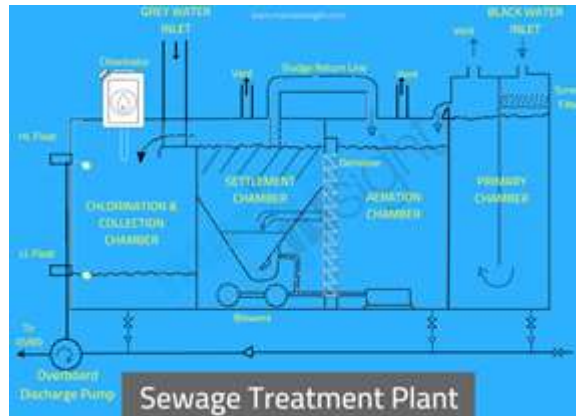


## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian Dan Prinsip Kerja *Sewage Treatment Plant*



Gambar 1. *Sewage Treatment Plant*  
Sumber: <https://www.marineinsight.com>

*Sewage Treatment Plant* (Mike Wassell, 2005). adalah suatu pesawat yang digunakan untuk mengolah atau memproses limbah dari kotoran manusia sehingga setelah di buang ke laut tidak menimbulkan pencemaran lingkungan yang berupa kekeruhan dan berbagai macam penyakit. Pesawat ini biasanya dioperasikan pada saat kapal sedangkan berada di pelabuhan atau sedang berlabuh jangkar. Dengan adanya pesawat *Sewage Treatment Plant* tersebut maka ikut serta menjaga atau mengurangi pencemaran laut khususnya pada saat kapal berada di daerah pelabuhan. Disamping itu dengan keberadaan pesawat tersebut di kapal, akan mengurangi penyebaran bakteri dan virus dari berbagai macam penyakit yang di sebabkan oleh *excreta*, urine, dan air kotor. Oleh sebab itu limbah tidak boleh begitu saja dibuang ke laut, karena bisa mencemari daerah dermaga pelabuhan dan biota laut.

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. Pembuangan limbah secara langsung atau 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 tentu akan mencemari lingkungan seperti pesisir pantai, pelabuhan dan dermaga serta dapat pula mengakibatkan pencemaran terhadap manusia secara fisik seperti bau, kekeruhan, warna dan juga dapat menyebabkan berbagai macam penyakit baik penyakit kulit maupun penyakit lainya dan lebih lagi bisa menciptakan penyakit baru yang saat ini belum ada penawarnya.

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/cm<sup>2</sup>) agar bakteri aerob tetap hidup sehingga limbah dapat dibuang sesuai dengan peraturan pemerintah yang berlaku dan tidak mengandung zat pencemar lingkungan, sehingga dapat dibuang ke laut dan tidak menimbulkan pencemaran lingkungan.

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 dapat mengganggu kelestarian lingkungan hidup. Jika tidak dilakukan *Treatment* pada limbah (*Sewage*), maka akan menimbulkan berbagai dampak seperti bau busuk dan kerusakan biota laut yang dapat menjadi sumber berbagai penyakit. Berdasarkan pertimbangan diatas perlu kiranya diperhatikan efek samping yang akan ditemukan oleh banyaknya kapal-kapal barang dan penumpang yang mengangkut ribuan orang setiap harinya, untuk itu perlu dipikirkan cara-cara pembuangan limbah dari kapal. Setiap kapal yang dioperasikan khususnya kapal-kapal baru sekarang wajib dilengkapi dengan peralatan pencegahan pencemaran sebagai bagian dari persyaratan kelaiklautan sebuah kapal yaitu menaati Marpol yang terdiri dari VI ANNEX dan untuk Sewage termasuk kedalam ANNEX IV dan untuk ketentuan kapal yang harus menggunakan *Sewage* sesuai ketentuan Marpol 73/78 ANNEX IV yaitu :

1. Kapal baru dengan GT 400 ke atas.
2. Kapal baru dengan GT 400 ke bawah yang telah disertifikasi untuk mengangkut 15 orang ke atas.

3. Kapal lama dengan GT 400 ke atas dan 5 tahun setelah di berlakukannya ANNEX IV ini.
4. Kapal lama dengan GT 400 ke bawah yang telah disertifikasi untuk mengangkut 15 orang ke atas dan 5 tahun setelah tanggal diberlakukannya ANNEX IV ini yang terlibat dalam pelayaran internasional.

Pembuangan limbah diperairan menyebabkan beberapa permasalahan antara lain menimbulkan kerusakan pada biota laut, mengganggu ekosistem perairan dan menimbulkan permasalahan pada masyarakat pesisir dan muara sungai. Meskipun secara tingkat bahaya dan resiko pencemaran laut akibat tumpahan minyak dan zat kimia adalah yang paling tinggi derajatnya, namun pembuangan limbah hasil proses dan operasional kapal seperti limbah *sewage* ini juga turut berkontribusi dalam pencemaran lingkungan. Sistem pembuangan dikapal yang terkait dengan limbah toiletris yang berisikan tinja dan urine manusia yang berasal dari toilet ruang akomodasi disebut sebagai Sewage Plant.

Sesuai Marpol 73/78 ANNEX IV semua kapal yang mempunyai *Sewage* harus mempunyai ISPP (*International Sewage Pollution Prevention Certificate*). Karena didalam ISPP mengandung aturan tentang bagaimana pencegahan pencemaran di kapal yang jika di Indonesia di terbitkan oleh pihak Direktorat Jenderal Perhubungan Laut yang dalam tugasnya melakukan pengujian kelayakan terhadap kapal yang memenuhi syarat. Air kotor yang masuk ke pesawat pengolah limbah mengandung bakteri tidak aktif. Bakteri akan menjadi aktif dengan adanya oksigen pada proses aerasi. Bakteri ini memperbanyak diri dengan adanya oksigen dalam air, sehingga cukup banyak untuk mencerna dan menyerap kotoran organik. Lumpur aktif ini akan menarik kotoran-kotoran halus yang larut, seperti sepotong magnet yang menarik partikel yang larut dalam air sehingga tidak mudah mengendap sendiri. Tetapi dengan adanya sifat magnetik lumpur yang mengendap ini akan membawa serta partikel-partikel kotoran halus ke dasar bak pengendapan. Secara umum *Sewage Treatment Plant* terdiri dari empat *compartment* dan beberapa bagian yaitu : *Collecting Tank*, *Disinfection Tank*, *Compressor*, dan *Sewage Pump* Pencemaran yang berasal dari *Sewage Treatment Plant* sangat

berpengaruh terhadap lingkungan laut, khususnya daerah pelabuhan dan pesisir pantai.

Kotoran atau tinja yang berasal dari toilet, saluran medis kapal yang berbentuk cairan, ruang binatang hidup, dan yang berasal dari salah satu kotoran yang terlebih dahulu ditampung dalam satu tangki yang disebut dengan *Collecting Tank* yang selanjutnya apabila *Collecting Tank* tersebut sudah penuh maka secara otomatis tinja tersebut ditransfer ke *Sewage Treatment Plant*, yang mana terlebih dahulu posisi pengontrolan untuk *high* dan *low level* pada *Collecting Tank* diposisikan pada auto. Tinja yang berasal dari *Collecting Tank* tersebut masuk ke tangki yang pertama, didalam tangki yang pertama tersebut tinja diberi udara bertekanan yang berasal dari *Aeration blower* yang bertujuan menambah udara ke dalam tangki air dimana bakteri aerob akan memakan bakteri organik didalam air dengan bantuan oksigen dan mencegah terjadinya pengendapan dan selanjutnya mengalir ke tangki yang kedua. Dari tangki yang kedua tinja tersebut masuk ke tangki yang ketiga dan ditangki inilah mikro organisme patogen yang ada di dalam air limbah tersebut dinetralsir dengan sebuah tablet yang disebut dengan *Chlorine tablet*. Setelah tinja tersebut melalui tangki yang ketiga, maka untuk selanjutnya masuk ke tangki yang keempat atau sering disebut dengan *setling tank* dan secara otomatis tinja yang sudah dinetralsir yang berada di tangki yang keempat akan dibuang ke laut melalui *Sewage Discharge Pump* yang sebelumnya pengontrolan diposisikan pada auto.

Mengingat pentingnya peranan *Sewage Treatment Plant* di kapal maka diperlukan perawatan pada bagian-bagiannya, seperti : saluran tinja yang dari toilet, *collecting tank*, *aeration blower*, *sewage pump*, *chlorine tablet tank*, kebersihan tangki-tangki dari kotoran yang mengapung maupun yang mengendap dan yang lainnya yang mungkin dapat mengakibatkan tidak optimalnya kerja dari pesawat tersebut. Maka untuk menjaga agar pesawat bantu *Sewage Treatment Plant* beroperasi, dalam waktu yang cukup lama dan beroperasi secara optimal maka perlu adanya perawatan dan pengoperasian secara baik dan benar. Hal ini dapat membuat kerja dari pesawat tersebut selalu optimal tanpa mencemari

lingkungan sebagaimana sesuai dengan fungsi dari *Sewage Treatment Plant* tersebut.

## 2.2 Aturan Tentang Sewage Treatment Plant

Sesuai dengan aturan yang di buat oleh IMO 1973 tentang *International Convention for the Prevention of Pollution from Ship* dan dimodifikasi oleh protokol 1978 yang diselenggarakan kembali oleh IMO menghasilkan aturan yang lebih baru dan singkatnya disebut MARPOL 73/78, yang isinya meyangkut berbagai aturan pencemaran dari kapal dan untuk *Sewage Treatment Plant* sendiri masuk pada aturan ANNEX IV yang didalamnya mengatur tentang bagai mana cara pengolahan, pembuangan,dan pada kapal apa *Sewage Treatment Plant* ini di gunakan Kapal yang masuk kedalam klasifikasi harus memiliki *Sewage Treatment Plant* pasti akan memiliki ISPP'73/78 yaitu sertifikat mengenai kapal yang menampung kotoran baik kotoran manusia,hewan atau yang berasal dari sisa-sisa makanan adapun yang berasal dari zat cair tetapi harus tergolong kedalam zat cair yang tidak beracun yang dalam tahap pembuangnya ada regulasi atau aturan lain. Di Indonesia sendiri terdapat peraturan pemerintah Republik Indonesia No 19 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran dan Perusakan Laut dan beberapa pasal yang mengatur tentang Pencegahan dan penanggulangan pencemaran oleh kapal yang isinya terdapat pada Pasal (1) Ayat 1 dan Ayat (57) yang berbunyi : Ayat 1 Pelayaran adalah satu kesatuan system yang terdiri atas angkutan di perairan, kepelabuhan, keselamatan dan keamanan, serta perlindungan lingkungan maritim. Ayat 57 Perlindungan lingkungan maritim adalah setiap upaya untuk mencegah dan menanggulangi pencemaran lingkungan perairan yang bersumber dari kegiatan yang terkait dengan pelayaran, Pasal (226) Ayat 1 dan 2 yang berbunyi : Ayat 1 Penyelenggaraan perlindungan lingkungan maritime dilakukan oleh pemerintah. Pada Pasal (229) Ayat 1 yang berbunyi : Ayat 1 Setiap kapal dilarang melakukan pembuangan limbah,air balas, kotoran, sampah, serta bahan kimia berbahaya dan beracun keperairan. Adapun aturan pembuangan *Sewage* yang diijinkan oleh IMO dalam ANNEX IV MARPOL 73/78 yaitu:

1. Kapal membuang kotoran yang telah dihancurkan dan bebas bakteri dengan menggunakan suatu “*system sewage treatment plan*” yang diakui oleh administrasi pemerintah, pada jarak lebih dari 4 mil dari daratan terdekat.
2. Kotoran yang belum dibebas bakteri/bebas hama dibuang pada jarak lebih dari 12 mil dengan syarat kotoran tersebut telah di tempatkan sebelumnya dalam tanki penampung dan dibuang tidak sekaligus ketika kapal berlayar dengan kecepatan minimal 4 knot.
3. Pembuangan kotoran tersebut tidak menghasilkan zat dalam bentuk padat yang mengapung berbau dan menimbulkan perubahan warna pada perairan tersebut.
4. Selama dipelabuhan, dibuang ke *reception facility*. *Reception facility* adalah fasilitas penampungan didarat yang tidak hanya digunakan menampung kotoran, tetapi juga digunakan untuk menampung sisa-sisa minyak, zat cairan beracun, dan sampah yang berasal dari kapal.
5. Kapal yang berada dalam suatu wilayah hukum suatu negara harus membuang kotoran sesuai dengan persyaratan negara yang bersangkutan.

### **2.3 Komponen Sewage Treatment Plant**

Komponen dari *Sewage Treatment Plant* adalah suatu alat pendukung dari *Sewage Treatment Plant* sendiri yang nantinya memiliki fungsi dan kegunaan yang berbeda yang bertujuan mengurangi pencemaran di laut dan jika salah satu komponen ini ada yang rusak pastinya akan mengurangi kinerja dari *Sewage Treatment Plant* itu sendiri maka dari itu kita akan mengenal bagian-bagian dari *Sewage Treatment Plant* agar nantinya dalam melakukan perbaikan dapat mengetahui komponen mana saja yang dapat di cek antara lain.

#### **1. Screen Filter**

*Screen filter* dipasang pada tangki pertama di dekat pintu masuk saluran pembuangan ke STP. Alat ini digunakan untuk menghilangkan komponen kasar non-limbah seperti; kertas toilet, kertas plastik, padatan lain dll, yang dapat menjadi penyumbat sistem jika masuk ke dalam proses pencairan.



Gambar 2. *Screen Filter*

Sumber: <https://www.marineinsight.com>

## 2. *Biofilter*

*Biofilter* juga merupakan bagian dari ruang aerasi yang mengolah limbah yang lewat dari *screen filter*. *Reaktor biofilter*, dengan bantuan gelembung udara halus yang dihasilkan dari blower, akan menyebarkan zat yang terkontaminasi, yang nantinya akan masuk ketahap sedimentasi dan didalamnya terdapat komponen yaitu :



Gambar 3. *Biofilter*

Sumber: <https://www.aquaflowengineers.org>

### a. Karbon Aktif

Karbon aktif dipasang pada ruang pengendapan untuk menghilangkan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dengan proses penyaringan dan menyerap. Ini juga membantu dalam merawat *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Suspended Solids*.



Gambar 4. Karbon Aktif

Sumber: <https://www.nazava.com>

b. *Klorinator*

*Klorinator* dipasang di ruang terakhir untuk mengolah air tahap akhir untuk dibuang ke laut. *Klorinator* dapat berupa jenis dosis tablet atau jenis injeksi kimia. Di dalam *klorinator* yang menggunakan tablet, air bersih bercampur dengan tablet klorin, membuat larutan klorin. *Klorinator* terdiri dari silinder untuk mengisi klorinator



Gambar 5. *Klorinator*

Sumber: <https://www.aquaflowengineers.org/>

c. Blower Udara

Biasanya ada 2 blower udara yang dipasang, di mana satu bertindak sebagai siaga, untuk memasok udara (melalui gelembung udara) untuk membantu membentuk mikroorganisme dalam reaktor biofilter. Ini



juga membantu dalam memindahkan lumpur dari tangki sedimentasi, memasok udara ke tangki karbon aktif dan untuk kembali menyiram lumpur.



Gambar 6. Blower Udara

Sumber: <http://www.olah-air.com>

d. Pompa

Pompa dipasang dalam dupleks dan pada kompartemen terakhir dari STP. Pompa ini adalah pompa sentrifugal dari jenis non-clog yang digabungkan ke motor masing-masing. Pompa dijalankan dengan mode otomatis yang dikendalikan oleh level switch yang dipasang di tangki sterilisasi. Pompa biasanya dijalankan dan masuk pada mode manual ketika mengeluarkan lumpur dari kompartemen setelah pembersihan bagian dalam tangki.



Gambar 7. Pompa

Sumber: <https://www.marineinsight.com>

e. Perpipaan

Pipa saluran masuk yang membawa air limbah ke instalasi dipasang dengan kemiringan yang tepat untuk mencegah penyumbatan dan kondensasi. Pipa pembuangan diatur sedemikian rupa sehingga lubang di dalam dapat diakses untuk dibersihkan selama perawatan.



Gambar 8. Perpipaan Sewage

Sumber: <https://www.salvex.com>