

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Landasan teori digunakan sebagai sumber referensi yang dijadikan dasar dari pada penelitian. Sumber tersebut memberikan kerangka atau dasar untuk memahami latar belakang dari timbulnya permasalahan secara sistematis. Landasan teori juga penting untuk mengkaji dari penelitian-penelitian yang sudah ada mengenai masalah *Fresh Water Generator* dan teori yang menerangkan *Fresh Water Generator* sebagai salah satu pesawat bantu yang berfungsi sebagai penghasil air tawar di kapal. Oleh karena itu landasan teori ini, penulis akan menjelaskan tentang pengertian *Fresh Water Generator* dan pengertian *apendansi Fresh Water Generator*.

Menurut buku *modern marine engineer's manual* karya Alan Osbourne, *Fresh Water Generator* merupakan salah satu Pesawat Bantu yang berfungsi untuk mengubah air laut menjadi air tawar yaitu dengan melalui proses penguapan dan pengembunan. Air tawar yang dihasilkan oleh *Fresh Water Generator* tersebut selanjutnya dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari di atas kapal, diantaranya untuk minum, mencuci, membersihkan pipa-pipa kondensor dari kotoran lumpur dan kerak - kerak, sebagai salah satu media yang di gunakan oleh pesawat bantu boiler untuk menghasilkan uap , sebagai pendingin *Main engine, Auxiliary Engine* serta untuk keperluan-keperluan lain diatas kapal. Mengingat betapa pentingnya *Fresh Water Generator* di kapal

maka diperlukan perawatan rutin pada bagian-bagiannya, seperti kondensor, *evaporator* dan lain-lainnya, karena pada bagian ini sering timbul kerusakan yang menyebabkan produksi air tawar menurun atau tidak maksimal.

Ada beberapa jenis pesawat bantu *Fresh Water Generator* yang digunakan diatas kapal sebagai alat penghasil atau alat produksi air tawar dan yang penulis ketahui tentang pesawat bantu *Fresh Water Generator* adalah terdiri dari 2 jenis:

1. *Fresh Water Generator* Tekanan tinggi

Untuk jenis *Fresh Water generator* tekanan tinggi ini air laut yang dipanaskan menggunakan panas langsung dari uap yang dihasilkan oleh *Ketel (Boiler)* dan untuk menguapkan air laut dibutuhkan tekanan 7,0 bar. Banyak kesulitan kita temui dalam instalasi tekanan tinggi ini dengan adanya pembentukan kerak pada pipa-pipa. Kerak yang melekat pada pipa-pipa merupakan penghambatan hantaran panas sehingga membutuhkan kenaikan tekanan uap serta suhu uap untuk mempertahankan jumlah kapasitas penguapan di *evaporator*. Apabila pembentukan kerak berkelanjutan maka perlu adanya pembersihan terhadap koil-koil *evaporator*.

2. *Fresh Water Generator* Tekanan Rendah

Sesuai dengan sifat uap, pengaruh perubahan-perubahan tekanan terhadap suhu titik didih digunakan tipe tekanan rendah dengan menggunakan pompa vakum sehingga suhu titik didih pemanas rendah. Pada *Fresh Water Generator* tekanan rendah tidak memerlukan

suhu panas yang tinggi dan pemansannya dapat menggunakan keluaran air tawar pendingin mesin induk.

Adapun keuntungan dari *Fresh Water Generator* tekanan rendah adalah sebagai berikut:

- a. Tidak membutuhkan ketel dalam hal penyediaan uap, apalagi uap yang bertekanan tinggi.
- b. Suhu rendah dari tipe ini menjamin kurangnya garam dari air laut yang membentuk kerak-kerak yang menempel pada pipa-pipa kondensor dan *evaporator*.
- c. Sambungan pipa-pipa lebih ringan, murah, dan lebih mudah pembutan serta perawatannya.
- d. Biaya perawatan dan perbaikan, serta pengoperasian lebih hemat.

Sedangkan menurut buku petunjuk manual Alfa Laval Copenhagen A/S.

Fresh Water Generator adalah salah satu pesawat bantu yang digunakan di atas kapal untuk merubah air laut menjadi air tawar dengan prinsip kerja perubahan bentuk dari cair menjadi uap (penguapan) dan perubahan bentuk dari uap menjadi air (kondensasi). Dimana uap tersebut dikumpulkan di dalam kondensor dan selanjutnya diberikan pendinginan, sehingga panas yang berasal dari uap akan diarahkan ke bahan pendingin dalam suatu proses yang dinamakan kondensasi yang selanjutnya menghasilkan titik air.

Pesawat bantu *Fresh Water Generator* terdiri dari beberapa komponen – komponen yaitu *heat exchanger*, *separator shell*, *condensor*, *water ejector* untuk udara, *water ejector* untuk air garam, *pompa ejector*, *pompa*

destilasi, saliniti indikator, solenoid valve, dan flow meter yang disediakan sebagai alat pelengkap.

Fresh Water Generator memanfaatkan panas buangan dari sirkuit air tawar pendingin mesin diesel, yang tidak memerlukan biaya untuk bahan bakar. Keperluan energi untuk pengoperasian hanyalah energi listrik yang diperlukan untuk penggerak pompa. Air tawar sirkulasi pendingin mesin diesel suhu normalnya $\pm 65^{\circ}\text{C}$ - 80°C (149° - 176°F) keluar dari mesin diesel, dan bagian dari air pendingin masuk *heater exchanger* di *Fresh Water Generator*. Dimana air pendingin itu disirkulasikan di sisi luar dari plat pemanas atau *heating plat*. Air laut kemudian diupakan dengan suhu $\pm 35^{\circ}\text{C}$ - 50°C (95°F - 120°F), karena bagian dari *Fresh Water Generator* divakumkan oleh *ejector*. Produksi uap di *Heater exchanger* kemudian melalui *Deflektor* dan *separator shell* menuju kondensor, dimana uap ini dikondensasikan oleh air laut pendingin yang mengalir melalui plat di bagian dalam kondensor. *Water ejector* untuk udara dihubungkan ke *condensor shell* dan menghisap udara. Sehingga bagian dalam dari *Fresh Water Generator* dapat dipertahankan tinggi kevakumannya, yang mana merupakan syarat suhu penguapan / *evaporation* yang rendah $\pm 35^{\circ}$ - 50°C . *Water ejector* untuk *brine* / air untuk air garam menghisap keluar dari sisi luar *brine* di *separator shell*, yang mana *brine* / air garam tidak diupakan di *heat exchanger*, tetapi ikut terhisap bersama *water ejector*. Pompa *ejector* adalah digerakan dengan motor listrik *horisontal shaft*, pompa jenis sentrifugal hisap tunggal, yang mana melayani air laut seperti yang disebut diatas. Yaitu untuk mengeluarkan udara dan *brine* / air garam, tetapi juga untuk memenuhi air

pengisian / *feed water* yang akan diuapkan di *Heat exchanger*. Pompa destilasi juga digerakan dengan motor listrik *horisontal shaft*, pompa jenis *sentrifugal* hisap tunggal , yang mana menghisap produksi air tawar dari kondensor *Fresh Water Generator* dan di *transfer* ke tangki air tawar.

Sedangkan menurut penulis yaitu setelah melakukan praktek laut atau prola di kapal MT.Sengeti selama satu tahun, pesawat bantu *fresh water generator* adalah salah satu permesinan bantu yang terdapat di atas kapal yang memiliki fungsi yang cukup penting yaitu untuk mengubah air laut menjadi air tawar dengan melalui proses kondensasi di dalam kondensor dan dengan bantuan air pendingin atau *jacket cooling* yang keluar dari mesin induk kapal tersebut yang memiliki suhu normalnya berkisar antara 65°C - 80°C .Dimana air tawar yang di dihasilkan tersebut di tampung di *fresh water tank* atau pun *feed tank* dan dapat di gunakan untuk keperluan sehari – hari.

B. Definisi Operasional

Definisi operasional di dalam pesawat bantu *Fresh Water Generator* terdapat beberapa pengertian,istilah - istilah atau *terminology* yang berhubungan erta dengan kinerja dari pesawat bantu *Fresh Water Generator* ini. Istilah – istilah tersebut antara lain :

1. *Evaporator / Heat Exchanger*

Merupakan bagian dari pesawat *Fresh Water Generator* yang berfungsi untuk menguapkan air laut dengan menggunakan pemanas yang bersumber dari air tawar pendingin *jacket* mesin induk atau dapat juga dengan menggunakan uap dari *boiler*.

2. Kondensor

Sama seperti *evaporator*, kondensor juga terdiri dari plat - plat *heat exchanger* atau plat - plat pemindah panas yang terletak pada bejana pemisah yang tertutup, juga *separator shell* yang berfungsi untuk mengubah suatu zat yaitu zat dalam bentuk uap atau gas menjadi bentuk cair dengan proses kondensasi. Untuk proses kondensasi dalam kondensor diperlukan media pendingin yaitu air laut.

3. Ejector Pump

Ejector pump adalah salah satu komponen terpenting dari pesawat bantu *fresh water generator* yaitu suatu pompa yang digunakan untuk menurunkan tekanan di bawah tekanan atmosfer (*vaccum pressure*) pada pesawat bantu *Fresh Water Generator*, yang dengan menghisap air laut yang diteruskan ke pipa *water ejector* dengan tekanan air laut yang tinggi. Dengan aliran air laut bertekanan tinggi maka udara dan *brine* dapat ikut terhisap keluar dari *Evaporator* dan Kondensor.

4. Distilasi Pump

Distilasi pump adalah merupakan suatu pompa yang memiliki berfungsi untuk menghisap air tawar yang telah dihasilkan dari proses kondensasi di dalam pesawat bantu *Fresh Water Generator* yang nantinya akan di teruskan menuju ke tangki penyimpanan air tawar , yang sebelumnya air tawar tersebut harus melewati *solenoid valve* terlebih dahulu. Hal ini di maksudkan agar kadar garam yang terkandung dalam air tawar tersebut tidak melebihi dari yang di inginkan.

5. Salinometer / *Salinity Indicator*

Alat ini berfungsi untuk mendeteksi kadar garam yang dikandung oleh air tawar yang dihasilkan dari *Fresh Water Generator* melalui *salinity cell*. Jika kadar garamnya melebihi dari settingnya (misal : *10 ppm*) maka alat ini akan memberikan tanda alarm.

6. *Solenoid Valve*

Solenoid Valve adalah sebuah katup yang berfungsi untuk mengatur aliran air tawar dari pesawat *Fresh Water Generator* ke tangki penyimpanan air tawar, dimana katup ini menutup bila kadar garam air tawar normal atau rendah. Dan katup ini akan terbuka bila kadar garam air tawar melebihi settingnya atau tinggi, sehingga air tawar mengalir kembali ke *vapor chamber* atau *separator shell* di *Fresh Water Generator*.

7. *Flow Meter*

Flow meter yaitu merupakan suatu alat yang memiliki fungsi atau berguna untuk menunjukkan seberapa banyak air tawar yang telah dihasilkan oleh pesawat bantu *fresh water generator* sebelum air tawar tersebut di transfer masuk ke dalam *fresh water tank* dalam setiap waktu .

8. *Pressure Vacuum Gauge*

Pressure vacuum gauge adalah sebagai suatu alat untuk mengetahui atau mengukur besarnya tekanan yang terdapat di dalam pesawat *Fresh Water Generator* yaitu untuk mengetahui kevakuman dan tekanan hisapan dari pompa.

9. *Thermometer*

Thermometer adalah merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengetahui temperatur air laut pendingin yang terdapat di dalam *kondensor* dan air pemanas yang terdapat didalam *heater* yang berasal dari air tawar pendingin *jacket* mesin induk yang masuk dan keluar dari sistem mesin induk.

10. *Sight glass* (Gelas Penduga)

Sight glass adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mengetahui tinggi atau rendahnya permukaan air pengisian yaitu air Laut pada *evaporator*.

11. *Boiler*

Boiler adalah merupakan suatu pesawat abntu yang berfungsi untuk menghasilkan uap yang bertekanan tinggi melalui proses pemanasan air tawar pada sebuah bejana yang tertutup, yang dimana uap yg di hasilkan dapat di gunakan sebagai pemanas bahan bakar, tangki bahan bakar, sebagai pemanas air pendingin yang masuk ke dalam mesin induk dan *auxiliary engine* atau diesel generator dan sebagai tenaga penggerak permesinan yang menggunakan uap sebagai penggerak utamanya.

12. *Gland Packing*

Gland packing adalah suatu bahan yang digunakan untuk menahan suatu media zat lain yang keluar dari sistem pompa, yaitu antara poros pompa dan rumah pompa.

13. *Jacket Cooling Water*

Jacket cooling water adalah air tawar yang berasal dari mesin induk yang digunakan sebagai *heater* air laut di *Fresh Water Generator*.

14. Sea Water

Digunakan sebagai zat yang nantinya akan di ubah menjadi air tawar dan juga di gunakan sebagai pendingin untuk proses kondensasi di kondensor.

15. Distilate Water

Merupakan air tawar hasil penyulingan / distilasi yang keluar dari kondensor , dan di pompa menggunakan *distilate pump* menuju ke tangki penampungan air tawar atau pun menuju tangki penampungan air boiler.

16. Kadar garam(CI %)

Kadar garam pada air tawar yang dihasilkan pada *Fresh water generator* dapat dilihat melalui alat yang disebut salinometer / *salinity indicator*. Alarm pada salinometer akan berbunyi bila kadar garam yang dihasilkan lebih dari 10 ppm.

17. Tangki Air Tawar

Adalah suatu wadah atau tempat penampungan yang digunakan untuk menampung air tawar yang telah di hasilkan oleh *Fresh Water Generator* yang kemudian air tersebut siap untuk di gunakan untuk segala keperluan yang terdapat di atas kapal

Berikut ini akan dijelaskan tentang tata cara pengoperasian *Fresh Water Generator* sesuai dengan buku panduannya.

1. Sebelum mengoperasikan atau menjalankan pesawat bantu *Fresh Water Generator* yakinkan dengan benar bahwa kita memerhatikan beberapa hal :
 - a) Katup *inlet* dan *outlet* untuk *ejector pump* dalam posisi terbuka.

- b) Buka katup *overboard* untuk *air ejector/combined brine*
 - c) Panel FWG dan komponennya sudah ada aliran arus listrik.
 - d) Katup *outlet* ke *destilate pump* dalam keadaan tertutup.
2. Kemudian jalankan *ejector pump*.
 3. Tunggu kevacuuman mencapai 80 cmHg, air pengisian (*feed water*) ke evaporator sudah berjalan dengan berjalannya *ejector pump*.periksa pengaturan *feed water* dan di sesuaikan dengan dosis yang di butuhkan.
 4. Buka katup *inlet* dan *outlet* air tawar pendingin jacket yang menuju ke evaporator. Katup *outlet* sebaiknya dibuka secara perlahan-lahan setelah katup *inlet*. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya panas berlebihan yang menimbulkan ketukan pada evaporator.
 5. Tutup katup *by pass* secara perlahan-lahan dan jalankan *salinity indicator*.
 6. Ketika *destilate water* sudah terlihat mengalir pada *sight glass* pipa hisap *destilate*, buka katup yang menuju ketangki air tawar dan jalankan *destilate pump*.

Sebaiknya *fresh water generator* dioperasikan pada saat kapal dalam kecepatan *full away* atau sudah jauh dari daratan, ini dimaksudkan untuk mencegah air laut yang akan diproduksi bebas dari kuman-kuman, zat - zat kimia yang beracun dan kotoran dari darat. Dan dalam hal tersebut yang sangat perlu diperhatikan selama pengoperasian *Fresh Water Generator* diatas kapal adalah :

1. Menjaga tingkat kevacuman *Fresh Water Generator*
2. Mengecek satu jam sekali selama jam jaga Temperatur pemanas air tawar pendingin jacket.

3. Salinity indicatornya.
4. Mencatat dan menghitung produksi air tawar yang dihasilkan setiap empat (4) jam sekali dan melakukan pengecekan terhadap komponen-komponen yang mendukung kinerja *Fresh Water Generator*.
5. Kapasitas *disage chemical* untuk *feed water treatment* setiap 24 jam sekali pada tangki penampungan yang mana antara chemical yang digunakan dan air tawar dicampur dengan komposisi tertentu.

Ketika kapal memasuki pelabuhan tujuan atau akan sandar (sebelum *manouver*) sebaiknya *Fresh Water Generator* diberhentikan agar kuman dan bibit penyakit yang terdapat dari kotoran didarat tidak terkontaminasi dengan air laut yang akan diproduksi oleh *fresh water generator* menjadi air tawar, sehingga crew kapal tidak terkena dampak penyakit dan menjaga *Fresh Water Generator* tetap terjaga perawatannya. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan selama menghentikan *Fresh Water Generator* adalah :

1. Buka katup *by pass* pada aliran air tawar pendingin jacket secara perlahan-lahan agar proses evaporasi sedikit demi sedikit berkurang.
2. Tutup katup *inlet* (masuk) dan *outlet* (keluar) air tawar *jacket cooling* pada evaporator.
3. Matikan *destilate pump* atau pompa destilasi dan jangan lupa untuk menutup katup yang menuju ke tangki air tawar serta matikan alarm salinity indikator.
4. Tutup katup air pengisian dan matikan *ejector pump* atau pompa ejector dengan menutup katup masuk dan katup keluar dari air laut pendinginan pada sisi kondensor.

5. Buka katup vacuum breaker dengan menutup katup keluar *ejector* serta katup *over board*.

Dalam pelaksanaan pekerjaan perawatan dan perbaikan pada pesawat bantu *fresh water generator* secara terencana yang sesuai dengan buku petunjuk manual, pada prakteknya dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Perawatan secara rutin

Adalah perawatan yang dilakukan dalam kegiatan setiap hari ataupun sebelum pesawat dioperasikan. Tujuannya untuk memastikan bahwa *Fresh Water Generator* tidak mengalami gangguan atau hambatan untuk di gunakan dalam memproduksi air tawar.

2. Perawatan secara periodik atau berkala

Perawatan secara periodik atau berkala adalah suatu kegiatan perawatan yang dilakukan secara periodik yang sudah tersusun dan terencana dalam jangka waktu tertentu untuk keperluan penggantian atau pembersihan komponen-komponen dalam suatu pesawat seperti pembersihan plat – plat pada kondensor dan evaporator, pergantian *gland packing* pada *ejector pump* , *destilate pump* dan karet pada plat – plat kondensor dan juga plat – plat pada bagian dari evaporator.

3. Inpeksi berkala

Inspeksi berkala yaitu bagian perawatan yang sangat berhubungan dengan jam kerja juga dengan kekuatan dari bahan pesawat bantu *fresh water generator*. Seperti halnya inspeksi terhadap baut pengunci pada *fresh water generator* yang mengakibatkan bocor karena longgar atau sudah rusak. Hal ini dilakukan

untuk memastikan bahwa pesawat memiliki kemampuan untuk berproduksi secara maksimal.

Inspeksi berkala yang dilakukan yaitu berhubungan dengan jam kerja dan juga kekuatan bahan dari pesawat bantu *fresh water generator*. Misalnya *inspeksi packing* pada cover body *Fresh Water Generator* yang sering bocor karena sudah rusak atau putus akibat terlalu kuat dalam meningkatkan pemasangan.

Pembuatan jadwal perencanaan perawatan dan perbaikan perlu memperhatikan rancangan secara menyeluruh dengan aktifitas yang saling berhubungan agar tidak ada kesamaan saat melakukan perawatan. Agar pesawat mampu beroperasi dengan baik dan terus menerus tanpa ada gangguan dan hambatan, maka perlu dilakukan perawatan terhadap komponen-komponen pesawat yang ditetapkan oleh *instruction manual book* nya

Adapun yang menjadi tujuan pembuatan air tawar di atas kapal adalah sebagai berikut :

- a. Mengurangi ketergantungan kapal terhadap kebutuhan air lawar yang disupply dari darat, untuk keperluan sehari-hari di atas kapal..
- b. Menambah ketahanan atau memperpanjang kelancaran kerja dari pengoperasian kapal.
- c. Mengurangi penggunaan ruangan di kapal (*Fresh Water Tank*), supaya daya angkut kapal lebih besar.
- d. Memanfaatkan panas atau kalor yang ikut terbuang pada air pendingin Jacket mesin induk dalam mewujudkan "*Economical Engine*".

C. Kerangka Pikir Penelitian

Untuk membantu proses penulisan penulis akan memaparkan kerangka pikir secara bagan alur dalam menjawab atau menyelesaikan pokok permasalahan yang telah dibuat adalah sebagai berikut :

