



ISSN. 2716-2656 (Print)

E-Journal Marine Inside

<https://ejournal.polteknepel-banten.ac.id/index.php/ejmi/>

Vol. 4, Issue. 1, July 2022

doi.org/10.56943/ejmi.v4i1.38

Optimalisasi Kinerja Fresh Water Generator untuk meningkatkan Produksi Air Tawar di atas Kapal

Cholis Imam Nawawi¹, Anicitus Agung Nugroho², Yohandio Febrilianto

¹cholis@polteknepel-banten.ac.id, ²anicitus@polteknepel-banten.ac.id

Politeknik Pelayaran Banten

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif yaitu penelitian yang bertujuan untuk memecahkan masalah-masalah aktual yang dihadapi serta mengumpulkan data atau informasi untuk disusun, dijelaskan dan selanjutnya dianalisis. Permasalahan yang sering terjadi dalam freshwater generator yaitu ketidاكلancaran aliran air tawar dan air laut pada masing-masing pipa, suhu air tawar dan air laut yang tidak sesuai sebelum dan sesudah melewati freshwater generator, dan pergerakan atau kotoran yang menempel pada permukaan plat-plat baik itu pada evaporator maupun kondensor yang timbul akibat terjadinya penguapan pada evaporator dan pengembunan yaitu pada kondensor. Hal tersebut berakibat pada tidak optimalnya kinerja freshwater generator, menurunnya kuantitas dan kualitas produksi air tawar yang mengganggu konsumsi kebutuhan air tawar di atas kapal. Berdasarkan hal tersebut faktor penyebabnya dapat berasal dari kevakuman yang tidak tercapai, adanya gangguan bagian evaporator dan bagian kondensor. Perlu dilakukan penanganan berkaitan dengan hal tersebut, maka penelitian dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja freshwater generator. Berdasarkan hasil teori mengenai kinerja freshwater generator, agar jika suatu saat terjadi masalah kinerja freshwater generator dapat diatasi sesuai dengan pemecahan masalah yang akan diteliti pada penelitian ini. Maka penelitian ini diharapkan mampu memberikan solusi guna meningkatkan kuantitas dan kualitas produksi air tawar di atas kapal.

Kata Kunci: *Air Tawar, Fresh Water Generator, Kapal*

PENDAHULUAN

Air adalah suatu kebutuhan makhluk hidup di muka bumi ini. Dalam kehidupan ini, air tawar merupakan salah satu kebutuhan pokok, begitu juga peranannya di atas kapal (Alva, 2011). Penyediaan air tawar di atas kapal sangat besar manfaatnya antara lain untuk kebutuhan awak kapal, juga sebagai penunjang operasional kapal, misalnya sebagai pendingin mesin induk, pendingin mesin bantu, dan untuk pembersihan tanki (tank cleaning) serta kegiatan lain di atas kapal. Pada umumnya kebutuhan air tawar di penuhi oleh supply dari darat, dan tentunya hal ini memerlukan biaya yang cukup besar untuk bunker air tawar dan juga memerlukan waktu yang cukup lama. Bilamana kapal akan berlayar jauh dan membutuhkan waktu yang lama maka kapal tersebut harus menampung air tawar dalam jumlah yang sangat besar. Hal ini jelas dapat mengurangi jumlah muatan yang di angkut oleh kapal. Selain itu juga mempunyai resiko yang cukup besar apabila dalam pelayaran, air tawar habis.

Simbolon (Simbolon, 2015) pada keadaan tersebut, untuk memenuhi kebutuhan air tawar di atas kapal sangat di perlukan sebuah pesawat bantu yang dinamakan *fresh water generator* yang mampu memproduksi air tawar dengan cara mengolah air laut menjadi air tawar melalui suatu proses penyulingan (Putra, 2013). *Fresh water generator* yang mampu memproduksi air tawar melalui suatu proses penyulingan. *Fresh water generator* ini mampu memproduksi air tawar dalam jumlah yang besar selama kapal berlayar dilaut. Dalam pengoperasian *fresh water generator* ini sering mengalami gangguan yang menyebabkan tidak optimalnya beberapa komponen pesawat (Rachmat, 2012). *Fresh water*, maka perlu dilakukan penanganan terhadap gangguan-gangguan yang timbul pada saat *fresh water generator* beroperasi dan di dalam operasi ini para ahli mesin kapal yang bertanggung jawab terhadap masalah tersebut untuk tanggap dalam segi keterampilan (skill) dan dituntut untuk tanggap sedapat mungkin dalam mengambil tindakan agar dapat meningkatkan efisiensi kerja pesawat *fresh water generator* sehingga dapat mempertahankan hasil produksi air tawar dengan kapasitas mesin tersebut. Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut di atas kapal, maka dalam karya ilmiah terapan ini penulis mengangkat judul. “Optimalisasi Kinerja Fresh Water Generator untuk meningkatkan Produksi Air Tawar diatas Kapal” Penulis berharap dapat lebih memahami dan memahami dan mengetahui lebih jauh mengenai pentingnya *fresh water generator* di atas kapal. Disamping itu yang mendorong penulis mengangkat judul ini karena ingin tahu bagaimana mengambil tindakan untuk mengatasi masalah-masalah yang timbul pada pesawat tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mengapa *fresh water generator* tidak optimal dan bagaimana cara mengatasinya.

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penyusunan KIT ini, jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kualitatif deskriptif. Menurut Suryabrata (Suryabrata, 2008), Penelitian kualitatif adalah penelitian yang menghasilkan dan mengolah data yang sifatnya deskriptif, seperti transkripsi wawancara, catatan lapangan, gambar, foto rekaman video dan lain-lain (Sugiyono, 2011). Penelitian kualitatif menyampaikan masalah secara deskriptif untuk menjelaskan dan menguraikan objek yang diteliti dan fakta yang ada di lapangan dan menyimpulkan secara induktif dan deduktif, hal ini sesuai teori yang menyatakan penelitian kualitatif pertama-tama memiliki gambaran umum, selanjutnya menitik beratkan pada problem atau fakta spesifik. Dalam penelitian kualitatif “masalah” dan “judul” yang dibawa oleh peneliti masih bersifat sementara dan bersifat *holistic* (menyeluruh), sehingga penelitian kualitatif tidak akan menetapkan permasalahan penelitiannya hanya berdasarkan variable penelitian, tetapi keseluruhan situasi sosial yang diteliti yang meliputi (*place*), pelaku (*actor*), aktivitas (*activity*) yang berinteraksi secara sinergi. Penelitian deskriptif kualitatif adalah yang mendeskripsikan data apa adanya dan menjelaskan data atau kejadian dengan kalimat-kalimat penjelasan secara kualitatif.

Jenis Dan Sumber Data

Sumber Data

Data penulisan proposal dengan judul Analisa Penyebab Menurunnya Produksi Air Tawar Pada Fresh Water Generator, peneliti menggunakan sumber data dari subyek penelitian berupa *fresh water generator* dengan spesifikasinya yang akan di bahas pada bab selanjutnya, dan *variabel* penelitian berupa perawatan mempengaruhi operasional kapal.

Metode Pengumpulan Data

Wawancara

Wawancara adalah teknik pengumpulan data yang digunakan penulis dengan mengadakan komunikasi atau tanya jawab terhadap pihak-pihak yang lebih mengerti tentang permasalahan yang peneliti angkat. Dalam wawancara peneliti menyampaikan masalah kemudian dibicarakan untuk mencari jalan keluarnya. Peneliti tidak menyediakan jawaban agar responden bebas, luas, dan terbuka dalam menjawab sesuai pendapat, pandangan, dan pengetahuan. Isi wawancara dapat berupa suatu kejadian, kondisi maupun beberapa data-data yang tidak normal yang kemudian disusun secara sistematis.

Observasi

Dalam hal ini penulis melakukan pengamatan langsung di kapal saat akan melakukan prala, tentang Analisis Penyebab Menurunnya Produksi Air Tawar Pada *Fresh Water Generator* di atas kapal. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhinya sangat banyak sehingga perlu adanya perawatan terhadap *Fresh Water Generator*

sehingga data yang didapatkan benar-benar berasal dari narasumbernya langsung.

Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan kegiatan mengkaji data yang berkaitan dengan teori, yang berkaitan dengan topik penelitian dengan mengumpulkan informasi dari berbagai sumber, sumber kepustakaan dapat diperoleh dari buku, jurnal, majalah, hasil penelitian (tesis dan disertasi), dan sumber lainnya yang sesuai (internet, koran, dan sebagainya) Studi pustaka penting dilakukan untuk referensi dalam penulisan penelitian kita.

Dokumentasi

Dokumentasi adalah pengumpulan data yang di gunakan penulis dengan membaca arsip-arsip yang ada di kamar mesin. Dan segala permasalahan yang di alami oleh penulis sehubungan dengan optimalisasi kinerja *Fresh Water Generator* untuk meningkatkan produksi air tawar di atas kapal, yang kemudian penulis dapat analisa dan mengkaitkan dengan tingkat kevakuman pada evaporator di *fresh water generator*.

Metode Analisis Data

Menurut Miles dan Huberman (1992) , terdapat tiga teknik analisis data kualitatif yaitu reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan. Proses ini berlangsung terus-menerus selama penelitian berlangsung, bahkan sebelum data benar-benar terkumpul.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut Suparwo (2016) dalam bukunya yang berjudul *permesinan bantu di kapal-kapal niaga*, bahwa *freshwater generator* (FWG) adalah salah satu instalasi atau unit pembuat air tawar dari air laut. Uap air laut tersebut didinginkan dengan cara kondensasi didalam *destilasi/kondensor* (pengembunan, sehingga menghasilkan air kondensat yang disebut *kondensat*). Menurut narasumber (masinis) iqbal mandani selaku masinis empat, fungsi *freshwater generator* adalah untuk menguapkan dan mengkondensasikan 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 mencapai titik didih tersebut masih diberikan panas maka cairan tersebut akan menguap. Selanjutnya uap tersebut akan diterima oleh kondensator yang didalamnya terdapat media pendingin yang berupa air laut, sehingga akan terjadi penyerapan panas atau uap tersebut dikondensasikan oleh kondensator menjadi cair (*kondensat*).

Dalam proses penguapan pada *freshwater generator*, panas yang digunakan sebagai pemanas ada 2 jenis. Jenis pertama adalah penguapan dengan menggunakan panas dari air tawar pendingin jaket mesin induk dimana air akan mendidih dengan temperature air penjenuhannya sesuai dengan tekanan *evaporator*.

Jenis kedua adalah penguapan dengan menggunakan uap yang dihasilkan oleh *boiler*, proses penyulingnya ini pada dasarnya mengubah air laut menjadi air tawar dengan proses pemanasan pada tekanan vakum dan pendingin pada proses kondensasi. Air-air tawar hasil penguapan yang telah dikondensasikan, harus diadakan pemeriksaan terhadap kadar garamnya. Dimana kadar garam yang diijinkan adalah 10 ppm (part per million), air tawar yang telah dikondensasikan kemudian ditransfer oleh pompa destilasi ke tangki penampung air tawar untuk siap digunakan untuk berlayar.

Sedangkan menurut Ardiansyah (Ardiansyah, 2006) *Freshwater generator* adalah pesawat pembuat air tawar dengan jalan menguapkan air laut didalam penguap (*Evaporator*) dan uap air laut tersebut di dinginkan dengan cara kondensasi di dalam pesawat Destilasi/kondensor (pengembun), sehingga menghasilkan air kondensasi yang disebut kondensat.

Freshwater generator terdiri dari beberapa komponen yaitu *heater excharge*, *separator*, *shell*, *condenser*, *water ejector* untuk udara, *water ejector* untuk air garam/*brine*, pompa *ejector*, pompa *destilasi*, *salinity indicator*, *solenoid valve*. *Freshwater generator* memanfaatkan panas keluaran dari sirkuit air tawar pendingin mesin diesel, yang tidak memerlukan biaya untuk bahan bakar. Keperluan energi untuk pengoperasian hanya energi listrik yang digunakan untuk tenaga penggerak pompa. Air tawar sirkulasi pendingin mesin diesel suhu normal yang keluar kurang lebih adalah 65°C-80°C (147°F-176°F) dan air pendingin tersebut masuk ke *evaporator* di *freshwater generator* digunakan sebagai media pemanas. Dimana air pendingin tersebut disirkulasi disisi luar pipa pemanas atau heating tube. Air laut kemudian diuapkan dengan suhu kurang lebih 65°C-80°C (95°F-122°F), karena bagian dalam dari *freshwater generator* divakumkan oleh *water ejector*. Produksi uap dari *heater exchanger* kemudian melalui *deflector* dan *mesh separator* menuju kondensor, dimana uap ini dikondensasikan oleh air laut pendingin yang mengalir melalui pipa bagian dalam kondensor. Water untuk udara dihubungkan ke *kondensor shell* untuk menghisap udara. Sehingga bagian dalam dari *freshwater generator* dapat diperhatikan tinggi kevakumanya, yang mana merupakan syarat suhu penguapan/*evaporation* yang rendah kurang lebih 35°C 50°C. *Water ejector* untuk *brine*/air untuk air garam menghisap keluar dari sisi laut *brine* diseparator shell, yang mana *brine*/air garam tidak diuapkan di *heater excharge*, tetapi ikut terhisap bersama *water ejector*. Pompa *ejector* adalah digerakan dengan motor listrik *horizontal shaft*, pompa jenis sentrifugal hisapan tunggal, yang mana melayani air laut seperti yang disebutkan di atas. Yaitu untuk mengeluarkan udara dari *brine*/air garam, tapi juga untuk memenuhi air pengisian/*feedwater* yang akan diuapkan di *excharge*. Pompa *destilasi* jg digerakan dengan motor mesin *horizontal shaft*, pompa jenis sentrifugal hisapan tunggal, yang mana menghisap produksi air tawar dari kondensor di *freshwater generator* dan ditransfer ke tangki air tawar. *Supply* air pengisi/*feedwater* dari pompa *ejector* mengalir untuk kedalam penutup bagian bawah *heatex charger*, sesudah mengalir

melalui saringan filter.

Jenis Evaporator/Fresh Water Generator

Evaporator/Fresh Water Generator tekanan tinggi

Jenis ini untuk memanaskan air laut yaitu menggunakan panas langsung dari sistem ketel yang diturunkan tekananya menurut kebutuhan. Untuk air laut dibutuhkan tekanan 7,0 bar. *Fresh Water Generator* terdiri dari pipa untuk jalanya air yang akan disuling menjadi air tawar dengan batas kadar garam yang diizinkan adalah 10 ppm (part per million).

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

Evaporator/Fresh Water Generator Tekanan Rendah

Sesuai dengan sifat-sifat, pengaruh tekanan terhadap suhu titik didih digunakan tipe tekanan rendah ini. Dengan menurunkan tekanan dengan menggunakan pompa *vacuum* sehingga dapat mengakibatkan turunya suhu titik didih. Sehingga uap atau bahan yang digunakan sebagai bahan pemanas hanya memerlukan tekanan dan suhu yang rendah. Jadi panas yang dicapai bisa jadi bukan uap, melainkan air pendingin mesin diesel yang masih mempunyai energy panas untuk keperluan tersebut.

Bagian-Bagian Utama Fresh Water Generator

Evaporator

Alat ini terletak didalam pesawat *Fresh Water Generator* bagian bawah dan mempunyai bentuk pipa kecil dimana media pemanas yaitu *steam* dan air tawar pendingin mesin induk berada didalam pipa dan air laut sebagai media yang akan dipanaskan beradadi luar pipa.

Deflector

Alat ini terletak di atas *Evaporator* yang berfungsi untuk menahan percikan-percikan air laut yang mendidih sehingga percikan tersebut tidak ikut bersama uap.

Kondensor

Terletak di atas *Deflector*, bentuknya seperti *Cooler* yaitu pipa-pipa kecil (*spiral*) yang didalamnya mengalir air laut yang berfungsi mengubah uap menjadi titik air sehingga menghasilkan air distilasi.

Air Ejektor

Mempunyai bentuk seperti kerucut yang berguna menghisap udara yang berada dalam ruang pemanasan dan di dalam ruang pengembunan untuk di

vakumkan sehingga terjadi hampa udara.

Ejektor Pump

Menurut Ardiansyah (2011), Pompa yang mampu merubah energy statis cairan menjadi energy kinetis atau kebalikannya. Kondisi vacuum yang terjadi pada ruang inlet pompa jet diperlukan untuk menarik cairan yang dipompa kedalam ruang inlet tersebut.

Distillate Pump

Berguna untuk menghisap air *Distillate* atau air sulingan yang sudah jadi air *kondensor* kemudian dipompakan ke tangki-tangki air tawar.

Masalah Yang Sering Terjadi Pada *Fresh Water Generator*

Terjadinya penyempitan aliran dalam *ejector*

Ejector merupakan pesawat yang dipergunakan untuk memindahkan udara atau gas-gas yang tidak dapat dikondensasikan dari tempat vacuum. Dimana air yang tertekan dialirkan melalui sebuah *nozzle* yang ada dalam *ejector* dan mengakibatkan air yang keluar dari *nozzle* mempunyai kecepatan besar sehingga udara serta gas-gas yang tidak dapat dikondensasikan dari tempat vacuum dalam semburan air yang berkecepatan tinggi, air yang digunakan disini adalah air laut dimana air laut itu masih mengandung kotoran-kotoran yang terhisap oleh pompa sehingga bila dibiarkan secara terus-menerus akan mempersempit aliran pada *ejector*, ini jelas berpengaruh terhadap kevacuman didalam ruang. *Ejector* akan bekerja pada saat tekanan airnya tinggi, maka dengan rendahnya tekanan air yang masuk pada *ejector* sangat mempengaruhi produksi air tawar. Untuk mengatasi hal ini, sebaiknya *ejector* dilepas dan direndam dalam larutan kimia untuk beberapa saat lamanya, dan bilas dengan air tawar lalu bersihkan sisa-sisa kotoran pada *ejector* tersebut.

Pengaruh Pompa Ejector

Produksi air tawar yang menurun dapat juga diakibatkan oleh pompa *ejector*, ini disebabkan oleh tekanan pompa *ejector* yang turun, maka kecepatan air yang dialirkan berkurang, dalam usahanya menghisap udara ke *evaporator* dan *kondensor* akan berkurang sehingga pelaksanaan pemakuman tidak dapat dicapai dengan baik. Beberapa hal yang sering terjadi yaitu kebocoran remis *packing* sehingga memerlukan penggantian dengan yang baru serta pembersihan saringan air laut.

Kebocoran/kotornya kondensor

Kondensor adalah alat untuk mengubah bentuk uap menjadi bentuk cair (air) dengan proses kondensasi dalam *kondensor* dengan menggunakan air laut sebagai media pendingin. Pada kondensor ini sering terjadi atau timbul kotoran yang diakibatkan oleh air laut itu sendiri yang dapat menimbulkan kerak-kerak pada

saluran kondensor sehingga dapat menghambat proses kondensasi, bila dibiarkan terus-menerus dapat menimbulkan kebocoran. Untuk mengatasi hal tersebut sebaiknya dilaksanakan pembersihan setiap 6 bulan sekali kalau perlu dilaksanakan penggantian zink.

Turunnya Suhu Air Pendingin Motor Induk

Yang penting dalam proses penguapan air yaitu tekanan dan temperatur. Untuk proses penguapan air akan lebih cepat apabila tekanan diturunkan dan temperatur panas dinaikkan. Untuk mengatasi turunnya suhu air pendingin motor induk yang masuk ke *evaporator* dapat dilaksanakan dengan mengatur pembukaan kran masuk maupun keluar pada *evaporator* sampai penghasihan air tawar yang terlihat pada gelas duga sudah normal. Tapi secara hati-hati sebab dapat berpengaruh terhadap air pendingin yang masuk kedalam motor induk. pada saat olah gerak *distillate* harus dimatikan karena air pendingin motor induk suhunya berubah-ubah sehingga uap yang terbentuk pun tidak sempurna.

Menurunnya produksi *Fresh Water Generator*

Penyebab menurunnya produksi air tawar diketahui oleh terganggunya system, antara lain:

1. Terdapat kerak-kerak dibagian luar pipa *evaporator* sehingga penyerahan panas tidak sempurna
Pada pipa-pipa pemanas sering sekali terjadi pembentukan kerak-kerak yang terjadi di luar pipa yaitu pada sisi air laut, air laut akan mendidih dan menguap di luar sisi air pemanas dan mengakibatkan air laut banyak yang menempel pada pipa-pipa tersebut lama-kelamaan akan timbul kerak-kerak dibagian luar pipa dan akan menyebabkan berkurangnya kemampuan *evaporator* untuk menghasilkan uap.
2. Terjadinya *Over Load*
Terjadinya *over load* pada motor sehingga motor berhenti bekerja akibat beban berlebihan sehingga kegiatan *supply* air laut terhenti.
3. Terdapat Udara dalam Sistem
Udara masuk pada bagian hisap pompa sehingga dapat menghambat sirkulasi air akibat adanya udara sebagai penghalang.

Proses Pengoperasian *Fresh Water Generator*

Menurut Ardiansyah (2011:17), bahwa *Fresh Water Generator* dijalankan pada saat kapal *Full Away*, sebab pada saat olah gerak temperatur air pendingin mesin induk dan *steam* selalu berubah-ubah. Adapun proses menjalankan *Fresh Water Generator* sebagai berikut:

1. Buka kran tekan dari *Ejector Pump*.
2. Buka kran isap dari *Ejector pump*.
3. Buka kran *Supply* air laut.
4. Jalankan *Ejector Pump*.

5. *Fresh Water Generator* telah mencapai *Vacuum*.
6. Buka kran masuk *Feed Water* (air laut).
7. Buka kran keluar untuk pemanas (air tawar).
8. Buka kran masuk untuk pemanas (air tawar).
9. Buka kran air laut keluar kondensor.
10. Buka kran air laut masuk kondensor.
11. Biarkan beberapa saat untuk memproduksi.
12. Jalankan pompa *DistillatePlant*.
13. Buka kran cerat (jangan buka penuh).
14. Hidupkan *Salinity Meter/Alarm*.
15. Putar perlahan-lahan indicator, air garam menuju batas maximum 2 ppm. Bila terjadi alarm turunkan indicator sampai lampu alarm matikan dan lakukan untuk mencapai harga air garam 2 ppm.
16. Bila sudah mencapai 2 ppm, tutup kran *DestilatePump*, catat angka yang tertera di *Flow Meter* air dan catat pula waktunya pada saat itu.

Proses menghentikan *Fresh Water Generator* pada saat setengah jam lagi kapal akan olah gerak (standby) yaitu sebagai berikut:

1. Tutup kran sebelum *Flow Meter* catat angka yang tertera pada saat itu matikan pompa *destilateplant*.
2. Tutup kran pemanas masuk dan keluar *Evaporator*.
3. Tutup kran pendingin masuk dan keluar kondensor.
4. Tutup kran *Supply* air laut.
5. Matikan pompa *ejektor*.
6. Tutup kran isap dan tekan air laut.
7. Selesai

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas, dapat disimpulkan bagaimana kinerja fresh water generator dalam meningkatkan produksi air tawar di atas kapal memiliki kendala antara lain: Terjadinya penyempitan aliran dalam *ejector*, Pengaruh Pompa *Ejector*, Kebocoran/kotornya kondensor, serta turunnya Suhu Air Pendingin Motor Induk yang menyebabkan menurunnya produksi Fresh Water generator.

DAFTAR PUSTAKA

- Alva. (2011). *“InstructionMnualBookofFresh Water Generator. Type JWS-26C80/100.Copenhagen Denmark* Diakses pada tanggal 15 April 2019
- Ardiansyah. (2011). *Freshwater generator* Link: <http://indonesia-marine-engineer.blogspot.com/2011/02/proposalfresh-water-generator-fwg.html>. Diakses pada tanggal 7 Maret 2019
- Ardiansyah. (2006) *Analisis Menurunnya Produksi Air Tawar*. Makassar: Politeknik IlmuPelayaran Diakses pada tanggal 5 Juli 2019
- Miles dan Huberman (1992;16). *Metode Analisis Data*.Diakses pada tanggal 11 April 2019
- Rachmat. (2012). *Upaya Stabilisasi Penyediaan Air Tawar pada kapal*. Diakses padatanggal 8 Mei 2019
- Simbolon. (2015). *Pesawat-Pesawat Bantu Di Atas Kapal* Diakses pada tanggal 15 April 2019
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian*. Yogyakarta:Pustaka Pelajar Diakses pada tanggal 10 April 2019
- Suryabrata. (2008). *Jenis-Jenis Penelitian* Diakses pada tanggal 15 April 2019
- Suparwo (2016). *Faktor penyebab menurunnya produksi air tawar pada Fresh WaterGenerator di Kapal* Diakses pada tanggal 11 April 2019
- Putra, Yutho. (2013). *Meningkatkan Hasil Kerja Fresh Water Generator. Solo JawaTengah* Diakses pada tanggal 5 Juli 2019