

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 FRESH WATER GENERATOR**

Menurut Suparwo, Sp.1 dalam bukunya yang berjudul Permesinan Bantu di Kapal-Kapal Niaga, bahwa Fresh Water Generator (FWG) adalah suatu instalasi atau unit pembuat air tawar dari air laut. Uap air laut tersebut didinginkan dengan cara kondensasi didalam Destilasi / kondensor (pengembunan, sehingga menghasilkan air kondensor yang disebut kondensat). Apabila cairan yang dipanaskan hingga mencapai titik tersebut masih diberikan panas, maka cairan akan menguap, selanjutnya uap tersebut diterima oleh kondensor yang didalamnya terdapat media pendingin yang berupa air laut, sehingga akan terjadi penyerapan panas atau uap tersebut dikondensasikan olehkondensor menjadi cair (kondensat).

Didalam proses penguapan pada Fresh Water Generator, panas yang digunakan sebagai sumber pemanas/heater ada 2 jenis. Jenis pertama adalah penguapan dengan menggunakan panas dari air tawar pendingin jacket mesin induk dimana air akan mendidih dengan temperatur penjenuhannya sesuai dengan tekanan Evaporator. Jenis kedua yaitu penguapan dengan menggunakan uap yang dihasilkan oleh boiler. Proses penyulingan ini pada dasarnya merubah air laut menjadi air tawar dengan proses pemanasan pada tekanan vakum dan pendingin pada proseskondensasi. Air tawar hasil penguapan yang telah dikondensasikan, harus diadakan pemeriksaan terhadap kadar garamnya. Dimana batas toleransi kadar garam yang diizinkan adalah 10 ppm (part per million), Air tawar yang telah dikondensasikan kemudian ditransfer oleh pompa destilasi ke tanki penampungan air tawar untuk siap digunakan selama berlayar.

Sedangkan menurut buku petunjuk ALVA LAVAL ENGINEERING CO. LTD. Fresh Water Generator Adalah salah satu pesawat yang

digunakan untuk merubah air laut menjadi air tawar dengan prinsip kerja perubahan bentuk dari zat cair menjadi uap (penguapan) dan perubahan bentuk dari uap menjadi cair (kondensasi). Dimana uap tersebut dikumpulkan dan diberikan pendinginan, sehingga panas dari uap akan diserahkan ke bahan pendingin dalam suatu proses kondensasi yang menghasilkan titik air.

### **1. Fungsi Fresh Water Generator**

Fresh Water Generator sebagai salah satu pesawat yang berfungsi memproses air laut menjadi air tawar di atas kapal harus selalu terjaga kondisinya agar dapat member tambahan/cadangan air tawar ke dalam tangki penampung air tawar untuk keperluan sehari – hari di atas kapal, misalnya untuk kebutuhan rumah tangga kapalnya yaitu: masak, mencuci, mandi, dll. Sedangkan untuk kebutuhan mesin kapal yaitu sebagai pendingin mesin induk dan generator, pada kapal tanker digunakan sebagai pencuci tanki muatan, dll. Apabila air tawar di atas kapal tidak terpenuhi atau Fresh Water Generator mengalami kerusakan maka kenyamanan anak buah kapal/crew dan kelancaran dari operasi kapal akan terganggu pula. Kekurangan air tawar sangat berbahaya sekali apabila terjadi pada saat kapal berada ditengah laut dan berlayar dengan waktu yang lama.

### **2. Cara Kerja Fresh Water Generator**

Fresh Water Generator terdiri dari beberapa komponen yaitu heat exchanger, separator shell, condensor, water ejector untuk udara, water ejector untuk air garam/brine, pompa ejector, pompa distilasi, salinity indicator, selenoid valve. Fresh Water Generator memanfaatkan panas keluaran dari sirkuit air tawar pendingin mesin diesel, yang tidak memerlukan biaya untuk bahan bakar. Keperluan energy untuk pengoperasian hanyalah energy listrik yang dipergunakan untuk tenaga penggerak pompa. Air tawar sirkulasi pendingin mesin diesel suhu normal yang keluar kurang lebih adalah  $70^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$  ( $147^{\circ}\text{F} - 176^{\circ}\text{F}$ ) dan air pendingin tersebut masuk ke evaporator di Fresh Water Generator

digunakan sebagai media pemanas. Dimana air pendingin itu disirkulasikan disisi luar pipa pemanas atau heating tube. Air laut kemudian diuapkan dengan suhu kurang lebih  $70^{\circ}\text{C}$ –  $80^{\circ}\text{C}$  ( $95^{\circ}\text{F}$ – $122^{\circ}\text{F}$ ), karena bagian dalam dari Fresh Water Generator divakumkan oleh water ejector. Produksi uap di heater exchanger kemudian melalui deflector dan mesh separator menuju kondensor, dimana uap ini dikondensasikan oleh air laut pendingin yang mengalir melalui pipa bagian dalam kondensor. Water ejector untuk udara dihubungkan ke kondensor shell dan menghisap udara. Sehingga bagian dalam dari Fresh Water Generator dapat dipertahankan tinggi kevakumanya, yang mana merupakan syarat suhu penguapan/evaporation yang rendah kurang lebih  $35^{\circ}\text{C}$  –  $50^{\circ}\text{C}$ . Water ejector untuk brine / air untuk air garam menghisap keluar dari sisi luar brine diseparator shell, yang mana brine/air garam tidak diuapkan di heat exchanger, tetapi ikut terhisap sesama water ejector. Pompa ejector adalah digerakkan dengan motor listrik horizontal shaft, pompa jenis sentrifugal hisapan 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 distilasi juga digerakkan dengan motor mesin horizontal shaft, pompa jenis sentrifugal hisapan tunggal, yang mana menghisap produksi air tawar dari kondensor di Fresh Water Generator dan ditransfer ketangki air tawar. Supply air pengisi/feed water dari pompa ejector mengalir masuk kedalam penutup bagian bawah di heat exchanger, sesudah mengalir melalui saringan filter. Adapun yang penulis ketahui dari buku pesawat bantu, Evaporator / Fresh Water Generator adalah terdiridari 2 jenis yaitu:

a. Evaporator / Fresh Water Generator tekanan tinggi

Jenis ini untuk memanaskan air laut yaitu menggunakan panas langsung dari system ketel yang diturunkan tekanannya menurut kebutuhan. Untuk air laut dibutuhkan tekanan 7,0 bar. Fresh Water Generator ini terdiri dari pipa untuk jalannya air yang akan disuling menjadi air tawar

dengan batas kadar garam yang diizinkan adalah 10 ppm (part per million). Banyak kesulitan kita temui dalam instalasi tekanan tinggi ini dengan daya pembentukan kerak-kerak yang melekat dipipa, yang merupakan penghambat hantaran panas. Sehingga membutuhkan kenaikan tekanan serta suhu uap untuk mempertahankan jumlah kapasitas penguapan.

b. Evaporator / Fresh Water Generator Tekanan Rendah

Sesuai dengan sifat – sifat, pengaruh perubahan tekanan terhadap suhu titik didih dipergunakan tipe tekanan rendah ini. Dengan menurunkan tekanan menggunakan pompa vakum sehingga dapat mengakibatkan turunnya suhu titik didih. Sehingga uap atau bahan yang dipergunakan sebagaibahan pemanas hanya memerlukan tekanan dan suhu yang rendah. Jadi pemanas yang dicapai bias jadi bukan uap, melainkan air pendingin mesin diesel yang masih mempunyai energy panas untuk keperluan tersebut.

**3. Bagian dan fungsi Fresh Water Generator**

Agar dalam pembuatan air tawar dapat memproses air tawar sesuai dengan kapasitas Fresh Water Generator yang telah ditentukan, maka memerlukan komponen-komponen utama yang mendukung kelancaran proses destilasi. Beberapa komponen Fresh Water Generator dijelaskan dibawah ini:

a. Evaporator Heat Exchanger

Merupakan bagiandari Fresh Water Generator yang berfungsi untuk menguapkan air laut dengan menggunakan pemanas yang bersumber dari air tawar pendingin jacket mesin induk atau menggunakan uap.

b. Kondensor

Samaseperti evaporator, kondensor jugaterdiri dari pipa – pipa heat exchanger atau pipa – pipa pemindah panas yang terletak pada bejana pemisah yang tertutup, juga separator sheel yang berfungsi untuk mengubah bentuk gas/uap menjadi bentuk caird engan proses kondensasi. Dalam kondensor diperlukan media pendingin yaitu air

laut. Ditinjau dari pemakaiannya kondensor dapat dikelompokkan menjadi 2, yaitu Main Condensor (kondensor utama) dan Auxiliary Condensor (kondensor bantu). Sedangkan ditinjau secara pokok dari bahan pendingin untuk mengondensasikan uap menjadi cair, kondensor dapat dibedakan menjadi 2, yaitu Direct contact condenser (dimana bahan pendingin berhubungan langsung dengan zat yang akan dikondensasikan), dan surface condenser disini bahan pendingin tidak langsung bersentuhan dengan zat yang akan dikondensasikan, melainkan dipisahkan oleh suatu pemisah seperti dinding pipa atau plat.

c. Ejector Pump

Adalah suatu pompa yang digunakan untuk menurunkan tekanan di bawah tekanan atmosfer (vacuum pressure) pada pesawat 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. Sehingga didalam ruangan Fresh Water Generator menjadi vakum dan kerak garam/brine ikut bersama hisapan air laut pada water ejector. Air laut tekanan dari ejector pump selain ke ejector, juga dialirkan menuju Heater/Evaporator yang akan dipanaskan (Feed Water).

d. Destilasi pump

Sebuah pompa yang berfungsi memompa air tawar yang telah dihasilkan dari proses kondensasi didalam Fresh Water Generator menuju tanki penyimpanan air tawar. Jika level air mulai Nampak pada gelas duganya, pompa destilate dapat dijalankan. Atur jumlah air yang terhisap keluar dengan mengatur delivery valve, sehingga level air yang dihisap tetap konstant. Jika level air dari kondensasi tidak nampak pada glass, maka segera matikan pompa destilate agar pompa tidak bekerja dalam keadaan kering atau tidak ada air yang dihisap, dapat menyebabkan keausan pada shaftnya. Juga perlu diperhatikan gland packingnya atau mechanical sealnya, karena jika udara masuk dari

gland packing atau mechanical sealnya, dapat menyebabkan berkurangnya kevakuman didalam sistem.

e. 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 garam nya melebihi dari settingnya, misal 10 ppm ( part per million ) maka alat ini akan memberikan tanda alarm.

f. Selenoid valve

Selenoid valve adalah valve yang mengatur aliran air tawar dari pesawat Fresh Water Generator ketanki penyimpanan, dimana katup menutup bila kadar garam air tawar normal atau rendah. Dan katup akan terbuka bila kadar garam air tawar melebihi settingnya atau tinggi, sehingga air tawar mengalir kembali ke Vapor chamber/separator sheel di Fresh Water Generator.

g. Flow meter

Alat yang berfungsi menunjukkan jumlah air tawar yang menghasilkan setiap waktu. Prinsip kerjanya yaitu mengubah aliran air menjadi tenaga putar untuk menggerakkan impeller melalui nozzle, sehingga penunjuk nya bias berputar.

h. Pressure Vacuum Gauge

Sebagai alat untuk mengetahui atau mengukur keadaan tekanan didalam Fresh Water Generator yaitu kevakuman dan hisapan pompa yang berjalan dengan baik.

i. Thermometer

Adalah alat untuk mengetahui temperatur air laut pendingin di kondensor dan pemanas di heater dari air tawar pendingin jacket mesin induk yang masuk dan keluar sistem.

j. Side Glass (glass penduga)

Adalah alat untuk mengetahui tinggi permukaan air pengisian (air laut) pada evaporator