

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 dikapal. Oleh karena itu landasan teori ini, penulis akan menjelaskan tentang pengertian *fresh water generator* dan pengertian apendasi *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 diatas kapal, diantaranya untuk minum, mencuci, membersihkan pipa-pipa kondensor dari kotoean lumpur dan kerak-kerak, sebagai salah satu media yang digunakan 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 kinerja dari pesawat bantu *fresh water generator* menjadi tidak maksimal.

Ada beberapa jenis pesawat bantu *fresh water generator* yang digunakan diatas kapal sebagai alat penghasil atau alat produksi air tawar dan menurut *modern marine engineer's*, *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 ditemukan 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 pemanasannya 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 plat –plat kondensor dan *evaporator*.
- c. Plat-plat pada kondensor dan *evaporator* lebih ringan, dan mudah dilakukan perawatannya.
- d. Biaya perawatan dan perbaikan, serta pengoperasian lebih hemat.

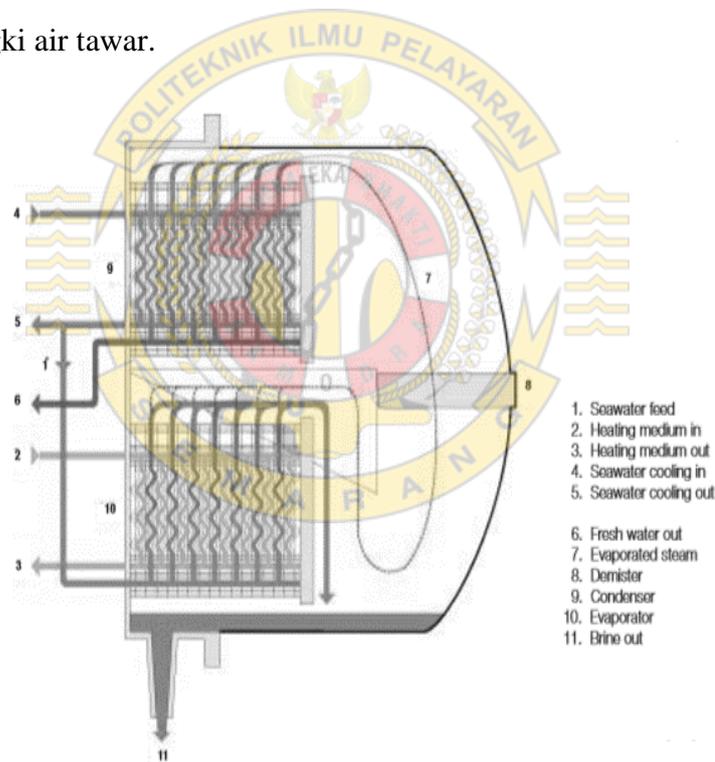
Sedangkan menurut buku petunjuk manual Alfa Laval Copenhagen A/S/ *Fresh water generator* adalah salah satu pesawat bantu yang digunakan diatas kapal untuk merubah air laut menjadi air tawar dengan prinsip kerja perubahan bentuk dari air menjadi uap (penguapan) dan perubahan bentuk dari uap menjadi air (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*, *condenser*, *water ejector* untuk udara, *water ejector* untuk air garam, pompa *ejector*, pompa destilasi, *salinity indicator*, *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 energy untuk pengoperasian hanyalah energy listrik yang diperlukan untuk penggerak pompa. Air water sirkulasi pendingin mesin diesel suhu normalnya $\pm 65^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$ ($149^{\circ}\text{F} - 176^{\circ}\text{F}$) keluar dari mesin diesel, dan bagian dari air pendingin masuk *heater exchanger* di *fresh water generator*, dimana air pendingin itu disirkulasikan disisi luar dari plat pemanas atau *heating plat*. Air laut kemudian diuapkan dengan suhu $\pm 35^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$ ($95^{\circ}\text{F} - 120^{\circ}\text{F}$), karena bagian dari *fresh water generator* divakumkan oleh *ejector*.

Produksi uap di *heater exchanger* kemudian melalui *deflector* 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 *condenser shell* dan menghidap udara. Sehingga bagian dalam dari *fresh water generator* dapat dipertahankan tinggi kevakumannya, yang mana merupakan syarat suhu penguapan / evaporation yang rendah $\pm 35^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$. *Water ejector* untuk *brine* / air untuk air garam menghisap keluar dari sisi *brine* di *separator shell*, yang mana *brine* tidak diuapkan di *heat exchanger*, tetapi ikut

terhisap bersama *water ejector*. Pompa *ejector* adalah pompa yang digerakan dengan motor listrik *horizontal 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 *horizontal shaft*, pompa jenis *sentrifugal* hidap tunggal, yang mana menghisap produksi air tawar dari kondensor *fresh water generator* dan di transfer ke tangki air tawar.



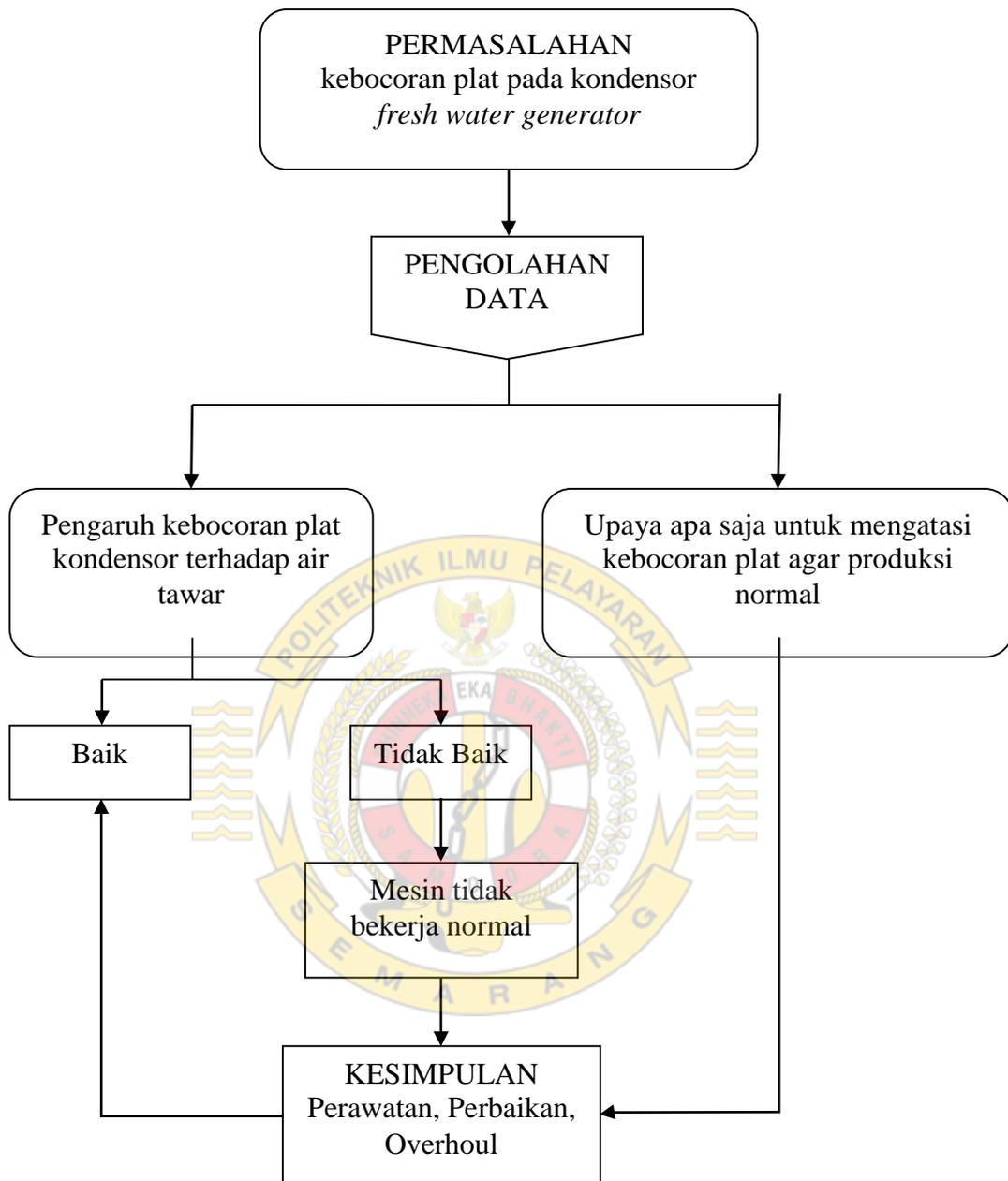
Gambar 2.1 Sketsa bagian dalam fresh water generator

Sedangkan menurut penulis yaitu setelah melakukan praktek laut atau prala di kapal MV. Energy Prosperity, 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 $65^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$. Dimana air tawar yang dihasilkan tersebut di tampung di *fresh water tank* atau pun *feed tank* dan dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari.

B. Kerangka Pikir

Untuk mempermudah memahami skripsi ini maka penulis membuat suatu kerangka berpikir yang merupakan pemaparan secara kronologis dalam menjawab pokok permasalahan penelitian berdasarkan pemahaman teori dan konsep-konsep. Pemaparan ini digambarkan dalam bentuk bagan alir yang sederhana yang disertai dengan penjelasan singkat mengenai bagan tersebut. Dimana dalam bagan tersebut dijelaskan tentang faktor penyebab terjadinya kebocoran plat kondensor pada pesawat bantu *fresh water generator* kemudian dampaknya yang terjadi akibat kebocoran tersebut dan upaya untuk mengatasi kebocoran tersebut agar mesin dapat kembali berjalan normal. Agar lebih jelas dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.2 Kerangka pikir penelitian

C. Definisi Operasional

Definisi operasional di dalam pesawat bantu *fresh water generator* terdapat beberapa pengertian, istilah – istilah atau terminology yang berhubungan serta 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 (*vacuum 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. *Distilate pump*

Distilate pump adalah suatu pompa yang memiliki fungsi untuk menghisap air tawar yang telah dihasilkan dari proses kondensasi di dalam pesawat bantu *fresh water generator* yang nantinya akan diteruskan

menuju ke tangki penyimpanan air tawar, yang sebelumnya air tawar tersebut harus melewati *solenoid valve* terlebih dahulu. Hal ini dimaksudkan agar kadar garam yang terkandung dalam air tawar tersebut tidak melebihi dari yang diinginkan.

5. *Distilate water*

Distilate Water merupakan air tawar dari hasil penyulingan / distilasi yang keluar dari kondensor melalui melalui proses kondensasi, dan dipompa menggunakan *distillate pump* menuju ke tangki penyimpanan air tawar atau pun menuju tangki penampungan air boiler.

6. *Sea Water*

Sea Water digunakan sebagai zat yang nantinya akan di ubah menjadi air tawar dan juga digunakan sebagai pendingin untuk proses kondensasi di kondensor.

7. Kadar garam (C1%)

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

8. 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 (missal : 10 ppm) maka alat ini akan memberikan tanda alarm.

9. *Selenoid Valve*

Selenoid Valve adalah sebuah katup yang berfungsi untuk mengatur aliran air tawar dari pesawat *fresh water generator* ke tangki

penyimpanan air tawar. Dan katup ini akan terbuka bila kadar garam air tawar melebihi settingnya atau tinggi, sehingga air tawar mengalir kembali ke *vapour chamber* atau *separator shell* di *fresh water generator*.

10. *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.

11. *Thermometer*

Thermometer adalah merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengetahui temperature 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.

12. *Sight glass* (gelas penduga)

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

13. *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.

14. *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.

15. *Boiler*

Boiler adalah merupakan suatu pesawat bantu yang berfungsi untuk menghasilkan uap yang bertekanan tinggi melalui proses pemanasan air tawar pada sebuah bejana yang tertutup, yang dimana uap yang dihasilkan 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.

16. *Jacket Water Cooling*

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

17. *Tangki Air Tawar*

Tangki air tawar adalah suatu wadah atau tempat penampungan yang digunakan untuk menampung air tawar yang telah dihasilkan oleh *fresh water generator* yang kemudian air tersebut siap untuk digunakan untuk segala keperluan yang terdapat di atas kapal.