

MENJAGA KESTABILAN SUHU RUANG EVAPORATOR BERDAMPAK PADA HASIL PRODUKSI AIR TAWAR *FRESH WATER* GENERATOR

Ali Khamdila

Politeknik Bumi Akpelni Semarang

e-mail : alikhamdilah@gmail.com

Santhi Wilastari

Politeknik Bumi Akpelni Semarang

e-mail : swilastari@gmail.com

Agus Saleh

Politeknik Bumi Akpelni Semarang

e-mail : semarang.agussaleh@gmail.com

ABSTRACT

Maintaining a Fresh Water Generator from the loss of vacuuming means getting the best fresh water production process. The balance of the heated substance and the heater measurement inside the evaporator could effect on the steam result or even could influence the steam process. There are many factors that could cause the loss or the decreasing of vacuuming when operating Fresh Water Generator, such as system leakage, the lack of sea water volume used for vacuuming, the balance of water ejector capability to maintain the steam volume inside Fresh Water Generator, the brine ejector capability to maintain the unused brine water and condensation water being exhaust of Fresh Water Generator.

Keywords: *Condenser, Evaporator, Ejector, Ejector Pump*

ABSTRAK

Menjaga serta mempertahankan kondisi *Fresh Water Generator* dari kevakuman merupakan hal yang harus selalu diperhatikan secara baik, dengan tujuan untuk mendapatkan proses produksi air tawar secara optimal. Pengaturan keseimbangan antara media untuk memanaskan dan media untuk dipanaskan didalam ruang evaporator berdampak pada hasil uap yang diproduksi ataupun justru berpengaruh terhadap proses penguapan. Banyak faktor penyebab hilangnya ataupun turunnya kevakuman pada saat pengoperasian fresh water generator, seperti kebocoran pada sistem, kurangnya kapasitas volume air laut yang digunakan oleh ejector pump untuk proses kevakuman, tidak seimbangnya kemampuan air ejector menjaga jumlah uap yang ada di dalam ruang fresh water generator, kemampuan brine ejector menjaga jumlah air brine dan air kondensasi yang tidak tertampung diruang kondensor untuk di buang keluar dari ruang fresh water generator.

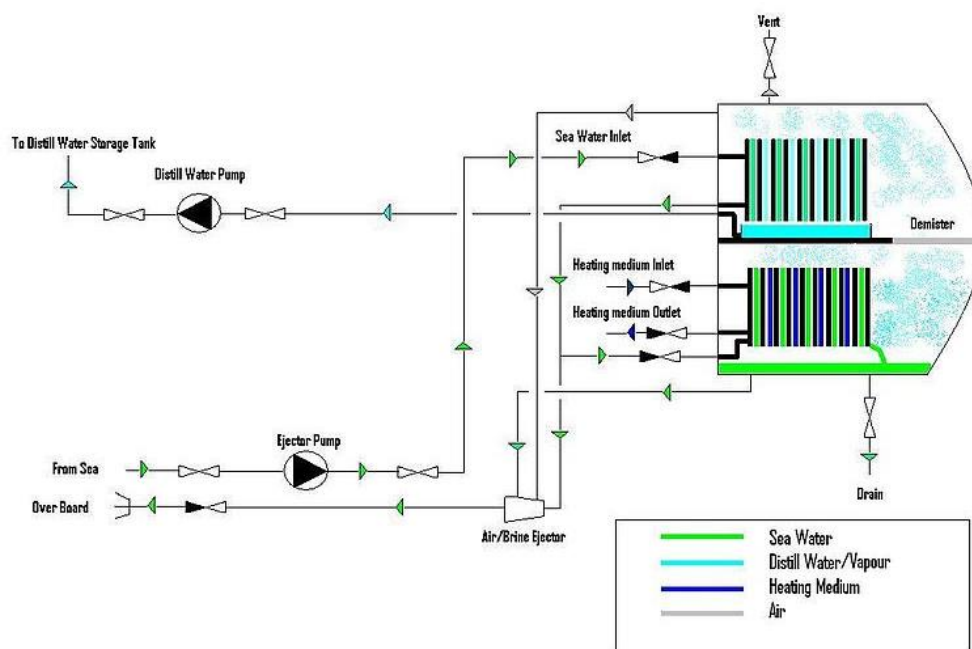
Kata kunci : *Kondensor, Evaporator, Ejector, Ejector Pump*

Pendahuluan

Kebutuhan air tawar dalam kehidupan sangat penting ,banyak cara untuk mendapatkan air tawar,salah satunya dengan mengubah air laut menjadi air tawar dengan proses penguapan. Pesawat pengubah air laut menjadi air tawar bisa menggunakan :

1. *water maker* yaitu penyaringan dengan filter khusus (desalination) yang dapat memisahkan antara garam dan air (Brikke,2003,,J.C.crittendeb,et.el.,2012 dan Queensland Govmen2014) pada metode ini air laut akan dialirkan melalui pipa pipa bertekanan tinggi dan dilewatkan pada suatu filter khusus yang dapat menyaring partikel garam dan zat zat berbahaya lainnya,hasil dari metode ini mencakup 45% dari total bahan baku (air laut) sedangkan sisanya (55%) dialirkan.
2. *fresh water generator* (FWG) yaitu Suatu 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).

Dalam dunia industri perkapalan kebutuhan air juga digunakan sebagai media pendingin,sebagai air pengisian *boiler* yang sangat baik. Pemilihan air destilasi menjadi prioritas utama dibandingkan dengan air tawar hasil pengisian dari daratan. Air destilasi memiliki kelebihan dibandingkan dengan air tawar dari tanah. Dalam pengoperasiannya ,*fresh water generator* tidak menggunakan air yang tercemar dan ketentuan jarak pengoperasiannya ± 20 mil dari pantai.. Produksi yang dihasilkan oleh FWG dapat digunakan juga untuk konsumsi manusia,seperti: mandi,mencuci,memasak,minum. Ketidak pahaman dan Kesalahan kesalahan dalam mengoperasikan pesawat *fresh water generator* sering terjadi yang berakibat pengoperasian FWG tidak berjalan dengan baik dalam memproduksi air tawar .



Gambar 1. Skema instalasi *fresh water generator*

Sumber : [https://id.wikipedia.org/wiki/Fresh_Water_Generator_\(FWG\)](https://id.wikipedia.org/wiki/Fresh_Water_Generator_(FWG))

1. Proses kerja *fresh water generator*

Menurut buku petunjuk ALFA LAVAL ENGINEERING CO. LTD. *Fresh Water Generator* Adalah : Suatu 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).

Pada dasarnya mengoperasikan pesawat FWG bukanlah hal yang sulit, selama kita memahami proses cara kerjanya dengan baik.

Fresh water generator adalah suatu pesawat yang berfungsi merubah air laut menjadi air tawar melalui proses penguapan dengan suhu kurang dari 100 °C

Didalam proses penguapan pada *Fresh Water Generator*, panas yang digunakan sebagai sumber pemanas/heater ada 2 jenis.

- a. Penguapan dengan menggunakan panas dari air tawar pendingin jacket mesin induk dimana air akan mendidih dengan temperatur penjenuhanya sesuai dengan tekanan evaporator.
- b. Penguapan dengan menggunakan uap yang dihasilkan oleh *boiler*

Dalam kondisi yang normal air mendidih pada suhu 100 °C, berbeda dengan fresh water generator dimana menggunakan media pemanas dari pendingin air tawar dengan suhu keluaran antara 68 °C – 75 °C digunakan untuk memanaskan air laut untuk menghasilkan uap air. Kevakuman dari proses pesawat fresh water generator merupakan hal yang sangat penting diperhatikan. Jumlah air laut yang masuk kedalam evaporator harus sebanding dengan jumlah pemanas yang digunakan untuk pemanas (*heater*).

Kombinasi antara brine ejector dan air ejector dikendalikan oleh ejector pump dalam proses pemvakuman. Kevakuman pada sistem fresh water generator minimal 90 % untuk bisa menghasilkan uap dari pemanasan air laut. Tekanan kombinasi antara brine dan air ejector minimal ±4 bar, untuk menghasilkan kevakuman yang baik.

Air laut yang masuk kedalam evaporator melewati sistem *nozzle // orifice* yang berfungsi sebagai alat untuk menurunkan tekanan air laut yang masuk kedalam evaporator. Sebagian dari air laut yang disuplay dari ejector pump dialirkan kedalam evaporator untuk diproses menjadi uap air, perlu diketahui bahwa tekanan yang dihasilkan ejector pump, mempunyai tekanan yang cukup besar, hal tersebut sangat berpengaruh terhadap air laut yang akan diproses oleh evaporator.

Untuk menghindari gagalnya proses penguapan pada evaporator dimana air laut yang akan masuk kedalam evaporator harus melalui sebuah *nozzle / orifice* yang bertujuan untuk menurunkan tekanan air laut. Dengan diturunkan / di jatuhkan tekanannya / akan mempermudah proses penguapan air laut. Jumlah volume air laut yang masuk kedalam evaporator bisa diatur menggunakan valve pengaturan.

Uap air yang dihasilkan dari ruang evaporator akan diarahkan oleh deflector agar uap tersebut masuk kedalam kondensor, secara merata, untuk dirubah menjadi air destilasi dengan cara pengembunan. Tidak semua uap hasil penguapan evaporator bisa diproses oleh kondensor menjadi air kondensasi. Uap yang tidak bisa diproses oleh kondensor akan dibuang kembali dengan cara di hisap oleh air *ejector*.

Air tawar Hasil kondensasi akan diteruskan oleh pompa destilasi melewati pesawat salinometer yang berfungsi sebagai sensor untuk mengukur ppm air destilasi tersebut sebelum ditampung ke tangki penampungan destilasi.



Gambar 2. Fresh Water Generator

Sumber : <http://www.maritimeworld.web.id/2011/01/fresh-water-generator-mengubah-air-laut.html>

2. komponen *Fresh Water Generator*

a. *Evaporator*

<http://nanosmartfilter.com/tag/teknik-evaporasi-air-laut/>

Kerja dari evaporator mengubah air laut menjadi uap, untuk mendapatkan hasil dari evaporator minimal 90% kevakuman harus terpenuhi .

Evaporator digunakan untuk proses penguapan, adapun waktu yang dibutuhkan maksimum 10 menit setelah kevakuman 90 %, evaporator baru bisa digunakan untuk penguapan

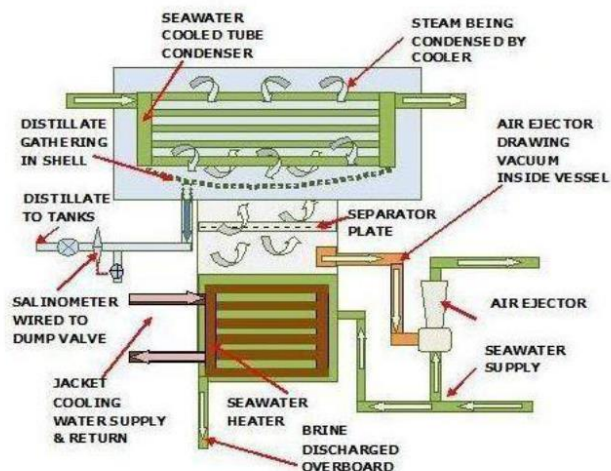
Temperatur masuk pemanas untuk evaporator tidak mencapai suhu 100⁰C

Maksimum suhu ruangan evaporator 45⁰C

Evaporasi air salah satu teknik desalinasi , Proses Evaporasi air adalah penguapan air dari permukaan air, panas dan ketersediaan air adalah dua unsur utama dari proses evaporasi.

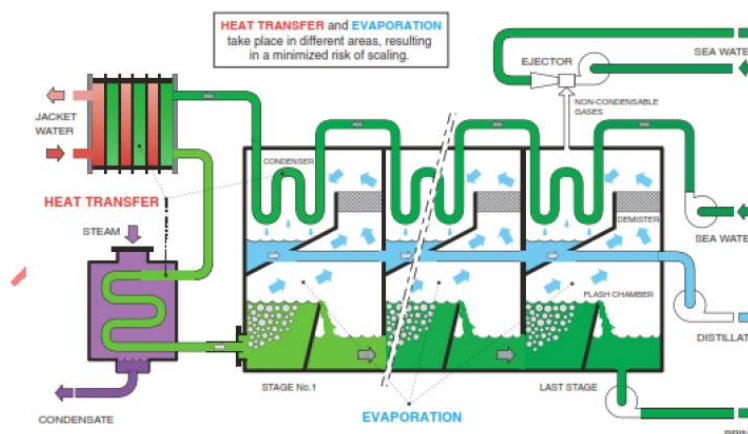
Kombinasi antara proses evaporasi dan transpirasi merupakan evaporasi total (evapotranspirasi) yang juga disebut dengan *Consumptive use*.

- 1) Evapotranspirasi dapat terjadi dalam dua keadaan, yaitu
 - a) terjadi pada saat cukup air disebut Evapotranspirasi potensia
 - b) evapotranspirasi yang terjadi sesungguhnya, dalam arti kondisi pemberian air seadanya disebut Evapotranspirasi aktual.
- 2) Faktor – faktor yang berpengaruh dalam evaporasi air antara lain :
 - a) Panas
 - b) Suhu Udara, permukaan bidang penguapan
 - c) Kapasitas kadar air dalam udara
 - d) Kecepatan angin
- 3) Type evaporator fresh water generator
 - a) Tube or coil evaporator

**Gambar 3.** Evaporator type tube or coil

Sumber https://www.ijaer.com/images/short_pdf/1429348870_V_Thanikachalam_5.pdf

b) Multi stage flash evaporator

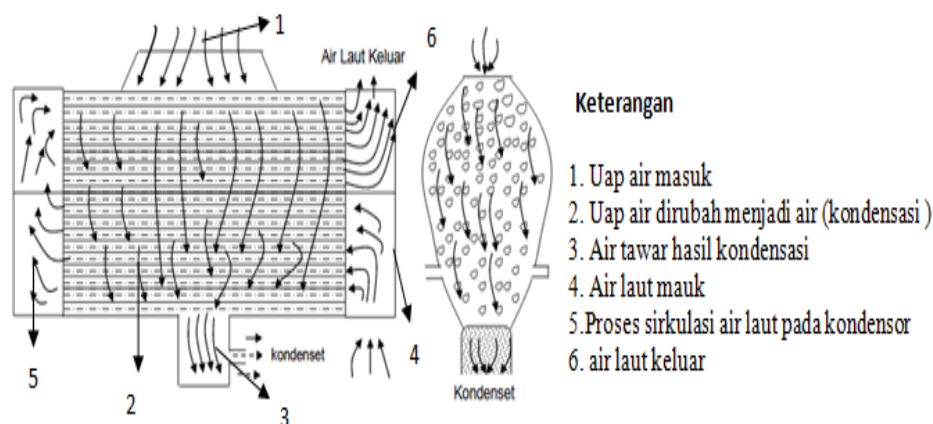
**Gambar 4.** Evaporator type Multi stage flash

Sumber : https://www.ijaer.com/images/short_pdf/1429348870_V_Thanikachalam_5.pdf

b. Kondensor

Konstruksi Bentuk sebuah kondensor seperti silinder, luas bidang pendingin diperoleh dari luas bidang pipa pipa kondensor.. yang banyak digunakan saat ini, adalah kondensor regenerati, dimana selain uap bekas didinginkan langsung oleh air laut membentuk kondensat, uap bekas tersebut ada yang langsung menyentuh dan memanaskan kondensat yang terbentuk, sehingga suhu air kondensat langsung menjadi lebih panasbila dibandingkan dengan kondensor yang biasa, kondensat hanya suhunya dingin. Bentuk kondensor inilah yang dapat memansakan kondensat terbentuk.

Kerja dari kondensor adalah mengubah uap air hasil produksi dari evaporator menjadi air destilasi

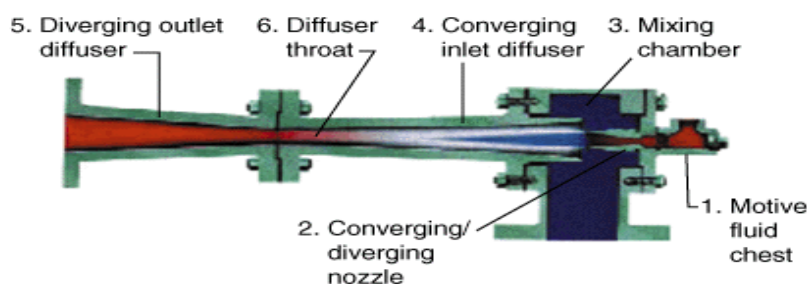


Gambar 5. Sistem proses kondensasi pada kondensor
Sumber : https://nanopdf.com/download/bab-10-turbin-uap_pdf

c. Separator

Alat yang digunakan untuk memisahkan brine dengan uap pada sistem penguapan didalam ruang fresh water generator

d. Brine Ejector dan Air ejector



Gambar 6. Ejector

Sumber : <https://www.ogj.com/articles/print/volume-97/issue-7/in-this-issue/refining/understanding-ejector-systems-necessary-to-troubleshoot-vacuum-distillation.html>

Ejector adalah suatu alat yang digunakan untuk memvakumkan suatu ruangan tertutup, sehingga kevakuman ruangan akan selalu terjaga.

Pada *ejector fresh water generator* terdiri dari 2 sistem

- a) Sistem Brine ejector yang digunakan untuk membuang water brine/air garam yang ada diruang FWG
- b) Sistem Air ejector digunakan untuk membuang udara yang ada diruang FWG ataupun membuang kumpulan uap yang tidak diproses oleh kondensor pada pesawat FWG

e. Pompa ejector

Suatu alat ini berfungsi untuk memompakan air laut sebagai keperluan dari *Ejector* yang digunakan untuk proses kavacuman serta untuk mensuply sebagian air laut untuk dialirkan kedalam *evaporator* untuk diproses menjadi air tawar dan digunakan juga untuk sistem pendingin pada kondensor

f. Pompa destilasi

Suatu alat yang digunakan untuk memompa air destilasi hasil kondensasi dari kondensor untuk dialirkan ke tangki penampungan air tawar

g. Salinometer

Suatu alat yang digunakan untuk mengukur hasil produksi air tawar. 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 (misal 10 Ppm) maka alat ini akan memberikan tanda alarm. Sebelum air tawar tersebut masuk ke tangki penampungan air tawar

3. Hal hal penting dalam pengaturan pengoperasian FWG**1. Pengaturan aliran pemanas**

Dibutuhkan spesifikasi pengaturan aliran pemanas untuk memproduksi air tawar pada *fresh water generator*

$$M_{jw} = \frac{K_{jw} \times \text{cap.m}^3 / 24 \text{ h}}{\Delta t_{jw}} = \text{m}^3 / \text{h} \quad (1)$$

Keterangan

M_{jw} = aliran air panas dalam satu jam

K_{jw} = konstan = 25.6 untuk 1tingkat *fresh water generator*

K_{jw} = konstan = 15.52 untuk 2tingkat *fresh water generator*

Δt_{jw} = perbedaan temperatur air panas masuk dan keluar

$\text{cap.m}^3 / 24 \text{ h}$ = produksi air tawar dalam 24 jam

Contoh :

$$\text{cap.m}^3 / 24 \text{ h} = 15 \text{ m}^3$$

$$T_{sw} = 32 ^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{jw} = 18.4 ^\circ\text{C}$$

$$M_{jw} = \frac{25.6 \times 15}{18.4} = 20.9 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Sumber : *Instruction Manual for Freshater Generator type JWP-26-C80 / 100 Alfa Laval*

2. Pengaturan pendingin air laut

Pendingin air laut mengalir dikatakan baik, ketika tekanan masuk dari kombinasi air *ejector/brine ejector* antara 300 dan 400 Kpa (3.0 – 4.0 kp / cm²)

Jika pesawat *fresh water generator* selama ± 14 hari tidak ada pengoperasian maka perlu diadakan perawatan disesuaikan dengan instruksi *book* dari *fresh water generator* tersebut

Pembahasan

Pengaturan kapasitas aliran media pemanas yang terlalu berlebihan akan berakibat pada produksi penguapan air laut akan menjadi meningkat, sehingga ruang *evaporator* akan terjadi kenaikan suhu pada ruangan *evaporator* tersebut dengan melihat pembacaan indikator thermometer yang dipasang pada *body Fresh Water Generator* tersebut pada kondisi tersebut akan berakibat pada keluar dari ruang *evaporator*.

Ketidakmampuan air *ejector* untuk membuang uap tersebut dipengaruhi oleh tidak seimbangnya antara hasil produksi uap oleh *evaporator* dengan kapasitas air *ejector* untuk menjaga kevakuman ruang *evaporator*, sehingga terjadinya penumpukan uap didalam ruang *evaporator* akan terjadi. Dengan hal tersebut kevakuman pada ruangan tersebut akan terjadi penurunan tingkat kevakuman.

Ketika kondisi kevakuman menurun juga akan berimbas pada kemampuan kondensor dalam mengkondensasikan produksi uap yang dihasilkan oleh *evaporator* yang masuk ke kondensor tersebut. Indikasi paling mudah dilihat adalah kurangnya gemercik air tawar hasil kondensasi yang

tidak tertampung di ruang kondensor dengan cara melihat pada glass pengintip pada *Fresh Water Generator*.

Hal tersebut akan berlanjut dengan menurunnya efek dari Penurunan kevakuman pada fresh water generator juga akan berakibat proses penguapan air laut menjadi uap akan terkendala, justru ketika proses penguapan air laut tersebut gagal sehingga akan terjadi penggggenangan air laut di ruang evaporator. Hal tersebut terjadi karena kondisi kevakuman pada ruangan *evaporator* sudah tidak berfungsi.

Fungsi dari *brine ejector* adalah membuang air laut yang tidak bisa diproses oleh evaporator dan air kondensasi yang tidak tertampung di ruang kondensor.

Terjadinya penurunan kemampuan *brine ejector*, dalam hal ini dikarenakan banyaknya air laut yang tidak bisa diproses menjadi uap di dalam ruang evaporator. dengan tersebut, bisa dikatakan perbandingan masukan dan keluaran tidak sebanding.

Pemecahan masalah

Perlunya dilakukan pemahaman konsep dalam mengoperasikan *fresh water generator* dimana kondisi kevakuman dalam sistem *fresh water generator* merupakan hal yang harus dilakukan. Ketika terjadi permasalahan pada sistem kevakuman bisa dipastikan sistem kerja *fresh water generator* dalam memproduksi air tawar akan gagal.

1. Langkah langkah yang ditempuh untuk mengatasi permasalahan tersebut
 - a. Dalam menjalankan *Fresh water generator* pastikan kerja dari *ejector* dan pompa *ejector* berjalan dengan baik seperti dengan memantau kondisi kevakuman selama ± 10 menit sebelum dilanjutkan dengan proses berikutnya
 - b. Pengaturan volume pemanas kedalam *evaporator* harus disesuaikan/terkontrol
 - c. Pengaturan volume air laut yang akan diproses kedalam evaporator disesuaikan/terkontrol
 - d. Selalu menjaga dan memonitor suhu ruangan *evaporator* dengan suhu 45°
 - e. Mengetahui standar produksi air tawar yang di hasilkan oleh proses *fresh water generator* perharinya.
2. Pengecekan dan perawatan peralatan secara berkala perlu dilakukan seperti
 - a. volume aliran air laut yang di gunakan untuk media pemvakuman pada *ejector*, seperti pembersihan saringan air laut
 - b. Pembersihan ruang *evaporato*
 - c. Pembersihan kondensor
 - d. Pengecekan system pada FWG dari kebocoran
 - e. Pemeriksaan *Ejector*
 - f. Pemeriksaan *klep non reture valve* pada sistem air *brine ejector* dan *non reture valve* pada sistem *brine ejector*
 - g. Pemeriksaan *Pompa ejector*
 - h. Pemeriksaan *orifice*
 - i. Melakukan kalibrasi untuk *safety valve*
 - j. Melakukan kalibrasi ataupun mengganti alat pengukur suhu (thermometer) jika dianggap sudah tidak akurat
 - k. Melakukan kalibrasi ataupun mengganti alat pengukur kevakuman (manometer) jika dianggap sudah tidak akurat

Kesimpulan

Dari hal tersebut diatas untuk menjaga agar kondisi suhu ruangan selalu terkontrol/termonitor pada suhu $\pm 45^{\circ}\text{C}$, yang berdampak pada kestabilan kevakuman pada ruang *fresh water generator*, maka:

1. Pengaturan keseimbangan antara media pemanas dan media yang dipanaskan harus dilakukan.

2. Kapasitas/volume dan suhu aliran pemanas yang digunakan untuk memanaskan air laut didalam ruang *evaporator* harus sesuai dengan kapasitas air laut yang masuk kedalam ruang *evaporator*
3. Penurunan tekanan air laut yang masuk keruang *evaporator* harus selalu terjaga

Saran

1. Melakukan pengawasan secara berkala pada suhu pemanas dengan selalu melihat petunjuk pembacaan thermometer yang dipasang pada sistem pemanas
2. Mengatur kapasitas/volume pemanas secara manual dengan cara mengatur *valve* aliran pemanas
3. Melakukan pengecekan secara berkala pada *nozzle/orifice* saat melakukan perawatan

Daftar pustaka

- Iswadi , Aisyah , Sistem Pengolahan Air Laut Menjadi Air Minum Menggunakan Tenaga Matahari (2013), journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/al-kimia/article/download/1632/1587
- [https://id.wikipedia.org/wiki/Fresh_Water_Generator_\(FWG\)](https://id.wikipedia.org/wiki/Fresh_Water_Generator_(FWG))
- V.Thanikachalam , Department of Marine,HI.MT college,Chennai, *Review of the risks posed to drinking water by didtillation process on ship*, https://www.ijaer.com/images/short_pdf/1429348870_V_Thanikachalam_5.pdf
- James R.Lines , Graham Corp , Batavia,N,Y ,*Understanding ejector systems necessary to troubleshoot vacum distillation* , <https://www.ogj.com/articles/print/volume-97/issue-7/in-this-issue/refining/understanding-ejector-systems-necessary-to-troubleshoot-vacuum-distillation.html>
- Atoni , Kisman H .Mahmud , “ Pengaruh variasi temperatur air pendingin kondensor terhadap tekanan pada beban tetap “ , <https://media.neliti.com/media/publications/102424-ID-pengaruh-variasi-temperatur-air-pendingi.pdf>
- Instruction Manual for Freshater Generator type JWP-26-C80 / 100 Alfa Laval*
- Installation of Alfa Laval Freshwater generator for Existing Vessels “ Technical guide and answers to possible questions ”*