

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH TINGKAT KEVAKUMAN TERHADAP PRODUKSI AIR TAWAR PADA FRESH WATER GENERATOR DI KAPAL MV. LGH PROSPER



ARIF MUNANDAR

NIT: 20.42.036

TEKNIKA

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

**ANALISIS PENGARUH TINGKAT KEVAKUMAN TERHADAP
PRODUKSI AIR TAWAR PADA FRESH WATER GENERATOR
DI KAPAL MV. LGH PROSPER**

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan program pendidikan
Diploma IV pelayaran

Program studi teknika

Disusun dan diajukan oleh:

ARIF MUNANDAR
NIT: 20.42.036

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

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Nama : Arif munandar
NIT : 20.42.036
Program studi : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

**ANALISIS PENGARUH TINGKAT KEVAKUMAN TERHADAP
PRODUKSI AIR TAWAR PADA FRESH WATER GENERATOR DI
KAPAL MV. LGH PROSPER**

Merupakan karya asli seluruh ide yang ada dalam skripsi ini yang saya nyatakan sebagai kutipa, merupakan ide yang saya susun sendiri.

Jika pernyataan diatas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh politeknik ilmu pelayaran

Makassar, 14 NOVEMBER 2025



ARIF MUNANDAR
NIT: 20.42.036

SKRIPSI
ANALISIS PENGARUH TINGKAT KEVAKUMAN TERHADAP
PRODUKSI AIR TAWAR PADA FRESH WATER GENERATOR
DI KAPAL MV. LGH PROSPER

Disusun dan Diajukan oleh:

ARIF MUNANDAR

NIT. 20.42.036

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Skripsi
Pada tanggal 14 NOVEMBER 2025

Menyetujui :

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. Abdul Basir, M.T.,M.Mar.E

NIP: 19680516 199203 1 002



Gradina Nur Fauziah, S.S.,M.Si.

NIP: 19880305 201012 2 001

Mengetahui :

An. Direktur

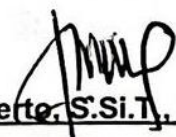
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar ,Ketua Program Studi Teknika

Pembantu Direktur I



Capt. Faisal saransi. MT.,M.Mar

NIP: 19750329/199903 1 002



Ir. Alberto, S.Si.T., M.Mar.E., M.A.P

NIP: 19760409 200604 1 001

PRAKATA

Puji syukur kepada sang pencipta atas kehadiran Tuhan yang maha esa yang telah memberikan berkat dan anugerah-Nya untuk memungkinkan penyelesaian skripsi dengan judul penelitian “ANALISIS PENGARUH TINGKAT KEVAKUMAN TERHADAP PRODUKSI AIR TAWAR PADA FRESH WATER GENERATOR DI KAPAL MV LGH PROSPER”

Skripsi ini diajukan untuk mencapai kelulusan Taruna Diploma IV, Jurusan Teknika di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar. Dalam menyelesaikan skripsi ini membutuhkan banyak waktu dan usaha. Namun waktu dan usaha saja tidak akan cukup bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tanpa doa, dukungan, dan bantuan dari orang-orang yang penulis cintai.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Capt. Rudy Susanto, M.pd selaku direktur politeknik ilmu pelayaran makassar.
2. Bapak Ir. Alberto, S.Si., M.Mar., M.A.P. selaku ketua jurusan teknika politeknik ilmu pelayaran makassar.
3. Bapak Ir. Abdul Basir, M.T., M.Mar.E selaku dosen pembimbing I dan Ibu Gradina Nur Fauziah S.S.,M.Si. selaku pembimbing II saya selaku dosen pembimbing II yang telah dengan tulus memberikan bimbingan dan petunjuk kepada penulis sejak dari penyusunan rencana penelitian, sampai tahap penyelesaian skripsi ini.
4. Seluruh dosen penguji, staf pengajar, pembina, instruktur, karyawan dan karyawati politeknik ilmu pelayaran makassar atas saran yang diberikan kepada penulis sepanjang pengalaman akademik penulis di pip makassar.
5. Bapak Haeruddin Dan Ibu Hj.Nurbaya selaku orang tua penulis yang tak

henti memberikan doa, material dan kasih sayangnya, serta dorongan dan semangat untuk penulis bisa menyelesaikan penulisan skripsi ini.

6. Kakak maupun adik penulis maupun segenap keluarga besar yang juga selalu memberikan dukungan dan dorongan anda kepada penulis.
7. Chief Engineer, Capten, Masinis II, III, IV dan seluruh crew kapal MV. LGH PROSPER
8. Sahabat dan teman-teman mahasiswa POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR yang telah saling sharing, membantu dan mendukung penulisan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan kasih dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul 'ANALISIS PENGARUH TINGKAT KEVAKUMAN TERHADAP PRODUKSI AIR TAWAR PADA FRESH WATER GENERATOR DI KAPAL

Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan bagi Taruna jurusan Teknika dalam menyelesaikan study pada program diploma IV Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan baik dari segi bahasa, susunan kalimat, Untuk itu penulis senantiasa menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Dalam kesempatan ini tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang membantu dalam proses penyelesaian skripsi ini.

Makassar, 14 NOVEMBER 2025
Penulis



ARIF MUNANDAR
NIT. 20.42.036

ABSTRAK

ARIF MUNANDAR, 2025, “Analisis Pengaruh Tingkat Kevakuman terhadap Produksi Air Tawar pada *Fresh Water Generator* di Kapal (dibimbing oleh Abdul Basir, dan Gradina Nur Fauziah)

Fresh Water Generator (FWG) berfungsi menghasilkan air tawar di kapal dengan memanfaatkan panas dari sistem pendingin mesin induk. Salah satu faktor penting dalam proses ini adalah tingkat kevakuman. Pada kapal MV. LGH PROSPER, terjadi penurunan kevakuman yang berdampak pada berkurangnya produksi air tawar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab turunnya tingkat kevakuman pada sistem FWG serta menganalisis faktor-faktor yang memengaruhinya agar kinerja sistem dapat lebih optimal.

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan lapangan dan tinjauan kepustakaan. Data diperoleh melalui observasi langsung, wawancara, dan pencatatan parameter operasi FWG untuk dianalisis hubungan antara kevakuman dan hasil produksi air tawar.

Data dikumpulkan dari 42 responden awak kapal dan menggunakan kuesioner berbasis skala Likert, serta data teknis dan hasil pengukuran lapangan. Analisis validitas dan reliabilitas dilakukan menggunakan uji *korelasi Pearson* dan *Cronbach’s Alpha*, yang menunjukkan hasil sangat baik ($\alpha = 0,928$). Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel kevakuman (Q1–Q9) memiliki korelasi kuat terhadap hasil produksi air tawar, terutama pada indikator Q4 (gangguan kevakuman saat operasi) dan Q6 (pengaruh kevakuman terhadap produksi air). Temuan ini menegaskan bahwa kevakuman yang optimal berbanding lurus dengan efektivitas FWG. Sebagai rekomendasi, perawatan sistem vakum, *inspeksi eductor*, serta pelatihan awak kapal sangat penting dalam menjaga kestabilan kevakuman demi memastikan kelancaran dan efisiensi produksi air tawar di kapal.

Kata kunci: Efisiensi, *fresh water generator*, kevakuman.

ABSTRACT

ARIF MUNANDAR, 2025, "Analysis of the Effect of Vacuum Levels on Fresh Water Production in Shipboard Fresh Water Generators (supervised by Abdul Basir and Gradina Nur Fauziah)"

Fresh Water Generators (FWGs) produce fresh water on ships by utilizing heat from the main engine cooling system. One important factor in this process is the vacuum level. On the MV. LGH PROSPER, a decrease in vacuum occurred, resulting in reduced fresh water production. This study aims to determine the cause of the decrease in vacuum levels in the FWG system and analyze the influencing factors to optimize system performance.

This study used a quantitative method with a field approach and literature review. Data were obtained through direct observation, interviews, and recording of FWG operating parameters to analyze the relationship between vacuum and fresh water production.

Data were collected from 42 crew members using a Likert-based questionnaire, along with technical data and field measurements. Validity and reliability analyses were conducted using Pearson correlation and Cronbach's Alpha tests, which showed Very good results ($\alpha = 0.928$). The results showed that the vacuum variables (Q1–Q9) had a strong correlation with freshwater production, especially indicators Q4 (vacuum disturbances during operation) and Q6 (the effect of vacuum on water production). This finding confirms that optimal vacuum is directly proportional to FWG effectiveness. As a recommendation, vacuum system maintenance, eductor inspection, and crew training are crucial in maintaining vacuum stability to ensure smooth and efficient freshwater production on board.

Keywords: Efficiency, freshwater generator, vacuum.

DAFTAR ISI

PRAKATA	VI
KATA PENGANTAR	VIII
ABSTRAK	VIII
DAFTAR ISI	X
DAFTAR GAMBAR	XII
DAFTAR TABEL	1
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Pengertian Fresh Water Generator	5
B. Prinsip Kerja <i>Fresh Water Generator</i>	5
C. Jenis-jenis Fresh Water Generator	8
D. Komponen-komponen pada <i>Fresh Water Generator</i>	9
E. Cara Pengoprasian Fresh Water Generator	17
F. Perawatan dan Perbaikan pada <i>Fresh Water Generator</i>	19
G. Rumus aplikasi tentang kevakuman FWG	20
H. Kerangka Pikir	21
I. Hipotesis	21

BAB III METODE PENELITIAN	22
A. Tempat Dan Waktu Penelitian	22
B. Jenis Dan Sumber Data	22
C. Metode Analisa Penelitian	23
D. Teknik Dan Prosedur Pengumpulan Data	23
E. Jadwal dan waktu Penelitian	26
F. Flow chart penelitian	27
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	28
A. Hasil penelitian	28
B. Pembahasan Dan Hasil Penelitian	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	48
A. Kesimpulan	48
B. Saran	48
LAMPIRAN GAMBAR	51

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2. 1 INSTALASI FWG 1	5
GAMBAR 2. 2 <i>FRESH WATER</i> TEKANAN TINGGI 1	9
GAMBAR 2. 3 <i>EVAPORATOR PLATE</i>	10
GAMBAR 2. 4 KONDENSOR FWG 1	10
GAMBAR 2. 5 <i>EJECTOR PUMP 1</i>	11
GAMBAR 2. 6 <i>SALINITY INDICATOR 1</i>	12
GAMBAR 2. 7 <i>SOLENOID VALVE</i>	12
GAMBAR 2. 8 <i>DISTILLATE PUMP 1</i>	13
GAMBAR 2. 9 <i>FLOW METER</i>	14
GAMBAR 2. 10 <i>PRESSURE VACUM GAUGE</i>	14
GAMBAR 2. 11 <i>THERMOMETER</i>	15
GAMBAR 2. 12 <i>SIGHT GLASS</i>	15
GAMBAR 2. 13 <i>GLAND PACKING</i>	16
GAMBAR 2. 14 DIAGRAM SISTEM FWG	17

DAFTAR TABEL

TABEL 3. 1 JADWAL PENELITIAN	26
TABEL 4. 1 SHIP PARTICULAR 1	30
TABEL 4. 2 DATA QOESIONER 1	31
TABEL 4. 3 KETERANGAN DATA QUEOSIONER	33
TABEL 4. 4 KETERANGAN SKALA NILAI PENILAIAN	34
TABEL 4. 5 DATA PENYAJIAN 1	35
TABEL 4. 6 DATA OBSERVASI 1	37
TABEL 4. 7 UJI NORMALITAS & VALIDITAS 1	39
TABEL 4. 8 UJI REABILITAS	40
TABEL 4. 9 UJI TERA 1	41
TABEL 4. 10 <i>SCOTTER PLOT</i> HUBUNGAN Q1 DAN Q4	42

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Purnama (2021) menekankan bahwa air tawar merupakan elemen krusial bagi keberlangsungan hidup di bumi, termasuk bagi operasional di atas kapal. Selain untuk kebutuhan dasar kru, air tawar berfungsi vital dalam menjaga kelancaran kinerja permesinan kapal yang menggunakan media air. Mengingat keterbatasan ruang muat, kapal yang menempuh perjalanan jauh biasanya dilengkapi dengan *Fresh Water Generator (FWG)* untuk memproduksi air tawar secara mandiri.

Namun, efektivitas alat ini sering kali terhambat oleh berbagai gangguan teknis yang menyebabkan produksi tidak maksimal (Widodo, 2023). Salah satu kendala utamanya adalah pembentukan endapan garam pada plat evaporator. Menurut Lantang (2017), kerak garam tersebut menyumbat aliran air laut yang akan diuapkan, sehingga menurunkan volume produksi air tawar dan menghambat pemenuhan kebutuhan harian di atas kapal.

Selama kurun waktu satu tahun penelitian di kapal tersebut, peneliti mengamati bahwa sistem kevakuman sering kali mengalami gangguan. Berdasarkan hasil observasi teknis dan pengisian kuesioner oleh awak kapal, diketahui beberapa faktor penyebab utama ketidakstabilan kevakuman, seperti adanya kebocoran udara, penurunan *performa ejector*, pendingin kondensor yang tidak *efisien*, serta ketidakakuratan alat pengukur tekanan vakum. Gangguan ini berdampak pada naiknya tekanan dalam *evaporator*, sehingga efisiensi penguapan menurun dan jumlah air tawar yang dihasilkan menjadi lebih sedikit dari standar kebutuhan kapal.

Selain aspek teknis, aspek operasional juga memegang peran penting. Ditemukan bahwa tidak semua awak kapal memahami secara

penuh prosedur perawatan sistem vakum, serta tidak semua gangguan pada kevakuman terdeteksi lebih awal karena keterbatasan pemantauan harian. Kurangnya SOP yang diterapkan secara konsisten juga memperburuk kondisi ini.

Kejadian ini menimbulkan implikasi serius terhadap *operational readiness* kapal, karena kebutuhan air tawar yang tidak terpenuhi dapat memengaruhi sanitasi, kebutuhan konsumsi, hingga sistem pendinginan mesin. Oleh karena itu, diperlukan analisis yang mendalam mengenai faktor-faktor penyebab kevakuman tidak optimal serta dampaknya terhadap hasil produksi air tawar, agar dapat dirumuskan solusi teknis dan manajerial yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran komprehensif terhadap kondisi sistem kevakuman FWG di kapal, serta menyarankan perbaikan yang dapat meningkatkan efisiensi dan keberlangsungan sistem produksi air tawar.

Maka berdasarkan permasalahan tersebut penulis menuangkannya dalam bentuk penelitian dengan judul “***Analisis Pengaruh Tingkat Kevakuman terhadap Produksi Air Tawar pada Fresh Water Generator(FWG)***”

B. Rumusan Masalah

Fokus permasalahan dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan penurunan tingkat kevakuman pada unit *fresh water generator*.

C. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan masalah yang perlu diperhatikan agar fokus dan cakupan penelitian tetap terjaga. Batasan masalah yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Ruang Lingkup Sistem Pendingin: Penelitian ini hanya memfokuskan pada sistem pendingin air laut yang digunakan pada kapal MV. LGH Prosper, dan tidak mencakup sistem pendingin lainnya yang digunakan pada jenis kapal berbeda.
2. Sistem *Fresh Water Generator* (FWG): Analisis sistem FWG terbatas pada proses distilasi untuk menghasilkan air tawar dari air laut, dengan penekanan pada pengaruh tingkat kevakuman terhadap produksi air tawar. Penelitian ini tidak membahas pengaruh faktor lain seperti kualitas air laut atau teknologi alternatif untuk produksi air tawar.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi berbagai faktor yang memicu terjadinya penurunan tingkat kevakuman pada *fresh water generator*.

D. Manfaat Penelitian

1. Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan khazanah ilmu pengetahuan, khususnya mengenai analisis performa mesin induk yang berkaitan dengan fenomena emisi gas buang berwarna hitam

2. Manfaat praktis

- a. Bagi Taruna Sebagai bahan belajar tentang *Fresh Water Generator* dan persiapan dalam Melaksanakan Peraktek Laut (PRALA).
- b. Bagi Umum Sebagai bahan informasi dan pengetahuan bagi pelaut yang bekerja diatas kapal.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

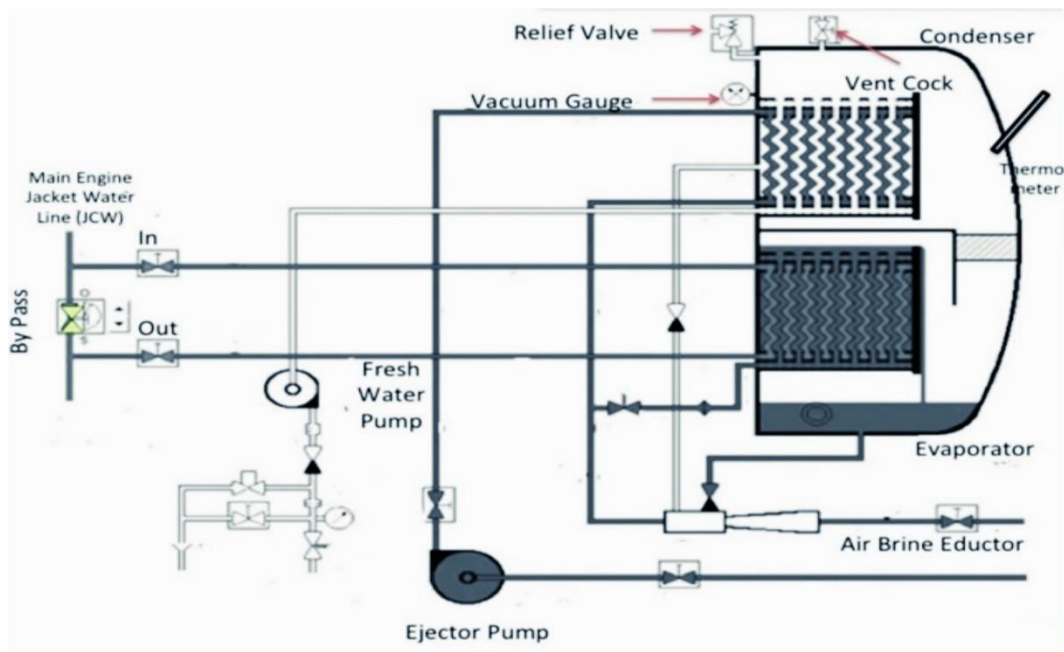
A. Pengertian *Fresh Water Generator*

Menurut Purusotama, I (2023) *Fresh Water Generator* (FWG) merupakan perangkat permesinan yang dirancang untuk mengonversi air laut menjadi air bersih melalui mekanisme evaporasi dan kondensasi di dalam ruang hampa. Secara teknis, alat ini bekerja dengan menguapkan air laut di bagian evaporator, kemudian mendinginkan uap tersebut melalui proses kondensasi hingga menghasilkan air tawar yang siap digunakan."

Tujuan utama *fresh water generator* pada kapal adalah untuk menghasilkan air tawar untuk kebutuhan akomodasi dan untuk sistem pendingin menurut Aprillia, R (2024)

B. Prinsip Kerja *Fresh Water Generator*

Gambar 2. 1 Instalasi FWG 1



Sumber: unimar amni.com (2018)

http://repository.unimar-amni.ac.id/2977/2/BAB%202_dikonversi.pdf

Menurut Veen (2006), Prinsip kerja pada *Fresh Water Generator*

dalam menghasilkan air tawar meliputi beberapa proses, yaitu :

1. Pemindahan Panas

Panas akan mengalir dari bagian cairan yang bersuhu tinggi ke cairan yang bersuhu rendah, besarnya pemindahan panas tergantung dari :

- a. Perbedaan suhu antara bahan yang memberi dan bahan yang menerima panas.
- b. Luas permukaan dimana panas mengalir.
- c. Koefisien penghantar panas dari bahan-bahan yang dilalui panas.
- d. Perpindahan panas dipengaruhi oleh masa benda "besar kalor yang di serap satu benda untuk menaikkan suhu yang sama sebanding dengan massa benda itu".

2. Penguapan dan Pengembunan

Pemberian energi panas secara terus-menerus pada zat cair akan mengakibatkan kenaikan suhu hingga mencapai ambang batas tertentu yang dikenal sebagai titik didih. Setelah mencapai fase ini, penambahan kalor lebih lanjut tidak lagi menaikkan suhu, melainkan memicu perubahan wujud zat dari cair menjadi uap.

3. Besar kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu benda/zat

Setiap materi karakteristiknya ditentukan oleh konstanta kalor jenis yang merepresentasikan jumlah energi panas yang diperlukan untuk meningkatkan suhu satu satuan massa zat sebesar satu derajat. Kalor sendiri merupakan bentuk energi dengan satuan Joule (J), sedangkan laju perpindahan kalor per satuan waktu didefinisikan sebagai daya yang diukur dalam satuan Joule per detik (Watt). Perpindahan kalor tersebut dapat terjadi melalui beberapa mekanisme, yaitu:"

- a. Penyerahan kalor dengan cara pengantaran.

Kalor bergerak dari daerah dengan suhu yang lebih tinggi ke daerah yang lebih rendah. Jumlah kalor yang persatuan waktu bergerak melalui suatu bidang sebanding dengan luas bidang itu

dan sebanding dengan penurunan suhu diukur tegak lurus pada bidang tersebut. Jumlah kalor yang diserap atau diserahkan oleh suatu benda berbanding dengan massa benda itu sendiri.

b. Penyerahan kalor dengan cara Konveksi

Proses pertukaran energi panas antara sumber kalor dan fluida penerima biasanya dibatasi oleh sebuah sekat atau dinding pemisah. Dalam mekanisme ini, energi termal dari gas buang terlebih dahulu diserap oleh permukaan dinding pipa, kemudian dialirkan melalui struktur dinding tersebut secara konduksi, hingga akhirnya dilepaskan ke media pemanas di sisi lainnya.

4. Penguapan dan pengembunan

Pemberian energi termal secara kontinu pada zat cair akan meningkatkan temperaturnya hingga mencapai titik didih. Setelah mencapai fase tersebut, akumulasi panas lebih lanjut akan memicu proses perubahan wujud menjadi uap. Sebaliknya, apabila uap tersebut dialirkan menuju sistem pendingin, akan terjadi perpindahan kalor dari uap ke media pendingin. Proses kondensasi ini mengakibatkan uap kehilangan energi panasnya dan kembali bertransformasi ke dalam fase cair.

5. Pengaruh tekanan terhadap suhu titik didih

Pada tekanan atmosfer standar (1 atm), air mencapai titik didih pada suhu 100°C. Namun, terdapat korelasi positif antara tekanan dan titik didih, di mana penurunan tekanan akan mereduksi suhu didih air secara signifikan. Prinsip ini diterapkan pada evaporator dengan memanfaatkan panas dari air pendingin motor induk untuk mendidihkan air laut pada suhu yang relatif rendah, yakni sekitar 60°C, melalui proses vakum. Uap yang dihasilkan kemudian dialirkan menuju kondensator. Sementara itu, akumulasi kadar garam pada sisa air laut yang tidak terevaporasi—dikenal sebagai *brine*—dikeluarkan menggunakan *brine ejector* untuk menjaga stabilitas salinitas. Hasil kondensasi uap (kondensat) selanjutnya didistribusikan oleh pompa

kondensat ke dalam tangki penampungan air tawar.

C. Jenis-jenis Fresh Water Generator

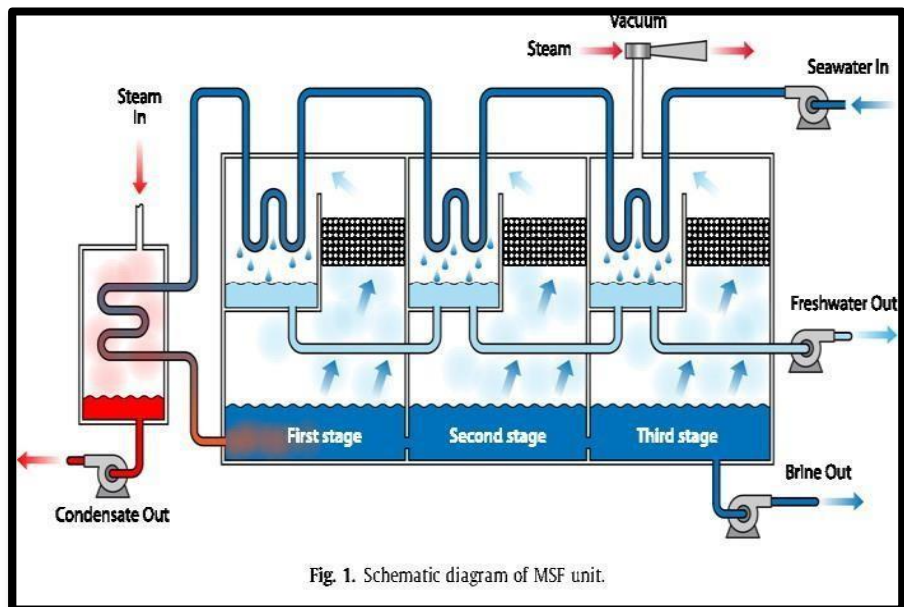
Dalam pesawat ini ada beberapa jenis yang digunakan di atas kapal sebagai pembuat air tawar. Menurut Yhuto (2013), tentang *Fresh water Generator* yaitu.

1. *Fresh Water Generator* tekanan tinggi

Menurut Dewandana, Rfns (2022) Pengaruh didefinisikan sebagai kekuatan atau daya yang bersumber dari subjek maupun objek tertentu yang mampu mengintervensi karakter, keyakinan, hingga tindakan di sekitarnya. Dalam konteks permesinan kapal, Ardiansyah (2011) mengklasifikasikan *Fresh Water Generator* (FWG) ke dalam dua kategori utama berdasarkan tekanan operasionalnya, yaitu tekanan tinggi dan tekanan rendah. Pada unit FWG bertekanan tinggi, proses evaporasi dilakukan pada tekanan di atas 1 bar. Selaras dengan sifat termodinamika air, kondisi ini menyebabkan penguapan baru terjadi ketika suhu melampaui 100°C. Implikasinya, sistem ini memerlukan pasokan uap panas dari ketel uap (*boiler*) sebagai media pemanas. Secara konstruksi, FWG jenis ini umumnya mengintegrasikan *boiling evaporator* dengan kondensor bertipe *shell and tube*.

tekanan tinggi banyak digunakan pada kapal-kapal dengan kebutuhan air tawar yang besar karena mampu menghasilkan debit produksi lebih tinggi. Sistem ini bekerja dengan memanfaatkan energi panas dari ketel uap utama sehingga lebih efisien dalam pemakaian energi. Namun, penggunaan tekanan dan temperatur yang tinggi juga menuntut perawatan yang lebih intensif terhadap peralatan untuk mencegah terjadinya kerusakan

Gambar 2. 2 *Fresh Water* Tekanan Tinggi 1



Sumber: unimaramni (2019)

<https://jurnal.unimaramni.ac.id/index.php/JSTM/article/download/200/147147181/147147236>

Melalui pemanfaatan kondisi vakum yang mencapai 98%, suhu yang dibutuhkan untuk proses evaporasi dapat ditekan hingga sekitar 50°C. Hal ini menghilangkan ketergantungan pada media pemanas bersuhu tinggi. Kebutuhan energi panas tersebut dapat terpenuhi secara efisien dengan mengalihkan panas buang dari air pendingin mesin induk, yang umumnya memiliki rentang suhu antara 70°C hingga 77°C, untuk dialirkan ke sistem penguapan.

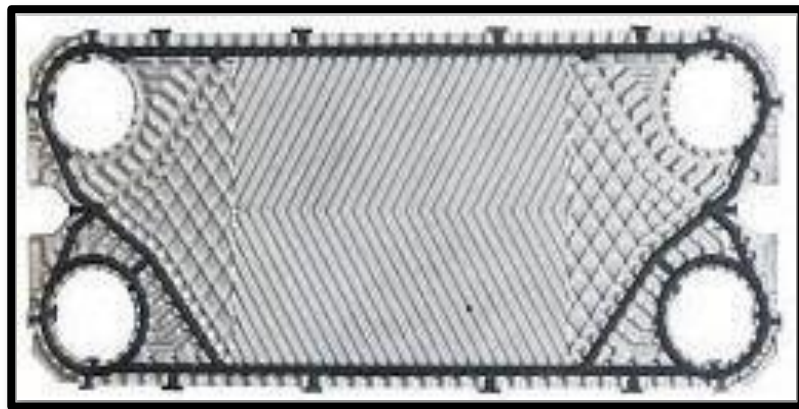
D. Komponen-komponen pada *Fresh Water Generator*

Menurut buku petunjuk Alva Laval Desalt JWP-26-C Series Komponen-komponen yang terdapat pada *Fresh Water Generator* yaitu:

a. Evaporator

Evaporator berfungsi untuk menguapkan air laut *boiler* yang memindahkan laju panas tinggi pada daya pemompaan rendah dengan biaya minimum (Abou Elmaaty, Kabeel, & Mahgoub, 2017).

Gambar 2. 3 Evaporator Plate



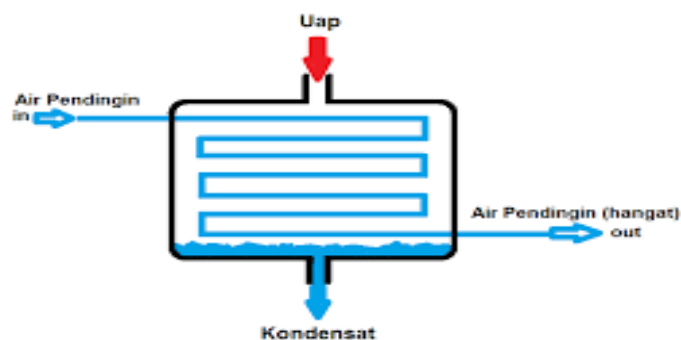
Sumber : Meratus Project 1 (1999)

<https://smeco.biz/plate-heat-exchanger-fresh-water-generator-separator-spares/>

b. Kondensor

Serupa dengan unit evaporator, kondensor pada sistem ini tersusun atas deretan pelat penukar panas (*plate heat exchanger*) yang ditempatkan di dalam bejana pemisah kedad udara. Komponen ini, bersama dengan selubung pemisah (*separator shell*), memiliki fungsi krusial untuk mengonversi zat dari fase uap atau gas kembali menjadi wujud cair melalui mekanisme kondensasi.

Gambar 2. 4 Kondensor FWG 1



Sumber: proses industry (2018)

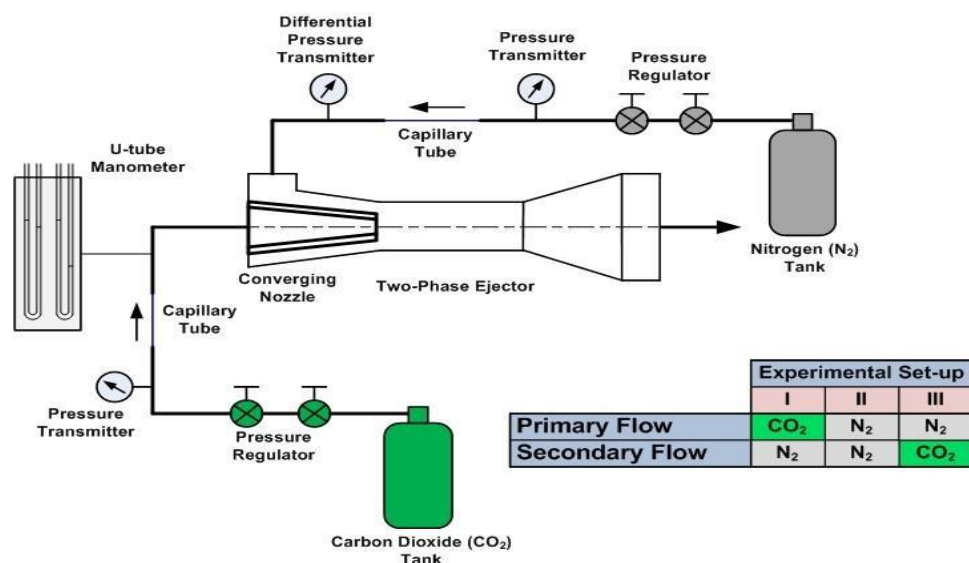
<https://www.prosesindustri.com/2015/01/kondensor-dan-prinsip-kerjanya.html>

Kondensor pada *Fresh Water Generator* (FWG) di kapal berfungsi untuk mengembunkan uap air laut yang dihasilkan dari proses penguapan dalam *evaporator*. Proses ini penting dalam FWG karena uap air laut tersebut akan diubah menjadi air tawar (kondensat) yang siap digunakan.

c. *Ejector pump*

Gas utama mengalir dari tabung, lalu disedot melalui pipa dan masuk ke *ejector*. Aliran ini menarik gas kedua masuk karena efek vakum. Alat ukur digunakan untuk memantau tekanan. Percobaan dilakukan dengan tiga cara: CO₂ sebagai gas utama, N₂ sebagai gas utama, dan kombinasi keduanya. Tujuannya adalah untuk melihat bagaimana gas yang berbeda memengaruhi kerja alat.

Gambar 2. 5 Ejector Pump 1



Sumber :reserchagate (2019)

https://www.researchgate.net/figure/Gambar-2-Skema-pengujian-sistem-ejector_fig1_320183024

d. *Salinometer / Salinity Indikator*

Perangkat ini berperan dalam memantau konsentrasi salinitas pada air tawar yang diproduksi oleh Fresh Water Generator. Melalui komponen salinity cell, alat ini mendeteksi kandungan garam guna memastikan kualitas air yang dihasilkan memenuhi standar yang ditetapkan.

Gambar 2. 6 Salinity Indikator 1



Sumber : Meratus Project 1 (1999)

<https://www.ababilmarine.com/product/SASAKURA-KE-30-FRESH-WATER-GENERATOR-SPA>

e. *Solenoid Valve*

Solenoid valve berperan sebagai katup pengendali otomatis yang mengatur arah aliran air tawar hasil produksi *Fresh Water Generator* menuju tangki penampungan.

Gambar 2. 7 Solenoid Valve



Sumber : chief engineer (2018)

<https://chiefengineerlog.com/tag/fresh-water-generator/>

f. *Distillate pump*

Skema atau diagram pompa destilat (atau biasa disebut pompa air tawar) dalam sistem *Fresh Water Generator* (FWG) menunjukkan jalur aliran air tawar dari kondenser menuju tangki penyimpanan. ompa destilat biasanya dilengkapi dengan *pressure gauge* untuk memantau tekanan keluaran agar sesuai dengan kebutuhan sistem. Selain itu, pompa ini dirancang dengan material tahan korosi karena berhubungan langsung dengan air hasil kondensasi yang masih memiliki kandungan mineral tertentu. Kapasitas pompa destilat harus seimbang dengan kapasitas produksi *Fresh Water Generator* agar tidak terjadi penumpukan air pada kondenser. Jika pompa mengalami gangguan, proses distribusi air tawar ke tangki penyimpanan akan terhambat sehingga dapat mempengaruhi ketersediaan air di kapal. Oleh karena itu, pemeriksaan rutin dan perawatan berkala pada pompa destilat sangat penting untuk menjamin kontinuitas suplai air tawar.

Gambar 2. 8 Distillate Pump 1



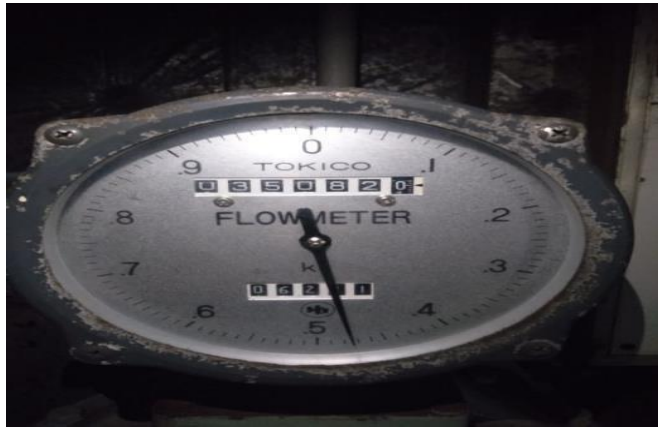
Sumber:distilatte pump.com (2019)

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3Da0xAznxOYAY&psig=AOvVaw3Op3T5tOohHuWIIGuD2Cks&ust=1749807439968000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CAsQtaYDahcKEwjAgM3pyuuNAxUAAAAHQAAAAQBw>

g. *Flow Meter*

Flow meter merupakan instrumen pengukuran yang berfungsi untuk memantau volume air tawar yang diproduksi oleh unit *Fresh Water Generator*. Alat ini ditempatkan sebelum jalur pengisian menuju tangki penyimpanan air tawar guna memberikan data akurat mengenai total produksi dalam satuan meter kubik.

Gambar 2. 9 *Flow Meter*



Sumber: magnetik (2019)

<https://www.hginstrument.com/id/magnetic-flow-meter/boat-fuel-flow-meter/>

h. *Pressure vacum gauge* adalah sebagai suatu alat untuk mengetahui

Gambar 2. 10 *Pressure Vacum Gauge*



Sumber: amazon (2018)

<https://www.amazon.com/Filled-Vacuum-Pressure-Gauge-Compressor/dp/B00G0096RM>

i. *Thermometer*

Termometer berfungsi sebagai instrumen pemantau suhu untuk mengukur temperatur air laut pendingin pada kondensor serta media pemanas di dalam *heater*. Sumber panas tersebut berasal dari sirkulasi air tawar pendingin jaket (*jacket cooling water*) mesin induk, di mana termometer mencatat fluktuasi suhu saat fluida masuk maupun keluar dari sistem tersebut.

Gambar 2. 11 Thermometer



Sumber: inumar amni (2020)

<http://repository.unimar-amni.ac.id/2977/2/BAB%202-dikonversi.pdf>

j. *Sight Glass* (Gelas penduga)

Sight glass adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mengetahui tinggi atau rendahnya permukaan air pengisian.

Gambar 2. 12 Sight Glass



Sumber : Meratus Project 1 (1999) <https://grabcad.com/library/sight-glass-din-28120-1>

k. *Gland Packing*

Gland packing adalah suatu bahan yang digunakan untuk menahan suatu media zat lain yang keluar dari sistem pompa, yaitu antara poros pompa dan rumah pompa.

Gambar 2. 13 *Gland Packing*



Sumber:fajar benua (2018)

<https://store.fajarbenua.co.id/en/products/gland-packing-lubricated-ptfe-imprgnated-ramie-packing-gp-3020-5-16/>

l. *Jacket Cooling Water*

Jacket cooling water berfungsi untuk menyerap dari hasil pembakaran bahan bakar didalam silinder dan air yang berasal dari mesin induk dimanfaatkan untuk heater air laut di *fresh water generator*.

j. *Sea Water*

Air laut difungsikan sebagai bahan baku utama yang akan dikonversi menjadi air tawar melalui mekanisme evaporasi. Selain sebagai material dasar, air laut juga berperan sebagai media pendingin dalam sistem kondensor untuk memfasilitasi proses

kondensasi uap. *Distilate Water* adalah air tawar hasil penyulingan / distilasi yang keluar dari kondensor dan di pompa menggunakan *distilate pump* menuju ke tangki penampungan air tawar atau pun menuju tangki penampungan air *boiler*.

a. Kadar garam(CI %)

Kadar garam pada air tawar yang dihasilkan pada *Fresh water generator* dapat dilihat melalui alat yang disebut *salinometer salinity indicator*. Alarm pada salinometer akan berbunyi bila kadar garam yang dihasilkan lebih dari 10 ppm.

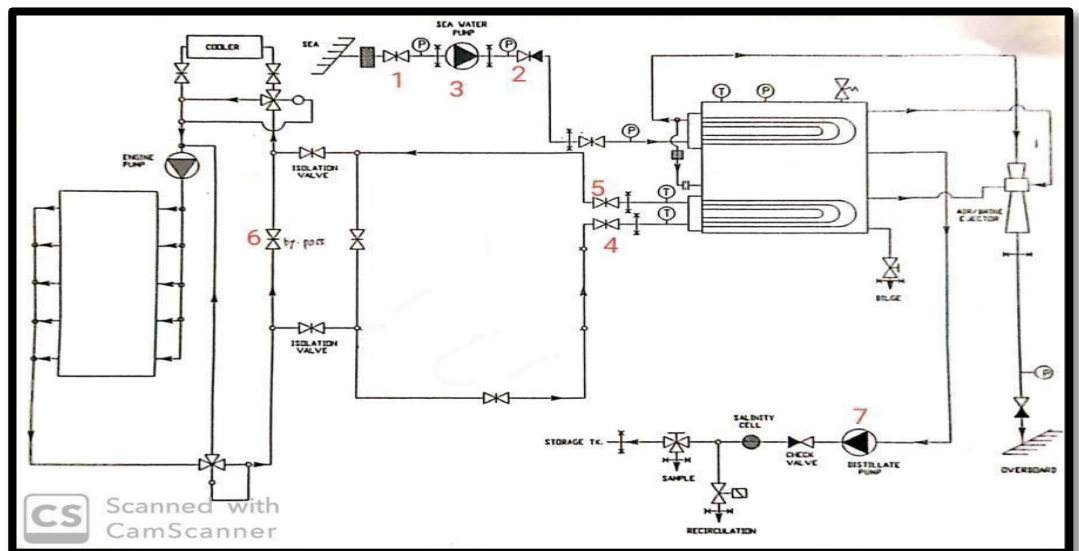
b. Tangki Air Tawar

Kompartemen ini berfungsi sebagai tangki penyimpanan pusat untuk menampung air tawar yang diproduksi oleh *Fresh Water Generator*.

E. Cara Pengoperasian Fresh Water Generator

Berikut ini akan dijelaskan tentang tata cara pengoperasian *Fresh Water Generator* sesuai dengan buku alfa laval *Fresh Water generator*.

Gambar 2. 14 Diagram Sistem FWG



Sumber: kapal logistik (2023)

<https://www.kapaldanlogistik.com/2021/04/fresh-water-system-air-tawar-di-kapal.html>

- a. Cara menjalankan pesawat bantu *Fresh Water Generator* yakinkan dengan benar bahwa kita memerhatikan beberapa hal :
 - a. Katup *inlet* dan *outlet* untuk *ejector pump* dalam posisi terbuka.
 - b. Katup *overboard* untuk *air ejector/combined*

Cara kerja :

- 1). Katup *outlet* ke *destilate pump* dalam keadaan tertutup
- 2). Kemudian jalankan *ejector supply pump*.
- 3). Buka katup *inlet* dan *outlet* air tawar pendingin *jacket* yang menuju ke *evaporator*. Katup *outlet* sebaiknya dibuka secara perlahan-lahan setelah katup *inlet*. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya panas berlebihan yang menimbulkan ketukan pada *evaporator*
- 4). Tutup katup by pass secara perlahan-lahan dan jalankan *salinity indicator*
- 5). Ketika *destilate water* sudah terlihat mengalir pada *sight glass* pipa hisap *destilate*, buka katup yang menuju ketangi air tawar dan jalankan *destilate pump*
- 6).Tunggu ruang *evaporator* sampai vacuum dan air pengisian (*feed water*) ke *evaporator* sudah berjalan dengan berjalannya *ejector pump*. Periksa pengaturan *feed water* dan di sesuaikan dengan dosis yang dibutuhkan.

2. pengoperasian *Fresh Water Generator* diatas kapal adalah :

- a. Menjaga tingkat kevacuman *Fresh Water Generator*
Mengecek satu jam sekali selama jam jaga dan temperatur pemanas air tawar pendingin *jacket*
- b. Salinity indicatornya.
Pada saat kapal sudah sampai tujuan atau *arrival* pastikan *fresh water generator* segera di matikan dikarenakan air laut didekat pelabuhan kotor dan itu bisa berdampak pada pelat *evaporator*

F. Perawatan dan Perbaikan pada *Fresh Water Generator*

Perawatan dan perbaikan pada *Fresh Water Generator* meliputi:

1. *Evaporator*

Selama proses pembersihan pelat evaporator, integritas gasket harus dipastikan dalam kondisi prima. Pelat tersebut kemudian direndam menggunakan larutan kimia berbasis asam (*acid*) yang telah dicampur dengan air tawar hangat bersuhu sekitar 50°C.

2. Kondensor

Prosedur pemeliharaan pada pelat kondensor memiliki kemiripan dengan proses pembongkaran evaporator. Tahapannya meliputi pelepasan seluruh unit pelat untuk kemudian direndam di dalam air hangat dengan temperatur sekitar 50°C. Berbeda dengan evaporator, pembersihan pada komponen ini dilakukan secara mekanis menggunakan sikat tanpa perlu melibatkan larutan asam (*acid*).

3. *Ejector*

Sesuai jadwal perawatan berkala setiap enam bulan, unit nozzle dan diffuser (penyembur) harus dilepas untuk menjalani pemeriksaan menyeluruh guna mendeteksi potensi kerusakan. Apabila ditemukan penyumbatan akibat kotoran atau endapan, tindakan pembersihan harus segera dilakukan. Namun, jika terdapat kerusakan struktural, langkah perbaikan harus segera dilaksanakan untuk menjamin efisiensi sistem

4. *Distillate Pump*

Pemeriksaan kondisi *gland packing* dilakukan secara rutin setiap tiga bulan untuk memantau potensi kebocoran saat pompa beroperasi.

G. Rumus aplikasi tentang kevakuman FWG

1. Rumus Korelasi Pearson (Pearson Product-Moment Correlation Coefficient)

$$r = \frac{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2] - n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\dots} \dots(1)$$

Keterangan:

r = koefisien korelasi Pearson

X dan Y = skor dua variabel yang diuji

n = jumlah responden

$\sum XY$ = jumlah hasil kali X dan Y

$\sum X^2$ = jumlah kuadrat dari masing-masing variable

2. Rumus Uji Signifikansi Korelasi (uji-t untuk Pearson)

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{1-r^2} \dots(2)$$

Keterangan:

r = koefisien korelasi Pearson

n = jumlah sampel (responden)

t = nilai statistik uji

Hasil dibandingkan dengan t_{tabel} pada $\alpha = 0.05$
 $\alpha = 0.05$ dan $df = n - 2$

3. Rumus Reliabilitas Cronbach's Alpha

$$\alpha = \frac{k-1}{k} \left(1 - \frac{\sigma^2}{\sum \sigma_i^2} \right) \dots(3)$$

Keterangan:

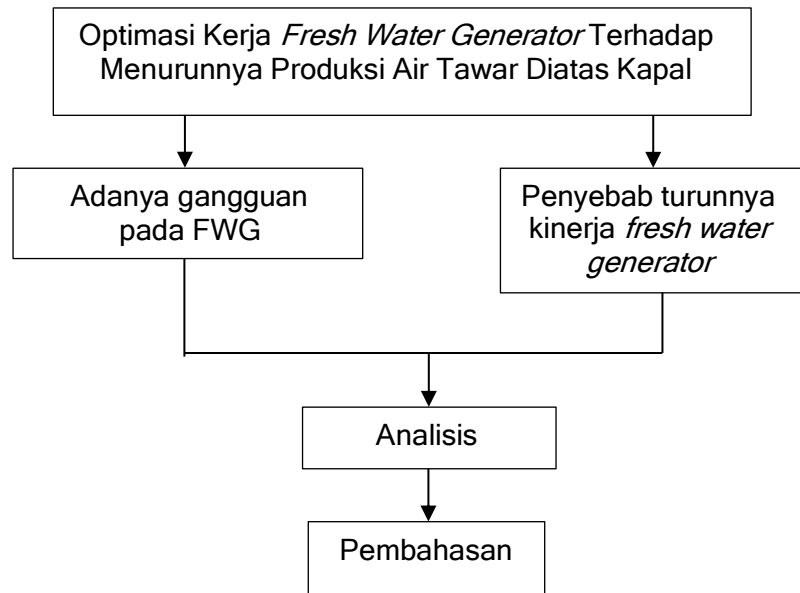
α = nilai reliabilitas (Cronbach's Alpha)

k = jumlah item pertanyaan

σ_i^2 = varians masing-masing item

σ^2 = varians total (total skor semua item)

H. Kerangka Pikir



I. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah yang telah di kemukakan sebelumnya, maka hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah diduga:

1. Diduga terdapat pengaruh yang signifikan antara tingkat kevakuman pada sistem FWG terhadap produksi air tawar.
2. Diduga kurang optimalnya pemeliharaan dan perawatan pada pesawat bantu *fresh water generator* menjadi salah satu penyebab utama turunnya tingkat kevakuman pada FWG.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Waktu penelitian

Untuk mendapatkan data-data serta informasi yang berhubungan langsung dengan permasalahan yang dibahas dalam judul ini, maka penulis akan melakukan penelitian ketika penulis menjalani praktek laut atau lebih dikenal dengan PRALA.

2. Tempat penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di atas kapal, penelitian berlangsung ketika penulis melaksanakan praktek di MV. LGH PROSPER selama kurang lebih 12 bulan.

B. Jenis dan Sumber Data

1. Jenis data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah Data kuantitatif berasal dari tempat penelitian dan telah diolah kembali.

2. Sumber data

Adapun sumber data yang penulis gunakan terdiri atas:

a. Data primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari Kapal dengan jalan mengadakan wawancara langsung dengan Masinis dan Kepala Kamar Mesin serta ahli teknisi tentang optimasi kerja *fresh water generator* terhadap menurunnya produksi air tawar di atas kapal.

b. Data Sekunder

Data ini merupakan data yang diperoleh dari literature-literature dan artikel-artikel yang ada hubungannya dengan masalah.

C. Metode Analisa Penelitian

Kegiatan praktik laut merupakan implementasi lapangan yang bertujuan untuk melakukan analisis mendalam dengan mengomparasikan teori kepustakaan terhadap kondisi aktual di atas kapal. Tahapan penelitian dimulai dengan identifikasi masalah serta penetapan tujuan penelitian yang spesifik. Data yang telah dihimpun kemudian diolah menggunakan metode analisis deskriptif sesuai dengan kerangka teori yang telah ditetapkan sebelumnya. Hasil analisis ini selanjutnya dibandingkan dengan disiplin teori yang relevan untuk menghasilkan pembahasan yang komprehensif, solusi teknis, serta saran-saran yang aplikatif terhadap permasalahan yang dikaji.

D. Teknik Dan Prosedur Pengumpulan Data

Adapun pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Metode penelitian

a. Metode Lapangan (*Field Research*)

Merupakan metode yang dipakai untuk mengumpulkan data yang *actual* melalui pengamatan di lapangan, metode pengumpulan data di lapangan dilakukan melalui metode survey (observasi).

b. Tinjauan Kepustakaan (*Library Research*)

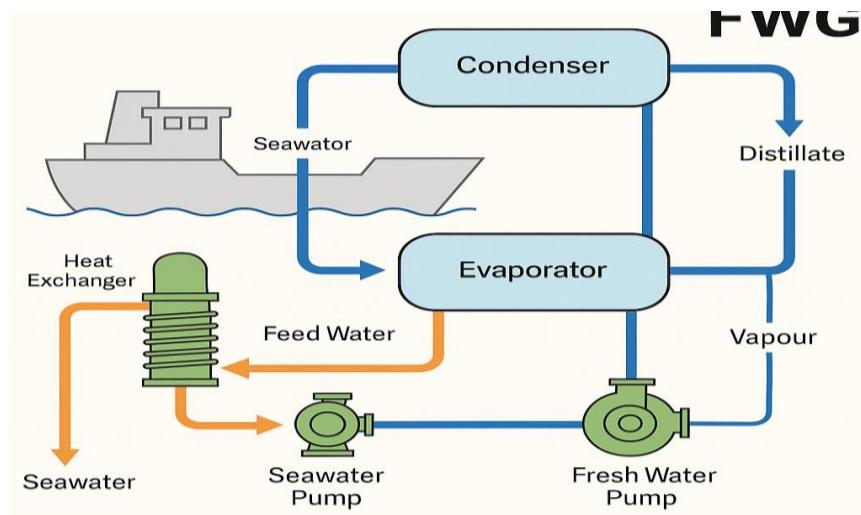
Metode ini digunakan melalui *study* ke perpustakaan, literature yang ada kaitannya dengan masalah ini baik melalui buku-buku, laporan penelitian, artikel dan lain-lain.

2. Objek Penelitian

Berdasarkan pengamatan penulis pada saat Praktek Laut (PRALA), system pendingin yang kurang baik kemungkinan menjadi penyebab generator pada mesin

overheat. Berikut ini adalah system pendingin untuk on-board generator :

Gambar 3.1 Cooling System



Sumber : kapal logistic.com (2022)

<https://www.kapaldanlogistik.com/2021/04/fresh-water-system-air-tawar-di-kapal.html>

Keterangan:

Bagian-bagian Utama dalam Sistem FWG

a. *Seawater Pump* (Pompa Air Laut)

Mengambil air laut dari laut bebas dan memompanya ke dalam sistem. Air laut digunakan sebagai sumber air dan juga untuk proses pendinginan.

b. *Heat Exchanger* (Penukar Panas)

Panas dari mesin utama atau sumber panas lain digunakan untuk memanaskan air laut. Air laut yang dipanaskan menjadi *feed water* dan dialirkan ke *Evaporator*.

c. *Evaporator* (Penguap)

Tempat di mana air laut yang telah dipanaskan diuapkan di bawah tekanan rendah (vakum). Menghasilkan uap air tanpa garam (*vapour*).

d. *Fresh Water Pump* (Pompa Air Tawar)

Mengalirkan hasil kondensasi dari fluida (air tawar) ke tangki penyimpanan.

e. *Condenser* (Kondensor)

Mendinginkan uap dari *evaporator* menggunakan air laut dingin. Uap berubah kembali menjadi air cair (distilat/air tawar murni).

Alur Proses Kerja FWG

- 1) Air laut diambil → dipanaskan di *heat exchanger* → menjadi *feed water*.
- 2) *Feed water* masuk ke *evaporator* → diuapkan di ruang vakum → menjadi uap.
- 3) Uap mengalir ke *condenser* → didinginkan oleh air laut → menjadi air tawar (*distillate*).
- 4) Air tawar dipompa ke tangki penampung → digunakan untuk keperluan di kapal (minum, mesin, dsb).

E. Jadwal dan waktu Penelitian

Adapun jadwal penelitian yang dibawah ini sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Tahun 2022											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Pengumpulan Data												
2.	Pemilihan Judul												
3.	Bimbingan												
No	Kegiatan	Tahun 2023											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Bimbingan												
2.	Seminar Proposal												
3.	Pengambilan Data												
No	Kegiatan	Tahun 2024											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Pengambilan data												
No	Kegiatan	Tahun 2025											
		Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Pengolaha data dan bimbingan Hasil skripsi												
2.	Seminar hasil penelitian dan perbaikan												
3.	Perbaikan koreksi dan Seminar tutup												
4.	Penyusunan akhir												

F. Flow chart penelitian

