

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Kadar Garam

Kadar garam *salinity* tingkat keasinan atau kadar garam yang terkandung dalam air. Satuan *salinity* biasanya dinyatakan dalam gram perkilo air, atau juga bisa dalam bagian per seribu (ppt atau %). Istilah *salinity* atau tingkat keasinan biasanya digunakan untuk menyatakan banyaknya kadar garam yang terkandung didalam air. Biasanya digunakan untuk mengukur kadar garam pada air laut karena pada dasarnya air laut secara alami mempunyai kandungan kadar garam yang tinggi, hanya saja kadarnya yang berbeda-beda.

Menurut para ahli Hutabarat (*hutabarat* : 2006) *salinity* adalah kosentrasi rata-rata zat yang terkandung dalam air. Kandungan garam yang terkandung dalam air atau suatu peningkatan kadar garam.

2. Tujuan produksi air tawar di atas kapal.

Adapun yang menjadi tujuan pembuatan air tawar di atas kapal adalah :

- 1) Mengurangi ketergantungan kapal terhadap kebutuhan air tawar dari darat, yang digunakan untuk keperluan sehari-hari di atas kapal. Sehingga menambah ketahanan atau memperpanjang kelancaran kerja dari pengoperasian kapal.

2. Mengurangi penggunaan ruangan di kapal (*Fresh Water Tank*), supaya daya angkut kapal lebih besar.
3. Memanfaatkan panas atau kalor yang ikut terbuang pada air pendingin Jacket mesin induk dalam mewujudkan *Economical Engine*.

3. Fresh Water Generator

1. Pengertian *Fresh Water Generator*

Tujuan utama dari *Fresh Water Generator* pada kapal adalah untuk menghasilkan air tawar untuk penggunaan pengisian Boiler, air minum dan layanan lainnya yang membutuhkan air tawar, contohnya untuk pendingin Mesin Induk dan permesinan bantu yang lainnya. Air tawar yang dibeli di darat mungkin terkontaminasi oleh zat lain atau tercemar dan dalam hal ini pesawat bantu *Fresh water Generator* dapat menjadi sumber utama penghasil air tawar pada kapal.

Menurut Sasakura Engineering Co., Ltd (1991: 12) *Fresh Water Generator* adalah suatu pesawat yang mengubah bentuk dari air laut menjadi air tawar melalui suatu proses penyulingan dalam keadaan vakum (hampa udara). Hasil dari proses penyulingan tersebut dapat dipakai untuk minum, untuk memenuhi kebutuhan permesinan akan air tawar misalnya sebagai media pendingin permesinan tersebut dan memenuhi kebutuhan

domestic di atas kapal terhadap air tawar dan dalam suatu ruang lingkup kerja yang terbatas. Kadar garam yang dikandung (*salinity*) maksimum 2 ppm.

Hampir semua kapal dilengkapi dengan *Fresh Water Generator* dan penyuling, yang dapat digunakan dalam kondisi darurat untuk membuat air minum. Selain itu, banyak turbin tekanan tinggi pada kapal telah membuat air tawar hasil *Fresh Water Generator* yang telah di produksi menguap sebelum digunakan sebagai air pengisian boiler. Banyak kapal yang mempunyai turbin tekanan tinggi dilengkapi dengan *Fresh Water Generator* yang terkontaminasi antara air pengisian dan minyak. Beberapa kapal besar membawa persediaan air tawar yang sangat terbatas, dilengkapi dengan dua atau tiga *distillate pump* untuk menghasilkan air tawar yang diperlukan kapal.

Beberapa bagian dari *Fresh Water Generator* antara lain *evaporator section, separator vessel, condenser section, combined brine* atau *air ejector, ejector pump, fresh water pump, salinometer, control panel*.

Menurut *instruction manual book for Fresh Water Generator Type HW : AQUA-80-HW combined brine* atau *air ejector* digerakkan oleh pompa Ejector untuk menciptakan kevakuman di dalam sistem guna menurunkan temperatur titik penguapan dari air masukan (air laut yang akan dijadikan air tawar).

Air masukan (air laut) dimasukkan ke dalam bagian *evaporator* melalui sebuah *orifice* dan air laut tersebut kemudian didistribusikan ke dalam setiap bagian saluran plat *evaporator* yang kedua (bagian *evaporator*). Air pemanas yang berasal dari keluaran air tawar pendingin Mesin Induk didistribusikan ke dalam saluran sisi dari saluran pada *evaporator*.

Demikianlah dalam proses pengiriman air pemanas, air pemanas tersebut juga memanaskan air masukan (air laut) yang ada pada saluran *evaporator*. Setelah mencapai temperatur penguapan (di mana temperatur penguapan tersebut lebih rendah dari pada tekanan 1 atmosfer karena telah melalui proses pemvakuman), maka sebagian dari air masukan (air laut) mulai proses penguapan, kemudian campuran dari uap yang terbentuk dan *brine* (air garam) memasuki *separator vessel*, dimana pada *separator vessel*, *brine* (air garam) dipisahkan dari uap dan oleh *combined brine* atau *air ejector* hanya diambil uapnya saja.

Setelah melalui *demister*, uap tersebut memasuki setiap bagian saluran plat yang kedua pada bagian kondensor. Kemudian oleh *combined cooling* atau *ejector water pump* air laut disalurkan dan didistribusikan sendiri ke dalam saluran yang tersisa pada bagian kondensor, dan selanjutnya air laut tersebut menyerap panas dari uap yang dikondensasikan. Air tawar hasil dari proses

kondensasi tersebut dipompa oleh pompa air tawar dan dikirim ke tangki air tawar.

Menurut *instruction manual book for Fresh Water Generator Type HW : AQUA-80-HW* kualitas produksi air tawar harus di periksa secara rutin, alat ukur kadar garam telah di lengkapi dengan satuan elektroda yang di pasang di bagian samping pompa air tawar. Jika nilai kadar garam pada produktifitas air tawar meningkat dari jumlah maksimum, maka katup pembuangan dan alarm akan otomatis aktif, lalu air tawar yang di produksi akan keluar melalui katup pembuangan.

1. Bagian penting *Fresh Water Generator*

Pembuatan air tawar dapat diproduksi sesuai dengan kapasitas *Fresh Water Generator* yang ditentukan, memerlukan komponen utama yang mendukung kelancaran proses destilasi.

Bagian penting *Fresh Water Generator* seperti yang dijelaskan di *instruction manual book for Fresh Water Generator Type HW : AQUA-80-HW*, terdiri dari :

1) Unit Produksi

Unit produksi dibuat dari lempeng titanium yang terbungkus dalam kerangka besi baja. Termasuk di dalamnya 3 fungsi utama yaitu proses penguapan, pemisahan atau sparator dan kondensasi. Proses penguapan berada di bagian bawah, proses pemisahan berada di tengah dan proses kondensasi berada di bagian atas.

2) *Combine brine* atau *air ejector*

Ejector memisahkan antara air dengan gas dalam proses.

3) *Ejector pump*

Pompa ejector adalah pompa sentrifugal satu tingkat. Pompa ini mensuplai kondensor dengan air laut dan air garam/air ejector dengan *jet water*. Bagian dari air laut yang digunakan sebagai pengisian air untuk penguapan. Pompa ejector harus di pasang secara vertikal. Pompa ejector harus di pasang di tempat rendah agar air laut yang tekanannya rendah dapat masuk ke pompa. Tekanan kerja masuk pada pompa ejector minimum harus 0,2 bar termasuk tekanan yang masuk ke dalam saringan.

4) Pompa *Freshwater*

Pompa air tawar adalah pompa sentrifugal satu tingkat. Pompa air tawar memisahkan air tawar yang dihasilkan setelah kondensasi, dan memompa air tawar ke tangki air tawar.

5) Salinometer

Salinometer secara berkelanjutan mengukur kadar garam pada produktifitas air tawar. Untuk tinggi kadar garam pada produktifitas air tawar secara otomatis dialihkan ke *Fresh Water Generator*. Titik setel alarm disesuaikan (salinometer dipasang di panel kontrol).

6) *Control Panel*

Berisi motor untuk menjalankan beban *termal relay* dan menjalankan lampu untuk setiap pompa, salinometer, dan tegangan *normally close/normally open* kontak untuk kontrol alarm, lebih lanjut panel kontrol disiapkan untuk *start/berhenti* pompa.

7) Peralatan listrik

Semua instalasi listrik yang berada di kapal haruslah dikerjakan oleh ahli listrik atau *electrician* sebagai tanggung jawabnya sesuai dengan peraturan yang diberikan oleh perusahaan.

Sebelum menjalankan periksa semua koneksi dan kabel lalu pastikan bahwa frekuensi dan tegangan sesuai dengan spesifikasi listrik dan motor yang terhubung dengan rangkaian star atau delta berdasarkan nama plat motor (koneksi bias di jalankan setelah tegangan pada nama plat motor sudah sesuai standard). Periksa semua koneksi telah tersambung dengan benar sesuai dengan standard peraturan yang berlaku.

8) Sistem pendingin jaket cooling

Cabang dari jaket isap dan tekan ke evaporator haruslah sesuai dengan instalasi yang ada pada spesifikasi Fresh Water Generator. Suhu pada jaket cooling isap adalah 80°C dan keluar adalah 70.8°C. Tekanan pada evaporator adalah 4 bar.

9) Sistem air laut

Suplai air laut dari masuk melalui filter melalui jalur pipa air laut sebelum pompa ejector. Di rekomendasikan filter saring berukuran 2 mm. Air laut masuk melalui kondensor yang sebelumnya melalui pompa ejektor.

10) Brine/cooling water discharge

Air laut yang keluar menuju overboard harus melauai pipa yang sama. Tekanan balik maksimum adalah 0,6 bar.

1. Prinsip kerja

Menurut *instruction manual book for Fresh Water Generator Type HW : AQUA-80-HW* air pengisian yang masuk ke evaporator diambil dari air laut keluaran dari kondenser. Air laut yang masuk ke evaporator dimana akan menguap pada suhu sekitar 40-60°C diantara pelat yang dipanaskan oleh bagian pemanasan. Suhu penguapan sesuai dengan vakum antara 85-95%, dikelola dengan *brine/air ejector*.

Uap yang dihasilkan evaporator melewati bagian pemisahan atau biasa yang disebut *separator*, di mana setiap tetes air laut akan keluar dan jatuh karena gravitasi ke bagian air garam dibagian bawah tumpukan piring titanium. Uap air tawar bersih didinginkan dibagian kondensor, dimana uap air tawar bersih mengembun menjadi air tawar ketika mereka melewati antara piring dingin yang didinginkan oleh pendingin air laut.

2. Suhu dan Tekanan kerja

Menurut *instruction manual book for Fresh Water Generator Type HW : AQUA-80-HW* suhu dan tekanan kerja Fresh Water Generator sebagai berikut.

Tabel 2.1 Suhu dan Tekanan Kerja

Suhu air laut	0-32°C
Debit air laut	11-25 m³/jam
Suhu hot water	55-95°C
Debit hot water	22-52 m³/jam
Tekanan maksimal hot water	5 bar
Tekanan maksimal tanki air tawar (50 Hz)	1,5 bar
Tekanan maksimal tanki air tawar (60 Hz)	2,5 bar
Tekanan isap maksimal air laut	4 bar
Tekanan minimal air laut ke ejektor	3 bar
Tekanan maksimal keluar ejektor	0,6 bar
Tekanan maksimal katup pengaman pada peralatan uap	1 bar
Tekanan uap masuk maksimal pada peralatan uap	7 bar
Tekanan normal operasi pada peralatan uap	2-4 bar
Tekanan operasi alternatif pada peralatan uap	6-7 bar
Tekanan minimal kondensat ke peralatan uap	0,6 bar
Tekanan maksimal kondensat ke peralatan uap	0,8 bar

3. Inspeksi berkala

a. Inspeksi 3 bulan sekali

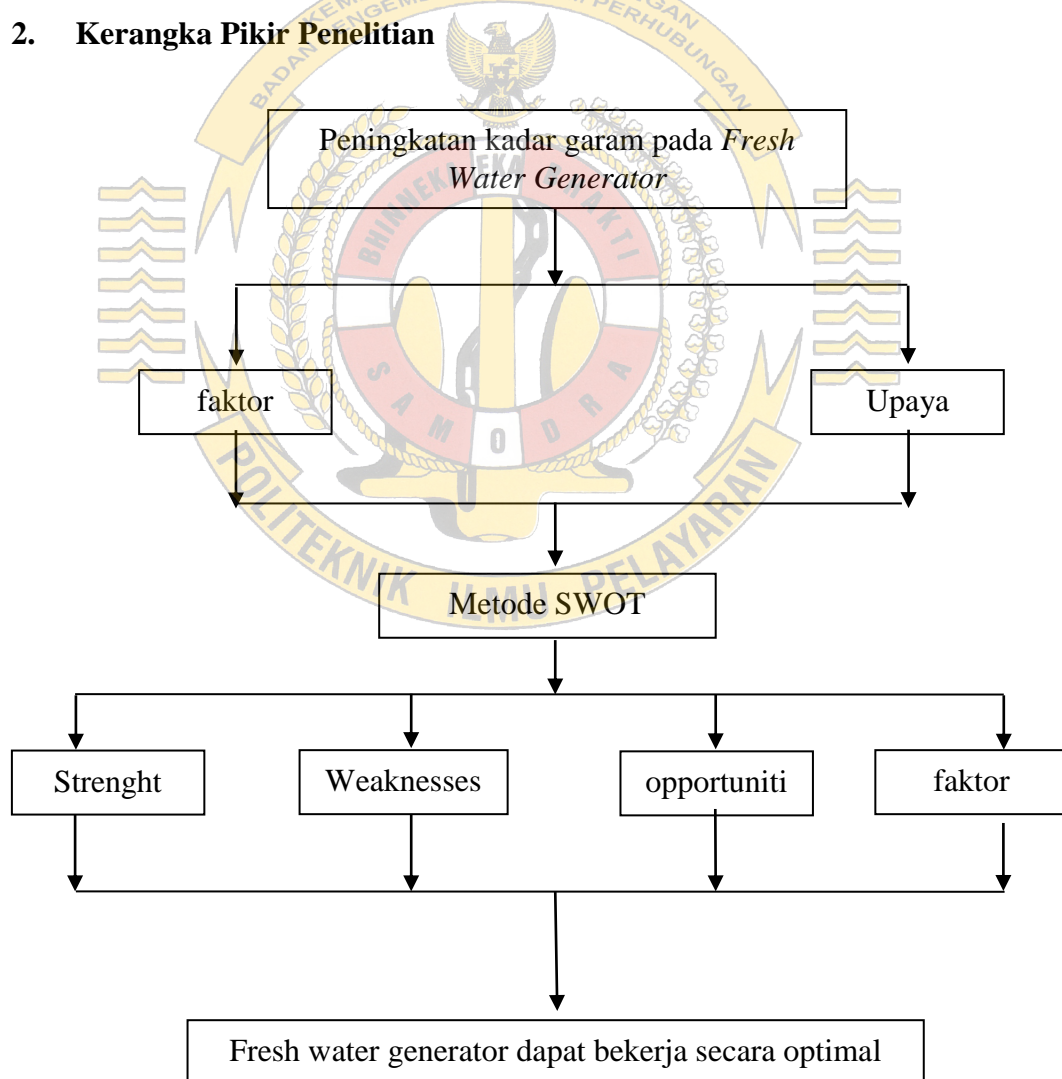
Periksa tekanan isap dan keluar. Periksa pada suara yang tidak biasa, getaran dan kebocoran. Lakukan pemeriksaan pada motor. *Mechanical seal* harus di periksa dari

keretakan/kerusakan. *Seal* harus dalam kondisi bagus saat *Fresh Water Generator* dijalankan.

b. Inspeksi 12 bulan sekali

Dilakukan pemeriksaan pada bagian pompa. Normalnya clearance antara impeller dan casing wear ring adalah 0,45-0,5 mm. Clearance maksimal adalah 0,8-1 mm tergantung pada ukuran dan kapasitas.

2. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 2.1 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir tersebut mempresentasikan keputusan untuk menentukan faktor penyebab peningkatan kadar garam pada produktivitas air tawar Fresh Water Generator yang mana sebagai tujuan dari metode Analytical Hierarchy Process. Langkah pertama dalam menentukan tujuan dari metode tersebut adalah menentukan kriteria dan alternatif. Kriteria dan alternatif merupakan bagian dari metode yang akan dicari nilai eigennya.

Adapun kriteria untuk membuat keputusan tersebut adalah penyebab, pengaruh dan upaya. 3 kriteria tersebut adalah merupakan rumusan masalah yang akan di bahas di bab selanjutnya. Langkah selanjutnya adalah menentukan alternatif. Alternatif yang Penulis pilih adalah faktor yang berkaitan dengan 3 kriteria tersebut dan saling berkesinambungan. Alternatif tersebut adalah kondisi, penyetelan dan perawatan. 3 alternatif tersebut masing-masing saling berhubungan dengan 3 kriteria tersebut. Sebagai contoh adalah penyebab peningkatan kadar garam terhadap kondisi *Fresh Water Generator* pada suhu dan tekanan yang sama, pengaruh peningkatan kadar garam terhadap kondisi *Fresh Water Generator* pada suhu dan tekanan yang sama, upaya yang dilakukan untuk meminimalisir kadar garam terhadap kondisi *Fresh Water Generator* pada suhu dan tekanan yang sama.

C. ` Definisi Operasional

Definisi operasional merupakan definisi praktis/operasional tentang variabel atau istilah lain yang dianggap penting dan sering di temukan sehari-hari dilapangan dalam penelitian ini. Definisi operasional yang sering dijumpai pada *Fresh Water Generator* saat Penulis melakukan penelitian.

Pada pesawat *Fresh Water Generator* terdapat beberapa pengertian/terminology yang berhubungan dengan pesawat ini. antara lain :

Heat exchanger : Pipa atau plat pemindah panas yang terletak pada bejana pemisah yang tertutup.

Condenser : Bagian pesawat *Fresh Water Generator* yang terdiri dari pipa *exchanger* dan juga *separator shell* yang berfungsi mengubah uap menjadi air (proses kondensasi), melalui media pendingin air laut.

Gland Packing : Bahan yang digunakan untuk menahan suatu media zat lain yang keluar dari sistem pompa, yaitu antara poros dan rumah pompa.

Jacket Cooling Water : Air tawar dari Mesin Induk yang digunakan sebagai pemanas air laut di *Fresh Water Generator*.

Distilate Water : Air tawar hasil penyulingan / distilasi yang keluar dari kondensor.

Ejector Pump : Alat bantu yang berguna untuk memvakumkan udara,

Evaporator Suction : Alat bantu untuk menguapkan air laut

Salinometer : Alat untuk mendeteksi kadar garam pada *Fresh Water* yang dihasilkan oleh *Fresh Water Generator*

- Salinity* : Alat yang berguna mengetahui kadar garam pada air tawar.
- Selenoid Valve* : Katup yang berfungsi menutup aliran air tawar tidak menuju ke tangki penyimpanan
- Flow Meter* : Alat yang berguna memberikan petunjuk banyaknya air tawar yang dihasilkan setiap waktu.
- Pressure Vacuum* : Alat untuk mengetahui tekanan dalam keadaan vakum.
- Compound Gauge* : Alat untuk mengetahui kevakuman dan hisapan pompa
- Sea Water Filter* : Saringan air laut pada pompa ejektor untuk menyaring kotoran agar tidak masuk ke dalam pipa atau system air laut.
- Bejana pemisah : Bejana yang berisi *evaporator* dan kondensor yang diantara sisinya terdapat sekat pemisah yang berfungsi untuk memisahkan uap dengan air garam.
- Zinc Anoda* : Bahan Zn (seng) sebagai anoda (terkorosi) untuk mencegah terjadinya karat pada bahan lain (besi).
- Kerak/scale* : Kotoran yang menempel pada permukaan plat *evaporator* dan kondensor yang timbul akibat terjadinya penguapan dan pengembunan.

Normally close : Kontak dalam kondisi tertutup/terhubung, sehingga arus listrik dapat mengalir.

Normally open : Kontak dalam kondisi terbuka/tidak terhubung, sehingga arus listrik tidak mengalir.

