

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Untuk menunjang pembahasan mengenai gangguan pada sistem produksi air tawar, maka perlu diketahui dan dijelaskan beberapa teori penunjang dan pengertian yang penulis ambil dari sumber pustaka terkait dengan pembahasan skripsi ini.

Landasan teori ini berisi tentang sumber teori yang kemudian akan menjadi dasar dari pada penelitian. Sumber teori tersebut nantinya akan menjadi kerangka atau dasar dalam memahami latar belakang dari suatu permasalahan secara sistematis. Pada landasan teori ini penulis akan menjelaskan tentang pengertian dari *Fresh Water Generator* sebagai mesin penghasil air tawar di atas kapal dan apendansi dari *Fresh Water Generator* tersebut.

1. Pengertian Analisis

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, analisis adalah penyelidikan terhadap suatu peristiwa untuk mengetahui sebab akibat dari keadaan yang sebenarnya (KBBI versi *online*)

2. Pengertian Air Tawar

Menurut Sitanala Arsyad dalam buku *Konservasi Tanah dan Air* (IPB Press, 2000), air adalah senyawa gabungan antara dua atom hydrogen dan satu atom oksigen menjadi H_2O . Sedangkan air tawar dalam KBBI

dijelaskan bahwa air adalah cairan jernih tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau yang terdapat dan diperlukan dalam kehidupan manusia, hewan, dan tumbuhan yang secara kimiawi mengandung hidrogen dan oksigen. Dapat disimpulkan bahwa air tawar adalah senyawa yang tersusun dua atom hidrogen dan satu atom oksigen yang bersifat cair, tidak berbau dan tidak memiliki rasa. Air tawar memiliki peranan penting bagi semua elemen kehidupan di muka bumi.

3. Pengertian *Fresh Water Generator*

Fresh Water Generator adalah mesin bantu yang digunakan untuk mengubah air laut menjadi air tawar dengan prinsip penguapan dan pengembunan.

Menurut buku petunjuk Alfa Laval Desalt JWP-26-C Series pada halaman pertama dapat diartikan *Fresh Water Generator* adalah mesin yang berfungsi untuk mengubah air laut menjadi air tawar dengan penyulingan dalam keadaan vakum untuk penyediaan air tawar berkualitas tinggi untuk instalasi di kapal, rig, dan daerah terpencil. (Alfa Laval, 1998)

a. *Fresh Water Generator* bertekanan tinggi

Dalam proses menguapkan air laut untuk memisahkan kadar garamnya, *Fresh Water Generator* memerlukan suatu media pemanas yang mampu mendidihkan air laut tersebut. *Fresh Water Generator* memiliki 2 (dua) jenis *Evaporator* yang ditinjau dari media pemanasnya yaitu *Fresh Water Generator* bertekanan tinggi dan *Fresh Water Generator* bertekanan rendah. Dalam penulisan ini

penulis hanya akan membahas *Fresh Water Generator* bertekanan rendah saja untuk menghindari perluasan masalah dan pembahasannya. *Fresh Water Generator* bertekanan tinggi memanfaatkan uap panas yang telah diatur tekanannya sesuai dengan kebutuhan sebagai media untuk memanaskan air laut. Tekanan uap yang dipakai untuk proses penguapan pada objek yang penulis amati berkisar antara 2 hingga 3,5 bar. Penggunaan *Boiler* untuk menghasilkan uap sebagai media pemanas memungkinkan *Fresh Water Generator* ini dapat dioperasikan saat *Main Engine* tidak bekerja, hal ini dinilai kurang efektif karena *Boiler* akan bekerja lebih lama dan tentunya konsumsi bahan bakar untuk pengoperasian *Boiler* akan meningkat. Namun pada saat *Main Engine* bekerja, *Economizer* yang memanfaatkan panas gas buang dari *Main Engine* untuk menghasilkan uap yang nantinya dapat digunakan oleh *Fresh Water Generator* sebagai media pemanas. Penggunaan *Fresh Water Generator* bertekanan tinggi memiliki kelebihan apabila terjadi kebocoran pada sistem media pemanasnya akan lebih mudah terdeteksi karena uap akan menyembur keluar dari titik kebocoran. Selain itu pengoperasian *Fresh Water Generator* tidak bergantung pada kinerja *Main Engine*, sehingga bila sewaktu waktu *Main Engine* mengalami gangguan dan harus dimatikan saat berada di tengah laut, *Fresh Water Generator* ini masih dapat bekerja dengan memanfaatkan uap yang dihasilkan *Boiler*. Meskipun memiliki keunggulan, terdapat

pula kekurangan dari *Fresh Water Generator* bertekanan tinggi, antara lain:

- 1) Karena menggunakan media pemanas dengan suhu yang tinggi, maka akan lebih cepat menghasilkan kerak garam yang menempel pada *Evaporator* dan menurunkan kinerjanya
- 2) Bahaya tekanan lebih, sehingga diperlukan katup keamanan (*Safety Valve*)
- 3) Perawatan lebih banyak, terutama pada bagian *Evaporator*
- 4) Memerlukan ketel uap (*Boiler*) untuk menghasilkan uap yang digunakan sebagai media pemanas

b. Bagian bagian dari *Fresh Water Generator*

- 1) *Evaporator Heat Exchanger*

Merupakan bagian dari *Fresh Water Generator* yang berfungsi untuk menguapkan air laut dengan menggunakan media pemanas yang bersumber *Jacket Cooling Water Main Engine* maupun menggunakan uap.

- 2) *Condenser*

Kondensor terdiri dari pipa - pipa *Heat Exchanger* atau plat - plat pemindah panas seperti yang terdapat pada *Evaporator* yang terletak pada bejana pemisah yang tertutup, juga separator *Sheel* yang berfungsi untuk mengubah bentuk gas/uap menjadi bentuk cair dengan proses kondensasi. Kondensor umumnya menggunakan media pendingin berupa air laut. Berdasarkan

pemakaiannya kondensor dibedakan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu *Main Condenser* (kondensor utama) dan *Auxiliary Condenser* (kondensor bantu). Bila dibedakan menurut proses media pendingin untuk mengondensasikan uap menjadi cair, kondensor dapat dibagi menjadi 2 (dua) jenis, yaitu *Direct Contact Condenser* dimana media pendingin berhubungan langsung dengan zat yang akan dikondensasikan, dan *Surface Condenser* yang media pendinginnya dipisahkan oleh suatu pemisah seperti dinding pipa atau plat sehingga tidak langsung bersentuhan dengan zat yang akan dikondensasikan.

3) *Thermometer*

Adalah alat untuk mengetahui temperatur air laut pendingin pada *Condenser*, media pemanas di *Evaporator* dari *Jacket Cooling Water Main Engine* maupun uap yang masuk dan keluar dari sistem. dan juga temperatur dari ruangan *Fresh Water Generator*

4) *Ejector Pump*

Adalah pompa yang digunakan untuk menurunkan tekanan di bawah tekanan atmosfer (*vacuum pressure*) pada *Fresh Water Generator*, yang dengan menghisap air laut yang diteruskan ke pipa *water ejector* dengan tekanan air laut yang tinggi. Dengan aliran air laut yang tinggi tekanannya, maka udara dan brine dapat ikut terhisap keluar dari *Evaporator* dan *kondensor*.

Kevakuman di dalam ruangan *Fresh Water Generator* menyebabkan turunnya titik didih air, hal ini di sangat di perlukan karena suhu media pemanas dari *Jacket Cooling Water Main Engine* hanya sekitar 70-85⁰C yang pastinya tidak akan mampu untuk menguapkan air pada tekanan atmosfer 1atm. Selain itu Ejector Pump juga berfungsi untuk membuang kerak garam (*Brine*) yang ikut bersama buangan air laut pada *Water Ejector*. Air laut dari *Ejector Pump* juga dialirkan sebagai *Feed Water* menuju *Evaporator* yang nantinya akan mengalami proses penguapan.

5) *Destilate Pump*

Pompa ini biasanya di sebut juga sebagai *Fresh Water Pump*, berfungsi untuk memompa air tawar yang dihasilkan setelah proses kondensasi didalam *Fresh Water Generator* menuju tanki penyimpanan air tawar. Jika level air mulai nampak pada gelas duganya, pompa *Destilate* dapat dijalankan saat *Level* air tampak pada gelas duga. Bila air dari kondensasi tidak terlihat pada gelas duga, segera matikan pompa *Destilate* agar pompa tidak dipaksa bekerja dalam keadaan kering atau tidak ada air yang dihisap karena akan menyebabkan keausan pada porosnya. Juga perlu diperhatikan *Gland Packing*-nya atau *Mechanical Seal*nya, karena bila terjadi kebocoran maka akan menyebabkan berkurangnya kevakuman didalam sistem dan

bila hal ini terjadi maka proses penguapan tentunya akan terganggu.

6) *Salinometer / Salinity Indicator*

Alat ini berfungsi untuk mendeteksi kadar garam yang terkandung oleh air tawar yang dihasilkan dari proses destilasi pada *Fresh Water Generator* melalui *salinity cell*. Jika kadar garamnya melebihi dari pengaturannya, sebagai contoh, diatur pada kadar maksimal 10 Ppm, maka alat ini akan memberikan tanda alarm. Alat ini memberikan perintah kepada *Selenoid Valve* untuk menutup saluran air menuju *Fresh Water Tank*.

7) *Selenoid Valve*

Katup yang mengatur aliran air tawar dari *Fresh Water Generator* ke tangki penyimpanan, katup ini akan menutup secara otomatis bila kadar garam air tawar terlalu tinggi dan akan terbuka bila kadar garam air tawar tidak melebihi batas maksimal yang telah ditentukan.

8) *Flow Meter*

Alat yang berfungsi menunjukkan jumlah cairan yang melewatinya, biasanya ditunjukkan dalam satuan meter kubik (m^3). Prinsip kerjanya yaitu mengubah aliran air menjadi tenaga putar untuk menggerakkan *Impeller* sehingga penunjuknya bisa berputar dan menunjukkan angka.

9) *Sight Glass* (gelas penduga)

Alat untuk mengetahui tinggi permukaan air pengisian (*Feed Water*) pada bagian *Evaporator*.

10) *Safety Valve*

Karena menggunakan *steam* yang bertekanan tinggi sebagai media pemanasnya maka di perlukan katup keamanan untuk membuang *steam* bila terjadi *overpressure* di dalam sistem

11) *Pressure Vaccum Gauge*

Alat untuk mengetahui atau mengukur keadaan tekanan atau kevakuman di dalam *Fresh Water Generator* dan sebagai indikator kinerja dari *Ejector Pump*.

12) *Demister*

Alat ini terletak di dalam *Evaporator Shell* sebagai saringan uap yang terbuat dari anyaman monel. Berfungsi untuk menangkap butiran air laut yang masih terkandung dalam uap.

c. Cara Pengoperasian *Fresh Water Generator*

Selain melakukan perawatan rutin terhadap mesin, cara pengoperasian yang benar dan sesuai prosedur harus dilaksanakan untuk menjaga kondisi dari sebuah mesin sehingga jam kerja dari sebuah mesin dapat dimaksimalkan. Berikut ini adalah cara pengoperasian *Fresh Water Generator*

1) Prosedur Menjalankan *Fresh Water Generator*

a). Sebelum menjalankan *Fresh Water Generator*, kita harus memeriksa bahwa kapal tidak berada dalam perairan sempit

atau berjarak 20 mil laut dari pantai. Hal ini dilakukan untuk mencegah limbah yang dibuang ke laut bisa masuk ke *Fresh Water Generator* karena selain dapat merusak pesawat, air tawar dalam tangki akan terkontaminasi.

- b). Periksa katup pembuangan yang ada di bagian bawah pesawat berada pada posisi tertutup untuk mencegah udara masuk kedalam sistem
- c). Sekarang buka katup isap dan buang dari pompa air laut yang akan menyediakan air yang akan diuapkan, untuk pendinginan pada *Condenser* dan menuju ke *Ejector Pump* untuk mengurangi tekanan atmosfer.
- d). Nyalakan *Ejector Pump* dan periksa tekanan pompanya. Tekanan pada umumnya sekitar 3-4 bar.
- e). Tunggu hingga tingkat kevakuman meningkat. Tingkatan vakum minimal harus 90% yang umumnya dapat dicapai sekitar 10 menit setelah *Ejector Pump* dijalankan.
- f). Buka katup media pemanas *Steam* secara perlahan untuk menghindari water hammer lakukan secara perlahan hingga mencapai tekanan kerja.
- g). Tingkat kevakuman mulai menurun. menjadi sekitar 85% yang merupakan indikasi bahwa penguapan dimulai.
- h). Buka katup pembuangan dari pompa destilasi
- i). Aktifkan salinometer.

j). Jalankan pompa destilasi dan cicipi air yang keluar dari saluran pembuangan.

k). Ketika air tawar mulai berproduksi, terlihat bahwa suhu mendidih turun lagi sedikit dan vakum kembali ke nilai normal.

l). Cek nilai kadar garam pada salinometer dan cocokan pada kondisi aslinya dengan mencicipi air dari saluran pembuangan pompa apakah asin atau tidak. Nilai salinometer dijaga di bawah 10 PPM.

m). Setelah memeriksa rasa air yang keluar dari salinometer, buka katup untuk tangki dari pompa dan tutup katup pembuangan.

2) Hal hal yang perlu diperhatikan pada saat *Fresh Water Generator* berjalan antara lain:

a). Tingkat kevakuman di dalam *Fresh Water Generator*.

b). Suhu media pemanas yang masuk dan keluar sistem.

c). Tekanan *Steam* yang masuk sebagai media pemanas.

d). Suhu media pendingin yang masuk dan keluar sistem.

e). *Feed Water* pada gelas duga.

f). Kadar garam yang ditunjukkan oleh *Salinometer*.

g). *Flowmeter* dari pompa destilasi menuju ke tangki air tawar.

h). Kebocoran-kebocoran pada pompa dan pipa yang terhubung dengan *Fresh Water Generator*.

3) Prosedur Mematikan *Fresh Water Generator*

- a). Matikan pompa destilasi.
- b). Tutup katup dari pompa destilasi yang menuju ke tangki.
- c). Matikan salinometer.
- d). Tutup katup masuk media pemanas (*Steam*)
- e). Jangan langsung mematikan Ejector pump, sebaiknya tetap dinyalakan selama kurang lebih 15 menit, hal ini dimaksudkan untuk mendinginkan bagian *Evaporator* untuk mencegah kerusakan *Packing* karena panas.

B. Definisi Operasional

Pada bagian ini akan dijelaskan istilah-istilah yang digunakan dalam penulisan, untuk menyamakan persepsi antara penulis dengan pembaca, juga memudahkan pembaca dalam memahami serta menganalisis data.

1. PPM (*Part Per Million*)

Bila di terjemahkan memiliki arti bagian tiap juta. Maksudnya adalah terdapat satu partikel di dalam satu juta partikel pelarut.

2. *Steam*

Uap panas yang dihasilkan *Boiler*, dapat juga diproduksi dengan memanfaatkan gas buang dari *Main Engine* menggunakan pesawat *Economizer*, sehingga pemakaian bahan bakar lebih efisien karena tidak perlu bahan bakar tambahan untuk mengoperasikan *Boiler*.

3. *Water Hammer*

Sebuah istilah yang menggambarkan adanya gaya balik balik dari air ataupun fluida akibat adanya tekanan yang terjadi secara tiba-tiba yang berpotensi untuk merusak pipa maupun *packing*.

4. *Vaccum*

Sebuah kondisi dimana tekanan atmosfer dalam suatu ruangan lebih rendah dari keadaan normalnya sehingga dapat menurunkan titik didih dari air.

5. *Feed Water*

Air laut yang nantinya diuapkan untuk dipisahkan kadar garamnya, bila di terjemahkan dapat diartikan sebagai air umpan.

C. Kerangka Pikir Penelitian

Perumusan Tujuan Strategi	
Misi	Tujuan
Kondisi plat <i>Evaporator</i> sudah berkerak	1. Mengoptimalkan kinerja <i>Fresh Water Generator</i> di MT. HIPPO agar jumlah produksi air tawar dapat dimaksimalkan
Safety valve tidak bekerja dengan baik	2. Melakukan pengawasan dan perawatan <i>Fresh Water Generator</i> secara berkala sesuai dengan SOP

Kondisi media pemanas berupa <i>Steam</i> kurang stabil sehingga menimbulkan <i>Overheating</i>	Prioritas Tujuan:
Chemical cleaner tidak tersedia	Melakukan pembersihan, perawatan dan mengganti komponen yang sudah tidak laik dalam rangka mengoptimalkan kinerja <i>Fresh Water Generator</i>

Tabel 2.1 Kerangka Pikir

Sumber : Data pribadi (2017)

Berdasarkan kerangka pikir di atas, penulis menggunakan metode *SWOT* dengan mengumpulkan, membuat tabel, dan menghitung data yang akan di bahas secara rinci pada bab selanjutnya.