

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Fresh Water Generator**

Menurut Nurdin Harahap, Permesinan Bantu (Hal 22), pesawat Fresh Water Generator adalah pesawat pembuat air tawar dengan jalan menguapkan air laut didalam penguap (Evaporator) dan uap air laut tersebut di dinginkan dengan cara kondensasi di dalam pesawat Destilasi/kondensor (pengembun), sehingga menghasilkan air kondensasi yang disebut kondensat.

#### **2.2 Prinsip Kerja Fresh Water Generator**

Menurut Sarifuddin Rowa, Permesinan Bantu (Hal 23), bahwa prinsip kerja pada Fresh Water Generator dalam menghasilkan air tawar meliputi beberapa proses, yaitu :

##### **1. Pemindahan Panas**

Panas akan mengalir dari bagian cairan yang bersuhu tinggi ke cairan yang bersuhu rendah, besarnya pemindahan panas tergantung dari :

- a. Perbedaan suhu antara bahan yang memberi dan bahan yang menerima panas.
- b. Luas permukaan dimana panas mengalir.
- c. Koefisien penghantar panas dari bahan-bahan yang dilalui panas.

##### **2. Penguapan dan Pengembunan**

Bila panas diberikan pada cairan dan terus ditambahkan maka suhu cairan akan naik hingga suatu titik yang disebut titik didih dan bila sudah mencapai titik tersebut masih diberikan panas maka cairan akan mendidih dan menguap.

Apabila kemudian uap tersebut dikumpulkan dan diberi pendingin akan terjadi penyerahan panas dari uap ke bahan pendingin

dalam suatu proses pengembunan, uap akan kembali menjadi wujud cair.

### 3. Pengaruh tekanan terhadap suhu titik didih

Pada tekanan 1 atmosfer air akan mendidih pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$ , bila tekanan naik maka suhu titik didihnya juga akan naik, demikian sebaliknya. Air pendingin motor induk yang masih tinggi suhunya dimanfaatkan sebagai pemanas Evaporator, karena pada ruangan ini tekanan dikurangi maka dengan suhu  $60^{\circ}\text{C}$  air akan mendidih maka terjadilah penguapan yang mengakibatkan kenaikan kadar garam pada sisi air laut yang tidak sempat menguap dalam Evaporator yang disebut gas Brein dan untuk menjaga terjaminnya batas-batas keadaan kadar garam Evaporator dilengkapi dengan ejektor brein untuk membuang kenaikan Brein tersebut, sedangkan kondensat yang terjadi dalam kondensor oleh pompa kondensat dialirkan ke tangki air tawar.

Menurut A.N. Pramono, Termodinamika untuk ahli mesin kapal kapal (hal 15) uraian di atas dapat dibuktikan dengan memakai rumus gabungan hukum Boyle dan hukum Charles

$$\frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2} \text{ atau } \frac{P \times V}{T}$$

Dimana :

P = Tekanan ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ )

V = Volume ( $\text{m}^3$ )

T = Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )

Dari rumus diatas dapat diketahui bila suatu zat dipanaskan pada volume konstan dan tekanan lebih rendah atau vakum maka zat tersebut titik didihnya akan semakin rendah seperti pada rumus dibawah ini :

$$T_2 = \frac{P_2 \times T_1}{P_1}$$

Contoh Soal :

Diketahui :

$$P_1 = 1,005 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_2 = 0,90 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T_1 = 76^{\circ}\text{C}$$

Ditanyakan :  $T_2 = \dots\dots\dots?$

$$\begin{aligned} \text{Jawab} = T_2 &= \frac{P_2 \times T_1}{P_1} \\ T_2 &= \frac{0,90 \times 76}{1,005} \\ T_2 &= 68,05^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Menurut Nurdin Harahap, Permesinan Bantu (hal 24), bahwa prinsip kerja Fresh Water Generator adalah sebagai berikut:

- a. Kedalam Evaporator dimasukkan air laut yang sudah panas, diambil dari air laut yang keluar kondensor Fresh Water Generator, tujuan mengambil air laut yang sudah panas supaya lebih cepat menguap bila dipanaskan dibandingkan dari pada air laut yang masih dingin.
- b. Melalui spiral pemanas dimasukkan uap primer yang diambilkan dari uap cerat turbin utama atau dari uap bekas pesawat bantu (spiral pemanas melingkar-melingkar maksudnya supaya penyerapan panas lebih banyak).
- c. Uap mengalir di dalam spiral pemanas, sedangkan air laut yang dimasukkan ke dalam Evaporator berada di sekeliling spiral pemanas, sehingga uap primer tersebut menyerahkan panasnya kepada air laut, atau air laut menyerap panas dari uap primer sehingga air laut tersebut menguap. Uap yang terbentuk ini disebut uap sekunder.

- d. Uap sekunder bergerak ke ruang uap didalam tabung Evaporator sebelah atas.
- e. Bilamana air laut berkurang karena menguap yang dapat diperiksa di gelas duga, maka harus segera ditambah lagi dengan mengatur katup.
- f. Tekanan uap sekunder dapat juga diperiksa di Manometer, bila tekanan ini meningkat maka secara otomatis uap akan di blow up melalui katup keamanan sehingga bahaya ledakan dapat dihindari.
- g. Uap sekunder yang terbentuk dialirkan ke pesawat distilasi/kondensor, dimana kondensor ini berisi pipa-pipa pendingin, ke dalam pipa pendingin ini dimasukkan air laut, sedangkan uap sekunder berada diluar pipa-pipa ini.
- h. Air laut tersebut menyerahkan dinginnya kepada uap sekunder atau uap sekunder menyerap dinginnya dari air laut, sehingga uap tersebut berubah bentuk menjadi air melalui proses pengembunan (kondensasi). Air yang terbentuk ini disebut air distilasi atau kondensat.
- i. Kondensat ini tidak boleh digunakan untuk di minum karena tidak memenuhi ketentuan kesehatan (10 ppm), (air yang baik digunakan untuk dikonsumsi bila pH-nya = 8-9). Kondensat ini hanya digunakan untuk air mandi atau air pengisi ketel. Untuk air pengisi ketel harus juga melalui proses Water treatment, karena air ketel yang mengandung asam beresiko tinggi terhadap material Corosing.
- j. Kondensat ini selanjutnya dialirkan ke tangki penampungan air tawar, untuk di distribusikan ke pemakaian rata-rata melalui Fresh Water pump.

Menurut Instruction Manual Book, for Fresh Water Generator Type JWP-16-C40/50 (Hal 10), prinsip kerja Fresh Water Generator adalah sebagai berikut :

- a. Gabungan air garam/ejektor udara dikendalikan oleh pompa ejektor untuk menghasilkan kevakuman didalam sistem dalam perintah untuk bagian yang rendah pada suhu penguapan untuk pengisian air.
- b. Untuk pengisian air dimasukkan ke bagian penguapan melalui saluran isap pada Orifice/lubang dan disebarkan pada bagian setiap plat kedua (saluran penguapan).
- c. Pada air yang panas dibagi pada saluran yang tersisa, saluran yang tersisa mentransfer panasnya ke air pengisian di dalam saluran penguapan.
- d. Setelah mencapai titik didih yang mana lebih rendah dari pada tekanan atmosfer, air pengisian melalui sebuah tahap penguapan dan pencampuran dari uap yang dihasilkan dan air garam memasuki alat pemisah. Dimana air asin di pisahkan dari uap dan berekstasi dengan gabungan air asin/ejektor udara.
- e. Setelah melewati demister kemudian uap masuk ke setiap saluran plat kedua didalam ruang kondensor.
- f. Air laut di suplai oleh gabungan pendingin/pompa air ejektor mendistribusikan air laut ke dalam saluran yang tersisa. Air laut menyerap panas yang di Transfer dari uap kondensasi.
- g. Air tawar yang dihasilkan diisap oleh pompa air tawar dan diisi ke dalam tangki air tawar.

### **2.3 Kualitas Air Tawar**

Menurut Instruction Manual Book, for Fresh Water Generator Type JWP-16-C40/50 (Hal 10), untuk pengecekan secara berkesinambungan pada kualitas air tawar yang diproduksi, sebuah salinometer disediakan

bersamaan dengan seperangkat elektroda yang dipasang pada pompa air tawar pada bagian keluaran.

Jika tingkat kadar garam pada air tawar yang dihasilkan melebihi jumlah minimum yang telah dipilih/di stel, pada katup pembuangan dan alarm akan bereaksi secara otomatis membuang air tawar yang dihasilkan ke got. Apabila tidak ada persyaratan khusus dari para ahli atau yang bertanggung jawab, air tawar yang diproduksi bisa langsung digunakan sebagai air minum.

Menurut Nurdin Harahap, Permesinan Bantu (Hal 25) pengertian kadar garam  $\frac{1}{32}$  adalah didalam pesawat Evaporator dilengkapi apandasi/peralatan Salinometer, fungsi alat ini untuk mengetahui kadar garam dalam air laut didalam Evaporator. Kadar garam yang normal =  $\frac{1}{32}$ , angka  $\frac{1}{32}$  dijelaskan sebagai berikut :

Berat 1 gallons air laut = 160 ons, sedangkan kadar garamnya = 5 ons, sehingga kadar garam air laut =  $\frac{5}{160} = \frac{1}{32}$  bagian.

Bila kadar garamnya telah menunjukkan angka maximum misalnya  $\frac{4}{32}$ , maka air laut tersebut sebagian di spui melalui katup spui dan langsung ditambah air laut baru. Di spui maksudnya dibuang (cerat), dimana berat jenis garam berkumpul didasar bejana Evaporator.

Kadar garam yang normal =  $\frac{1}{32}$ , sedangkan dalam bekerjanya dapat dipertahankan hingga  $\frac{3,5}{32}$ .

Contoh perhitungan :

Ke dalam pesawat Evaporator dari Fresh Water Generator dimasukkan x ton air laut dengan kadar garam =  $\frac{1}{32}$ . dari pesawat distilasi/kondensor dihasilkan 1 ton kondensat. Kadar garam dalam kondisi dipertahankan =  $\frac{2}{32}$ . hitunglah berapa ton air laut yang dimasukkan?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} x \cdot \frac{1}{32} &= (x-1) \frac{2}{32} \\ \frac{x}{32} &= \frac{(x-1) \cdot 2}{32} \\ x &= 2x - 2 \quad \rightarrow \quad x = 2ton \end{aligned}$$

## 2.4 Bagian-Bagian Utama Fresh Water Generator

Menurut Sarifuddin Rowa, Permesinan Bantu (Hal 24), di dalam suatu pesawat Fresh Water Generator terdapat beberapa macam alat bantu yaitu :

### 1. Evaporator

Alat ini terletak didalam pesawat Fresh Water Generator bagian bawah dan mempunyai bentuk pipa kecil dimana media pemanas yaitu steam dan air tawar pendingin mesin induk berada di dalam pipa dan air laut sebagai media yang akan dipanaskan berada di luar pipa.

### 2. Deflector

Alat ini terletak di atas Evaporator yang berfungsi untuk menahan percikan-percikan air laut yang mendidih sehingga percikan tersebut tidak ikut bersama uap.

### 3. Kondensor

Terletak di atas Deflector, bentuknya seperti Cooler yaitu pipa-pipa kecil (spiral) yang didalamnya mengalir air laut yang berfungsi mengubah uap menjadi titik air sehingga menghasilkan air distilasi.

### 4. Air Ejektor

Mempunyai bentuk seperti kerucut yang berfungsi menghisap udara yang berada dalam ruang pemanasan dan di dalam ruang pengembunan untuk di vakumkan sehingga terjadi hampa udara.

5. Ejektor Pump

Berada di luar pesawat Fresh Water Generator, alat ini berfungsi untuk memompakan air laut sebagai keperluan dari ejektor udara digunakan untuk proses kevakuman dan menghisap air laut untuk diubah/diproduksi menjadi air tawar.

6. Distillate Pump

Berfungsi untuk menghisap air Distillate atau air sulingan yang sudah jadi air kondensor kemudian dipompakan ke tangki-tangki air tawar.

Menurut Nurdin Harahap, Permesinan Bantu (Hal 22) bagian-bagian utama Fresh Water Generator dan fungsinya adalah :

1. Bejana Evaporator

Berfungsi sebagai penguap air laut.

2. Spiral pemanas

Berfungsi untuk memanaskan air laut, didalam spiral pemanas mengalir uap primer diambilkan dari uap cerat turbin atau uap bekas dari pesawat-pesawat bantu.

3. Dinding pembalik

Berfungsi sebagai pemanas butir-butir air laut terlempar masuk ke dalam ruang uap sekunder terutama saat gejolak air laut karena ombak besar.

4. Katup uap primer masuk

Berfungsi untuk aliran katup uap masuk.

5. Katup uap primer keluar

Berfungsi untuk aliran katup uap keluar.

6. Katup air laut masuk

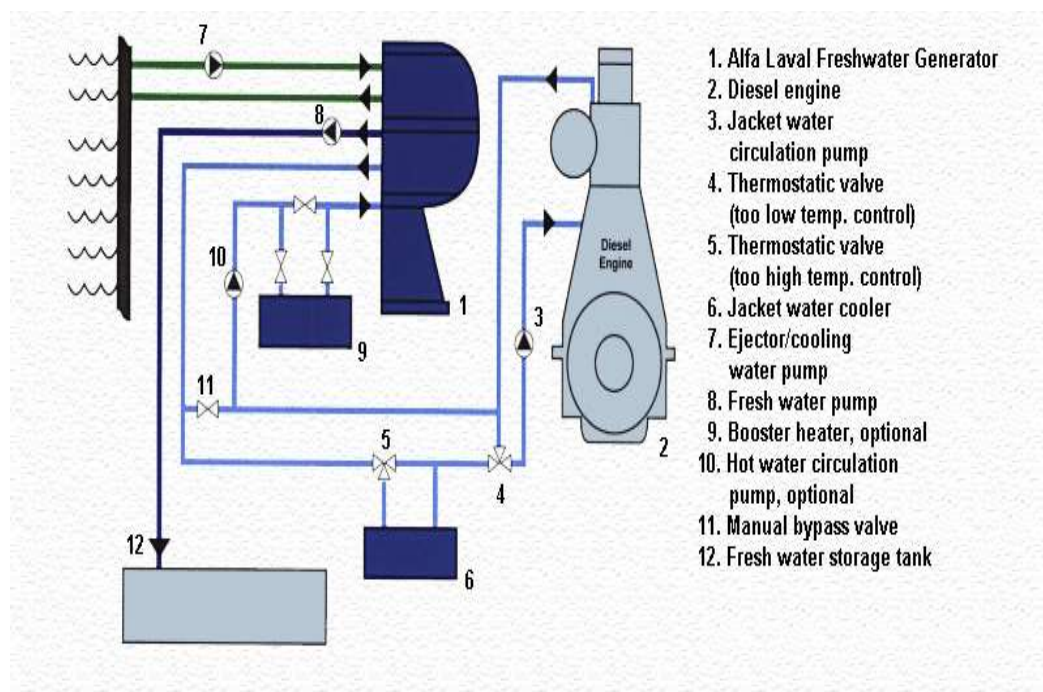
Berfungsi untuk katup aliran air laut masuk.

7. Katup spui air laut.

Berfungsi untuk katup aliran air laut keluar.



8. Gelas penduga  
Berfungsi untuk mengetahui tinggi permukaan air laut dalam Evaporator.
9. Katup keamanan  
Berfungsi mengetahui tekanan uap skundair dalam bejana.
10. Katup uap sekundair keluar  
Berfungsi untuk katup aliran uap sekundair keluar.
11. Manometer  
Berfungsi untuk mengetahui tekanan uap sekundair dalam bejana.
12. Bejana Distilasi/kondensor  
Berfungsi sebagai pesawat pembangun uap sekundair sehingga membentuk kondensat.
13. Filter  
Berfungsi sebagai penyaring kondensat terhadap kotoran sehingga pendistribusian kondensat bersih.



Menurut Instruction Manual Book, for Fresh Water Generator type JWP-16-C 40/50 (Halaman 11), pada Pesawat Fresh Water Generator terdapat beberapa komponen, yaitu :

1. Bagian penguapan  
Bagian penguapan terdiri dari sebuah pertukaran panas dan tertutup didalam separator
2. Separator  
Separator pemisah air bergaram dari uap.
3. Bagian kondensor  
Seperti halnya bagian penguapan, bagian kondensor terdiri dari sebuah plat pertukaran panas yang tertutup di dalam separator.
4. Percampuran air garam/ejektor udara  
Ejektor penyuling air garam dan gas yang tidak dapat di kondensasikan dari separator.
5. Pompa ejektor  
Biasanya, pompa ejektor diproduksi oleh alfa laval dan pompa ejektor adalah pompa sentrifugal dengan langkah tunggal.
6. Pompa air tawar  
Pompa air tawar adalah pompa sentrifugal dengan langkah tunggal.  
Pompa air tawar menyuling air tawar yang diproduksi dari kondensor dan memompa air ke tangki air tawar.
7. Salinometer  
Salinometer secara berkesinambungan memeriksa kadar garam air tawar yang diproduksi dimana alarm dapat di stel.
8. Control Panel  
Biasanya, pada kontrol panel yang dibuat oleh alfa laval, terdiri dari motor starter, lampu tanda menyala, salinometer, penghubung untuk alarm jarak jauh dan disiapkan untuk menjalankan/mematikan.

## 2.5 Perawatan

Menurut NSOS, Manajemen Perawatan dan Perbaikan (Hal 15). Pilihan pertama untuk menentukan suatu strategi perawatan adalah antara “Perawatan Insidental” dan ”Perawatan Berencana”. Perawatan insidental artinya kita membiarkan mesin bekerja sampai rusak. Jika kita ingin menghindarkan agar kapal sering mengganggu dengan cara strategi ini, maka kita harus menyediakan kapasitas yang berlebihan untuk dapat menampung kapasitas fungsi-fungsi yang kritis, yang sangat mahal, maka beberapa tipe sistem diharapkan dapat memperkecil kerusakan dan beban kerja.

Pada umumnya modal operasi ini sangat mahal oleh karena itu beberapa bentuk sistem perencanaan ditetapkan dengan mempergunakan sistem perawatan berencana, maka tujuannya adalah untuk memperkecil kerusakan dan beban kerja dari suatu pekerjaan perawatan yang diperlukan.

Menurut Instruction Manual Book, for Fresh Water Generator Type JWP-16-C40/50 (hal 18), perawatan instalasi yang teratur akan meningkatkan kerja dan kemampuan. Sebagaimana kondisi pengoperasian instalasi yang sebenarnya berpengaruh banyak pada waktu yang lama. Tanggal Over Haul tidak harus ada tetapi hanya waktu yang direkomendasikan. Ketika peralatan telah dioperasikan pada periode waktu yang lama dan pengalaman yang telah ditetapkan sebagaimana bentuk sebenarnya hal ini akan memungkinkan untuk penyesuaian jadwal perawatan.

Adapun perawatan yang dilakukan pada pesawat Fresh Water Generator yaitu :

Perawatan sesuai dengan jam kerja (Instruction Manual Book)

**Tabel 2.1**

<b>Component</b>	<b>Operating Hours</b>	<b>Action</b>
EVAPORATOR Section	8000 h (or as required)	Clean in inhibited acid bath
Condenser Section	8000 h	Clean with pure Fresh Water and brush
Separator Vessel with Anodes	2000 h	See separator instructions
Combined Ejector / Cooling Water Pump with Motor	8000 h	Measure seal ring and impeller Examine mechanical shaft seal, cooling Water pipe passage. Megger test electric motor. Clean pump thoroughly before reassembly
Fresh Water Extraction Pump with Motor	8000 h	See above
Combined Air/Brine Ejector	8000 h	Measure nozzles and diffuser and compare to measurements in technical specification.
MV. Valves	4000 h	Disassembly and inspect for damage.
Demister	8000 h	Clean in inhibited acid bath
Manometers	8000 h	Adjust with control manometer.