

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. FRESH WATER GENERATOR

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). Fungsi *Fresh Water Generator* adalah untuk menguapkan dan mengondensasikan air laut, yaitu dengan cara memberikan panas pada cairan secara terus menerus sehingga suatu cairan akan naik suhunya hingga mencapai titik didih. 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 oleh kondensor menjadi cair (kondensat).

Sejarah Singkat MT. Berkat Anugerah 03

Tempat dan waktu penelitian karya tulis ini yaitu ketika penulis melakukan praktek layar di MT. Berkat Anugerah 03 selama dua belas bulan dua hari. Adapun deskripsi tempat praktek, yaitu :

Sejarah singkat MT. Berkat Anugerah 03 pertama kali dibangun di Jepang, pada tahun 1992 dengan GT.1081 dan didaftar di Jakarta dengan nomor pendaftaran 525015322 dan tanda panggilan (call sign) PMLJ dengan ukuran panjang keseluruhan 68.39 meter dan lebar 12 meter. MT Berkat Anugerah 03 mempunyai satu mesin induk sebagai penggerak yang berkekuatan 2000 HP dengan merk HANSHIN EL 32, dimana mesin tersebut dibangun di Jepang. Jenis mesin diesel 4 tak.

SHIP'S PARTICULAR

Ship's Name	: MT. BERKAT ANUGERAH 03
(Previous Name)	: KOUSEI MARU #8
Port Registry	: Jakarta
Imo No	: 9062661

Call Sign : PMLJ
MMSI : 525015322
Flag : Indonesia
Place & Year Build : Matshushima Yososen / 1992
Owner : PT. Pel Sumber Rejeki Bahari Permai
Vessel's Type : Oil Tanker – Clean Product Oil
LOA : 68.39 m
Breath : 12 m
Draft : 4.89 m
Depth : 5.30 m
DWT : 1918 MT
GRT/NRT : 1081 T / 603 T
Capacity Cargo Tank : 2149.058 K/L
Capacity Ballast Tank : 349.51 M3
Ballast Free Board : 2800 mm
Ships Condition : Double Bottom & Single Skin
Main Engine : Hanshin EL 32, 2000 HP
Speed : 12.5 knot (full load)

CREW LIST

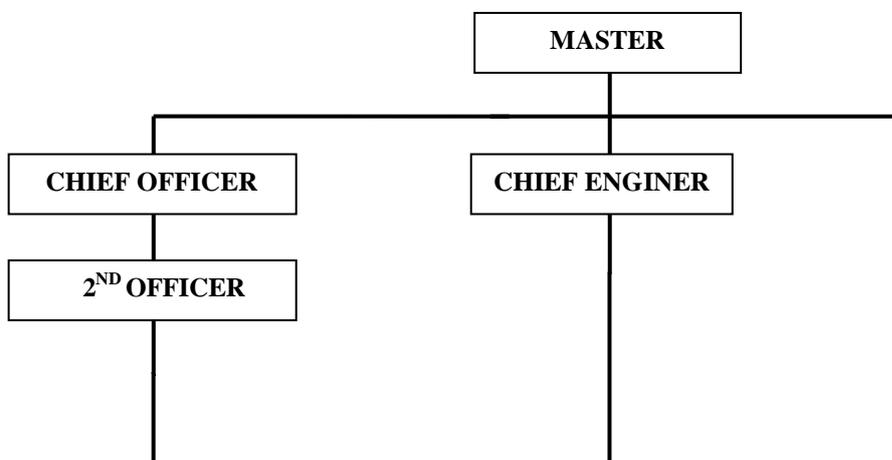
NAME OF VESSEL : MT. BERKAT ANUGERAH 03

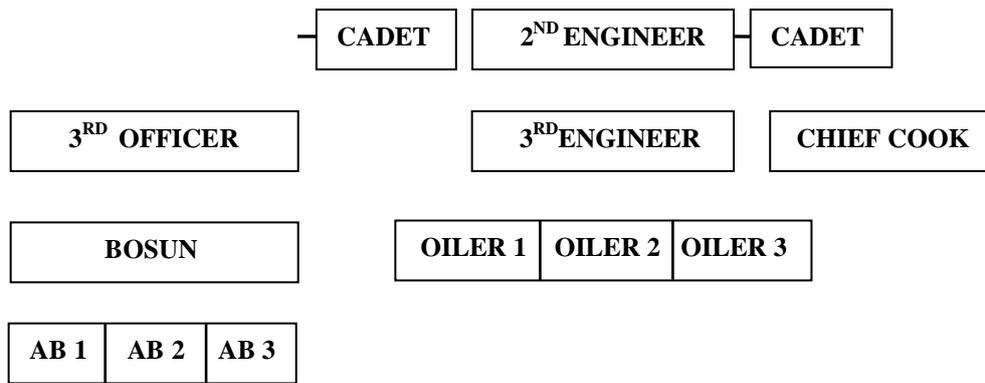
CALL SIGN : PMLJ

IMO NO : 9062661

No	NAME	RANK	SEAMAN BOOK	CERTIFICATE
				COC
1.	RAHIM SADEK	MASTER	E 025378	ANT-III' 15
2.	ARYANTO PALA'LANGAN	C/O	E 034339	ANT-III' 08
3.	PAULUS RANTELIMBONG	2/O	C 070688	ANT-III' 11
4.	YOSES NATALI	3/O	C 028520	ANT-III' 16
5.	LEWI SAKTI	C/E	D 042188	ATT-II ' 15
6	PETRUS RONTING	2/E	C 012360	ATT-III' 04
7.	ARTISTA DHARMA	3/E	B 047755	ATT-V '03
8	ASWIN	BOSUN	E 095663	ANT-D' 02
9	AZMANSYAH SIMANJUNTAK	AB.1	C 078214	ANT-D '15
10	AKBAR HIDAYAT	AB.2	D 046565	ANT-D' 09
11	LUKI ADPILAH	AB.3	C 034901	ANT-D' 15
12	IDA BAGUS SURYA . M	OLR.1	C 014429	ATT-D '15
13	MUHAMMAD RIDWAN	OLR 2	E 041361	ATT-D '01
14	ARFAD	OLR 3	E074527	ATT- D' 16
15	RUSMAN S,	KOKI	X 066443	ANT.D'12
16	MASMUR SINAGA	CADET / D	E 066061	BST '16
17.	LUTHFI ABDUL MUIZ	CADET / E	E 005589	BST '15

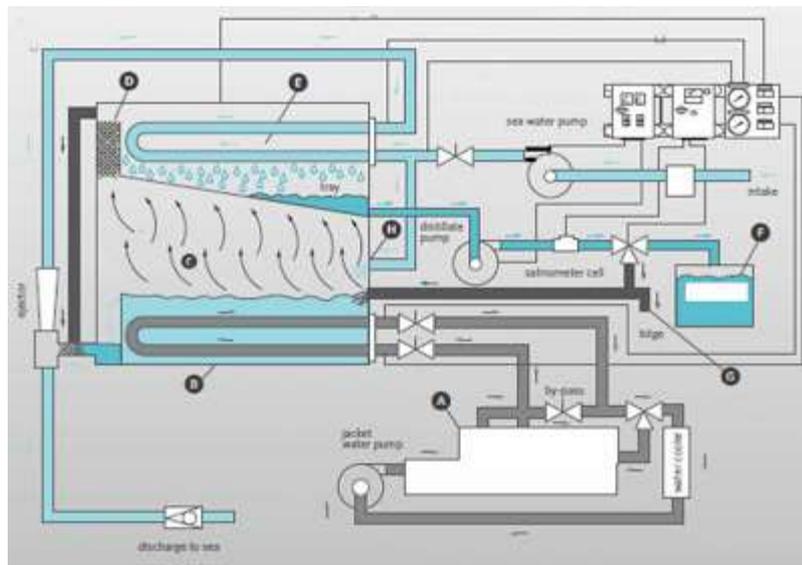
STRUKTUR ORGANISASI
MT. BERKAT ANUGERAH 03





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 penjenjuhannya 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 proses kondensasi. Air tawar hasil penguapan yang telah dikondensasikan, harus diadakan pemeriksaan terhadap kadar garamnya. Dimana batas toleransi kadar garam yang diizinkan adalah 5-10 ppm (*part per*

million), Air tawar yang telah dikondensasikan kemudian ditransfer oleh pompa destilasi ke tanki penampungan air tawar untuk siap digunakan selama berlayar.



Gambar 1 Skema Fresh Water Generator

Sedangkan menurut buku petunjuk *MITSUI ENGINEERING AND SHIP BUILDING CO. LTD. Fresh Water Generator* Adalah salah satu pesawat yang digunakan untuk mengubah 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.

Fresh Water Generator terdiri dari beberapa komponen yaitu *heat exchanger*, *sparator shell*, *condensor*, *water ejector* untuk udara, *water ejector* untuk air garam/brine, pompa ejector, pompa destilasi, *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 energi untuk pengoperasian hanyalah energi listrik yang dipergunakan untuk tenaga penggerak pompa. Air tawar sirkulasi pendingin mesin diesel suhu normal yang keluar kurang lebih adalah $65^{\circ}\text{C} - 80^{\circ}\text{C}$ 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 $65^{\circ}\text{C} - 70^{\circ}\text{C}$, karena bagian dalam dari *Fresh Water Generator* divakumkan oleh *water ejector*. Produksi uap

di *heater exchanger* kemudian melalui *deflektor* 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 *condensor shell* dan menghisap udara. Sehingga bagian dalam dari *Fresh Water Generator* dapat dipertahankan tinggi kevakumanya. *Water ejector* untuk *brine* /air menghisap keluar dari sisi luar *brine* di *separator shell*, yang mana *brine*/air garam tidak diuapkan di *heat exchanger*, tetapi ikut terhisap bersama air melalui pompa ejector. Prinsip kerja 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 ke tangki air tawar. Suplai air pengisi/*feed water* dari pompa ejektor 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 terdiri dari 2 jenis yaitu:

1. 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 5 - 10 ppm (*part per million*).

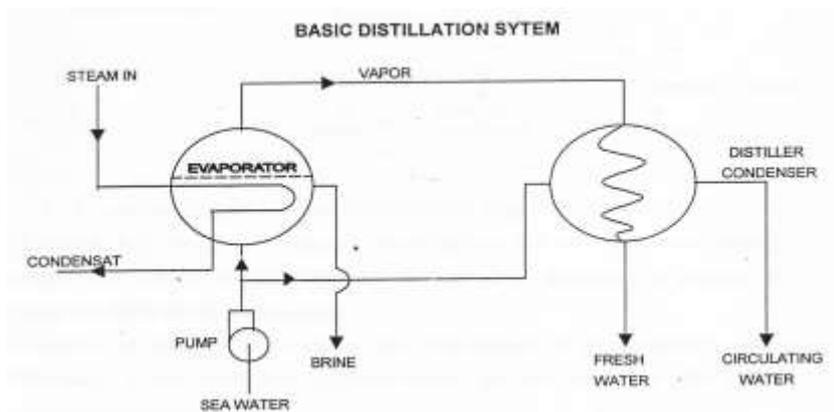
Banyak kesulitan kita temui dalam instalasi tekanan tinggi ini dengan adanya pembentukan kerak-kerak yang melekat di pipa, yang merupakan penghambat hantaran panas. Sehingga membutuhkan kenaikan tekanan serta suhu uap untuk mempertahankan jumlah kapasitas penguapan. Apabila pembentukan kerak ini berkelanjutan maka perlu adanya pembersihan terhadap *coil- coil*, dan ini memerlukan perhatian yang serius dan biaya yang besar.

2. Fresh Water Generator Tekanan Rendah

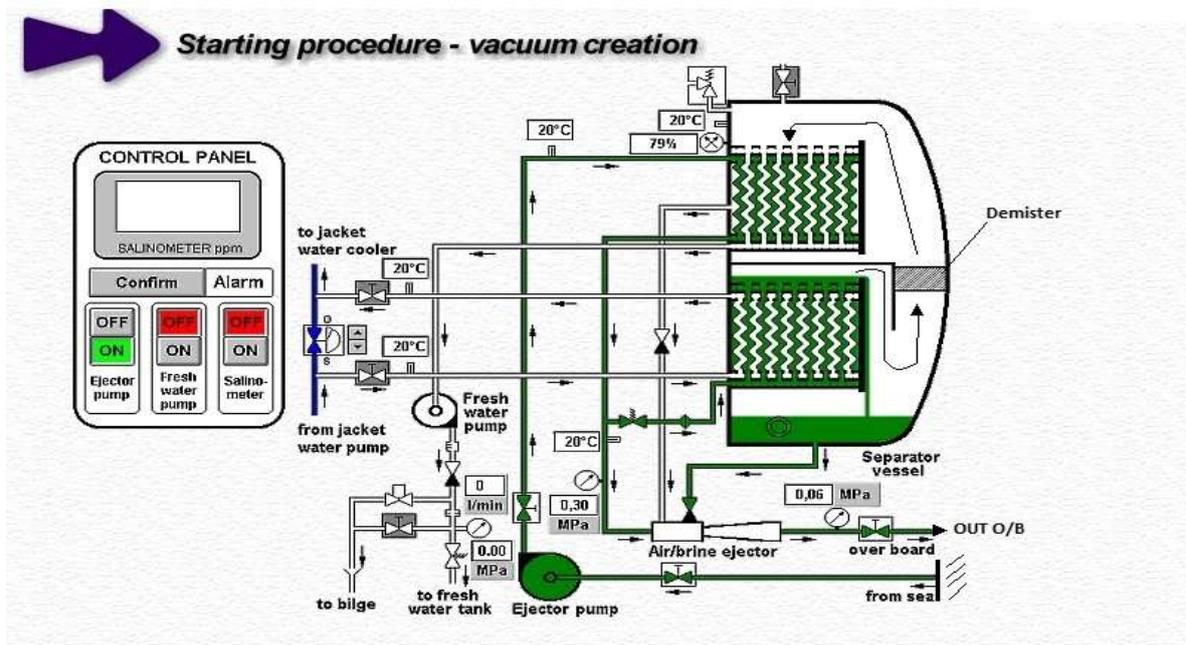
Sesuai dengan sifat – sifat, pengaruh perubahan tekanan terhadap suhu titik didih dipergunakan tipe tekanan rendah ini. Dengan menurunkan tekanan menggunakan pompa vakum sehingga dapat mengakibatkan turunnya suhu titik didih. Sehingga uap atau bahan yang dipergunakan sebagai bahan pemanas hanya memerlukan tekanan

dan suhu yang rendah. Jadi pemanas yang dicapai bisa jadi bukan uap, melainkan air pendingin mesin diesel yang masih mempunyai energi panas untuk keperluan tersebut.

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal dari *Fresh Water Generator* perlu diperhatikan teknik pengoperasian yang dilakukan menurut *manual book* di atas kapal selain itu juga harus didukung kesiapan suku cadang yang memadai di atas kapal, maka *Fresh Water Generator* memerlukan penanganan yang efektif dan efisien dan juga tenaga operator yang terampil dalam bekerja. Dalam pesawat ini ada beberapa jenis *Fresh Water Generator* yang digunakan di atas kapal sebagai alat pembuat air tawar.



Gambar 2 Skema dasar proses distilasi air laut menjadi air tawar



Gambar 3 Prosedur penyalaan untuk membuat vakum pada *Fresh Water Generator*
Keterangan gambar : Hijau : Air Laut, Biru : Air Tawar, Pink : Uap air

3. Tujuan produksi air tawar di kapal

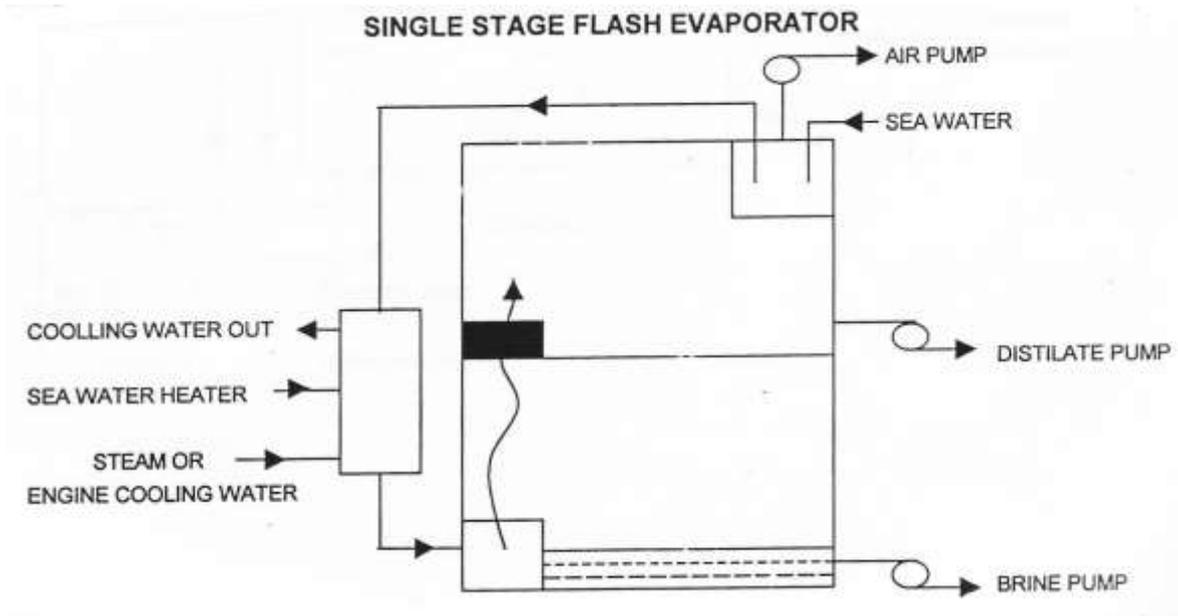
- a. Mengurangi ketergantungan kapal terhadap kebutuhan air tawar yang disuplai dari darat, untuk keperluan sehari-hari di atas kapal. Sehingga menambah ketahanan atau memperpanjang kelancaran kerja dari pengoperasian kapal.
- b. Mengurangi penggunaan ruangan di kapal (*Fresh Water Tank*), supaya daya angkut kapal lebih besar.
- c. Memanfaatkan panas atau kalor yang ikut terbuang pada air pendingin jaket mesin induk dalam mewujudkan “*Economical engine*”.

4. Istilah dan pengertian komponen 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 :

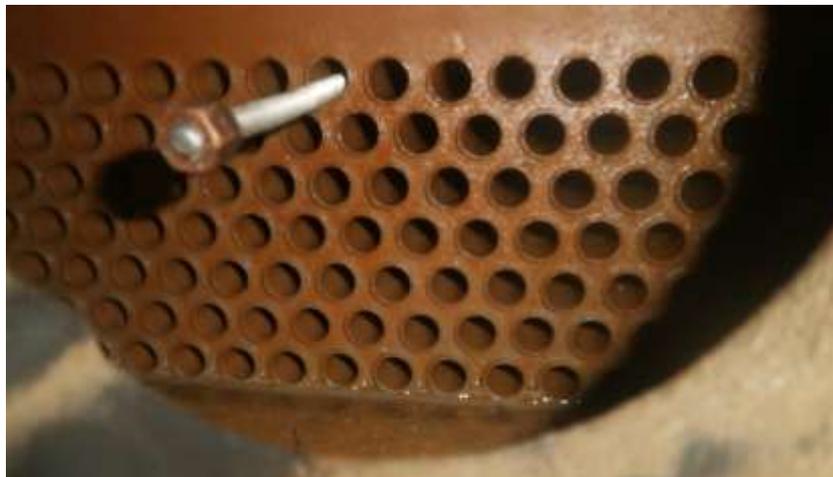
a. Evaporator Heat Exchanger

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



Gambar 4 Proses penguapan pada *evaporator Fresh Water Generator*

b. Kondensor

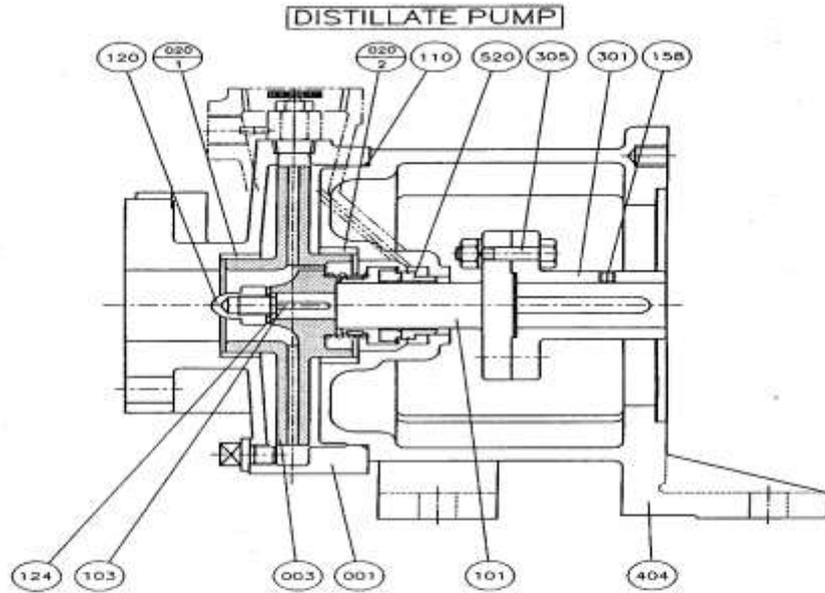


Gambar 5 Perawatan pada kondensor

Sama seperti evaporator, kondensor juga terdiri 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 cair dengan proses kondensasi. Dalam kondensor diperlukan media pendingin yaitu air laut.

c. Ejector

tekan
deng
air k
brin
ruan
bers
selai
(Fe



wah
yang
anan
dan
alam
ikut
ump
skan

PART NO.	NAME OF PART	MATERIAL		QUAN - TITY	PART NO.	NAME OF PART	MATERIAL		QUAN - TITY
		NOMINATION	SYMBOL				NOMINATION	SYMBOL	
001	CASING	CAST IRON	FC200	1	305	COUPLING BOLT PART & WASHER	ROLLED STEEL	SS400	3 SET
003	IMPELLER	PHOS. BRONZE	PBC2	1	404	PUMP FRAME	CAST IRON	FC200	1
020-1	CASING RING	BRONZE	BC3	1					
020-2	CASING RING	BRONZE	BC3	1	520	MECHANICAL SEAL	EA560-25(SP)	-	1 SET
101	SHAFT	STAINLESS STEEL	SUS400	1					
103	IMPELLER KEY	STAINLESS STEEL	SUS400	1					
110	O-RING	RUBBER	NBR	1					
120	IMPELLER NUT	STAINLESS STEEL	SUS304	1					
124	IMPELLER WASHER	STAINLESS STEEL	SUS304	1					
158	COUPLING SET SCREW	Cr-Mo STEEL	SCM435	1					
301	COUPLING	CAST IRON	FC200	1					

SASAKURA ENGINEERING CO.,LTD.

d. Pompa Distilasi

Gambar 7 Bagian bagian pompa distilasi

Distillate pump adalah 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 destilasi 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 garamnya melebihi dari settingnya, misal 10 ppm (*part per million*) maka alat ini akan memberikan tanda alarm.



Gambar 8 *Salinity Indicator*

f. *Solenoid valve*

Solenoid valve adalah *valve* yang mengatur aliran air tawar dari pesawat *Fresh Water Generator* ke tanki 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 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 penunjuknya bisa berputar.

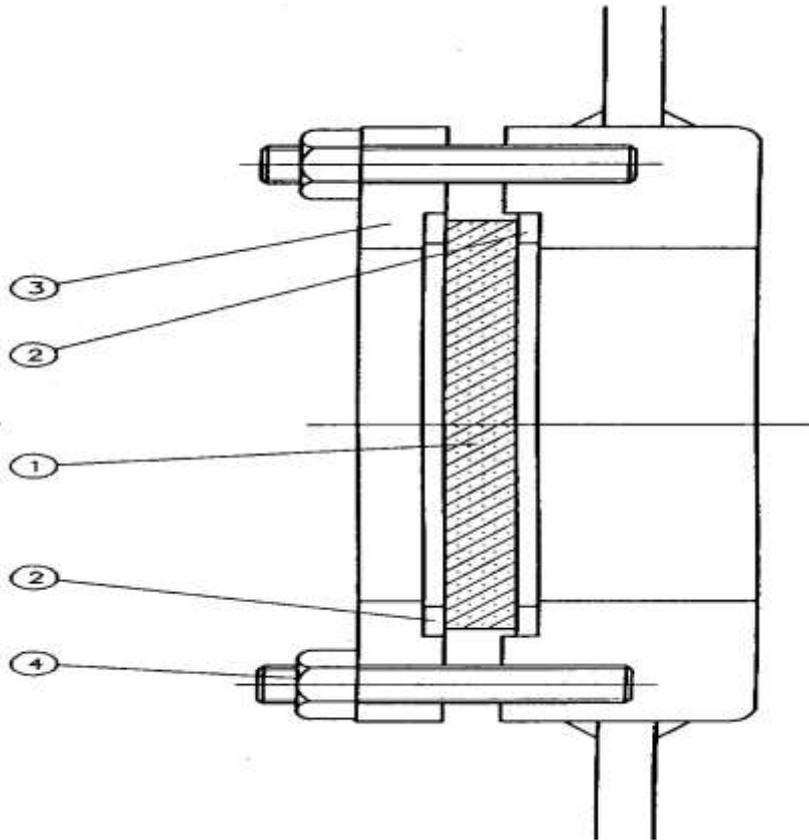
h. *Pressure Vacuum Gauge*

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 kondensor dan pemanas di heater dari air tawar pendingin jacket mesin induk yang masuk dan keluar sistem.

j. Gelas duga



Gambar 9 Gelas duga

Keterangan:

1. Gelas duga
2. Gasket
3. Cover
4. Mur dan baut

2.2. GAMBARAN UMUM OBYEK PENULISAN

Pada *Fresh Water Generator* Air tawar umumnya dihasilkan menggunakan metode evaporasi. Jadi air tawar tersebut dihasilkan oleh penguapan air laut dengan menggunakan panas dari salah satu sumber panas. Umumnya sumber panas yang tersedia diambil dari air jaket mesin utama, yang digunakan untuk mendinginkan komponen mesin utama seperti kepala silinder, liner dll. Suhu yang dihasilkan dari

jacket water sekitar 70 derajat Celcius. Tetapi pada suhu ini penguapan air tidak maksimal, seperti yang kita ketahui bahwa penguapan air terjadi pada 100 derajat celcius di bawah tekanan atmosfer.

Jadi dalam rangka untuk menghasilkan air bersih di 70 derajat kita perlu mengurangi tekanan atmosfer, yang dilakukan dengan menciptakan vakum di dalam ruang di mana penguapan berlangsung. Juga, sebagai akibat dari vakum pendinginan dari air laut menguap pada suhu yang lebih rendah, Air akan didinginkan dan dikumpulkan kemudian dipindahkan ke tangki.