

**ANALISIS YANG MEMPENGARUHI KEVAKUMAN TIDAK
TERCAPAI PADA FRESH WATER GENERATOR
DI KAPAL MT. TENDER HARMONY**



MUHAMMAD YUSRIL M P

NIT : 20.42.120

TEKNIKA

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2025**

**ANALISIS YANG MEMPENGARUHI KEVAKUMAN TIDAK
TERCAPAI PADA FRESH WATER GENERATOR
DI KAPAL MT. TENDER HARMONY**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma IV Pelayaran

Program Studi Teknika

Disusun dan Diajukan oleh :

MUHAMMAD YUSRIL M P

NIT : 20.42.120

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR
TAHUN 2025**

SKRIPSI

ANALISIS YANG MEMPENGARUHI KEVAKUMAN TIDAK TERCAPAI PADA FRESH WATER GENERATOR DI KAPAL MT. TENDER HARMONY

MUHAMMAD YUSRIL MP

NIT : 20.42.120

Telah Dipertahankan Di Depan Panitia Ujian Skripsi

Pada Tanggal, 10 JUNI 2025

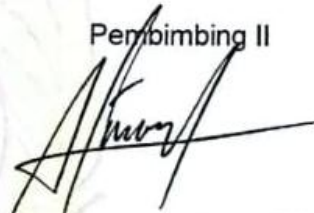
Pembimbing I



Samsul Bahri.M.T..M.Mar.E
NIP.19730828 200604 1 001

Menyetujui :

Pembimbing II



Arifuddin Danduru,S.Si.T.,M.M.Mar.E
NIP.197903122023211007

Mengetahui :

a.n.Direktur

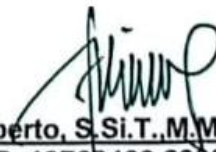
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar

Pembantu Direktur I



Capt. Faisal Saransi, M.T.,M.Mar
NIP. 19760329 199903 1 002

Ketua Program Studi Teknika



Ir.Alberto, S.Si.T.,M.Mar.E.,M.A.P
NIP. 19760409 200604 1 001

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dengan judul "Analisis Yang Mempengaruhi Kevakuman Tidak Tercapai Pada Fresh Water Generator di Kapal MT. Tender Harmony" dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Diploma IV di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar. Dalam proses penyusunannya, penulis menghadapi berbagai kendala, namun berkat dukungan dari berbagai pihak, baik secara moral maupun material, karya ini akhirnya dapat dirampungkan.

Penulis menyadari bahwa hasil penelitian ini masih jauh dari sempurna, mengingat keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan karya ilmiah ini di masa mendatang. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu, mendukung, dan memberikan kontribusi selama proses penyusunan tugas akhir ini:

1. Bapak Capt. Rudy Susanto, M.Pd., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Capt. Faisal Saransi, M.T.,M.Mar selaku Pembantu Direktur I Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar beserta para jajarannya.
3. Bapak Alberto, S.Si.T M.A.P., M.Mar.E selaku ketua Prodi Teknika.
4. Bapak Samsul Bahri,MT.T.,M.Mar.E selaku Pembimbing I yang selalu meluangkan waktunya untuk membimbing saya.
5. Bapak Arifuddin Danduru,S.Si.T,M.M,M.Mar.E selaku Pembimbing II yang selalu meluangkan waktunya dan selalu memberikan nasihat serta motivasi sehingga skripsi ini terselesaikan.
6. Bapak Dosen dan seluruh Staf Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
7. Ibu Dosen dan seluruh Staf Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

8. Kepada saudara dan keluarga saya yang selalu memotivasi saya agar selalu semangat untuk menyelesaikan pendidikan saya.
9. Kepada Rekan-rekan Taruna/Taruni Angkatan.

Penulis memanjatkan doa agar segala bentuk kebaikan dan bantuan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang setimpal dari Tuhan Yang Maha Esa. Besar harapan penulis agar skripsi ini dapat memberikan manfaat sebagai referensi ilmiah, khususnya bagi taruna dan taruni Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar, serta bagi masyarakat luas yang memiliki ketertarikan terhadap bidang kelistrikan di dunia pelayaran

Makassar, 10 Juni 2025



MUHAMMAD YUSRIL M.P
NIT : 20.42.120

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : MUHAMMAD YUSRIL MP

Nomor Induk Taruna : 20.42.120

Program Studi : TEKNIKA

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul :

**“ANALISIS YANG MEMPENGARUHI KEVAKUMAN TIDAK TERCAPAI
PADA FRESH WATER GENERATOR DI KAPAL MT. TENDER
HARMONY”**

Merupakan karya asli. Seluruh ide dalam skripsi ini kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide yang saya susun sendiri. Jika pernyataan di atas terbukti sebaliknya, maka saya sendiri bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 10 Juni 2025



MUHAMMAD YUSRIL MP
NIT. 20.42.120

ABSTRAK

Fresh Water Generator (FWG) merupakan peralatan bantu penting di atas kapal yang berfungsi mengubah air laut menjadi air tawar melalui proses evaporasi dan kondensasi. Air tawar sangat dibutuhkan untuk mendukung operasional kapal, baik di ruang mesin maupun di dek.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab menurunnya produksi air tawar pada sistem FWG. Studi dilakukan selama praktik laut di kapal MT *Harmony Energy* milik PT. Waruna Nusa Sentana, terhitung sejak 11 Januari 2023 hingga 26 Januari 2024. Metode pengumpulan data meliputi observasi langsung serta studi pustaka melalui manual book dan literatur yang relevan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan produksi air tawar disebabkan oleh gangguan pada plate evaporator. Akumulasi kerak pada permukaan plate menghambat proses kondensasi, sehingga efisiensi kerja FWG menurun. Masalah ini berdampak pada ketersediaan air tawar di kapal yang berpotensi mengganggu kelancaran operasi.

Kata Kunci: Fresh Water Generator, Plate Evaporator, Produksi Air Tawar, Kapal

ABSTRACT

The Fresh Water Generator (FWG) is a crucial auxiliary system on board that functions to convert seawater into fresh water through the processes of evaporation and condensation. Fresh water is essential for supporting ship operations, both in the engine room and on deck.

This study aims to analyze the causes of decreased fresh water production in the FWG system. The research was conducted during a sea training period on board the MT *Harmony Energy*, owned by PT. Waruna Nusa Sentana, from January 11, 2023, to January 26, 2024. Data collection methods included direct observation and literature review using technical manuals and relevant references.

The results indicate that the decline in fresh water production was caused by a malfunction in the plate evaporator. The buildup of scale on the plate surface hindered the condensation process, thereby reducing the efficiency of the FWG. This issue negatively affects the availability of fresh water on board and may disrupt operational continuity.

Keywords: Fresh Water Generator, Plate Evaporator, Fresh Water Production, Ship

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PRAKATA	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Fresh Water Generator	4
B. Prinsip Kerja Fresh Water Generator	7
C. Cara Kerja Fresh Water Generator	10
D. Bagian - Bagian Utama Fresh Water Generator	12
E. Tujuan produksi air tawar di kapal	14
F. Bagian - Bagian Fresh Water Generator	15
G. Vakum	21
H. Penurunan Tingkat Kevakuman	21
I. Upaya perbaikan Penurunan tingkat kevakuman	22
J. Hipotesis	23
K. Kerangka Pikir	24
BAB III METODE PENELITIAN	25
A. Tempat Dan Waktu Penelitian	25
B. Teknik Pengumpulan Data	25

C. Jenis Dan Sumber Data	26
D. Prosedur Pengolahan Data	26
E. Jadwal Penelitian	28
BAB IV PEMBAHASAN	29
A. Gambaran Umum Objek Penelitian	29
B. Pembahasan	37
BAB V PENUTUP	49
A. Kesimpulan	49
B. Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN – LAMPIRAN	52
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	55

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Daftar pelabuhan singgah	31
Tabel 4.2 Quality Data	32
Tabel 4.3 Ejector and Fresh Water Pump	32
Tabel 4.4 Temperatur	32
Tabel 4.5 Kondisi Produksi Air Tawar Pada Fresh Water Generator	33
Tabel 4.6 Kondisi Tekanan Kevakuman Fresh WaterGenerator	36
Tabel 4.7 Data Oprasional UpNormal	43
Tabel 4.8 Data Oprasional Normal Fresh Water Generator	44
Tabel 4. 9 hasil dari data operasional vaccum fresh water generator	44
Tabel 4. 10 Data Data Kevakuman Fesh Water Generator	46
Tabel 4. 11 Akibat Permasalahan Kevakuman dan produksi air	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cara Kerja Fresh Water Generator	11
Gambar 2.2 Bagian Evaporator	12
Gambar 2.3 Kondensor	13
Gambar 4.1 Air Brain Ejector Pump	50
Gambar 4.2 Plate Evaporator Fresh Water Generator	40
Gambar 4.3 Cover Plate Evaporator Fresh Water Generator	40

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan elemen fundamental yang menunjang kelangsungan hidup manusia dan keberlangsungan aktivitas operasional, termasuk dalam dunia pelayaran. Di atas kapal, air tawar tidak hanya dibutuhkan untuk konsumsi manusia seperti minum, memasak, dan mencuci, tetapi juga memainkan peran krusial dalam sistem pendinginan mesin. Mengingat pentingnya air tawar bagi kehidupan dan operasional kapal, maka kebutuhan akan ketersediaan air tawar dalam jumlah yang memadai selama pelayaran menjadi sangat vital, terutama dalam pelayaran jarak jauh yang tidak memungkinkan untuk melakukan pengisian ulang secara berkala.

Namun demikian, menyimpan air tawar dalam jumlah besar di atas kapal bukanlah solusi ideal, karena akan mengurangi kapasitas ruang muat yang tersedia untuk kargo. Untuk menjawab tantangan tersebut, kapal modern umumnya dilengkapi dengan *Fresh Water Generator (FWG)*, yaitu sebuah sistem yang berfungsi untuk mengubah air laut menjadi air tawar melalui proses distilasi berbasis prinsip tekanan vakum dan perbedaan suhu.

Fresh Water Generator berperan sangat penting dalam mendukung kemandirian kapal dalam memenuhi kebutuhan air tawar selama berlayar. Meskipun demikian, dalam praktiknya, pengoperasian FWG seringkali tidak berjalan optimal karena adanya gangguan teknis yang menyebabkan menurunnya produksi air tawar. Salah satu gangguan yang cukup krusial adalah kegagalan sistem dalam mencapai tekanan vakum optimal, yaitu pada rentang 90–93%. Tekanan vakum ini berfungsi untuk menurunkan titik didih air laut agar

proses penguapan dapat terjadi pada suhu yang relatif rendah, yaitu antara 50°C hingga 70°C. Rentang suhu ini dianggap ideal karena dapat meminimalkan risiko terjadinya pengendapan garam atau *scale* di dalam evaporator.

Apabila sistem gagal mempertahankan tekanan vakum yang dibutuhkan, maka suhu didih air laut akan meningkat hingga melebihi 70°C. Dalam kondisi tersebut, kandungan garam dalam air laut berpotensi mencapai titik jenuh dan mengendap dalam bentuk kerak pada permukaan pipa-pipa pemanas, yang pada akhirnya dapat menghambat proses perpindahan panas dan mengurangi efisiensi sistem. Keadaan ini tidak hanya menurunkan kualitas dan kuantitas air tawar yang dihasilkan, tetapi juga dapat menyebabkan kerusakan jangka panjang pada komponen sistem FWG.

Masinis kapal sebagai operator utama sistem ini dituntut memiliki pemahaman teknis serta keterampilan dalam mendeteksi, menganalisis, dan menangani gangguan yang terjadi. Salah satu langkah penting dalam menjaga performa sistem adalah memastikan bahwa kondisi komponen utama seperti pompa ejektor dan karet penyekat (*rubber sealing*) selalu dalam keadaan optimal.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini difokuskan pada **“Analisis Yang Mempengaruhi Kevakuman Tidak Tercapai Pada Fresh Water Generator Di Kapal Mt. Tender Harmony”**, dengan tujuan untuk mengidentifikasi akar permasalahan dan memberikan solusi perawatan serta peningkatan efisiensi sistem penghasil air tawar di atas kapal.

B. Rumusan Masalah

Mengacu pada uraian dalam latar belakang, fokus permasalahan utama yang diangkat dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Apa penyebab tidak tercapainya tingkat kevakuman pada *Fresh*

Water Generator di kapal MT Tender Harmony?

2. Bagaimana pengaruh penurunan kevakuman terhadap penurunan produksi air tawar pada sistem Fresh Water Generator tersebut?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis berbagai penyebab tidak tercapainya kevakuman pada *Fresh Water Generator*
2. Untuk mengetahui upaya perbaikan dari tidak tercapainya tingkat kevakuman pada *Fresh Water Generator*

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Studi ini diharapkan dapat memperluas pemahaman dan pengetahuan mengenai tidak vakumnya fresh water generator di atas kapal, serta berkontribusi dalam pengembangan teori di lingkungan akademik.

2. Manfaat secara praktis

- a. Studi ini diharapkan mampu memperkaya wawasan penulis sebagai calon perwira mesin kapal, terutama dalam mempersiapkan diri menghadapi situasi teknis serupa di kemudian hari.
- b. Memberikan wawasan kepada pembaca tentang cara-cara mengatasi masalah yang timbul akibat ketidakvakuman fresh water generator melalui solusi yang diberikan.
- c. Menyediakan informasi penting mengenai faktor-faktor penyebab tidak tercapainya tingkat kevakuman pada fresh water generator di atas kapal, yang dapat bermanfaat bagi rekan-rekan Taruna/I, terutama mereka yang akan melakukan praktek laut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Fresh Water Generator

Fresh Water Generator (FWG) merupakan peralatan bantu yang memiliki peran krusial di atas kapal, berfungsi mengonversi air laut menjadi air tawar guna menjamin ketersediaan pasokan cadangan dalam tangki penampung. Air tawar tersebut sangat penting untuk menunjang kebutuhan operasional sehari-hari di kapal, mencakup keperluan domestik seperti memasak, mencuci, dan mandi, serta keperluan teknis seperti pendinginan mesin induk, generator, dan pencucian tangki muatan pada kapal tanker. Apabila FWG mengalami gangguan atau produksi air tawar tidak mencukupi, maka kenyamanan awak kapal serta keberlangsungan operasi pelayaran dapat terganggu secara signifikan, terutama saat kapal sedang berlayar di tengah laut dalam durasi panjang, di mana kelangkaan air tawar dapat menimbulkan kondisi yang berbahaya.

Solusi alternatif untuk memenuhi kebutuhan air tawar dapat dilakukan dengan melakukan pengisian di pelabuhan terdekat, namun hal tersebut berpotensi menyebabkan keterlambatan perjalanan dan menambah biaya operasional kapal. Oleh karena itu, menjaga performa produksi FWG tetap optimal merupakan hal yang sangat penting. Apabila terjadi penurunan produksi air tawar, maka pasokan tidak lagi seimbang dengan kebutuhan aktual di kapal. Untuk itu, diperlukan pengawasan berkala serta perawatan yang tepat terhadap FWG guna menjamin kelancaran operasi kapal selama pelayaran.

Mengacu pada penjelasan Suparwo, Sp.1 dalam buku *Permesinan Bantu di Kapal-kapal Niaga*, FWG merupakan instalasi yang berfungsi mengubah air laut menjadi air tawar melalui proses evaporasi dan kondensasi, di mana uap yang terbentuk dari pemanasan air laut didinginkan kembali untuk menghasilkan air

kondensat. Masinis Iqbal Mandani menambahkan bahwa FWG menguapkan air laut dengan menaikkan suhunya hingga titik didih, lalu mendinginkan uap yang dihasilkan menggunakan media pendingin berupa air laut dalam kondensor, sehingga uap berubah kembali menjadi cairan (kondensat).

Terdapat dua sumber panas yang umum digunakan untuk proses evaporasi pada FWG. Pertama, menggunakan panas dari air tawar pendingin jaket mesin induk yang menghasilkan air mendidih sesuai tekanan dalam evaporator. Kedua, memanfaatkan uap dari boiler sebagai media pemanas. Proses destilasi ini pada prinsipnya memanaskan air laut di bawah tekanan vakum, kemudian mengembunkannya kembali melalui sistem kondensasi. Air tawar yang dihasilkan harus melalui pengujian kadar salinitas, dengan batas toleransi maksimum sebesar 10 ppm (*parts per million*), sebelum dipompa menuju tangki penampungan melalui pompa destilasi.

Berdasarkan manual dari ALFA LAVAL ENGINEERING CO. LTD., FWG merupakan perangkat yang mengubah air laut menjadi air tawar dengan prinsip evaporasi dan kondensasi, di mana uap yang terbentuk didinginkan sehingga terjadi pelepasan panas ke media pendingin dalam proses kondensasi yang menghasilkan titik-titik air.

FWG terdiri atas beberapa komponen utama, antara lain: heat exchanger, separator shell, kondensor, water ejector untuk udara dan brine, ejector pump, distillation pump, salinity indicator, serta solenoid valve. Sistem ini memanfaatkan panas buangan dari sirkuit pendingin air tawar mesin diesel (suhu sekitar 65°C – 80°C), sehingga tidak memerlukan konsumsi bahan bakar tambahan dan hanya membutuhkan energi listrik untuk pengoperasian pompa. Air pendingin bersirkulasi di bagian luar pipa pemanas (heating tube), sementara air laut diuapkan dalam kondisi vakum yang diciptakan oleh water ejector. Uap dari heat exchanger dialirkan melalui deflektor dan mesh separator menuju kondensor, di mana uap tersebut dikondensasi oleh air laut yang mengalir di dalam pipa kondensor. Water ejector untuk

udara terhubung ke condenser shell guna menjaga kevakuman tinggi yang diperlukan agar suhu penguapan tetap rendah (sekitar 35°C – 50°C). Di sisi lain, water ejector untuk brine bertugas menyedot air garam sisa penguapan dari *separator shell*. *Ejector pump* yang digerakkan oleh motor listrik berfungsi mengeluarkan udara dan brine serta memasok air pengisi ke *heat exchanger*. Sedangkan distillation pump, juga digerakkan secara elektrik, mengalirkan air tawar hasil kondensasi ke tangki penampungan. Air pengisi dari ejector pump sebelumnya telah disaring dan dialirkan ke bagian bawah *heat exchanger*.

Berdasarkan klasifikasinya, FWG dibagi menjadi dua tipe utama:

1. *Evaporator / Fresh Water Generator* Tekanan tinggi

Jenis ini menggunakan panas langsung dari sistem ketel untuk memanaskan air laut dengan tekanan yang telah disesuaikan (sekitar 7,0 bar). Meskipun memiliki efisiensi tinggi, sistem ini rawan terhadap pembentukan kerak pada pipa pemanas yang menghambat perpindahan panas, sehingga memerlukan peningkatan suhu dan tekanan uap untuk mempertahankan kapasitas evaporasi. Kerak yang terus menumpuk juga menyebabkan kebutuhan pembersihan coil yang intensif dan memerlukan biaya besar.

2. *Evaporator / Fresh Water Generator* Tekanan Rendah

Sistem ini bekerja dengan menurunkan tekanan menggunakan pompa vakum, yang menyebabkan penurunan titik didih air laut. Dengan demikian, pemanasan dapat dilakukan menggunakan suhu rendah, seperti dari air pendingin mesin diesel yang masih menyimpan sisa energi panas. Sistem ini lebih efisien dari sisi energi dan minim risiko pembentukan kerak, menjadikannya pilihan ekonomis untuk operasional jangka panjang.

B. Prinsip Kerja Fresh Water Generator

Menurut Sarifuddin Rowa, sistem kerja generator air tawar terdiri atas beberapa tahapan utama yang diperlukan untuk memproduksi air tawar, yaitu :

1. Pemindahan Panas

Proses perpindahan panas dari fluida bersuhu tinggi ke fluida bersuhu lebih rendah dipengaruhi oleh sejumlah faktor, yaitu :

- a. Selisih temperatur antara medium pemberi panas dan penerima panas.
- b. Luas permukaan tempat terjadinya transfer panas.
- c. Nilai koefisien konduktivitas termal dari material yang mengalami pemanasan.

2. Penguapan dan Pengembunan

Ketika fluida terus-menerus menerima panas, temperatur fluida tersebut akan naik hingga mencapai titik didih; pada titik ini, cairan akan mengalami proses penguapan menjadi uap tanpa memerlukan tambahan kalor laten. Pada tahap berikutnya, yakni kondensasi, uap air dikembalikan ke fase cair dengan cara mengumpulkannya pada permukaan pendingin hingga suhu turun.

3. Pengaruh tekanan terhadap suhu titik didih

Air pendingin bersuhu tinggi dimanfaatkan sebagai media pemanas dalam evaporator, dan dengan menurunkan tekanan internal hingga sekitar 60°C, air laut akan mendidih serta mengalami penguapan. Proses ini menyebabkan peningkatan konsentrasi garam dalam sisa air laut yang tidak ikut menguap, sehingga untuk menjaga kestabilan kadar salinitas, sistem dilengkapi dengan *brine ejector* yang berfungsi membuang kelebihan air garam selama proses kondensasi berlangsung, sementara air tawar hasil kondensasi dipompa oleh kondensor menuju tangki penampungan.

Menurut A.N. Pramono dalam bukunya *Dinamika Kapal* (hlm. 15), penjelasan tersebut dapat dibuktikan menggunakan rumus gabungan dari hukum Boyle dan Charles.

Tempat:

$$\frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2} \quad \text{atau} \quad \frac{P \times V}{T}$$

P = Tekanan (Kg/cm^2)

V = Volume (m^3)

T = Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)

Menurut Nurdin Harahap dalam bukunya *Permesinan Bantuan*, prinsip kerja Fresh Water Generator (FWG) dijelaskan melalui tahapan sebagai berikut:

1. Pemasukan Air Laut Panas: Air laut bersuhu tinggi dialirkan ke dalam evaporator yang berfungsi memisahkan kandungan garam dari air sebelum masuk ke tahap kondensasi.
2. Pembentukan Uap Sekunder: Ketika air garam (*brine*) masuk ke dalam evaporator dan mengelilingi koil pemanas, uap air primer akan mengalir melaluinya; uap tersebut melepaskan panas ke brine, sehingga brine menyerap energi panas dan menghasilkan uap baru yang disebut uap sekunder.
3. Penambahan Air Asin (*Brine*): Jika volume brine berkurang akibat proses penguapan (terdeteksi melalui indikator), maka penambahan dilakukan dengan mengatur katup throttle untuk menyeimbangkan volume.
4. Pemantauan Tekanan Uap Sekunder: Tekanan dari uap sekunder dapat diamati melalui alat ukur tekanan, di mana perubahan tekanan menunjukkan adanya fluktuasi dalam sistem operasi.
5. Pengiriman Uap Sekunder ke Kondensor: Uap sekunder yang terbentuk kemudian dialirkan ke unit jet filter atau kondensor,

dengan air laut sebagai media pendingin yang mengalir di dalam pipa-pipa kondensor, sementara uap berada di sisi luar.

6. Tahap Kondensasi: Proses kondensasi terjadi ketika uap sekunder kehilangan panas akibat bersentuhan dengan air laut dingin, mengubahnya menjadi cairan yang dikenal sebagai air sulingan atau kondensat.
7. Pengiriman Kondensat ke Tangki Penyimpanan: Kondensat yang terbentuk selanjutnya dipompa oleh unit FWG model JWP-16-C40/50 menuju tangki penyimpanan air tawar untuk didistribusikan sesuai kebutuhan kapal:
8. Kontrol Ejektor Air Laut: Pompa ejektor berfungsi dalam mengatur ejektor gabungan yang mengontrol suhu rendah dalam proses penguapan, serta bertugas dalam mengisi ulang air ke dalam sistem.
9. Pengisian Air ke Evaporator: Air laut yang akan diolah disalurkan melalui saluran hisap yang mengarah ke evaporator, kemudian dialirkan ke pelat-pelat pemanas yang berfungsi sebagai jalur evaporasi.
10. Proses Penguapan Air Pengisi: Setelah mencapai titik didih pada tekanan atmosfer, air laut mengalami proses penguapan; uap yang terbentuk akan dipisahkan dari air asin, sedangkan sisa air laut diekstraksi dan dibuang.
11. Aliran Uap ke Ruang Kondensor: Uap yang telah melewati demister akan dialirkan ke seluruh saluran pelat pada bagian kedua dari ruang kondensor untuk diproses lebih lanjut.
12. Sirkulasi Air Laut Pendingin: Sistem sirkulasi air laut dioperasikan melalui pompa yang terintegrasi dengan sistem AC, di mana air laut dialirkan ke seluruh jaringan untuk menyerap panas dari uap yang sedang mengalami kondensasi.

C. Cara Kerja Fresh Water Generator

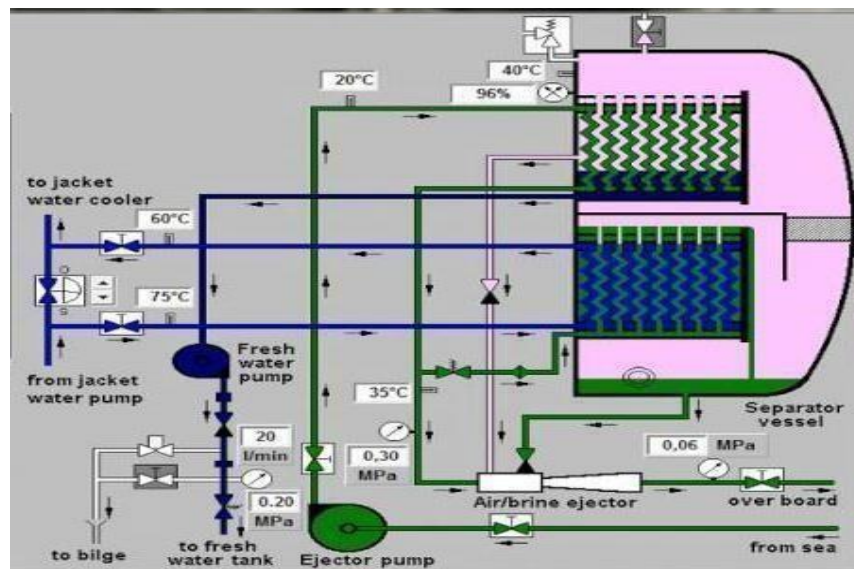
Fresh Water Generator (FWG) terdiri atas berbagai komponen utama, di antaranya heat exchanger (penukar panas), separator, kondensor, pompa-pompa operasional, pompa uap, indikator salinitas, katup kontrol, serta filter untuk udara dan air garam. Sistem FWG memanfaatkan panas buangan dari mesin diesel sebagai sumber panas untuk sistem sirkulasi air tawar, sehingga tidak memerlukan konsumsi bahan bakar tambahan; energi listrik hanya dibutuhkan untuk mengoperasikan pompa.

Suhu normal dari air tawar pendingin mesin diesel berkisar antara 70°C hingga 80°C (147°F hingga 176°F), dan fluida ini dialirkan ke dalam evaporator FWG untuk berfungsi sebagai media pemanas. Sementara itu, air laut bersuhu lebih rendah dialirkan ke sisi luar pipa pemanas, dan bagian internal dari FWG divakumkan menggunakan water ejector guna meningkatkan efisiensi penguapan, dengan rentang suhu kerja penguapan sekitar 70°C hingga 80°C (95°F hingga 122°F).

Uap yang terbentuk dari heat exchanger mengalir menuju kondensor melalui baffle dan mesh separator; dalam kondensor, uap ini didinginkan oleh air laut yang bersirkulasi di dalam pipa-pipa kondensor. Untuk mempertahankan kondisi kevakuman tinggi yang diperlukan untuk mencapai suhu penguapan rendah antara 35°C dan 50°C, cangkang kondensor dan jalur masuk udara harus terhubung secara langsung dengan sistem ejektor.

Air garam dan brine yang tidak mengalami penguapan dalam heat exchanger dipompa keluar melalui saluran pembuangan dari shell brine trigger; selain itu, sisa air laut yang tidak menguap juga dibuang melalui saluran ini. Pompa ejektor yang digerakkan oleh motor listrik horizontal merupakan pompa sentrifugal satu tahap yang berfungsi untuk mensirkulasikan air laut, sekaligus mengeluarkan udara, brine, serta mengisi feed water yang perlu didinginkan dalam sistem feeder.

Pompa sentrifugal satu tahap lainnya, yang juga digerakkan oleh motor horizontal, adalah pompa filter yang bertugas menghisap air tawar dari kondensor FWG dan menyalurkannya ke tangki penyimpanan air tawar. Setelah melewati sistem penyaringan, feed water dari pompa ini akan dialirkan menuju bagian bawah dari heat exchanger untuk diproses lebih lanjut dalam siklus distilasi.



Gambar2. 1 Cara Kerja *Fresh Water Generator*

Sumber : Kapitan media 2011 cara kerja Fresh Water Genertor.

Berdasarkan pengetahuan dari literatur tentang permesinan bantu, terdapat dua jenis evaporator atau *fresh water generator*:

1. Generator air tawar bertekanan tinggi

Jenis ini memanfaatkan panas langsung dari sistem *boiler* yang tekanannya diturunkan sesuai kebutuhan, misalnya hingga 7,0 bar untuk air laut. Air kemudian disaring melalui pipa-pipa untuk mencapai kadar garam maksimal 10 ppm. Namun, sistem ini sering menghadapi kendala akibat pembentukan kerak pada pipa, yang menghambat proses perpindahan panas. Untuk mempertahankan kapasitas penguapan, diperlukan peningkatan tekanan dan suhu uap.

2. Generator air tawar bertekanan rendah

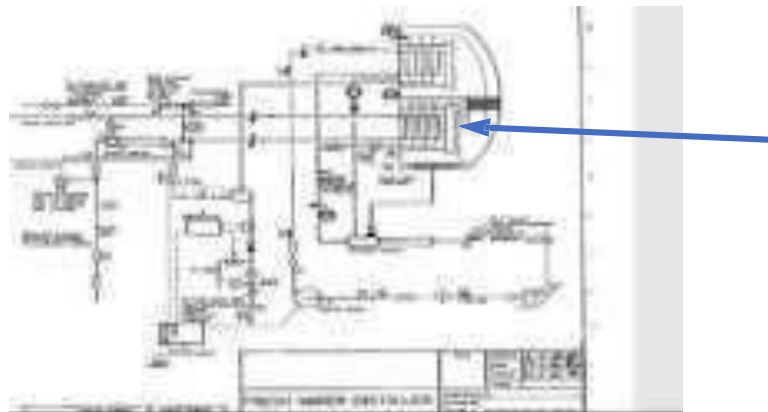
Tipe ini bekerja berdasarkan prinsip penurunan titik didih air

melalui penurunan tekanan menggunakan pompa vakum. Dengan demikian, sumber panas (berupa uap atau media lain) hanya membutuhkan tekanan dan suhu yang rendah. Panas yang dihasilkan bisa berasal dari air pendingin mesin diesel yang masih memiliki sisa energi panas yang memadai.

D. Bagian - Bagian Utama Fresh Water Generator

1. Evaporator

Komponen berbentuk tabung kecil ini terletak di bagian bawah unit FWG. Di dalamnya terdapat heat exchanger yang menggunakan uap dan air tawar dari sistem pendingin mesin sebagai media pemanas, sedangkan air laut atau brine mengalir di bagian luar penukar panas dan berfungsi sebagai fluida yang akan diuapkan.



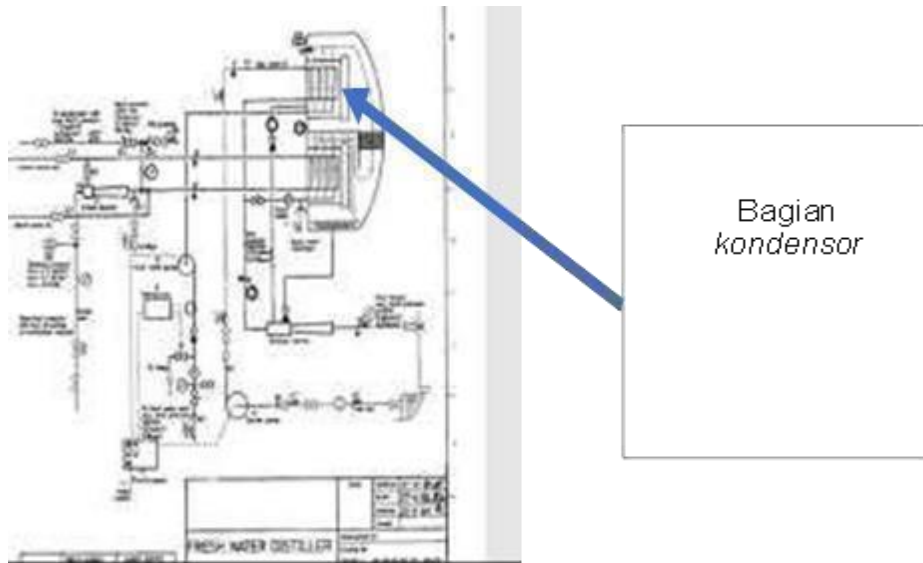
Gambar 2. 2 Bagian *Evaporator*
Sumber : Data Pribadi (2020)

2. Deflector

Terpasang di bagian atas evaporator, deflector berperan untuk mencegah keluarnya percikan air laut mendidih bersama uap air, sehingga mencegah terjadinya kontaminasi dalam proses penguapan.

3. Kondensor

Untuk menghasilkan air sulingan, uap air dialirkan melalui pipa-pipa kecil berbentuk spiral yang dikelilingi oleh aliran air laut, di mana proses pertukaran panas mengubah uap menjadi tetesan air hasil kondensasi.



Gambar2. 3 Kondensor

Sumber : Data Pribadi (2020)

4. Air Ejector

Memiliki bentuk menyerupai kerucut, komponen ini berfungsi menyedot udara dari ruang evaporasi dan mengarahkannya ke dalam ruang kondensasi guna menciptakan kondisi vakum yang diperlukan dalam sistem.

5. Ejector Pump

Pompa ini terpasang di bagian luar FWG dan memiliki fungsi untuk menghisap serta memompa air laut ke dalam sistem, yang kemudian akan mengalami proses distilasi melalui berbagai komponen ventilasi.

6. Distillate Pump

Berdasarkan penjelasan Nurdin Harahap dalam buku *Mesin Bantu*, pompa ini merupakan komponen utama FWG yang berfungsi untuk memindahkan air hasil kondensasi dari kondensor ke tangki penyimpanan air tawar.

Manual operasional FWG tipe JWP-16-C 40/50 turut mencantumkan rincian komponen-komponen berikut :

a. Evaporator

Bagian ini mencakup penukar panas (heat exchanger) yang dikelilingi oleh separator untuk mendukung proses pemisahan fasa

b. Separator (Pemisah)

Berfungsi untuk memisahkan air laut dari uap air sebelum uap diarahkan menuju tahap kondensasi.

c. Kondensor

Mirip dengan bagian evaporator, kondensor juga dilengkapi dengan pelat-pelat penukar panas yang dibungkus oleh separator sebagai media isolasi termal.

d. Saluran Masuk Brine/Udara

Berfungsi sebagai jalur masuk untuk campuran air garam (brine) dan gas-gas non-kondensasi yang berasal dari separator menuju sistem pembuangan

e. Salinometer

Alat ini berfungsi untuk memantau secara kontinu kadar garam dalam air tawar yang dihasilkan, dan secara otomatis mengaktifkan alarm apabila kadar salinitas melebihi batas toleransi yang telah ditentukan

Panel kendali FWG umumnya menggunakan panel produksi Alfa Laval yang dilengkapi dengan motor starter berdaya rendah, salinometer, serta sistem alarm jarak jauh, dan berfungsi sebagai pusat kontrol untuk memulai dan menghentikan siklus operasi FWG.

E. Tujuan produksi air tawar di kapal

1. Sistem produksi air tawar berfungsi untuk mengurangi ketergantungan terhadap suplai air dari pelabuhan, sehingga memungkinkan kapal untuk beroperasi dalam jangka waktu lebih lama tanpa harus melakukan pengisian ulang di darat. Hal ini sangat penting terutama dalam pelayaran jarak jauh atau di area

dengan akses pelabuhan terbatas.

2. Dengan tersedianya sistem produksi air tawar di kapal, kebutuhan akan tangki penyimpanan air dalam jumlah besar dapat diminimalkan. Konsekuensinya, ruang yang tersedia di dalam kapal dapat dialihkan untuk peningkatan kapasitas muatan, sehingga mendukung efisiensi tata letak dan perencanaan kargo.
3. Sistem ini dirancang untuk memanfaatkan energi termal sisa, khususnya dari air pendingin jacket mesin induk, sebagai sumber panas dalam proses destilasi air laut. Pemanfaatan panas buangan ini tidak hanya mengurangi pemborosan energi, tetapi juga berkontribusi terhadap efisiensi termal dan ekonomi pengoperasian sistem permesinan kapal secara keseluruhan.

F. Bagian - Bagian Fresh Water Generator

Agar *Fresh Water Generator* (FWG) dapat menghasilkan air tawar sesuai dengan kapasitas perancangan, sistem ini harus didukung oleh serangkaian komponen utama yang berperan penting dalam menjamin kelancaran proses distilasi. Berikut ini adalah uraian teknis mengenai komponen-komponen tersebut beserta fungsinya:

1. Evaporator Heat Exchanger

Komponen ini berfungsi untuk menguapkan air laut menggunakan panas yang diperoleh dari air tawar pendingin jacket mesin induk atau uap panas lainnya. Proses ini merupakan tahap awal dari sistem distilasi.

2. Kondensor

Kondensor terdiri dari rangkaian pipa penukar panas yang dipasang dalam bejana tertutup (*separator shell*), berfungsi mengubah uap air hasil evaporasi menjadi air tawar melalui proses kondensasi menggunakan media pendingin berupa air laut. Berdasarkan aplikasinya, kondensor diklasifikasikan sebagai *Main Condenser* dan *Auxiliary Condenser*, sedangkan berdasarkan metode perpindahan panasnya, terdapat dua tipe utama:

- a. *Direct Contact Condenser*: media pendingin bersentuhan langsung dengan uap.
- b. *Surface Condenser*: media pendingin dipisahkan oleh dinding pelat atau pipa, tanpa kontak langsung.

3. Ejector Pump

Pompa ini menciptakan kondisi kevakuman (vacuum pressure) dalam sistem FWG. Air laut bertekanan tinggi dipompakan ke *water ejector*, menyebabkan udara dan brine terhisap keluar dari evaporator dan kondensor. Selain menciptakan kevakuman, air laut dari ejector pump juga dialirkan sebagai *feed water* ke evaporator untuk dipanaskan.

4. Destilasi pump

Pompa ini bertugas mentransfer air tawar hasil kondensasi ke tangki penyimpanan. Operasional pompa mengacu pada indikator ketinggian cairan (*sight glass*). Aliran keluar diatur melalui *delivery valve* untuk menjaga kestabilan level air. Operasi pompa dalam kondisi kering harus dihindari karena berpotensi menyebabkan kerusakan pada *shaft* dan *seal*.

5. Salinometer / Salinity Indicator

Perangkat ini mendeteksi kadar garam pada air tawar hasil produksi menggunakan *salinity cell*. Jika kadar salinitas melebihi ambang batas seperti 10 ppm, sistem akan mengaktifkan alarm peringatan.

6. Selenoid valve

Katup ini mengatur distribusi air tawar dari FWG ke tangki. Jika kadar garam berada di bawah ambang batas, katup akan menutup. Namun jika kadar garam tinggi, katup terbuka untuk mengalirkan kembali air tawar tersebut ke *vapor chamber* atau *separator shell* untuk didaur ulang.

7. Flow meter

Alat ini mengukur laju aliran air tawar yang diproduksi. Mekanisme kerjanya melibatkan energi kinetik dari aliran air untuk memutar *impeller*, yang kemudian ditransmisikan menjadi pembacaan jumlah produksi.

8. Pressure Vacuum Gauge

Digunakan untuk memantau tekanan internal di dalam FWG, khususnya untuk memastikan kevakuman sistem yang mendukung proses evaporasi secara efisien.

9. Thermometer

Berfungsi untuk mengukur suhu air pendingin laut di dalam kondensor dan suhu air tawar dari jacket cooling mesin induk sebelum dan sesudah proses pemanasan.

10. Sight Glass (glass penduga)

Komponen ini memungkinkan pemantauan visual terhadap tinggi permukaan air laut di dalam evaporator guna memastikan volume pengisian tetap sesuai batas operasional.

Setiap sistem di atas kapal, termasuk FWG, dilengkapi dengan dokumen teknis berupa *manual book* yang digunakan sebagai pedoman pengoperasian, pemeliharaan, dan perbaikan. Dokumen ini umumnya ditulis dalam Bahasa Inggris sebagai bahasa standar internasional, guna memfasilitasi pemahaman lintas awak kapal. Untuk FWG, digunakan *instruction manual* yang dilengkapi dengan diagram teknis dan prosedur lengkap, yang wajib dijadikan acuan dalam setiap aktivitas yang melibatkan sistem ini..

G. Prosedur mengoperasikan pesawat *Fresh Water Generator*

1. Cara pengoperasian Fresh Water Generator

Sebelum FWG dioperasikan, diperlukan tahapan penutupan dan pembukaan katup secara sistematis untuk menjamin integritas sistem dan efisiensi kerja :

- a. Tutup katup masuk dan keluar pada sistem pendingin jacket water dari mesin induk.
- b. Tutup katup *vacuum breaker* guna mempertahankan tekanan internal.
- c. Tutup katup keluaran pada pompa distilat.
- d. Tutup katup masukan *feed water* menuju penukar panas (*heat exchanger*).
- e. Tutup katup pembuangan bawah (*bottom blow*).
- f. Buka katup hisap, katup tekan pompa, dan katup pembuangan menuju laut, lalu aktifkan pompa ejektor.
- g. Buka katup masuk dan keluar pendingin kondensor.
- h. Buka katup keluaran air dari kondensor untuk mengisi pipa pendingin dan mengeluarkan udara. Setelah penuh, katup dapat ditutup kembali, meskipun dianjurkan untuk dibiarkan sedikit terbuka selama operasi.
- i. Buka katup feed water setelah melewati filter; biarkan air laut mengalir ke heat exchanger. Volume air masuk dipantau melalui *compound gauge*, dan diatur antara 1,2–1,8 kg/cm² (117.680–176.520 Pa).
- j. Setelah kevakuman mencapai 70–76 cmHg, buka katup isap dan tekan pendingin mesin induk menuju evaporator secara perlahan untuk menghindari pemanasan mendadak.

- k. Ketika air hasil destilasi terlihat pada *sight glass*, aktifkan pompa distilat dan sesuaikan aliran menggunakan *delivery valve* agar level air stabil. Bila pompa gagal bekerja namun level tetap terlihat, berarti kondensor telah terisi penuh.
 - l. Aktifkan indikator salinitas listrik untuk memantau kandungan garam pada air tawar hasil proses.
2. Prosedur dalam *mematikan* pesawat *Fresh Water Generator* yaitu :
 - a. Buka katup *bypass* pendingin mesin induk terlebih dahulu, lalu tutup katup masuk dan keluar evaporator untuk menghentikan proses evaporasi secara perlahan.
 - b. Nonaktifkan pompa distilat dan tutup katup keluarannya.
 - c. Setelah mematikan pompa ejektor, tutup katup isap, tekan, dan katup pembuangan menuju laut (*overboard*).
 - d. Buka katup *vacuum breaker* untuk menyeimbangkan tekanan.
 - e. Tutup katup feed water menuju pemanas setelah pompa ejektor dimatikan.
 - f. Tutup katup *chemical feed water* dan matikan pompa bahan kimia.
 - g. Nonaktifkan salinometer.
 - h. Tutup katup yang mengarah ke tangki air tawar.
 - i. Catat pembacaan *flow meter* sebagai referensi operasional.
 - j. Jika FWG akan nonaktif dalam waktu lama, buang air laut sisa dari bagian *evaporator suction* dengan membuka katup *blow off* di bawah penukar panas.
 - k. Buka katup *bypass* untuk pendingin laut serta katup masuk dan keluar kondensor untuk pembersihan.
3. Hal–hal yang perlu diperhatikan selama pengoperasian *Fresh Water Generator* yaitu :
 - a. Pengaturan Kapasitas Air Laut

Kapasitas air laut harus disesuaikan dengan performa FWG. Kualitas air tawar sangat bergantung pada energi panas yang diberikan pada air laut dalam *heat exchanger*. Peningkatan volume air laut membutuhkan suhu pemanasan yang lebih tinggi. Aliran

pendingin dari jacket mesin induk ke evaporator dapat disesuaikan melalui pengaturan katup *bypass*.

b. *Kondensor*

Jika suhu air laut tinggi, kurangi kapasitas kondensor untuk mempertahankan efisiensi kondensasi. Penting menjaga suhu evaporasi di bawah 45°C (113°F). Kondensor harus diperiksa secara berkala untuk memastikan proses berjalan optimal.

c. Pompa–pompa

Setiap pompa pada sistem FWG harus dipastikan berfungsi normal. Komponen penting seperti impeller, bantalan (*bearing*), dan poros (*shaft*) perlu diawasi dan diperiksa secara rutin:

d. Motor pompa.

Pompa FWG tidak boleh dijalankan dalam kondisi kering lebih dari 5 menit. Pompa ejektor dilengkapi dengan *mechanical seal* atau *gland packing* yang memerlukan pendinginan air kontinu. Pengoperasian tanpa air dapat merusak komponen tersebut.

e. Kadar Garam

Kadar garam air tawar dipantau dengan salinometer. Apabila melebihi 10 ppm, sistem akan secara otomatis memberikan alarm peringatan.

f. Perawatan Terhadap Evaporator

Untuk mencegah korosi, evaporator harus dijaga pada suhu serendah mungkin dengan kadar garam yang tidak tinggi. Suhu evaporasi dapat dipantau melalui thermometer yang terpasang di separator, dan harus stabil setelah sistem beroperasi selama 30 menit. Pemeriksaan berkala terhadap thermometer dengan metode pengujian khusus sangat dianjurkan.

H. Vakum

Pada tanggal 19 September 2023, setelah beroperasi selama 13 hari berturut-turut, sistem Fresh Water Generator (FWG) menunjukkan penurunan performa yang ditandai dengan berkurangnya tingkat kevakuman hingga mencapai 70% dari nilai normal. Fenomena ini diidentifikasi sebagai akibat dari kebocoran pada komponen *rubber seal* yang terpasang pada *separator vessel*. Kebocoran tersebut memungkinkan udara luar masuk ke dalam sistem tertutup, yang pada akhirnya mengganggu proses sirkulasi fluida dan menghambat pencapaian tingkat kevakuman yang optimal untuk proses destilasi.

Untuk menentukan secara tepat titik kebocoran pada *rubber seal*, dilakukan pengujian *hydrotest* guna mengevaluasi integritas sistem. Berdasarkan hasil pengujian, dilakukan tindakan perbaikan oleh Masinis III dengan melakukan penyegelan ulang pada area kebocoran menggunakan sealant berbahan dasar silikon guna mengembalikan fungsi kedap udara dari komponen tersebut

I. Penurunan Tingkat Kevakuman

Penurunan tingkat kevakuman pada sistem Fresh Water Generator (FWG) diketahui disebabkan oleh adanya kebocoran pada komponen seal karet di area separator vessel. Investigasi menunjukkan bahwa saat proses penggantian seal karet, sisa-sisa lem dan fragmen seal lama tidak dibersihkan secara menyeluruh. Kondisi ini mengakibatkan ketidaksempurnaan dalam pemasangan seal baru, yang menimbulkan celah dan memungkinkan terjadinya kebocoran pada sistem sirkulasi air laut.

Dampak dari kebocoran ini adalah terganggunya kondisi kevakuman optimal, yang secara langsung memengaruhi kinerja sistem FWG dalam memproduksi air tawar. Dalam kondisi normal, FWG mampu menghasilkan air tawar sebanyak 17 hingga 20 ton per hari. Namun, ketika kevakuman sistem menurun di bawah kisaran

ideal (90–93%), efisiensi evaporasi menurun akibat peningkatan suhu titik didih air laut pengisi. Suhu ideal untuk proses penguapan di dalam evaporator adalah antara 50 °C hingga 70 °C, karena pada rentang suhu ini kandungan garam belum mencapai kondisi jenuh, sehingga risiko pembentukan kerak masih rendah.

Penting untuk mempertahankan kondisi vakum agar air laut dapat menguap pada suhu maksimum 70 °C. Jika kevakuman terus menurun, titik didih air laut pengisi dapat meningkat ke rentang 70 °C hingga 100 °C. Pada suhu tersebut, kandungan garam dalam air laut berpotensi mencapai titik jenuh, yang menyebabkan presipitasi garam dan pembentukan kerak (*scaling*) pada permukaan pemanas. Oleh karena itu, untuk menjaga kevakuman sesuai standar operasional, integritas seal karet dan performa pompa ejektor harus selalu dipantau dan dipelihara secara optimal..

J. Upaya perbaikan Penurunan tingkat kevakuman yang disebabkan karena adanya kebocoran pada rubber seal

1. Penggantian Rubber Seal (Replacement dengan Komponen Baru)

Menjaga keandalan sistem air laut dalam operasional Fresh Water Generator (FWG) memerlukan langkah preventif melalui inspeksi berkala dan pemeliharaan sesuai prosedur standar. Salah satu komponen kritis dalam sistem ini adalah *rubber seal*, yang berperan dalam menjaga kedap udara pada sambungan *separator vessel*. Apabila ditemukan kerusakan atau degradasi pada *rubber seal*, maka penggantian dengan suku cadang baru harus segera dilakukan. Dalam proses penggantian, sangat penting untuk memastikan bahwa sisa lem maupun serpihan *rubber seal* lama dibersihkan sepenuhnya guna mencegah terjadinya celah yang berpotensi menyebabkan kebocoran baru. Prosedur pemasangan komponen pengganti harus dilakukan sesuai standar manufaktur untuk menjamin integritas sistem.

2. Rekondisi Komponen Eksisting

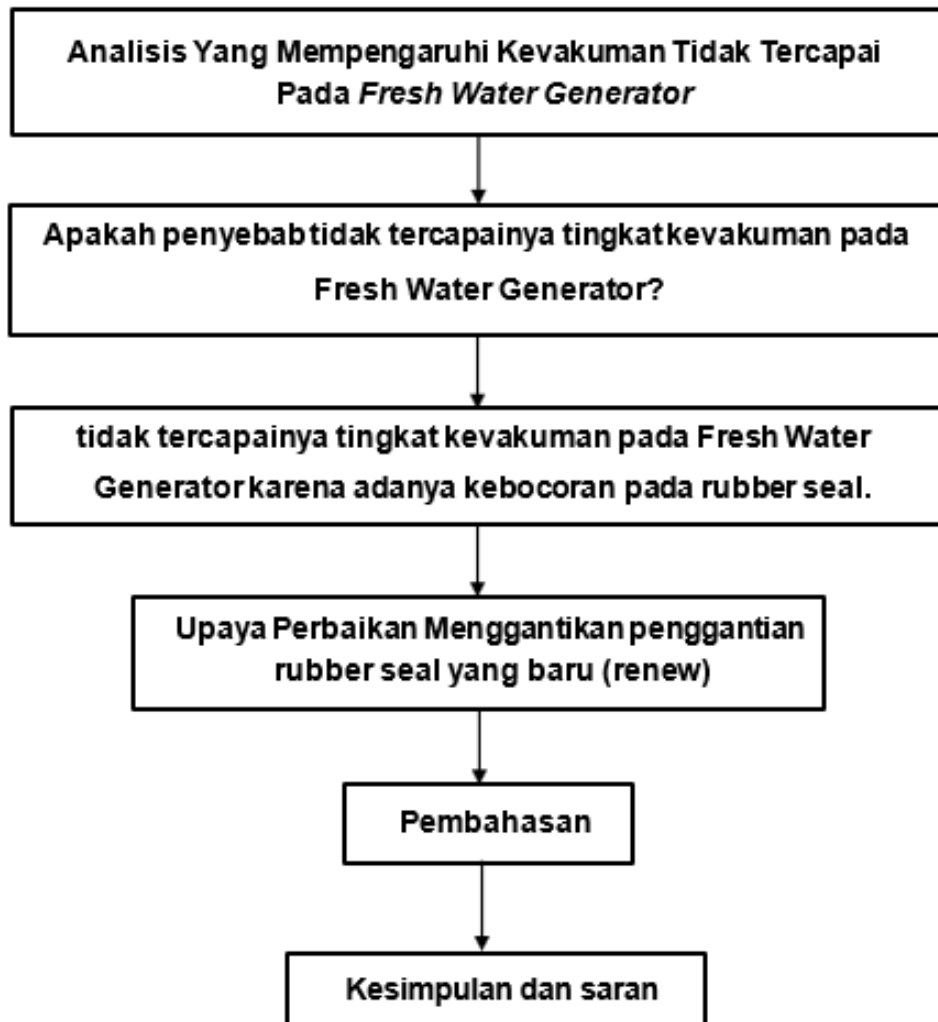
Selain penggantian, pendekatan lain yang dapat diterapkan adalah rekondisi terhadap komponen yang telah digunakan sebelumnya. Langkah ini mencakup pembongkaran, pembersihan menyeluruh, serta pemeriksaan visual dan fungsional untuk menilai kelayakan teknis komponen tersebut. Apabila hasil evaluasi menunjukkan bahwa komponen masih dapat diperbaiki, maka proses rekondisi dapat dilakukan guna mengembalikan fungsi dan performa komponen tersebut secara optimal. Pendekatan ini dapat menjadi solusi efisien dalam kondisi terbatasnya suku cadang pengganti.

K. Hipotesis

Berdasarkan permasalahan di atas, maka :

1. Diduga tingkat kevakuman *Fresh Water Generator* tidak tercapai karena adanya kebocoran pada *rubber seal*.
2. Diduga upaya perbaikan yang efektif untuk mengatasi masalah kevakuman pada *Fresh Water Generator* adalah dengan mengganti *rubber seal* yang baru.

L. Kerangka Pikir



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat Dan Waktu Penelitian

Studi ini dilaksanakan di atas kapal MT. Tender Harmony selama kurun waktu 12 bulan.

B. Teknik Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data untuk studi ini mencakup beberapa pendekatan, yaitu :

1. Metode Lapangan (*Field Research*)

Pengumpulan data dilaksanakan melalui pengamatan secara langsung terhadap objek yang menjadi fokus penelitian. Informasi diperoleh melalui:

a. Metode Observasi (Pengamatan)

Melalui teknik ini penulis akan mengadakan sesi tanya jawab secara langsung dengan personel mesin di atas kapal, khususnya masinis 4 dan kru lainnya yang berkaitan dengan prosedur perawatan *Fresh Water Generator*.

b. Metode Wawancara (*Interview*)

Data sekunder diperoleh dengan cara mempelajari buku panduan (*manual book*), literatur teknis, jurnal ilmiah, serta berbagai tulisan lain yang relevan dengan topik tidak tercapainya kevakuman pada *Fresh Water Generator*.

2. Studi Kepustakaan (*Library Research*)

Penulis mengumpulkan informasi dengan menelaah panduan teknis, referensi ilmiah, buku-buku, jurnal akademik, serta berbagai sumber tulisan lain yang membahas topik tidak tercapainya kevakuman pada *Fresh Water Generator*, guna membangun dasar teoritis sebagai pijakan dalam pelaksanaan penelitian.

C. Jenis Dan Sumber Data

Guna meninjau kelengkapan dalam penyusunan bagian pembahasan ini, penulis memanfaatkan berbagai jenis data serta sumber informasi yang relevan sebagaimana dijelaskan berikut ini :

1. Data Primer

Data utama dalam penelitian ini diperoleh melalui metode survei, yang dilakukan dengan cara observasi langsung, pengambilan pengukuran, serta pencatatan sistematis di lokasi tempat penelitian berlangsung.

2. Data Sekunder

Merupakan informasi pendukung yang melengkapi data utama, diperoleh dari hasil pengujian mesin saat uji coba pelayaran (*sea trial*) dan dokumentasi teknis dalam buku manual.

D. Prosedur Pengolahan Data

Setelah melakukan analisis awal, kegiatan praktik laut dilaksanakan guna memperoleh pemahaman langsung mengenai kondisi nyata di lapangan berdasarkan landasan teori yang diperoleh melalui studi kepustakaan. Tahapan berikutnya mencakup identifikasi permasalahan yang ditemukan, penetapan tujuan, serta perumusan ruang lingkup permasalahan, yang selanjutnya menjadi dasar dalam pemilihan metode penelitian yang tepat.

Berdasarkan tahapan tersebut, data yang relevan dengan objek penelitian dikumpulkan secara sistematis. Data yang diperoleh kemudian diolah sesuai dengan metode teoritis yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil pengolahan data tersebut dianalisis dengan cara melakukan perbandingan terhadap teori-teori yang mendasari penelitian ini.

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan, dilakukan

penyusunan pembahasan untuk menjelaskan temuan yang diperoleh. Pada tahap akhir, disusun kesimpulan yang merangkum hasil pembahasan serta diajukan saran-saran teknis yang berkaitan dengan faktor penyebab tidak tercapainya tingkat kevakuman pada sistem *Fresh Water Generator*.

E. Jadwal Penelitian

Adapun jadwal pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Tahun 2021											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Pengumpulan Data												
2.	Pemilihan Judul												
3.	Penyusunan Proposal dan bimbingan												
No	Kegiatan	Tahun 2023											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4.	Seminar Proposal												
5.	Perbaikan Seminar Proposal												
6.	Pengambilan data												
No	Kegiatan	Tahun 2024											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7.	Pengambilan Data												
8.	Pengolahan Data Dan Bimbingan Hasil Skripsi												
9.	Diseminar Hasilkan Serta Perbaikan												
No	Kegiatan	Tahun 2025											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10.	Bimbingan Seminar Tutup												
11.	Seminar Tutup & Perbaikan												