

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

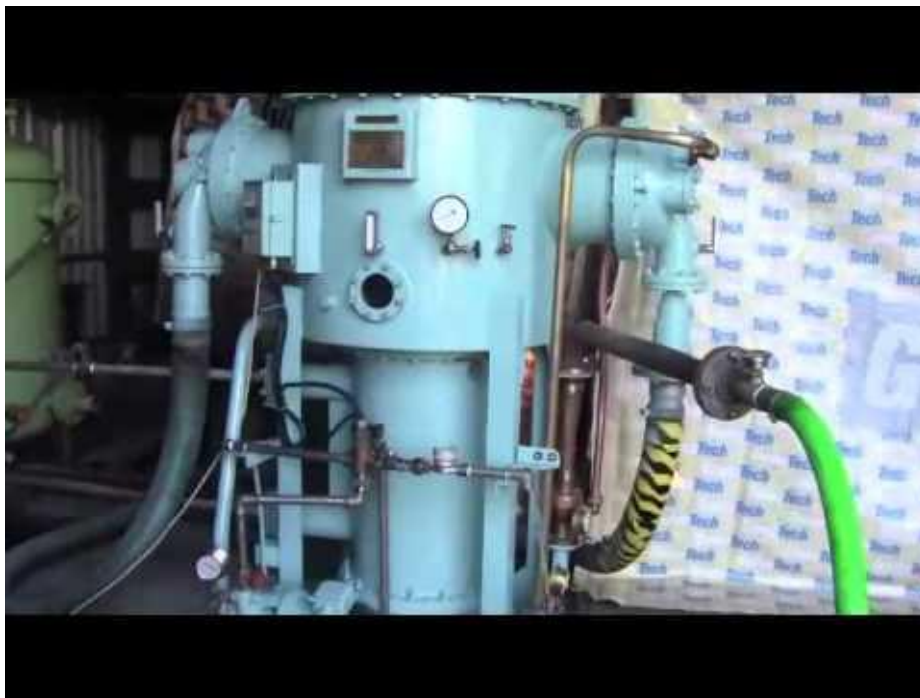
2.1 *Fresh Water Generator*

Menurut buku yang berjudul *Permesinan Bantu* yang disusun oleh **BP3IP (2005)**, bahwa *Fresh Water Generator* adalah suatu instalasi atau unit pembuat air tawar dari air laut. Air tawar merupakan kebutuhan pokok yang harus dipenuhi bagi kinerja para anak buah kapal, air tawar juga dibutuhkan untuk keperluan permesinan misalnya sebagai media pendingin mesin diesel, baik mesin induk maupun mesin bantu serta sumber tenaga bagi ketel uap. Terbatasnya ruang penyediaan air tawar, mengharuskan kapal perlu dilengkapi dengan instalasi pembuatan air tawar *Fresh Water Generator*. Prinsip yang di pergunakan untuk pembuatan air tawar adalah dengan melakukan proses *distillation* dari air laut yang secara mudah dapat diperoleh, sehingga nama terhadap instalasi pembuatan air tawar disebut *Fresh Water Generator*.

Menurut **Rachmat (2006)**, Pesawat pembuat air tawar pada kapal yang umumnya digunakan adalah dengan metode evaporasi yaitu penguapan air laut dengan memanfaatkan panas dari air pendingin mesin utama. Suhu air pendingin yang keluar dari *jacket water* 70 °C dimanfaatkan untuk memanaskan air laut yang di tampung dalam *Fresh Water Generator*. Agar terjadi penguapan, *Fresh Water Generator* di vakumkan sehingga untuk menguapkan air laut cukup dengan dengan temperatur 60 °C selanjutnya uap air laut diembunkan sehingga terbentuk air tawar. Untuk menjamin agar kebutuhan air tawar pada kapal selalu terpenuhi maka perencanaan kebutuhan air tawar di kapal harus diperhitungkan dengan cermat, disamping ituantisipasi terjadinya kerusakan harus selalu diutamakan dengan cara perawatan *Fresh Water Generator* secara berkala sesuai dengan buku petunjuk dan penyediaan suku cadang yang memadai dari segi kualitas dan kuantitas.

Menurut **Paulus Suhardi Waluyo (2006)**, Beberapa kapal yang digerakkan dengan motor diesel terkadang dilengkapi dengan ketel uap bantu/ketel uap tekanan rendah. Ketel uap bantu tersebut digunakan untuk keperluan pemanasan bahan

bakar, minyak lumas, air mandi, ruangan dan motor diesel. Akan merupakan penghematan besar atas pemakaian bahan bakar apabila di kapal-kapal motor diesel diinstalasikan ketel gas buang pada saluran pembuangan. Selama kapal berlayar dimungkinkan memproduksi banyak uap yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan uap pemanas. Selama proses pembentukan uap dan sirkulasi sistem pendingin motor diesel (sistem air pendingin sirkulasi tertutup) terdapat kerugian air dan kerugian ini harus diisi lagi. Bila di kapal terdapat penyuling air laut (*Fresh Water Generator*) maka hasil penyulingan air tersebut disimpan dalam tangki persediaan namun apabila kapal tidak memiliki alat penyuling maka penambahan air dilakukan dari darat. Air penambahan tersebut perlu perawatan yang baik supaya tidak menimbulkan hal-hal yang tidak diinginkan. (sumber : Amien S, 2014)



Gambar 1 Gambar *Fresh Water Generator*
Sumber. Document KN.KARIMUN JAWA

2.2 Komponen *Fresh Water Generator*

Sujanto (1982) Pesawat Kapal. 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

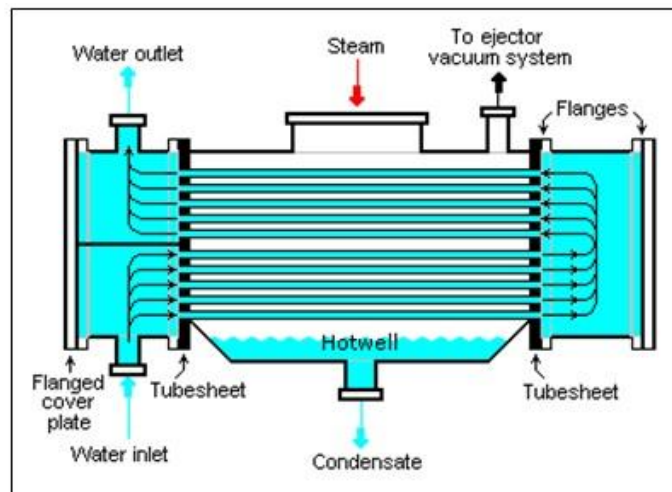
Merupakan bagiandari *Fresh Water Generator* yang berfungsi untuk menguapkan air laut dengan menggunakan pemanas yang bersumber dari air tawar pendingin jacket mesin induk atau menggunakan uap.



Gambar 2 Gambar Evaporator
Sumber. Sujanto, 1982. Pesawat Kapal

b. Kondensor

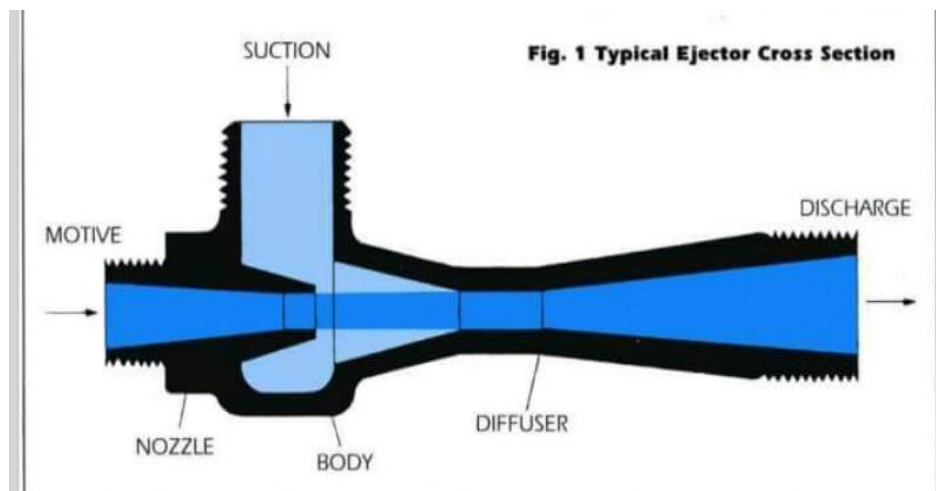
Bagian dari *Fresh Water Generator* yang berfungsi untuk menghasilkan uap air hasil pemanasan pada evaporator menjadi air tawar dengan media pendingin air laut.



Gambar 3 Gambar Kondensor
 Sumber. Sumarno, 1990. Pesawat Bantu

c. Ejector *Pump*

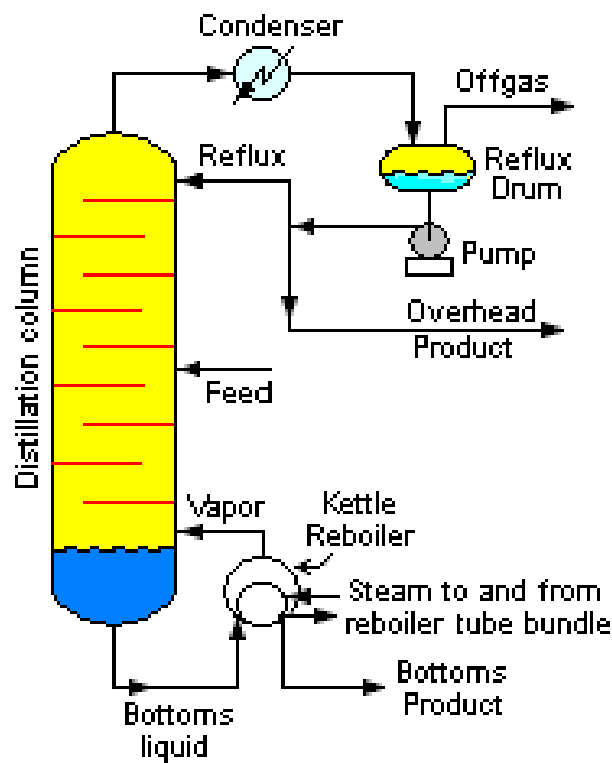
Sebuah pompa yang berfungsi untuk mengalirkan air laut kedalam kondensor dan evaporator serta untuk membantu ejector menghampakan atau membuat vakum udara didalam *Fresh Water Generator*.



Gambar 4 Gambar Pompa Ejector
 Sumber. Sujanto, 1982. Pesawat Kapal

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 destilasi dapat dijalankan. Atur jumlah air yang terhisap keluar dengan mengatur *delivery valve*, sehingga level air yang dihisap tetap konstan. Jika level air dari kondensasi tidak nampak pada gelas duganya, maka segera matikan pompa destilasi agar pompa tidak bekerja dalam keadaan kering atau tidak ada air yang dihisap, dapat menyebabkan keausan pada shaftnya.



Gambar 5 Gambar Destilasi

Sumber. Latief, 2000. Peranan Sistem Destilasi dan Pemeliharaannya

e. *Salinometer / Salinity Indicator*

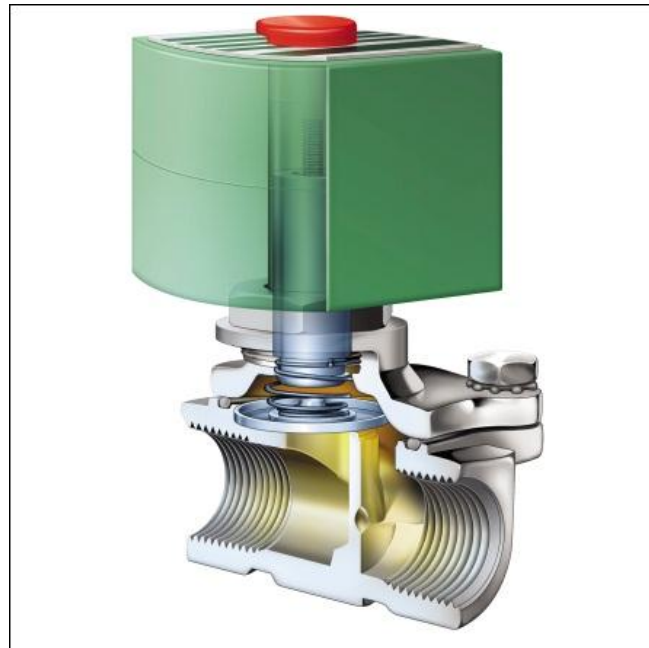
Alat ini berfungsi untuk mendeteksi kadar garam yang dikandung oleh air tawar yang dihasilkan dari *Fresh Water Generator* melalui *salinity cell*. Jika kadar garam nya melebihi dari settingnya, misal 10 ppm (part per million) maka alat ini akan memberikan tanda alarm.



Gambar 6 Gambar Salinometer
 Sumber. Sujanto, 1982. Pesawat Kapal

f. *Solenoid valve*

Solenoid 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*.



Gambar 7 Gambar Selenoid valve
Sumber. Sujanto, 1982. Pesawat Kapal

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 penunjuknya bias berputar.



Gambar 8 Gambar Flow Meter
Sumber. Sumarno, 1990. Pesawat Bantu

h. Pressure Vacuum Gauge

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



Gambar 9 *Gambar Pressure Vacuum Gauge*

Sumber. Sumarno, 1990. Pesawat Bantu

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.



Gambar 10 *Gambar Thermometer*

Sumber. Sumarno, 1990. Pesawat Bantu

j. *Glass (glass penduga)*

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



Gambar 11 Gambar Glass Penduga
Sumber. Sumarno, 1990. Pesawat Bantu

2.3 Cara Kerja *Fresh Water Generator*

Menurut buku yang berjudul *Permesinan Bantu* yang disusun oleh **BP3IP (2005)**, untuk memisahkan garam-garam yang terkandung dalam uap yang telah melewati *destimer* berupa butiran-butiran H_2O yang halus naik ke kondensor dan memasuki setiap lapisan pelat pada sisi kondensor. Didalam pelat-pelat kondensor uap tersebut didinginkan oleh air laut yang dipompa oleh *cooling/ejector water pump* sehingga uap yang didinginkan tadi berubah menjadi tetesan-tetesan air tawar hasil uap yang terkondensasi. Air tawar yang dihasilkan dari proses kondensasi selanjutnya dihisap oleh *distillate pump* yang kemudian dicek oleh elektroda yang terpasang pada *discharge line*. Elektroda tersebut merupakan sensor dari salinometer yang berguna untuk mengetahui kadar garam yang terkandung dalam *distillate water*.

Menurut **Paulus Suhardi Waluyo (2006)**, Air laut mula-mula dari *sea chest* *cooling/ejector water pump* pada suhu $30^{\circ}C$, lalu dialirkan ke bagian atas pelat-pelat pemindah panas (*heat exchanger*) pada sisi kondensor. Air laut yang keluar dari kondensor sebagian kecil digunakan untuk air pengisian (*feed water*) dan

sebagian besar yang lain diteruskan ke *air and brine ejector* yang bertujuan membentuk kondisi *vacuum* dalam sistem yang berguna untuk menurunkan suhu penguapan air pengisian. Air pengisian kemudian disalurkan memasuki sisi evaporator melalui *orifice* dan menyebar dengan sendirinya kedalam setiap jalur pelat (jalur penguapan). Didalam evaporator ini air pengisian dipanaskan dengan menggunakan media air pendingin *jacket* yang keluar dari motor induk (*main engine fresh water jacket cooling*) dengan temperatur sekitar 80°C. Air pendingin *jacket* akan menyebar dengan sendirinya pada jalur yang lain pada sisi evaporator sehingga memudahkan panasnya pada air pengisian di jalur penguapan.

Menurut **R. Adji (1973)** Panduan Pesawat Bantu. *Fresh Water Generator* terdiri dari beberapa komponen yaitu *heater exchanger*, *separator shell*, *condensor*, *water* ejektor untuk udara, *water ejector* untuk air garam/*brine*, pompa ejektor, pompa distilasi, *salinity indicator*, *solenoid 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°C – 80°C (147°F – 176°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°C– 80°C (95°F–122°F), karena bagian dalam dari *Fresh Water Generator* divakumkan oleh *water* ejektor. 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* ejektor 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°C – 50°C. *Water* ejektor untuk *brine* / air untuk air garam menghisap keluar dari sisi luar *brine* di separator *shell*, yang mana *brine* / air garam tidak diuapkan di *heater exchanger*, tetapi ikut terhisap sesama *water*

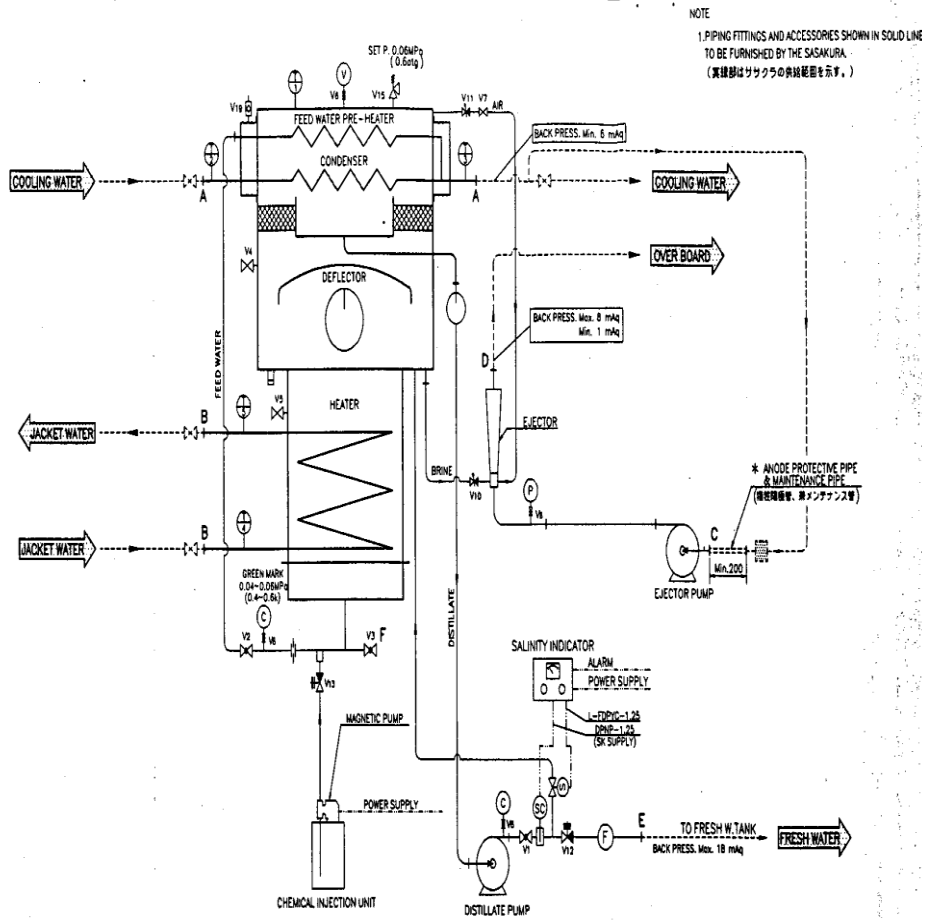
ejector. Pompa ejector adalah digerakkan dengan motor listrik horizontal *shaft*, pompa jenis sentrifugal hisapan tunggal, yang mana melayani air laut seperti yang disebut diatas. Yaitu untuk mengeluarkan udara dan *brine* /air garam, tetapi juga untuk memenuhi air pengisian / *feed water* yang akan diuapkan di *heater 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 ke tangki air tawar. *Supply* air pengisi / *feed water* dari pompa ejector mengalir masuk kedalam penutup bagian bawah di *heater exchanger*, sesudah mengalir melalui saringan filter. Adapun yang penulis ketahui dari buku pesawat bantu, Evaporator / *Fresh Water Generator* adalah terdiri dari 2 jenis yaitu:

a. Evaporator / *Fresh Water Generator* tekanan tinggi

Jenis ini untuk memanaskan air laut yaitu menggunakan panas langsung dari sistem 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. **(Sumber : R. Adji, 1973. Panduan Pesawat Bantu).**

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 meanggunakan pompa *vaccum* sehingga dapat mengakibatkan turunnya suhu titik didih. Sehingga uap atau bahan yang dipergunakan sebagai bahan 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. **(Sumber : R. Adji, 1973. Panduan Pesawat Bantu).**



Gambar 12 Diagram Sistem *Fresh Water Generator*
Sumber. Jusak J. H, 2005. Permesinan Bantu