KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas karuniaNya, penulisan kertas kerja dalam bentuk skripsi ini dapat terselesaikan. Penulisan skripsi ini juga untuk memenuhi persyaratan Pendidikan Program Diploma IV yang Penulis ajukan. Adapun judul yang di pilih adalah :

OPTIMALISASI PERFORMA FRESH WATER GENERATOR GUNA MENDAPATKAN HASIL AIR TAWAR YANG MAKSIMAL PADA MV. SINAR KUTAI

Dalam menyelesaikan skripsi ini, Penulis banyak memperoleh bantuan dan masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan yang sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Capt. Marihot Simanjuntak,MM. selaku Ketua Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta.
2. Bapak Nafi Almuzani, M.M.Tr, selaku Ketua Jurusan Teknika, Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran.
3. Bapak Hotman Tua Ch.P S,SIT,MM, selaku Dosen Pembimbing Materi yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing dan memberikan penulis petunjuk dalam pengerjaan skripsi ini.
4. Bapak Larsen Barasa, SE, MMTr, selaku Dosen Pembimbing Penulisan yang telah memberikan pengarahan dalam penulisan skripsi ini.
5. Yth. Seluruh sivitas Akademika, Staff dan Dosen Pengajar Jurusan Teknika Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran.
6. Ayahanda Waudin dan Ibunda Nok Heryanti, yang telah bekerja keras serta memberikan kasih sayang dan doanya kepada penulis untuk mampu bertahan sampai sekarang ini. Serta keluarga besar dari penulis yang senantiasa memberikan dorongan, semangat, motivasi serta bantuan doa kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

7. Para sahabat Jurusan Nautika, Tehnika, dan KALK Angkatan LVI Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta, terimakasih atas suka-dukanya selama ini, khususnya Teknika VIII C.
8. Seluruh Crew MV. SINAR KUTAI yang telah memberikan bimbingan serta keterampilan selama Penulis melaksanakan Praktek Laut, semoga kita dapat berjumpa kembali.
9. Seluruh keluarga Besar Senior dan Junior AIP/ PLAP/ STIP, yang telah memberikan semangat dan bantuan kepada Penulis.
10. Seluruh pihak yang telah banyak membantu baik secara langsung maupun tidak langsung serta teman-teman lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, penulis ucapkan terima kasih atas dukungannya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini, masih banyak terdapat kekurangan, baik dari susunan kalimat, serta pembahasan materi akibat keterbatasan penulis dalam menguasai materi, serta data-data yang diperoleh masih terdapat banyak kekurangan karena keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu dengan penuh kesadaran dan kerendahan hati penulis mengharapkan saran - saran dan kritikan - kritikan yang bersifat membangun dan berguna bagi penulis dalam kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini berguna bagi penulis dan sesama profesi pelaut agar menambah pengetahuan tentang penerapan keselamatan kerja guna mencegah kecelakaan kerja di atas kapal.

Jakarta, April 2018

Penulis

MEGI TRI AZIZI

NRP. 13.7497/T

DAFTAR ISI

Halaman

SAMPUL DALAM..... i
TANDA PERSETUJUAN SKRIPSI..... ii
TANDA TANGAN PENGESAHAN iii
KATA PENGANTAR..... iv
DAFTAR ISI..... vi
DAFTAR SINGKATAN ……. viii
DAFTAR LAMPIRAN……. ix
BAB I PENDAHULUAN 1
A. LATAR BELAKANG 1
B. IDENTIFIKASI MASALAH 4
C. BATASAN MASALAH..... 5
D. RUMUSAN MASALAH..... 5
E. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN 5
F. SISTEMATIKA PENULISAN 6
BAB II LANDASAN TEORI 8
A. TINJAUAN PUSTAKA 8
B. KERANGKA PEMIKIRAN..... 15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 16
A. WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN..... 16
B. METODE PENDEKATAN DAN TEKNIK PENGUMPULAN DATA..17
C. SUBJEK PENELITIAN 20
D. TEKNIK ANALISIS DATA 20
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN 22
A. DESKRIPSI DATA 22
B. ANALISIS DATA 24
C. ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH 27
D. EVALUASI TERHADAP ALTERNATIF PEMECAHAN MASALAH 32

E. PEMECAHAN MASALAH 37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 41
A. KESIMPULAN 41
B. SARAN 42

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada era globalisasi saat ini perkembangan teknologi hampir mencakup seluruh aspek kehidupan manusia. Hal ini menuntut kita untuk dapat memberikan hasil yang terbaik, demikian pula dalam dunia pelayaran yang bergerak di bidang jasa pelayanan yang terbaik maka diperlukan sarana pendukung dalam bidang transportasi laut, guna memberikan jasa pelayanan yang terbaik maka di perlukan sarana pendukung yang memadai agar dapat mendistribusikan muatan dari satu pelabuhan ke pelabuhan tujuan dengan aman, selamat, ekonomis dan tepat waktu. Di imbangi dengan armada kapal yang baik dan sumber daya manusia yang professional dan terampil di bidangnya masing-masing. Kapal yang dari dalam pengoperasiannya membutuhkan perawatan dan perbaikan yang maksimal untuk menunjang kelancaran pengoperaian kapal tersebut baik dalam jangka waktu yang panjang maupun pendek. Berbagai macam cara dan upaya dilakukan oleh pemilik kapal maupun perusahaan pencharter agar armadanya dapat beroperasi secara maksimal.

Air tawar merupakan salah satu sarana penunjang kelancaran pengoperasian kapal baik yang melayani rute pelayaran *local* maupun *internasional.* Untuk membantu pemenuhan akan kebutuhan air tawar setiap kapal biasanya terdapat pesawat bantu yang disebut dengan *fresh water generator / water maker evaporator* atau *distilling plant* atau pesawat bantu yang berfungsi untuk mengubah air laut menjadi air tawar. Maka dari itu penulis memilih judul skripsi optimalisai *fresh water generator* guna mendapatkan hasil air tawar yang maksimal pada MV. SINAR KUTAI Karena kebutuhan air tawar pada MV. SINAR KUTAI juga sangat diperlukan baik segala aktifitas di deck kapal maupun di kamar mesin.

Setiap kapal yang memiliki pesawat bantu untuk mengubah air tawar biasanya menggunakan main engine *fresh water jacket cooling* (air tawar pendingin mesin induk) sebagai media pemanas. Tujuannya agar suhu pendingin air tawar yang keluar dari main engine tidak terbuang dengan percuma dan dapat membantu kinerja dari pesawat bantu *fresh water generator* diatas kapal. Seperti kita ketahui bahwa air menguap pada suhu 100^{o}C dengan tekanan 1 atmosfir *(atmospheric boiling point),* sedangkan pada *fresh water generator* menggunakan metode khusus dengan menurunkan tekanan atmosfir didalam bejana sehingga mempengaruhi titik didih air. Titik didih air dibuat lebih rendah di karenakan media pemanas yang di gunakan memanfaatkan kalor yang terbuang pada air tawar pendingin jacket mesin induk, sehingga pada suhu 60^{o}C air laut pada evaporator dapat menguap.

Proses ini merupakan langkah yang hemat karena air pendingin *jacket* pada mesin induk biasanya langsung ke *cooler*, tetapi dalam hal ini *fresh water jacket cooling* (air tawar pendingin mesin induk) yang memiliki suhu 60^{o}C–70^{o}C dimanfaatkan kalornya yang terbuang tersebut untuk menguapkan air laut pada ruang *evaporator*. Proses penguapan dalam *evaporator* ini terjadi akibat adanya kevakuman atau keadaan hampa udara di dalam ruang *evaporator*. Uap yang dihasilkan akan naik ke *kondensor* melewati *demister* yang kemudian didinginkan pada *kondensor side* oleh air laut. Uap air yang terbentuk mengalami kondensasi akan berubah menjadi titik-titik air dan dipompakan keluar oleh *distillate pump* menuju *fresh water tank* sebagai air tawar yang merupakan hasil dari penyulingan dari pesawat bantu *fresh water generator*. Untuk kondisi vakum didalam *fresh water generator* harus diperthanakan, karena hal tersebut merupakan salah satu factor penentu dari banyaknya jumlah air yang dapat dihasilkan atau di produksi.

Namun pada kenyataannya yang terjadi pada *fresh water generator* di atas kapal MV. SINAR KUTAI, hasil produksi air tawarnya tidak sesuai dengan yang di inginkan yang harusnya menghasilkan 20 ton per hari, menjadi 15 ton per hari.

Hal tersebut dapat terjadi di karenakan beberapa faktor diantaranya kurangnya kevacuman pada *fresh water generator*, banyaknya kerak-kerak pada dinding evaporator, dan kurangnya perawatan dan perbaikan secara teratur pada *fresh water generator*. Hal ini dapat mengakibatkan pembatasan penggunaan air tawar, seperti setiap jam 6 pagi, jam 12 siang, dan jam 6 sore saja air dapat di alirkan ke kamar mandi, dapur, bahkan seluruh aktifitas yang ada di deck kapal. Begitu juga pada kamar mesin, dapat mengganggu kelancaran penyediaan pada tanki-tanki air tawar, seperti pada tanki cascade, tanki expansi, dan juga penyediaan cadangan air tawar pada tanki air tawar.

Dari kejadian tersebut, maka masinis 4 sebagai masinis yang mempunyai tanggung jawab atas *fresh water generator* melakukan observasi dengan tujuan untuk mengetahui apa penyebab terjadinya penurunan produksi air. Berdasarkan instruksi dan pentingnya tingkat kevakuman terhadap jumlah air yang di produksi, maka penulis mengangkat tema dalam penulisan skripsi ini dengan judul:

"OPTIMALISASI PERFORMA FRESH WATER GENERATOR GUNA MENDAPATKAN HASIL AIR TAWAR YANG MAKSIMAL PADA MV. SINAR KUTAI"

Dimana akan dicoba diuraikan penyebab-penyebab dan akibat-akibat yang timbul, dan mencoba mengemukakan beberapa alternatif pemecahan masalahnya.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut diatas, maka permasalahan yang akan diteliti adalah:

1. Menurunnya produksi air tawar pada *fresh water generator*.

2. Kurangnya kevacuman pada *fresh water generator* yang mempengaruhi produksi air tawar.
3. Banyaknya kerak- kerak pada dinding evaporator.
4. Rendahnya tekanan air laut dari pompa ejector menyebabkan turunnya produksi air tawar.
5. Kurangnya perawatan dan perbaikan secara teratur pada *fresh water generator.*

C. Batasan Masalah

Karena luasnya permasalahan pada pesawat pembuatan air tawar *(fresh water generator),* maka penulis membatasi pada masalah:

1. Kurangnya kevacuman pada fresh water generator yang mempengaruhi produksi air tawar.
2. Banyaknya kerak- kerak pada dinding *evaporator.*

D. Rumusan Masalah

Sesuai dari pengalaman penulis selama melaksanakan Praktek Laut (PRALA) yang pernah dialami oleh penulis sesuai dengan yang telah disebutkan pada latar belakang. Maka penulis menentukan bahwa perumusan masalah dalam skripsi ini menitik beratkan pada pokok permasalahan:

1. Apa penyebab tingkat kevacuman yang rendah pada *fresh water* generator?
2. Apa yang menyebabkan terjadinya kerak-kerak pada dinding *evaporator?*

E. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Adapun tujuan dan manfaat penelitian skrispi ini, seperti yang dijabarkan di bawah ini:

1. Tujuan Penelitian
    a. Untuk mengetahui serta menganalisa mengenai permasalahan-permasalahan yang mengakibatkan menurunnya kondisi hampa udara (*vacum)* pada pesawat bantu *fresh water generator* dan mencari solusi untuk medapatkan tingkat kevacuman yang diinginkan.
    b. Untuk mengetahui penyebab terjadinya kerak-kerak pada dinding *evaporator* dalam *fresh water generator* serta mencari solusi untuk mencegah terbentuknya endapan kerak-kerak pada dinding *evaporator.*
2. Manfaat Penelitian
    a. Manfaat Secara Teoritis.
        1) Untuk menambah pengetahuan bagi para pembaca, pelaut, maupun kalangan umum mengenai prosedur didalam melaksanakan perawatan pada *fresh water generator*.
        2) Penelitian ini juga berguna untuk memberikan pemikiran bagi perkembangan ilmu pengetahuan di bidang manajemen perawatan pada *fresh water generator*.

    b. Manfaat Secara Praktis
        1) Dapat menjadi masukan atau gambaran dan penjelasan bagi para pembaca khususnya bagi para perwira mesin yang nantinya akan bekerja di atas kapal, baik itu kapal tanker maupun container serta bulk carrier agar dapat lebih memahami dan mengerti tentang prosedur perawatan pada *fresh water generator*.
        2) Penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan yang berguna didalam melakukan perawatan dan perbaikan *fresh water generator* diatas kapal serta dapat mengatasi gangguan-gangguan yang ditimbulkannya dan unntuk mengantisipasi sendiri kemungkinan permasalahan yang akan timbul di lain waktu, khususnya masalah pada system *fresh water generator* mesin induk dimana sebagai panunjang efektifitas operational kapal.

F. Sistematika Penulisan

Dalam penulisan skripsi ini terdiri dari lima bab, dimana bab satu dengan bab lainnya saling berhubungan dan dalam permasalahannya merupakan salah satu kesatuan atau suatu rangkaian yang tidak terpisahkan. Bentuk dari sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini Penulis menerangkan mengenai latar belakang alasan Penulis pemilihan judul skripsi, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah pokok yang akan dibahas serta berisi dengan data-data terkait *fresh water generator* serta tujuan dan manfaat kegiatan penelitian.

BAB II LANDASAN TEORI

Dalam bab ini Penulis akan menjelaskan mengenai tinjauan pustaka yang berisi penjelasan optimalisasi, penjelasan terkait *fresh water generator* baik dalam hal pengertian, cara kerja, perawatan, pengoperasiannya, penjelasan terkait unsur-unsur kandungan garam pada air laut. Selain itu Penulis akan meguraikan mengenai kerangka pemikiran dengan mengidentifikasi permasalahan atau keadaan yang terjadi, menganalisa penyebab terjadinya permasalahan tersebut serta mencari solusi atau pemecahan masalah terhadap permasalahan yang terjadi.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini Penulis akan menerangkan mengenai waktu dan tempat penelitian, mengenai metodologi pendekatan dan teknik pengumpulan data yang Penulis gunakan, mengenai subjek penelitian yakni *fresh water generator* serta mengenai teknik analisa data yang digunakan oleh penulis.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini Penulis akan menerangkan mengenai deskripsi data, analisa data, alternatif pemecahan masalah, evaluasi terhadap alternatif pemecahan masalah serta pemecahan masalah yang dipilih terkait dengan kurangnya kevakuman pada *fresh water generator* yang mempengaruhi produksi air tawar dan banyaknya kerak-kerak pada dinding *evapotaror*.

BAB V PENUTUP

A. KESIMPULAN

Dalam bab ini Penulis akan menerangkan mengenai kesimpulan akhir dari penjelasan dalam bab-bab sebelumnya.

B. SARAN

Dalam bab ini, Penulis akan menguraikan mengenai sarana-sarana yang bermanfat untuk pemecahan masalah pada *fresh water generator*.

BAB II
LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

Dalam sub bab ini berisi uraian tentang teori-teori yang relevan, pengertian dan prinsip kerja dari *fresh water generator*, hal ini bertujuan untuk mempermudah pembaca dalam memahami isi dari skripsi ini, berdasarkan buku referensi dan buku- buku dari perpustakaan.

1. Pengertian Optimalisasi

Optimalisasi adalah hasil yang dicapai sesuai dengan keinginan, jadi optimalisasi merupakan pencapaian hasil sesuai harapan secara efektif dan efisien (W.J.S Poerdwadarminta 2001:753). Optimalisasi adalah ukuran yang menyebabkan tercapainya tujuan sedangkan jika dipandang dari sudut usaha, optimalisasi adalah usaha memaksimalkan kegiatan sehingga mewujudkan keuntungan yang diinginkan atau dikehendaki (Winardi 2005:363).

2. Pengertian *Fresh Water Generator*

a. Menurut sumber buku petunjuk SONDEX Type SFD13-20.

Fresh water generator adalah salah satu pesawat yang digunakan untuk merubah air laut menjadi air tawar dengan prinsip kerja perubahan bentuk zat cair menjadi uap dan perubahan bentuk uap menjadi zat cair. Dimana uap tersebut di kumpulkan dan di berikan pendingin, sehingga panas dari uap akan diserahkan ke bahan pendingin dalam suatu proses kondensasi yang menghasilkan titik air.

b. Menurut D.A Taylor dalam buku Introduction to Marine Engineering *(2nd edition)*

1) Sistem penyulingan *(distillation system)*

Fresh water generator memproduksi air tawar yang berasal dari air laut dengan proses penguapan dan kodensasi. Air tawar di produksi sebagai hasil dari proses penguapan air laut baik dengan proses pendidihan *(boiling)* maupun melalui proses penyalaan *(flashing).* Proses penguapan ini dapat menurunkan 32.000 ppm larutan zat di dalam air laut dan turun satu atau dua persen pada air tawar hasil proses destilasi. Alat itu biasa disebut *evaporator* atau bisa juga disebut *distilator*.

2) Proses pendidihan *(boiling)*

Air laut didihkan menggunakan energy dari kumparan panas dan dengan penurunan tekanan didalam *evaporator*, proses pendidihan bisa terjadi pada sekitar suhu 60^0c akibat kondisi vacuum. Air laut mengalir pertama kali melewati pompa *ejector* kemudian di pompa menuju *evaporator* dan menuju *condensor*. Di dalam *evaporator* air laut dipanaskan oleh *main engine jacket cooling fresh water* melewati pipa-pipa, karena tekanan yang di turunkan di dalam ruangan tersebut sehingga menjadi uap air. Di bagian kondensor, uap air di dinginkan dan menjadi air murni, yang mana di pompa keluar oleh *distillate pump.* Pengisian air laut diatur oleh *flow controller* dan setengah air laut tersebut diuapkan. Sisa air laut yang lain akan menggenang dan keluar dengan membawa sisa garam yang tersaring pada *demister*.

3) Perawatan

Selama operasi dari *evaporator*, kerak akan berkumpul dipermukaan pemanas. Jumlah dari kerak yang terkumpul tergantung kepada temperature, besar aliran, dan density air laut. Pembentukan kerak akan berpengaruh besar pada pemanasan yang diperlukan untuk memproduksi banyaknya air tawar dan supply panas yang tetap. *Cold shocking,* penggantian yang sangat cepat antara panas dan dingin pada permukaan bias mengurangi pembentukan kerak. Akhirnya, bagaimanapun juga mesin harus dimatikan dan kerak dibersihkan dengan menggunakan perawatan *chemical* atau pembersihan secara manual.

3. Cara Kerja *Fresh Water Generator*

Menurut buku *Manual Book fresh water generator* SONDEX Type SFD13-20, *Fresh Water Generator* memanfaatkan panas yang terbuang dalam sirkulasi pendinginan air tawar dari mesin diesel. Jika pada *fresh water cooler* mengalami kerusakan, maka dapat dipakai *fresh water generator* sebagai pengganti *cooler* pada saat perbaikan dari *fresh water cooler*. Cara pemanfaatan panas dari pendingin air tawar ini dengan cara mengalirkan panas dari air pendingin yang keluar dari mesin induk dengan suhu normal 65^oC-80^oC (147^oF-176^oF) yang dialirkan kedalam *evaporator* yang terdapat pada *fresh water generator* dimana sirkulasi terjadi pada bagian luar pipa pemanas (*heating tube),* dan panas tersebut diberikan ke air pengisian (air laut) yang melewati pipa bagian dalam. Lalu air pengisian di didihkan atau diuapkan secara *komparatif* di suhu yang rendah yaitu pada suhu 65^oC - 80^oC(95^oF-122^oF) karena adanya kevakuman di dalam *fresh water generator* yang dibuat oleh *water ejector*. Produksi uap *heater exchanger* kemudian melalui *deflector* dan mesh separator menuju kondensor, dimana uap ini dikondensasikan oleh air laut pendingin yang mengalir melalui pipa bagian dalam *condenser*. *Water ejector* untuk udara dibuangkan ke

condenser shell dan menghisap udara. Sehingga bagian dalam dari *fresh water generator* dapat dipertahankan tinggu kevakumannya, yang mana merupakan syarat suhu penguapan (*evaporation)* yang rendah yaitu (35^oC-50^oC). Dari air yang di didihkan lalu menghasilkan uap air yang naik melewati *demister* dan diteruskan ke *condensor*, dimana pada *condensor* di kondensasikan oleh pendingin air laut dan menghasilkan extract air tawar berupa titik – titik air tawar. Sedangkan air asin atau konsentrat garam yang tersisa secara bertahap di keluarkan dari *evaporator shell* ke *over board* melalui *brine line*.

Selanjutnya, pompa *ejector* juga menyediakan air laut ke air *ejector*, lalu extract air tawar yang berupa titik – titik air tawar tadi ditampung ditempat penampungan air tawar hasil destilasi yang disebut *Hot Well* yang berada tepat dibawah *condensor* pada *fresh water generator*, dan pompa destilasi memompakan air yang sudah diproduksi dari *fresh water generator* ke tangki penyimpanan air tawar. Setiap air yang sudah jadi yang dipompa ketangki penyimpanan air tawar sebelumnya harus melewati *salinity indicator*. *Salinity indikator* berfungsi sebagai sensor untuk memeriksa kadar garam dari air yang telah di produksi yang normalnya 10 PPM. Pada temperature *evaporator* menerangkan bahwa pemeriksaan temperatur evaporator sangat penting dilakukan, untuk tujuan menghindari bahaya dari terbentuknya endapan keras. Oleh sebab itu, dianjurkan pada temperatur *evaporator* selalu diperiksa secara terus-menerus dengan pengecekan pada thermometer yang di tempatkan pada *evaporator* ketika *fresh water generator* beroperasi untuk menghindari terjadinya endapan keras. Maka yang harus dilakukan adalah:

a. Penambahan secara terus-menerus pada air pengisian *evaporator* sebanyak 2-4 PPM dari *chemical sodium polyphosphate* untuk memperlambat timbulnya endapan *calcium bicarbonate* dan mencegah temperature evaporator lebih dari 70^0C.

b. Penambahan secara terus menerus *chemical polyphosphate* sebanyak 2-4 PPM untuk memperpanjang rantai campuran kimia secara alami serta mencegah terbentuknya endapan keras pada pipa-pipa *evaporator*.

4. Pengoperasian*Fresh Water Generator*

Berdasarkan *Manual Book fresh water generator* SONDEX Type SFD13-20, pengoperasian *fresh water generator* sebagai berikut:

a. Proses menjalankan *Fresh Water Generator* (ON)

Sebelum menjalankan, pastikan semua kran masih tertutup. Keran masuk dan keluar dari *jacket cooling water* dari *heat exchanger*, keran *vacuum breaker*, keran keluar dari pompa destilasi, keran air yang masuk menuju *heat exchanger*, dan keran *bottom blow*. Adapun proses menjalankan sebagai berikut:

1) Buka kran keluar dan masuk dari air pendingin kondensor dan pastikan air pendingin masuk ke kondensor.
2) Jalankan pompa *ejector* dan kemudian buka keran keluar dan keran keluar *overboard.*
3) Buka keran air tawar dan pastikan air laut masuk ke *heat exchanger*. Kualitas air tawar dapat dilihat dengan cara membaca dari *compound gauge* yang ada di depan lubang air tawar. Jaga kualitas dari air tawar dengan melihat *compound gauge*.
4) Ketika vacuum mencapai 70cmHg, buka keran masuk dan keluar dari *jacket cooling water* untuk *heat exchanger*. Keran keluar dari *jacket cooling* ditutup pelan-pelan agar tidak terjadi panas yang berlebihan.
5) Udara yang keluar di *heat exchanger* harus di buka ketika air *jacket cooling* telah menuju *heat exchanger* dan harus ditutup kembali setelah udara benar-benar keluar.

6) Jalankan *salinity alarm*, kemudian periksa kadar dari air tawar.

7) Ketika proses destilasi, air tawar akan naik dan tampak pada gelas duga pada hisapan pipa dari pompa destilasi, jalankan pompa destilasi dan atur kualitas air keran cerat dari pompa destilasi. Jika ada yang tidak normal pada tekanan keluar dari pompa destilasi, maka hasilnya tidak akan selalu sama (tekanan keluar normal 1.4 – 2.2 kg/cm^2) atau (0.137 – 0.216 MPa).

b. Proses mematikan *fresh water generator* (OFF)

Ketika kapal akan tiba dipelabuhan atau lego jangkar, *fresh water generator* sangat perlu sekali di hentikan, karena pada banyak tempat air laut mungkin terjangkit oleh bakteri dan akan berisiko jika bakteri tercampur pada produksi air tawar. Sebelum *fresh water generator* di matikan, pertamakali keran by-pass untuk air *jacket cooling* harus dibuka.

1) Tutup keran masuk dan keluar dari *heat exchanger*.
2) Matikan pompa destilasi.
3) Matikan salinity alarm.
4) Tutup keran air tawar.
5) Matikan pompa *ejector*.
6) Tutup keran masuk dan keluar dari kondensor.
7) Buka keran vacuum
8) Tutup keran keluar *overboard* dan keran masuk dari pompa *ejector*.

Catatan:

a) Alirkan air tawar beberapa menit untuk mendinginkan *heat exchanger*.

b) Jangan membuka keran *bottom blow* pada saat masih ada tekanan kevakuman karena air laut pada *heat exchanger* dapat merusak *deflector*.

c) Jika ingin menghentikan untuk waktu yang lama, kosongkan air laut pada *heat exchanger* dengan membuka keran *bottom blow* yang ada pada *heat exchanger*.

5. Unsur-unsur Kandungan Garam Pada Air Laut

Menurut Leslie Jackson dan Thomas D. Morton dalam buku General Engineering Knowledge for Marine Engineers.

Tabel 2.1 Kandungan Garam pada Air Laut

Kadar Garam (Zat Padat)	**Simbol Kimia**	**Jumlah Larutan Dalam (%)**	**PPM**
Sodium chloride	NaCl	79	25000
Magnesium Chloride	$MgCl_2$	10	3000
Magnesium Sulphate	MgSO4	6	2000
Calcium Sulphate	CaSO4	4	1200
CalciumBicarbonate	Ca(HCO3)2	<1	200

Sumber: *Buku General Engineering Knowledge for Marine Engineers,Leslie Jackson and Thomas D. Morton*.

Penjelasan kandungan garam pada air laut:

a. *Sodium Chloride* (NaCl)

Sodium Chloride adalah kandungan yang sangat besar pada air laut. Konsentrasinya sangat berat dapat menyebabkan busa di bawah kondisi pemanasan. Berat jenis *Sodium Chloride* terpisah dari larutan dengan cepat ketika terjadi peningkatan tekanan dan *temperature*.*Sodium* chloride dapat berhubungan dengan *magnesium sulphate* membentuk *sodium sulphate* dan *magnesium chloride.*

b. *Magnesium Chloride* ($MgCl_2$)

Dapat larut dibawah kondisi pemanasan normal, tetapi hanya beberapa jumlah yang dapat terpecah membentuk *hydrochloric acid* dan *magnesium hydroxide,* endapanya bersifat lunak. *Hydrochloric acid* dapat bereaksi menyebabkan karat pada pipa-pipa *evaporator* pada kondisi Ph yang rendah dari air pemanas.

c. *Magnesium Hydroxide*

Larutannya sangat sedikit dan lebih banyak terdapat susunan *magnesium* dalam pemanasa, karena daya larut yang rendah dapat mengendap dan membentuk endapan keras, tetapi dengan perawatan yang baik dapat dicegah dan keluar dari pemanasan.

d. *Magnesium Sulphate* ($MgSO_4$)

Dapat larut di bawah kondisi pemanas normal, tetapi jika berat jenisnya terlalu besar dapat membentuk endapan keras.

e. *Calsium Sulphate* ($CaSO_4$)

Merupakan bentuk endapan keras yang sangat merusak dalam air laut,endapannya tipis dan keras pada *temperature* diatas 140^oC atau pada berat jenis di atas 96000 P.P.M, yang sangat besar terhadap proses perpindahan panas dan dapat menyebabkan kelebihan panas dan kerusakan permukaan *evaporator*.

f. *Calsium Bicarbonate* ($Ca[HCO_3]_2$)

Calsium bicarbonate sebagian kecil dapat larut dalam pendingin, tetapi ketika dipanaskan diatas 65 ^oC akan mulai terurai dan melepaskan *carbon dioxide* yang sisanya adalah *calcium carbonate* yang dapat larut dalam air pendingin, tetapi ketika dipanaskan diatas *temperature* 90 ^oC akan terurai. *Carbon dioxide* akan terpisah dan menghasilkan *magnesium hydroxide* sehingga endapannya bersifat sementara dan lunak.

6. Perawatan *Fresh Water Generator*

Berdasarkan buku **Manajemen Perawatan dan Perbaikan oleh NSOS,** strategi untuk melakukan perawatan dapat dilakukan dengan cara, antara lain:

a. Perawatan insidentil terhadap perawatan berencana

   Perawatan insidentil mempunyai arti jika membiarkan pesawat bekerja sampai rusak. Maka pada dasarnya biaya operasi mesin pesawat itu akan meningkat dan sangat mahal. Dengan perawatan berencana, maka kerusakan akibat beban yang telah di kerjakan oleh *fresh water generator* dapat di perkecil.

b. Perawatan pencegahan terhadap perawatan perbaikan

   Di dalam perawatan pencagahan terhadap *fresh water generator* sebelum terjadi kerusakan, kita mengantisipasi dengan jalan pencegahan. Sebelum kondisi pesawat tersebut terjadi gangguan kita harus menggunakan metode tertentu untuk menelusuri perkembangan yang akan terjadi.

c. Perawatan periodic terhadap pemantauan kondisi

   Perawatan pencegaha yang biasanya terjadi pada *fresh water generator*, yaitu dengan aturan-aturan penyetelan maupun pergantian-pergantian suku cadang dengan yang baru serta pemeriksaan-pemeriksaan pada kondisi alat-alat tertentu dari *fresh water generator*. Di dalam periode dalam tahap pemeriksaan biasanya berdasarkan pada *running hours* (jam kerja) penggunaan *fresh water generator* . Adapun tujuan dari semua ini yakni pemantauan kondisi *fresh water generator* dalam penentuan perkembangannya didalam pemeliharaan adalah dapat melakukan tindakan korektif sebelum *fresh water tersebut* mengalami kerusakan yang akan mengakibatkan kinerja mesin terganggu.

d. Pengukuran secara terus menerus terhadap pengukuran periodic

   Yaitu suatu usaha pelaksanaan pemantauan terhadap kondisi dari alat-alat tertentu pada *fresh water generator*, dilakukan dengan

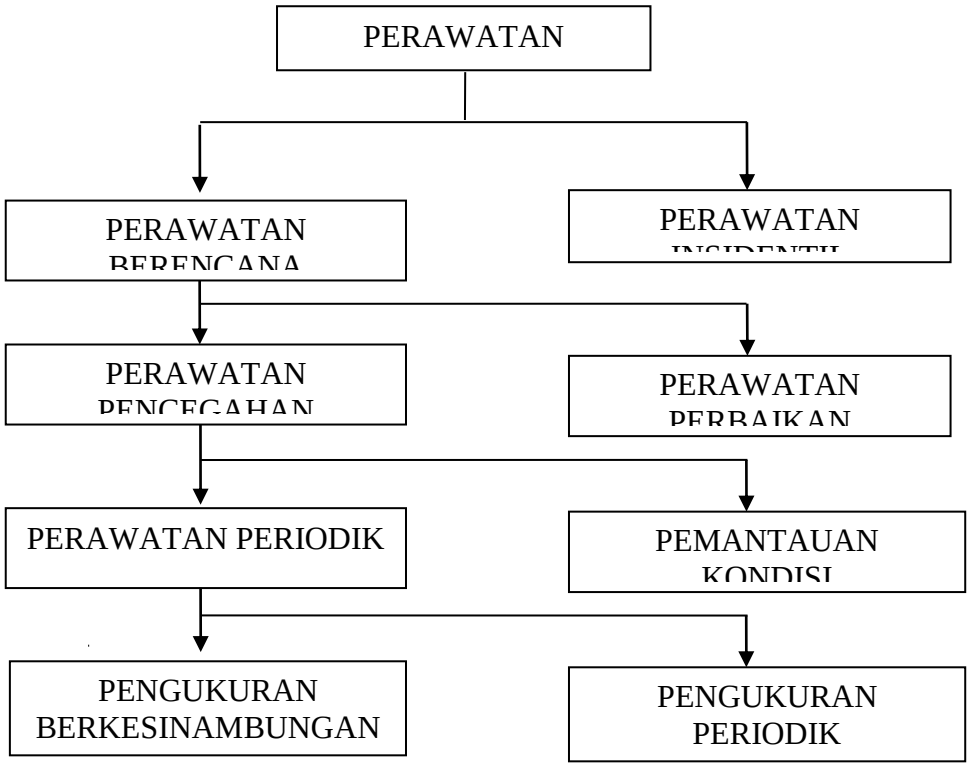
pengukuran secara bertahap dan terus-menerus yang dapat disamakan dengan penggunaan signal alarm. Adapun maksud dan tujuan pokok dari pengukuran secara periodic ini adalah untuk memberikan pengamanan kepada *safety device* yang terdapat pada *fresh water generator* agar dapat memberikan pengamanan yang maksimal terhadap pesawat bantu tersebut.

e. Pengukuran secara berkala

Yaitu suatu usaha yang dilakukan terhadap lalat-alat yang terdapat pada *fresh water generator* untuk memberikan pengamanan yang cukup atas terjadinya suatu kerusakan yang terus bertambah atau penurunan kondisi suatu alat akibat pemakaian yang berlangsung secara terus-menerus.

f. Pemantauan kondisi

Suatu usaha untuk menemukan kembali informasi tentang kondisi dan perkembangannya, sehingga tindakan korektif dapat di ambil sebelum terjadinya kerusakan.Persyaratan Biro Klasifikasi. Biro klasifikasi mempunyai peranan penting dalam perawatan berencana dalam pemantauan kondisi suatu pesawat di dalam hal mengenai penyempurnaan prosedur dan mengurangi anggaran biaya perawatan dan perbaikan serta menghindari terjadinya survey pemeriksaan. Dari siklus ini dapat disimpulkan bahwa pencatatan adalah cara yang baik untuk dilakukan analisa dan evaluasi terhadap suatu perawatan yang dilakukan. Pencatatan sendiri bertujuan untuk meningkatkan perencanaan perawatan di masa yang akan dating dengan membandingkan apa yang sudah dilakukan di masa kini di karenakan awak kapal yang selalu bergantian.



Gambar 2.1 Strategi Perawatan

7. Pengertian-Pengertian Komponen dan Istilah

Untuk lebih mengenal dan memudahkan pemahaman yang berhubungan dengan penulisan skripsi ini maka terdapat beberapa istilah-istilah atau pengertian berdasarkan buku manual book *fresh water generator* Type SONDEX SFD13-20:

a. *Fresh Water Generator*

Adalah suatu pesawat bantu yang digunakan untuk mengubah air laut menjadi air tawar dengan prinsip penguapan dan pengembunan dari pesawat pemindah panas.

b. *Vacuum*

Adalah kondisi di dalam suatu ruangan yang bertekanan kurang dari 1 atm.

c. *Ejector pump*

Adalah bagian dari *Fresh Water Generator* yang berfungsi untuk menghisap air laut dari sea chest dan diteruskan ke pipa ejektor untuk memvacumkan *separator vessel* yang diharapkan dapat membuat tingkat kevacuman hingga 70cmHg serta memompa air laut sebagai media pendingin untuk kondensor pada *fresh water generator*.

d. *Air/ brine ejector*

Adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menghampakan atau menghisap udara dan air laut di dalam separator vessel dan mengeluarkan konsentrat garam dari sisa-sisa air laut.

e. *Condensor*

Adalah suatu pesawat pemindah panas yang berfungsi sebagai media pendingin untuk mengkondensasikan atau pengembunan yang merubah uap air menjadi titik-titik air hasil penguapan air laut yang dididihkan melalui pendinginan air laut.

f. *Evaporator*

Adalah bagian dari *fresh water generator* yang berfungsi sebagai pemindah air panas dan antara *tube* (tabung) yang satu dengan *tube* yang lain untuk menguapkan air laut dengan media pemanas dari air pendingin mesin induk.

g. *Distillate pump*

Adalah sebuah pompa yang berjenis *sentrifugal* yang digunakan untuk memompa air tawar yang dihasilkan menuju tangki penampungan air tawar.

h. *Distillate water*

Hasil penyulingan air laut yang dirubah menjadi extract air tawar.

i. *Flow meter*

Suatu alat yang berfungsi untuk mengetahui jumlah air yang keluar dari hasil produksi *fresh water generator* sebelum masuk ke tangki penyimpanan.

j. *Gland packing*

Adalah suatu alat yang menahan udara luar agar tidak masuk ke dalam sistem poros yang berputar sehingga hisapannya akan sempurna.

k. *Separator vessel*

Suatu bejana yang berisi *evaporator* dan kondensor dan diantara sisi *evaporator* dan kondensor terdapat sekat pemisah yang disebut *deflector*.

B. Kerangka Pemikiran

Dalam rangka mempermudah pembahasan skripsi mengenai perawatan *fresh water generator* agar dapat mempertahankan produksi air tawar maka yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi permasalahan atau keadaan yang terjadi seputar perawatan *fresh water generator*, serta menganalisa penyebab terjadinya gangguan serta melanjutkan mencari solusi pemecahan permasalahan yang terjadi, sebagai berikut:

1. Keadaan yang terjadi

Permasalahan yang pernah terjadi pada *fresh water generator* diatas kapal adalah menurunnya hasil produksi air tawar sehingga kebutuhan air tawar diatas kapal tidak tercukupi.

2. Penyebab

Penyebab menurunnya hasil produksi air tawar sehingga kebutuhan air tawar tidak mencukupi diakibatkan karena:

a. Turunnya tekanan pompa *ejector* yang menyebabkan tidak tercapainya tingkat kevacuman pada *fresh water generator*.

b. Adanya endapan sisa-sisa penguapan dari air laut pada pipa *evaporator* dan *condenser.*

c. Kurangnya dilakukan perawatan berencana pada *fresh water generator*.

3. Akibat

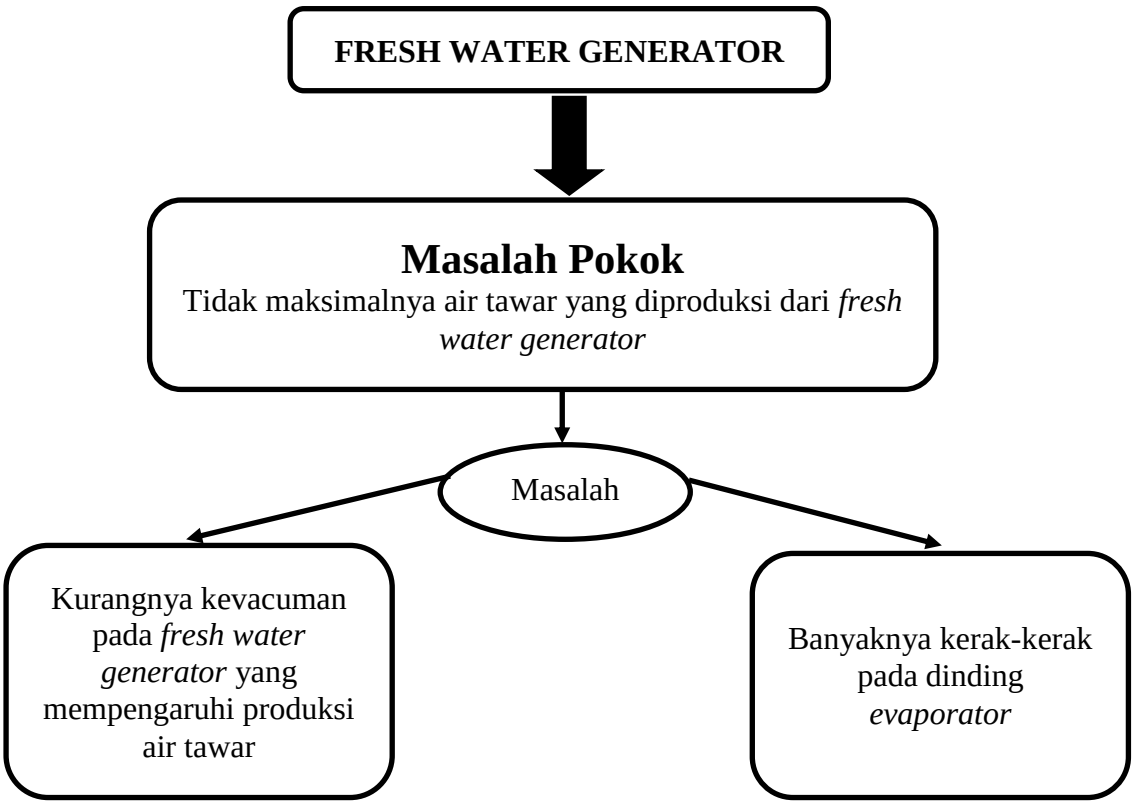
Akibat yang ditimbulkan dari masalah tersebut adalah dapat mengakibatkan tidak tercapainya produksi air tawar yang sesuai dengan yang telah ditentukan dan juga akan mempengaruhi kelancaran dalam pengoperasian kapal.

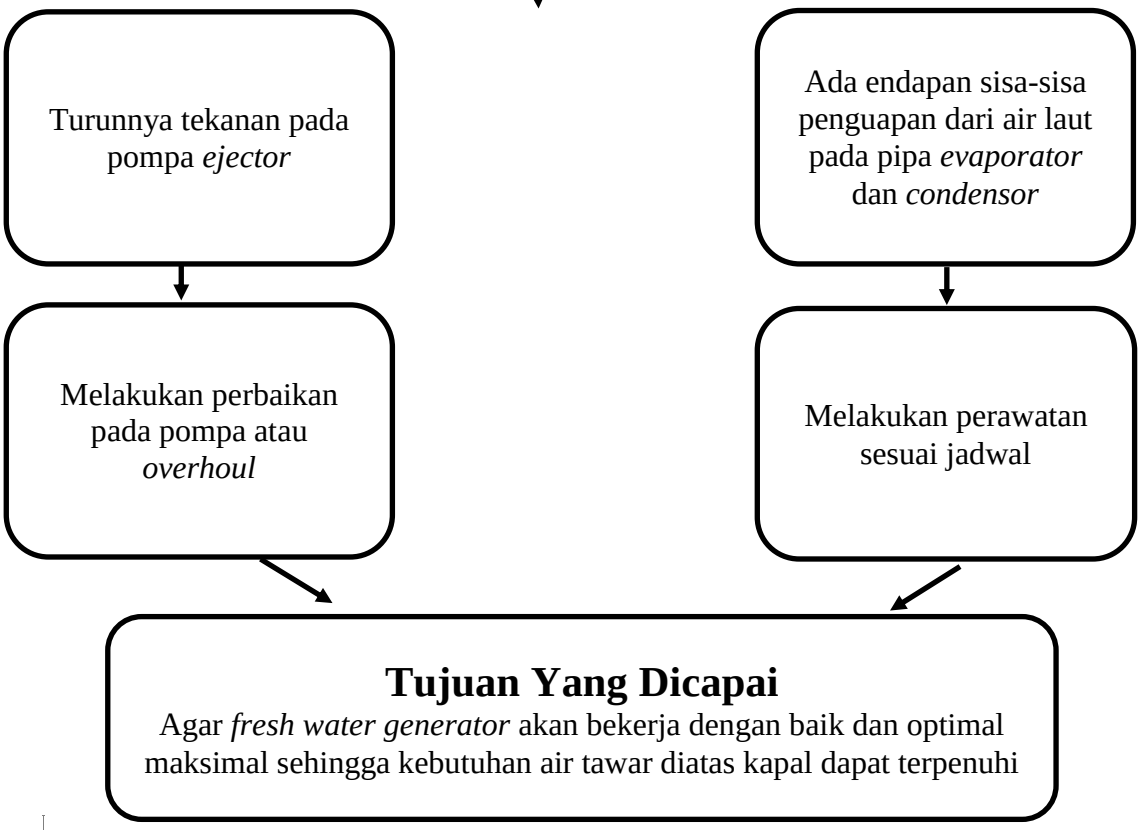
4. Pemecahan masalah

Dalam mengalami penurunan produksi air tawar untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan pengawasan yang baik dalam perawatan dan perbaikan pada instalasi *Fresh Water Generator* secara teliti dan teratur yang sesuai dengan *planning maintenance system (*PMS).

5. Tujuan

Adapun suatu tujuan yang akan dicapai dalam tindakan pemecahan masalah yang timbul adalah untuk menjaga hasil produksi air tawar dan juga untuk memperlancar pengoperasian dari kapal.


FRESH WATER GENERATOR
Masalah Pokok
Tidak maksimalnya air tawar yang diproduksi dari *fresh water generator*
Masalah
Kurangnya kevacuman pada *fresh water generator* yang mempengaruhi produksi air tawar
Banyaknya kerak-kerak pada dinding *evaporator*



Gambar 2.2 Diagram Rencana Perawatan

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu Penelitian

Penelitian berlangsung ketika penulis melaksanakan praktek laut (prala) selama dua belas bulan disebuah perusahaan Indonesia, PT. VSHIP INDONESIA pada salah satu kapal curah yang bernama MV. SINAR KUTAI. Penelitian terhitung sejak tanggal 16 Februari 2016 sampai dengan 19 Feburai 2017. Selama praktek tersebut digunakan untuk mengamati dan meneliti permasalahan diatas kapal yang meliputi mesin induk ataupun permesinan bantunya. Dan khususnya untuk penelitian penulis melakukannya pada *fresh water generator*.

2. Tempat Penelitian

Tempat dimana penulis melaksanakan penelitian selama praktek laut di atas kapal, dengan data kapal sebagai berikut:

SHIP'S NAME	:	SINAR KUTAI
FLAG	:	SINGAPORE
REGISTRY	:	SINGAPORE
CALL SIGN	:	9V9264
OFFICIAL NO	:	396850
MMSI NO	:	564136000
SHIP'S TEL	:	870 773188489
IMO NO	:	9494151
HULL NO	:	1339
CLASS	:	LLYODS REGISTER
TYPE OF SHIP	:	B (STEEL BULK CARRIER)

P&I CLUB	:	BRITTANIA STEAMSHIP INSURANCE ASSOSIATION LTD.
INSURANC	:	BNP PARI BAV CERTIFIED OPERATION AREA : AREA A1, A2 & A3
LOA	:	190 Mts
LBP	:	183 Mts
BREADTH	:	32.26 Mts
DEPTH	:	18.50 Mts
BULBUS BOW	:	3.8 Mts
FWA	:	296 MM
LIGHT SHIP	:	10420 MT
PROPELLER	:	RIGHT HAND, FIXED PITCH, SINGLE SCREW MAIN
ENGINE	:	DIESEL, STX MAN 6S50MC-C
BHP	:	9480.0 KW
BUILDER	:	STX OFFSHORE & SHIPBUILDING CO LTD. KOREA
KEEL LAID	:	2010 DELIVERED : 2011
GRT	:	33348
NRT	:	19342
GRAIN CUBIC CAPACITY	:	71915.3
PANAMA CUBIC:		110833
PANAMA TONNAGE	:	27638
SUEZ GRT	:	34638.62
SUEZ NRT	:	30886.25
FWG GENE-RATOR CUP	:	20/DAY

B. Metodologi Pendekatan dan Teknik Pengumpulan Data

1. Metode Pendekatan

Metode deskriptif kualitatif adalah teknik analisis yang akan digunakan untuk menggambarkan suatu kejadian atau peristiwa yang terjadi diatas kapal berdasarkan pengamatan dan pandangan dengan melihat data-data yang ada. Dengan menggunakan teknik analisis yang diterapkan diatas, diharapkan penelitian skripsi ini dapat menghasilkan suatu solusi atau pun pemecahan masalah yang tepat dan akurat, baik dalam mengamati dan menangani tentang permasalahan yang diangkat. Untuk mendapatkan data yang lengkap, obyektif, akurat, serta dapat dipertanggung jawabkan, untuk mencari suatu gambaran dan pandangan yang benar diperlukan teknik-teknik tertentu untuk mengumpulkan data tersebut.

2. Teknik pengumpulan data

a. Observasi

Observasi adalah pengamatan yang dilakukan terhadap sesuatu situasi atau keadaan yang sudah ada secara spontan dan ilmiah yang kemudian hasil pengamatan tadi disimpulkan. Kesimpulan yang didapat akan bersifat objektif karena pengamatan dilakukan secara ilmiah. Dalam melakukan pengamatan terhadap permesinan bantu *fresh water generator* dikapal MV. SINAR KUTAI penulis sering menemukan hal-hal yang bertentangan dengan instruction book, misalnya *fresh water generator* tidak mendapatkan perawatan yang baik dari masinis yang bertanggung jawab terhadap mesin bantu tersebut. Selain itu penulis juga mendukung agar *fresh water generator* dapat memproduksi air tawar secara maksimal, misalnya menjaga kevakuman pada ruang vakum, menjaga suhu air laut yang masuk ke dalam *condensor*, serta suhu air pendingin jacket yang keluar dari mesin induk. Pengamatan tersebut hanya sebagian kecil

dari pekerjaan di kapal karena banyak pekerjaan lain yang harus dilakukan.

b. Wawancara dan diskusi

Wawancara adalah percakapan dengan bertatap muka dengan tujuan untuk memperoleh informasi yang aktual, untuk menaksir dan menilai kepribadian individu, atau untuk tujuan konseling atau penyuluhan. Metode wawancara ini penulis menanyakan langsung kepada masinis dua yang bertanggung jawab untuk kelancaran kerja pesawat *fresh water generator*, serta masinis-masinis lain yang lebih tahu tentang permasalahan tersebut. Adapun tujuan pokok dari wawancara adalah untuk memperoleh data-data yang aktual secara langsung mengenai pesawat *fresh water generator*, dan berguna dalam pengumpulan data-data dan jawaban yang penulis belum mengerti dan belum tahu mengenai berbagai permasalahan dalam skripsi ini.

c. Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan teori yang digunakan sebagai dasar untuk memecahkan masalah yang diambil dari mempelajari suatu buku atau hasil penelitian terdahulu. Dengan demikian maksud dari studi pustaka ini adalah untuk mengambil teori-teori yang akan dijadikan sebagai penyelesaian suatu masalah yang diambil dari buku-buku, baik yang ada pada kapal maupun yang ada di perpustakaan, adapun buku-buku yang digunakan ditaruh di daftar pustaka dan dapat dilihat.

d. Dokumentasi

Dokumentasi adalah suatu cara pengumpulan data yang diperoleh dengan cara membaca atau melihat arsip-arsip dan surat-surat serta file-file yang terdapat dikamar mesin. Data-data yang diperoleh dengan metode ini merupakan data yang konkrit yang dapat memberikan keterangan nyata dan benar-benar tentang kasus yang terjadi di atas kapal selama pelayaran. Dimana data-data tersebut di

arsipkan sebagai dokumen kapal. Adapun arsip-arsip dan surat-surat yang terdapat di kamar mesin tersebut antara lain adalah:

1) *Check list*.
2) Pengisian jurnal pengoperasian *fresh water generator*.
3) Buku manual *fresh water generator*.

Di setiap kapal terdapat dokumen-dokumen yang berhubungan dengan kapal, dan untuk permesinan kapal memiliki dokumen-dokumen tersendiri yang bisa disebut dengan *instruction manual book*, dimana buku ini memuat antara lain sistem kerja pesawat bantu, bagian-bagian dari pesawat bantu, serta panduan perawatan.

C. Subjek Penelitian

Yang menjadi subjek fokus penelitian adalah tentang *fresh water generator*, yang dialami oleh penulis selama melaksanakan praktek laut (prala), yaitu dengan objek penelitian tentang kevacuman pada pesawat bantu untuk mengubah air laut menjadi air tawar (*fresh water generator*) di kapal MV.SINAR KUTAI.

D. Teknik Analisis Data

Adapun teknik analisis data yang digunakan penulis dalam menyusun skripsi ini adalah analisa akar permasalahan. Pada skripsi ini penulis berusaha untuk menjelaskan dan menggambarkan hal-hal yang dialami penulis selama melaksanakan praktek laut. Pengamatan dan pandangan dari penulis melihat data yang ada, mulai dari membaca kumpulan data dan memikirkan pemecahan-pemecahan masalah yang terbaik sehingga masalah yang timbul dapat diselesaikan dengan baik dan dilengkapi dengan solusinya.

BAB IV
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data

Permasalahan yang akan di kaji dalam skripsi ini yaitu menurunnya produksi air tawar pada pesawat bantu *fresh water generator*. Sehingga ketika dalam pelayaran yang jauh selalu mengalami kekurangan air tawar di atas kapal yang mengakibatkan di lakukannya pengaturan penggunaan air tawar yang dapat mengganggu aktifitas pengoperasian kapal. Untuk itu dalam kajian ini penulis berusaha memberikan gambaran yang jelas dalam mengutarakan fakta-fakta permasalahan yang terjadi pada pesawat bantu *fresh water generator*.

Di dalam hal mengutarakan fakta-fakta yang terjadi selama *fresh water generator* beroperasi dengan tujuan untuk menghasilkan air tawar yang baik untuk memenuhi kebutuhan air tawar di atas kapal, dengan cara melakukan perawatan terhadap semua komponen pesawat bantu *fresh water generator* seperti pada pompa *ejector*, pipa *condenser*, dan menjaga kevacumannya agar dapat berfungsi dengan baik. Keuntungan dari air tawar yang dihasilkan oleh *fresh water generator* yaitu air destilasi (air pengembunan) yang dihasilkan benar-benar murni hasil penguapan, tidak bersifat korosif (karat) dan banyak mengandung mineral. Sehingga sangat baik untuk digunakan sebagai pendinginan serta untuk pengisian air boiler dan kebutuhan anak buah kapal. Data-data yang penulis temukan di atas kapal diantaranya:

1. Kurangnya Kevakuman Pada *Fresh Water Generator* yang Mempengaruhi Produksi Air Tawar

Pada tanggal 28 September 2016, kapal MV. SINAR KUTAI berlayar dari pelabuhan muat di Shuaiba (Kuwait) menuju pelabuhan bongkar Sharjah (UAE). Pada saat pengoperasian *fresh water generator*

dijalankan semua dalam kondisi normal. Tetapi setelah kapal *full away*, dan *fresh water generator* beroperasi selama 4 jam terjadi *alarm* pada pompa *ejector* yang menunjukan tekanan hisap pompa menurun menjadi 2 bar yang normalnya 4 bar. Hal ini menyebabkan menurunnya tekanan dari *vacum gauge* yang menurun sampai menunjukkan 60 cmHg sehingga di cari penyebab turunnya kevakuman, ternyata setelah dilakukan pengecekan oleh masinis 4 diketahui penyebabnya bahwa tekanan dari pompa *ejector* menurun. Untuk mengatasi masalah ini, masinis 4 memberitahukan dan meminta ijin kepada masinis 2 untuk menghentikan pengoperasian *fresh water generator* dan melakukan pengecekan pada pompa *ejector*. Dan setelah melakukan pembongkaran pada pompa *ejector* (membuka tutup *impeller*) untuk melakukan pengecekan kondisi *impeller* ternyata terjadi penyumbatan yang di akibatkan pada bagian sudu-sudu *impeller* terkena korosi. Lalu masinis 4 mengambil tindakan dengan cara mengganti *impeller* pompa *ejector* dengan yang baru.

2. Banyaknya Kerak-kerak Pada Dinding *Evaporator*

Produksi air tawar pada *fresh water generator* yang normalnya memproduksi 20 ton per hari menjadi sangat sedikit yaitu 15 ton per harinya, ketika dilakukan pengecekan jumlah produksi air tawar dihasilkan menurun dan tidak sesuai dengan yang diharapkan (pada saat oiler jaga melakukan jurnal). Untuk itu masinis 4 yang bertanggung jawab terhadap pengoperasian pada *fresh water generator* dan melakukan pengecekan bagian *evaporator* untuk dibersihkan. Setelah itu dilakukan pembersihan dengan menggunakan sikat kawat dengan diameter 10mm. Timbulnya penumpukan endapan keras ini disebabkan karena kurangnya ketelitian didalam pengoperasian dari *fresh water generator*. Yang selama ini dilakukan pengamatan, ketika menjalankan *fresh water generator*, dalam hal pemberian aliran air pemanas tidak dilakukan secara bertahap, sehingga sering terjadi kelebihan pemanas secara mendadak (*over heat*) pada bagian

evaporator serta didalam pengaturan temperature aliran pemanas temperaturnya tidak tetap tetapi lebih dari 95ºC. Hal ini melebihi standart nilai yang ditentukan didalam buku petunjuk yang yang batas maksimalnya adalah 85ºC. Kejadian ini dapat menimbulkan penumpukan pada endapan keras pada bagian dinding dan pipa *evaporator*, karena telah melebihi batas penguapan air laut yang dapat terurai menjadi senyawa baru pada air laut yang dapat menimbulkan endapan tersebut serta dalam menghentikan pengoperasian *fresh water generator* dalam melakukan pendinginan (*cooling down*) kurang lama, dan sisa air laut yang ada di dalam *evaporator* tidak dibuang. Hal ini sangat berpengaruh karena sisa air laut yang ada di dalam pipa-pipa dan pada dinding *evaporator* yang temperaturnya masih panas akan mengendap dan menimbulkan karat pada permukaan *evaporator*, untuk itu harus melakukan pendinginan pada bagian *fresh water generator* dan menutup rapat aliran pemanas dan pendinginan dilakukan sampai temperature *evaporator* sama dengan temperature ruangan kamar mesin, dan air yang ada di dalam *fresh water generator* dibuang keluar sehingga tekanan di dalam ruang *fresh water generator* sama dengan tekanan luar (1 atm).

B. Analisis Data

Dari deskripsi data diatas, maka masalah dapat dianalisis sebagai berikut:

1. Kurangnya Kevakuman Pada *Fresh Water Generator* yang Mempengaruhi Produksi Air Tawar

a. Kevacuman pada *fresh water generator* akan berkurang karena turunnya tekanan hisap pompa *ejector* yang disebabkan oleh:

1) Tersumbatnya bagian sudu-sudu *impeller* pada pompa *ejector*. Hal ini di akibatkan karena sudu-sudu *impeller* terkena korosi dan banyaknya kotoran-kotoran yang mengendap seperti lumut

atau kerak yang mengakibatkan turunnya tekanan hisap pada pompa *ejector* yang terlihat pada alat pengukur tekanan *(pressure gauge)* sehingga terjadi penurunan kevacuman pada *fresh water generator*.

2) Banyaknya kotoran yang menumpuk pada saringan hisapan pompa *ejector* tersebut, sehingga dapat mengurangi hisapan dari pompa *ejector* dan bila tidak ditangani segera maka akan berdampak kepada kurangnya jumlah air laut yang masuk kedalam system dan bila air laut yang masuk sedikit berarti akan berdampak pula kepada produktivitas air tawar dalam *fresh water generator*.

3) *Gland packing* pompa *ejector* rusak sehingga hisapan pada pompa tidak sempurna yang mengakibatkan turunnya tekanan hisap pada pompa *ejector.*

b. Dari kurangnya kevakuman *fresh water generator*, seharusnya:

1) Menjaga kondisi dari sudu-sudu *impeller* agar tidak terjadi korosi dengan cara melakukan pengecekan terhadap sudu-sudu *impeller* maksimal satu bulan sekali. Jika *impeller* tidak layak pakai dan tidak dapat dibersihkan lagi, sebaiknya diganti dengan yang baru.

2) Melakukan pengecekan terhadap saringan hisapan pompa *ejector* agar terhindar dari adanya penumpukan kotoran yang dapat mengurangi hisapan pompa *ejector*. Jika saringan sudah rusak atau tidak layak pakai, sebaiknya diganti dengan yang baru.

3) Melakukan pengecekan terhadap *gland packing* . jika *gland packing* robek atau tidak dapat mencegah dari kebocoran, sebaiknya diganti dengan yang baru.

2. Banyaknya Kerak-kerak Pada Dinding *Evaporator*.

a. Banyaknya kerak-kerak pada dinding *evaporator* dapat disebabkan oleh:

1) Adanya pembentukan berupa endapan keras pada *evaporator*. Endapan keras adalah endapan yang terbentuk dari hasil penguapan air laut yang kadar garamnya sangat tinggi yang terjadi pada *evaporator*. Kemudian endapan keras ini lama-lama akan menumpuk dan dapat bersifat sebagai isolasi sehingga dapat menghambat proses perpindahan panas yang terjadi dan dapat menimbulkan kelebihan panas *(over heating)* pada bagian *evaporator*. Proses pembentukan endapan keras terjadi dengan sangat cepat yang dapat berpengaruh terhadap proses perpindahan panas yang terjadi tidak sempurna atau kurang baik karena terhalang oleh endapan keras yang ada sehingga produksi air tawar akan menurun dan akan mengakibatkan kelebihan panas yang berdampak pada kerusakan pipa-pipa serta karat pada *evaporator.*

2) Terjadinya penumpukan endapan sisa-sisa air laut pada pipa-pipa *condenser* akibat kadar garam yang sangat tinggi yang lama-lama akan akan menumpuk sehingga dapat menghambat proses pendinginan uap air atau menghambat proses kondensasi akibat sedikitnya air laut yang masuk kedalam pipa sehingga proses pendinginan atau kondensasi tidak maksimal,hal ini jg dapat menyebabkan turunnya produksi air tawar pada *fresh water generator.*

3) Kurangnya pembilasan dengan air bersih pada *evaporator* saat selesai mematikan *fresh water generator*. Hal ini dapat memicu terbentuknya kerak-kerak pada evaporator karena sisa-sisa dari air laut yang ada pada *evaporator* yang tidak terbuang habis saat melakukan pembilasan dengan menggunakan air bersih.

b. Dari banyaknya kerak-kerak pada *evaporator*, seharusnya:

1) Melakukan pembilasan pada *evaporator* dengan air bersih lebih banyak lagi, dan dilakukan berulang-ulang sebanyak 3 kali untuk memastikan tidak ada lagi endapan air laut yang dapat menimbulkan terbentuknya endapan-endapan keras atau kerak-kerak pada *evaporator*.
2) Membersihkan *evaporator* dengan cairan bahan kimia selama 1 bulan sekali untuk mencegah adanya endapan yang terbentuk. Dan juga dapat memelihara kondisi dari *evaporator* agar tetap bersih.
3) Melakukan pengecekan secara rutin pada *evaporator* untuk menghindari terbentuknya kerak-kerak pada *evaporator*.

C. Alternatif Pemecahan Masalah

Fresh Water Generator dengan kelengkapannya harus selalu dipertahankan kondisinya baik tekanan pompa maupun kadar garam yang sesusai yaitu 10 PPM, Agar hasil produksi air tawar tidak menurun. Banyak yang menyebabkan kinerja dari *fresh water generator* menjadi menurun, seperti yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, yaitu:

1. Kurangnya Kevakuman Pada *Fresh Water Generator* yang Mempengaruhi Produksi air Tawar

a. Melaksanakan perbaikan pada *impeller* pompa *ejector*

1) *Rekondisi*

Perbaikan dengan merekondisikan *impeller* yaitu setelah membuka pompa dan mengeluarkan *impeller* dari rumah pompa.

Maka kotoran dapat dibersihkan dan bila ada bagian yang sudah korosi maka dapat direkondisi dengan cara penambahan atau pengurangan bahan pada suatu bagian tetapi cara ini kurang baik digunakan untuk impeller pompa karena akan menyebabkan putaran pada pompa akan tidak seimbang dan membuat bagian lain akan rusak.

2) *Renew* (pembaharuan)

Perbaikan dengan menggunakan suku cadang yang baru dapat dilakukan bila keadaan *impeller* sudah rusak parah oleh karat dan apabila dilakukan pelapisan sudah tidak mungkin lagi dengan cara ini tentunye pompa akan bekerja dengan baik dan tidak akan mengalami gangguan terhadap putaran juga tidak akan membuat bagian lain dari pompa akan menjadi rusak.

b. Melaksanakan pembersihan atau mengganti saringan pompa *ejector* dengan yang baru

Saringan juga merupakan jalur penting dalam proses pemvacuman *fresh water generator*. Sering kali kapal memasuki alur pelayaran yang kotor, jika lubang-lubang saringan terlalu besar maka banyak kotoran yang masuk sehingga menyebabkan pompa *ejector* menurun kinerjanya. Oleh karena itu, saringan harus sering dibersihkan atau diganti bila rusak. Pada saat membersihkan saringan, kita harus hati-hati waktu membuka saringan dari rumahnya dan jangan dipaksakan agar saringan tidak rusak, kemudian dibersihkan saringan tersebut dengan menggunakan sikat kawat untuk membersihkan kerak dan kotoran lalu semprot dengan air tawar untuk pembilasan. Saringan harus selalu dibersihkan berdasarkan jam kerjanya sesuai dengan *instruction manual book*. Pelaksanaannya harus dijadwalkan dan dicatat setelah dilaksanakan untuk dokumentasi.

c. Melaksanakan perbaikan pada *gland packing* pompa dapat dilakukan dengan 2 (dua) cara, antara lain:

1) Menambah *gland packing*

Sebelum menambah *gland packing*, harus mempersiapkan *gland packing* yang dibutuhkan dengan mengukur diameter dari *gland packing*, memotong dan membersikan *grease*(gemuk) lalu bisa dipasang pada pompa ejector.

2) Mengganti keseluruhan *gland packing*

Cara pelaksanaannya sama dengan menambah tetapi cara ini membutuhkan *gland packing* yang lebih dan membutuhkan waktu yang lama untuk mengeluarkan seluruh *gland packing* yang ada di dalam pompa.

2. Banyaknya Kerak-kerak Pada Dinding *Evaporator*

Adanya endapan sisa-sisa penguapan air laut pada pipa-pipa *evaporator* dan *condenser* yang menyebabkan tersumbatnya pipa-pipa tersebut karena adanya kerak *(scale)* yang menempel sehingga pipa-pipa *evaporator* dan *condensor* menjadi buntu. Oleh karena itu, dapat diambil tindakan dengan cara:

a. Melaksanakan pembersihan pada pipa-pipa *evaporator*

Cara ini dapat dilakukan dengan cara menggunakan sikat *(brush)* dengan material bulu yang lunak agar tidak merusak pipa-pipa tersebut dan dengan cara menyogok pipa-pipa tersebut menggunakan pipa panjang yang kecil agar dapat masuk ke dalam pipa-pipa tersebut.

b. Melaksanakan pemberian *chemical* secara berkala

Pemberian *chemical* secara berkala adalah salah satu tindakan perawatan. Pemberian *chemical* ini berfungsi untuk meminimalisir terjadinya endapan sisa air laut dan kebocoran pada pipa-pipa. Pemberian *chemical* pada *fresh water generator* ada 2 (dua) jenis, yaitu:

1) *Ameroyal evaporator treatment*

Ameroyal evaporator treatment ini berfungsi untuk mencegah endapan kerak dan buih yang tinggi dalam *fresh water generator*. *Ameroyal* ini dimasukan langsung ke dalam *fresh water generator* pada saat beroperasi.

2) *Saf acid descaling compound*

Sedangkan *saf acid* digunakan pada saat *fresh water generator* tidak beroperasi. Cara melakukannya adalah dengan merendam bagian-bagian dari *fresh water generator*.

D. Evaluasi Terhadap Alternatif Pemecahan Masalah

Dari beberapa alternative pemecahan masalah yang didapatkan dan diterangkan diatas, maka didapatkan evaluasi alternatif pemecahan masalah untuk mendapatkan jawaban dan solusi yang lebih tepat didalam membuat keputusan dalam melakukan pekerjaan, sebagai berikut:

1. Kurangnya Kevakuman Pada *Fresh Water Generator* yang Mempengaruhi Produksi Air Tawar

Evaluasi untuk mengatasi kurangnya kevakuman pada *fresh water generator* adalah:

a. Melaksanakan perbaikan pada *impeller* pompa *ejector*

Untuk mengatasi masalah ini kita dapat melakukan dengan 2 (dua) cara, yaitu:

1) Rekondisi

– Keuntungan:

Dapat dilakukan ketika tidak adanya *spare* di atas kapal pada saat kapal sedang berlayar dan tidak perlu menunggu sampai kapal tiba di pelabuhan untuk membeli *impeller* yang baru.

– Kerugian:

Dalam pengerjaannya dapat memakan waktu yang lama karena *impeller* harus diperiksa terlebih dahulu. Lalu dibersihkan setelah itu baru dapat dilakukan pengelasan. Dapat menyebabkan putaran pada pompa tidak seimbang dan membuat bagian lain akan rusak. Umur dari *impeller* tidak akan bertahan lama karena bahan yang digunakan tidak sama dengan yang asli sehingga akan cepat korosi.

2) *Renew* (pembaharuan)

– Keuntungan:

Dapat lebih mudah dalam melakukan pengerjaannya karena hanya tinggal mengganti dengan *spare* yang ada di atas kapal. Tidak memakan waktu yang lama dalam pengerjaannya. Umur dari *impeller* tentunya akan dapat bertahan lama. Putarannya akan normal sehingga tidak perlu khawatir karena tidak akan merusak bagian-bagian yang lain dari pompa tersebut dan pompa akan bekerja dengan optimal.

– Kerugian:

Jika tidak ada *spare* di kapal maka masinis akan menunggu sampai datangnya barang tersebut sehingga *fresh water generator* tidak dapat di operasikan dan air tawar tidak dapat di produksi selama kapal berlayar. Perusahaan akan mengeluarkan biaya yang banyak untuk membeli dan mengirim *impeller* tersebut ke atas kapal.

b. Melaksanakan pembersihan atau mengganti saringan pompa *ejector* dengan yang baru, dengan cara sebagai berikut:

1) Membersihkan saringan yang kotor

– Keuntungan:

Tidak perlu menunggu jika tidak ada saringan yang baru pada saat kapal berlayar dan hanya perlu membersihkannya saja. Tidak memakan biaya yang banyak bagi perusahaan.

– Kerugian:

Akan memakan waktu dan proses yang lama dalam melakukan pembersihannya. Pompa *ejector* akan berhenti bekerja untuk sementara sehingga *fresh water generator* juga akan berhenti beroperasi untuk sementara jika kapal sedang dalam perjalanan.

2) Mengganti saringan yang rusak

– Keuntungan:

Akan terasa lebih mudah dalam melakukan pekerjaannya dan tidak memakan waktu yang lama. Dengan menggunakan saringan yang baru maka kualitas air laut yang didapat akan semakin bagus dan tidak banyak mengandung kotoran.

– Kerugian:

Tidak dapat di ganti jika spare di kapal tidak ada dan terpaksa hanya dapat di rekondisi dan akan memakan waktu yang lama. Perusahaan akan mengeluarkan biaya yang cukup banyak.

c. Melaksanakan perbaikan *gland packing* pompa *ejector* rusak dengan cara menambah dan mengganti dengan yang baru, dengan cara sebagai berikut:

1) Menambah *gland packing*

– Keuntungan:

Gland packing yang sudah rusak dapat ditambah dengan *gland packing* yang baru. Hal ini dapat menjaga tekanan hisap dari pompa *ejector* 2 kali lipat yaitu dari 2 bar

menjadi 4 bar dan menambah kekuatan dan ketahanan *gland packing* terhadap kebocoran yang akan terjadi.

– Kerugian:

Dengan menambah *gland packing* dengan yang baru, dapat terjadi pemborosan terhadap pemakaiannya. Dan dengan menambah *gland packing* yang baru, berarti telah mengurangi *spare* yang ada di kamar mesin.

2) Mengganti dengan *gland packing* yang baru

– Keuntungan:

Dengan mengganti *gland packing* baru, kita dapat mengetahui usia pemakaian *gland paking* tersebut. Lebih tahan lama dan lebih kuat untuk mencegah dari kebocoran karena kondisi yang baru.

– Kerugian:

Dengan mengganti *gland packing* yang baru, berarti telah mengurangi *spare* dari *gland packing* yang ada di kamar mesin. Dan juga akan terasa lebih boros, karena memakai 1 *gland packing* saja sudah cukup.

2. Banyaknya Kerak-kerak Pada Dinding *Evaporator*

Evaluasi untuk mengatasi banyaknya kerak-kerak pada dinding *evaporator* adalah:

a) Melaksanakan pembersihan pada pipa-pipa *evaporator*

– Keuntungan:

Cara ini sangat baik dilaksanakan karena tidak perlu mengganti pipa-pipa tersebut sebab akan membutuhkan waktu yang lama dan sulit.

– Kerugian:

Hal ini dilakukan hanya untuk sementara saja. Sebab bila ini dilaksanakan terus-menerus akan menyebabkan pipa-pipa menjadi rusak.

b) Melaksanakan pemberian *chemical* (bahan kimia) secara berkala sesuai dengan jam kerja dari *manual book*

– Keuntungan:

Pemberian *chemical* (bahan kimia) bertujuan untuk melunakkan endapan sisa-sisa penguapan air laut agar mudah dibersihkan dengan air bertekanan dan mudah untuk di bilas. Perawatan dengan cara ini lebih mudah dilakukan karena perawatannya cukup dengan menambahkan zat kimia pada bagian evaporator. Juga dapat mempercepat proses pembersihan dari *evaporator*. Perawatan dengan menggunakan bahan kimia ini dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu:

1) Dengan cara direndam

Dilakukan dengan cara membuka lubang pengawasan (*main hole*) lalu bahan kimia dicampurkan dengan air tawar dan dimasukkan kedalam bagian pipa *evaporator* sampai semua permukaan terendam oleh larutan kimia tersebut. Lama perendaman tergantung dari ketebalan dari endapan keras yang menempel. Tapi untuk mendapatkan hasil yang lebih sempurna, maka lama perendaman dapat dilakukan selama 24 jam. Bahan kimia yang sering digunakan untuk melakukan perawatan ini adalah *ameroyal evaporator treatment* untuk perawatan pencegahan terbentuknya endapan keras pada *evaporator* pada saat *fresh water generator* sedang beroperasi. Dan bahan kimia *saf acid descaling compound* digunakan dalam perawatan yang teratur dan sesuai jadwal yang telah

ditentukan setiap 4 bulan sekali untuk menghilangkan endapan yang melekat pada pipa-pipa *evaporator*.

2) Dengan cara sirkulasi

Cara ini dilakukan dengan menggunakan bantuan sebuah pompa untuk mensirkulasikan larutan kimia yang disambung pipa atau selang antara pompa dengan *evaporator*. Cara ini lebih efektif dibandingkan dengan cara direndam. Dimana dengan metode ini endapan keras yang melekat pada sisi-sisi *evaporator* akan mudah dan cepat hilang karena ditambah dengan adanya tekanan aliran dari pompa yang digunakan, sehingga waktu yang dibutuhkan lebih sebentar dan paling cepat memerlukan waktu 3 jam.

– Kerugian:

Pemberian *chemical* (bahan kimia) secara berlebihan dapat merubah kadar dari air tawar yang dihasilkan. Jadi pemakaian bahan kimia ini harus menurut ukuran pemakaian yang di anjurkan.

E. Pemecahan Masalah Yang Dipilih

Dari evaluasi alternatif pemecahan masalah yang didapatkan dan diterangkan diatas, maka didapatkan pemecahan masalah atau solusi yang tepat terhadap *fresh water generator*, yaitu:

1. Kurangnya Kevakuman Pada *Fresh Water Generator* yang Mempengaruhi Produksi Air Tawar

Untuk mengoptimalkan kondisi dari *fresh water generator* , maka dampak yang paling berpengaruh terhadap kevacuman pada *fresh water generator* adalah dengan cara melaksanakan perbaikan pada *impeller* pompa *ejector* agar umur dari pompa tersebut dapat bertahan lama dan pompa *ejector* dapat bekerja dengan maksimal.

2. Banyaknya Kerak-kerak Pada Dinding *Evaporator*

Kerak-kerak pada dinding *evaporator* dapat dicegah dengan cara melaksanakan pemberian *chemical* (bahan kimia) secara berkala, sehingga lebih efisien dan tidak merusak bagian-bagian dari *evaporator* tersebut serta dapat memproduksi air tawar dengan bagus. Hal ini juga memiliki dampak yang berpengaruh terhadap kevacuman pada *fresh water generator*.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari uraian sebelumnya, terutama uraian pembahasan masalah pada Bab IV dapat disimpulkan bahwa, kekurangan air di atas kapal dikarenakan kinerja dari pesawat bantu *fresh water generator* yang kurang maksimal dimana jumlah produksi yang dihasilkan tidak sesuai dengan jumlah kapasitasnya sehingga terjadi penurunan jumlah produksi air tawar yang disebabkan oleh:

1. Kurangnya Kevacuman Pada *Fresh Water Generator*

Kurangnya kevacuman pada *fresh water generator* disebabkan oleh kurangnya perawatan pada bagian sudu-sudu *impeller* pompa *ejector* sehingga terkena korosi juga kurang diperhatikannya kondisi *gland packing* pada pompa *ejector* yang sudah rusak sehingga dapat menimbulkan kotoran yang mengakibatkan tersumbatnya bagian sudu-sudu *impeller* tersebut dan dapat mengakibatkan tidak sempurnanya hisapan pada pompa.

2. Banyaknya Kerak-kerak Pada Dinding *Evaporator*

Hal ini disebabkan oleh kurangnya perawatan pada *evaporator* dengan menggunakan *chemical* (bahan kimia) secara teratur dan melakukan pembilasan dengan menggunakan air bersih pada saat mematikan *fresh water generator* yang dapat mengakibatkan timbulnya endapan-endapan keras sisa penguapan air laut yang lama kelamaan akan membentuk suatu kerak-kerak pada dinding *evaporator.*

B. Saran

1. Maka untuk menjaga kevacuman pada *Fresh Water Generator* agar tetap terjaga, dilakukan hal-hal sebagai berikut:

a. Seharusnya melaksanakan jadwal PMS (*Plan Maintenance System*) terhadap pompa *ejector* secara teratur agar tingkat kevacuman pada *fresh water generator* tidak berkurang dan tetap terjaga dengan baik.

b. Seharusnya pada bagian sudu-sudu *impeller* pompa *ejector* dilakukan pengecekan minimal 1 bulan sekali untuk menjaga agar tidak terjadi korosi yang dapat mengakibatkan penyumbatan pada sudu-sudu *impeller*.

c. Kondisi *gland packing* seharusnya selalu di cek kembali saat pemasangan pompa *ejector* terhadap pondasi dari pompa tersebut.

d. Seharusnya membuat prosedur perawatan dan pengoperasian *fresh water generator* dengan bahasa dan petunjuk yang jelas agar tidak terjadi kesalahan di dalam melaksanakan perawatan dan pengoperasian.

2. Untuk mengurangi banyaknya kerak-kerak pada dinding *Evaporator,* dilakukan hal-hal sebagai berikut:

a. Sebaiknya setelah mematikan *fresh water generator*, pastikan tidak ada sisa air laut yang mengendap di *evaporator.*

b. Sebaiknya melakukan pembilasan pada *evaporator* dengan menggunakan air bersih, agar tidak terbentuk suatu endapan keras sisa penguapan air laut yang akan membentuk kerak-kerak pada dinding *evaporator*.

c. Sebaiknya melakukan pengecekan terhadap keran-keran air laut dan memastikan semuanya sudah tertutup rapat agar tidak ada air laut yang masuk ke *evaporator*.

DAFTAR PUSTAKA

D.A Taylor, Instruction to Marine Engineering, New York: Stenqord maritime, 2003.

Jackson, Leslie Reds, General Engineering Knowledge for Maritime Engineerinh, London; Adrald Coles Nautical, 2003.

NSOS, Manajemen Perawatan dan Perbaikan, Jakarta; Badan Diklat Perhubungan, 2009.

Sondex Korea LLC, Instruction Manual Book of Fresh Water Generator, Korea; Sondex Series, Korea.

W.J.S, Poerwadinata, Kamus Besar Bahasa Indonesia, Jakarta; Balai Pustaka. 1997.

Winardi, Pengertian Optimalisasi, http://repositary.unhas.ac.id.pdf, diakses tanggal 28 Agustus 2017