan berkembangbiak. Kondisi dari kompresor berpengaruh besar terhadap kinerja *sewage treatment plant* yang berkaitan dengan jumlah udara yang masuk ke dalam sistem tidak optimal dan mengakibatkan masalah dalam *Sewage Treatment Plant*.

Faktor metode meliputi tata cara perawatan, poses penanggulangan masalah inspeksi yang dilakukan di atas kapal. Pada hal ini kesulitan dalam memahami manual book yang terkendala akibat bahasa dan hilangnya beberapa lembar dari manual book.

Faktor yang lain dikarenakan manusia menjadi pihak utama yang bertanggung jawab, sehingga bila Masinis malas melakukan pengecekan dan perawatan maka *sewage treatment plant* pun akan bekerja tidak optimal. Selain itu Masinis yang bertanggung jawab terhadap *sewage treatment plant* harus memiliki kemampuan yang paham dalam melakukan perawatan sesuai dengan kerusakan *sewage treatment plant*. Setiap perawatan harus mengikuti pada PMS yang tertera pada *manual book*

- 4.3.2.. Pengaruh yang ditimbulkan akibat tidak optimalnya kinerja *sewage treatment plant* terhadap kelestarian lingkungan adalah. Timbulnya bau, kekeruhan, dan warna
- 4.3.3. Upaya untuk mengatasi masalah pencemaran di laut yang berasal dari *sewage treatment plant*. Melakukan pembongkaran dan penggantian *spare part* baru. Perawatan pipa udara dan saluran pembuangan yang kotor. Pengoperasian yang benar terhadap *Sewage treatment plant*. Perawatan tangki-tangki terhadap kotoran-kotoran yang mengendap.
- 4.3.4. USG (Urgency, Seriousness, Growth) Pada metode USG akan didapatkan masalah-masalah yang menjadi penyebab ketidak optimalan dari *sewage treatment plant* di MT. Bintang Samudra T. Dengan menggunakan 3 unsur *urgency*, *seriousness*, dan *growth* akan didapat masalah yang menjadi prioritas dan selanjutnya dapat dicari upaya penyelesaian dari masalah tersebut. Dalam proses menentukan prioritas masalah dengan metodeUSG ini.

Tabel 4.2 Tabel prioritas masalah

NO	Prioritas Masalah	U	S	G	TOTAL	RANK
1.	Kerusakan pada pompa <i>discharge</i>	4	4	4	12	III
2.	Karbon <i>mechanical seal</i>	4	5	5	14	II
3.	Kotornya pipa udara	3	4	4	11	IV
4.	Rusaknya <i>Non return valve</i>	3	4	3	10	VI
5.	Kurangnya jumlah udara	5	4	5	14	I
6.	Kurangnya pemahaman masinis terhadap pengoperasian <i>sewage treatment plant</i>	4	3	4	11	V
7.	Perawatan tidak sesuai dengan PMS	3	3	3	9	VII

Dari hasil analisis tabel prioritas masalah dengan menggunakan metode USG, peneliti mendapatkan tiga faktor utama yang menjadi prioritas penyebab ketidakefektifannya *sewage treatment plant* di kapal MT. Bintang Samudra T. faktor utamanya yaitu *carbon mechanicalseal* yang telah aus, kurangnya jumlah udara, dan kerusakan pada *bearing* pompa *discharge*. Akibat dari faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi lingkungan laut dengan ditimbulkannya kekeruhan, bau, dan perubahan warna. Sehingga upaya yang dilakukan adalah dengan membongkar dan mengganti dengan *spare part* yang baru dan membersihkan saluran pipa udara dengan cairan kimia atau dengan air bertekanan tinggi

V. PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengolahan data yang telah diperoleh pada hasil analisa pengaruh ketidakefektifan *sewagetreatmentplant* terhadap kelestarian lingkungan adalah:

5.1.1. Penyebab tidak optimalnya kerja *Sewage treatment plant* yaitu pertama karena kurangnya jumlah udara didalam tangki akibat tidak optimalnya kerja dari *aeration blower/compressor* sehingga bakteri aerob tidak bisa bertahan hidup. Kedua, kerja dari pompa pembuangan kurang optimal akibat beberapa kerusakan komponen pompa yang berpengaruh pada saat pembuangan limbah ke laut.

5.1.2. Dampak yang ditimbulkan terhadap kelestarian lingkungan laut adalah terjadinya kekeruhan dan bau yang menyengat sehingga dapat menimbulkan penyakit terhadapbiota laut maupun manusia. Selainitu juga menurunkan minat wisatawan dalam mengunjungi pantai akibat tercemarnya laut dengan air buangan (*sewage*).

5.1.3. Upaya untuk mengatasi masalah pencemaran di laut yang berasal dari *Sewage treatment plant* yaitu perawatan pada *Sewage treatment plant* harus dilakukan secara berencana dan berkala sesuai PMS (Plant Management System) secara berkala.

5.1. Saran

Untuk menambah kelancaran operasional kapal dan kinerja dari permesinan di atas kapal adapun saran-saran yang dapat dipertimbangkan tersebut antara lain:

5.2.1. Melakukan pengoperasian sesuai *manual book* dan perawatan yang di lakukan sesuai dengan PMS dari masing-masing komponen.

5.2.2. Hendaknya selalu mematuhi peraturan yang ada di dalam hal penanggulangan polusi pada MARPOL 73/78/97. Sehingga pencemaran lingkungan laut akibat limbah dari *Sewage treatment plant* dapat dihindari sedini mungkin.

5.3.3. Pada operator atau Masinis sebaiknya meningkatkan kemampuan dan pengetahuan, terutama tentang *Sewage treatment plant* dengan membaca buku panduan, bertanya kepada perusahaan/maker. Dalam *manual book* tersebut telah dicantumkan tentang teori dan cara perawatannya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Intruction Manual Sewage Treatment Device*, Hamworthytype ST4A, MT. Bintang Samudra T
- [2] Soeparman, H.M., dan Suparmin., 2002, *Pembuangan Tinjadan Limbah Cair*, Penerbit Buku Kedokteran, Jakarta.
- [3] Sugiyono, 2016, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatifdan R&D*, PT Alfabet, Bandung
- [4] Tim Penyusun, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, 2020, *Pendoman PenyusunanSkripsi Diploma IV*, Semarang.
- [5] Zulfikli, Arif., 2014, *Pengolahan Limbah Berkelanjutan*, Graha Ilmu, Yogyakarta.

